

Prof. Dr. MARA ĐUKANOVIĆ

EKOLOŠKI IZAZOV

ELIT
1991

Energija i mineralni resursi

1. ENERGIJA I OSTALI PREDUSLOVI ŽIVOTA

U ekologiji, kao multidisciplinarnoj nauci i zaštiti životne sredine kao njenom neodvojivom delu, veoma je važno poznavanje preduslova života, njihovog značaja, sastava, funkcionisanja, remećenja, njihovog međusobnog odnosa i međuzavisnosti kao i kruženja zagađujućih materija u svim medijumima. To su:

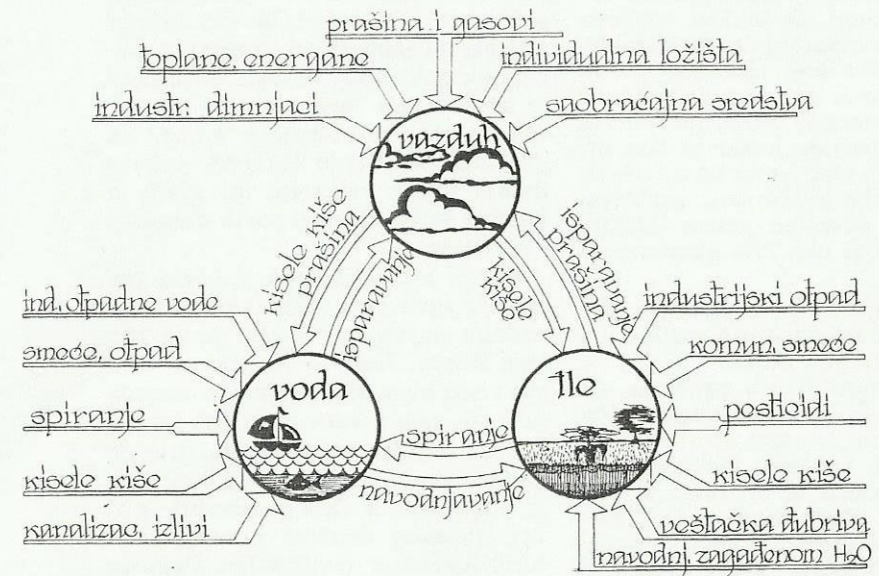
— energija, čijim posredstvom nastaje i održava se život, koja

predstavlja osnovu za funkcionisanje ljudske civilizacije,

— v a z d u h, koji je neophodan u razmeni materije živog sveta (u procesu fotosinteze),

— v o d a, neophodna materija za kompletnu biocenozu, a istovremeno je i stanište za mnoge žive organizme,

— z e m l j i š t e koje obezbeđuje kopnenoj fitocenozi život a preko nje i zoocenozi, a značajno je i za kruženje hranljivih materija u akvatičnoj biocenozi i



Kruženje-zagađujućih materija

— biocenoza, koja u lancu ishrane i kruženju materije u biosferi, istovremeno predstavlja sam život...

2. OPSTE O ENERGIJI (POJAM, PO-REKLO, DEFINICIJA, IZVORI)

Pod energijom podrazumevamo delotvornu silu materije, njenu sposobnost da obavlja rad. Svaka masa predstavlja određenu količinu energije i obrnuto.

Energija se ne stvara ni iz čega, niti može da se uništi. Ona može da menja oblik i da se pretvara iz jednog vida u neki drugi. To je poznati prvi zakon termodinamike. Pri prelasku jedne vrste energije u drugi vid, postoji stroga ekvivalencija.

Da bi biosfera funkcionisala neophodna je energija Sunca. Tako je zahvaljujući njoj nastao život na Zemlji i tako se i održava i obnavlja. Pomoću energije Sunca odvija se proces fotosinteze i stalnog priliva, za život neophodnog kiseonika. Fotosinteza je razvojni proces života. Ona omogućava živim organizmima: bakterijama, algama i ostalim fitocenozama da koriste sunčevo zračenje za stvaranje organske materije i oslobađanje kiseonika. To je veoma složeno pretvaranje sunčeve svetlosne energije u ugljene hidrate koji predstavljaju hranu za žive organizme. Fitoplanktoni — sićušne morske biljke, koje prekrivaju morske površine, putem fotosinteze proizvode oko 25% ukupnog kiseonika.

Za razvoj života na Zemlji, podjednako su neophodne i svetlosna i toplotna energija Sunca.

Temperatura Sunca penje se do 13 miliona Celzijusovih stepeni. Vodonikovi joni (jezgra) se sjedinjuju formirajući helijum. Prilikom ove fuzije, oslobađa se ogromna toplotna energija. Tada atomi padaju prema središtu, centrifugalno se sudarajući međusobno, a pod uticajem gravitacije. Oslobodjena toplota ponovo izaziva lančanu reakciju u jez-

gru Sunca. Ovim procesom Sunce preobraća 657 miliona tona vodonika u 653 miliona helijuma svake sekunde. (Vord B. — Dibo R. 1972)

Razlika od 4 miliona tona mase pretvara se u energiju koja zrači i svakodnevno napaja čitav Sunčev sistem.

Na ovome se bazira jedan od osnovnih prirodnih zakona, prema Ajnštajnovoj jednačini:

$E = mc^2$ gde je:

E — energija

m — masa

c — brzina svetlosti

Od pomenute energije (od 4 miliona tona mase) Zemlja dobija samo dva milijardita dela, a od toga se koristi manje od 1%. Veće sunčevo zračenje ne bi moglo ni da se izdrži. Međutim, za život na Zemlji, energija koju Sunce zrači predstavlja neograničene količine.

Prirodni kružni tok korišćenja sunčeve energije započeo je čovekovim otkrićem vatre. Pretpostavlja se da se to desilo pre oko 400 hiljada godina, pronađeni su tragovi u pećinama pekinškog čoveka. Civilizacije su koristile vatru u iste svrhe za zagrevanje, raskrčivanje šuma, za grejanje, lomljenje kamena, pripremanje hrane, odbranu od zveri, a kasnije za otkrivanje novih materija — metala.

Onoga trenutka kada je čovek naučio da savladava vatru izazvanu prirodnim pojavama, naučio je da je i sam stvara. Tada se odvojio od drugih živih bića, što je značilo mogućnost da sam stvara energiju.

Proizvodnja veštačke energije je najveći izum ljudskog uma. Energija je osnov života. Ona obezbeđuje razvoj ljudskog društva i omogućava funkcionisanje civilizacije. Pomoću nje se ostvaruje blagostanje, standard, kvalitet življenja. Ona podstiče

razvoj nauke i napredak čovečanstva. Zahvaljujući energiji, stvorena su sva materijalna ljudska dobra. Razvio se i održava život, a njeno korišćenje i njeno obilje omogućilo je ovoliki demografski rast.

3. ZNAČAJ ENERGIJE ZA LJUDSKU CIVILIZACIJU

Uz prirodu i sirovine, energija je osnov i sredstvo za razvoj, progres, a sada već i opstanak ljudskog društva.

Savremeni život, posebno u gradovima, nezamisliv je bez energije (električne struje). Strujom se greju prostorije i voda. Posredstvom nje održava se higijena, priprema se hrana, aparatima na električnu struju obavljaju se komunikacije: saobraćaj u objektu (liftovi) i van njega (tramvaji, vozovi, trolejbusi), razmenjuju se informacije (telefon, telefaks, radio, televizija...), obavlja se snabdevanje vodom i hranom, odelom, osvetljenjem. Obavljaju se razni radni procesi, što omogućava bezbroj radnih mesta. Njenim nestankom, život bi skoro zamro.

Za tehnološki i organizacioni (koji podrazumeva i društveni) razvoj savremene civilizacije neophodne su ogromne količine energije. Ona se koristi u razne svrhe:

— u primarnoj i sekundarnoj proizvodnji (kako industrijskoj i zanatskoj, tako i u proizvodnji hrane),

— u razmeni proizvoda,

— u saobraćaju i transportu,

— u sektoru opšte potrošnje (u trgovini, ugostiteljstvu, turizmu),

— u domaćinstvima, zdravstvu, prosveti, kulturi,

— za dobijanje toplote,

— pri obavljanju mehaničkog rada,

— za obavljanje elektronskog rada i mnoge druge.

Razne su vrste i načini upotrebe energije, kao i njenih transformacija

jedne u drugu, njihov prenos, razmene i drugo.

4. ZNAČAJ NAUČNIH OTKRICA ZA NASTANAK I RAZVOJ ENERGETIKE

Tokom istorije ljudskog roda korišćene su razne vrste energije i tehnologije koje su omogućavale proizvodne procese za dobijanje dobara i predmeta za ljudsku upotrebu.

Zadovoljenje potreba i želja omogućili su razni proizvodni procesi, koji se baziraju na korišćenju neke vrste energije.

U razvoju energetike kao nauke, veliku ulogu su odigrala mnogobrojna naučna otkrića, posebno, u oblastima merenja: vremena, toplote, gravitacije, sile, rada, brzine, mase, prostora... Ova otkrića, sa velikim brojem uspešnih eksperimenata, počinju u 17. veku i protežu se, povlačeći za sobom niz novih i sve savršenijih eksperimenata i izuma, kroz sledeća tri veka.

Sa njima počinje takozvana industrijska revolucija.

Pomenućemo neka najznačajnija naučna otkrića i naučnike koji su ih omogućili.

— Rene Dekart (1596—1650), dao je veliki doprinos razvoju nauke uopšte. On je razvio filozofski pristup nauci učenjem o metodi kao skupu pravila za jasno i razgovetno poimanje onoga što je predmet naučnog istraživanja. To znači da je njegov doprinos u traganju za dokazom. On je pomogao da se u nauci prihvati mišljenje da se materija sastoji od bezbroj delova. Tvrdio je da se i stvarnost može shvatiti jedino ukoliko se rastavi na sve manje delove: "... potrebno je rastaviti svaki od problema koji se istražuju, na što je moguće više delova."

To je istovremeno označilo početak i filozofskog i fizičkog atomizma.

Posle objavljivanja Dekartove knjige „Rasprave o metodu“ nastala su velika naučna otkrića u medicini, biologiji, astronomiji, fizici, bazirana na njegovom učenju.

— *Isak Njutn* (1643—1727), je izmerio gravitacionu silu Sunca i planeta. Postavio je osnove klasičnoj fizici i matematici. Ustanovio je osnovne zakone mehanike. Svojim dostignućima u matematici omogućio je izračunavanje i merenje vremena i kretanja. To je označilo razvoj diferencijalnog računa — matematike promena (izračunavanje iznenadnih kretanja) za razliku od dotadašnjih proračuna baziranih na statičkim uzorcima i jednakim kretanjima. On se smatra ocem materijalnog sveta.

— *Gabrijel Farenhajt* (1686—1736) pronalazi termometar, spravu za merenje toplote. Ovaj pronalazak omogućio je usavršavanja daljih saznanja u vezi mogućnosti hemijskih promena materija izloženih raznih temperaturnim promenama. To je bio početak hemijske industrije.

— *Džems Vat* (1736—1819) je merenjem vodene pare omogućio pronalazak mehaničkog razboja. Istovremeno, omogućen je pronalazak mnogih drugih mašina i u pravom smislu označen je početak industrijske revolucije. Džems Vat je uneo u nauku jedinice za merenje elektriciteta.

— *Džordž Stivenson* je 60 godina kasnije iskoristio vodenu paru za pokretanje mašina.

— *Džon Dalton* (1766—1844) je otkrio osnovni zakon hemije — umnoženih odnosa i zakon parcijalnih pritiska. U mnogome je doprineo kasnijem razvoju atomske teorije. On je uneo simbole za hemijske elemente.

— *Antoan Lavoazje* (1743—1793) je dokazao da je za svaki proces sagorevanja potreban kiseonik. Osnivač je moderne hemije.

— *Dmitar Mendeljejev* (1834—1907), sistematski i na jednostavan

način izvršio je klasifikaciju svih hemijskih elemenata — periodni sistem elemenata. U kasnijem razvoju nauke, to je bio početak sistemske analize i teorije sistema.

Dekart, Lavoazje, Dalton i Mendeljejev, svaki u svom domenu, otkrili su osobine, posebno konstante i relativne težine čitave tabele elemenata, počev od vodonika⁽¹⁾ kao najlakšeg, pa do urana⁽⁹²⁾ kao najtežeg, uključujući još 11 elemenata koje je čovek stvorio.

a. Vodonik (1), H

Vodonik je hemijski element u gasovitom stanju, bez boje, mirisa i ukusa. Najlakši je od svih elemenata u sistemu. On ima jedan proton u jezgri i jedan elektron koji kruži oko njega, zato ima oznaku (1).

Gustina mu je 0,09 g/l. Tačka ključanja mu je na 252,8°C. Njegovi tečni izotopi su deuterijum i tricijum.

Vodonik je najrasprostranjeniji u vodi i u većini organskih jedinjenja. Dobija se elektrolizom vode, a u laboratoriji dejstvom kiselina na neplemenite metale.

b. Uran (92), U

Uran je radioaktivan element, metal je, čelično sive boje. Ima 92 protona i 92 elektrona, pa predstavlja najteži prirodni element.

Gustina mu je 19,1 gr/cm³, atomska težina mu je 238,07, temperatura topljenja mu je 1130°C.

U prirodi se nalazi uglavnom kao oksid (pehlenda). Ima ga naročito u Zairu, SAD, SSSR-u, Kanadi i Čehoslovačkoj.

Prirodni uran se uglavnom sastoji od izotopa 238 i 235 koji su počeci radioaktivnog niza.

Pod izotopom se podrazumeva isti element sa istim brojem protona i neutrona, a sa različitim atomskim težinama.

Od urana 238 (U238) posle dva beta i tri alfa raspada, nastaje radijum.

U malim količinama u obliku jedinjenja, uran se upotrebljava za spravljanje boja za porculan i staklo. Najznačajnija mu je upotreba za dobijanje atomske-nuklearne energije.

U vreme pomenutih naučnih otkrića i drugih koji su njima bili pod-

staknuti, čovek je uvek imao na raspolaganju neku vrstu energije. Naučna dostignuća 17 i 18. veka mnogo su značila za početak primene energije vodene pare, za proizvodnju i primenu elektriciteta, a u kasnijem razvoju nauke za dobijanje nuklearne energije.

— Vodena para je odigrala ogromnu ulogu u razvoju i pronalaženju mnogih mašina i saobraćajnih sredstava (parnih mašina — parobroda, lokomotiva, tkačkog razboja i dr.).

— Elektricitet je brzo prihvaćen. Znanje i iskustvo o električnoj energiji i fenomenu električnog pražnjenja, sve je više proširivano, pa postepeno prenošeno na svemirske razmere.

Dalji pronalasci radio talasa i prenošenja električnih impulsa putem provodnika, doprineli su razvoju univerzalnih komunikacija i korišćenju elektriciteta kao energije.

Otkrićima u pravcu jedinstvene energije u kosmosu, elektromagnetnog spektra frekvencija sa strujom koja se koristi u industriji i domaćinstvima i preko radio i televizivskih talasa, zvučnih talasa, govora i vidnog spektra boja, pa sve do kosmičkih zraka, ide se polako ka pronalaženju i usavršavanju korišćenja, do sada najjačnije pronađene energije — nuklearne.

Primena ovih vidova energije su omogućile razvoj savremene civilizacije. Sve je to dovelo do pronalazaka kojima se čovek duboko meša u prirodne tokove, a to vodi katastrofi koja može da uništi planetu.

5. VIDOVI ENERGIJE U ODNOSU NA POREKLO

Veoma je teško izdiferencirati i izvršiti podelu vidova energije, jer je ona prelazni oblik ili je posebni vid jedne iste energije. Uslóvnu podelu je moguće izvršiti na osnovu porekla i na osnovu funkcije.

Prema poreklu, postoje dva vida energije:

- a) prirodna i
- b) veštačka

Prirodna energija je ona koja se iz prirode slobodna dobija, to su: ljudska i životinjska snaga, biljna masa, snaga sunca, vetra i morskih talasa.

Veštačka energija je ona koju čovek stvara prerađivanjem fosilnih goriva, urana i drugih, da bi stvorio električnu energiju. Međutim, praktično svaka energija se dobija od prirodnih materijala i u suštini predstavlja uskladištenu energiju Sunca.

U većem delu ljudske istorije, vremenu ekološkog ekvilibrijuma u vreme pre i u vreme poljoprivredne revolucije pa sve do sredine 17. veka kao energija korišćene su:

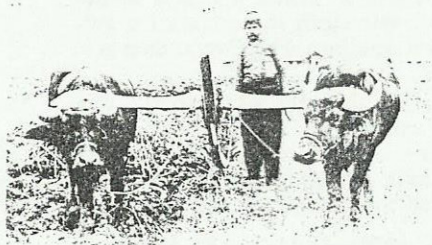
- a. ljudska i životinjska snaga,
- b. biljna masa,
- c. snaga sunca, vetra i morskih talasa.

a. Ljudska i životinjska snaga

Ova energija se koristi za obavljanje mehaničkog rada, za prenos, prevoz, podizanje raznih predmeta, za obavljanje raznih delatnosti: kopanje, oranje, tegljenje, zidanje, veslanje i drugo. Ovakav rad je naročito bio izražen u robovlasničkom društvenom sistemu. Ljudska i životinjska snaga praktično nije nikad ni prestala u potpunosti da se koristi. Još uvek ima mnogo fizičkih radnika po brodogradilištima i gradilištima, nosača, radnika koji rade na utovarima i istovarima razne robe, na poljoprivrednim farmama i slično. Takođe snaga konja, volova, irvasa, kamila i danas se u mnogim krajevima koristi, mada je njihov udeo veoma mali u odnosu na današnje potrebe za energijom.



Proizvodnja iz drveta



Energija životinja

b. Energija biomase

Pod nazivom *energija biomase* podrazumeva se energija koja se dobija sagorevanjem materijala biljnog porekla. To je energija koja se neprekidno koristi, praktično još od pronalaska vatre pa do današnjih dana. Svakako da se najviše koristila masa drveta, ali u nekim područjima i druge vrste kao što su: trska, slama, zrnevlje, pleva, šaša, strnjika i razno drugo rastinje. Ovaj vid korišćenja biomase je prisutan i danas, uglavnom, u domaćinstvima za

pripremanje hrane, a u nekim područjima i za zagrevanje prostorija, zatim u raznim proizvodnim procesima, posebno za obradu metala, za dobijanje raznog oruđa i oružja.

U stara vremena drvene mase je bilo u izobilju, dok se proizvodnja nije postepeno razvila u industrijsku, a broj stanovnika i njihove potrebe toliko namnožili pa je cena tome uništene šume.

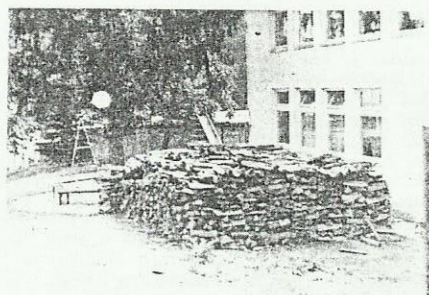
Drvena masa je odigrala ogromnu ulogu sve do kraja 18. veka, kada je neumerena eksploatacija drveta dovela do tadašnje energetske krize.

Računa se (prema D. Holu), da 1/6 godišnjih svetskih potreba u gorivu dolazi od drveta, a pri tome oko 1/3 od sveg posečenog koristi se baš za pripremu hrane i za zagrevanje zgrada (prostorija). S obzirom da se ovaj vid energije, uglavnom, najviše koristi u nerazvijenim krajevima sveta, u zemljama u razvoju, gde je sagorevanje najčešće u otvorenom ognjištima, pa se ne može tačno izračunati kolika je potrošnja u svetskim razmerama.

U našoj zemlji, drvo se kao ogrevni materijal, a i za potrebe industrije i saobraćaja (železnica), koristilo i kroz ceo 19. vek, pa sve do sredine 20 veka.

U razvijenim zemljama, danas je korišćenje drveta svedeno na minimum, međutim u mnogim našim krajevima ono se veoma mnogo koristi i to najčešće bez mnogo društvene kontrole. U povratnoj sprezi to znači novo uništavanje šuma, ili pojedinačnog drveća. Drvo se danas više koristi za industrijsku preradu nego za toplotnu energiju. Za dobijanje toplotne energije se često koriste sa nekih lokalnih — individualnih izvora.

Osim biomase biljnog porekla, koriste se i biomasa životinjskog porekla, kao što su fekalni ostaci i otpaci iz staja: sušena balega kao goriivo, a mokraća za dobijanje gasa.



Energija biomase-drvo

Iako je materijal biomase dostupan, naročito u ruralnim sredinama i relativno jednostavan za korišćenje, bez velike i komplikovane tehnologije, on se veoma malo koristi. U nekim zemljama kao što su na primer Australija, Brazil, Kanada, Kina, Indija, Danska, Izrael i druge, biomasa se znatno koristi za dobijanje energije.

Njene prednosti su: gorivo je pristupačno, jer se koristi na mestu izvora, nije potreban transport u većem obimu, količine se stalno obnavljaju, jeftina je tehnologija, a takođe i radna snaga (sa toga prostora na kome se biomasa koristi). Biomasa je ekološki bezopasna jer su to otpadni materijali manjih obima i ne povećavaju mnogo atmosfersku zagađenost ugljen-dioksidom.

Korišćenje energije biomase ima značaja u dugoročnom planiranju. Međutim, i planiranje i istraživanja su uglavnom lokalnog karaktera, jer

su zavisna od poljoprivredne delatnosti, ali su nezavisna od drugih prostora. Dijapazon korišćenja je veoma veliki, počev od seoskih domaćinstava, odnosno, njihovih ložišta, pa preko internih električnih centrala, do složene tehnologije za proizvodnju biogasa iz biomase i drugih hemijskih produkata.

Čovek je milenijumima stvarao sebi egzistenciju putem izgrađivanja i održavanja sredine i izrade, sve boljeg i savršenijeg oruđa, oružja i drugih predmeta za upotrebu. Goriva je tada bilo dovoljno jer je i šuma na planeti bilo mnogo. Sa porastom broja stanovnika i njihovih potreba šuma je bilo sve manje, jer, iako su one obnovljivi izvor, za njihov rast do upotrebne vrednosti je potreban vremenski period od nekoliko decenija.

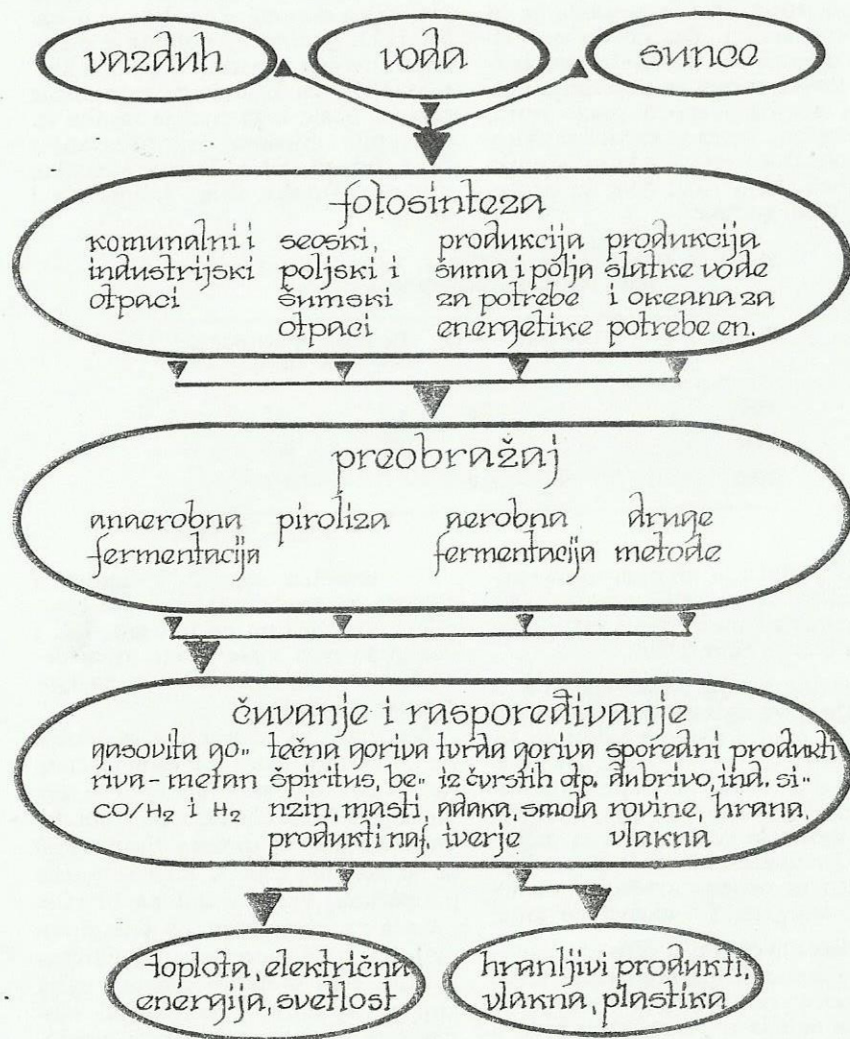
Pored biomase u stalnom procesu fotosinteze i fosilna goriva su organskog porekla, nastala nekad davno u prošlosti Zemlje. Obe predstavljaju apsorbovanu i sačuvanu energiju dobijenu od Sunca.

U vreme industrijske revolucije, prelazi se na korišćenje fosilnih goriva: uglja, nafte i plina, kako za proizvodnju toplotne tako i električne energije.

Osim sagorevanjem i hemijskim preobražajem biomase u korisne vrste energije i drugih hemijskih sredstava, razne vrste organskih otpadaka od poljoprivredne, šumske i prehrambene proizvodnje mogu se posredstvom mikroorganizama preobratiti u goriva, vlakna, đubrivo, stočnu hranu i hranljive proizvode.

Ovakav vid iskorišćavanja organskih otpadaka seoske i šumske proizvodnje je ekološki opravdan jer može da bude znatan izvor energije, đubriva i hrane, rešava pitanje otpadnih materijala i sprečava zagađivanje životne sredine. Osim toga, sam tok preobražavanja ne izaziva nikakve zagađujuće posledice u sredini. Uloga mikroorganizama u pro-

sistem bioenergetike



sistem bioenergetike

izvodnji energije i transformaciju mnogih organskih otpadnih materija u korisne proizvode, podstaci će u skoroj budućnosti mnoge nove vidove seoske (poljoprivredne) proizvodnje u sistemima bioenergetike.

U sistemu bioenergetike, najvažniju ulogu imaju: sunce, vazduh i voda. Njihovim posredstvom, procesom fotosinteze, organski ostaci: komunalni i industrijski otpaci, seoski (poljoprivredni i stočarski, povr-

tarski i voćarski), poljski i šumski otpaci, zatim produkcija šuma i polja za potrebe energetike i produkcije slatke vode i vode okeana, posredstvom mikroorganizama mogu se preobraziti raznim metodama. To su: anaerobna fermentacija, piroliza, aerobna fermentacija i druge metode. Na ovaj način transformisana biomasa se čuva i raspoređuje. Opisanim načinom, mogu se dobiti: gasovita goriva (metan CO/H_2 i H_2), tečna goriva (špirit, benzin, masti, proizvodi nafte), tvrdna goriva iz čvrstih otpadaka kao što su smola i iverje, zatim sporedni proizvodi kao što su: đubrivo, industrijske sirovine, hrana, vlakna i drugo.

Tako dobijena, energija se dalje može transformisati u: toplotnu energiju, električnu, svetlosnu, ili druge proizvode kao što su: hrana, vlakna, plastika, sintetika...

c. Solarna energija

Svojim obiljem energije (toplotne i svetlosne) Sunce zasipa Zemlju, dajući joj život. Od pamtljivosti u ljudima je postojala želja da direktno koriste tu energiju. Osim što im je svojim postojanjem pomagala da opstanu, da uz njenu pomoć obrađuju zemlju i da obavljaju sve svoje druge aktivnosti, energija Sunca korišćena je i u sekundarnim aktivnostima kao što je direktno sušenje poljoprivrednih prehrambenih proizvoda i zagrevanje vode. Za zagrevanje objekata takođe je korišćena u nekim razdobljima ljudske istorije. Za ovo postoje i materijalni dokazi (na primer na jugoslovenskom tlu, u Lepenskom viru, kada su pravljene solarne kuće još u periodu pre n. e.).

U današnjim sve izraženijim potrebama za velikim količinama energije ponovo oživljava ideja o korišćenju energije Sunca.

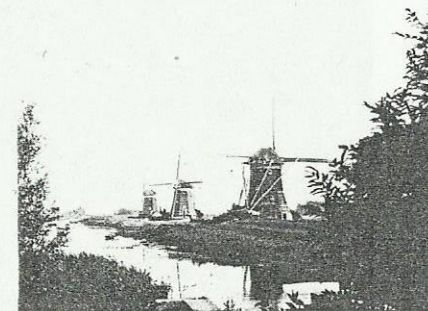
Sunčevo zračenje je neiscrpni izvor energije. Njegova jačina po površini Zemlje je oko 20000 puta veća od savremenog nivoa ljudskih potreba za energijom. Međutim, efek-

tivno korišćenje Sunčeve energije zavisi od meteorološko-klimatskih uslova područja u kome će se ono primenjivati, kao i od nivoa usvojene tehnologije.

Iako je Sunce neograničeni izvor energije na Zemlji, njegovo korišćenje zahteva posebnu tehnologiju za akumuliranje. Sunčeva energija, za razliku od dosada korišćene fosilne, energije urana i biomase, nije koncentrisana u velikim količinama na jednom mestu, već je rasuta po zemljinoj površini i to neravnomerno u zavisnosti od područja. Tako je najviše ima i po intenzitetu i po broju osunčanih dana u Africi i Srednjoj Aziji, što znači na istim onim područjima gde ima i tečnih fosilnih goriva. Da bi ova energija mogla da se koristi potrebne su velike površine sa kojih bi se sakupljala. Tako, na primer, da bi se grad kao Njujork snabdevao energijom Sunca, bila bi potrebna površina veća četiri puta nego što je njegova. (Rifkin J. 1986)

d. Energija vetra

U toku zadnjeg milenijuma, energija vetra je korišćena u raznim vidovima i različite svrhe: kao pogonska snaga u moreplovstvu, kao mehanička energija za navodnjavanje, za mlevenje brašna (vetrenjače), i slično. Od sedamdesetih godina, od poznate „naftne krize“ ponovo se pomišlja, pa na mnogim mestima i realizuje primena energije vetra.



Primena energije vetra u prošlosti

Smatra se da je energetska potencijal vetra na Zemlji veoma veliki. Mogućnosti korišćenja ove energije na raznim mestima je različit, što zavisi od snage vetra na pojedinim područjima. Srednja godišnja brzina vetra na visini 20—30 m., iznad površine Zemlje treba da je dovoljno velika da bi snaga vazdušnog strujanja mogla da se koristi pretvarajući se u drugu vrstu energije. Smatra se (pre-

ma Kisovecu) da se od početne snage vetra iskoristi oko 30 do 38%.

Međutim, tu je od značaja jedan drugi faktor. Snaga vetra tokom godine je neujednačena, te tako može da se desi da pri minimalnim strujanjima uređaji za proizvodnju električne energije potpuno stanu ili da strujanje bude tako jako da pretili opasnost od rušenja uređaja.

Za proizvodnju električne energije, praktično se primenjuje stara teh-

nologija putem vetrenjača, visokih stubova sa propelerima, sa horizontalnom osovinom. Tehnologija primene i usavršavanje uređaja je u stalnom usponu. Bez obzira na prisutne dileme oko nesavršenosti uređaja, izbora mesta za podizanje uređaja i neujednačenosti snage vetra, sa energijom vetra se računa u ukupnom svetskom energetske bilansu. Na tabeli, koja sledi date su procene do 2000. godine:

e. Geotermalna energija

Korišćenje geotermalne energije je novijeg datuma. Započeto je u Italiji 1913. godine za dobijanje električne energije, a zatim 30 godina kasnije (1943) na Islandu za zagrevanje zgrada. Posle toga mnoge zemlje su pristupile njenom iskorišćavanju: Novi Zeland, SAD, Japan, Meksiko, Filipini, Turska, Čile, Indonezija i druge.

Tabela 1. Mogući obim korišćenja energije vetra u ukupnom svetskom energetske bilansu

Godina	Utvrđena snaga GVt	Godišnja proizvodnja električne energije TVtč
1985.	0,5	1,5
1990.	10,0	30,0
2000.	200,0	900,0

(Clarce R. 1980)

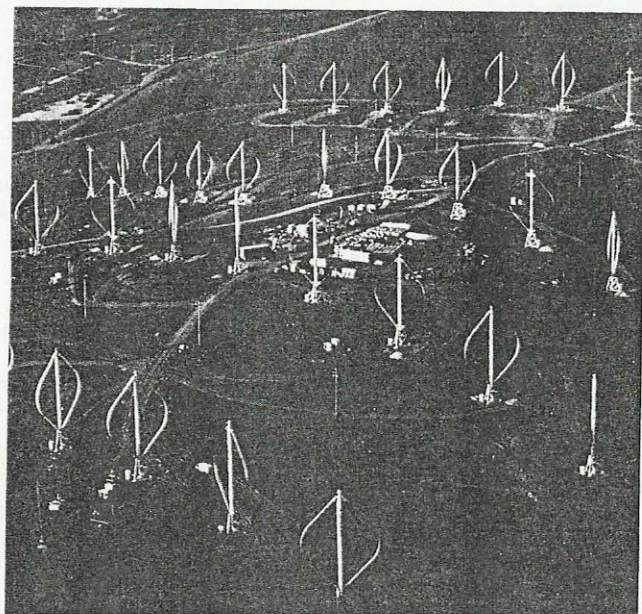
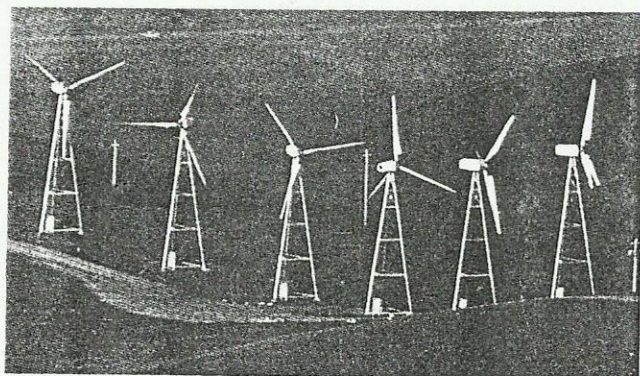
Radi poređenja, ukupna proizvodnja električne energije u svetu 1980. godine, prema podacima Ujedinjenih nacija bila je 8239 TVtč.

Proizvodnja električne energije iz energije vetra uglavnom će biti racionalna za manje sisteme kakva su seoska domaćinstva, farme ili neka manja naselja ili ostrva. Osim za proizvodnju električne energije, energija vetra može da se koristi kao mehanička za pokretanje raznih uređaja kakvi su, na primer, uređaji za melioraciju zemljišta i vodosnabdevanje.

Korišćenje energije vetra, u današnjoj tehnologiji, putem raznih vrsta vetrenjača, ima i negativno dejstvo koje se ogleda u proizvodnji buke i vibracija, koje mogu da se odraze na vegetaciju, čoveka ili materijalna dobra. To zavisi od izbora mesta na kome će se podići uređaji. Smatra se da bi najpovoljnije lokacije bile na platformama na moru, od kojih bi se podvodnim kablovima proizvedena električna struja transportovala do potrošača.

Geotermalna energija je dopuna i zamena za tradicionalne vrste energije, ali s obzirom da je i ona, kao i energija vetra male snage, njen doprinos u ukupnom bilansu energoresursa je mali.

Geotermalna energetika se bazira na korišćenju prirodne toplote Zemlje. Po površini, zemljina kora je toplote 20—30°C računajući na 1 km dubine. Računa se (prema Uajti 1965) da je količina toplote koja se nalazi u zemljinoj kori do dubine 10 kilometara, u poređenju sa energijom uglja, oko 70 puta veća od ukupne toplote svih svetskih resursa uglja koji se tehnički i ekonomski eksploatišu. Međutim toplota u zemljinoj kori računajući do 10 km. dubine je veoma razučena, nije koncentrisana na jednom prostoru da bi mogla da se koristi i da reši sve svetske potrebe u energiji. Energija koja može da se koristi treba da je dostupna prema dubini, obimu, i temperaturi.



Savremeno korišćenje energije vetra

Geotermalna energija se koristi:

— direktno kao toplotna energija i

— preradom u sekundarnu-električnu energiju.

Geotermalna energija koju je moguće koristiti, može da bude u tri vida:

a.) hidrotermalni sistem prenosa

b.) vreli suvi sistemi vulkanskog porekla i

c.) sistem sa visokim vrelim strujanjem.

a.) Hidrotermalni sistem

Pod hidrotermalnim sistemom prenosa iz Zemljine unutrašnjosti podrazumevaju se podzemni baseni pare i vrela vode koje na površinu izbijaju u obliku gejzira, sumporovitih blatnih jezera i bara, što sve zavisi od izvora toplote: vrela ili rastopljene vrste stena. Iznad zona u kojoj su visokotemperaturne rastopljene stene, nalazi se formacija poroznog sloja koji sadrži vodu koja pod pritiskom biva izbačena na površinu. S obzirom da je temperatura ove vode (ili pare) veoma visoka (od 90 do 150°C) to, njenim izlaskom, usled temperaturne razlike biva pretvorena u paru koja se koristi kao toplota ili se pretvara u električnu energiju. (Clarce R. 1980)

b.) Vreli sistemi vulkanskog porekla

Kao i kod prethodnog sistema i ovaj je ograničenog karaktera jer može da se koristi samo u posebnim uslovima, i na posebnim lokacijama u blizini izvora toplote. Ovaj princip se zasniva na korišćenju toplote neposredno iz magme, mada on još tehnički nije usavršen da bi korišćenje moglo da bude veće i racionalno.

Preko bušotina, voda se ubrizgava do dubine od 4 kilometra (do magme) a zatim se zagrejana do odre-

đene temperature (od 150 do 180°C) vraća pod pritiskom u vidu pare, drugom bušotinom na površinu. Tada se može koristiti direktno kao toplotna energija ili njenim pretvaranjem kao električna energija. Ovaj sistem se koristi na primer u Novom Meksiku (Los Alamos).

c.) Sistem sa vrelim strujanjem

Ovaj sistem je ograničen na one zone u kojima se nalaze duboko nataloženi baseni tople vode, kao što su na primer Pariski i Mađarski baseni u kojim temperatura vode dostiže i do 100°C. Oni su formirani na naslagama vodonepropustljive gline pre mnogo miliona godina. Istovremeno, na tim prostorima se formiraju i velike količine vrela prirodnog gasa (ugljevodonika).

f. Energija okeana

Pod energijom okeana, prvenstveno se podrazumeva energija talasa (plima i oseka), a zatim i drugih vrsta energije koje se kriju u okeanu: morskih struja, vetra, nafte sa morskog dna, temperaturnih razlika i zasljenosti. Kao i na kopnu, tako isto i na okeanu, od obnovljive energije dve su značajne: energija vetra i energija biomase. Morske vrste koje mogu da se koriste kao biomasa za energetske ciljeve kvantitativno su manje od nadzemnih, ali se zato mogu umnogome koristiti kao resursi hrane. U vezi sa tim je i iskorišćavanje energije okeana: talasa i morskih struja, kao i temperaturnih razlika u slojevima vode. Njihova primena bi izazvala velike promene u biološkim procesima u okeanima. Zato je potrebno još mnogo naučnog istraživanja koja bi dala rešenja za razumno i umerenim tempom iskorišćavanje tih resursa, kako ne bi potpuno narušili sastave i procese u hidrosferi (a preko nje i biosferi). (Clarce R. 1980)

Što se tiče negativnog uticaja na životnu sredinu, iskorišćavanje energije okeana se ogleda naročito u uzimanju površinskih delova radi izgradnje raznih platformi i uređaja koji remete akvatičnu biocenozu. Veliki rotori (vetrenjače) za korišćenje energije vetra i morskih strujanja mogu da deluju na krupne morske

ptice i na morske sisare. Oba ova vida mogu da dovedu i do regionalnih izmena klime, koja može da utiče i na globalnu.

Na tabeli prema V. Šmitu, nabrojani su okeanski izvori energije sa njihovim načinom postanka, osnovnim karakteristikama i mogućnost (način) iskorišćavanja.

Tabela 2. Okeanski izvori energije

Poreklo	Izvor energije	Osobine izvora	Sredina	Način korišćenja
1. Procesi vezani sa postankom planete	vodonik, litijum, deuterijum (termonuklearna sinteza)	neobnovljiv	morska voda	dobijanje toplote, tehnološke pare
2. "	Uran-235, torijum-232, kalijum-40 (atomska energija deljenja)	"	morska voda, zemljina kora	"
3. Geološki procesi	nafta, gas, uglj	"	fosilni ostaci	dobijanje toplote, naftna hemija i industrija
4. Taloženje minerala i radioaktivni raspad	geotermalna energija	praktično obnovljiva	zemljina kora	dobijanje toplote
5. Okretanje Zemlje i Meseca	plima	praktično obnovljivi	morska voda	proizvodnja mehaničke energije i električne energije
6. Termonuklearna sinteza unutar Sunca	talasi	obnovljiv	"	proizvodnja kinetičke energije i električne struje
7. "	temperaturne razlike	"	"	proizvodnja toplote i električne energije
8. "	nivoi zasljenosti	"	morska voda i naslage soli	dobijanje hemijske i električne energije
9. "	strujanja	"	morska voda	proizvodnja kinetičke i električne energije
10. "	vetar	"	vazduh po površini okeana i kopna	"
11. "	biomasa	"	morska voda i zemlja	dobijanje organskog supstrata

(Prema Clarce R. 1980)

g. Hidroenergija

Hidroenergetika je rasprostranjen vid ljudske delatnosti. Najstariji način korišćenja energije rečne vode je u vidu vodenica za mlevenje žitarica. U našem veku, počev od tridesetih godina, počinju da se rade velike hidrocentrale, prvo u SAD-u, a od pedesetih godina širom sveta.

Korišćenjem hidroenergije za dobijanje velikih količina električne struje često se stimuliše razvoj nekih do tada manje razvijenih oblasti, naročito seoskih. Međutim, izgradnja hidrocentrala zahteva pretходно akumuliranje vode iz rečnih tokova.

Hidroakumulacije se zasnivaju na principu korišćenja mehaničke energije prevođenja vode sa višeg na niži nivo. Postoje dva osnovna tipa hidroakumulacionih elektrocentrala: elektrostani koje za proizvodnju energije koriste samo vodu prevedenu iz više u nižu akumulaciju i elektrostani koje koriste kako akumuliranu vodu tako i prirodni tok reka.

Interesantan je hidroenergetski projekat (prema D. Holu) po kome se koristi kao resurs voda koja otiče sa grenlandskog leda. Ova voda se svakog leta stvara po površini lednika u znatnim količinama i polako otiče jednim delom u more, a drugim delom otiče na niže nivoe lednika, gde se ponovo zamrzava. Ako se uspe da se ta voda prikupi u akumulaciono jezero bilo bi moguće napraviti nekoliko hidrocentrala većeg kapaciteta. Za sada je najveći problem kako u ledu napraviti kanale za prikupljanje i dovođenje vode.

6. VRSTE ENERGIJA U ODNOSU NA FUNKCIJU

Podela energije u odnosu na njene funkcije, takođe je uslovna, jer se ona pretvara jedna u drugu: električna u toplotnu i obrnuto, električna u svetlosnu ili mehaničku. Ona može biti:

- a — mehanička,
- b — toplotna,
- c — električna,
- d — elektromagnetska,
- e — magnetska,
- f — nuklearna.

a — Mehanička energija

Mehanička energija se javlja u dva vida, kao:

— energija kretanja — kinetička: vetra i tekuće vode i

— energija položaja — potencijalna energija. Na primer: da bi neki predmet mogao da se podigne na određenu visinu potrebno je utrošiti neki rad. Taj rad je sačuvan u telu (potencijalan je), i može da se dobiče natrag, ako se telo vrati u početni položaj — na početnu visinu.

b — Toplotna energija

Toplotna energija čini da elektoni raznih elemenata osciliraju sve jače i jače, dok ne izlete sa svoje putanje, spremni da uđu u druge kombinacije. Kada elektroni iz jedne putanje nekog elementa preskoče u putanju nekog drugog elementa, da bi napravili stabilnije jedinjenje, tada se oslobađa hemijska energija i stvara se stabilnije jedinjenje.

Toplota je fizička pojava koja se zbog fiziološkog delovanja oseća. Toplota je energija, jednaka sumi energija nesređenog kretanja svih molekula ili atoma nekog tela. U gasovima i tečnostima to kretanje je u svim pravcima, a u čvrstim telima je oscilovanje oko ravnotežnih položaja. Toplota spontano prelazi sa tela više temperature na telo niže temperature, šireći se u telu u svim pravcima.

c — Električna energija

Električna struja se stvara kada elektroni izvučeni sa svojih putanja elektromagnetskim privlačenjem skaču od atoma do atoma u nekom

dobrom provodniku (kao što je, na primer bakarna žica).

Elektricitet je naelektrisanje koje miruje ili se kreće. U prirodi postoje pozitivna i negativna naelektrisanja čije su osobine suprotne. Istoimena se odbijaju, a raznoimena privlače. Oko svakog naelektrisanja obrazuje se električno polje. Sila polja se prikazuje linijama sile: duž neke linije polja dejstvuje električna sila polja. Između dve tačke jedne linije polja postoji električni napon. Napon u jednoj tački polja prema nekom provodniku (na primer zemlji) zove se potencijal. Napon između dve tačke polja je potencijalna razlika. Električna struja predstavlja protok naelektrisanja između dve tačke polja sa različitim potencijalima. Materije koje takvom kretanju suprotstavljaju neznatan otpor zovu se provodnici, a ostali su poluprovodnici ili izolatori.

Svako naelektrisanje koje se kreće stvara i magnetsko polje čije linije koncentrično okružuju pravac kretanja naelektrisanja. Struja koja teče u zatvorenom krugu ponaša se kao magnet.

Pri brzom kretanju naelektrisanja tamo-amo, kao na primer u naizmeničnoj struji, nije moguće odvojiti električno i magnetsko polje, jer se ona spajaju u elektromagnetsko polje.

Najmanje negativno naelektrisanje koje se pojavljuje u prirodi je elektron. Njemu po naelektrisanju i masi odgovara pozitron. Iste ove količine pozitivnog i negativnog naelektrisanja pojavljuju se vezane za tešku masu — jone. Najlakši jon je proton. Elektroni koji se kreću oko jezgra i rotiraju oko svoje ose, uzrok su magnetskih osobina atoma.

d — Elektromagnetska energija

Ova energija je spoj električne i magnetske energije, koje se periodično menjaju i koje se manifestuju u obliku elektromagnetskih oscilacija.

Ona se najčešće javlja u obliku zračenja ili svetlosti. U svojoj okolini elektromagnetske oscilacije izazivaju nastajanje elektromagnetskog polja koje periodično osciluje. Ove oscilacije su po svojoj prirodi iste kao svetlosna zračenja nastala pri prelazima elektrona u atome od kojih se razlikuju samo svojom većom talasnom dužinom.

Primenjuje se u radiotehnici, bežičnoj telegrafiji, televiziji.

e — Magnetska energija

Magnetska energija je svojstvo nekih metala da privlače gvožđe. U prostoru oko magnetne stvari se magnetno polje, koje se prikazuje magnetskim linijama sila koje počinju od jednog pola a završavaju se u drugom.

U prirodi, magnetsko polje se obrazuje oko svakog provodnika kojim protiče struja. Zemlja, zbog svoje rotacije, takođe, ima svoje magnetsko polje čiji polovi leže blizu geografskih polova.

7. VRSTE ENERGIJA PREMA NAČINU NJIHOVOG KORIŠĆENJA

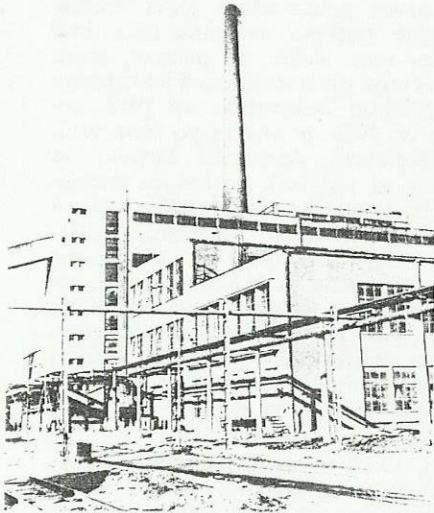
Prema korišćenju mogli bismo da izvršimo još jednu podelu energije na:

- a. tešku tehnologiju i
- b. laku tehnologiju

a. *Teška tehnologija* je ona koja iziskuje veoma mnogo raznovrsnih radnih operacija, koja omogućava elektrifikaciju u širokim razmerama, baziranu na nuklearnoj energiji, energiji uglja i gasifikaciji uglja.

b. *Laka tehnologija* se dobija energija iz izvora koji se obnavljaju. To su uglavnom sunčeva energija, energija vetra, plime, talasa.

Bez obzira na koji način se dobija energija, današnji svet postoji zahvaljujući njoj. Trošenjem energije ljudsko društvo ide napred ka prosperitetu. U svetu već postoji ustalje-



Energetski objekat

no mišljenje da što je veći protok energije to je društvo efikasnije, civilizacija brže napreduje i svet postaje uređeniji. O negativnim efektima se manje vodi briga, iako se unapred zna da svako novo usavršavanje tehnologije povećava potrebe za energijom, odnosno njeno trošenje. U toku razvoja civilizacija, ljudsko društvo je bilo prinuđeno da uvek iznova menja izvore energije i metode njihovog korišćenja, sa eksponencijalnim rastom njene potrošnje. Energetska podloga se menjala od lakše iskoristive ka teže iskoristivoj, te tako, danas sa idejom ka povratku lakoj tehnologiji, postaviće se pitanje mogućnosti proizvodnje onako velikih količina kako je čovek navikao da troši.

8. VRSTE RESURSA

Pod resursima se podrazumevaju svi prirodni elementi prirodne rezerve planete. Resursi se mogu svrstati u sledeće dve grupe:

— obnovljive: ljudska i životinjska snaga, Sunce, vetar, talasi (pli-

ma, oseka), fauna, flora (šumski kompleksi) i

— neobnovljive (mineralni i energetski izvori): fosilna goriva (ugalj, nafta, gas) i mineralne sirovine (rude metala i nemetala).

Mineralni i energetski izvori su osnova za dobijanje energije, pa im je značaj podjednako važan kao i energiji.

Zahvaljujući izvorima ruda metala i nemetala, fosilnim gorivima, hidroenergiji, fauni, flori, ljudsko društvo se razvija i zadovoljava svoje osnovne potrebe u hrani, odelu, stanovanju, kao i mnogobrojne druge potrebe, praveći razna materijalna dobra. To znači da svi resursi služe čoveku da ih otkrije i iskoristi prelažući ih za neke svoje ciljeve. Najčešće su oni time praktično i potrošeni.

9. FOSILNA GORIVA

U toku poljoprivredne revolucije, za obavljanje mehaničkog rada, korišćeni su obnovljivi izvori energije, a drvna masa za dobijanje toplotne energije. Sa povećanjem svetskog stanovništva rasle su i ljudske potrebe, pa ti izvori nisu mogli u potpunosti da zadovolje. Kao neminovna potreba došlo se do prelaska na korišćenje fosilnih goriva:

- a. uglja,
- b. nafte i
- c. zemnog gasa

a. Ugalj

Ugalj je fosilno gorivo nastalo evolucijom močvarne vegetacije u geološkom vremenu. Smatra se da energija uglja predstavlja delom fosiliziranu energiju Sunca.

Prva močvarna vegetacija kopnenog tipa počela je da obrasta određene prostore na Zemlji pre oko 400 miliona godina (u devonskom periodu), znači u relativno kasnom periodu ukupne evolucije složenog dina-

mičkog sistema Zemlje, koji traje već oko 4,6 milijardi godina.

U toku 400 miliona godina, nagomilavanj su ostaci kopnene vegetacije u močvarama u vidu ogromnih količina biljne organske materije. Složenim biohemijskim i hemijskim preobražajima biljaka, u zemljinim slojevima nastala su ležišta uglja. (Pantić N. 1979)

Mrki ugalj je nastao u procesu izumiranja četinara, palmi i lisnatog drveća tercijarnog perioda, koji su zbog nedostatka vazduha bili izloženi dugom procesu oksidacije.

Najstariji kameni ugalj nastao je od biljaka iz perioda karbona. Naslage uglja su očuvane specifičnim procesima. Čovek je počeo intenzivno da ih koristi u eri industrijske revolucije, od sredine 17. veka pa nadalje.

Međutim, korišćenje uglja je počelo još ranije, u 12. veku u Engleskoj, kao jednoj od naseljenijih zemalja u tom vremenu koja nije imala velike površine pod šumama. Još tada je zapaženo da ugalj kao energetski izvor može da daje veće količine korisne energije nego što je to moglo da učini drvo. Zbog toga je ugalj omogućio bolju i efikasniju topioničku preradu rude. To opet dovodi do većeg korišćenja ruda metala.

Ovim početnim načinom industrijske upotrebe, slično grejanju stambenih zgrada, korišćena je samo neposredna toplotna energija nastala pri sagorevanju. Pretvaranje uglja u višestruko upotrebljivu energiju počelo je u većoj meri od 1782. godine pronalaskom parne mašine Džemsa Vata.

U 16. veku Engleska je ostala skoro sasvim bez šuma, pa u traganju za novom energijom intenzivnije koristi ugalj. Sa početkom korišćenja parne mašine, Engleska postaje pionir industrijalizacije.

Parna mašina za sobom povlači niz drugih pronalazaka. Ona omogućava razvoj saobraćaja koji dobija

novi značaj. Parni brodovi i železnica, postaju glavna saobraćajna sredstva. To omogućava veću pokretljivost ljudi i dobara i veoma mnogo znače za razvoj industrije. Pronalazak parne mašine, posebno njeno korišćenje u železničkom saobraćaju umnogom je doprineo i razvoju mnogih naselja i gradova.

Mnogostruka upotreba uglja, kao novog izvora energije, ostvarena je zahvaljujući novim izumima, od kojih je od najvećeg značaja pronalazak elektriciteta.

Međutim, tamo gde su bili potrebni pokretni izvori energije za suvozemni i vodeni saobraćaj, parna mašina biva zamenjena benzinskim i dizel motorima. Na taj način nafta kao izvor energije, pokazuje se kao praktična, jer je lako prenosljiva. Njena upotreba omogućava i razvoj vazdušnog saobraćaja.

b. Nafta

Reč *nafta* dolazi od grčke reči i znači *kameno ulje*. To je tečna sagorljiva smeša ugljovodonika:

- 84—85% ugljenika,
- 12—14% vodonika i
- 4—5% azota, kiseonika i sumpora.

Nafta je fosilno gorivo nastalo evolucijom života na Zemlji. U toku više stotina miliona godina, u pogodnim morskim dubinama i određenim uslovima, pored uobičajenih morskih životinja, rasle su i razvijale se ogromne količine planktonskih mikroorganizama, kao i primitivne alge, bakterije i gljive. Ovi organizmi su postepeno odumirali i tonuli na morsko dno, gde su se bez prisustva kiseonika konzervirale. Sa obližnjih viših slojeva zemlje, naslage otpadaka i kamenja, s obzirom na visoki pritisak, uticale su na preobražaj organskih supstanci u ugljovodonik. Ovi procesi su se mogli odvijati samo u određenim uslovima i tokom velikih vremenskih razdoblja.

Nastanak nafte mogao je da se ostvari na onim mestima Zemlje gde su pogodni uslovi postojali trajno, u toku stotina miliona godina. Osim na kopnu i u priobalnim delovima, nafta može da se nađe i u slojevima ispod morskog dna.

c. Zemni gas

Zemni gas je nastao na isti način i paralelno, u istim uslovima kao i nafta.

Pronalazak električne struje je omogućio široku primenu energije u industriji, saobraćaju i domaćinstvima. Istovremeno sa njenom upotrebom koristi se i zemni gas. U nekim područjima, kao što je Engleska, zemni gas se u domaćinstvima ko-

ristio još pre nafte. On se i danas koristi mahom za zagrevanje prostorija i druge potrebe u toplotnoj energiji.

10. PROIZVODNJA ENERGIJE I POTROŠNJA FOSILNIH GORIVA

Ugalj, nafta i zemni gas se najviše upotrebljavaju za dobijanje toplotne energije, ili preko toplotne za dobijanje električne.

Proizvodnja energije ima stalni eksponencijalni rast. Ona podstiče industrijski rast, koji doprinosi većoj zagađenosti svih medija, te se na taj način stalno obnavlja problem granica rasta.

Proizvodnja toplotne energije od uglja počela je od 16. veka i ima svoj

postepeni uspon, međutim, rastuća uloga korišćenja nafte počinje pedesetih godina, da bi dominirala šezdesetih i sedamdesetih godina, i od 1973. došlo je do poznate *naftne krize*.

Porast upotrebe nafte u pomenutom periodu, povećava se godišnje po stopi od 6,9%. To znači da se količina udvostručuje svakih 10 godina. U tom istom periodu dolazi i do velikog iskorišćavanja zemnog gasa. Sa njegovom upotrebom, zajedno sa naftom, to iznosi 60% u potrošnji celokupne energije. Najveća količina proizvedene toplotne energije usledila je posle II svetskog rata. Istovremeno to znači da su najveće količine fosilnih resursa tada potrošene.

Proizvodnja fosilnih goriva neprekidno raste. Stalni uspon proizvodnje energije omogućava kontinualni razvoj nauke. Pronalazak i usavršavanje sve većeg broja mašina za različite svrhe, kao i mnogobrojnih aparata za koje je potrebna energija, pogoduju i podstiču stalnu i sve veću količinu proizvedene električne energije.

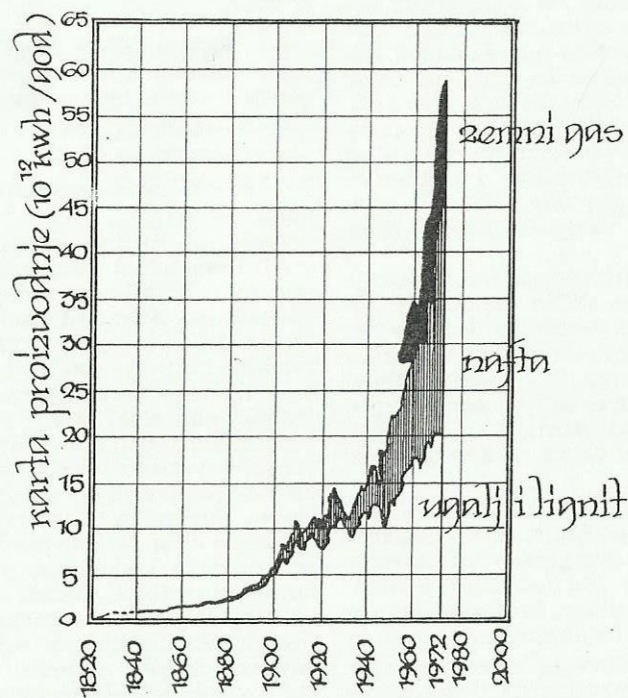
Razvoj proizvodnje električne energije posle I svetskog rata ima stalni rast. Tako, na primer, obim povećanja proizvodnje u Sjedinjenim Američkim Državama: od 1953. godine do 1973. je za tri i po puta veći.

Sjedinjene Američke Države su jedan od najvećih potrošača energije. To je zemlja visoke tehnologije i visokog životnog standarda. „Danas Amerikanci troše više električne energije samo za klimatizaciju u toku tri letnja meseca, nego cela Kina za zadovoljavanje svih svojih potreba za električnom energijom u toku čitave godine, a Kina ima četiri puta veći broj stanovnika!” (Dž. Rifkin).

H. Grul, u svojoj knjizi „Jedna planeta je opljačkana” iznosi podatke o proizvedenoj i potrošenoj energiji u 1972. godini.

— Prema svetskom proseku, čovek potroši 2400 kalorija dnevno za ishranu. To je energije: 2,8 kwh

— 1972. godine proizvedena je dvadesetostruko veća količina: 52 kwh. Međutim, ova cifra se odnosi na prosek po jednom stanovniku. Ali energiju u svetu ne troše svi pod-



Svetska proizvodnja toplotne energije

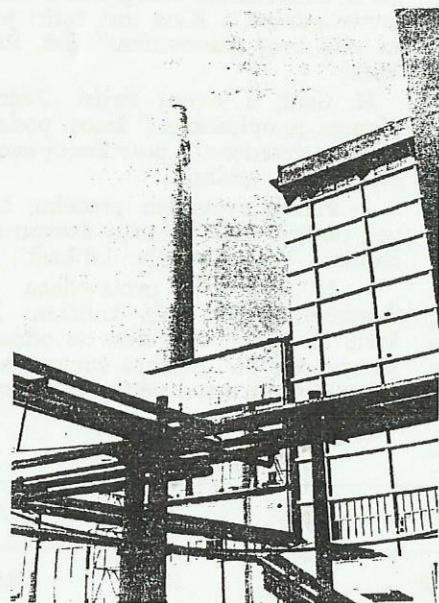
Tabela 3. Proizvodnja električne energije

zemlja	1920.	1939.	1953.	1963.	1973.
Nemačka	14,5	60,2	62,9	150,4	298,9
V. Britanija	8,5	35,8	79,1	174,1	281,6
Francuska	5,8	22,1	41,5	88,2	174,1
Švedska	2,6	9,1	22,4	40,7	77,3
Švajcarska	2,8	7,1	13,5	22,0	36,5
Belgija	1,3	5,6	10,3	19,0	37,5
Italija	4,7	8,4	32,6	71,3	138,8
SAD			514,2	1011,4	1853,4
SSSR			134,4	412,4	915,1
Japan			55,7	160,2	423,8

(H. Grul)

jednako niti svaka zemlja može da obezbedi tu količinu za svakog svog stanovnika. Tako na primer: Indus troši 5 kwh/ Amerikanac 225 kwh, što je 100 puta veća količina od potrebne za goli život. Evropske zemlje troše 2 do 3 puta više energije a Afričke zemlje 10 puta manje.

Ubrzan ekonomski razvoj bilo koje zemlje, istovremeno znači i ubrzanu potrošnju veće količine energije u proizvodno-potrošačkom sistemu.



Energetski objekat

Potrošnja pojedinih prirodnih izvora energije do kraja ovoga veka naglo se povećava. Prema prognozama:

- uglja 3,8 puta,
- sirove nafte (iz uljnih škriljaca) 1,8 puta,
- prirodnog gasa 4 puta,
- hidroenergije 2,1 put,
- nuklearne energije 4 puta.

Utrošak energije se udvostručava svakih 10 godina. U sledećih 25 godi-

na planira se potrošnja energije u količini jednakoj do sada ukupno potrošenoj celog čovečanstva.

Ljudski razvoj se do sada bazirao, uglavnom, na pretpostavkama da su fosilna goriva neiscrpna te da ih ima u dovoljnim količinama i da će se verovatno još mnoga nalazišta otkriti. Međutim, uzimajući u obzir stalnu glad za energijom i njen neprekidni rast, ma koliko bili količinski veliki izvori, moraju jednog dana biti iscrpeni.

11. PRIVREDNI RAZVOJ I POTROŠNJA ENERGIJE U NAŠOJ ZEMLJI

Naša zemlja je tokom 19. veka, pa sve do sredine 20. veka mahom poljoprivredna. U mnogim područjima, posebno brdsko-planinskim, u manjim urbanim i u ruralnim naseljima zadržao se patrijarhalno — prirodni način života, tako što su seoski stanovnici osim proizvodnje hrane proizvodili i druge neophodne predmete: obuću, odeću, predmete za domaćinstvo, pokućstvo, materijal za izgradnju kuća, delove za kuće i drugo. Na taj način energija, se nije mnogo trošila, čak ni za osvetljenje. Za osvetljavanje prostorija u mnogim od pomenutih naselja koristile su se voštance ili „gas“ (naf-ta), a pomenuti predmeti kućne radinosti bili su najčešće ručne izrade od drveta, za čiju obradu nije bila potrebna energija, ili je pak kao materijal korišćena glina koja se sušila na suncu ili eventualno pekla u pećima na drva.

Posle drugog svetskog rata, jedna od prvih najava novog privrednog razvoja bila je elektrifikacija, kako gradskih naselja, tako i seoskih. Da bi se prevazišla velika društvena i privredna zaostalost, trebalo je u što kraćem roku (petogodišnji plan) da se poboljša privredni razvoj. Takav razvoj omogućavala je jedino industrijalizacija, koja je podrazumevala i razvoj energetike.

Najvažniji kriterijum pri izboru pojedinih industrijskih grana bila je stopa materijalne proizvodnje, odnosno ona grana koja je garantovala veliki i brz dohodak. Pri svemu tome, nije vođeno računa kako rast utiče na druge elemente društvenog progressa, posebno na kvalitet životne sredine. U to vreme se još nije mnogo ni znalo o mogućim štetnim posledicama. Prioritet materijalnog rasta išao je direktno na štetu životne sredine u celini, što je kasnije ustanovljeno kao posledica.

U odnosu na period između dva rata, Jugoslavija je ostvarila tri puta brži ekonomski razvoj. U periodu od 1947. do 1977. godine, nacionalni proizvod je uvećan preko šest puta. Obim industrijske proizvodnje, za isti period 14 puta, poljoprivredne 2,5 puta. To znači da je industrijska proizvodnja 5,5 puta bila veća od poljoprivredne. (Prema Nacionalnom izveštaju 1983).

Ovakav forsirani industrijski razvoj, veoma je brzo Jugoslaviju, koja je do tada bila poljoprivredna, preobratio u industrijsko-poljoprivrednu zemlju. Istovremeno se ostvaruje nacionalnih dohodak od 1700 do lara (1977) što nerazvijenu Jugoslaviju svrstava u red srednje razvijenih.

Rast industrijske proizvodnje se nastavlja a njega prati i rast energetike. Na primer: stopa rasta za pe-

riod 1976—1980. od 8,1% istovremeno znači i toliko više energije i toliko više potrošenih fosilnih goriva, hidroenergije, drvene mase i drugih.

Tabela 4. Stopa rasta industrijske proizvodnje

period	stopa rasta
1961—65.	10,6%
1966—70.	6,1%
1971—75.	8,1%
1976—80.	6,7%

(Nacionalni izveštaj 1983)

Ovakve kvantitativne promene prerastaju u kvalitativne, menjajući tako životnu sredinu. Industrijska proizvodnja se i dalje forsira kao najznačajniji elemenat u razvoju svake sredine. Posebno je favorizovana energetika, metalurgija, hemijska i petrohemijska i industrija sredstava za rad.

Za takav nagli razvoj privrede, bila je potrebna ogromna energija. Od 1960. do 1980. godine, potrošnja energije u našoj zemlji se godišnje prosečno povećavala za 6,2%. U istom periodu svetska potrošnja energije povećavala se za oko 4,5% godišnje.

Prema Nacionalnom izveštaju iz 1983, potrošnja pojedinih primarnih vidova energije (posebno fosilnih goriva) rasla je po različitim stopama.

Tabela 5. Potrošnja energije (pojedini vidovi)

GODINA	čvrsta goriva (10 ⁶ t)	tečna goriva (10 ⁶ t)	prirodni gas (10 ⁹ Nm ³)	primarna energija (10 ⁹ kWh)
1960.	23,9	1,4	0,05	5,9
1965.	31,7	3,0	0,33	9,4
1970.	29,9	7,7	0,98	14,9
1975.	37,7	11,7	1,55	19,6
1980.	50,1	15,7	3,11	27,7

(Nacionalni izveštaj 1983)

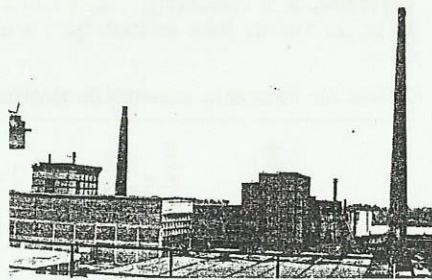
Tabela 6: Prognoza potrošnje energije do 2000. godine

jedinica mere	u 10 ⁶ tona EU				
godina	1979.	1985.	1990.	1995.	2000.
bruto potrošnja energije	49,1	65,2	82,4	102,2	126,8
finalna potrošnja energije	34,1	43,1	53,1	64,9	77,5

(Nacionalni izveštaj 1983)

Očekuje se da će se i u toku narednih 20 godina potrošnja energije povećati i do 2,5 puta. Prognoza se uglavnom, i dalje bazira na industrijskom rastu kao i na osnovu sadašnjih kretanja potrošnje.

Da bi se omogućila tako velika proizvodnja energije trošene su ogromne količine fosilnih goriva. Početkom osamdesetih godina raspolažalo se sa oko 60 miliona tona uglja godišnje, od čega 38 miliona sa površinskim načinom eksploatacije.



Energetski objekat

Tabela 7

Proizvodnja i industrijska potrošnja značajnijih mineralnih sirovina (u 000 t)

	1976.		1981.	
	Proizvodnja	Potrošnja	Proizvodnja	Potrošnja
I. Energetske sirovine				
kameni ugalj	587	2.819	384	3.984
mrki ugalj	9.110	7.129	10.581	7.784
lignit	27.148	22.390	40.958	36.309
sirova nafta	3.888	11.724	4.375	13.436
prirodni gas (u mil. m ³)	1.730	(1.730)	2.247	3.004
II. Metalne mineralne sirovine				
boksit	2.033	1.130	3.249	2.723
ruda olova i cinka	3.806	3.991	4.365	3.632
ruda gvožđa	4.259	4.745	4.794	6.344
ruda bakra	17.377	17.303	18.337	18.443
ruda antimona	71	65	67	73
III. Nemetalne sirovine				
kvarcni pesak, kvarc i kvarciti	1.607	1.610	2.636	2.500
azbestno vlakno	13	55	12	64
sirovi magnezit	391	400	300	339
sirovi feldspat	25	15	53	38
sirovi kaolin	161	230	225	301
kamena so	91	88	193	135

Izvor: Savezni komitet za industriju i energetiku, 1983.

12. MINERALNE SIROVINE

Pod mineralnim sirovinama podrazumevamo rude metala i nemetala. H. Grul ih naziva osnovnim materijama, obrazlažući da je uobičajeni izraz resurs (od engleske reči resources) neodgovarajući, prefiks re stvara zabunu, jer daje utisak da se one stalno obnavljaju. U nemačkom prevodu „ressourcen“ znači „pomoćni izvori“, što takođe ne odgovara jer im na taj način dodeljuje neku pomoćnu ulogu. A izraz izvori daje pogrešnu predstavu da nešto teče neprekidno, beskrajno. Zbog toga H. Grul predlaže da se nazovu osnovne materije. Budući na njihov značaj i skupocenost, one imaju opšti naziv koji uključuje biocenozu, predele, vazduh i vodu. Sve su to prirodne vrednosti.

Mineralne sirovine, rude metala i nemetala nastale su pod uticajem geodinamičkih procesa: magmatizma, vulkanizma, geohemijskih procesa u vodenim basenima. Mineralne sirovine su osnovni abiotički faktori. To su prirodna blaga sačuvana u gornjim slojevima zemljine kore.

Za razliku od fosilnih goriva, ove sirovine nisu organskog porekla i pri korišćenju ne sagorevaju, pa su takonom porastu.

neuništive. Pri njihovoj preradi, glavni deo materijala ostaje očuvan, pa i u novoizrađenom predmetu zadržava osobine osnovnog materijala.

Prerada mineralnih sirovina zavisi od korišćenja fosilnih goriva, jer tek dobijanjem energije iz fosilnih goriva, bila je moguća obrada i topljenje ruda. Kako fosilnih tako i mineralnih izvori su neobnovljivi i mogu da presuše i da se potroše jer preradom sirovina dobijeni predmet ima svoj vek trajanja, odnosno, vreme upotrebe.

Svako nalazište minerala predstavlja geološku slučajnost daleke prošlosti. Svako nalazište je zapreminski i kvantitativno ograničeno, pa je posle iscrpljivanja neupotrebljivo.

Najznačajnija sirovina je ruda gvožđa, koja je vema značajna u privrednom razvoju svake zemlje.

Vremenom se sve više koristila a to je slučaj i sa ostalim mineralnim i energetskim izvorima. Ruda gvožđa se intenzivno koristi sa uvođenjem Simens-Martinovog postupka, koji omogućava veoma kvalitetnu i kvantitativnu proizvodnju čelika.

Proizvodnja čelika u 4 najrazvijenije zemlje Evrope u razdoblju od 1913. do 1949. godine je u neprekidnom porastu.

Tabela 8: Proizvodnja čelika

	1913.	1929.	1939.	1949.	1959.	1969.
Velika Britanija	7,8	9,8	13,4	15,8	20,5	26,8
Nemačka (od 1949. Zapadna)	14,3	18,4	22,5	10,9	29,4	45,3
Francuska	7,0	9,7	7,9	9,1	15,1	22,5
Belgija—Luksemburg	3,9	6,8	4,9	6,1	10,0	18,3
Ukupna proizvodnja	33,0	44,7	48,7	41,9	75,0	112,9

(prema H. Grulu)

Gvožđe je temelj naše civilizacije. Ono se koristi i u kombinacijama sa raznim drugim metalima u vidu legura. Njegova primena je omogućila razvoj industrijske revolucije, jer je ono bilo osnovni materijal za proizvodnju svake mašine potrebne privredi, poljoprivredi, domaćinstvu, saobraćaju. Samim tim, gvožđe je omogućilo upotrebu energije u industrijskim procesima, domaćinstvu i drugim ljudskim delatnostima (prosveti, kulturi, zdravstvu...)

Osim gvožđa, u privrednom razvoju, značajnu ulogu imaju i drugi metali: aluminijum, olovo, bakar, cink, kalaj, nikl, živa, srebro i drugi. Njihova potrošnja na svetskom nivou u stalnom je porastu, od početka ovog veka pa do 1973. godine.

13. ISCRPLJIVANJE MINERALNIH RESURSA

Dosadašnji privredni razvoj svih zemalja pokazuje stalni porast potrošnje energetske i mineralnih sirovina. Budući da su oni neobnovljivi, to će doći postepeno, prema potrošnji, do njihovog iscrpljivanja.

„Kada se danas troši proizvod prošlosti, on se oduzima od budućnosti.” (H. Grul).

Tabela 9. Svetska potrošnja minerala (u hiljadama tona)

	1900.	1920.	1938.	1948.	1953.	1958.	1963.	1968.	1973.
gvožđa:	26 000 ¹	80 000 ²	82 500	114 000	167 500	192 500	271 000	378 500	493 200
aluminijum	8	132	505	1 223	1 957	3 166	6 848	11 125	16 803
olovo	814*	974*	1 566*	1 502*	1 918*	2 305*	2 969**	3 675**	4 387**
bakar**	499	929	1 869	2 298	2 563	3 365	4 725	5 422	7 473
cink**	473	689	1 437	1 763	2 190	2 705	3 632	4 651	5 964
kalaj**	75	127	157	142	143	171	204	217	246
nikl	8	33	115	144	182	195	335	490	656
živa	3	3	5	4	6	9	9	9	9
srebro	—	5	8	5	7	7	8	9	10

¹ 1889. ² 1913. * sirovina ** prerađeno

(prema H. Grulu)

Potrebe za sirovinama su u stalnom porastu. Rezerve su neizvesne, iako je dosadašnji razvoj nauke ukazao na do sada najveća ekonomska nalazišta, ipak je teško proceniti prave količine.

Mnogi naučnici i stručnjaci smatraju da svetu pretila opasnost od potpune potrošnje mnogih korisnih resursa. Kod procene eventualnih rezervi, ne postoji jedinstveno mišljenje. Ono varira između pesimističkih prognoza iscrpljivanja u kratkom vremenskom periodu, do optimističkih koja računaju sa otkrivanjem novih nalazišta.

U teoriji *granice rasta* data je procena nalazišta pojedinih sirovina, na osnovu petostruke količine do sada poznatih rezervi. Proračuni se obično oslanjaju na eksponencijalni rast (stalno udvostručavanje potrošnje sa umanjnjem potrebnog vremenskog intervala da se to udvostručavanje dogodi). Ovo je prikazano u tabeli 9, iz koje se vidi da se ide čak sa nepromenjenom potrošnjom (u zetu na nivou potrošnje iz 1970. godine). Ipak se dolazi do iscrpljivanja najvažnijih energetske i mineralnih sirovina.

Granice rasta je zagovaralo zaustavljanje nivoa potrošnje, što bi sa novootkrivenim nalazištima sirovina produžilo vreme korišćenja. Međutim, potrošnja po jednom stanovniku bi se stalno smanjivala, jer broj stanovnika na Zemlji stalno raste. Nijedna zemlja do sada nije ograničavala potrošnju već je planirala povećanje. Forsirane su one privredne grane koje najviše troše energiju i sirovine: industrija na račun poljoprivrede, a u industriji teška industrija na račun lake industrije i slično.

Tabela 10. Potrošnja mineralnih sirovina

Sirovina	Eksponencijalna potrošnja (godine)	Eksponencijalna potrošnja pri petostrukim zalihama (godine)	Nepromenjena potrošnja kao 1970. (godine)
— ugalj	111	150	2300
— nafta	20	50	31
— zemni gas	22	49	38
— gvožđe	93	173	240
— aluminijum	31	55	100
— olovo	21	64	26
— bakar	21	48	36
— cink	18	50	23
— kalaj	15	61	17
— nikl	53	96	150
— živa	13	41	13
— srebro	13	42	16
— mangan	46	94	97
— volfram	28	72	40
— hrom	95	154	420
— kobalt	60	148	110
— zlato	9	29	11
— platina	47	85	130
— molibden	34	65	79

(Midouz D.: „Granice rasta” 1972)

Prema izveštaju Statističkog zavoda iz Vašingtona, po jednom stanovniku SAD-a godišnje se potroši:

- 250 kwh energije,
- 3,5 tone kamena, peska i šljunka,
- 227 kgr cementa,
- 4 tone nafte,
- 3100 m³ gasa,

- 0,3 tone rude gvožđa i dr.,
- 0,25 tona veštačkog đubriva,
- 0,6 tona gotovih poljoprivrednih proizvoda za koje je bilo potrebno mnogo energije da bi se proizveli
- 1,6 m³ drveta, za čiju preradu je potrošena određena količina energije (Kan H.)

To je, približno 20 tona prerađenih sirovina po stanovniku godišnje. Ovaj izveštaj se odnosi na period oko 1972—75. godine. Sa evidentnim porastom stanovnika u svetu i težnjom svih drugih zemalja da dostignu nivo standarda američkog građanina, koliko je to milijardi tona sirovine potrebno? Da li ih toliko ima u Zemljinoj utrobi?

„Ako bi se pokušalo da se celokupnom stanovništvu sveta podigne životni standard na standard SAD, to bi već danas značilo: utrostručavanje potencijala iskorišćavanja, a proklamovani planovi industrijskih zemalja mogli bi da budu ostvareni do 2000. godine, što bi opet zahtevalo četverostruki porast iskorišćavanja zemljinih potencijala. To bi istovremeno značilo desetostruko povećanje današnjeg svetskog proseka potrošnje. (H. Grul)

J. Rifkin kaže da kada bi se čitav svet odlučio da samo sledi američki primer poljoprivrednog modela, koji enormno mnogo troši energiju, skoro bi 80% ukupne proizvodnje energije otišlo na proizvodnju hrane i u roku od oko 10 godina bi se iscrpili svi svetski petrohemijski proizvodi.

14. GEOLOŠKE REZERVE MINERALNIH I ENERGETSKIH SIROVINA

Rezerve fosilnih goriva i ležišta metala i nemetala su fiksne. Ne postoji mogućnost da se one nadoknade ni veštački ni prirodnim procesima u granicama ljudskog merenja vremena. S druge strane, videli smo da njihova eksploatacija raste iz godine u godinu i to veoma visokim tempom.

Prema nekim procenama (Peleš M. 1973) geološke prirodne rezerve na našoj planeti: uglja, nafte i gasa iznose:

— 13 triliona tona uslovnog goriva, odnosno, goriva sa toplotnim kapacitetom od 7 hiljada kilokalorija. Od toga prirodne rezerve koje mogu biti iskorišćene iznose preko 3,6 triliona tona uslovnog goriva.

— Osim toga, na planeti postoji približno toliki energetski ekvivalent prirodnih rezervi cepljivog nuklearnog goriva koje se može iskoristiti: urana i torija. Samo u 1970. godini je dobijeno oko 7 milijardi tona u prenosu na uslovno gorivo uglja, nafte i plina.

Ako je u 1970. godini na čitavoj planeti bilo proizvedeno 7 milijardi tona uslovnog goriva (uglja, nafte i plina), u 2000. godini, prema prognozama, biće proizvedeno 25 milijardi tona.

Prema podacima iz granica rasta ukupne svetske rezerve se procenjuju za:

— naftu na 52300 milijardi m³, koja bi bila dovoljna za narednih 30 godina,

— prirodni gas na 32000 milijardi m³, što bi bila dovoljna količina za narednih 40 do 50 godina,

— kamenog uglja na 5000 milijardi tona, za narednih 100 godina,

— gvožđa na 100 milijardi tona, za 150 godina,

— rezerve hroma iznose 775 miliona tona, za narednih 400 godina.

U ove proračune mnogi sumnjaju, jer se smatra da su rezerve veće ali da ih je danas još uvek teško otkriti iz tehničko-tehnoloških razloga.

Do sada je već potrošena 1/3 ukupnih svetskih rezervi uglja i to samo u poslednjih 150 godina. Pretpostavlja se da će u narednih 250 do 300 godina njegove rezerve potpuno iscrpsti, iako će ugalj, prema prognozama, ipak najduže da traje. (Pantić N. 1979)

Nalazišta nafte na Zemlji su ograničena. Količine nafte u zemljinim slojevima su manje od količine uglja.

Zbog toga se smatra da će se njene rezerve ipak potrošiti već u prvim decenijama sledećeg stoleća (za narednih 20 do 30 godina). Naučna istraživanja pokazuju da se najznačajniji deo svetskih zaliha nalazi u srazmerno malom broju naftonosnih polja.

Krajem 1974. godine, zalihe nafte su iznosile 93 milijarde tona. Najviše procene idu do 500 milijardi tona. Na ovu količinu može se dodati još mogućih 500 milijardi tona koje bi mogle da se dobiju iz naftinih škriljaca i peska, mada je ovakvo dobijanje nafte veoma skupo, daleko skuplje od načina korišćenja sa današnjih naftonosnih polja. Crpljenje sve većih količina energije postaje sve skuplje i komplikovanije.

U predelu većitog leda, korišćenje podmorskih uređaja je skuplji način od dosadašnjeg dobijanja. Međutim, neke zemlje, na primer Norveška, Holandija, Velika Britanija i Švedska su prinuđene da koriste naftu putem velikih platformi instaliranih na morskim površinama. Smatra se da već danas sa morskog dna može da se dobije 1/6 ukupne svetske proizvodnje nafte.

Za stvaranje zaliha nafte bile su potrebne 3 milijarde godina, a za njeno iscrpljivanje samo 1 vek!

Za nalazišta zemnog gasa može se reći isto što i za nalazišta nafte, jer su izvori gotovo isti. Sadašnje zalihe se procenjuju na 57,6 milijardi m³.

Prema svemu do sada rečenom sudecći, najznačajnije rezerve su još uvek u čvrstim gorivima. Prema sledećem grafikonu, procenutalno to iznosi:

- prirodni gas 6%,
- sirova nafta 13%,
- čvrsta goriva 47%,
- uranijum 2%,
- bituminozni škriljci i uljani peščari 33% (Wec 1978)

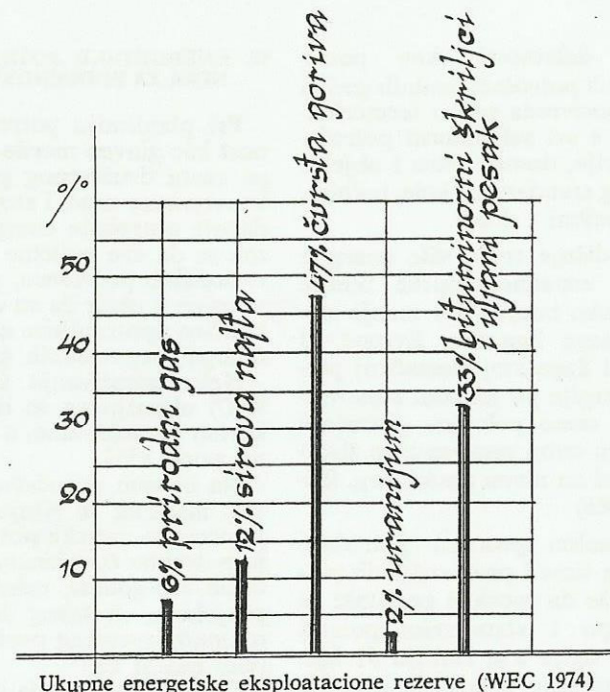


Tabela 11. Izvori glavnih fosilnih goriva
Q=10¹⁸ BTU

	dokazane zalihe		potencijalni izvori	
	SAD	svet	SAD	svet
nafta	0,3	3,7	2,9	14,4
zemni gas	0,3	1,0	2,5	15,8
ugalj i lignit	15,0	95,0	30,0	170,0
naftni škriljci	12,0	19,0	150,0	2000,0
bituminozni pesak	—	1,8	—	2200,0
godine svetske potrošnje po sadašnjim predviđanjima	48	102	120	500

(H. Kan Sledećih 200 godina)

Zalihe: nafte, zemnog gasa, uglja, naftinih škriljaca i bituminoznog peska, prema istraživanjima Hadsonovog instituta, mogle bi da osiguraju celokupne svetske potrebe za energijom u sledećih 100 godina. Čak prema ovim podacima, mogle bi se podmiriti potrebe u narednih 200

godina pod pretpostavkom da su postojeće količine. Ovakve procene pobijaju one date granicama rasta.

Međutim, ne treba zaboraviti na činjenicu da rezerve fosilnih i drugih mineralnih sirovina zavise od načina njihove eksploatacije i njihove potrošnje, posebno kada su u pitanju

privredne delatnosti kao potrošači, najveći potrošači fosilnih goriva su elektroprivreda preko termoelektrana kao i svi sekundarni potrošači: industrija, domaćinstva i objekti društvenog standarda: škole, bolnice, administrativni i drugi.

SAD godišnje troše više energije nego sve zapadnoevropske zemlje zajedno, iako imaju 75% manje stanovnika nego Zapadna Evropa. U Švedskoj i Zapadnoj Nemačkoj potrošnja energije po jednom stanovniku iznosi samo polovinu potrošnje u SAD, a u ovim zemljama je životni standard na nivou američkog. (Rifkin J. 1986)

Za nereálnu procenu potrošnje energije (a time i prognoziranih potreba) može da posluži podatak: u SAD se po 1 stanovniku potroši 10500 kgr uglja a u Haitiju 31 kgr. Dalje planiranje potrošnje energije u Americi ide na to da se u sledećih 25 godina udvostruči.

Tabela 12. Procena svetske potrošnje energije
 $Q=10^{10}$ BTU

godina	stanovništvo u milijardama	efikasnost	godišnja potrošnja	kumulativna potrošnja od 1975.
1975.	4,0	1,00	0,25 Q	—
1985.	5,0	1,15	0,35	3 Q
2000.	6,6	1,4	0,60	10
2025.	9,3	2,0	1,2	30
2076.	14,6	3,0	2,4	115
2126.	15	3,5	3,2	240
2176.	15	4,0	3,6	400

(H. Kan „Sledećih 200 godina”)

Objašnjenja za tabelu:

Q-quand, i Q-quintima, on predstavlja kvadrirum (10^{10}) BTU-a

BTU — British Thermal Unit, jedinica toplote koja je jednaka 252 kalorije, a to je količina toplote koja je potrebna da bi se temperatura jedne funte vode pri njenoj maksimalnoj gustoći povećala za 1°F

$q=0,001Q$

Q se odnosi na električnu energiju efikasnost — je razmerena ukupna pretpostavljena efikasnost proizvodnje, pretvorene i iskoristive energije u poređenju sa 1975.

15. ENERGETSKE POTREBE — PROGNOZA ZA BUDUĆNOST

Pri planiranju potreba za budućnost kao glavno merilo uzima se stopa rasta društvenog proizvoda, što istovremeno znači i stopu rasta dotadašnje potrošnje energije. Međutim zna se da sve količine energije nisu racionalno potrošene, pogotovu ako se uzme u obzir da su od toga velike količine upotrebljene za proizvodnju mnogih nepotrebnih predmeta.

Neka istraživanja (A. Lavins — SAD) ukazuju na to da se energija koristi neracionalno, a da je efektivna samo 15%.

Na osnovu proučavanja Hadsonovog instituta iz Njujorka, izvršena je procena svetske potrošnje energije potrebne čovečanstvu u toku sledećih 200 godina, uzimajući u obzir projekciju svetskog stanovništva i ukupnog svetskog proizvoda (GWP). (vidi tabelu 12.)

Pretpostavlja se da će svest o važnosti racionalne potrošnje energije povećati efikasnost proizvodnje.

16. REZERVE ENERGETSKIH SIROVINA U NASOJ ZEMLJI

Jugoslavija raspolaže znatnim količinama rezervi energetskih sirovina. Od toga je najviše uglja: sa 84% od ukupnih količina rezervi primarne energije. Prema vrstama, najviše je lignita (77%), a zatim kamenog uglja. Od raspoloživih rezervi uglja 65% je moguće dobiti površinskom eksploatacijom, koja sve više potiskuje dubinsku (jamsku).

Osim uglja, od energetskih sirovina, Jugoslavija raspolaže izvesnim rezervama nafte, prirodnog gasa i bituminoznih stena.

* Ugalj, rezerve

Ležišta i rezerve kamenog uglja se najvećim delom nalaze u SR Srbiji (66%), a najveće rezerve mrkog uglja su u Bosni i Hercegovini (86%). U njemu je sadržaj sumpora od 2 do 6%, pepela 10 do 34%, a vlažnost mu je 6 do 18%.

Potencijalne rezerve lignita se nalaze u raznim krajevima Jugoslavije, a najviše ga ima u Srbiji na Kosovu. Kvalitet lignita je različit u raznim područjima, a kosovski je I i II klase.

U Srbiji je najviše energetskog potencijala u ugljenim basenima Kolubare, Tamnave i Kosova. Međutim, iako su rezerve znatne one se mnogo i troše. Njihova godišnja eksploatacija se kreće oko 20 miliona tona.

Najnovija istraživanja pokazuju da su kosovske rezerve lignita veoma bogate i da iznose:

14 milijardi i 237 miliona tona.

Lignit se najviše koristi za dobijanje električne energije, proizvodnju gasa, polukoksa, sušenog uglja i u karbohemiji.

Bosna i Hercegovina su veliki proizvođači uglja. U ukupno raspoloživim rezervama uglja u Jugoslaviji oko 30% se nalazi u Bosni i Hercegovini, i to kvalitetnije vrste, uglavnom lignita i mrkog uglja. Od ukupne količine 94% se nalazi u pet base-

na: banovačko-đurđevačkom, srednje bosanskom, ugljevačkom, kamenogradskom i mostarskom.

Geološke rezerve mrkog uglja iznose oko 2000 miliona tona, a lignita oko 3,5 milijarde tona. Najveći deo lignita (54%) se nalazi u basenu Kreka. (Zbornik „Energija i sredina” 1981)

* Nafta, prirodni gas, rezerve

Rezerve nafte i prirodnog gasa nalaze se u panonskom basenu. Od toga 65% količine nafte i 70% prirodnog gasa nalaze se u Hrvatskoj i oko 20% u Vojvodini.

* Bituminozne stene su u nalazištima Srbije, Hrvatske i Makedonije. Bilansne rezerve urana su u Sloveniji.

* Geotermalna energija je u značajnom potencijalu na raznim mestima u Jugoslaviji.

Veoma buran industrijski razvoj Srbije u posleratnom periodu, zahtevao je korišćenje prirodnih resursa često iznad mogućih granica, te je tako došlo do iscrpljivanja mnogih. Računa se da je veliki deo energetskog potencijala Srbije u lignitu kolubarsko-tamnavaškog basena. Po sadašnjim procenama računa se da će, se iscrpiti do 2040. ili 2050. godine.

Neki od neobnovljivih resursa već su iscrpeni: antimon, (Bujanovac, Crni vrh), hromiti (Deva), bakar (Mali Krivelj) i brojne rude u Boru i Majdanpeku, više rezervi barita, mangnezita, mangana i drugih.

U odnosu na svetske rezerve, mi posedujemo skroman energetski potencijal, i po obimu i po kvalitetu. Prema svetskom proseku imamo 6,5 puta manje energetskih rezervi po 1 stanovniku. Na primer, SSSR ima 51 put više od nas. Međutim, još uvek nemamo pravu procenu. (Nacionalni izveštaj 1983).

Nuklearna energija

1. OPSTE O NUKLEARNOJ ENERGIJI

Zahvaljujući razvijenom stepenu nauke i novoj tehnologiji, došlo se do otkrića i korišćenja veoma moćne — nuklearne energije. Njena proizvodnja omogućava da se sa jednog mesta dobija velika količina energije.

To je energija atomskog jezgra, oslobođena pri cepanju jezgara (fisijske) koje izazivaju neutroni svojim nailaskom na to jezgro. Cepanjem jezgara oslobađaju se novi neutroni koji ovaj proces nastavljaju, stvarajući lančanu reakciju.

Nuklearna energija je sličan proces procesu na Suncu. Sve vrste energije imaju istu osobinu „protoka“ u sebi. Elektroni se kreću od toplih ka hladnijim elementima, od nestabilnijih ka stabilnijim, sa višeg ka nižem nivou, pod uticajem elektromagnetskih sila. To znači da energija može da prelazi iz jednog oblika u drugi. Međutim, energija i materija, takođe, mogu da prelaze jedna u drugu. Praktično, svaka materija se može pretvoriti u energiju kao što se i energija može pretvoriti u materiju.

Čitav materijalni svet sastoji se od pulsirajuće energije koja oduvek postoji u vasioni. Primarne osnove sveg postojećeg ukazuju na jedinstveni sistem međusobne povezanosti energije i zakonitosti njene pojave.

U svakoj materiji određene su putanje elektrona. Elektroni se ne mogu proizvoljno kretati oko jezgra, ali mogu da prave skokove nagore i nadole unutar atoma. Pri prelasku sa spoljne na unutrašnju putanju oslobađa se energija. Ako se spolja dovede dovoljna količina energije, elektroni uskaču u sledeću orbitu van samog atoma.

Elektronske putanje — orbite se mogu porediti sa omotačem sačinjenim od niti koje predstavljaju kretanje oko jezgra, pri čemu svaki elektron načini preko 100 miliona milijardi orbita u sekundi. Prividna stabilnost strukture materije proizlazi od tako velike brzine, broja i osobine elektrona da se u svakom trenutku nalaze na svakom mestu.

U centru atoma nalazi se jezgro veoma sićušnih dimenzija. Ono svojim velikim pozitivnim nabojem predstavlja skoro 100% težine atoma. U jezgri atoma nalaze se neutroni i još druge veoma sićušne čestice.

Proučavanjem atomske strukture pokazalo se da razni oblici najsitnijih sastavnih delova materije leže u osnovi svih različitih vrsta energije. Da bi materija mogla da se pretvori u energiju, potrebno je da se poremeti ravnoteža između pozitivno naelektrisanih protona unutar jezgra i negativno naelektrisanih elektrona koji u orbitama kruže oko njega. Ako na protone ne deluju suprotne sile oni

se međusobno ne odbijaju kako bi to trebalo da se dešava. Celinu jezgra održava veoma jaka sila jezgra — nuklearna sila. Kada se jezgro nekog elementa razbije, oslobađa se nuklearna energija.

2. OTKRICE FENOMENA RADIOAKTIVNOSTI

Radioaktivnost je sposobnost jezgara nekih elemenata, da spontano emituju kompleksno zračenje, pri čemu jezgra zrače prelaze u nova, da bi se na kraju došlo do stabilnog jezgra.

Iako je u prirodi oduvek postojala radioaktivnost kao fenomen, čovečanstvu nije bila poznata sve do pred kraj 19. veka.

Pojavu radioaktivnosti prvi je uočio francuski naučnik, fizičar Antoine-Anri Bekerel (1852—1908). On je 1896. godine otkrio radioaktivne zrake iz uranijumske rude. Pronalazak je bio slučajna: spremajući neke fotografske ploče pritisnuo ih je komadima jednog minerala koji je sadržavao i uranijum. Kada je razvio ploče uočio je na njima promene što je doveo u vezu sa uranijumom. Istraživanja su nastavljena. Marija Skłodovska Kiri (1867—1934), francuska naučnica poljskog porekla i njen suprug Pjer Kiri (1859—1906) francuski fizičar, dve godine posle Bekerelevog otkrića, 1898. godine, otkrili su da se uranijum zračeći pretvara u druge elemente. Jednom od elemenata dali su naziv polonijum (prema Poljskoj, domovini Marije Kiri) a drugom radijum (element koji svetluca). Oni su sa Bekerelem, uočili da soli radijuma spontano oslobađaju toplotu, a da radioaktivnost ne zavisi od spoljašnjih uslova. Njih troje su 1903. godine, za ta otkrića dobili Nobelovu nagradu za fiziku. Njihovim otkrićima znatno se doprinelo da 1895. godine Wilhelm Rentgen (1845—1923) slučajno pronađe rendgenske X-zrake.

Posledice radijacije na ljude i druge žive organizme tada još nisu bile poznate. Smatra se da su Kirijevi imali sreću što su na svojim otkrićima radili u skromnim uslovima, na tavanu svoje kuće, izloženom promaji, što znači da su bili manje eksponirani dejstvu radona koji je emitovan iz materijala kojim su oni eksperimentisali. Međutim, dvoje od njih troje su ipak žrtve radijacije: noseći bočicu radijuma u džepu, Anri Bekerel je ošteti kožu, od čega je i stradao, a Marija Kiri je umrla od maligne bolesti krvi, što je bilo posledica njenog velikog izlaganja radijaciji. Zabeleženo je da je još 336 osoba koje su u to vreme radile sa radioaktivnim materijalima umrlo od posledica primljenih doza radioaktivnosti.

3. POČECI PRIMENE NUKLEARNE ENERGIJE

Glad za energijom sve više raste. Civilizacijski uspon nezadrživo napreduje. Sve je veći broj ljudi kojima su potrebni proizvodi raznih vrsta, sve je više onih kojima je u radnim procesima potrebna energija, u domaćinstvima, u objektima za zabavu, za izradu i proizvodnju svih onih materijalnih dobara koja obezbeđuju potrebe, zadovoljavaju želje, luksuz. Potrebne količine energije se ne smanjuju, svakim danom se uvećavaju. Termoelektrane na fosilna goriva ne mogu da proizvedu onoliko energije koliko je potrebno. A prave potrebe se i ne znaju. Zna se jedino da se svakog dana, svakog časa povećavaju.

Početak korišćenja atomske energije vezuje se za 1939. godinu. Tada su Lujza Majtner (1878—1968) i Oto Han (1879—1968) pronašli fisiju cepanja jezgra urana. Prilikom razbijanja atomskih jezgara na činioce, oslobađa se velika količina toplotne energije. U to vreme je Ajnštajn dalekovido upozoravao da se na ovaj

način može doći do veoma moćnog i razornog oružja.

Ajnštajn se nije prevario. Šest godina kasnije, godine 1945. dolazi do prve primene: bačene su prve atomske bombe na japanske gradove Nagasaki i Hirošimu. Svojim razornim dejstvom, nuklearna era je započela.

Tako je nuklearna energija počela da se koristi u ratne svrhe. Bačena bomba je razorila oko 60% površine grada Hirošime i usmrtila oko 80.000 ljudi. Negativne posledice na preživele stanovnike su dalekosežne: mnogo ih je kasnije umrlo od leukemije i drugih malignih oboljenja. Deca rađana kasnije bila su sa velikim fizičkim i mentalnim oštećenjima. Negativne posledice su bile očigledne na celu biocenozu. Takođe, kontaminirano zemljište se nije koristilo niz godina. Bačena bomba je bila genocid prema nastradalom narodu i istovremeno ekocid prema svemu živome.

Početak primene atomske energije je opomena za čovečanstvo i zato se posle toga uglavnom koristi u mirnodopske svrhe. Atomsko oružje je stalno kontrolisano i usavršavano od strane velikih sila. Danas ga toliko ima da bi planeta mogla da se razori više puta do potpunog uništenja.

Nuklearna energija se u miru koristi prvenstveno za dobijanje visokokvalitetne, koncentrisane energije uz pomoć nuklearnih reaktora. Energija koju sadrži jedan kilogram uranijuma, u slučaju kada bi se u celini oslobodila u nuklearnom reaktoru, bila bi jednaka onoj za koju bi bilo potrebno sagorevanje 3000 tona uglja. (Peterson V. 1985).

Na Kolumbija univerzitetu u Čikagu, Enriko Fermi (1901—1954) sa svojim saradnicima uspeva da dobi jeplotnu energiju iz kontrolisanog sporog razbijanja uranijumovog atoma na fisione produkte. Na osnovu ovog pronalaska i drugih izučavanja stvoren je fisioni reaktor. Fermi je rukovodio izgradnjom prvog nuklearnog reaktora (1942) koji je bio pri-

prema za izgradnju prve nuklearne elektrane veće snage, (1956) u Kolder Holu u Velikoj Britaniji.

4. STRUKTURA ATOMA

Atomi se ponašaju kao minijatureni sunčevi sistemi. Mala jezgra su, kao Sunce planetama, okružena elektronima koji kruže oko njih. Jezgro je veoma malo: manje je od sto hiljaditog dela atoma, ali je velike gustine i sačinjava celu masu atoma. Ono se obično sastoji od grozda čestica koje su čvrsto prionule jedna za drugu. Neke čestice su pozitivno, a neke negativno naelektrisane. Pozitivno naelektrisane nazivaju se protoni. Od njihovog broja zavisi kom elementu atom pripada: kao na primer:

- atom vodonika ima jedan proton
- atom helijuma ima dva protona
- atom litijuma ima tri protona
- atom kiseonika ima osam protona
- atom uranijuma 92 i tako dalje.

Svaki atom ima isti broj protona i elektrona. Elektroni su negativno naelektrisani i oni kruže oko jezgra, broj protona odgovara broju elektrona zato je atom neutralan. Ostale čestice u nuklearnom jezgru nisu naelektrisane, i one se nazivaju neutroni.

Atomi istog elementa u svojim jezgrima imaju uvek isti broj protona, ali mogu imati različit broj neutrona. Oni elementi koji imaju različit broj neutrona, a isti broj protona (odnosno različitu atomsku težinu) nazivaju se izotopi (od grčke reči: izo — jezik i topos — mesto). To su elementi koji imaju isto mesto u Mendeljejevom sistemu. Oni se obeležavaju brojevima koji predstavljaju njihov zbir. Na primer:

- uranijum 238 ima 92 protona i 146 neutrona

— uranijum 235 ima 92 protona i 143 neutrona. Ovako označeni elementi nazivaju se nuklidi.

Većina nuklida je nestabilna, a veoma mali broj je stabilan. Ova nestabilnost se ogleda u njihovoj težnji da se pretvore u neki drugi izotop zato što čestice u jezgru nisu sposobne da se čvrsto drže, njihovim odvajanjem dobija se novi izotop. Tom prilikom oslobađa se energija u vidu radijacije.

Na sledećoj tabeli pokazana je nestabilnost atoma uranijuma-238 od koga se 2 protona i 2 neutrona u nekom trenutku odvoje i pretvaraju u torijum-234 koji ima 90

protona i 144 neutrona, a torijum-234 odvajanjem jednog njegovog neutrona koji se pretvara u proton, stvarajući protaktinijum-234 (91 proton i 144 neutrona). Protaktinijum je takođe nestabilan, i on se menja tako što njegov atom odbacuje čestice, zatim, se preobražaj nastavlja sve dok se ne dobije stabilno olovo. U ovim preobražajima ima bezbroj varijacija i kombinacija.

Čitav ovaj proces transformacije naziva se radioaktivnost, a nestabilni nuklidi radionuklidi. Nestabilnost radionuklida je različita po vremenu trajanja, odnosno, vremenu kada počinje preobražaj.

Tabela 13: Raspadanje uranijuma-238 (radioaktivno raspadanje)

Tip radijacije	Nuklid	Vreme poluraspada
alfa	uranijum-238	4,47 milijardi godina
	torijum-234	24,1 dan
beta	protaktinijum-234	1,17 minuta
beta	uranijum-234	245000 godina
alfa	torijum-230	8000 godina
alfa	radijum-226	1600 godina
alfa	radon-222	3,823 dana
alfa	polonijum-218	3,05 minuta
alfa	olovo-214	26,8 minuta
beta	bizmut-214	19,7 minuta
beta	polonijum-214	0,000164 sekunde
alfa	olovo-210	22,3 godine
beta	bizmut-210	5,01 dana
beta	polonijum-210	138,4 dana
alfa	olovo-206	stabilno

(UNEP 1985)

5. PROIZVODNJA NUKLEARNE ENERGIJE

Već od sredine pedesetih godina prešlo se na proizvodnju električne energije iz nuklearnih centrala. Na ovaj način moguće je dobiti velike količine energije na jednom mestu — samo jedna nuklearna elektrana može da proizvede od 6000 do 1 miliona KWh električne energije.

Nuklearna energija može biti proizvedena:

a) fisijom i

b) fuzijom

a) Fisija

Fisijom se naziva kompletno razbijanje jezgra izotopa uranijuma. Jezgro uranijuma-235 se veoma razlikuje od ostalih 200 jezgara koliko ih je u prirodi pronađeno. Ono je na granici stabilnosti, odnosno u stanju je stalne napetosti. Njega bi samo jedan zalutali neutron kad bi slučajno naleteo na njega, mogao potpuno da razori. Kada zalutali neutron udari u jezgro uranijuma-235, dobija se složeno jezgro uranijuma-236, koje je kratkog veka. Međutim, bez obzira na jačinu, energija koju mu je taj neutron doneo dovoljna je da nadvlada nesigurnu stabilnost jezgra, te se ono istog trenutka raspada.

Prilikom razbijanja složenog jezgra uranijuma-236, njegove dve petine jezgra odlete u jednom, a oko tri petine u suprotnom pravcu, uz eventualno dva—tri usamljena neutrona koji takođe izlete. (UNEP, 1985)

Leteći komadi eksplodiraju uz ogromno oslobađanje energije. Ovo je veliki izvor energije i na njemu se bazira dobijanje nuklearne.

Jedno uobičajeno cepanje proizvodi jedan komad od 38 protona i 52

neutrona, drugi od 54 protona i 89 neutrona i tri usamljena neutrona, što zajedno čini 236 nukleona. Komad koji sadrži 38 protona je jezgro stroncijuma koji ima 90 nukleona pa je zbog toga to poznati stroncijum-90. Komad koji sadrži 54 protona je jezgro inertnog gasa ksenona, a budući da sadrži 143 nukleona, to je ksenon-143. (Paterson V. 1987)

Fisija može da bude indukovana i spontana. Indukovana je ona koja je izazvana dejstvom dodatog neutrona, a spontana se javlja kod veoma nestabilnih i teških jezgara. Zbog toga je fisija najjača vrsta sloma koju može jezgro da doživi. Za različite izotope (radionuklide) vreme njihovog raspadanja je različito. Period koji je potreban da se polovina količine nekog elementa raspadne naziva se vreme poluraspada. Taj proces se neprekidno odvija bez zastoja, a po završetku tog vremena, od preostalih 50%, tokom sledećeg vremena poluraspada, raspašće se polovina, i tako dalje. U nekoj određenoj količini radioaktivnog materijala, svake sekunde se dešava preobražaj. Broj tih preobražaja u sekundi naziva se njegovom aktivnošću.

Najnestabilniji izotop je protaktinijum-234. Njegovo vreme poluraspada je nešto malo više od jedne minute, a za razliku od njega uranijumu-238 je potrebno 4,5 milijarde godina, kada će se pretvoriti u torijum. (UNEP 1985)

Kao gorivo za proizvodnju nuklearne energije najčešće se koriste uran 235 ili plutonijum stvoren iz urana. Kada se nuklearno gorivo bombarduje neutronima, počinje lančana reakcija koja zagreva vodu i pokreće generatore pomoću čijih se magnetnih polja šalju elektroni velikom brzinom kroz provodnike.

Fisioni reaktori koriste izotop uranijum-235, koji se sa svega 0,7% nalazi u rudi urana. Jedan od najvažnijih procesa u ciklusu nuklearnog goriva jeste *obogaćivanje urana*.

Uran se u prirodi javlja u crnom, mrljivom mineralu, koji se uglavnom kopa u Sjedinjenim Državama, Kanadi, Australiji i Južnoj Africi. Taj prirodni uran postoji u dva različita oblika. Ta dva izotopa, — hemijski su identična, iako samo jedan od njih, koji se zove uran-235, podržava fisiju. Međutim, samo oko 0,7 posto stvori uran-235, pa se njegova količina u nuklearnom gorivu obično mora veštački povećavati ili „obogaćivati“.

Obogaćivanje je izuzetno složen i vrlo skup proces zato što su ta dva izotopa hemijski identična. To se čini u posebnim postrojenjima za separaciju, obično tako da se atomi urana teraju kroz vrlo tanke, porozne membrane. Lakši uran-235 prolazi kroz njih malo brže nego uran-238 — drugi izotop urana. Da bi se proizvelo gorivo koje sadrži značajne količine urana-235, ta se operacija ponekad mora ponoviti nekoliko stotina puta. Obogaćeno se gorivo upotrebljava u gotovo svim nuklearnim reaktorima i velika je stavka u troškovima nuklearke. Ali, u reaktoru se nešto urana-238 bombardovanog neutronima takođe pretvara u plutonijum-239. Plutonijum-239 je izvanredan materijal za fisiju i on je glavni sastojak današnjih nuklearnih bombi. Atomske bombe koje su bačene na Hirošimu i Nagasaki bile su napravljene od ta dva različita materijala. Prva je bila napravljena od urana-235, koji je dobijen mukotrpnim obogaćivanjem prirodnog urana u prvim primitivnim postrojenjima za separaciju. Druga je bila napravljena od plutonijuma koji je proizveden u posebnim reaktorima sagrađenim u Hanfordu u Sjedinjenim Državama.

Fisioni reaktori se oslanjaju na sistem hlađenja vodom. Ovaj sistem je od velikog značaja za bezbedne uslove rada u reaktoru. Ako bi se atomska reakcija odvijala bez hlađenja, došlo bi do nesreće nazvane „loca“ (loss of cooling accident). Do ove pojave došlo bi u slučaju kad otkaže sistem hlađenja. Tada bi središte reaktora palo na dno čeličnog kontejnera. On bi mogao da zadrži jezgro u vremenu od oko 30 min; tada bi jezgro istopilo dno, pa bi ta usijana masa stigla do dna drugog kontejnera, gde bi se zadržala približno jedan dan, dok se i ono ne bi istopilo. Jezgro bi tada nastavilo da tone ispod zemlje topeći sloj po sloj. Možda bi se zaustavilo na dubini od oko 100 m., a možda bi nastavilo dalje. Ova pojava se naziva „kineski sindrom“, zbog toga što, ako bi teorijski, nastavilo sa daljim tonjenjem, jezgro bi od SAD probilo zemljinu kuglu i stiglo do Kine. (Paterson V., 1985)

Istovremeno kako tone jezgro, dolazi i do velikog i naglog zagrevanja vode i njenog isparavanja. Pri oštećenju cevi, voda i para mogu da dođu u dodir sa uranijumom.

Sve ovo se dešava na temperaturi od oko 900°C (možda i više). Oslobođena para pod pritiskom može da bude ubačena u reaktorski kontejner, noseći sobom i radioaktivne čestice. Ako kupola reaktora ne može da izdrži ovakav pritisak i toplotu može da dođe do ispuštanja pare čestica. Ovakvih nesreća je bilo u nuklearnim elektranama (Černobil Ostrvo tri milje).

Od tada je širom sveta projektovano i izvedeno veoma mnogo reaktora u nuklearnim centralama, tako da danas takvih centrala ima oko 400. Od neupotrebljenog goriva proizvodi se nuklearno oružje, te se tako uz mirnodopsko korišćenje provlači i ratno.

Tabela 14 Reaktori u radu, izgradnji ili planirani, krajem 1985.

Zemlja	U radu Broj	U izgradnji Broj	Planirano Broj	% od ukupne proizvodnje el. energije
Argentina	2	1	3	10,1
Austrija	1	—	—	—
Belgija	8	—	—	59,8
Brazil	1	1	7	1,7
Bugarska	4	2	2	31,6
Kanada	16	6	1	12,7
Kina	—	1	2	—
Kuba	—	2	—	—
Čehoslovačka	5	11	—	14,6
Egipat	—	—	2	—
Finska	4	—	—	38,2
Francuska	43	19	4	64,8
SR Nemačka	19	6	10	31,2
DR Nemačka	5	6	—	12,0
Mađarska	2	2	2	23,6
Indija	6	4	4	2,4
Iran	—	2	—	—
Irak	—	—	1	—
Izrael	—	—	1	—
Italija	3	3	6	3,8
Japan	33	11	4	22,4
Republika Koreja	4	5	4	25,9
Libija	—	—	2	—
Meksiko	—	2	—	—
Holandija	2	—	2	6,1
Pakistan	1	—	1	0,9
Filipini	—	1	—	—
Poljska	—	2	4	—
Rumunija	—	3	2	—
Južna Afrika	2	—	—	4,1
Spanija	8	2	5	24,0
Švajcarska	5	—	—	39,8
Švedska	12	—	—	42,3
Tajvan	6	—	4	53,1
Tajland	—	—	1	—
Turska	—	—	1	—
Velika Britanija	38	4	1	19,8
Sjedinjene Države	93	26	2	15,5
Sovjetski Savez	51	34	39	10,3
Jugoslavija	1	—	1	5,4
Ukupno	375	156	116	18,3

Izvor: Nuclear Engineering International, 1986

b) Fuzija

Nuklearna fuzija je obrnuti proces od procesa fisije. Dok je suština fisije u cepanju jednog jezgra atoma, u procesu fuzije sudaraju (spajaju) se dva jezgra različitih atoma.

Proces fuzije je sličan procesu koji se odvija između Zemlje i Sunca: Sunce oslobađa energiju koja bombarduje planetu i koja daje život. Kao i kod fisije ljudi su i fuziju prvi put iskoristili za stvaranje smrtonosnog oružja: pedesetih godina napravljena je prva hidrogenska bomba na bazi fuzije. Neki smatraju da fuzijska energija može da bude ekonomičnija od fisijske i da ima manje štetnog otpadnog materijala. Kao osnovna sirovina koristio bi se vodonik koga ima u neograničenim količinama. Današnji razvoj kao sirovine koristi litijum i tritijum. Međutim, ova tehnologija još nije usavršena i ima dosta nerešivih problema od kojih je najznačajniji vrsta materijala koja bi mogla da izdrži visoku temperaturu i radijaciju (temperatura bi se podigla i na milijardu stepeni).

6. OBLICI RADIJACIJE

Prilikom radioaktivnog raspadanja emituje se zračenje koje se naziva radijacija. Postoji, više načina na koje se jezgro može preobraziti. To su:

- alfa-emisija,
- beta-emisija i
- gama emisija

Ovi oblici radijacije se međusobno razlikuju po energiji koju emituju i po prodornosti kroz različite vrste materije ili materijala. Zato razni oblici radijacije imaju različito dejstvo na živu materiju, odnosno živa bića.

a) Alfa emisija

Poneki izotopi se nalaze u stanju stalne napetosti, iako ne tako blizu

razbijanja kao što je to slučaj kod spontanog fisije. Kod njih se dešava da, pre ili posle, izbace komadić od dva protona i dva neutrona (na primer uranijum-238). Preostalo jezgro je pod manjom napetošću (jezgro 90 protona i 144 neutrona). Ovaj odbačeni deo, bio je identičan jezgru običnog helijuma, ali kako se on pojavljuje znatnom brzinom i brazda sve što ga zaustavlja, dobio je posebno ime: alfa čestica. Najveći gro metala torijuma-234, jer je preosobro broj jezgara sa najmanje 83 protona podležu takvom nasilnom slomu i nazivaju se alfa — odašiljači.

Alfa radijacija je male jačine. Ona se sastoji, od čestice „grumena“ neutrona i protona. Ona može da bude zaustavljena običnim listom papira, te tako nema ni jačinu da prođe u ljudski organizam jer jedva prodire kroz spoljne slojeve epitela na koži. Zbog toga ova radijacija nije opasna ukoliko supstance koje je emituju ne prođu u telo kroz neku otvorenu ranu ili putem hrane. Tada radijacija izaziva oštećenje

Alfa-čestica sastavljena od četiri nukleona, sa dva pozitivna naboja, stupa u intenzivnu reakciju sa okolnim atomima, čupajući elektrone i izbijajući jezgra iz njihovih mesta. Na taj način alfa-čestica brzo gubi energiju, prolazeći kratak put. Ali ipak, one izazivaju velike poremećaje u okolini.

b. Beta emisija

U torijumu-239 ravnoteža između protona i neutrona, iako je donekle zadovoljavajuća, nije potpuna. Emitujući alfa česticu, jezgro postaje prenapeto. Iznenada, iz jezgra koje sadrži 90 protona i 144 neutrona, izbija jedan elektron. U potpunosti, on je istovetan sa elektronima izvan jezgra. Zbog brzine njegovog izbijanja, dato mu je posebno ime: beta-čestica. Preostalo jezgro, posle toga, sadrži jedan pozitivni naboj više nego što ga je imalo pre.

Kako elektron ima manju masu od nukleona, broj nukleona ostaje isti. Neutron se pretvorio u proton. Jezgro sada sadrži 91 proton i 143 neutrona. Ovo je sada jezgro protaktinijuma-234. On je sada beta-odašiljač, isto kao što je to i torijum-234. Kada protaktinijum-234 emituje beta-česticu on postaje uranijum-234. Ovaj uranijum je, takođe, beta-odašiljač. Tako, u stalnim skokovima, spuštajući se putem alternativnih alfa i beta-emisija, jezgro se menja dok ne dostigne 82 protona i 124 neutrona. Tada dostiže konačnu stabilnost u obliku olova-206. (Tabela 13).

Beta radijacija je prodornija od alfa radijacije. U živo tkivo, prodire do dva centimetra.

Beta-čestica ima mnogo manju masu i samo jedan negativan naboj. Međutim, ona uznemirava i dislocira okolne elektrone. Energiju gubi sporije.

c. Gama emisija

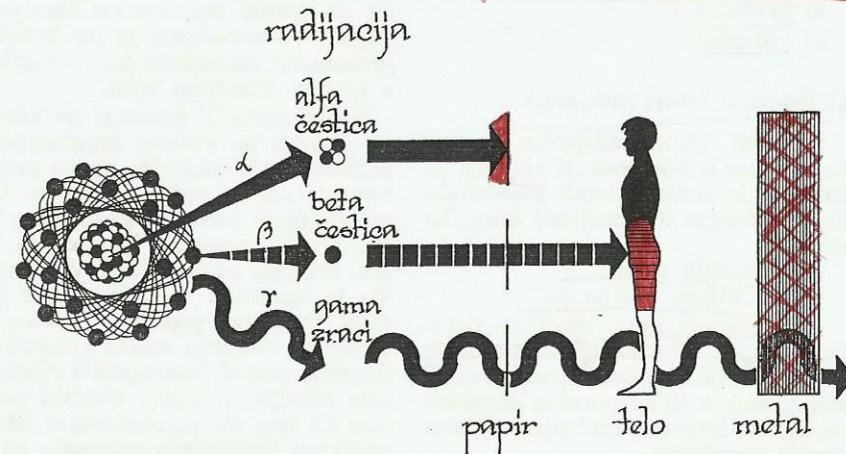
Posle svake emisije alfa- i beta-čestice, jezgro postaje uzbuđeno — uznemireno. Zbog toga ono oslobađa energiju koja je intenzivna i nevidljiva. Ovakvo oslobođena energija naziva se gama-zrak. Ova emisija se prostire brzinom svetlosti. Prolazi

kroz skoro sve materijale, a ne prodire kroz debele ploče olova. Gama zrak je istovremeno istovetan sa poznatim X-zrakom — rendgen-zrakom. Razlika je u tome što gama-zrak dolazi iz jezgra a X-zrak iz elektronskog omotača van jezgra.

Beta-emisije iz jezgara koje su proizvodi fisije, često su praćene sa jednim ili više gama-zraka. Takvo je i jezgro stroncijuma-90, koje se stvara indukovanom fisijom uranijuma-235. Ovo jezgro ima veliki broj neutrona u odnosu na protone zbog čega je u napetom stanju te teži oslobađanju gama-zraka.

Gama-zrak nema nikakav električni naboj, i zbog toga gubi energiju mnogo postupnije. U stanju je da prelazi velika rastojanja, pri čemu izaziva relativno malu uznemirenost na bilo kom delu svoje putanje. Neutron, takođe bez električnog naboja može da prelazi velika rastojanja, najčešće se zaustavljajući direktnim sudarom sa jezgrom. Gama ili neutronska zračenje, u stanju je da prođe kroz beton deblji od jednog metra.

Iz grudve materijala koje sadrži nestabilna jezgra emisija fisije, alfa-beta- i gama-aktivnosti izbijaju radijalno na sve strane. Za takav grumen se kaže da je radioaktivan a



Prodorna moć radijacije (UNEP 1985)

emisije: neutroni, alfa- i beta-čestice i gama-zraci se nazivaju radioaktivnost stvara radijaciju.

Izbacivanje jednog elektrona iz nekog atoma čini da taj atom postane jon. Zato se emisije iz jezgara nazivaju jonizovanom radiacijom. Kada proдре kroz materiju, izaziva promene u njegovoj strukturi. Ove promene mogu biti različitog karaktera. Ponekad su stalne, ponekad su korisne, nekad štetne.

Dejstvo jonizujuće radijacije zavisi od količine energije koju oslobađa radijacija u datu količinu materije. Što je veća energija veći su poremećaji.

7. IZVORI RADIJACIJE

Radioaktivnost i radijacija su bile prisutne u kosmosu pre nego je nastala Zemlja, a na Zemlji mnogo pre nego što se na njoj pojavio život.

Još pre oko 20 milijardi godina u „velikom prasku“, kojim je stvorena vasiona, bilo je radijacije. Radioaktivni materijali su rasuti kako po kosmosu tako i po Zemlji kao planeti. (UNEP 1985)

Dve su vrste izvora radijacije:

- a) prirodni i
- b) veštački

a) Prirodni izvori radijacije

Prirodni izvori radijacije su oni koji dolaze iz kosmosa ili oni koji se emituju iz radioaktivnih materijala koji se nalaze u Zemljinoj kori. To su:

- kosmički zraci i
- zemaljska radijacija
- Kosmički zraci direktno ozračuju Zemlju. Većina tih zraka doseže do Zemlje iz dubine međuzvezdanog prostora ili su porekla direktno sa Sunca, koje ono emituje prilikom svojih eksplozija.

Radioaktivni zraci koji ozračuju Zemlju, stupaju u interakciju sa at-

mosferom, stvarajući nove vrste i oblike radijacije i radioaktivnih materijala.

Kosmičkim zracima je praktično izložena cela Zemljina površina, ali su neki njeni delovi izloženi jačoj, a neki slabijoj radijaciji. Tako su polovi više izloženi radijaciji nego ekvatorijalni regioni. Ovo je zbog toga što je elektromagnetsko polje Zemlje jače na polovima, pa ono skreće naelektrisane čestice koje se nalaze u tim zracima. Takođe, radijacija je jača na većim nadmorskim visinama, zato što je na visini vazduh, koji služi kao štit, razređen. Na visinama od 4000 m. do 12.000 m. kosmička radijacija je do 25 puta veća nego na nivou mora.

— Radijacija na Zemlji se emituje iz raznih materijala koji su sastavni delovi Zemljinog omotača. To su neke stene, fosilna goriva, podzemne termalne ili obične vode i drugo.

Važni radioaktivni materijali u stenama su:

- kalijum-40,
- rubidijum-87 i
- dve porodice radioaktivnih elemenata koje nastaju raspadanjem uranijuma-238 i torijuma-232.

Nivo zemaljske radijacije je različit na raznim mestima na Zemljinoj kugli, a u zavisnosti je od količina pomenutih elemenata koji se nalaze u sastavu Zemljine kore.

Neka mesta ili prostori na Zemlji su poznati po visokoj koncentraciji radioaktivnih materija pa su prema tome i izloženi većoj radijaciji. Jedno od takvih mesta je brežuljak u blizini grada Pososa de Kaldas, na 200 km. severno od Sao Paola u Brazilu. Tu je izmerena radijacija oko 800 puta veća od prosečne. Međutim, mnoga priobalna mesta (takođe u Brazilu, gradić Guarapari i ribarsko selo Meaibe, u Indiji obalski pojas dug 55 km. na jugozapadnoj obali) prilikom ispitivanja pokazala su se radioaktivnim sa velikim dozama radijacije. Ova radioaktivnost dolazi od

podloge — peska na kome su pomenuta mesta podignuta. Ovaj pesak je bogat torijumom.

Takođe, visoku prirodnu radijaciju imaju i ona mesta gde ima izvora bogatih radijumom (Ramsar u Iranu, i neka mesta u Francuskoj, Madagaskaru i Nigeriji).

Velika količina radioaktivnih čestica nalazi se u vazduhu, hrani, vodi, a one potiču iz elemenata koji nastaju raspadanjem uranijuma-238 i u manjoj meri torijuma-232.

Jedan od najvažnijih izvora prirodne radijacije je radon, nevidljivi gas bez ukusa i mirisa (7,5 puta teži od vazduha).

Ovaj gas ima dva glavna oblika:

- radon-222 koji nastaje prilikom raspadanja uranijuma-238 i
- radon-220 koji nastaje od torijuma-232.

Najveći deo radijacija potiče od nukleida koji nastaju raspadanjem radona, a ne od samog gasa radona.

U galij sadrži elemente, radionukleide u tragovima. Njegovim sagoravanjem radionukleidi dospevaju u sredinu.

Geotermalna energija je, takođe, izvor radijacije, ali u manjem obimu (na primer u Italiji — Larderel). U globalnom smislu, njen uticaj je minimalan.

Fosfatna ruda sadrži visoke koncentracije uranijuma, pa se prilikom njene eksploatacije, kopanja i prerade oslobađa radon.

b) Veštački izvori radijacije

Veštački izvori radijacije su oni koje je stvorio čovek. Svojom istraživanjem, pronalascima i tehnologijom na veštački način je proizveo nekoliko stotina radionukleida, pa je tako radioaktivnost stavio u svoju službu.

Veštačke izvore možemo svrstati u tri grupe:

- nuklearnu energetiku
- medicinske izvore i
- nuklearne eksplozije

— Nuklearna energetika kao cilj ima dobijanje velikih količina električne energije na jednom mestu. O upotrebi nuklearne energije postoje kontraverzna mišljenja. Neki je smatraju čistom energijom (moguće i zbog toga što su emisije zračenja nevidljive golim okom, bez mirisa su a posledice nisu odmah izražene), a neki je tretiraju kao „zatvorenu energiju“. Pristalice korišćenja nuklearne energije dokazuju da je već u samom startu razvoja atomske industrije obezbeđen efikasan sistem zaštite od zračenja. Međutim, praksa je pokazala da i u najefikasnijoj zaštiti ima negativnih odraza, i to praktično u svim fazama proizvodnje, počev od eksploatacije i prerade rude, pa do dobijanja sekundarne-električne energije, posle čega ostaju radioaktivni, neuništivi otpadni materijali.

— Medicinski izvori, iako su stavljeni u službu zaštite ljudskog zdravlja u cilju lečenja nekih bolesti i njihovoj dijagnostici mogu da imaju negativan efekat. U medicini se koriste mnogi aparati u pomenute svrhe, ali svako izlaganje radioaktivnom zračenju, pa i kod lečenja, u krajnjem ishodu je štetno, jer se primljene doze akumuliraju u organizmu.

Najrasprostranjeniji oblik medicinskog zračenja su rendgenski — X-zraci. Oni se najčešće koriste za preglede pluća. Savršenija tehnika snimanja, kompjuterizovanom tomografijom i drugim načinima umnogome je smanjila mogućnost ozračavanja pacijenata. Isluženi aparati i oprema, ostaju kao problem u vidu otpadnog materijala.

— Nuklearne eksplozije su veliki izvori radijacije. U besomučnoj trci za prestižom u naoružanju

nju velike sile su svoje smrtnosno oružje isprobavale u svim medijumima: vazduhu, vodi i zemljištu. Posebno su se na ekosisteme, štetno odrazile nuklearne eksplozije u atmosferi. Posle postignutog sporazuma o delimičnoj zabrani probnih nuklearnih eksplozija u atmosferi, u okeanima i u vasionom prostoru, danas se uglavnom, vrše probne podzemne eksplozije.

Najopasnije po živi svet su probe vršene u atmosferi, jer su nuklearne padavine nošene vazдушnim strujanjem praktično kontaminirale celu planetu:

- jedan deo radioaktivnih otpadaka ostaje u blizini mesta gde je proba izvršena,

- drugi deo se zadržava u najnižem sloju atmosfere — troposferi, on se vazдушnim strujanjem raznosi širom sveta, a najveći deo ostaje u pojasu iste geografske širine. U vazduhu se zadržava oko mesec dana, a onda postepeno pada na zemlju,

- najveći deo odlazi u više slojeve atmosfere — stratosferu, gde se mesecima zadržava, pa se postepeno spušta na sve delove planete.

Od ove radijacije niko nije pošteđen. Iako se od takvih proba odustalo, posledice su nesagledive, kako na stanovništvo koje je u periodu od 1954. do 1980. godine bilo rođeno, tako, genetskim putem i na one osobe koje su rođene posle toga ili koje će se tek roditi.

8. JEDINICE ZA MERENJE RADIJACIJE

Radijacija deluje na žive organizme, a posebno na čoveka. Još uvek sve to nije dovoljno ispitano, i zato je teško predvideti posledice.

Dejstva svih vrsta zračenja, posebno jonizujućeg, naročito u slučaju kada ona prolaze kroz živu materiju su od velikog značaja. Radijacija može da poremeti suptilni molekularni

splet žive materije. Oštećenja koja izaziva radijacija u složenim molekulima reproduktivnih ćelija koje zadrže nasledne informacije, mogu dovesti do mutantnog potomstva. Čak samo jedan gama-zrak može da ošteti gen. To znači da taj zrak može da poremeti i izazove nepredvidive posledice ukoliko se određeni gen nalazi u reproduktivnoj ćeliji koja kasnije učestvuje u formiranju deteta.

Zbog toga je veoma važno da se znaju nivoi, odnosno doze koje ljudski organizam može da podnese.

Oštećenja u organizmu izaziva energija radijacije.

Količina energije koja se deponuje u živo tkivo naziva se doza.

Doza kao termin upotrebljen je da podseti ljude na doze lekova koje mogu da uzmu a da ne štete organizmu. Iz istih razloga se i količina primljene radijacije naziva dozom. Znači, ona količina koja ne bi smela da ošteti zdravlje.

Doza je oznaka za bilo koje radio-nukleide, jednog ili više njih zajedno, bez obzira da li oni spolja emituju zračenje, ili su već uneti u organizam udisanjem vazduha, konzumiranjem hranom ili vodom. Međutim, dozvoljenu količinu zračenja odnosno dozu, teško je odrediti, naročito zbog toga što različite vrste zračenja različito deluju na ljudski organizam.

Zato je potrebno da se odredi moć doze koja može da ošteti organizam u zavisnosti od oblika radijacije. To znači da ista doza različitih oblika zračenja izaziva oštećenja različitog stepena. Tako na primer ista doza alfa-zračenja nanosi mnogo više štete ljudskom organizmu nego beta ili gama zračenje. Smatra se da alfa-zračenje ima čak dvadeset puta veću moć nego druga dva. Značajno je, takođe, i to da različiti delovi i pojedini organi u organizmu čoveka imaju različitu osetljivost na istu dozu istog oblika zračenja.

Hijerarhijski, postoje sledeći pojmovi:

- apsorbovana doza
- ekvivalentna doza
- efektivna ekvivalentna doza
- kolektivna efektivna ekvivalentna doza
- angažovana kolektivna efektivna doza

Apsorbovana doza je energija uneta radiacijom po gramu tkiva. Ona se meri grejom.

Ekvivalentna doza je apsorbovana doza kod različitih zračenja ali dovoljna da izazove oštećenja. To znači da je ova doza uvećana odgovarajućim težinskim faktorima. Ona se meri jedinicom koja se zove svert. Efektivna ekvivalentna doza je ekvivalentna doza merena osetljivošću različitih tkiva na oštećenja. Zbog toga se različiti delovi tela rangiraju po osetljivosti, pa kada se uzme u obzir ovo rangiranje onda ekvivalentna doza postaje efektivna. Ona se, takođe, izražava i svertima.

Kolektivna efektivna ekvivalentna doza jeste efektivna ekvivalentna doza za grupu ljudi, ali za određeni izvor zračenja. Ona se dobija kada se sabere sve individualne efektivne ekvivalentne doze koje je primila grupa ljudi. Ona se izražava u čovek-svertima.

Angažovana kolektivna efektivna ekvivalentna doza je ona ukupna doza koju će tokom vremena primiti generacija ljudi. Ona se uvodi zbog toga što zračenje nije trenutno. Mnogi radionukleidi se veoma sporo raspadaju, pa će zbog toga biti radioaktivni i u budućnosti.

Za merenje radijacije postoji nekoliko mernih jedinica. Do nedavno to su bili: rendgen, odnosno rem (roentgen equivalent man) i rad (radiacijom apsorbovana doza).

- a) grey (Gy) i
- b) svert (Sv)

a) Grej (Gy) je poseban naziv za jedinicu apsorbovane doze. To je količina energije unete putem jonizujućeg zračenja u jedinicu mase neke materije, kao što je, na primer, tkivo. Jedan grej odgovara jednom džulu po kilogramu. Jedan grej iznosi 100 rada.

b) Sivert (Sv) je poseban naziv za jedinicu ekvivalentne doze. To je apsorbovana doza uvećana za faktor koji odgovara moći radijacije da izazove oštećenja. Jedan svert, takođe, odgovara jednom džulu po kilogramu. Sivert iznosi 100 rema. Rem i svert dozvoljavaju različite stepene alfa ili neutronske oštećenja pri ekvivalentnoj emisiji energije.

Za beta i gama-radijaciju, 1 grej i 1 svert su, otprilike, jednaki, a za neutrone i alfa-čestice, jedan grej može iznositi i do 20 siverta, u zavisnosti od energije samih čestica.

Ovo su bile jedinice za merenje dejstva radijacije, a za merenje radijacije, odnosno, međunarodna jedinica radioaktivnosti je:

c) Bekerel (Bq), koja je dobila naziv prema fizičaru Bekerelu. To je poseban naziv za jedinicu aktivnosti. Jedan bekerel odgovara jednom raspadu bilo koga radionukleida u jednoj sekundi.

Iako je bekerel prihvaćena međunarodna jedinica za merenje radioaktivnosti, još uvek se nailazi i na stariju jedinicu mere — kiri.

d) Kiri (Ci) je jedinica mere za broj radioaktivnih raspada. Jedan kiri radioaktivnog materijala odašilje ne jednu već 37 000 000 000 emisija u sekundi. Ovo je radioaktivnost 1 grama radijuma. To je velika radioaktivnost zato kiri ima svoje metričke podele: milikiri, mikro-

kiri, nanokiri i pikokiri, od kojih je svaki hiljadu puta manji od prethodnog.

U odnosu na bekerel: 1 nanokiri predstavlja 37 bekerela radioaktivnosti.

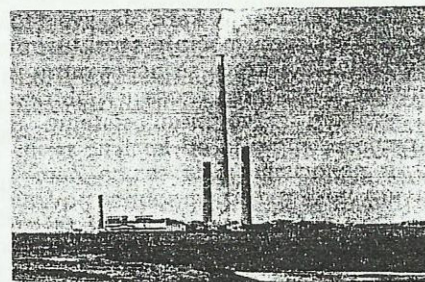
Kada je u pitanju neka radioaktivna supstanca, nemoguće je reći

da li je jedno određeno jezgro na pragu radioaktivnog sloma ili raspadanja. Ali se u svakom slučaju u dovoljno velikom uzorku bilo koje radioaktivne nuklearne materije ili radioizotopa, izvestan deo jezgara uvek raspada u određenom vremenskom periodu.

Negativan uticaj proizvodnje i korišćenja energije na životnu sredinu

1. DEGRADACIJA ŽIVOTNE SREDINE

U procesu društveno-ekonomskog razvoja čovek da bi zadovoljio svoje potrebe koristi ogromne količine mineralnih i energetskih izvora. Smatra se da su fosilna goriva koja služe za dobijanje električne i toplotne energije kao i u saobraćaju, glavni uzročnik zagađene životne sredine. Tako se dolazi do apsurdne situacije, da postupak dobijanja i korišćenja energije, a čiji je krajnji cilj veći standard i bolji život vodi u degradaciju osnovnih životnih uslova.



Termoenergetski objekat

Degradacija u životnoj sredini nije novijeg datuma. Sreće se u raznim istorijskim epohama dalje ili bliže prošlosti, različita je od današnje po svojim uzrocima i obimu ispoljavanja. Najčešće je bila vezana

za seču šumskog prostora da bi se obezbedile veće poljoprivredne površine i površine za podizanje ljudskih naselja. Degradacija se ogledala u pojačanim erozijama, remećenju vodnih režima i opadanju plodnosti tla.

Paralelno sa opisanim pojavama, čovek je životnu sredinu ugrožavao već sa prvim proizvodnim procesima koji su prirodne proizvode pređivali u one kojih u prirodi nije bilo. Međutim, zagađenost životne sredine je bila minimalna. Budući da se u vreme poljoprivredne revolucije, kao energija koristila životinjska i ljudska snaga, snaga vetra, talasa i sunca a u zanatskoj obradi metala toplota dobijena sagorevanjem drvne mase, zagađenja nisu bila velika. Uglavnom, su to bili dimni gasovi koji su se gubili u atmosferi. Kasnije, razvojem masovne industrijske proizvodnje i korišćenja fosilnih goriva kao energetskih izvora, degradacija životne sredine je intenzivnija pa sve do toga obima kada se dovodi u pitanje opstanak života na planeti.

Intenzivni kvalitativni i kvantitativni rast industrijskih procesa utiče na veliku zagađenost sredine:

— iz fabričkih dimnjaka štetni gasovi zagađuju vazduh (posredno tlo i vodu),

— otpadne vode narušavaju ravnotežu vodotokova (posredno tla i vazduha),

— otpadne čvrste materije ugrožavaju tle (posredno vazduh i vodu).

Potrošnja prirodnih mineralnih sirovina i prirodnih izvora prati ovaj rast, i vodi do njihovog iscrpljivanja (potrošnja električne energije u našoj zemlji se za 10 godina uvećala deset puta, a tako i potrošnja resursa).

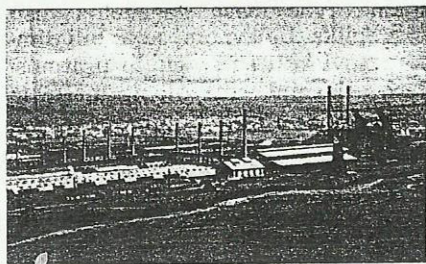
Industrijski objekti se koncentrišu oko ovih izvora, privlače ljude sa sela, pa tako ubrzavaju proces urbanizacije.

Stopa rasta gradskog stanovništva, samo u Srbiji u periodu od 1947. do 1977. godine udvostručena je od skoro tri miliona na preko osam miliona. Zaključak je da je osnovna karakteristika industrijalizacije u proteklom tridesetogodišnjem periodu:

- burna dinamika i
- tendencija teritorijalne koncentracije. (Živković M. 1978)

Izražene posledice industrijalizacije su:

- velika zagađenost svih medija (vode, vazduha, tla)
- iscrpljivanje resursa i
- brza urbanizacija.



Počeci industrijalizacije

To je sve uzrok novih negativnih posledica: poremećaji u ekosistemima nagomilavanjem štetnih agenasa: gasova, raznih vrsta zračenja,

štetne tečnosti, povećane toplote, buke, raznih čvrstih otpadnih materija, prenaseljenosti... Svi oni veoma opterećuju sredinu ugrožavajući njene najvažnije oblasti. Naročito ugrožena područja su veliki industrijski gradovi i velike urbane aglomeracije.

2. ZAKON ENTROPIJE

Zakon entropije je drugi zakon termodinamike. Oba zakona se odnose na očuvanje energije.

I Zakon termodinamike — glasi: Ukupna materija i energija u univerzumu su nepromenljive. One se ne mogu stvoriti niti uništiti. Količina energije u Kosmosu je određena na početku vremena i ostaće nepromenjena do kraja vremena. Ovo je zakon očuvanja: energija i materija mogu prelaziti iz jednog oblika u drugi.

II Zakon termodinamike — To je zakon entropije. On glasi: materija i energija se mogu menjati samo u jednom smeru — od upotrebljive ka neupotrebljivoj, od korisne ka nekorisnoj ili od srede ka nesređenoj.

Zakon entropije kaže da sve što postoji na svetu počinje strukturom i vrednošću i kreće se nepovratno u pravcu besciljnog haosa i gubitka. U svakom zatvorenom sistemu u Kosmosu, energija od korisne prelazi u nekorisnu. Gde se na Zemlji stvara neki red to za sobom povlači još veći nered u okolini. Ovaj zakon negira mišljenje da nauka i tehnologija stvaraju sređeni svet.

Entropija je mera za količinu koja se više ne može pretvoriti u rad. Povećanje entropije znači umanjene iskoristive energije u oblike koji se više ne mogu iskoristiti. Kao primer možemo da navedemo potrošnju uglja. Njegovim sagorevanjem dobija se toplotna energija koja se

rasipa u prostoru. Kao nusprodukti ostaju: dimni gasovi, čađ, sumporovi, ugljenikovi i azotovi oksidi, šljaka i pepeo. Znači da se od iskoristivog uglja dobilo niz drugih oblika materije koja se ne može više iskoristiti.

Drugim rečima: zagađenost je ukupna količina iskoristive energije u prirodi koja je transformisana u neiskoristivi oblik. Sve vrste otpadaka u stvari su potrošena energija. To znači potvrdu zakona entropije: energija se ne može stvoriti ni iz čega, stvara se iz korisnog oblika, kreće se ka jednom smeru u neiskoristivom obliku. Znači da je entropija ime za zagađenost, odnosno, da je to stalno gomilanje neiskoristive energije prisutne u sistemu. Znači da se entropija na Zemlji stalno uvećava i teži ka svome maksimumu. To je zato što je Zemlja (biosfera) zatvoren sistem u odnosu na svemir i u odnosu na materiju. Biosfera sa svojim okolinom razmenjuje energiju ali ne i materiju (osim neznatne količine koja meteoritima padne na nju). Materija se ne može stvoriti ni iz energije niti na bilo koji drugi način, ali zato se ogromna količina materije može pretvoriti u energiju. Praktično je sva materija na Zemlji i biotička i abiotička iskoristiva energija.

Materija koja sačinjava Zemljinu koru neprekidno se troši: površinski deo ili prirodnim putem, erozijom uz pomoć atmosferskih padavina, vazdušnim strujanjem i ljudskim intervencijama odlazi, pretvarajući se u druge oblike. Čak i obnovljivi izvori energije se pretvaraju u neobnovljive posle dugog iskorišćavanja. Život i smrt novih organizama povećavaju entropiju jer materija postaje manje iskoristiva za život raznih organizama u budućnosti. I tako se dolazi do IV zakona termodinamike:

— U zatvorenom sistemu entropija materije mora konačno dostići maksimum. (Rifkin J.)

Izraz entropija uveo je R. Klauzius 1868. godine, kao termodinamičku veličinu. Izraz se odnosio na promene količine toplote u zatvorenim sistemima. Entropija u krajnjem značenju je toplotno umiranje kosmosa, jer se u njemu kao zatvorenom sistemu svi oblici energije transformišu u toplotnu energiju koja teži da se raspe podjednako po celom prostoru.

Zakon entropije primenjen na razvoj ljudskog društva u materijalnom pogledu, na privredni razvoj znači gomilanje velikih količina fabričkih prerađevina iz zaliha sirovina metala, nemetala i fosilnih goriva, koje na kraju znače gomile nepotrebnih i isluženih stvari. Prema K. Buldingu:

„Na kraju krajeva, društveni proizvod je samo merilo za promet rezervi sirovina koje se pretvaraju u otpatke.“

Stalnim trošenjem prirodnog bogatstva i vrednosti, umanjuju se njena organizacija i red. Povećava se entropija. Dolazi do razaranja mehanizama za regulaciju ravnoteža u prirodi, što znači da se ide ka sve većoj ekološkoj nestabilnosti.

3. UTICAJ TEHNOLOŠKOG RAZVOJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Tehnološki razvoj bio je postepen. On je omogućen značajnim tehničkim i naučnim dostignućima, a bio je paralelan sa kulturnim razvojem.

Tehnologija omogućava ostvarivanje svih ljudskih potreba i želja. Gotovo da ne postoji predmet koji ljudski um zamisli a da se on tehnološki ne može ostvariti. Međutim danas se tehnologiji zamera da je najveći krivac za degradaciju životne sredine. Ceo razvoj tehnologije, u stvari je išao ka povećanju entropije.

Po nekim autorima, (A. Despić 1985) osnovne negativne karakteristike koje primena tehnologije izaziva u sredini jesu:

a) štetnost i

b) opasnost

Neprekidnim rastom industrijskih kapaciteta širom sveta, kao nusprodotki proizvodnih procesa javljaju se mnogi gasoviti tečni i čvrsti otpaci koji u velikom obimu, kontinuirano zagađuju životnu sredinu, a štetni su za biotičke faktore sredine.

a) Štetnost

Štetnost u životnoj sredini na živi svet izražava se u delovima ili umnošcima *maksimalno dozvoljenih koncentracija* date supstance. Ona se obeležava početnim slovima sa MDK.

Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) predstavlja proizvod faktora intenziteta i faktora kapaciteta supstance koja se meri.

— Faktor intenziteta određen je štetnošću supstance po okolinu i zdravlje ljudi, (a time je određena i MDK), i količinom te supstance koja se u tehnološkom procesu ispušta po jedinici dobijenog proizvoda. — Faktor kapaciteta predstavlja volumen proizvodnje u jedinici vremena.

Iz ovoga se može zaključiti da za određeni stepen zagađivanja u dozvoljenim granicama, tehnološki proces mora da obezbedi 10 puta manji faktor intenziteta — ili za određenu supstancu 10 puta veću hermetičnost, za desetostruko veći proizvodni kapacitet. To znači da za jedan isti tehnološki proces ovaj faktor može da bude dopustiv za malog proizvođača, a nedopustiv za velikog. (Despić A. 1985)

b) Opasnost

Opasnost po okolinu se stalno povećava rastom tehnološke proizvodnje. Opasnost po okolinu dolazi od:

— nekontrolisanih emisija zagađivača,

— lošeg organizovanja uništavanja i deponovanja otpadnih, gasovitih, tečnih i čvrstih materija.

— Nekontrolisane emisije raznih zagađujućih materija nastaju zbog:

* lošeg vođenja i obavljanja proizvodnog procesa i

* zbog havarija na postrojenjima.

— Do loše organizacije uništavanja i deponovanja otpadnog materijala dolazi najčešće zbog:

* nedostatka sredstava ili štednje,

* zbog nedovoljno razvijene ekološke svesti o opasnostima.

U razvijenijim zemljama automatizacija proizvodnih procesa umanjuje opasnost, a instrumenti za kontrolu i merenje zagađivača pomažu da se ne prelaze vrednosti MDK.

U tehnološkom razvoju, oba vida negativnih efekata u sredini: opasnosti i štetnosti dokazuju zakon entropije. To znači: povećanje zagađenosti i pretvaranje energije i mineralnih resursa u nekoristan i neiskoristiv oblik.

4. INDUSTRIJSKI ZAGAĐIVAČI

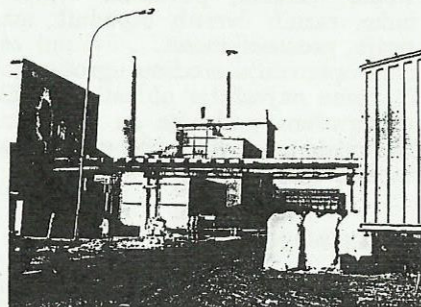
Iako industrijska proizvodnja obezbeđuje najveći deo ljudskih potreba u hrani, odeći, predmetima za domaćinstvo, alatkama, rekvizitima za sport i rekreaciju, transportna sredstva i drugo, istovremeno, ona se računa u velike zagađivače.

Prema štetnom delovanju na okolinu, industrijska proizvodnja se može uslovno razvrstati u sledeće tri kategorije:

a) velike zagađivače

b) srednje zagađivače i

c) male zagađivače (prema Despiću A.)



Industrijski objekat kao zagađivač vazduha

Pod zagađivačem se podrazumeva objekat ili sredstvo koje zagađuje okolinu a zagađujuća materija je produkt zagađivanja (gas, tečnost, čvrsta čestica).

a) Veliki zagađivači životne sredine su velike radne organizacije.

- hemijske industrije,
- termoelektrane na uglj,
- rudarsko-topioničarske i
- metaloprerađivačke

Ovi zagađivači stvaraju velike količine materija koje su veoma štetne i opasne. Istovremeno zaposedaju velike površine kako za samu eksploataciju, tako i za neophodne objekte i infrastrukturu. Zagađujuće materije, mogu imati sva tri agregatna stanja: gasovito, tečno i čvrsto. Ove čestice degradiraju osnovne uslove života: vazduh, vodu i zemljište. Najčešće se javljaju u mnogo većim koncentracijama od tolerantnih. b) Srednji zagađivači su mnogobrojne radne organizacije:

- hemijsko-prerađivačke industrije,
- farmaceutske industrije,
- industrije drveta, celuloze i papira,
- metaloprerađivačke industrije,
- industrija boje i lakova,
- industrija stakla,
- industrija plastičnih masa i ambalaže i druge.

c) Mali zagađivači su brojne fabrike i pogoni:

- prehrambene industrije,
- industrije kože,
- tekstilne industrije i druge.

Srednji i mali zagađivači se pod tim nazivom mogu uzeti uslovno. Naime, mnogi od njih, lokalno, mogu da budu veoma moćni zagađivači prostora i pojedinih medija, kao na primer nekog jezera, reke, vazduha ili zemljišta. Posebnu opasnost, na duži rok, mogu da predstavljaju njihove deponije, koje jednom prikrievene, u nekom kasnijem trenutku otkrivene, izazovu trenutne nevolje stanovnicima obližnjih naselja. Takođe, neke od njih, slučajnim havarijama ili namernim ispuštanjem otrovnih ili opasnih materija u reke ili jezera mogu da unište akvatični svet ili da izazovu pomor riba.

Havarije na postrojenjima, nehat u vođenju procesa (ljudski faktor) i havarije pri transportovanju opasnih i škodljivih materija, predstavljaju veliku opasnost, često trenutnu, a nekad i trajnu. Razlozi su najčešće: neznanje ili površno znanje, nedisciplina, neodgovornost, nerazvijena ekološka svest, nehat, diverzija, lična korist, nesigurnost i neispravnost mehanizacije i slično.

5. UTICAJ PROIZVODNJE PRIMARNE ENERGIJE I EKSPLOATACIJE RUDE METALA I NEMETALA NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE

Korišćenje energetskih i mineralnih izvora na razne načine negativno deluje na životnu sredinu. Ono se svrstava u četiri grupe:

- proizvodnju primarne energije i eksploataciju ruda metala i nemetala,
- transport primarne energije,
- proizvodnju sekundarne energije i
- korišćenje sekundarne energije.

Pod primarnom energijom podrazumeva se prirodna

energija koja može odmah da se koristi u obliku u kom se eksploatiše iz zemlje. To su, uglavnom fosilna goriva:

- ugalj,
- nafta i
- zemni gas.

Međutim, narušavanju kvaliteta životne sredine može da doprinese eksploatacija fosilnih goriva (proizvodnja dobijanje iz zemljine kore ili iz zemljine unutrašnjosti, ili sa morskog dna). Osim za fosilna goriva ovo isto važi i za:

- rude metala i
- rude i izvore nemetala.

To znači da prilikom proizvodnje primarne energije i eksploatacije ruda metala i nemetala može da dođe do neželjenih efekata i to u obliku:

- a) zagađivanja (narušavanja),
- b) degradacije,
- c) destrukcije ili
- d) uništavanja životne sredine

Zagađivanje

Zagađivanje (narušavanje) nastaje pojavom pojedinih zagađujućih materija koje se u prirodnom obliku i u toj količini ne nalaze u biosferi (na primer veće količine sumpora, čadi, dima).

Degradacija

Degradacija nastaje kada pojedini zagađivači doprinesu izmeni životne sredine u negativnom smislu, kao na primer: oštećen biljni fond, posećene šume i slično.

Destrukacija

Destrukacija nastaje onda kada se javljaju velika oštećenja životne sredine koju je moguće povratiti uz ogroman trud i velika sredstva (primer erozije).

Uništavanje

Uništavanje životne sredine nastaje usled velikih ljudskih proizvodnih delatnosti, kada je posebno vraćanje skoro nemoguće.

Svi ovi neželjeni efekti (zagađivanje, degradacija, destrukcija i uništavanje životne sredine) prilikom proizvodnje primarne energije i eksploatacije ruda metala i nemetala nastaju prilikom radnih procesa i operacija. Najčešće, to su:

- a — površinsko kopanje
- b — dubinsko kopanje
- c — crpljenje nafte sa morskog dna
- d — crpljenje šljunka i peska iz rečnih korita
- e — eksploatacija azbesta i slično

a — Površinska eksploatacija primarne energije

Površinska eksploatacija primarne energije, posebno uglja lignita veoma degradira životnu sredinu i to u različitim vidovima. Eksploatacija uglja se obavlja velikim mehanizacionim sredstvima, velikim i grubim rotacionim bagerima i drugim mašinama velikog kapaciteta i velike težine, koja utiču na degradaciju zemljišta i prostora. Negativni efekti su:

— nepovratno se uništava sloj plodnog humusa koji se nalazi na samoj površini zemljine kore i iznad ležišta uglja. Jednom uništen humus teško je u kratkom vremenskom periodu ponovo revitalizovati bez mnogo ulaganja i,

— eksploatacijom mineralnih rezervi, trajno se oduzimaju i troše resursi, pretvarajući iskoristivu i korisnu energiju u neiskoristivu;

— kako se rezerve uglja za površinsku eksploataciju, obično nalaze u dolinama većih reka, što drugim rečima znači u prostorima kvalitetnog poljoprivrednog zemljišta, često od I—III klase, to se na ovaj način trajno oduzimaju takve površine

i isključuju iz primarne funkcije. Takav je slučaj sa kolubarskim i kosovskim basenom, kostolačkim rudnicima, i drugim;

— površinskom eksploatacijom remeti se ustaljeni režim podzemnih voda, što znači da je moguć njihov prekid toka ili skretanja na drugi pravac. Takođe, remete izdašnost podzemnih izdani, kao i kvalitet voda;

— umnogome se remeti stabilnost zemljišta. Kao posledica remećenja, javljaju se erozije i klizišta, a dolazi i do deformacija stenskog masiva;

— prilikom eksploatacije skidaju se velike količine zemlje i eksploatacionih resursa. Posle ovoga ostaju veliki krateri koji oštećuju i menjaju reljef, a posebno se negativno odražavaju na pejzažne vrednosti predela;

— sa degradacijom i uništavanjem površinskih slojeva, uništava se vegetacioni pokrivač što istovremeno znači i umanjenje biljnog i životinjskog fonda;

— osim remećenja kvantiteta i kvaliteta podzemnih voda, isto se dešava i sa površinskim vodama ukoliko ih ima na tom zemljištu. Kako su eksploatacione rezerve najčešće u blizini većih reka, to se eksploatacijom rudnog bogatstva remeti njihov kvalitet.

Lociranjem deponija jalovišta, i drugog neiskoristivog materijala na obale, u reke se unose štetni i zagađujući agensi;

— prilikom iskopa i drugih radnih procesa podiže se velika prašina koja se raznosi po okolini, pada na naseljena mesta, useve, vegetaciju. . .;

— radom mehanizacije stvara se velika buka koja remeti mir okolinom naseljima;

— dolazi do velikih promena u kompletnoj biocenosi datog ekosistema, a ne samo prostora sa kog je

skinut površinski sloj zemljišta, a sa njim i vegetacija. Ovo zavisi od kvantiteta i kvaliteta preduzetih radova na kopanju ruda, kao i od sastava biocenoze i unutrašnje međuza-visnosti kako u odnosu na lanac ishrane tako i za ostale životne spl-etove;

— posle eksploatacije ostaju neravne, biološki sterilne površine u otkopanom prostoru površinskih kopova, kao i jalovištima koja zauzimaju ogromne površine prostora;

— kako raste i eksploatacija površina, stalno se oduzima i otkupljuje zemljište od stanovnika toga područja, dovodi do njihovog raseljavanja i remećenja ustaljenog načina života i rada. To stvara velike i duboke sociološke i psihološke probleme;

— osim oduzimanja i trajnog isključivanja zemljišta iz upotrebe zbog površinskih kopova, zemljište se trajno oduzima i zbog izgradnje i stalnog proširivanja potrebnih objekata infrastrukture koja prati osnovne radove i njihovo proširivanje, i

— kao jedan od negativnih efekata može se navesti i velika potrošnja energije potrebne za izgradnju pomenutih objekata infrastrukture, kao i za samu eksploataciju (prema Zakonu entropije).

Osim prilikom površinske eksploatacije uglja i drugih minerala, isti ili slični problemi javljaju se i pri eksploataciji i vađenju kamena (pojedinih stena), šljunka i peska.

b) — Dubinsko kopanje

Dubinski kopovi, takođe, se negativno odražavaju na kvalitet okolnog prostora kao i životne sredine u celini. Najveći deo nabrojanih efekata za površinski kop mogu se praktično pripisati i za dubinsko kopanje. Za razliku od površinske eksploatacije, kod dubinske su manje izraženi negativni efekti na okolinu vegetaciju, reljef i pejzaž, bar kad je u pitanju obuhvat. Najizraženije promene se odnose na:

— promenu režima i kvaliteta površinskih i podzemnih voda,

— poremećaj stabilnosti zemljišta, što u nekim slučajevima može da dovede i do lokalnih poremećaja i pomeranja tla,

— najvažniji negativni efekat ogleda se u trajno eksploatisanom, iz zemlje iscrpenog mineralnog i rudnog bogatstva.

U geološkom pogledu, Zemlja je konačna. Minerali i rude koje se nalaze u zemljinoj kori koje su u velikom broju količini i vrsti, jednom izvađeni iz zemlje i prerađeni u proizvode su, kao iskoristiva energija i blago, praktično izgubljeni.

Ako se posmatra istorija planete, minerali nisu nikada tako trošeni kako se to čini danas. Ukupno potrošena količina minerala u zadnjih 40 godina, veća je od one ukupno potrošene do sada, (L. Smit 1972). Oni koji su već izvađeni i korišćeni, danas se mogu, uglavnom naći svuda rastureni u obliku isluženih predmeta i druge vrste otpadnih materijala.

Površinski i dubinski kopovi degradiraju velike prostore. Oni su naročito opasni po životnu sredinu, ako se nalaze na planinskim masivima.

Površinskim kopanjem, često se otkriju podzemne vode u vidu bara pomešanih sa ugljenom prašinom ili jalovinom a one utiču na pojavu erozija. Atmosferske padavine, popunjavaju bare koje se prelivaju i spiraju niz planinske kose, stvarajući brazde u zemljištu, noseći sobom biljni pokrivač i plodni deo zemljine kore. Ovako nastaje erozija.

Oštećene površine je teško revitalizovati, jer se na njima nagomila kamen donet sa viših prostora. Na ovim terenima, gornji sloj postaje smeša delova stena, kamena, peska, gline i ilovače bogate gvožđem, aluminijumom, magnezijumom i sumporom. To znači da je ovaj sloj kiseo i toksičan.

Takve terene je nemoguće revitalizovati i zbog njihove nestabilnosti, a često i surovih uslova sredine (na primer na strmim goletima).

Smatra se da je za revitalizaciju ovako otkrivenih kiselih i toksičnih materijala potrebno između 800 i 1000 godina. To je vreme potrebno da se obnovi život i izgubi toksičnost. Ako bi se ova činjenica razmatrala prilikom odlučivanja o proširenju eksploatacionih područja uz svest da se zbog trenutne koristi trajno (za stotine godina) oduzima i gubi kako deo nenadoknadivog blaga tako i delovi predela, ustanovio bi se neki novi bolji odnos.

Od svih negativnih ekoloških promena izazvanih površinskim i dubinskim kopanjem, jedna od najtežih posledica odražava se na kvalitet površinskih i podzemnih voda.

Rudarstvo doprinosi kiselost zagađenosti vode. Ova kiselost dolazi od minerala pirita. Pirit je mineral metalnog sjaja. To je sulfid gvožđa (FeS_2). Veoma je rasprostranjen u prirodi, a služi za dobijanje sumporne kiseline. Kod nas ga ima u Majdanpeku i Boru.

Pirit se u obliku stena obično nalazi u slojevima iznad i ispod ugljenih naslaga. Ove stene nisu izložene vazduhu pa u obliku sulfida gvožđa miruju. Međutim, u toku eksploatacije prilikom kopanja, one dolaze u dodir sa vazduhom i vodom, a to izaziva oksidaciju. Oksidacijom se stvaraju sulfati gvožđa i sumporna kiselina. Ova kiselina voda iz rudnika protiče kroz zemljište koje sadrži mnoge metale i druge elemente kao što su: aluminijum, kalcijum, magnezijum, natrijum, kalijum i gvožđe. Zato ova voda ima više ovakvog materijala nego što ga ima u neutralnoj vodi. Podzemnim ili nadzemnim putem, spiranjem, preko potoka, kisele vode stižu u površinske vode: reke i jezera. Od povišene koncentracije kiselina strada akvatični svet. Po dnu reka i potoka stvara se glatka površina, koja onemogućava fi-

tocenozi opstanak i razvoj, a time i zoocenozi koja je od nje zavisna. Preterana kiselost onemogućava i samoprečišćavanje površinskih voda jer uništava mikroorganizme. Takva voda je neupotrebljiva za rekreaciju, oštećuje objekte (posebno metalne konstrukcije) koje se nalaze na obalama reka i jezera.

c — Crpljenje nafte sa morskog dna

Mnoge zemlje se bore da se osiguraju novim nalazištima, pa zato ulažu znatna sredstva u istraživanja podvodnih nalazišta.

Danas se već zna za razrađenu tehnologiju crpljenja nafte sa morskog dna, preko platformi montiranih na površini mora.

Tom prilikom može da dođe do nepovoljnih ekoloških posledica, kao što su:

— poremećaji akvatičnog sveta koji može da strada od izlivena nafte ili njenih derivata;

— uništavanje planktona neophodnih za produkciju kiseonika: izlivena nafta iz uređaja za njeno crpljenje pliva nekad po morskoj površini tamo gde se planktoni množe, i na taj način ih ugrožava;

— zagađuju se priobalne podzemne vode i ušća reka, od izlivena nafte.

Međutim, najveća opasnost ima globalni karakter. Poznato je da su mora i okeani veliki rezervoari raznovrsnog prirodnog bogatstva i hrane za budućnost. Atakovanjem na okeanske i morske ekosisteme i remećenjem njihovih ciklusa, posledice su nepredvidive, ali dosadašnje iskustvo je pokazalo da početak mešanja u bilo koje prirodne procese i sastave neminovno vodi ka sve većoj degradaciji. Prema H. Grulu i ovo je gruba „pljačka“ postojeće generacije na štetu nerođenih generacija.

Još pre nego što je ušla u ljudsku upotrebu, nafta je bila prirodni zagađivač sredine, ali mnogo manji ne-

go što su ljudske aktivnosti vezane za naftu: destilacije, rafinisanja, pregrade, transporta, dubinskog bušenja, crpljenja sa morskog dna. Pored toga izvesne količine se nalaze i slobodne u morskoj i okeanskoj vodi.

Nafta danas predstavlja glavnog zagađivača mora i ekeana: kod eksploatacije sa morskog dna, kao i kod oštećenja podvodnih cevovoda koji rđaju i ispuštaju naftu.

Nafta je tečna smeša ugljovodnika, vodonika, sumpora, azota i kiseonika kao i mnoge druge komponente. Svaka od njih, kada se nađe u sredini, može sa drugim elementima da reaguje i da daje nova jedinjenja, a njihovo delovanje na sredinu nije uvek poznato pa zato predstavlja velikog zagađivača.

Izlivena nafta u moru, širi se po površini u vidu veoma tankog sloja, pa zato i manje količine mogu da zagađuju veliku površinu. Lakše frakcije nafte ispare, povećavajući zagađenost atmosfere, ili se apsorbuju u zrnasti materijal (pesak i šljunak), tako stiže na morsko dno (padnu od težine) ili obale — talasima.

Neke frakcije se rastvaraju u morskoj vodi. Veliki deo oksidiše u prisustvu bakterija i gljivica. Bakterije mogu da razgrade neke hidrokarbonate, dok drugi mogu da perzistiraju mnogo duže u vidu katranskih grumuljica po površini ili da padnu na dno.

Stete od izlivena nafte mogu da budu:

- ekološke,
- ekonomske i
- estetske

— *Ekološke štete* su velike, a njima se najčešće uništava biocenoza u moru i na obali. Posebno su ugroženi rakovi i školjke. Razlivena nafta onemogućava razmnožavanje planktona po površini mora, uništava biljni fond u priobalnim delovima, a istovremeno i životinjski čiji je biotop prethodno uništen pa je došlo do prekida u lancu ishrane.

Takođe, u kružnom toku zagađenja istovremeno se zagađuje vazduh i zemljište na obali.

Površinski razlivena nafta plimom i morskim talasima odlazi na obalu gde je apsorbuje pesak. U pesku strada biocenoza (uglavnom mali insekti). Podzemnim putem i osekom ponovo se vraća u more.

— *Ekonomске štete* mogu da budu velike a rezultat su uništenje i često za duži period neupotrebljive plaže, oštećeni objekti, na obali i uništen fond riba. Na taj način, ekonomski su posebno ugrožene dve velike privredne grane: turizam i ribarstvo.

— *Estetske štete* su različite. Najčešće, pejzaž je ruiniran katro- nom i uljem, uginulim pticama rasutim po obali nanosenim uginulim biljkama, degradiranim plažama, prljavim priobalnim objektima. Sa ovako degradiranih prostora širi se neprijatan miris.

I ovde, kao i u drugim vrstama zagađenja prisutan je kružni tok: voda — vazduh — zemljište — biljke — životinje — čovek!

6. NEGATIVAN UTICAJ TRANSPORTA PRIMARNE ENERGIJE I DRUGIH ŠKODLJIVIH MATERIJALA NA ŽIVOTNU SREDINU

Prilikom transportovanja (utovara, istovara, prevoza) primarne energije (uglja, nafte, škrljaca), kame- na, peska, šljunka, ruda, raznih hemikalija, dolazi do velikih ekoloških promena u ekosistemima i to zbog:

- izgradnje infrastrukture,
- raznih havarija, nehata, nesreća i

- mehaničkim rasturanjem prašine i drugih materijala.

— *Izgradnja infrastrukture* koja obezbeđuje transport energije i re- sursa od mesta eksploatacije do mesta prerade, remeti kvalitet život- ne sredine, jer se od prirodnog pros- tora stvara veštački sa upotrebom

drugih materijala. To se, pre svega odnosi na:

- oduzimanje kvalitetnog poljo- privrednog zemljišta i

- uništavanja i remećenja bioce- noze.

Da bi se obezbedio transport ener- gije, potrebno je izgraditi mnoge sa- obraćajnice, magacinske prostorije, pristaništa, dokove, prostore za de- ponovanje, prostore za parkiranje vozila i mehanizaciju, zatim za cevo- vode i gasovode (za gas i naftu), pro- store za rafinerije i drugo. A, to je trajno oduzet prostor i zaposednut veštačkim materijalima.

— *Prilikom raznih havarija, gre- šaka* na transportnim sistemima, ili nesreća (sudara), nepažnje i nehata prilikom utovara i istovara, često dolazi do izlivanja primarne energije koja se prenosi. To se, pre svega, odnosi na naftu i njene derivate. Nafta može da se raspe po tlu, odakle isparavanjem odlazi u vazduh, podzemnim putem zagađuje podzem- ne vode, izliva se u površinske vode, a na tlu uništava biljni fond, čiji ne- dostatak izaziva promene u zooceno- zi. Takođe, prevozom teškim vozili- ma oštećuju se kolovozi, pa se stva- ra i dodatna prašina. Kako se nafta iz dalekih krajeva najčešće transpor- tuje tankerima preko mora (iz Se- verne i Južne Amerike, Afrike, Aus- tralijske, Severnog mora i Meksičkog zaliva), to se prilikom havarija ra- sipaju i nepovratno gube velike ko- ličine primarne energije. Osim tan- kera, teoretski, to mogu biti i drugi brodovi, ali praktično oni nisu u sta- nju da izazovu trenutne katastrofe zagađivanjem velikih razmera, s ob- zirom na količinu goriva za sopstve- ni pogon.

Prilikom transportovanja nafte i njenih derivata (raznih ugljovodoni- kovih jedinjenja, kao što su sirova nafta, gorivo, teška dizel ulja, ulje za podmazivanje), njihovom upotre- bom na moru (kao gorivom) i prio- balnim krajevima, i vađenjem iz mor-

skih dubina, dolazi do veoma čestih zagađivanja morskih površina. Nafta dospeva na morske površine ili posebnim akcidentalnim situacija- ma, ili iscurivanjem zbog loših ure- đaja, ili prilikom pretovara. Čest je slučaj da se to dešava i iz nehata ili neodgovornog rukovanja (kao na pri- mer ispiranje uređaja ili namerno prosipanje taloga).

Svi ugljovodonikovi zagađivači su teško razgradljivi, toksični i nepri- jatan mirisa. Nanose velike štete biocenozi i ljudskim materijalnim dobrima. Atmosferskim uticajem, morskim strujama i plimom, sva ta zagađenja se prenose na velike raz- daljine, zapljuskujući nove obale. Zagađivanje naftom se stalno pove- ćava jer su i potrebe za naftom sve veće. Povećanjem broja tankera uve- ćava se mogućnost češćih nesreća.

Tri do sada najveće havarije sa ogromnim posledicama, desile su se u zalivima: Santa Barbara, Meksič- kom i Aljaskom. Izlivena nafta je uništila biocenozu i nanele velike materijalne i estetske štete na oba- lama. Ovi slučajevi su pokazali kak- ve opasnosti mogu da nastanu i od bušotina u moru.

Havarije i drugi načini izlivanja nafte mogu da nastanu i na plovni- rekama. Tada je opasnost još veća zbog toga što se mnogi gradovi snabdevaju vodom za piće ili vodo- zahvatom iz tih reka ili iz podzem- nih izvora u blizini obala. U oba slu- čaja moguć je odraz na kvalitet vode za piće.

Osim nafte i njenih derivata, de- šavaju se havarije i izlivi i mnogih drugih škodljivih i opasnih materi- ja i otrova, koji zagađuju zemljište ili otiču u vode. Čest je slučaj da je gotovo nemoguće obezbediti posebne saobraćajnice kojima bi se prevozio opasan ili škodljiv materijal, te se tako dešava da se istim saobraćaj- nim putevima (autoputevima i ma- gistralama, vazдушnim i rečnim pu- tevima, preko mora i okeana) koji-

ma se prevoze ljudi, transportuju i ovi materijali.

7. NEGATIVNI EFEKTI PRILIKOM PROIZVODNJE SEKUNDARNE ENERGIJE

Pod sekundarnom energijom podrazumeva se dobijanje toplotne i električne energije preradom uglja, nafte, gasa ili mehaničke energije (hidroenergije). Tako na primer, iz uljnih škrljaca moguće je dobiti naf- tu, preradom lignita (koksovanjem) dobija se kaloričnije gorivo, a prera- dom, odnosno sagorevanjem fosilnih goriva u toplanama, termoelektrana- ma dobija toplotna, a od nje elek- trična energija. Iz mehaničke-hidro- energije moguće je dobiti električnu energiju koja opet može da se pre- tvari u toplotnu. Nuklearnom fu- zijom iz urana moguće je dobiti top- lotnu i električnu energiju. To znači da se raznim postupcima može ener- gija iz jednog oblika pretvarati u drugi (sekundarni) ili iz ovog već do- bijenog drugog oblika, treći — ter- cijerni.

Sredina trpi veću degradaciju pretvaranjem primarne energije u toplotnu i električnu: znači, da su toplane i termoelektrane veliki, za- gađivači životne sredine. Zato loka- cija ima veliki značaj kod podizanja ovih objekata.

Njihov rad prate svi vidovi zaga- đivanja i degradacije životne sredi- ne (zemljišta, vazduha i vode) i to zagađujuće materije u sva tri agre- gatna stanja:

- a — gasovitom,
- b — čvrstom,
- c — tečnom,
- d — zvučna i
- e — estetska degradacija.

a — *Gasovite zagađujuće* materije su oksidi sumpora (SO_x), oksidi azota (NO_x , NO_2) i ugljenika (CO i CO_2). Najveći zagađivač je sum- pordioksid, a uz njega idu i ostale ti-

pične zagađujuće materije čađ i aerosedimenti. O svim pomenutim zagađujućim materijama biće reči kasnije opširnije u poglavlju o vazduhu.

Kod elektrana sa povratnim hlađenjem koje koriste tornjeve izbacuju se velike količine vlage u atmosferu, povećavajući joj ukupnu vlažnost.

Termoelektrane koje rade na uglj proizvode veliki broj opasnih i otrovnih materija. Osim tipičnih zagađivača, koji su obavezni nusprodukti sagorevanja fosilnih goriva, ove elektrane proizvode i radioaktivne čestice, u većem ili manjem obimu, što zavisi od vrste i porekla goriva koje se koristi.

Gasovi koji se nađu u atmosferi izazivaju nesagledive posledice. Teško ih je unapred predvideti. Nije dovoljno proučeno, pa se o tome malo zna kakve sve kombinacije nastaju njihovim sjedinjavanjem. Pouzdano se zna da se niz raznih štetnih i otrovnih gasova iz atmosfere ponovo vraća na vegetaciju, zemljište, površinske vode i materijalna dobra u vidu kiselih kiša. Najčešći sastojci ovako nastalih kiša su sumpordioksid i ugljendioksid. Ugljendioksid je otrovan i kancerogen za ljude. Kao zaključak sledi konstatacija da su termoelektrane u svom redovnom radu opasne po biocenozu ne samo bliže okoline već i na većim udaljenostima. Ako se, uz to, desi još i havarija ili nesreća, opasnost se povećava.

b — Čvrste zagađujuće materije najčešće pepeo, čađ, prašina, šljaka su prateći nusprodukti sagorevanja fosilnih goriva u termoelektranama. Pepeo izlazi kroz dimnjake, a raznosi se vetrom za deponija. Čađ i ugljena prašina, na isti način. Ovi zagađivači se rasturaju po životnoj sredini i prilikom transportovanja.

Čvrsti otpaci, uglavnom, ostaju posle sagorevanja uglja. U sastavu

uglja nalazi se i znatna količina raznih mineralnih sastojaka. Ovi sastojci umanjuju uglju toplotu i intenzitet sagorevanja, a uslovljavaju pojavu visoke koncentracije letećeg pepela u dimnim gasovima.

Od čvrstih otpadnih materijala, najveći procenat je pepela i šljake. Ovih otpadaka je približno 20% od početne količine uglja, što je u zavisnosti od vrste i kvaliteta goriva.

Pepeo i šljaka se obično hidrauličnim putem transportuju do mokre deponije. Pored toga se na ovaj način, u kasnijoj fazi zagađuje zemljište i voda, troše se i velike količine vode. Utrošak vode za transport otpadnih materijala, po jednoj elektrani iznosi 2000 m³ na čas.

Rastvorene komponente pepela na mokrim deponijama su u hidrauličnoj vezi sa podzemnim vodama, tako da predstavljaju potencijalne zagađivače vode za piće. Ovi sastojci povećavaju koncentraciju soli. To su: rastvorene materije, kalcijum, magnezijum, sulfati. Poneka od ovih komponenti može da se javi u količinama većim od maksimalno dozvoljenih. Poneke od njih, kao na primer: živa, arsen, olovo, barijum, selen i hrom, ako podzemnim putem stignu u vodu za piće, mogu da budu vrlo opasne, jer su otrovi za ljudski organizam.

Velika pepelišta i šljakišta opterećuju težinom zemljište, pa se na ovaj način može podići i nivo podzemnih voda, a one mogu da izbiju na površinu. To izaziva nove probleme.

c — Tečne zagađujuće materije su uglavnom otpadne vode. Ako je to voda koja se koristi za rashlađivanje uređaja, ona je istovremeno i toplotni zagađivač. Zagrevane otpadne vode, podižu temperaturu u recipijentu (reci) i do 10°C. U letnjim mesecima ovo je veoma rizično za akvatični svet.

Otpadne vode mogu biti hemijski zagađene, uljem zaprljane ili sa rast-

vorenim zagađivačima u njoj. Sve se te vode izlivaju u reke. Osim otpadnih voda, mulj iz reaktora, takođe, dospeva u recipijente doprinoseći njihovom još većem zagađivanju.

Mazut kao tečno gorivo veoma zagađuje životnu sredinu. Po značaju je odmah posle uglja, a koristi se za kotlove i termoelektrane. Njegovo negativno dejstvo ogleda se u tome što veći deo sumpora pri preradi sirove nafte ostaje u mazutu, pa pri sagorevanju uslovljava povećanje koncentracije sumpordioksida u dimnim gasovima koji odlaze u atmosferu. Sagorevanjem 1 tone tečnog goriva razvija se oko 13000 m³ otpadnih gasova.

Količine sagorenog mazuta u termoelektranama se povećavaju, pa tako doprinose većem zagađenju atmosfere na globalnom nivou. Osamdesetih godina u japanskim termoelektranama 60% od ukupne elektroenergije je bilo na bazi mazuta. Pri sagorevanju mazuta, ili kako se popularno naziva lož ulje, oslobađa se mnogo materija koje zagađuju sredinu od kojih se posebno ističu: lebedći koks, prašina, pepeo, čađ, ugljendioksid, ugljovodonici, nesagorive komponente, sumporovi i azotovi oksidi i drugo. Od tečnih otpadnih materijala ima dosta mazivih ulja sa rashladnih uređaja i drugih otpadnih voda.

Osim nabrojanih zagađivača, treba istaći i

d — zvučne uticaje od buke pri radu opreme i transportne mehanizacije.

e — Estetska degradacija se ogleda u ruiniranim i ogolelim pejzažima i ružnim deponijama otpadaka.

Štete nanete životnoj sredini, mogu se klasifikovati na isti način kao i štete prilikom proizvodnje primarne energije na:

— ekološke: negativnim uticajem na biocenozu, na ljudsko zdravlje,

na klimu prostora, režim podzemnih i površinskih voda, naročito njihov kvalitet,

— ekonomske: štetama nanetim usevima, šumskom fondu, biocenozu u rekama i jezerima, štete od korozije i drugih oštećenja materijalnih dobara i slično,

— estetske: narušavanjem pejzažnih vrednosti prostora, ogoljavanjem vegetacijskog pokrivača, promenom reljefa, gomilama pepelišta i šljaka i slično.

Međutim, kako je potreba za primarnom energijom sve veća, a njeni izvori ograničeni, to se pribegava preradi prirodnih resursa u cilju dobijanja nekih vrsta više kalorijske vrednosti.

8. NEGATIVNI UTICAJI EKSPLOATACIJE I KORIŠĆENJA ENERGIJE IZ ULJNIH ŠKRILJACA

Čitava oblast i predeo gde se vrši eksploatacija i korišćenje škriljaca, predstavlja izrazito zagađenu zonu.

Osnovni izvori zagađenja su:

- termoelektrane,
- pogoni za termičku obradu škriljaca i
- otvorena skladišta.

Uljni škriljci se prerađuju na jedan od dva načina:

1. direktnim sagorevanjem u ložištima kotlova i
2. dobijanjem tečnih i gasovitih proizvoda visokog kvaliteta raznim termičkim postupcima.

Oba postupka, kao i na skladištu, prate zagađivači:

- leteći pepeo,
- čestice nesagorivog uljnog škriljca,
- azotni oksid,
- oksid sumpora,
- ugljenikov oksid,
- ispuštena otpadna toplotna energija koja utiče na promenu klime prostora,

— otpadne vode u kojima ima fenola, amonijaka, cijanida i sulfata i prašine od pepelišta i šljakara koje zagađuju vazduh, vodu i zemljište i koja mogu da prodru i do podzemnih voda.

Uljni škrljci stvaraju visokotoksične pare. Njihov ekonomski efekat je vrlo mali u poređenju sa štetom.

Slična je situacija i sa proizvodnjom nafte iz bituminoznog peska: za 160 litara nafte, potrebno je 2000 kgr., sirovine (prema Rifkinu J.)

9. NEGATIVAN UTICAJ PROIZVODNJE VEŠTAČKIH GORIVA

Kako se zalihe nafte smanjuju, kako na globalnom tako i na nacionalnom nivou pribegava se iznalaženju drugih vidova energije. Jedan od takvih načina su i takozvana „veštačka“ ili „sintetička“ goriva. Međutim, to nisu veštačka goriva, jer se dobijaju preradom prirodnih. Jedan od takvih postupaka je dobijanje tečnog goriva iz čvrstog uglja.

Na današnjem nivou tehnologije, (J. Rifkin 1986), takav postupak još uvek nije racionalan. Da bi se dobilo od 470 do 640 litara nafte potrebno je da se potroši više od 1 tone uglja. Osim toga, za proces rafinisanja troši se velika količina energije, a za proces proizvodnje neophodne su velike količine vode za svaku fazu. To znači da je za dobijanje nafte na ovaj način potrebno žrtvovati dosta od kvaliteta životne sredine:

- trošenje velikih količina uglja za preradu,
- trošenje velike količine energije za proizvodni proces,
- trošenje i zagađivanje velikih količina vode,
- trošenje materijala i energije za izgradnju velikog broja infrastrukturnih objekata,
- zaposedanje i degradiranje zemljišta,

— zagađivanje vazduha, posebno ugljenikovim i sumporovim oksidima,

— doprinos povećanju ukupne temperature u biosferi.

Osim toga, proizvodnja je neracionalna jer je za 100 000 l. nafte potrebno da se preradi 250 tona uglja.

Posebnu opasnost predstavlja proizvodnja velikih količina ugljen-dioksida čije oslobađanje može da ima veoma negativne posledice na klimatske uslove. Veštačka goriva dva puta više proizvode ovoga gasa nego prirodna goriva, ili tačnije:

- 1,4 puta više nego ugalj,
- 1,7 puta više nego nafta,
- 2,3 puta više nego zemni gas.

10. NEGATIVAN ODRAZ KORIŠĆENJA SEKUNDARNE ENERGIJE

Sekundarna energija danas ima veliku upotrebu. Bez nje, praktično ne bi mogao da se zamisli život, posebno u gradovima. Ona se danas koristi u mnoge svrhe:

- za zagrevanje prostora,
- u domaćinstvima,
- u transportu i saobraćaju,
- u industriji,
- u poljoprivredi.

Njenom primenom javljaju se brojni zagađivači vazduha, vode i zemljišta. Vazduh zagađuju: tipični i specifični zagađivači, vode zagađuju ogromne količine otpadnih voda mnogobrojnih naselja i industrijskih pogona (što je sve povezano sa korišćenjem energije), a zemljište zakrčuju mnogobrojni, raznovrsni i u velikim količinama razni komunalni industrijski otpaci.

Transport sekundarne energije — postavljanje i izgradnja dalekovoda remeti kvalitet prostora, i često prekida značajne ljudske delatnosti (poljoprivredu), doprinosi uništavanju vegetacije (šuma, voćnjaka useva).

11. NEGATIVAN UTICAJ PROIZVODNJE NUKLEARNE ENERGIJE

Nuklearna energija dobijena u nuklearnim postrojenjima rešava mnoge civilizacijske probleme. Ona omogućava još veći civilizacijski materijalni rast i napredak društva.

Prema izveštaju Međunarodne agencije za atomsku energiju za 1984. godinu, do kraja 1984. godine, u 26 zemalja sveta u pogonu je bilo 345 reaktora za proizvodnju nuklearne energije. U njima se od ukupne količine električne energije u svetu proizvede 13%.

Iako su mogućnosti, na ovaj način dobijanja energije veoma velike, postoji i druga strana problema. Proizvodnja i korišćenje nuklearne energije nosi i velike opasnosti, a najveća je radioaktivno zračenje.

To znači da je najveći negativni efekat kod korišćenja nuklearne energije na kvalitet životne sredine radijacija.

Radioaktivnost može da se javi praktično u svim procesima koji, se primenjuju u tehnologiji dobijanja energije:

- 1) prilikom eksploatacije rude urana u rudnicima i postrojenjima za preradu rude,
- 2) na deponijama jalovine,
- 3) u procesu obogaćivanja rude,
- 4) pri proizvodnji goriva,
- 5) u reaktorskom krugu pri proizvodnji nuklearne energije,
- 6) pri regeneraciji uranijuma i dobijanju plutonijuma,
- 7) na deponijama ozračenog goriva,
- 8) pri deponovanju nuklearnih otpadaka i
- 9) pri transportu koji povezuje sve pomenute faze. (Paterson V 1984)

U svim ovim fazama, prvenstveno su ugroženi ljudi koji rade na

takvim mestima, a zatim ostali iz okoline; pa najzad i oni na većim razdaljinama do kojih, posle udesa može da stigne radijacija.

Osim nabrojanog, opasnost leži u mogućnosti vojnog napada kada bi neka od nuklearnih centrala ili veći broj njih mogao da bude oštećen, te da radijacija nekontrolisano izađe u biosferu. To isto može da se desi i u slučaju sabotaže ili incidenta izazvanog nekim manijačkim postupkom. Prirodne katastrofe, velike poplave ili zemljotresi takođe nose sobom veliki rizik.

1) *Prilikom eksploatacije rude urana* u rudnicima i postrojenjima za preradu rude dolazi do neželjenih efekata, a to je uzurpacija prostora (kao i kod eksploatacije bilo koje druge rude) ali i do povećane radioaktivnosti, posebno u krugu eksploatacije.

Uranijum se u prirodi nalazi u kvarnom šljunku konglomeratnih stena i u rudi uranijuma. Uranijumova ruda se vadi iz zemlje, na površinskim ili u dubinskim kopovima, pa se prerađuje drobljenjem u pesak i izdvajanjem uranijuma. Već u procesu otkrivanja rude koja je do tada bila u stanju mirovanja olakšava se izbijanje radioaktivnog gasa radona. Njemu su posebno izloženi rudari koji rade u podzemnim kopovima, jer je radon opasniji u zatvorenom prostoru. Mnogi rudari koji rade na takvim mestima obolevaju od raka pluća. Poznati su slučajevi, počev još od 1930. godine u Nemačkoj (Joachimstal), zatim u jugozapadnom delu SAD, Kanadi, Južnoj Africi, Francuskoj...

2) *Deponije jalovine*, takođe, predstavljaju opasnost. Suva jalovina se raznosi vetrom po nastanjenom prostoru i po vegetaciji. Gomile jalovine ostaju dugo radioaktivne, čak i posle deset hiljada godina. Ona jalovina koja je u muljevitom ili tečnom stanju, koja se često deponuje na obalama reka, zagađuje reke koje

imaju uticaja na kvalitet vode za piće u naseljima nizvodno. Procenjuje se da samo u SAD ima oko 90 miliona tona jalovine čije su najveće količine u jugozapadnom delu države u donjem slivu reke Kolorado. Tako se u ovoj reci i njenim pritokama, a preko nje i u vodi za piće našla trostruko veća količina radijuma od maksimalno dozvoljene doze. Radijum je radionukleid koji prodire u kosti i opasniji je čak i od stroncijuma-90.

Peščana jalovina je u nekim zemljama korišćena kao građevinski materijal za podlogu ispod temelja mnogih zgrada. U gradu Grend Džankšnu u Koloradu, korišćena je za stambene, školske i bolničke zgrade. Stanovnici su izloženi radijaciji radona.

3) *Obogaćivanje rude urana* se obavlja posebnom tehnologijom da bi se dobio izotop koji je potreban u vojne svrhe. Zbog toga je ova tehnologija tajna. Postrojenja koja rade na ovom postupku su ogromni potrošači električne energije.

Postrojenja u Ouk Ridžu (SAD) pri punom radu troše oko 2000 megavata električne energije, što je ravno potrebama jednog osrednjeg grada, a u prostoru zauzima pola kvadratnog kilometra. Na pomolu je nova laserska i brža proizvodnja potrebnog izotopa urana.

4) *Proizvodnja goriva* se obavlja u pogonima koji imaju zadatak da obave industrijske procese u uslovima velike čistoće, jer nečistoća može da apsorbuje neutrone. Ona se obavlja na visokim temperaturama. Kompletna metalurgija plutonijuma je skopčana sa velikim opasnostima, mnogo većim od proizvodnje — obogaćivanja uranijuma. U svakoj fazi predstavlja opasnost od visoke, skoro zlokobne radioaktivnosti.

5) *U pogonu reaktorskog kruga* osim mogućnosti da radnici koji rade na postrojenjima prime određene doze jonizujućeg zračenja, postoji

mogućnost havarije, nesreće i drugih vrsta akcidenata.

Stručnjaci, naročito oni koji su poslovno uključeni u sve faze nuklearne tehnologije, preko projektovanja, do montaže i rada nuklearnih elektrana tvrde da je tehnologija dostigla savršenstvo u automatizaciji uređaja pa da su greške potpuno isključene i da se ozbiljniji udesi događaju jednom u milion godina rada reaktora.

Naučnici iz Velike Britanije, Švedske i Zapadne Nemačke (sa univerziteta iz Geteborga i Braunschvaja) su drugog mišljenja. Oni smatraju da postoji 95% verovatnoće da će se svakih 20 godina u svetu desiti po jedan udes u nuklearnim elektranama.

Takvo mišljenje potkrepljuje N. Hofmaster. On je utvrdio da 25 do 50 akcidenata ide po jednom reaktoru. A neke elektrane imaju po nekoliko reaktora. Proučavanja G. Hardina sa kalifornijskog univerziteta potvrđuju to mišljenje. Samo u pogonu reaktorskog kruga ima oko 10 operacija koje moraju ručno da se obave, što dokazuje mogućnost ljudskih grešaka i nesavršenosti automatizacije.

Radnici koji rade na nuklearnim reaktorima su izloženi širokom dijapazonu doza. Merenja na reaktorima koji rade sa vodom pod pritiskom, samo u 1979. godini, pokazala su da se kolektivne doze po gigavat-godini električne energije međusobno razlikuju i za sto puta. U proseku, većina reaktora predaje godišnje efektivne ekvivalentne doze od 10 čovek-siverta po gigavat-godini. Međutim, to ipak zavisi od toga na kojim poslovima radnici rade. Smatra se da su najviše izloženi radnici na održavanju, bez obzira na kojim poslovima rade: da li su to rutinski poslovi opsluživanja ili su to neke nepredviđene opravke. Oni primaju najveći deo kolektivne doze. U SAD to iznosi oko 70% reaktora. Za posebno „prljave“ poslove angažuju se

radnici pod ugovorom. To znači da se svesno rizikuju ljudi koji moraju tako da zarađuju. Smatra se da ovi radnici u SAD primaju polovinu od ukupne kolektivne doze. (UNEP, 1985; Paterson V. 1987)

Već je ranije rečeno da danas u svetu ima izgrađenih oko 400 nuklearnih elektrana. One su različitih tipova i koriste razne vrste tehnologije. Mnoge od njih danas rade sa zastarelim uređajima i postupcima. Njihov broj se naročito povećao posle energetske krize koja je zahvatila svet 1973. i 1974. godine. Prema podacima objavljenim u SAD 1979. godine, u pogonu je tada u čitavom svetu bila 221 centrala, a planirano je još 290. Do kraja 1985. godine, njihov broj je rastao, kada ih je ukupno bilo 341 (vidi tabelu 14). Međutim, posle mnogih, učestalih nesreća i havarija njihova dalja izgradnja u mnogim zemljama dovedena je u pitanje. Tako su predviđanja nuklearnih kapaciteta pri kraju ovog veka, tokom poslednjih godina u stalnom opadanju. Stvarno povećavanje korišćenja nuklearne energije u odnosu na predviđeno usporava se pod uticajem ekonomske recesije, mera za štednju energije, kao i zbog sve izraženijeg antinuklearnog pokreta.

U svakoj fazi nuklearnog ciklusa ispuštaju se radioaktivne supstance. Procena doza koje prima stanovništvo pri svakoj fazi ciklusa, kratkoročno ili dugoročno, veoma je teško odrediti. One zavise od mnogih faktora, počev od vrste i kapaciteta postrojenja pa do količina i vrsta raznog otpadnog materijala.

6) *Nuklearne elektrane*, odnosno reaktori u njima, su samo sastavni delovi kružnog ciklusa nuklearnog goriva, koji počinje sa kopanjem i drobljenjem uranijumove rude (pre radom u fabrikama). U fabrikama se stvaraju velike količine otpadaka koji je radioaktivan milionima godina. U daljem nastavku proizvodnje

nuklearnog goriva, posle korišćenja u nuklearnim elektranama, ožračeno gorivo se prerađuje da bi se iz njega izdvojio uranijum i plutonijum.

Svaki nuklearni reaktor godišnje proizvodi između 180 i 220 kilograma plutonijuma godišnje. Plutonijum je osnovni materijal od koga se prave atomske bombe. Prema proračunima, samo u SAD, svaki reaktor proizvodi godišnje dovoljno plutonijuma za proizvodnju i do 40 bombi. To znači za sledećih 20 godina oko 20 000 bombi će biti moguće da se napravi. (J. Rifkin)

7) Na kraju se ciklus završava *odlaganjem nuklearnog otpada*. Njihovo pravilno deponovanje je za sada tehnološki nerešivo, a njihova radioaktivnost, a time i stalna opasnost od njih, praktično, večita.

8) *Prilikom transportovanja*, posebno nuklearnog otpada može da dođe do havarija, sudara, nesreća ili „iscurivanja“ radioaktivnih supstanci. Transport povezuje praktično sve faze procesa. Prema tome, radioaktivnost materijala koji se prenosi je različitog intenziteta, jer je i različitih vrsta materijal koji se prenosi. U svakom slučaju, svaki prevoz nuklearnog materijala je veliki rizik za sredinu, naročito zbog toga što se najčešće transportuje istim putevima kojima se transportuju ljudi i druga materijalna dobra.

9) Još jedan nepovoljan aspekt, koji zagovornici njenog korišćenja predviđaju su *neizvesne količine rezervi urana*. Uran je osnovno gorivo za nuklearnu energetiku. A uran je neobnovljivi resurs. Sadašnje eksploatacione rezerve nisu izdašne, odnosno, u mnogim nalazištima rude iz koje se dobija uran, nema ga mnogo.

Sledeća nepovoljnost je ta što su *potrebne ogromne količine energije* da bi se iz te rude izdvojio uran. Takođe, da bi se napravila i montirala

velika i skupa postrojenja za, praktično kratkotrajnu upotrebu s obzirom na mogućnost iscrpljivanja rezervi. Smatra se da će rezerve urana biti iscrpene za oko 50 godina od današnjih dana. Kada se uzme u obzir da se nuklearna elektrana podiže za oko 10 do 15 godina, postavlja se pitanje da li se sve to isplati za tako kratak rok?

12. NUKLEARNI OTPAD

Nuklearnog otpada, osim iz nuklearnih elektrana, odnosno tehnološkog procesa dobijanja nuklearnog goriva i njegovog daljeg tretmana u reaktoru ima i iz drugih raznih istraživačkih, medicinskih, poljoprivrednih i drugih centara koji rade sa radio-izotopima. Osim otpada, od istrošenog goriva, kao nepotreban materijal koji se odbacuje, računa se i razne vrste opreme pomoću koje se radilo, a takođe i delovi obuće i odeće.

Nuklearni otpad može biti u dva agregatna stanja: tečnom i čvrstom. On se ne može uništiti, a ne može se nizašta upotrebiti. Njegovo deponovanje ne može da bude u potpunosti izvršeno. Količine mu se stalno uvećavaju, naročito iz tehnološkog procesa nuklearnih elektrana. Po jednom reaktoru dobija se oko 8 tona otpada godišnje. Ako danas u svetu ima oko 500 reaktora, to znači samo takvog otpada godišnje ima oko 4000 tona.

Tečni otpadni materijali se odlaze u neke podzemne rezervoare ili stara rudarska okna. To je, eventualno bolje rešenje. Međutim, najčešće to su otvorene kaljuge.

Vrlo često se dešava da iz skladišta za čuvanje otpadnih materija, dođe do njihovog probijanja u atmosferu ili do drugih nezgoda.

I Primer: u američkom atomskom spremištu u Rīclendu (država Vašington), preko 500 000 galona radioaktivnog

otpada u tečnom stanju iscurilo je iz tankova uskladištenih u spremištu.

II Primer: država Kentaki zatvorila je 1978. godine nuklearno spremište u Maksej Fletsu zbog ispuštanja radioaktivnih čestica. (Paterson V.)

Čvrsti otpaci se odlaze ili u već eksploatisana rudarska okna, ili u pećine, posebno rađene rezervoare ili se zakopavaju u zemlju prethodno spakovani u olovnu burad.

Izvesno vreme se verovalo da je deponovanje u terenima sa solju efikasno, ali se od te ideje odustalo, jer je so higroskopna. Stalno se traži za nepristupačnim terenima gde bi se otpaci lagerovali.

III Primer: u meksičkoj pustinji, na granici prema SAD zakopana su burad sa nuklearnim smećem koje je ostatak iz američkih laboratorija.

Mnoge zemlje takav otpad odvoze na pučinu mora i okeana i tamo ih krišom izbacuju. A neke razvijene zemlje Evrope (Velika Britanija, Holandija, Švajcarska i Belgija), ostavljaju ga na „ničijoj zemlji“, odnosno bacaju ga u vodu Atlantskog okeana. Naučno je dokazano da je zbog toga porasla radioaktivnost Atlantika i da se talasima radioaktivnost raznosi dalje. Zbog toga su u Španiji fauna i flora oštećene. Koliko su zbog toga mnoge obale i mnoga ostrva kontaminirana, teško je utvrditi.

IV Primer: R. Junk u svojoj knjizi „Atomska država“ beleži slučaj koji se desio u SSSR-u. Jednom prilikom kada se tragalo za novim nalazištima urana na Uralu, instrumenti su pokazali da su u blizini radioaktivnih materija. Međutim, radioaktivnost je dolazila od jedne skrivene deponije otpada koji su bili na udalje-

nosti od 40 km od mesta gde su se nalazili instrumenti.

V Primer: U vodama Pacifika, na obalama Čilea, Perua i Ekvadora, početkom 1983. godine, utvrđen je zabrinjavajuće visok stepen radioaktivnog zračenja. Veruje se da do ovog dolazi iz dva razloga: zbog zračenja iz tajnih depozita atomskog otpada od nuklearnih centrala, bačenog u okean i zbog periodičnih eksplozija atomskog oružja, koje obavlja Francuska na atolu Mururoa. (Paterson V.)

U SAD u toku 30 godina korišćenja nuklearne energije, stvorilo se već sada oko 10 hiljada tona otpadaka. Procenjuje se da će se do 2000. godine njihova količina povećati na 50 000 tona. Dosadašnji način njihovog pakovanja u olovnu burad i odnošenje u okean, prema međunarodnom ugovoru je zabranjeno. Određivanje prostora za njihovo deponovanje (takozvano „nuklearno groblje“) naišlo je na veliki otpor stanovnika država Teksas, Nevade i Vašington, koje su predložene kao potencijalne lokacije. Bez obzira gde su otpaci odloženi, ako nisu po propisu spakovani, njihova radioaktivnost može da se oseti i na većim rastojanjima, ali su ipak najugroženija mesta u neposrednoj blizini.

U našoj zemlji takođe ne postoje tačno utvrđena mesta za deponovanje nuklearnog otpada iz nuklearne elektrane Krško, kao i drugog radioaktivnog otpada iz raznih instituta, zavoda, medicinskih i drugih centara.

Dž. Rifkin u svojoj knjizi „Posustajanje budućnosti“ kaže:

„Čak ako bi se atomska industrija ustalila na ovom nivou razvoja, bilo bi potrebno pronaći lokacije za zakopavanje otpada dve ili tri godine, sve do završetka ovog veka, da bi se smestio sav nakupljeni radioaktivni otpad. To bi, zauzvrat, zahtevalo poželjno merenje količine radioaktivne zagađenosti i kod naoružanih stra-

žara koji bi danonoćno čuvali svaku takvu lokaciju u sledećih 250 000 godina, da bi se osiguralo sprečavanje propuštanja radijacije u biosferu: to je, naime, prosečno vreme potrebno da neke vrste radioaktivnog otpada postanu bezopasne.“

13. TERMIČKO ZAGAĐENJE

Za hlađenje uređaja u nuklearnim elektranama, koriste se ogromne količine vode iz reka. Zagrejana voda se vraća u reke, povećavajući temperaturu vode istovremeno uništavajući akvatični svet. Za naselja koja se nalaze nizvodno od elektrane a snabdevaju se vodozahvatom iz reka, remeti se kvalitet.

Osim zagrevanja vode, zagreva se i delimično atmosfera u okolini.

Energija koja se dobija u reaktorima je velika, naročito u onim reaktorima u kojima je omogućeno da se lančana reakcija odvija dovoljno brzo. Energija koja se dobija razbijanjem jezgra uranijuma-235 i plutonijuma-239 zagreva celu konstrukciju reaktora. Ako bi se omogućila potpuna fisija svih jezgara samo od 1 kg., uranijuma-235 dobila bi se energija od oko 24 miliona kilovat-časova. Zbog toga gorivo u reaktoru mora biti raspoređeno tako da se toplota oslobađa postepeno.

Količina oslobođene toplote po jedinici zapremine jezgra reaktora zove se gustina energije. Ona može dostići veličinu od nekoliko stotina kilovata toplote po litru.

Tako velika toplota mora da se odstrani da ne bi istopila konstrukciju. To se obavlja pumpanjem gasova ili tečnosti koji imaju moć da apsorbuju toplotu iz jezgra. To mogu biti: vazduh, ugljen-dioksid, helijum, a od tečnosti voda ili istopljeni metal.

Ako je rashladni sistem otvoren, on tada propušta običan vazduh ili vodu direktno kroz jezgro i vraća ih u atmosferu ili reku. Međutim, da-

nas se ta energija koristi najčešće bez rasipanja.

14. NUKLEARNI AKCIDENTI

Velike doze radioaktivnosti u životnoj sredini su moguće kod namernog ispuštanja prilikom atomskih proba oružja i nenamerno kod nepredviđenih havarija u nuklearnim postrojenjima. Havarije i nesreće su praktično bile stalni pratioci nuklearne tehnologije. Međutim, najčešće se dešavalo da su sve nezgode čuvane kao najveće tajne. U nastavku, hronološki, prema podacima iz literature biće opisane neke od sadašnjih havarija i nesreća u nuklearnim reaktorima.

- I 1952. godine, desila se prva reaktorska nesreća u jednom od prvih kanadskih reaktora u Čok Riveru. Do greške je došlo nepažnjom, pogrešnim rukovanjem, pa je izazvana ubrzana lančana reakcija. Ona je dovela do topljenja uranijumskog goriva i aluminijske obloge i njihovog reagovanja sa vodom i parom. Skok temperature i pritiska, hemijske reakcije i eksplozije, u velikoj meri su oštetili jezgro reaktora i rasuli radioaktivnost u svim pravcima. Međutim, sreća je u tome što su mere bezbednosti bile efikasne.
- II 1957. godine, došlo je do požara u britanskom reaktoru Vindlskejl. Tom prilikom oslobođen je ogromni oblak radioizotopa iz istopljenog goriva. Najopasniji među njima bio je jod-131, koji ima kratak poluživot, visoku aktivnost i osobinu da se taloži u ljudskom organizmu, u štitnoj žlezdi. Već tada se znalo da se njime može kontaminirati mleko dobijeno od krava koje su pasle travu po ko-

joj je pao ovaj izotop, a to je površina veća od 500 kvadratnih kilometara. Tada je bačeno oko 2 miliona litara kontaminiranog mleka.

- III 1957—58. godine došlo je do nuklearnog udesa u SSSR u atomskoj centrali Čilibinska, južno od Urala. Došlo je do eksplozije. Međutim, SSSR nije potvrdio ovu vest. Težnja za prikrivanjem nesrećnih slučajeva u atomskim centralama je manir praktično svih zemalja koje imaju nuklearne centrale.

- IV 1961. godine desila se prva veća američka nesreća u vojnom postrojenju u Ajdahu sa nekoliko ljudskih žrtava. Do nesreće je došlo zbog nemara zaposlenih, a posledice su bile katastrofalne: jezgro je trenutno bilo superkritično i gorivo se spržilo, a eksplozija pare je udarila na krovnu konstrukciju.

- V 1966. godine u postrojenju Enriko Fermi, južno od Detroita došlo je do havarije koja je mogla da dovede do „kineskog sindroma“, međutim srećnim sticajem okolnosti nije došlo do toga, a ni do širenja radioaktivnosti van postrojenja, bar ne u velikoj meri.

- VI 1967. godine na postrojenju u Selfildu (Velika Britanija) došlo je do kvara i povećane radioaktivnosti u okolini. I ovom prilikom došlo je do kontaminacije mleka na obližnjim farmama.

- VII 1969. godine prvi švajcarski nuklearni reaktor Lucens bio je sagrađen u jednoj pećini pod bregom. Međutim došlo je do havarije pre nego što je počeo sa radom. Dekontaminacija pećine bila je dugo-

trajna. Danas je ona deponija radioaktivnog otpada.

- VIII 1970. godine zabeležena je nesreća u Dakoti-Alabama. U reaktorskom krugu došlo je do nesreće kada je zbog nepažnje izbio požar. On je brzo intervencijom ugašen.

- IX 1974. godine nepotvrđena vest od SSSR-a da se u nuklearnoj centrali „Ševčenko“ desila havarija koja je izazvala radioaktivnost.

- X 1974. godine došlo je do kvara i u nemačkom „brzoploдном“ reaktoru u nuklearnom istraživačkom centru Karlsruhe i oslobađanju radioaktivnog argona koji se pomešao sa natrijumom za rashlađivanje. Argon treba da odvaja izuzetno agresivni natrijum od samog reaktora. Zbog kvara nastali su gasni mehuri argona koji su zaustavili proticanje neutrona i time umanjili delovanje reaktora, pri čemu se reaktor automatski isključio.

- XI 1976. godine ponovo kvar u Selfildu, kada se utvrdilo da su kontaminirane plaže. Istovremeno je utvrđeno da je broj obolele dece od leukemije i tumora na mozgu u ovoj oblasti u odnosu na druge veći. Osim pomenutih havarija u ovoj elektrani, bilo je kvarova i 1973. godine i kasnije.

- XII 1976. godine u američkom gradu Ričlendu u državi Vašington u nuklearnoj elektrani Hanford, došlo je do eksplozije u uređaju za proizvodnju americijuma. To je radioaktivni proizvod nuklearne fisije i upotrebljava se kao radioaktivni izvor u industriji.

- XIII 1979. godine desila se jedna od prvih nesreća velikih raz-

mera u SAD u Pensilvaniji kod Harisburga u nuklearnoj elektrani nazvanoj „Ostrvo tri milje“. Došlo je do kvara nekoliko pumpi za napajanje vodom a to je smanjilo protok vode. Sticajem okolnosti došlo je do topljenja šipki sa nuklearnim gorivom, otpuštanja radioaktivnog kriptona-85. Radioaktivnim materijama zagadio se prostor oko reaktora i reka Senando (Suskehana) koja je veličine naše Save. Evakuirano je stanovništvo u krugu oko pet milja (osam kilometara).

Međutim, iako je unela nemir praktično u sve zemlje orijentisane na nuklearni program, nepoznat je uticaj ove nesreće na udaljena područja iz jednostavnog razloga što se tada još nije ispitivala radioaktivnost.

U sklopu ovog akcidenta zabeležen je čudan fenomen koji potvrđuje izuzetnu osetljivost životinja. Reč je o kravama sa obližnjih farmi. Dva dana posle udesa bile su veoma razdražljive. Vođene nekim instinktom one su se po-redale uz ograde farmi sa upravljenim pogledom prema jugu u pravcu elektrane.

Ova nesreća je naterala na razmišljanje da li se nuklearna energija isplati. U to vreme mnoge zemlje su, pa i Amerika, odustale ili stopirale izgradnju nekih centrala. U Kaliforniji je zatvoreno pet pogona zbog lošeg obezbeđenja od zemljotresa, i privremeno nuklearna centrala „Rančo Seko“ blizu grada Sakramenta. Uznemirenost se prenela na mnoge elektrane širom sveta koje su rađene po istom sistemu kao „Ostrvo tri milje“: u Aziji (Japanu) u Evropi (Barcelona, Beč,

Brisel, Pariz). Od 38 centrala koje rade na vodni pritisak, 27 ih je imalo havarije.

XIV 1981. godine u nekoliko mahova došlo je do ispuštanja radioaktivnih materija iz nuklearne centrale u Curugi u Japanu. Koncentracija radioaktivnih supstanci bila je do deset puta veća od uobičajene. Najveći incident desio se u martu mesecu jer su radnici koji rukuju postrojenjem tri sata držali otvoren rezervoar za skladištenje visokoradioaktivne tečnosti. Pri tome je u okolini isteklo oko 40 tona. Tom prilikom ozračeno je 278 ljudi.

XV 1982. godine u Ročesteru, u državi Njujork, na obali jezera Ontario, došlo je do udesa u nuklearnoj centrali „Robert Gine“. Tada je jedna od 3000 cevi unutar jednog od dva parna generatora napukla i pod snažnim pritiskom počela da ispušta radioaktivnu vodu prvog stepena u drugostepeni sistem (onaj koji pokreće turbine). Pritisak se povećao za 1/3, tako da su ventili automatski izbacivali deo vode u izolovani prostor u kome se nalazi reaktor. Povećana količina pare bila je vidljiva i spolja. Međutim, zvanično je bilo saopšteno da radijacija ne prelazi dozvoljene nivoe. Da li i te „dozvoljene nivoe“ treba staviti pod sumnju i zbog njihove verodostojnosti a i zbog određivanja granica koje se često menjaju. Međutim, sigurno je da je jednom rasute radioaktivne čestice teško kasnije pratiti u njihovom kretanju. Mnoge završe u organizmima biljaka, životinja i ljudi.

Posle ovog udesa u SAD je zatvoren veći broj nuklear-

nih centrala: u državi Vermont, u Virdžiniji, Floridi, Kaliforniji.

XVI 1986. godine u nuklearnim postrojenjima u Selfildu u Engleskoj došlo je do izlivanja radioaktivnog plutonijuma u obliku oblaka sive pare koja je procurela iz jedne neispravne pumpe. Saopšteno je da je količina izlivenog radioaktivnog materijala dovoljna da ugrozi zdravlje oko 10 000 ljudi. Interesantno je da je ovo bio već peti incident u ovoj centrali.

XVII 1986. godine, došlo je do incidenta u Vebers Fejlsu u Oklahomi u postrojenjima za preradu uranijuma. Tada je eksplodirao rezervoar napunjen radioaktivnim gasom.

XVIII Godine 1986. došlo je do incidenta u nemačkoj nuklearnoj centrali u Hanu.

XIX A do sada najviši svetski incident dogodio se 1986. godine u SSSR u Černobilju. U nuklearnoj centrali „Lenjin“ u Černobilju zbog nemarnosti i dotrajalosti uređaja došlo je do naglog oticanja vode iz sistema hlađenja. Uranijumsko gorivo sa temperaturom do oko 600°C stvara paru koja pokreće turbine za proizvodnju električne energije, ovoga puta otkazao je sistem za hlađenje temperatura je skočila na 3000°C. Od tako velike toplote istopio se omotač od cirkonijuma oko goriva. Voda iz turbina došla je u kontakt sa radioaktivnim materijalom. Pregrejana para je reagovala sa grafitom, uranijumom i cirkonijumom stvarajući eksploziju. Grafitne opeke koje se nalaze oko goriva su se zapalile, i količina od oko 1700 tona opeka je počela da gori. Njih je bilo skoro nemoguće ugastiti: ga-

šenje vodom nije dolazilo u obzir, jer bi sa grafitom došlo do stvaranja zapaljivog ugljenmonoksida. Vatra je donekle neutralisana velikim količinama peska i zemlje sa olovom i borom. Olovo i bor su elementi koji ograničavaju neutronske radijacije. Materijal za gašenje dovožen je i bacan iz helikoptera jer nije postojala druga mogućnost pristupa. Zbog loše izolacije omotača (nije bio urađen od neprobojnog betona) tone radioaktivnog materijala su danima odlazile u atmosferu. Vazдушnim strujanjem nošene su prvo na sever, te su tako zemlje: Poljska, Švedska, Norveška i Danska bile ugrožene, a zatim prema jugu čime su bile ugrožene zemlje srednje Evrope, Balkansko poluostrvo, Italija i južna Francuska.

Mnogi radionukleidi su se rasuli po svim nabrojanim zemljama uključujući i SSSR. Njihove količine prelazile su 100 do 10 000 puta veće vrednosti od dozvoljenih. Ovo je obelodanjenjeno godinu dana posle udesa. Kiše koje su neposredno posle udesa pale, nanosile su veliku količinu radionukleida, koji su dospeli u mnoge useve.

Prema izveštaju istražnog odseka američkog kongresa, u periodu od 1971. do 1984. godine, samo u 14 zemalja došlo je do 151 incidenta u nuklearnim centralama. U svim tim slučajevima bezbednost je bila dovedena u pitanje. Od anketiranih 56 zemalja, utvrđeno je da 44 od njih nemaju sve mere bezbednosti niti mogućnosti da na najefikasniji način spreče radiološku katastrofu.

Još uvek je nedovoljno ispitano koji stepen radijacije nije štetan za ljudsko zdravlje i kakav je efekat dužeg izlaganja niskom zračenju. Iako u prirodi postoje brojni izvori kosmičkog i drugog zračenja, sigurno

no je da veštački izvori podižu nivo ukupne radioaktivnosti, za koju se ne može dokazati da nije škodljiva.

Smatra se da će postojanje 2000 reaktora na Zemlji do 2000. godine, povećati radijaciju od 4–5%, pod uslovom da ne bude havarija. Znači njihovim normalnim radom, a sva-ka havarija je dodatak na sve to. Sasvim je sigurno da apsolutno bezbedni reaktori ne postoje.

15. POSLEDICE RADIOAKTIVNOSTI NA LJUDSKO ZDRAVLJE

U prirodi postoji određeno radioaktivno zračenje. Njegov izvor je Sunce, kosmos ili minerali u zemlji u kojima je radioaktivnost fiksirana. Ljudski organizam praktično nikad ne dolazi u direktan dodir sa njim. Samo neke malobrojne radioaktivne materije mogu se naći i u svetu živih bića. Takav je, na primer, kalijum 40.

Prirodno zračenje je stalno i veoma slabo. Ljudski biološki mehanizam se, u svojoj evoluciji postepeno prilagođavao ovom zračenju. Zračenje dolazi spolja i retko prodire kroz kožu u organizam. Ukoliko je i apsorbovano u telu, ono odatle naknadno više ne zrači.

Prirodno zračenje se nikada ne sakuplja u telu, ne prodire u kosti, štitnu žlezdu ili druge meke delove tela.

Štetno dejstvo ultrakratkih talasa (dužina talasa od dela milimetra do 10 m) se ispoljava u funkcionalnim promenama nervnog, kardiovaskularnog i endokrinog sistema.

Uticao direktnog sunčevog — ultravioletnog zračenja (usled smanjenja ozonskog sloja atmosfere) utiče i na dobijanje raka kože, holinestereaze i umanjenja broja leukocita u krvi. Dolazi takođe do promena hipofize, kore nadbubrežne žlezde, endokrinog i kardiovaskularnog sistema i drugih.

Na razne načine, veštački izazvano radioaktivno zračenje, sastoji se

od radioaktivnih atoma koji zrače rasuti u prostoru. U životnoj sredini ima znatan broj oslobođenih radionukleida i njihov broj je u stalnom porastu.

Radijacija je potencijalno štetna za čoveka, odnosno za njegovo zdravlje, iako može da bude korisna za neke druge svrhe: u medicini, naučnim istraživanjima, industriji, za dobijanje električne struje i drugo. Pod radijacijom se obično podrazumeva jonizujuće zračenje koje je opasno po živi svet. Njemu se stanovništvo izlaže na različite načine i u raznim situacijama.

Radioaktivna materija može da proдре u organizam pa tako i sama postaje izvor zračenja u telu odakle se nastavlja zračenje. To zračenje u organizmu može postepeno da dostigne više stotina, a preko lanca ishrane čak i nekoliko miliona puta veću vrednost od prvobitno spolja izmerene, ukoliko se nastavi radioaktivno zagađivanje okoline.

Na primer, radioaktivnost ispuštena iz reaktora širi se preko vazduha, oblaka, kiša i tla. Ona se sastoji isključivo iz delića materije koja zrači. To znači od samih izvora zračenja. Na taj način ovakva radioaktivnost je, po svom delovanju drugačija i opasnija od prirodne, čak ako su im početne izmerene vrednosti iste.

Važna je brzina kojom radioaktivnost nestaje. Ona je za različite radioaktivne materije-izotope različita.

Na primer: vreme poluraspada kod joda 131 iznosi 8 dana, a tek za 10 nedelja opada na hiljaditi deo početne doze. Vreme poluraspada kod joda 129 iznosi 15 miliona godina. Oba izotopa se raspadaju u stabilni zemni gas.

Slaba zračenja: beta i alfa ne prodiru kroz kožu, čak ni kroz list papira, pa se uobičajenim mernim instrumentima ne mogu ni registrovati. Međutim ako takva radioaktivna materija (na primer radioaktivni vo-

donik, takozvani tricijum slabog beta zračenja, ili stroncijum 90), proдре u organizam i ugradi se u ćeliju koja se deli, ona može da dovede do genetskih promena. Zbog toga je moguće da se u organizmu akumuliraju radioaktivne materije sa slabim zračenjem ali sa dugogodišnjim delovanjem na naslednu materiju i rast kancerogenih ćelija. A sve ovo čak nije moguće spolja utvrditi mernim instrumentima.

To znači da radioaktivne materije slabog zračenja nisu opasne u spoljnoj sredini, jer ne prodiru kroz kožu, ali unete u organizam imaju isto negativno dejstvo na ćelije kao i drugi veći izvori zračenja.

Nisko zračenje utiče na organizam jer u DNK uništava molekule, što otvara put virusima.

D. Kanazir iznosi podatak da danas ima oko 100 tona plutonijuma u obliku radona (gasa). Višegodišnja istraživanja u molekularnoj genetici pokazuju da i male doze internog zračenja (unetih u organizam radioaktivnih čestica) izazivaju mutacije, odnosno trajna oštećenja genetskog materijala svake žive ćelije. Prema D. Kanaziru:

„...dovoljna je samo jedna dezintegracija (raspadanje) radioaktivnog vodonika ili ugljenika ugrađenog u naslednu materiju (DNK) — virusa, bakterije ili ćelije čoveka, pa da izazove nastajanje mutacija koje se mogu eksprimirati. Mutacije u naslednoj materiji polnih ćelija, posle 2 ili 30 generacija (60 do 900 godina) posle nas. To su recesivne mutacije. Somatske mutacije koje nastaju u raznim ćelijama: krvi, creva, pluća, mozga... Mogu se eksprimirati tek posle 10—30 godina. One najčešće dovode do pojave raka.”

Među nekim stručnjacima (fizičarima, inženjerima i lekarima) postoji mišljenje da male doze zračenja i hemijskih mutanata nisu štetne i da im se čovek može prilagoditi. Međutim, podaci iz molekularne genetike (prema D. Kanaziru) opominju da je kapacitet prilagođavanja promenama u životnoj sredini genetski

determinisan i da se štetne mutacije u toku života stalno nagomilavaju u somatskim (telesnim) i germinativnim (za razmnožavanje) ćelijama čoveka. To znači, da sa genetskog stanovišta nema dopustivih doza zračenja niti koncentracija hemijskih mutagena. Zbog toga su i posledice na čovekovu budućnost nesaagledive.

Međutim, radioaktivne čestice mogu u organizam da stignu i posredno putem kontaminirane hrane ili vode. Ove čestice se interaguju sa vodom produkujući jonizovane oblike kiseonika. Ovi joni bivaju apsorbovani u ćelijski zid. Elektrostatičko polje naelektrisanog kiseonika deluje direktno na molekule ćelija DNK. Na ovaj način nasledna materija (koja u svojoj strukturi sadrži genetički kod, koji prenosi informacije za građenje novih ćelija) biva oštećena, a može da dođe i do formiranja ćelija na drugi način (što opet može da predstavlja početak raka).

Od ovakog niskog zračenja ne postoji akutna opasnost dobijanja opekotina ili promena krvne slike. Međutim opasnost je dugoročnog karaktera, jer oštećuje imunološki sistem, stvara predispoziciju za rak, leukemiju i genetska oštećenja. Ako opasnost nije trenutna, ona ipak kroz nekoliko godina može dovesti do raka, a u trudnoći može u osetljivom embrionu prouzrokovati greške u formiranju ili dovesti do pobačaja ili preranog rođenja.

Celokupno zračenje koje ljudski organizam prima, akumulira se. Radioaktivne materije su se nataložile spolja na biljkama i preko pašnjaka i ishrane stoke, stižu u ljudski organizam. Putem fotosinteze i drugih procesa rasta one mogu biti ugrađene i u biljke pa se radioaktivno zračenje nastavlja.

Predmeti nemaju razmenu materije te tako sa njih radioaktivna prašina može da se mehanički skine ili spere. A živi svet koji vrši razmenu

materije može delić radioaktivne materije da ugradi u svoj organizam, čime i on postaje radioaktivan i putem te razmene radioaktivnost može da dostigne veoma velike koncentracije.

Posle havarija postrojenja u nuklearnim elektranama, posle eksplozija nuklearnih bombi, posle nepropisnog rukovanja i upotrebe nekog radioaktivnog materijala, na primer nuklearnog otpada ili opreme i odeće, može da nastane jonizujuće zračenje. Ono je veoma opasno po ljudsko zdravlje, može da prouzrokuje radijacionu bolest a pod određenim okolnostima može da nastupi i smrt.

Postoje dva tipa radijacione bolesti:

- a) akutna i
- b) hronična

a) *Akutna radijaciona bolest* nastaje kao posledica trenutnog ozračavanja organizma izloženog većim dozama zračenja.

b) *Hronična radijaciona bolest* nastaje kao posledica dugotrajnijeg izlaganja manjim dozama zračenja. Ona nastaje u svakodnevnoj primeni nuklearne energije, materijala i instrumenata u medicini, poljoprivredi, industriji, istraživačkim centrima i institutima. Ljudski organizam može biti oštećen na jedan od dva načina:

- 1) putem spoljnog ozračavanja i
- 2) unutrašnjom kontaminacijom

1) Do spoljašnjeg ozračavanja dolazi u blizini radioaktivnog izvora kada je organizam direktno izložen. Ono se u nekim slučajevima (na primer na radnom mestu) može da spreči zaštitnim paravanima, udaljavanjem od mesta zračenja, upotrebom ličnih zaštitnih sredstava. Međutim, najvažnija je brzina preduzimanja preventivnih i zaštitnih mera.

2) Unutrašnja kontaminacija nastaje prodiranjem ili unošenjem radioaktivnih materija u organizam: preko hrane i vode — organizma za va-

renje, udisanjem ili apsorbovanjem preko kože. Ovako uneti radioaktivni materijali u organizam, talože se u organima i tkivima:

- radioaktivni jod u štitnoj žlezdi,
- fosfor u jetri,
- stroncijum u kostima,
- radijum i uranijum u kostima i bubrezima,
- kobalt u jetri i koštanoj srži,
- neki radioaktivni izotopi talože se u mozgu i srčanom mišiću.

U organizmu, oni se različito ponašaju i ne ostaju u njemu podjednako dugo:

- neki se izlučuju ili raspadaju za nekoliko časova ili dana,
- neki ostaju godinama ili decenijama ozračujući okolno tkivo alfa i beta česticama i gama zracima.

Unutrašnja kontaminacija radioaktivnim materijalima je veliki medicinski problem kod preventive, dijagnostike i lečenja.

Radijaciona bolest se različito manifestuje zavisno od vrste izvora zračenja i načina ozračenja:

— na koži mogu da se jave različite promene: od radijacionih opekotina do raka,

— menja se krvna slika: smanjuje se broj belih i crvenih krvnih zrnaca kao i krvnih pločica (trombocita),

— u koštanoj srži se smanjuje broj matičnih ćelija koje proizvode krvna zrnca,

— ponekad, posle dužeg vremenskog razdoblja, javlja se leukemija, (u blizinama nuklearnih elektrana i postrojenja za sklapanje atomskih bombi) i to najviše kod stanovnika dečijeg uzrasta (do 10 godina),

— zamućenje očnih sočiva (katarakta) može da se javi kao posledica izlaganju takozvanim tvrdim iks i gama zracima,

— u organima za razmnožavanje može da dođe do smanjenja broja jajnih ćelija i spermatozoida, kao i do kvalitativnih promena u njima,

— na sluzokoži organa za disanje i varenje pod uticajem zračenja javljaju se iste promene kao i na koži,

— na kostima može da se javi rak (osteosarkom).

Radionukleidi jednom uneti u ljudski organizam ne mogu se ni na kakav način mehanički ukloniti.

Da bi se utvrdila korelacija oslobođenih količina zračenja i efekata na zdravlje važno je da se znaju:

- izvori zračenja,
- način dopreme — transportovanje i
- dozimetrija, odnosno granične doze (MDK)

a) Izvori zračenja mogu biti: prirodni i veštački u obliku radioaktivne padavine poreklom od nuklearne eksplozije, profesionalnih i medicinskih zračenja, zatim zračenja od raznih nuklearnih akcidenata, od rada raznih instituta koji rade sa izotopima, od nuklearnog otpada, raznih ozračenih predmeta i od gasa radona.

Radon je radioaktivan gas koga ima u podzemnim vodama i koji se emituje iz nekih minerala-stena i nusprodukata sagorevanja od kojih se prave građevinski elementi.

b) Način dopremanja, odnosno medij preko koga se vrši transportovanje: vazдушnim strujanjem, ili morskim strujama, umnogome zavisi od lokalnih uslova, od atmosferskih i okeanskih procesa i biogeohemijskih ciklusa elemenata.

c) Maksimalno dozvoljene koncentracije se određuju prema efektu na ljudsko zdravlje.

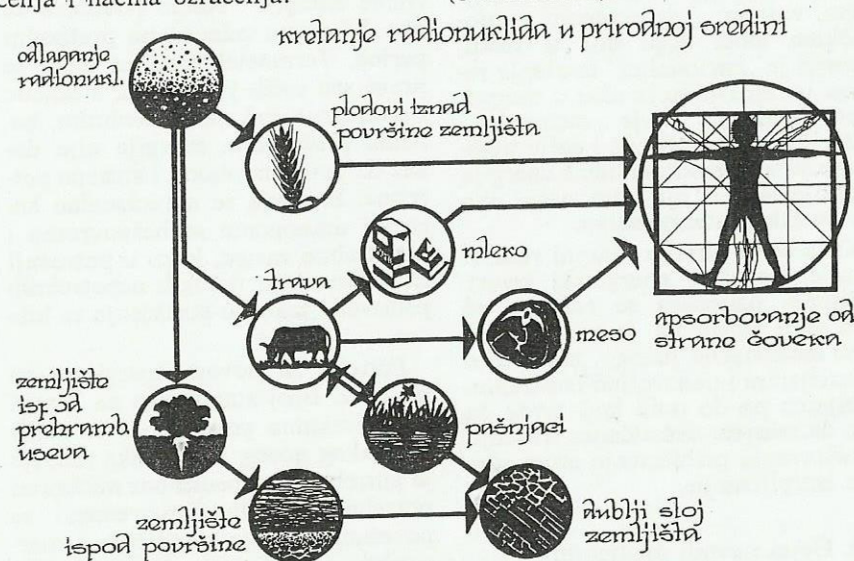
Efekti uticaja zračenja na zdravlje prate se od prvih bačenih atomskih bombi na Hirošimu i Nagasaki 1945. godine, pa se sada mnogo više zna o tome, a naročito o uticaju i ponašanju radionukleida u životnoj sredini i organizmu čoveka. Takođe o somatskim i genetskim posledicama radijacije.

16. ŠETNO DEJSTVO ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA NA LJUDSKI ORGANIZAM

Iako još nedovoljno ispitano, poznato je da elektromagnetno zračenje negativno deluje na ljudski organizam. Posebno je izučena profesionalna patologija vezana za rad u poljima velikih elektromagnetnih frekvencija.

Utvrđeno je da elektromagnetna polja srednjetalasnog dijapazona negativno deluju na centralni nervni sistem. U krvi je primećena smanjena aktivnost fermenta (holinesteraza) koji razlažu holesterol. Takođe je utvrđeno smanjenje belih krvnih zrnaca u manjem obimu, narušavanje funkcije jetre, sadržaj hemoglobina u krvi opada.

Sistematsko delovanje kratkotalnog područja utiče na promenu uslovnih refleksa, i smanjuje aktivnost.



Kretanje radionukleida u prirodnoj sredini (UNEP 1985)

Mere za zaštitu životne sredine

1. RACIONALNO KORIŠĆENJE ENERGIJE I RESURSA

Tradicionalnih resursa je sve manje. Međutim, smatra se da će ih biti još dovoljno za sledećih 50 godina, pod uslovom da se racionalno koriste. Samo, teško je reći i utvrditi šta se podrazumeva pod racionalnim i sa koje tačke gledišta. Tako, na primer, SAD kao najbogatija zemlja sveta uvozila je i uvoziće resurse iz zemalja trećega sveta. Sa finansijskom, vojnom i društvenom — političkom moći koju ima u svetu, Americi je „racionalno“ uvoženje resursa iz zemalja koje nisu u mogućnosti da utvrde svoje „racionalne“ kriterijume. Amerika će i dalje trošiti oko 30% svetskih količina energije godišnje iako u njoj živi svega oko 6% svetskog stanovništva.

Kada su u pitanju ukupni resursi Zemlje, naročito energetske izvori, mišljenja naučnika se razilaze od onih koji tvrde da je resursa još uvek beskonačno mnogo, naročito u nerazvijenim i nedovoljno istraženim zemljama pa do onih koji tvrde da se u današnjem drastičnom trošenju i uništavanju približavaju svom skorom iscrpljivanju.

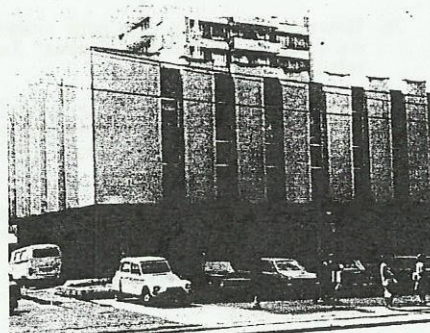
D. Hejes navodi mišljenje:

„Naše rezerve energije ne približavaju se iscrpljivanju. Od ukupne, 99% sve ener-

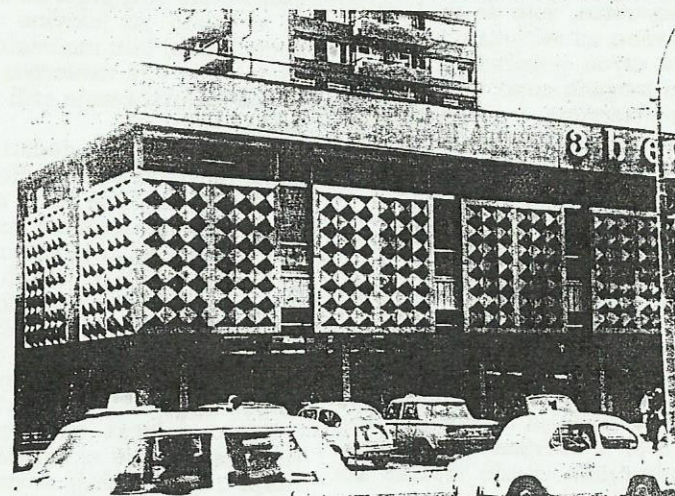
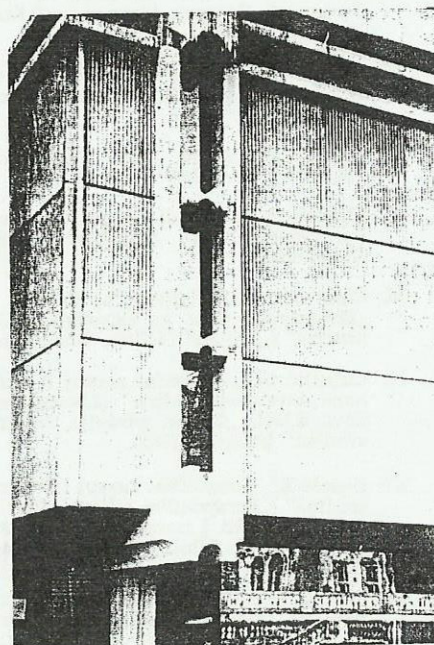
gije, koja će ranije ili kasnije biti dostupna za korišćenje sadržana je u sunčevom zračenju. Savremeni obim potreba komercijalnih oblika energoresursa jednak je svega 0,01% sunčevog zračenja. Ako bi se taj obim povećao i do 1100 puta, on bi tada bio jednak svega 1%.”

Da su potrebne sve veće količine energije, dokazuje i podatak, da se u zadnjih 30 godina u svetu svakih pet godina, ukupna proizvodnja električne energije stalno povećava za oko 1,5 put u odnosu na prethodni period. Termoelektrane na uglj se prave sve većih kapaciteta, a takođe i nuklearne elektrane. Međutim, količina proizvodne energije nije dokaz da je u tom obimu i stvarno potrebna. Energija se neracionalno koristi i umnogome se bespovratno i nepotrebno rasipa, kako u potrošnji za proizvodnju mnogih nepotrebnih proizvoda tako i u korišćenju za luksuz.

Potrebe za novom energijom su sve veće. Broj stanovnika na Zemlji se neprekidno povećava, a to znači za svakog novog stanovnika planete je potrebno obezbediti bar minimum potrebne energije. Istovremeno se povećanjem broja stanovnika i energetskih potreba, smanjuju količine neobnovljivih energetskih resursa, naročito fosilnih goriva.



Objekti — potrošači energije



Objekti sa klima-uređajima i veštačkim osvetljenjem kao veliki potrošači energije (Beograd, Stoni Bruk)

Oduševljenje nuklearnom energijom, uz tvrdnju da je ovakav način dobijanja energije ne samo efikasan i ekonomičan već i potpuno bezbedan, postepeno opada, broj protivnika nuklearne energije sve više raste, jer se sada o njoj mnogo više zna.

Ako bi se iz upotrebe isključila nuklearna energija, kao rešenja ostaju tri mogućnosti:

1 — krajnje racionalno korišćenje dosadašnjih vidova energije, prema datim mogućnostima. To konkretno znači: korišćenje neobnovljivih resursa, uglja, nafte i zemnog gasa, kao i hidropotencijala,

2 — Korišćenje atomske energije na bazi fuzije. Međutim, kako ova tehnologija nije usavršena a ima bezbroj još nerešenih problema, to je

njeno korišćenje u većem ili potpunom obliku, vremenski još neizvesno,

3 — korišćenje obnovljivih energija: sunca, vetra, geotermalne energije i energije biomase.

Uz svaki od tri pomenuta vida, stoji dilema da li se problem potrebne energije rešava na globalnom — planetarnom nivou, nivou pojedinačnih država ili parcijalno?

Kako je problem zagađenosti životne sredine, posebno vazdušnog basena i svetskog okeana, globalni problem, to sa jedne strane, rešenja moraju biti na globalnom nivou. Međutim, obezbeđivanje dovoljne količine energije, nije moguće globalnim razmerama, zato će to, i dalje, biti rešavano na nacionalnom nivou. Čak i na nivou pojedinih država to neće biti moguće samo velikim energetskim sistemima, te će se zato primenjivati oba načina. Znači: i velikim energetskim sistemima i pojedinačnim, manjim, lokalnim.

Industrijsko društvo bazira se na visokoj tehnologiji koja zavisi od velike potrošnje fosilnih goriva koncentrisanih na jednom mestu. Novi pogled na životnu sredinu, novi način razvoja ljudskog društva traže nove oslonce za nepresušive izvore energije. Taj oslonac treba da bude sunčeva energija uz dopunu drugih koje bi u manjem obimu u nekim područjima davale izvesne količine energije.

Studija Evropske ekonomske komisije (EEK) zastupa da svi energetski sistemi od proizvodnje pa do finalnog procesa — korišćenja, rade efikasno sa 15%. Što znači da se oko 85% energije u primarnom obliku gubi na svom putu. Međutim mišljenje su da bi ovaj procenat mogao da se popne i do 33% naravno uz odgovarajuće mere racionalnosti:

- racionalnu proizvodnju primarne energije, bez mnogo odbacivanja i uz zaštitu okoline,
- bezbedan transport energije,

- racionalno korišćenje energije u poljoprivredi i
- racionalno korišćenje energije u industriji. (Rifkin J.)

Zbog neusavršene tehnologije vađenjem rude gubi se znatan deo sirovina prilikom eksploatacije (oko 13—14%). Pri vađenju uglja, gubici su oko 20%, a iz naftnog sloja 55% za obojene metale taj procenat je 15—30%, a za kalijumove soli 50%. To znači da je za racionalnu upotrebu i potrošnju prirodnih resursa potrebno kompleksno iskorišćavanje.

U prirodi se retko nalaze izvori sa samo jednom vrstom, jednim elementom ili jedinjenjem u jednoj rudi. Sa sirovinom koja se eksploatiše, vadi se veći broj pratećih komponenti, a ostalo su jalovina ili šljaka. Zbog toga bi bilo racionalno kada bi tehnologija bila usmerena na stopostotno iskorišćavanje svih primesa u jednoj rudi.

Na sve ovo treba dodati i neracionalno korišćenje energije u poljoprivredi u kojoj se samo za mehanizaciju koriste ogromne količine primarne energije, koja istovremeno zagađuje zemljište i vazduh izduvnim gasovima i drugim produktima sagoravanja. Uz to velike mašine na poljima vrše veliki pritisak na zemljište, sabijajući mu plodni sloj iz koga se potiskuje neophodni kiseonik.

Neracionalnost proizvodnje i korišćenja energije se ogleda i u planiranju i proizvodnji zasnovanoj na procenama indeksa rasta potrošnje energije, a ne stvarno potrebne. A potrošena energija je, ne samo neracionalno korišćena, već i veoma često nepovratno i nepotrebno rasuta.

Ona se rasipa za proizvodnju beznačajnih i nepotrebnih predmeta, besmislenih objekata, za pravljenje ili izradu mnogobrojnih proizvoda koji se multipliciraju kako po raznim ustanovama i drugim radnim organizacijama, tako i domaćinstvima ili za zadovoljenje nekih često pohlepničkih želja pojedinaca.

Literatura

1. Anderson B. — Riordan M. „The Solar Home Book, Heating, Cooling and Designing with the Sun” (Cheshire Books, Church Hill, Harrisville, New Hampshire 1976)
2. Arcin W., Hippel F., Levy B. „The Consequences of a „Limited” Nuclear War in East and West Germany” („Ambio” 11/1982. Stockholm)
3. Babajev N. i dr. „Ekološki problemi nuklearne energije” („Čovek i životna sredina” 6/1978 Beograd)
4. Batista U. „Problematika termičkog zagađivanja reka od termoelektrana” (Zbornik radova, SITJ, Mostar 1975)
5. Bronovski J. „Uspon čoveka” („Otokar Keršovani” Rijeka 1984)
6. Borozan S. „Merenje utrošene toplotne energije” (Zbornik radova „Energija i sredina” Sarajevo, 1981)
- 7a. Boulding K. „The Meaning of the Twentieth Century, Harper and Row New York 1965)
- 7b. Baine McGown L. — Bockris J. O. M. „How to Obtain Abundant Clean Energy”
8. Clarce R. „More Than Enough?” (Unesco Press, New York, 1980)
9. Chadwick M. „Acid Deposition and the Environment” („Ambio” 12/1983. Stockholm)
10. Chadwick M., Highton N., Palmer J. „Developing Coal in Developing Countries” („Ambio” 15/1986, Stockholm)
11. Čobelić N. „Privredni razvoj i problemi čovekove sredine” (Zbornik radova SANU „Čovek, zdravlje, životna sredina” Beograd, 1981)
12. Despić A. „Tehnološki razvoj i životna sredina” („Perspektive, ciljevi, zadaci i mere u zaštiti i unapređenju životne sredine u SR Srbiji”, SANU Beograd, 1984)
13. Despić A. „Uticaj industrijskog razvoja na životnu sredinu i problemi zaštite” (Zbornik radova SANU „Čovek, zdravlje i životna sredina, Beograd, 1981)
14. Dibo R. „Energija po izboru” (Prevod iz časopisa „The American Scholar”, 1979)
15. Đukanović M. „Ekološke dimenzije u izgrađivanju prostora” (Institut zaštite na radu, Niš, 1982)
16. Đukanović M. „Uticaj kreiranja urbanog prostora i energetike na životnu sredinu i moguća rešenja ublažavanja posledica i eliminacije degradacije putem planiranja” („Energija i sredina Sarajevo, 1981)
17. Đukanović M. „Prilog proučavanju Negativnih efekata rada nuklearnih elektrana” (Stambena i komunalna privreda” 3/1987 Zagreb)
18. Elirlich P., Elirlich A. „Population, Resources, Environment” („Freeman”, San Francisco 1970)
19. „Energija i razvoj” — grupa autora („Nikola Tesla” Beograd 1986)
20. Goodman G. „Societal Problems in Meeting Current and Future Energy Needs” („Ambio” 12/1983 Stockholm)
21. Goodman G. „Energy and Development: Where Do We Go From Here?” („Ambio” 14/1985. Stockholm)
22. Grul H. „Jedna planeta je opljačkana” („Prosveta” Beograd, 1985)
23. Gereke Z. „Modeliranje energetike i životne sredine — metodi i problemi” („Privredna štampa” Beograd, 1982)
24. Hayes D. „Rays of Hope” (Norton, New York, 1977)
25. Hodges L. „Environmental Pollution” (Holt, Rinehart and Winston, New York, 1973)
26. Hawkes N. I drugi „Najgora nesreća na svetu — Černobil” („Globus” Zagreb 1987)
27. Hayes D. „Overcoming Solar Barriers: Progress in the US — Nontechnics in the Use of Solar Energy” (CES, Bruxelles, 1980)
28. Hardin G. „Living With the Faustian Bargain” (Bulletin of Atomic Scientists, Chicago 1976)
29. Integrisane sunčeve funkcije J. G. C. Beograd 1979.
30. Jungk R. „Der Atom Staat” („Kindler” Munchen 1977.)
31. Kanazir D. „Nasledna materija i izmenjena životna sredina” (Zbornik

- radova SANU „Čovek, zdravlje i životna sredina“, Beograd, 1981)
32. Knowles R. „Energy and Form, An Ecological Approach to Urban Growth“ (MIT Press, 1974)
 33. Kujović D. i dr. „Razvoj postupaka analize i projektovanja sistema zaštite od zagađivanja čovekove sredine polutantima iz TE postrojenja“ (Zbornik radova „Planiranje razvoja čovekove sredine u Jugoslaviji“ Beograd, 1984)
 34. Kahn H., Brown W., Martel L. „Sledećih 200 godina“ („Stvarnost“ Zagreb, 1976)
 35. Nacionalni izveštaj „Stanje i politika čovekove sredine u SFRJ“ (Savezni zavod za međunarodnu naučnu, kulturno-prosvetnu i tehničku saradnju, Beograd 1983)
 36. Оаум Г., Оаум „Энергетический базис человека и природы“ („Прогресс“, Москва, 1978)
 37. Paterson V. C. „Nuklearna moć“ („Rad“, Beograd 1987)
 38. Pantić N. „Prirodni resursi i razvoj“ (Zbornik radova SANU „Čovek, zdravlje i životna sredina“ Beograd, 1981)
 39. Peleš M. „Međunarodne aktivnosti u oblasti zaštite i unapređenja životne sredine“ (Zbornik radova SANU „Čovek i životna sredina u SR Srbiji“ „Glas“ Beograd 1977)
 40. Radovanović M. „Dispozicija radioaktivnih otpadaka“ („Čovek i životna sredina“ 2/1979. Beograd)
 41. Rifkin J. „Posustajanje budućnosti“ (ITRO „Naprijed“ Zagreb, 1986)
 42. Smith R. L. „Ecology of Man: An Ecosystem Approach“ (Harper and Row, New York, 1972)
 43. Radijacija, doze, posledice, rizici (UNEP, „Nolit“, Beograd, 1986)
 44. Savićević M. i dr. „Higijena“ („Medicinska knjiga“ Beograd 1986)
 45. „Selected Radionuclides“ (Environmental Health Criteria 25 — WHO Geneva 1983)
 46. Sokolović S. „Korišćenje rabljenih ulja“ (Zbornik radova „Značaj primene tehnologije za preradu primarnih i sekundarnih sirovina“ Novi Sad, 1980)
 47. Vord B., Dibo R. „Zemlja-planeta naša jedina“ („Glas“, Beograd, 1976)
 48. World Energy: Looking Ahead to 2020 World Energy Conference IPC Science and Technology, London, 1978

III Deo: Vazduh

Opšte o vazduhu

1. FUNKCIJE VAZDUHA

Vazduh je uslov života živog sveta na planeti. On ima dve osnovne funkcije, to su:

- a) biološka (primarna) i
- b) proizvodna (sekundarna)

a) Biološka funkcija — vazduh na planeti obezbeđuje život, jer sadrži kiseonik koji je neophodan za disanje, ugljendioksid neophodan za fotosintezu i azot neophodan za sintezu biljnih belančevina.

Ljudskom organizmu je svakodnevno potrebno sedam puta više vazduha nego vode, (u težinskom odnosu) a deset puta više nego hrane. To ne znači da čovek može da opstane bez vode ili bez hrane, već da bez vazduha ne može da se održi čak ni par minuta.

Svim organizmima na Zemlji, uključujući i zeleno rastinje je neophodan kiseonik. Za životinje-zoocenozu, neophodan je za proces disanja. (proces koji osigurava snabdevanje ćelija kiseonikom i oslobađanje ugljendioksida)

Atmosfera je veoma bogata kiseonikom (oko 1/5 od ukupne količine vazduha). Međutim, kiseonika u vodi ima manje zato što se u njoj teško rastvara. Rastvorljivost kiseonika u vodi je do 1% po obimu ili oko 0,0014% po masi-težini.

Kako je telo nadzemnih organizama najvećim delom sastavljeno od

vode, to je onda snabdevanje kiseonikom i njegovo raspoređivanje po organizmima i tkivu veoma važno. Zato je uticaj fizičkih svojstava sredine na oblik i funkciju organizama veoma veliki. (Riklefs R.)

Kod sićušnih vodenih organizama, kiseonik dospeva u tkivo difuzijom iz okolne vode. Kod nadzemnog rastinja razmena gasova sa atmosferom takođe, proizlazi iz stanja difuzije. (Fizički proces pri kome se molekuli premeštaju iz oblasti visoke koncentracije određene materije u oblast niske koncentracije, sve dotle dok njihova rasprostranjenost ne dođe u stanje ravnoteže.)

Ako je koncentracija kiseonika u tkivu nekog organizma niža nego što je u okolnoj sredini, tada se kiseonik iz sredine preliva u tkivo organizma. Ukoliko organizam ravnomerno troši kiseonik u procesu disajne razmene, sadržaj kiseonika u organizmu ostaje na niskom nivou, što i uslovljava njegovu neprekidnu difuziju u tkivu.

Ravnomerno snabdevanje tkiva kiseonikom putem difuzije moguće je samo na rastojanju do 1 mm. Viši organizmi taj problem rešavaju uz pomoć cirkulatornih sistema koji obezbeđuju prenošenje tečnosti od površine organa: kože, škrga ili pluća, ka dubljim organima i tkivima. Cirkulacija tečnosti u organizmu zavisa je od količine i rasprostranjenje

nosti kiseonika u njoj, kao i drugih materija.

Savremeni čovek industrijski razvijenih zemalja, čiji je prosečni vek sedamdeset godina, udahne oko 300 000 m³ vazduha (oko 11 m³ dnevno), a 200 000 m³ za 18 časova u stambenim i radnim prostorijama, a ostatak od oko 100 000 m³ neposredno iz atmosfere naselja. (Đukanović M. 1979).

b) Proizvodna funkcija vazduha — sekundarna funkcija vazduha je proizvodna. Pomoću kiseonika iz vazduha moguć je proces sagorevanja. To znači da se kiseonik iz vazduha troši prilikom svih aktivnosti u kojima je potrebno sagorevanje. A to su danas praktično sve proizvodne delatnosti ili ono što ih omogućava.

Zahvaljujući prisustvu kiseonika pri sagorevanju, omogućena je proizvodnja energije, kako sekundarne (toplotne, sagorevanjem fosilnih goriva) tako i tercijalne (električne) a zatim i svih drugih materijalnih dobara dobijenih preradom prirodnih.

2. SASTAV VAZDUHA

U sastavu vazduha (relativno čistom i relativno suvom) ima bezbroj primesa — komponenti. On se sastoji od:

- a) gasovitih sastojaka,
- b) vodene pare i
- c) veoma sićušnih čvrstih čestica

a) Gasoviti sastojci. — Čist vazduh zadrži mnogobrojne sastojke, ali u najvećim količinama, u njegovom sastavu se nalaze:

- azot (N) 78,09%
- kiseonik (O) 20,94%
- ugljendioksid (CO₂) 0,03%

Ostatak od 0,94% čine razni drugi suvi gasovi kao što su: helijum, argon, kripton, ksenon...

Najvažniji sastojak vazduha je kiseonik. On omogućava život viših organizama, u koje spada i čovek. Čovek ne može da živi bez vazduha duže od pet minuta. Ukoliko dođe do zastoja priliva vazduha u mozak, nastaju trajna i velika oštećenja. A kiseonik dospeva u mozak i u ostale delove organizma putem krvotoka.

Najveći deo kiseonika u prirodi je biološkog porekla, što znači da potiče od fotosinteze. Najveći proizvođači kiseonika su suvozemne biljke, posebno šume, zatim alge koje žive u vodi i fitoplanktoni na morskim površinama.

Međutim, rezultati mnogobrojnih naučnih istraživanja kao i pojedini autori, upozoravaju na globalnu opasnost zbog smanjenja količine kiseonika u atmosferi, naročito zbog sagorevanja fosilnih i drugih goriva koji troše kiseonik. Velika opasnost smanjivanju količine kiseonika preči zbog stalno prisutnog uništavanja šuma i njihovog sagorevanja.

Izračunato je da se svake godine u svetu uništi oko 18 miliona hektara šume, što u atmosferi smanjuje količinu kiseonika za 10—12 milijardi tona. Po Nejmanu (1970), samo Sjedinjene Američke Države troše 1,7 puta više kiseonika nego što se fotosintezom stvara na njihovoj teritoriji.

b) V o d e n a p a r a je stalno prisutna u vazduhu. Za ljudski organizam je najpovoljnija vlažnost od 50% pri temperaturi 18—20°C.

Relativna vlažnost predstavlja stepen zasićenosti vazduha vodenom parom, odnosno, to je odnos između postojeće količine vodene pare u vazduhu i maksimalne količine (do 100%) koju bi, vazduh, pri određenim uslovima mogao da primi.

Relativna vlažnost je srazmerna apsolutnoj vlažnosti, a smanjuje se porastom temperature.

Tabela 15. Sastav vazduha

Naziv gasa	% sastav		Konzcentracija u mg/m ³	Masa u t. 10 ¹⁵	Debljina sloja u cm	Molekulska težina	Gustina u odnosu na vazduh
	po obimu	po tež.					
azot	78,09	75,51	976,300	3,8648	624,700	28,016	0,97
kiseonik	20,95	23,15	299,300	1,1841	167,600	32,0	1,4289
argon	0,93	11,28	16,550	0,6555	7,440	39,944	1,4
CO ₂	0,3	0,46	591	0,0023	240	44,01	1,5
neon	0,0018	0,00125	16,2	0,00006	14,4	20,183	0,7
helium	0,0052	0,00072	0,9	0,0000037	4,2	4,003	0,14
metan	0,0022	0,00012	1,5	0,0000062	1,7	16,04	0,55
kripton	0,0001	0,00029	3,7	0,0000146	0,8	83,7	2,9
oksidi azota	0,0001	0,00015	1,9	0,0000077	0,8	44,02	1,5
vodonik	0,00005	0,0000035	0,45	0,0000002	0,4	2,016	0,07
ksenon	0,000008	0,0000036	0,45	0,0000018	0,06	131,3	4,5
ozon	0,000001	0,0000017	0,21	0,00000035	0,3	48,01	1,7
radon	6,10 ⁻¹⁵	—	—	—	—	—	—
vodena para	—	—	—	0,01325	—	18,016	0,62
sva atmosfera	—	—	—	5,13	800,000	—	—

(Milosavljević M. 1985)

c) Čvrste čestice nastaju od raznih ljudskih aktivnosti, kao i nekih prirodnih pojava, kao što su: erupcije vulkana, šumski požari, zemljotresi, peščane oluje i drugo; zatim, ima i nešto sitnih čestica svemirske prašine, pa i mikroorganizama.

3. AEROZAGAĐENJE

Čist vazduh se praktično ne može više naći u prirodi. On je zagađen brojnim zagađujućim materijama nastalim ljudskim aktivnostima. Pod zagađenim vazduhom podrazumevamo prisustvo novih sastojaka do tada nepoznatih u uobičajenom sastavu, ili onih već prisutnih, kojima se količina povećava u enormnom obimu. Postoji više definicija o zagađenom vazduhu:

Zagađen vazduh je onaj koji je poprimio gas, paru, dim, prašinu i druge materije iz pojedinih izvora u količinama koje mogu štetno uticati na zdravlje stanovnika, životnu sredinu i materijalna dobra.

Dakle, zagađen vazduh je onaj koji sadrži štetne materije iznad maksimalno dozvoljene koncentracije.

Zagađenje vazduha postoji kada prisustvo neke strane supstance ili nekog važnog vida njenih sastojaka može da izazove škodljivo dejstvo ili da prouzrokuje štetu ili smetnju.

Zagađenost vazduha se naziva i a e r o z a g a đ e n j e .

Pod a e r o z a g a đ e n j e m podrazumevamo prisustvo primesa (toksičnih i netoksičnih) koje su nastale ljudskom proizvodnom delatnošću, a dospele su u atmosferu u vidu gasova, pare, prašine, dima, magle, ili pak ako primeše dospeju u vazduh iz prirodnih izvora.

Pod zagađenim vazduhom podrazumevamo svaki vazduh koji je kon-

taminiran materijama štetnim za zdravlje ili opasnim na drugi način, bez obzira na njihovo agregatno stanje.

Ono ima opšti značaj, a posledice su:

- umanjena vidljivost,
 - može da izazove neprijatne mirise (smrad)
 - izvor je prljavštine.
 - izaziva prljanje materijalnih dobara, raznih predmeta,
 - koroziju metala,
 - oštećenje fasada, spomenika i slično,
 - oštećuje biljni fond i drugo.
- Aerozagađenja mogu da nastanu:
- proizvodnjom zagađujućih materija,
 - prilikom odvođenja-ispuštanja zagađujućih materija u vazduh,
 - prenošenjem zagađujućih materija vazдушnim strujanjem.

Znači da a e r o z a g a đ e n j e može da se prenese na velika rastojanja u odnosu na mesto izvora. Rastojanje zavisi od brzine sedimentacije i difuzije a e r o z a g a đ e n j a . Dokazano je da, na primer, zagađenja iz Zapadne Nemačke dopiru do južne Švedske i severne Italije, a a e r o z a g a đ e n j a iz Engleske do Norveške i Švedske. Danas gotovo da i nema više teritorije (bar kada je u pitanju Evropa) bez zagađenog vazduha.

Za higijensko ocenjivanje a e r o z a g a đ e n j a potrebno je poznavanje:

- kvaliteta (fizičkih i fizičko-hemijskih svojstava) i
- kvantiteta, od koga zavisi dejstvo posmatrane materije.

Kvalitet a e r o z a g a đ e n j a zavisi od mnogih činilaca od kojih su najznačajniji:

- tehnološki proces,
- vrsta sirovine koja se koristi u tom procesu,

— polufabrikat ili finalni produkt.

Kako je industrija preko svojih tehnoloških procesa najveći zagađivač vazduha, to i a e r o z a g a đ e n j e zavisi od vrste industrije. Kao najveći zagađivači smatraju se sledeće industrijske grane:

- energetski objekti,
- hemijska industrija,
- objekti crne i obojene metalurgije,
- industrija nemetala i građevinskog materijala
- industrija celuloze i papira.

4. ISTORIJSKI OSVRT NA AEROZAGAĐENJE

Aerozagađenje je najstariji oblik zagađivanja životne sredine. Još u praistoriji ljudska aktivnost zagađivala je vazduh. Tako na primer, pri obradi i glačanju kamena i drveta dizala se prašina, a pravo a e r o z a g a đ e n j e nastaje sa pojavom vatre. Dim, plamen, i zagušljivi gasovi javljali su se oko otvorenog ognjišta, u pećinama, zemunicama i kolibama. Kasnije još drastičnije zagađivanje došlo je kada je čovek počeo da topi i obrađuje metale.

U srednjem veku bila je poznata obrada živinog sulfida. On se zagrevao da bi se odstranio višak sumpora, a dobijala cinober boja. Višak sumpora je odlazio u vazduh i neposredno ga zagađivao.

Još su grčki lekari i filozofi Hipokrat (4. vek pre naše ere) i Avicena arapski lekar (10. vek naše ere) isticali značaj čistog vazduha za zdravlje.

Razvitkom proizvodnih snaga i zahvaljujući mnogobrojnim naučnim otkrićima (počev od 17. veka) upotrebljavaju se ogromne količine fosilnih goriva. Tada počinje veliko i trajno zagađivanje životne sredine,

posebno vazduha. Fosilna goriva se koriste u procesima sagorevanja u industriji, urbanim sredinama, u saobraćaju i drugo. Osim zagađenja nastalih na ovaj način, zagađenja proizvodnjom mnogih supstanci u hemijskoj kao i u prerađivačkoj industriji, stvaraju se i druge zagađujuće materije.

Međutim, najveća i najteža zagađenost atmosfere opasnim radioaktivnim materijama vezuje se za 1945. godinu kada je bačena prva atomska bomba na Hirošimu i sve do današnjih dana prilikom akcidenata, u mirnodopskoj upotrebi nuklearne energije.

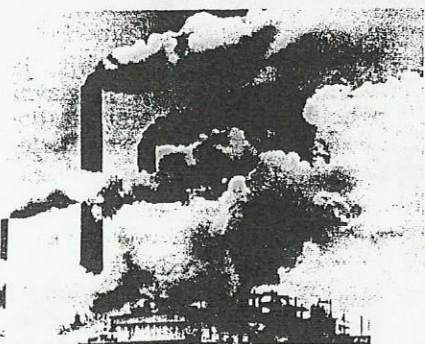
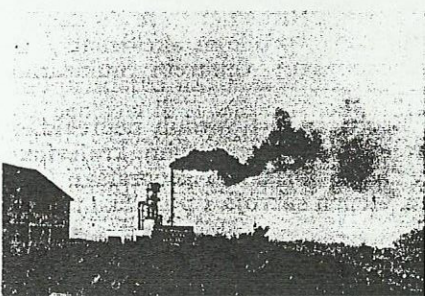
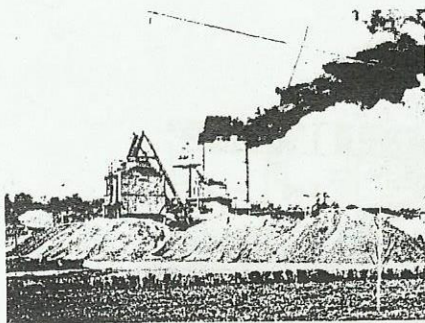
Borba za čist vazduh neprekidno traje, praktično u svim krajevima sveta bez obzira na geografsku širinu, stepen razvoja i političko uređenje.

5. IZVORI I VRSTE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJALA

Glavni uzrok a e r o z a g a đ e n j a je proizvodnja energije, čiji je glavni cilj poboljšanje kvaliteta života do vodi do degradacije osnovnih uslova života, a na račun tog kvaliteta. Time se opet zatvara jedan krug: energija omogućava poboljšanje kvaliteta života istovremeno proizvodeći zagađenja, a zagađenja degradiraju kvalitet života.

Vazduh je u urbanim i industrijskim centrima veoma zagađen. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije danas već više od dve trećine svetskog stanovništva ne diše čist vazduh. Izvori zagađivanja vazduha su mnogobrojni, i mogu biti prirodni i veštački: —

- individualna ložišta,
- kotlarnice i toplane,
- termoelektrane,
- nuklearne elektrane,



Zagađivači vazduha

- industrijski objekti (naročito hemijske i metaloprerađivačke industrije)
- zanatski objekti,
- saobraćajna i transportna sredstva,
- prirodne pojave: erupcije vulkana, šumski požari, oluje, zemljotresi

Tabela 16. Najčešće vrste i izvori zagađujućih materija

Vrsta	Izvor
CO ₂	Vulkani, sagorevanje fosilnih goriva, životinje.
CO	Motori sa unutrašnjim sagorevanjem, vulkani, hemijske i srodne industrije.
Sumporna jedinjenja	Bakterije, sagorevanje fosilnih goriva, vulkani, morski talasi, hemijska industrija.
Ugljovodonici	Motori sa unutrašnjim sagorevanjem, bakterije, biljke.
Jedinjenja azota	Bakterije, procesi sagorevanja, atmosferska električna pražnjenja, industrijski procesi.
Cestice	Vulkani, dejstvo vetra, procesi sagorevanja, industrijski procesi, me-teori, morski talasi, šumski požari.

Zagađujuće materije koje izlaze iz svih tih izvora su različite vrste i sastava. Najčešće to su: ugljenikovi i azotovi oksidi, sumporna jedinjenja, ugljovodonici, čvrste čestice i drugo.

Tabela 17. Odnos zagađujućih materija iz prirodnih i veštačkih izvora

Zagađivač	Prirodni izvor	Veštački izvor
O ₃ (ozon)	$1,8 \times 10^{12}$	malo
CO ₂ (ugljen-dioksid)	$7,2 \times 10^{13}$	$1,4 \times 10^{13}$
H ₂ O (voda)	$4,5 \times 10^{17}$	9×10^{12}
CO (ugljen-monoksid)	?	$1,8 \times 10^{11}$
S (sumpor)	$1,3 \times 10^{11}$	$6,8 \times 10^{10}$
N (azot)	$1,4 \times 10^{12}$	$1,8 \times 10^{10}$

Podela zagađivača može da se izvrši na više načina: prema vrsti, prema načinu nastajanja, učestalosti, količinama, štetnom dejstvu... Jedna od podela prema vremenu i načinu nastanka odnosi se na:

- a) primarne i
- b) sekundarne zagađujuće materije

— Primarne zagađujuće materije

One predstavljaju stabilne materije koje direktno izlaze iz dimnjaka ili drugih objekata ne raspadaju se lako, a izvor im je poznat. Na primer: olovo iz izduvnih gasova, sumpordioksid iz dimnjaka, azotovi oksidi iz azotara ili fabrika veštačkih đubriva i slično.

— Sekundarne zagađujuće materije

Ovi elementi nastaju fotohemij-skim i fizičkohemij-skim reakcijama, pa im je sastav manje poznat. Nastaju mešanjem i sjedinjavanjem primarnih, takve su, na primer, kisele kiše. Mnoge novonastale elemente, kao i njihovo štetno dejstvo je teško utvrditi.

Najbrojniji (kvalitativno i kvantitativno) su gasovi koji nastaju sagorevanjem fosilnih goriva i pri tehnološkim postupcima brojne i raznovrsne industrije. Najčešće to su: sumpordioksid, ugljenmonoksid, azotovi oksidi, ugljovodonici korigovani na metan, ugljendioksid, freon, alkalsulfonati, hlorovani ugljovodonici, formaldehid, polihlorovani bifenili, fluoridi i drugi. U atmosferu se godišnje globalno izbacuje oko 6 milijardi tona ugljenika i 200 miliona tona ostalih toksičnih materija. Mnoge od njih se nalaze i u vodi i u zemljištu ili preko vazduha ili direktno preko otpadnih voda i čvrstih otpadnih materijala.

U industrijskoj proizvodnji nastaju mnogobrojni gasovi koji odlaze u atmosferu i zagađuju je. Prema po-

reklu oni se mogu svrstati u sledećih šest grupa:

- a) finalni gasovi
- b) intermedijarni gasovi
- c) gasovi aspiracionih sistema
- d) gasovi iz sistema ventilacije
- e) aeracioni vazduh
- f) drugi neorganizovani ingrijenti
- g) gasovi nastali usled prirodnih pojava
- h) gasovi nastali radom saobraćajnih sredstava

a) Finalni gasovi

Oni nastaju u proizvodnji sekundarne energije: sagorevanjem fosilnih goriva radi dobijanja toplotne ili električne energije. To su gasovi koji se nalaze u dimu toplane, elektrane i kotlarnice. Oni sadrže velike količine raznih zagađujućih materija, naročito sumporovih, ugljenikovih i azotovih oksida. Njihova koncentracija je i kvalitativno i kvantitativno veoma prisutna.

b) Intermedijarni gasovi

To su gasovi koji se periodično javljaju ili prilikom održavanja i čišćenja aparature ili prilikom havarija. Oni se odstranjuju specijalnim gasovodima. U njima je koncentracija zagađujućih materija veoma visoka, iako je količina gasova mala. Disperzija im je na maloj visini. Oni se javljaju povremeno, količine im nisu velike, pa ih je moguće tehničkim merama prečistiti.

c) Gasovi aspiracionih sistema

U mnogim industrijskim granama, kao i u zanatskim pogonima, restoranima masovne ishrane, domaćinstvima, pa i u nekim slučajevima umetničke obrade metala, plastike i slično, u toku radnih procesa i postupaka, specijalnim uređajima vrši se

odstranjivanje (usisavanje) gasova koji se tom prilikom stvaraju. U zavisnosti od vrste postupka i materijala sa kojim se radi, javljaju se štetni gasovi čija je količina uglavnom, ravnomerna (uvek na istom mestu iz istog uređaja), ali je koncentracija veoma visoka. Njih je, takođe, moguće prečišćavati.

d) Gasovi iz sistema ventilacije

To su gasovi koji se prikupljaju u opštem sistemu ventilacije prostorija. Količine ovih gasova koji se izbacuju u atmosferu su velike, ali je u sklopu tih gasova količina zagađujućih materijala mala, jer oni potiču iz prostorija u kojima ljudi borave. Moguće ih je pročititi, ali je postupak skup.

e) Aeracioni vazduh

Nastaje prirodnim provetravanjem prostorija. Njegova količina je različita kao što je i sastav različit, u zavisnosti od namene prostorija koje se provetravaju. Zbog toga je i koncentracija zagađujućih materija u njemu različitog nivoa i različite vrste. Količinu i sastav je teško kontrolisati jer postoje mnogobrojni otvori kroz koje oni izlaze (prozori, vrata). Iz istog razloga ih nije moguće ni pročišćavati.

f) Drugi neorganizovani ingredijenti

Mnogi štetni gasovi (ingredijenti) nastaju u raznim radnim postupcima koji se obavljaju na otvorenom prostoru. Takvi su na primer mnogi građevinski radovi: asfaltni, instalaterski, teracersko-fasaderski i drugi, zatim pretovar raznih hemijskih tečnih materija u cisterne i druga vozila (nafta, mašinskog ulja, benzina, raznih kiselina), takođe i ispuštanje mnogih otpadnih voda različitog porekla ili havarijama u toku transporta. Koncentracija, količina i sastav ovako nastalih gasova je nepredvidiva i nekontrolisana.

g) Gasovi nastali prirodnim putem

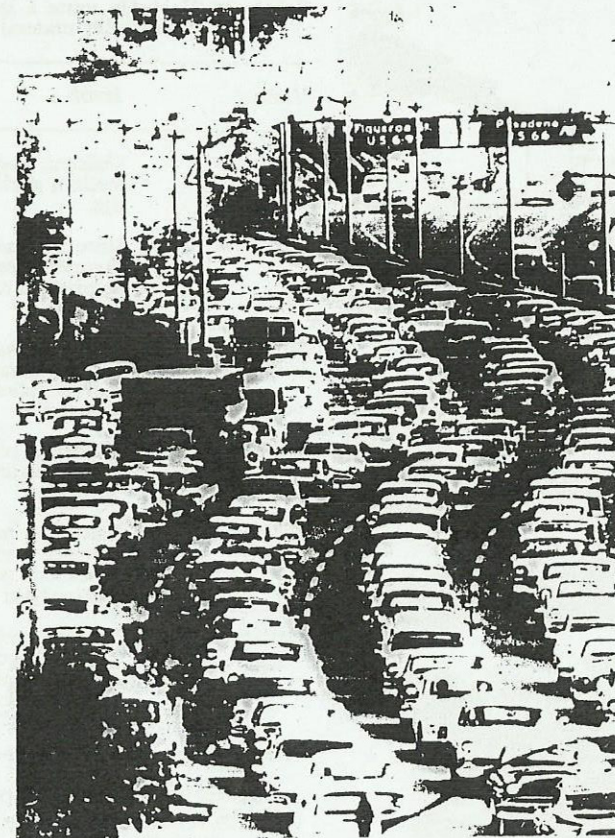
Osim svih do sada nabrojanih veštačkim-antropogenim putem nastalih zagađujućih materija, postoje i one koje nastaju prirodnim putem: vulkanskom erupcijom, šumskim požarima, množenjem nekih bakterija, kod električnog pražnjenja, izbijanjem termalne vode iz unutrašnjosti zemlje i slično.

Kao rezultat procesa koji se odvija u unutrašnjosti zemlje, u atmosferu odlaze iste materije koje nastaju i iz industrijskih procesa: jedinjenja sumpora i fluora nastaju kao rezultat rada vulkana, oksida azota se stvaraju pri električnom pražnjenju, vodonik sulfid, amonijak i metan kao rezultat delovanja mikroorganizama. Prilikom velikih šumskih požara stvaraju se velike količine ugljenikovih oksida.

h) Izduvni gasovi

U izduvnim gasovima motornih vozila ima oko 180 organskih komponenti, od čega je 47% zasićenog ugljovodonika, 40% nezasićenog ugljovodonika, 7% raznih aromatičnih jedinjenja, 4% aldehida i ketona, 1% fenola, 0,7% alkohola. Većina ovih gasova je kancerogena. Od njih su najčešći ugljenmonoksid, nesagoreli ugljovodonici i oksidi azota. Svi se oni javljaju kao rezultat neophodnog sagorevanja goriva u motornim vozilima. Najveća koncentracija je na raskrsnicama i drugim saobraćajnicama u centru gradova, gde je broj vozila veliki, a motori često rade u mestu. Ista je situacija i na drugim saobraćajnim čvorištima automobilskeg transporta.

Smatra se da se na 1000 litara benzina koji sagori u motoru vozila emituje u atmosferu 98 kg ugljenmonoksida, 6—8 kg azotovih oksida, 4—5 kg aldehida, 4,5 kg sumpornih jedinjenja i oko 500 kg olova.



Saobraćaj kao zagađivač životne sredine

6. POJAM EMISIJE I IMISIJE, MAKSIMALNO DOZVOLJENE KONCENTRACIJE

Pod emisijom se podrazumeva izbacivanje zagađujućih materija iz objekata-zagađivača (iz dimnjaka, motora, cevovoda, i sličnog) u okolinu: vazduh, vodu, zemljište.

Kada se proučava obim zagađenja nekom zagađujućom materijom, važno je da se utvrdi:

- brzina emisije i
- ukupna emisija

Brzina emisije je količina zagađujuće materije izražene u jedinici vremena: g/sec.

Ona se, takođe, može izraziti i zapreminski u procentima (%). Ukupna emisija jeste ispuštena količina zagađujuće materije izražene u gramima po količini oslobođene energije (u džulima) ili u kilogramima proizvoda.

Pod imisijom se podrazumeva pojava gasovitih, tečnih ili čvrstih materija u sloju neposredno iznad površine tla.

Njihova vrednost se odnosi na koncentraciju zagađujućih materija u vazduhu na visini od 0 do 2,0 m od nivoa tla.

Vrednosti imisija zavise od: brzine, jačine i tipa emisija okolnih izvora, od rasprostiranja zagađujućih materija u atmosferi, od uslova njihovog izdvajanja u funkciji meteoroloških uslova i od vrsta zagađivača.

Imisija može da bude veća od emisija, jer ona predstavlja sastav svih zagađujućih materija, pa i onih koje su vazдушnim strujanjem stigle iz drugih krajeva ili drugih zemalja.

Vrednosti imisija mogu biti kratkotrajne i dvadesetčetvoročasovne. Kratkotrajne srednje vrednosti koncentracija su one koje traju od 0,5 do 4,0 časa.

Vrednost srednje dnevne imisije se meri od ponoći do ponoći istoga dana (od 0 do 24h), a ako se merenja obavljaju u drugim vremenskim terminima onda su to imisije, na primer od početka radnog vremena u 7 h pa do 7 h narednog dana.

Da bi mogla da se odredi količina neke zagađujuće materije i njeno štetno dejstvo, potrebno je da se zna u kojim količinama ona ne može da škodi ljudskom organizmu. Zbog toga se određuju maksimalno dozvoljene koncentracije. One se, uglavnom, određuju po tome koliko su štetne po ljudsko zdravlje, odnosno uzima se krajnja granica moguće štetnosti, prema bilo kojem pokazatelju: toksičnosti, opštesanitarnom, i drugo.

Maksimalno dozvoljena koncentracija neke štetne materije je ona količina koja kod čoveka svakodnevno izloženog u dužem periodu ne izaziva patološke promene ni oboljenja, ne narušava biološki optimum za čoveka. Ona se obeležava skraćicom M D.K. (Vidi stranu 120.)

Za relativno čist vazduh možemo da smatramo onaj u kome koncen-

tracije ne premašuju dopuštene granice. Baš zbog toga se i utvrđuju maksimalno dopuštene koncentracije za svaku zagađujuću materiju posebno. Maksimalno dopuštene koncentracije podrazumevaju količine zagađujućih materija koje na čoveka ne deluju štetno ni direktno ni indirektno, niti izazivaju neprijatan osećaj, one koje mu ne smanjuju radnu sposobnost i ne utiču negativno na njegovu psihi i raspoloženje, a isto tako bitno ne utiču na rastinje i životinje.

Osim maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK), uvedena je i maksimalno dozvoljena doza (MDD), koja označava vreme izlaganja štetnim materijama. Ono mora da bude kraće onda kada su koncentracije škodljivih materija velike. Na taj način količina primljenih štetnih materija neće preći dozvoljene mere pa tako neće ni doći do oštećenja organizma.

Ponekad se uvodi i pojam kratkotrajnih koncentracija zbog nekih štetnih zagađujućih supstanci, a odnosi se na kratak vremenski interval (samo nekoliko časova).

Maksimalno dozvoljena emisija (MDE), se uvodi da bi se regulisala jačina izbacivanja zagađujućih materija svakog pojedinačnog izvora zagađenja. Ova vrednost se vezuje za određenu masu proizvoda ili količinu proizvodne energije u određenom tehnološkom procesu.

Pokušaj da se uvede maksimalno dozvoljeno ekološko opterećenje još uvek je nedovoljno ispitano jer ga je veoma teško brojčano utvrditi. U stalnom emitovanju sve većih količina zagađujućih materija, njihovom kruženju i sinergetskom delovanju ima mnogo nepoznanica.

Biogeni kapacitet sredine je širok i rasteljiv pojam. Pre svega, teško je „sredinu“ (ili ekosistem) ograničiti i posmatrati parcijalno. Kao i za mnoge elemente, kada je u pitanju biogeni kapacitet, problemi se svakako moraju posmatrati globalno. Treba imati stalno na umu zakon entropije: da se svaka materija (koja je u suštini neka vrsta energije) polako od korisne pretvara u nekorisnu. Znači da je na globalnom polju stalno uvećanje otpadnih-nekorisnih materija koje opterećuju sredinu još više opterećuju. I drugo: da se ni pojedini zagađivači kao ni prostor ne mogu ograničiti i posmatrati parcijalno i izolovano iz celine. Holistički pristup mora da se primenjuje u svakom ekološkom istraživanju ili kontroli.

7. TIPICNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE

Sve štetne zagađujuće materije mogu se svrstati u dve velike grupe. To su:

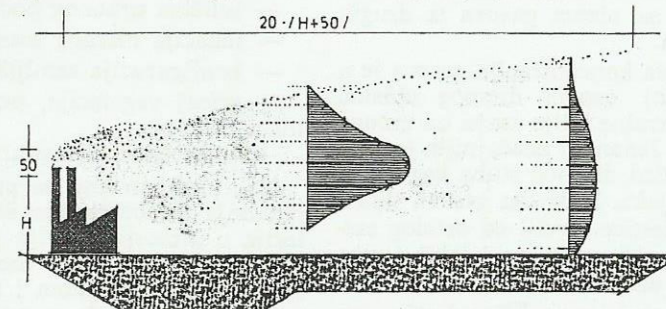
- tipične i
 - specifične zagađujuće materije
- Tipične zagađujuće materije su oni gasovi koji se javljaju u svakoj urbanoj sredini i u blizini termoelektričnih postrojenja. To su, uvek prisutni, gasovi nastali kao produkti sagorevanja fosilnih goriva:
- sumpordioksid (SO_2),

- čađ i
- taložne materije (aerosedimenti)

Od velikog je značaja identifikovati kako pojedine zagađujuće materije tako i njihove izvore. Od pomenutih gasova najštetniji gas za biocenozu, a posebno za ljudsko zdravlje je sumpordioksid. On kao produkt sagorevanja u različitim tehnološkim postupcima stiže u atmosferu preko brojnih dimnjaka.

Zajedno sa sumpordioksidom iz dimnjaka izlaze i drugi štetni gasovi. Njihov nivo koncentracije zavisi od vremenskih prilika i visine dimnjačkog stuba. Pod neutralnim ili nestabilnim vremenskim prilikama i najveća koncentracija biće na tlu u relativnoj blizini dimnjaka i to do rastojanja od 20 njegovih visina, računajući sa visinom dimnog stuba još oko 50 m. iznad gornje ivice dimnjaka.

Ovaj podatak do koga su došli američki tehnolozi veoma je značajan kao ekološka dimenzija koja se može primeniti prilikom projektovanja objekata potencijalnih zagađivača, posebno termoelektrana, kako se ne bi našli u centru gradova. Naravno, ovo ne može da pomogne u rešavanju problema i eliminaciji zagađenja, jer svaka nova proizvodnja, samo povećava ukupnu zagađenost, odnosno entropiju.



Prenos zagađujućih materija

Na priloženoj skici prikazano je kretanje dimnih gasova i dužina zagađenjima zahvaćenog tla u pravcu kretanja vetra. Na ovaj način se štiti urbano područje koje može da bude direktno ugroženo, ali se zagađuje šira okolina. Dimni gasovi a sa njima i zagađujuće materije se prenose na veća rastojanja, ublažavajući direktno dejstvo. Ali te materije se time ne uništavaju. U povratnoj sprezi i kružnom toku, u vidu kiselih kiša ili sulfata ponovo će se naći na tlu, preko vegetacije na kojoj će ostaviti negativan trag.

Iz svakog dimnjaka kao štetni agensi izlaze ili samo štetni gasovi ili štetni gasova i čvrste čestice. Iako ovi zagađivači idu zajedno, gasovi mogu da budu vrlo štetni pri kratkotrajnom zagađenju, dok su od čvrstih čestica zagađenja jače izražena u dužem vremenskom periodu. Za njihovo taloženje potrebno je više vremena.

Nivo zagađenosti zavisiće od vrste tih štetnih agenasa. Čest je slučaj da su čvrste čestice toliko sićušne da lebde u vazduhu i ponašaju se kao i gasovi. Ovo se odnosi na čestice veličine ispod 20 μ (mikrona); ukoliko je dijametar čestica veći one padaju bliže dimnjaku i tu se fiksiraju ili pokreću kao prašina, nošeni vetrom. Po izlasku iz dimnjaka, gasovi i čestice se mešaju sa atmosferom. Udaljavanjem od dimnjaka povećava se njihova razređenost ili se one spajaju sa nizom gasova iz drugih objekata.

Najveća koncentracija gasova je u centralnoj osovini dimnog oblaka. Tok centralne linije zavisi od mnogo faktora. Jedan od značajnijih je: vrsta i gustina dimnog stuba koji izlazi iz dimnjaka. Kako su gasovi, dim i sitnije čestice topliji od ostalog sastava atmosfere, to su i lakši i zato lebde u vazduhu.

Od značaja je i veličina čestica, jer od njih zavisi transport i dužina boravka u vazduhu. Razređen gas se

uzdiže visoko, pa stoga u neposrednoj blizini dimnjaka ne zagađuje vazduh. Sa povećanjem gustine raste i količina čvrstih čestica u njima, te takav oblak pada na tle bliže dimnjaku.

Najčešće, emisije prašine se stvaraju pri površinskoj eksploataciji uglja. Kada se, vetrom nošena, podigne i rasprostire po okolini, dolazi do pojava lokalnih zagađenja i često višestrukog prekoračenja maksimalno dopuštenih koncentracija u užem regionu eksploatacije uglja. To se isto dešava i sa emisijama letećeg pepela. Međutim, kod termoelektrana koje imaju elektrofiltre, dejstvo je ublaženo, pa i skoro eliminisano do 98,5—99,4%.

U svemu ovome određenu ulogu ima jačina i karakter vetra. Inverzija može da utiče da se i dim manje gustine saviye prema tlu u blizini dimnjaka. Prema tome, veoma je važno poznavanje stanja atmosfere pravca i vrste vetra odnosno, takozvane „ruže vetrova“, neophodne u svakom projektovanju i planiranju. Osim vetra značajno je poznavanje vrste i količine izlučenih gasova iz fabričkih i drugih dimnjaka.

Promene zagađenosti vazduha dimom (čadu i aerosedimentima) i sumpordioksidom u toku godine su zavisne od raznih faktora kao što su:

- meteorološki uslovi,
- veličina urbanog područja,
- lokacija mernog mesta,
- konfiguracija zemljišta,
- uticaj vegetacije, posebno šuma i
- drugi fizičko-geografski uslovi

Kao problem koji se prilikom ispitivanja koncentracija štetnih materija u atmosferi javlja jeste i način, odnosno, metoda merenja. Ponekad u pojedinačnom i trenutnom ispitivanju može da se pojavi velika štetna koncentracija, dok pri povremenom ispitivanju i dobijanju pro-

sečnih vrednosti mogu se javiti male i bezopasne količine. Tako se može računati na pozitivne prosečne vrednosti za neki određeni slučaj, a u nekom trenutku se pojavi veliko poljude čak smrtonosno zagađenje, što dovodi do zabune.

Tabela 18 a. Maksimalno dozvoljene koncentracije štetnih materija u vazduhu okoline

Materija	Srednja dnevna koncentracije u mg/m ³ /ug	Kratkotrajne koncentracije u mg/m ³
1. sumpordioksid	0,15 (150)	0,5
2. čađ	0,05 (50)	0,15
3. olovo	0,007 (0,7)	—
4. olovosulfid	0,0017 (0,17)	—
5. arsen kao neorgansko jedinjenje	0,03 (3)	—
6. ugljen-dioksid	0,01 (10)	0,03
7. ugljen-monoksid	1 (1000)	3,0
8. azotni oksid	0,085 (86)	0,085
9. fluorovodonik	0,005 (5)	0,02
10. oksidansi	—	0,125
11. pepeo i aerosedimenti	300 mg/m ³ /dan	—

(Izvor: Zakon o zaštiti vazduha)

a) Sumpordioksid (SO₂)

Sumpordioksid (SO₂) je obavezan sastojak zagađenog vazduha urbanih sredina. Produkt je sagorevanja fosilnih i drugih goriva, posebno onih bogatih sumporom. Takođe nastaje i pri preradi mineralnih ruda sa većim sadržajem sumpornih jedinjenja, i kao posledica proizvodnje sumporne kiseline i drugih sumpornih proizvoda. Sumpordioksid može da se nađe u sastavu vazduha istovremeno sa drugim zagađivačima vazduha.

To je gas bez boje, oštrog mirisa, nezapaljiv, dva i po puta teži od vazduha, rastvorljiv u vodi. U vazduhu može da se nađe ili kao gas ili rastvoren u vodenim kapljicama. Na vlažnom vazduhu oksidiše i delimično prelazi u sumpornu ili sumporastu kiselinu. Stvara se u atmosferi, pa u obliku kisele kiše pada na tlo.

Sumpordioksid je najveći zagađivač vazduha, posebno u urbanim sredinama. Ima ga u sledećim količinama kod:

- sagorevanja uglja i škriljaca 67,7%
- sagorevanja nafte 12,0%
- topljenja bakra 13,7% i
- ostalih izvora 8,0%

Emisije sumpornih jedinjenja su u celom svetu u velikom i stalnom porastu.

Prema Zakonu o zaštiti vazduha od zagađivanja, maksimalno dozvoljena koncentracija sumpordioksida je:

- srednja dnevna koncentracija:
- u mg/m³ iznosi — 0,15
- u μ g/m³ iznosi — 150,00

Tabela 18b Godišnje količine sumporovih jedinjenja

Izvor	jedinjenje	Količina kg/god.
sagorevanje uglja	SO ₂	4,7×10 ¹⁰
sagorevanje nafte	SO ₂	1,3×10 ¹⁰
pržionica sulfidnih ruda	SO ₂	7 × 10 ⁹
bakterije	H ₂ S	8,8×10 ¹⁰
morski talasi	SO ₄	4,0×10 ¹⁰

Ukupno s 19,5×10¹⁰

Tabela 19. Maksimalno dozvoljene koncentracije štetnih materija u vazduhu okoline

Red. br.	Materija	Srednjo-dnevna koncentracija u mg/m ³	kratko trajna koncentracija u mg/m ³
1	2	3	4
1.	azotdioksid	0,085	0,085
2.	azotna kiselina (kao HNO ₃)	0,4	0,4
3.	azotna kiselina (kao H)	0,006	0,006
4.	akrolein	0,10	0,30
5.	alfametilstirol	0,04	0,04
6.	alanaftokinon	0,005	0,005
7.	amilacetat	0,10	0,10
8.	amilen	1,5	1,5
9.	amonijak	0,20	0,20
10.	anilin	0,03	0,05
11.	acetaldehid	—	0,01
12.	aceton	0,35	0,35
13.	acetofenon	0,003	0,003
14.	benzol	0,8	1,5
15.	benzin iz sirove nafte (kao C)	1,5	5,0
16.	benzin iz škriljaca (kao C)	0,05	0,05
17.	berilijum	0,00001	—
18.	butan	—	200,0
19.	buterna kiselina	0,01	0,015
20.	butilacetat	0,10	0,10
21.	butilen	3,0	3,0
22.	butilalkohol	—	0,3
23.	butifos	—	0,01
24.	valerijanska kiselina	0,01	0,03
25.	vanadijum-pentoksid	0,002	—
26.	vinilacetat	0,20	0,20
27.	vodoniksulfid	0,008	0,008
28.	dietilamin	0,05	0,05
29.	divinil	1,0	3,0
30.	diketen	—	0,007
31.	dimetilamin	—	0,0055
32.	dimetilsulfid	—	0,08
33.	dimetildisulfid	—	0,7
34.	dimetilformamid	0,03	0,03
35.	dinil	0,01	0,01
36.	dihloretan	1,0	3,0
37.	2,3-dihlor-1,4-naftohinon	0,05	0,05
38.	epihlorhidrin	0,2	0,2
39.	etilalkohol	5,0	5,0
40.	etilacetat	0,1	0,1
41.	etilen	3,0	3,0
42.	etilenoksid	0,03	0,03
43.	živa (metalna)	0,0003	—
44.	kadmium	0,003	0,01

1	2	3	4
45.	kaprilna kiselina	0,005	0,01
46.	kaprolaktan (pare, aerosol)	0,06	0,06
47.	karbofos (malation)	—	0,015
48.	ksilol	0,2	0,2
49.	izopropilbenzol	0,014	0,014
50.	izopropilbenzol-hidroperoksid	0,007	0,007
51.	maleinska kiselina-anhidrid (pare, aerosol)	0,05	0,2
52.	mangan i jedinjenja (kao MnO ₂)	0,01	—
53.	mecidin	—	0,003
54.	metilalkohol	0,5	1,0
55.	metafos (metilparation)	—	0,008
56.	metahlorfenil-zocijanat	0,005	0,005
57.	metilakrilat	—	0,01
58.	metilacetat	0,07	0,07
59.	metilmerkaptan	—	9,10 ⁻⁶
60.	metilmetakrilat	0,1	0,1
61.	monometilamin	—	0,04
62.	naftohinon	0,005	0,005
63.	nitrobenzol	0,008	0,008
64.	parahloranilin	—	0,04
65.	parahlorpenil-zocijanat	0,0015	0,0015
66.	pentan	25,0	100,0
67.	piridin	0,08	0,08
68.	propilen	3,0	3,0
69.	propilalkohol	—	0,3
70.	prašina (interna, netoksična)	0,15	0,5
71.	Sirćetna kiselina	—	0,2
72.	sirćetna kiselina, anhidrid	—	0,1
73.	stirol	0,003	0,003
74.	sumporna kiselina (kao H ₂ SO ₄)	0,3	0,3
75.	sumporna kiselina (kao H)	0,006	0,006
76.	tiofen	—	0,6
77.	toluilendi-zocijanat	0,02	0,5
78.	toluol	0,6	0,6
79.	trihloretilen	1,0	4,0
80.	ugljentetrahlorid	—	4,0
81.	fenol	0,01	0,01
82.	formaldehid	0,012	0,035
83.	fosforpentoksid	0,05	0,15
84.	ftalna kiselina, anhidrid (para, aerosol)	0,005	0,02
85.	fluor (gasovita jedinjenja)	0,005	0,02
86.	fluor, nerastvorljiva jedinjenja	0,03	0,2
87.	furfural	0,05	0,05

1	2	3	4
88.	heksameten-diamin	0,001	0,001
89.	hlor	0,03	0,10
90.	hloranilin	—	0,04
91.	hlorbenzol	0,10	0,10
92.	hlorovodonična kiselina (kao HCl)	0,2	0,2
93.	hlorovodonična kiselina (kao H)	0,006	0,006
94.	hloropren	0,10	0,10
95.	3-hlor-fenil-zocijanat	0,005	0,005
96.	4-hlor-fenil-zocijanat	0,0015	0,0015
97.	hrom (kao CrO ₃)	0,0015	0,0015
98.	cikloheksanol	0,06	0,06
99.	cikloheksanon	0,04	0,04

(Zakon o zaštiti vazduha)

b) Čađ

Čađ nastaje kao produkt nepotpunog sagorevanja goriva, najčešće uglja i nafte. Štetan je po biljni i životinjski svet. Maksimalno dozvoljene koncentracije prema Zakonu o zaštiti vazduha od zagađivanja su:

srednja dnevna koncentracija je:

u mg/m ³	iznosi —	0,005
u µg/m ³	iznosi —	50,00

Čađ zajedno sa čvrstim česticama, iz termoelektrana i toplana, u struji dimnih gasova, koji se hlade, predstavlja jezgra koja apsorbuju pojedine prisutne gasne komponente. Među njima, osim sumpordioksida i azotovih oksida, mogu se naći i kancerogena jedinjenja policikličnih aromatičnih ugljovodonika takođe i ugljenmonoksid u uslovima nepotpunog sagorevanja.

c) Taložne materije-aerosediimenti

To su čvrste čestice koje se mogu naći u vazduhu u urbanim sredinama. Pri likom ispitivanja, analizom se utvrđuje njihov sastav i reakcija:

— pH vrednost (kiselost)
— Ca, Cl i SO₄
— količine nerastvorenih materija: sagorljivih supstanci i pepela.

Maksimalno dozvoljena koncentracija prema Zakonu o zaštiti vazduha od zagađivanja je:

srednja dnevna koncentracija

u mg/m³/24 h iznosi — 0,3

u µm/m²/24 h iznosi — 300,00

Vazduh se smatra čistim ako taložne materije ne prelaze 100 µg/m³ na dan. Zbog toga se naselja dele u pet grupa prema nivou zagađenosti.

Tabela 20. Nivo zagađenosti naselja taložnim materijama (prema Jokovenku)

Vazduh se smatra čistim ako taložne materije ne prelaze 100 mg/m³ na dan

— slabo zagađeno naselje	... do 200
— srednje	... do 300
— znatno	... do 500
— jako	... do 700
— ogromno	... više od 700

Sve tipične zagađujuće materije, naročito, taložne materije i čađ javljaju se pri sušenju uglja-koksovannju, a prateći su otpadna para i gasovi. Oni u određenim meteorološkim uslovima vrše zatamnjenje, odnosno zamućenost atmosfere. Zbog toga se smanjuje vidljivost, pa tako na putevima javnog saobraćaja ugrožavaju bezbednost.

Zajedno sa njima u atmosferu odlazi i određena količina ugljene prašine, koja doprinosi pojavi takozvanih „crnih“ kiša. Pri tom se oslobađa neprijatan miris koji se oseća u krugu od nekoliko kilometara od pogona za preradu uglja (primer Vreoca na Ibarskoj magistrali).

8. SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE

Za razliku od tipičnih zagađujućih materija, koje su stalno prisutne, specifične, zagađujuće materije se javljaju u različitim sredinama, i količinama, na raznim mestima, od raznih objekata zagađivača. Znači da oni nisu uvek isti i uvek prisutni.

Specifični zagađujući gasovi nastaju, najčešće, kao produkti sagorevanja fosilnih goriva, zatim pri topljenju metala, hemijskoj prerađiva-

koj, tekstilnoj, prehrambenoj i drugoj industriji.

Najčešći specifični gasovi su:

- azotovi oksidi,
- ugljenikovi oksidi,
- ugljovodonici korigovani na metan,
- olovo i kadmijum,
- ugljendisulfid,
- hlorovani ugljovodonici,
- freon,
- alkilsulfonati
- formaldehid,
- hlorovodonik,
- polihlorovani bifenili,
- fluoridi i fluorovodonik,
- arsen,
- vodoniksulfid
- sumporvodonik
- olovosulfid,
- oksidansi i mnogobrojni drugi gasovi koji se povremeno pojavljuju u atmosferi posle havarija ili nemarnosti. Takođe, mogu da budu i razni metali: cink, bakar i drugi.

Uzroci pojavi specifičnih zagađujućih gasova su razni a najčešće su:

- nisko iskorišćavanje sirovina u tehnološkom procesu,
- primena zastarelih tehnoloških procesa,
- zaostala i dotrajala oprema,
- nedostatak filtera i uređenja za prečišćavanje gasova,
- nedostatak finansijskih sredstava i zato neodgovarajuće opreme,
- nepovoljna lokacija industrijskih objekata,
- sve veći broj saobraćajnih sredstava,
- havarije, greške, nemarnost

Ovo potvrđuje stalno prisustvo ljudske neodgovornosti u očuvanju funkcionisanja ekosistema. Takođe, potvrđuje se i drugi zakon termodinamike, odnosno zakona entropije:

da se materija i energija od korisne pretvaraju u nekorisnu, od sređene ka nesređenoj i od uređene ka haosu.

Od specifičnih zagađivača razmotrićemo neke koji se češće javljaju:

- a) azotove okside,
- b) ugljenikove okside,
- c) ozon,
- d) olovo,
- e) fluoride,
- f) vodonik sulfid

a) Azotovi oksidi NO_x

Azotovi oksidi (NO_x) se javljaju kao posledica sagorevanja fosilnih goriva u dimu toplana, termoelektrana, raznih industrijskih pogona, u izduvnim gasovima motora sa unutrašnjim sagorevanjem, gasnog grejanja, pri proizvodnji azotne kiseline, pri oksidaciji amonijaka, proizvodnji veštačkih đubriva, pri proizvodnji veštačke svile, prilikom zavarivanja, pri cinkografiji, prilikom miniranja i u mnogim drugim procesima.

Procenat azotnih oksida pri sagorevanju je u zavisnosti od vrste goriva i iznosi:

za ugalj:

0,49—1,03 gr/m³ dimnih gasova za mazut:

0,51—1,12 gr/m³ dimnih gasova za prirodni gas:

0,14—0,60 gr/m³ dimnih gasova

Njihova koncentracija u produktima dimnih gasova zavisi od nivoa i rasporeda temperature u zoni sagorevanja, od odnosa azota i kiseonika ($\text{N}_2:\text{O}_2$) u smesi sagorevanja i vremena njegovih zadržavanja u zoni ložišta. Emisije azotovih oksida se u našoj zemlji ne mere pa tako ne postoje ni podaci o njima.

Pri sagorevanju goriva u ložištima termoelektričnih postrojenja javlja se, uglavnom, azotmonoksid.

On se formira pri visokim temperaturama kada slobodni azot iz vazduha u nepoželjnoj sporednoj reakciji sa kiseonikom prelazi u azotmonoksid (termički azotov oksid). Osim na ovaj način, azotmonoksid nastaje i oksidacijom vezanog azota u gorivu. Ostale okside azota je teško identifikovati.

Azotmonoksid se pri hlađenju dimnog gasa i u dodiru sa atmosferom transformiše u druge oblike azotnih oksida (NO_2 ...). Kao primer neka nam posluži Pančevo, gde se nalazi velika hemijska industrija — Azotara. U njemu se nađene količine azotdioksida u atmosferi mere i po 10 do 28 puta većim količinama od MDK. Osim azotdioksida, i drugih azotovih oksida, specifični zagađivač u Pančevu je i amonijak (NH_3).

Azotovi oksidi mogu sa sekundarnim aminima da daju neka nova nitrozna jedinjenja koja su kancerogenog dejstva. Jedan od najopasnijih jeste benzopiren. Benzopiren — je kancerogena materija iz grupe policikličnih aromatičnih ugljovodonika. On nastaje pri svim procesima nepotpunog sagorevanja fosilnih goriva i to najčešće u toplanama i pri radu motornih vozila.

Emisije azotovih oksida u svetu se stalno povećavaju jer su im izvori mnogobrojni.

Tabela 21 Aproximativne količine azotnih jedinjenja

Izvor	jedinjenje	kgr/god.
bakterije	NH_3	$8,6 \times 10^{11}$
bakterije	NO_2	$3,4 \times 10^{11}$
bakterije	NO	$2,1 \times 10^{11}$
sagorevanje uglja	NO_2	$7,4 \times 10^9$
grejanje zgrada	NO_2	$4,5 \times 10^9$
motori vozila	NO_2	$2,0 \times 10^9$
druga sagorevanja	NO_2	$0,7 \times 10^9$
sagorevanje	NH_3	$3,1 \times 10^9$
Ukupno:		$14,8 \times 10^{11}$

b) Ugljenikovi oksidi

Ugljenikovi oksidi su produkti sagorevanja raznih vrsta goriva, pa se mogu naći u dimovima termoelektrana, toplana, kotlarnica i drugih individualnih ložišta. Takođe ih ima u izduvnim gasovima motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Izuzetno opasan po ljudsko zdravlje je ugljenmonoksid. On se stvara, zajedno sa drugim zagađujućim materijama naročito u neujednačenom režimu saobraćaja. Svetska zdravstvena organizacija daje podatke o emisijama pojedinih zagađujućih materija iz motornih vozila.

Tabela 22 Zavisnost produkcije zagađujućih materija od režima saobraćaja

Zagađenje	Prazan hod	Povećana brzina (deo na milion delova)	Ubrzanje	Zaustavljanje
ugljenmonoksid	64.000	24.000	24.000	45.000
ugljovodonici	1.400	620	810	5.700
Azotovi oksidi	0	1.400	1.700	0

Česti polasci i zaustavljanja veoma utiču na zagađenja vazduha duž saobraćajnica gradskih raskrsnica i drugog saobraćaja kada se zbog saobraćajnih gužvi i zagušenja vazduh prekomerno zagađuje. Povećanje zagađenja ugljenmonoksidom biva i za nekoliko desetina puta preko dozvoljenih granica, a u svetskim razmerama i preko sto puta. (Đorđević S. 1985)

Emitovanje ugljenmonoksida raste sa smanjenjem ili povećanjem brzine. Najmanje su emisije pri brzinama od 70 km/čas, a povećavaju se naročito pri brzinama preko 120 km/čas. To znači da je zagađenje

ovim gasom veliko na autoputevima i u gradovima pri sponoj vožnji. U letnjim mesecima, pod dejstvom ultraljubičastih radijacija, zbog zagađenog vazduha, dolazi do transformacije azotovih oksida u oksidanse.

c) Ozon

Poslednjih godina raste koncentracija ozona u velikim gradovima. Često se misli da je ozon indikator čistog vazduha, međutim, u zagađenom vazduhu on je veoma opasan agresivni gas i znak je direktne opasnosti, jer je posledica reakcije primarnih zagađujućih materija.

d) Olovo

Olovo se kao specifični zagađivač u vazduhu (i životnoj sredini uopšte) javlja najčešće iz tri izvora, i to:

- benzina prilikom sagorevanja u automobilima,
- fabričkih dimnjaka hemijske industrije boja, prerade ruda i dr,
- raznih pesticida i herbicida

Ono se dodaje benzinu kao antide-tonator u obliku tetraetil-olova koji sagoreva u motoru, a u atmosferu odlazi elementarno olovo u obliku pare i čestica.

Izduvni gasovi motora sa unutrašnjim sagorevanjem, osim olova uvek sadrže još i: ugljenmonoksid, azotove okside, formaldehid, ugljovodonik i ugljendioksid. Kod dizel motora sa pogonom na naftu, javljaju se aldehidi i nesagorelo gorivo u obliku dimova.

Pri brzini od 40 do 110 km/čas emituje se 5—6 µg olova na 1 litar ispusnih gasova. (Miler)

Izvori olova mogu biti i razni predmeti i sredstva koji se upotrebljavaju u domaćinstvima ili trgovini, kao na primer: razne boje, pića, voda za piće, vodovodne bakarne cevi lemljene olovom, posebno ako su loše izvedene i ako se voda u njima dugo zadržava, konzerve za hranu lemljene olovom, olovna sačma koju koriste lovci, olovni plovci na priboru za pecanje su, takođe, štetni kada še nađu u životnoj sredini. U Velikoj Britaniji je primećeno sve raširenije trovanje labudova olovom od plovaka.

e) Fluoridi

Fluoridi nastaju u toku industrijske proizvodnje veštačkih đubriva, zatim aluminijuma i čelika. Tako se mogu naći u vazduhu u okolini takvih industrijskih pogona. Fluoridi su otrovni za biocenozu. Zabeleženo je da je u Americi stradala stoka iz okoline fabrika za proizvodnju aluminijuma gde su se fluoridi oslobađali.

f) Vodonik sulfid (H_2S)

Osim najbrojnijih specifičnih zagađivača, koji su po obimu rasprostranjeniji od drugih, neki drugi zagađivači, u posebnim sredinama u blizinama nekih industrijskih pogona mogu biti veoma opasni. Jedan od takvih zagađivača je i vodoniksulfid koji se javlja u blizini industrije ce-

luoze. Neka ispitivanja u Americi su pokazala da taj gas ispušten u životnu sredinu deluje na nervni sistem. (WHO 1986)

9. UTICAJ METEOROLOŠKIH PRILIKA NA ZAGAĐENOST VAZDUHA

Toplota, gasovi, aerosoli i prašina u nekakvom obliku oduvek su ispuštani u atmosferu. Pod normalnim okolnostima i u normalnim (antropogeno ili drugim uticajima neizmjenjeno) meteorološkim uslovima, sve te materije rasturene po atmosferi bile su reciklirane u ekosistemima. Međutim, ljudske aktivnosti i mogućnosti tehnologije za mnogim i raznovrsnim postupcima proizvodnje i potrošnje, ubacivale su u atmosferu sve nove i sve veće količine raznovrsnih zagađivača koje daleko prevazilaze moć ekosistema i atmosfere u celini, da ih reciklišu.

Atmosfera je u gasovitom stanju pa se u celini ponaša prema opštim zakonima koja važe za gasove. Kada se pritisak mase nekog gasa menja (u aerorozagađenjima ubacivanje novih količina) menjaju se i njegova zapremina i temperatura. Iako su aerorozagađenja globalna, njegovi neposredni efekti su lokalni.

Rasprostiranje zagađujućih materija je u zavisnosti od klime prostora — meteoroloških prilika, kao što i one utiču na promenu klime. Emisija zagađujućih materija i njihov nivo su u zavisnosti od:

- temperature,
- vazdušnih kretanja,
- vlažnosti,
- oblačnosti,
- padavina i
- atmosferskog pritiska.

Temperatura vazduha utiče na emisije zagađujućih materija. Efektivna visina podizanja toplih gasova iz dimnjaka zavisna je od ambijentne temperature vazduha, stabilnosti atmosfere i brzine vetra.

Vazдушna kretanja njihov pravac, jačina i brzina su uslovi za otpuštanje nekih aero-alergena kao i drugih gasova, i njihovo rasprostiranje, a posebno podizanje prašine sa tla.

Vlažnost vazduha u određenim granicama, takođe, može da utiče na zagađenost. Formiranje sekundarnih — fotohemijskih zagađivača izrad urbanog područja može da se kontroliše pomenutim pokazateljima (brzinom vetra, veličinom turbulencije, temperaturom vazduha i sunčanim zračenjem).

Pretvaranje gasovitog sumpordikoksida u kapljice sumporaste kiseline (kiselu kišu) može da zavisi od vlažnosti. Spiranje atmosfere padavinama je značajan mehanizam za prečišćavanje ali je istovremeno i velika opasnost za zemljište, floru i vodu. Dakle nivo zagađenosti vazduha zavisi od stanja atmosfere.

Poznata su tri meteorološka stanja atmosfere:

- a) — stabilno
- b) — nestabilno i
- c) — neutralno

a. *Stabilno stanje atmosfere* se odlikuje jakim i čistim maglama i sumaglicama sa blagim kretanjima vazduha. U ovakvim uslovima moguće je najviše zagađenje vazduha. U zimskom periodu po hladnom i tmurnom vremenu javlja se smog. Izraz smog je kovanica nastala od engleskih reči smoke (dim) i fog (magla).

Smog je toksična magla koja nastaje pod uticajem magle i štetnih agensa od industrijskih i drugih gasova, a u određenim meteorološkim uslovima, kada nema strujanja vazduha i kada se u prizemnim slojevima atmosfere obrazuju topli slojevi vazduha na različitim visinama (stanje inverzije). Ovi slojevi sprečavaju štetne gasove da se podignu. Smog je veoma opasan po žive organizme zbog toga što iz atmosfere apsorbir-

Tabela 23. Zagađujuće materije iz automatskih motora

Toksični gas %	Benzinski motori	Dizel-motori
ugljenmonoksid	5%	0,01 do 0,5%
azotovi oksidi	0,0 do 0,8%	0,002 do 0,5%
aldehidi	0,0 do 0,2%	0,001 do 0,009%
čadi	0,0 do 0,04 gr/m ³	0,01 do 1,1 gr/m ³
benzopirena	10 do 20 mkg/m ³	do 10 mkg/m ³

(I. L. Varšavski)

je kiseonik, a toksične materije deluju nepovoljno i mogu da dovedu do masovnog trovanja stanovništva.

b) *Nestabilno stanje atmosfere* se karakteriše jakim vrtložnim kretanjima vazduha, koja sprečavaju pojavu veće zagađenosti vazduha. Nestabilnost atmosfere se stvara od razlika zagrevanja zemljine površine i nekih slojeva atmosfere.

c) *Neutralno stanje atmosfere* se javlja onda kada dođe do pojačanog strujanja vazduha pa usled toga i do izjednačavanja njegovog sastava i temperature. U Beogradu se to dešava kada duva košava. Tada se koncentracija štetnih materija u vazduhu smanjuje i to u prizemnim slo-

jevima, što je za ljude i vegetaciju od značaja. I posredno može da utiče na aerozagađenje jer od njega zavise brzina i pravac strujanja vazduha a time i promena kvaliteta i kvantiteta zagađujućih materija.

Iz svega ovoga proizlazi da se lokalni efekti aerozagađenja manifestuju preko:

- temperaturnih efekata,
- promene u sadržaju relativne vlage,
- smanjenja sunčevog zračenja,
- smanjenja vidljivosti,
- povećanja oblačnosti,
- stvaranja kiselih kiša i
- pojave smoga.

Posledice zagađenog vazduha

1. DELOVANJE ZAGAĐENOG VAZDUHA U ŽIVOTNOJ SREDINI

Zagađenost životne sredine je danas veoma prisutna a u mnogim područjima i opasna. Ona je zašla u skoro sve osnovne životne medije: vazduh, vodu i zemljište. Ugrožene su mnoge prirodne i ljudske vrednosti. Najteže posledice oseća sam čovek.

Zagađenost vazduha ugrožava i mnoge delove prirode koji su vidni, kao što su uništeni kompleksi vegetacijskog pokrivača. Posledice utiču i na opštu klimu, jer uništavanjem vegetacije umanjuje se mogućnost obnove kiseonika. Kvantitativno povećanje zagađivača, posebno ugljenikovih oksida utiče na ozonski sloj i onemogućava hlađenje atmosfere. Zagađen vazduh uništava i ljudska materijalna dobra za koja su potrošene velike količine resursa, energije i ljudskog truda. Ugroženošću vazduha kao osnovnog uslova života, ugroženo je i ljudsko zdravlje i ljudski životi, kao i kompletna nadzemna biocenoza: (šumski kompleksi i mnoge biljne kulture). To sve ima odraza na kompletan živi svet.

Posledice zagađenog vazduha na živi svet u biosferi, kao i na materijalna dobra, mogu se lako utvrditi onda kada je evidentno prisustvo nekog većeg zagađivača sa poznatim i lako merljivim zagađujućim materijama, ili u slučaju akcidentalnih stanja kada je to takođe, poznato.

Međutim u većini slučajeva, posledice su uslovno uzete, zbog toga što se u prirodi, u biosferi i ekosferi poremećaj javlja usled uticaja raznih zagađujućih materija pa je zbog toga veoma kompleksan. Put dolaska zagađujućih materija jeste preko svih medija, a dejstvo im je i sinergetsko i kumulativno. Zbog toga su i posledice posebne (ako se zna da je zagađujuća materija dospela iz vazduha) ili opšte (kada im je dejstvo udruženo ili kada se jedna ista zagađujuća materija nađe u svim medijima).

Posledice svih tih zbivanja i ljudskih aktivnosti u ekosistemima su po obimu i kvalitetu nesagledive. Ali su bez sumnje veoma negativne. One se posebno odražavaju preko: posledica na ljudsko zdravlje, posledica na prirodu i posledica na materijalna dobra.

2. POSLEDICE ZAGAĐENE SREDINE NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Brojne epidemiološko-statističke studije su pokazale da su stope morbiditeta i mortaliteta od malignih oboljenja, posebno disajnih organa u korelaciji sa zagađenošću vazduha, a često i sa veličinom grada. Istraživanja u SAD i Velikoj Britaniji su pokazala da su stope obolevanja od raka pluća daleko veće u urbanim sredinama nego u ruralnim, ukoli-

ko ove druge nisu u blizini industrija, velikih zagađivača.

Takođe se došlo do zaključka da su ova povećanja usko vezana za aerozagađenja organskim i neorganskim elementima iz atmosfere. Najčešći zagađivači vazduha koji utiču i na zdravlje su: sumpordioksid, čađ, pepeo, prašina, ugljenikovi oksidi (kao tipični zagađivači) i benzopiren, olovo, oksidi azota, formaldehid i drugi specifični zagađivači od saobraćaja i industrije.

Maligne bolesti su danas najozbiljniji zdravstveni problem čovečanstva. Prema broju smrtnosti i opštoj patologiji, na drugom su mestu u svetu.

Oboljevanje i umiranje od malignih oboljenja su u tesnoj vezi sa zagađenom sredinom, naročito sa hemijskim materijama kojih je sve više u životnoj sredini. One se konzumiraju i odlaze u ljudski organizam preko vazduha, vode i hrane.

„Dokazano je da prisustvo sumpordioksida, prašine i azotdioksida direktno deluje na smanjenje odbrambene reakcije respiratornog sistema olakšavajući pojavu akutnih respiratornih oboljenja bakteriellne i virusne etiologije“ (S. Đorđević)

Zagađena sredina, sve više uzima svoj danak. Kako čovek raznim delatnostima menja prirodne uslove života na ovoj planeti, to i sredina svojim promenama deluje na ljudski organizam i utiče na:

- fizičko zdravlje,
- psihičko zdravlje i
- genetske promene

Međutim, veoma je teško izdvojeno posmatrati ove pojave jer one jedna drugu uslovljavaju, a i podložne su istim zagađivačima. Takođe, teško je govoriti o pojedinim zagađivačima (na primer teškim metalima) kao tipičnim za jedan medij, jer on može da se istovremeno nalazi u sva tri (vazduhu, vodi, zemljištu). Tako isto on istovremeno može da utiče i na fizičko i na psihičko zdrav-

lje, a može i da ugrozi i naslednu materiju.

Šta se podrazumeva pod zdravljem?

Prema definiciji Svetske zdravstvene organizacije: „zdravlje je stanje potpunog fizičkog, mentalnog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti i nesposobnosti“.

To znači da zdravlje kao stanje života, podrazumeva stanje funkcionalne fizičke i mentalne ravnoteže nastale dinamičkim međudejstvom čoveka na njegovu prirodnu i socijalnu sredinu. Zdravlje je isto tako i stanje najpovoljnije sposobnosti jedinke da uspešno ispunjava uloge i zadatke u društvu, prirodi i porodici. Za pojedinca zdravlje znači — osećati se dobro, za lekara — odsustvo kliničkih znakova bolesti, za zajednicu — ispunjavanje određenih obaveza.

U poremećaju bilo koje funkcije ili organa ljudskog organizma javlja se neka vrsta bolesti. U zagađenoj sredini, ljudski organizam je izložen mnogim elementima na koje on u svojoj evoluciji nije prilagođen.

3. POSLEDICE AEROZAGAĐENJA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Aerozagađenje je od opšteg-globalnog značaja za planetu. Ono predstavlja stalnu opasnost koja se najviše odražava na ljudsko zdravlje. Iako je ljudski organizam veoma adaptabilan za vazdušna zagađenja, u određenim uslovima može veoma da se ošteti. Ponekad je trenutno zagađenje veoma opasno i dovodi do masovnih trovanja ili drugih vrsta oštećenja. Ali, zato je stalna izloženost zagađujućim materijama veoma štetna i opasna, i još uvek nedovoljno ispitana.

Kao najčešće posledice na ljudsko zdravlje javljaju se i oboljenja kao što su: bronhitis, astma, enfizem pluća povećan procenat smrtnosti kod starijih ljudi i obolelih osoba od oboljenja disajnih organa.

Aerozagađenje predstavlja pretanju i smetnju funkcionisanju ekosistema u kojima remeti klimatsku i edafsku ravnotežu, što se odražava i na celokupnu biocenozu, a time i na čoveka. Prema tome, opasnost od aerozagađenja po ekosisteme i ljudsko zdravlje je neodvojivo. Istovremeno ono predstavlja ekološki problem u celini.

Dejstvo aerozagađenja na čoveka može da bude:

- a) direktno i
- b) indirektno

a) Direktno dejstvo

Aerozagađenje direktno utiče na udisanja svih štetnih materija iz vazduha okoline u industrijskim zonama, urbanim sredinama, ili zatvorenim prostorijama. U zatvorenim prostorijama osim mogućih zagađujućih materija spolja, zagađenost se povećava zbog pušenja i emitovanja nekih zagađivača od zagrevanja prostorija, upražnjavanja nekih hobija prilikom kojih se stvaraju zagađujuće materije, iz građevinskih materijala, ili radnih procesa.

b) Indirektno dejstvo

Indirektno dejstvo je vezano za smanjenje ultravioletnog zračenja, sniženog intenziteta sunčeve radijacije i promeni spektra radijacije. To se odražava na ljudsko zdravlje, naročito na fizičku kondiciju.

Dejstvo zagađenog vazduha na ljudski organizam se manifestuje na različite načine. Tokom čovekove evolucije nikada nije bilo toliko hemijskih i drugih zagađivača u vazduhu kao u našem veku, te se ljudski organizam na to nije navikao, pa zato i ne postoje prirodni mehanizmi samoodbrane.

Zagađen vazduh naročito nepovoljno utiče na dečiji uzrast. Deca dišu brže i dublje, a veći deo vremena provode na istoj lokaciji, pa su

dugo izložena pojedinim zagađujućim materijama. Štetni efekti zagađenog vazduha se prvo manifestuju na malim disajnim putevima. Nadržavajuće štetne materije iz vazduha mogu stimulisati bronhijalnu sekreciju, prouzrokovati zapaljenje sluznice ili pojačati refleksni bronhospazam u disajnim putevima.

Osim na decu, zagađen vazduh nepovoljno deluje i na stare i iznemogle osobe, bolesne i rekonvalescente, bolesne od bolesti srca i organa krvi, sa bolesnim disajnim i centralnim nervnim sistemom, kao i osobe u posebnim stanjima: trudnice, dojilje, loše uhranjene osobe, psihofizički iscrpene i druge.

4. NAJČEŠĆA OBOLJENJA

Aerozagađenja naročito utiču na organe za disanje pa su oboljenja ovih organa na prvom mestu u odnosu na druge vrste bolesti. Danas, skoro svaki treći zaposleni radnik ima povremeno ili hronično bolesne disajne organe, rak pluća ili bronhija. Aerozagađenja mogu da utiču na oštećenje celokupnog kardiovaskularnog i sistema za disanje.

Posledice na zdravlje javljaju se u obliku sledećih oboljenja i tegoba:

- akutnih i hroničnih,
- raka pluća i bronhija,
- anemije,
- oboljenja kože,
- poremećaja u metabolizmu,
- smanjenja otpornosti organizma,
- poremećaja imunološke odbrane organizma,
- povećanog broja spontanih poroba,
- menstrualnih tegoba,
- steriliteta,
- zastoja u rastu dece,
- okoštavanja kod dečijeg uzrasta,
- smanjenog vitalnog kapaciteta dece u gradovima i industrijskim zonama,

— lošije psihofizičke kondicije omladine u gradovima,

— genetskih promena, povećanog procenta oboljenja dece od kretenizma i

— povećanog broja obolelih od dijabetesa...

5. DELOVANJE OKSIDA SUMPORA NA LJUDSKO ZDRAVLJE I BIOCENOZU

Sumpordioksid i sumporna kiselina (SO_2 i H_2SO_4) su veoma agresivne materije koje u vidu gasa i kiselih kiša nanose ogromne štete.

Sumpordioksid deluje štetno na ljudski organizam, posebno na disajni trakt. Manja koncentracija nadražuje sluzokožu gornjih disajnih organa, izaziva gušenje i kašalj, a dužim izlaganjem izaziva promuklost i bolove u grudima, može da ošteti plućno tkivo, gleđ zuba, može da bude uzrok velikom trovanju, pa i smrti.

On može da izazove i akutna i hronična oboljenja, na sluzokoži disajnih organa i konjunktiva, zbog njegovog svojstva da se lako veže za vodu i na njima stvara sumporastu ili sumpornu kiselinu. Pri udisanju manjih količina izaziva nadražaj gornjih disajnih puteva a pri udisanju većih koncentracija pogađa pluća.

Može da se desi da prilikom prvih udisanja velikih koncentracija ovog gasa momentano nastupi smrt, što se tumači posledicom ugušenja nastalog reflektornim spazmom glasnih žica (stezanja, grča) ili šoka i zastoja u cirkulaciji krvi.

Manje koncentracije izazivaju grebanje u grlu i nosu i nadražaj na kašalj. Veće količine daju osećaj gorenja i nadražuju oči na suzenje. Neki autori mu pripisuju i kataralne promene sluzokože želuca, menstrualne promene i različite poremećaje u krvnoj slici.

Granična koncentracija do pojave simptoma smatra se $0,38 \text{ mg/m}^3$, a prema Zakonu o zaštiti vazduha od zagađivanja MDK je $0,15 \text{ mg/m}^3$, a granica osetljivosti: $0,10 \text{ mg/m}^3$ vazduha.

Poznato je da je rastinje najosetljivije na delovanje sumpordioksida. Toksično delovanje je vezano za razgrađivanje hlorofila. Tako, na primer, ako je u atmosferi koncentracija $0,3 \text{ mg/m}^3$ sumpordioksida on narušava fotosintezu kod četinara, što se odražava na gubitak težine kod biljaka.

Poremećaj u asimilaciji listopadnih šuma počinje da se oseća pri koncentracijama od $0,5$ do $1,00 \text{ mg/m}^3$ sumpordioksida.

Uticaj na čoveka počinje sa koncentracijom od $0,08$ a opasna po život je $0,40 \text{ mg/m}^3$ ako je čovek izložen duže od jednog sata. To znači kada prekoračenje od $0,15$ ide na više, treba alarmirati stanovnike urbanog naselja.

Sumpordioksid je podložan zakonu disperzije na velike površine, a vazдушnim strujanjem prelazi velike razdaljine.

Najviše sumpordioksida se stvara u procesu sagorevanja uglja u termoelektranama i prilikom koksovanja uglja u SAD se godišnje proizvede $25,7$ miliona tona, a u Kanadi 5 miliona tona. Zagađenje prelazi iz jedne zemlje u drugu. Stvaranje sumpordioksida kao otrovnog gasa je veliko u celome svetu, a ne samo u Americi. U 1982. godini, samo 26 zemalja izbacile su u atmosferu oko 65 miliona tona. Od te količine 85% je iz samo 10 zemalja (oko 55 miliona tona) i to iz: SSSR, Velike Britanije, obe Nemačke, Italije, Čehoslovačke, Poljske, Francuske i Rumunije.

6. UTICAJ ČADI I AEROSSEDIMENTATA NA ZDRAVLJE

Čađ i aerosedimenti su prisutni u svakoj urbanoj sredini, kao i u industrijskoj, gde se obavlja proces sagorevanja fosilnih goriva.

Aerosedimenti su čvrsti ostaci sagorevanja u kojima se mogu naći: hloridi, sulfati, pepeo, prašina i drugo. Osim pri sagorevanju fosilnih goriva čađ se javlja i prilikom prerade fosilnih goriva: koksovanju i dobijanju gasa iz uljnih škrljaca. Pri hlađenju, čestice čadi apsorbuju i druge toksične elemente.

Ukoliko su čestice aerosola sitnije to se one više i duže sadržavaju u vazduhu okoline. Njihova sedimentacija zavisi od težine i veličine čestica, od oblika, gustine vazduha i jačine vazдушnih strujanja. Čestice manje od $0,1$ mikrona se ne talože već tek vazдушnim strujama ponese, međusobnim sudaranjem i pod uticajem različitog naelektrisanja se aglomerišu, postaju veće i teže, pa se tek tada sedimentuju.

Čvrste čestice veličine ispod 3 mikrona prodiru u gornje i srednje disajne puteve, a čestice ispod 3 mikrona prodiru u pluća. Prema tome od veličine i oblika čestica aerosedimentata i čadi zavisi kako prodiru u ljudski organizam: krupnije se zadržavaju na gornjim putevima za disanje a sitne prodiru i do pluća. Osim od veličine čestica, dubina prodiranja zavisi i od jačine disanja osobe. Zbog toga je i dejstvo na zdravlje različito kod raznih osoba.

Iako ovi zagađivači deluju, uglavnom, na disajne organe oni, takođe, deluju i spolja na kožu, na sluznicu nosa i očiju.

7. DELOVANJE PRAŠINE RAZLIČITOG POREKLA NA LJUDSKI ORGANIZAM

Različite vrste prašine imaju različito dejstvo na ljudski organizam. Kakvo će biti to dejstvo, zavisi od raznih faktora: porekla, hemijskog

sastava, vremena izloženosti, veličine i oblika čestica, mesta štetnog delovanja, otpornosti organizma.

Prema poreklu prašina se deli na tri grupe:

- organska,
- neorganska i
- mešovita

Organska prašina može da bude biljnog, životinjskog ili veštačkog porekla.

Neorganska prašina nastaje od metala, minerala, nemetala, sintetike.

Mešovita prašina je produkt savremene industrije sintetskog, plastičnog i hemijskog porekla.

Prema negativnom dejstvu na ljudski organizam, prašina se, prema Ačofovu (Aschoff) deli u sedam grupa:

1. prašina sa opšte toksičnim dejstvom (prašina arsena, olova i drugo),

2. lokalno iritirajuće ili kaustične prašine: brašno, šećer, cement, kreč, soda i drugo,

3. alergične prašine najčešće organskog porekla kao što je polen,

4. prašina zagađena patogenim mikroorganizmima (prašina starih krpa, hartije i kože),

5. fotodinamične prašine od peska, katrana, smole,

6. prašina sa kancerogenim dejstvom (ona ista sa fotodinamičnim) dejstvom i još prašina radioaktivnih materija, fosilnih goriva) i

7. prašina sa specifičnim dejstvom koja izaziva razastiranje vezivnog tkiva u plućima, kao što je prašina silicijum dioksida i azbesta.

Ova podela je izvršena sa stanovišta medicine rada. Međutim, sa higijensko-komunalnog stanovišta prašina može biti različitog porekla u urbanoj sredini: od produkata sagorevanja (dima, čadi, pepela, delića šljake, ugljena...) od građevinsko-komunalnih delatnosti (peska, cementa, kreča, građevinskog šuta,

ulične prašine), zatim drugih različitih vrsta, iz industrijskih, zanatskih, trgovinskih, ugostiteljskih i drugih organizacija.

8. DELOVANJE UGLJENIKOVIH OKSIDA NA ZDRAVLJE LJUDI

Ugljenikovi oksidi (CO_2), osim iz dima i čađi, produkti su sagorevanja u izduvnim gasovima saobraćajnih sredstava.

U ljudskom organizmu izazivaju promene u hemoglobinu, uzrok su sistemskim, malignim i drugim oboljenjima disajnih organa.

Ovaj gas predstavlja veoma jak otrov koji posebno deluje na krv, jer ima osobinu vezivanja za hemoglobin, čime blokira snabdevanje organizma kiseonikom. Ukoliko se 15 do 20% ukupnog hemoglobina iz organizma veže sa ugljenmonoksidom, neminovno dolazi do pojave trovanja, a pri višim koncentracijama u krvi, nastupa smrt.

Osim ugljenmonoksida, postoji veliki broj drugih ugljenikovih oksida. Njihova je glavna karakteristika da su lako isparljivi i toksičnog dejstva na ljudski organizam.

Ugljendioksid (CO_2) je gas koji deluje kao zagušljivac. Ako mu je u vazduhu okoline koncentracija do 2,5%, on nije škodljiv. Njegova štetnost po zdravlje počinje sa koncentracijama preko 3%. Pri koncentracijama od 3 do 4% javljaju se teškoće koje se manifestuju u vidu otežanog disanja. Ako nivo koncentracije prelazi 4—6% dolazi do oštećenja zdravlja.

Veoma je opasna koncentracija od 20%. Boravak u prostoru sa ovolikom koncentracijom može da izazove zastoj svih životnih centara. Ako se pri tome naglo udahne i unese 8—10% ugljendioksida, može doći do nesvesti, pa čak i smrti.

Pored direktnog uticaja na zdravlje, on može negativno da utiče na ukupni toplotni bilans atmosfere što

se indirektno odražava na ljudsko zdravlje.

Ugljendioksid deluje na ljudski organizam tako što istisne kiseonik i tako smanji njegovu količinu. Ovo dovodi do tkivne anoksije, koja nadraži koštano srž a to povećava broj eritrocita. Pod uticajem ovoga gasa u organizmu se menjaju oksidacioni procesi, pa može doći do leukocitoze.

Neka novija ispitivanja ukazuju da ugljendioksid povećava osetljivost centralnog nervnog sistema. Prema Zagradskom, pri kratkotrajnom dejstvu menja se red uslovnih refleksa, a pri dužem izlaganju koncentracijama od 1,5 do 2%, dolazi do emocionalne uzbuđenosti, poremećaja koordinacije pokreta, slabljenja sna i do razdražljivosti.

Prema S. Đorđeviću, kratkotrajno, udisanje ugljendioksida u koncentraciji od 0,1 do 0,5% utiče na funkcije spoljašnjeg disanja, cirkulaciju krvi i električnu aktivnost mozga, tako da svi dobijeni podaci govore u prilog tome da koncentracija ugljendioksida u stambenim prostorijama ne bi trebalo da prelazi 0,1%, a srednje vrednosti trebalo bi da budu 0,05% nezavisno od izvora zagađenja.

9. NEGATIVNO DELOVANJE AZOTOVIH OKSIDA

Azotovi oksidi deluju negativno na ljudski organizam:

- pogoduju pojavi astme,
- uzrokuju alergiju,
- mogu da budu uzrok sistemskim oboljenjima,
- takođe i malignim i drugim oboljenjima disajnih organa.

Oni su teži od vazduha jedan i po put. Boja im varira od žućkaste do smeđemrke. Najčešći su azotdioksid (NO_2) i azotmonoksid (NO).

Azotdioksid (NO_2) je veoma štetan po zdravlje. On je vidljiv, mrkocrvene boje. Nadražuje disajne

puteve, izaziva kašalj i ubrzava pojavu zamora. Njegovo dejstvo izaziva vidne promene na koži. Mnogo je opasniji od sumpordioksida i azotmonoksida.

Azotmonoksid (NO) iritira sluzokožu, ali se u vazduhu lako pretvara u azotdioksid, a pri većim temperaturama u azotnu kiselinu. Ako je organizam duže izložen ovim gasovima, može da dođe do stanja sličnog šoku. Uopšte, izlaganje mešavini azotovih oksida je veoma opasno. U respiratornom traktu azotovi oksidi prelaze u azotnu kiselinu, nitrite i nitrate, koji se krvotokom raznose po celom organizmu, i stvaraju met-hemoglobin.

10. MASOVNA TROVANJA OD TOKSIČNE MAGLE SMOGA

Jedan od odlika aerozagađenja je toksična magla koja može da bude veoma opasna za ljudsko zdravlje.

Izraz smog ušao je u upotrebu pre prvog svetskog rata. Taj izraz u izveštaju za Mančestersku konferenciju upotrebio je Deveys (H. A. Des Voeux) povodom trovanja koje se 1909. godine desilo u Glazgovu u Škotskoj.

Prva nesreća od posledica smoga zabeležena je 1881. u jesen. Tada je od trovanja stradalo 1063 građanina.

U nastavku teksta biće opisano nekoliko poznatih, masovnih trovanja.

Primer I — 1930. godine u Belgiji u dolini reke Meze, gde su koncentrisane brojne fabrike, došlo je do masovnog trovanja stanovništva. Početkom decembra, gusta magla je pokrila dolinu reke, što je bilo praćeno inverzijom vazdušnih slojeva, zbog čega se formirao smog. Trećega dana, veliki broj stanovnika je počeo da oseća smetnje u disanju, gušenje, kašalj, iritacije u grlu, otežano disanje, bol u grudima. Petoga dana je obolelo vi-

še hiljada stanovnika, a zabeleženo je i 60 smrtnih slučajeva. Najugroženiji su bili stanovnici sa oštećenim disajnim organima, deca od 4 godine života, i odrasli preko 40 godina starosti.

Primer II — 1948. godine u Pensilvaniji u gradu Donori došlo je do masovnog trovanja zbog smoga koji je pritiskao grad svega 4 dana. Obolelo je više od polovine stanovnika, (grad je tada imao oko 10 000 stanovnika) a bilo je i 17 smrtnih slučajeva.

Primer III — 1948. godine novembra meseca u Londonu je zbog smoga umrlo 600 lica.

Primer IV — 1952. godine decembra u Londonu je u četiri uzastopna tmurna dana umrlo 4000 ljudi.

Osim umrlih, kod velikog broja (procenjuje se oko 50% od ukupnog stanovništva) javio se kašalj, stezanje u grudima, mučnina, suzenje očiju, astmatične tegobe i slično. Najviše su stradala deca, starije osobe i bolesnici disajnih organa, kardiovaskularnih bolesti, a bilo je i osoba sa vidnim poremećajima mentalnog zdravlja.

Ustanovljeno je da je u tom smogu bila mešavina magle i štetnih materija iz dima domaćih ložišta u kojima se kao gorivo koristio ugalj sa svega 1,5% sumpora.

Primer V — januara 1956. takođe, u Londonu umrlo je oko 1000 ljudi.

Primer VI — u decembru 1957. 700—800 lica je stradalo u Londonu, što sa onima ranije iznosi oko 6000 umrlih.

Primer VII — 1963. u Njujorku umrlo je između 200 i 400 građana.

Primer VIII — Četrdesetih godina Pitsburg je u Sjedinjenim Američkim Državama bio najzagađeniji grad. Zagađenost je trajala

sve do početka 1970. kada je Okružni savet za narodno zdravlje naredio prekid rada mnogim industrijskim pogonima.

11. KANCEROGENI EFEKAT ZAGAĐUJUCIH MATERIJA

Danas više nema nikakve sumnje, da u životnoj sredini, u svim njenim medijima ima bezbroj kancerogenih materija, koje čovek putem udisanja ili ishrane unese u svoj organizam. Na raznim mestima, gde ljudi borave i rade, a gde je moguće da ima pojedinih kancerogenih materija u većem obimu opasnost za te ljude je veća.

Smatra se da najizraženiji kancerogeni efekat imaju: policiklični aromatični ugljovodonici, metali (naročito nikal i olovo) zatim neki pesticidi, azbest, polivinil, hrom, arsen, selen, mangan.

Najizraženije kancerogeno delovanje imaju sledeći policiklični aromatični ugljovodonici:

1. Benzo (a) pyren
2. Benzo (e) pyren
3. Benzo (a, h) pyren
4. Benzo (a, i) pyren
5. Benzo (a) anthracen
6. Dibenzo (a, h) anthracen
7. Dibenzo (a, i) anthracen
8. Chrysen
9. Benzo (b) fluoranthren
10. Benzo (i) fluoranthren
11. Indeno (1, 2, 3, — c, d) pyren
12. Benzo (c) acridin
13. 0 toluidin
14. 2 Naphthylamin

(Đorđević S.).

Benzopiren je prvi na spisku, a uz to je najrasprostranjeniji od svih pomenutih, jer se javlja pri sagorevanju fosilnih goriva ili njihovih pređevina, a posebno nafte. Pri sagorevanju nafte, po 1 toni, stvara se 50 mg benzopirena. Zbog toga ga najviše ima u blizinama rafinerija nafte (i do 200 000 μ gr/kg zemlje).

U dubrenom zemljištu ga ima više (100 μ gr) a u neđubrenom do 10 μ gr.

Azbest i njegovi sićušni delovi uneti u organizam čoveka imaju kancerogeno dejstvo.

Polivinil izaziva rak organa za disanje, limfnih i žučnih puteva i krvotvornog tkiva. Zatim, remeti metabolizam, pa se transformiše u 2 hloretil-cistein. Ova supstanca se može naći u mokraći osoba koje su duže bile u dodiru sa polivinilom.

Polivinil negativno deluje na genetske osobine deteta čija je majka u graviditetu bila izložena. Povećava se i broj mrtvorodne dece.

Produkti sagorevanja, posebno fosilnih goriva, dim, čađ i ugljenikovi aerosedimenti su, takođe, kancerogeni, naročito napadaju disajne organe. Sa duvanskim dimom čestice radioaktivne prašine prodiru u organizam, a one su kancerogene. Takođe, i asfalt ima isto dejstvo.

12. POSLEDICE PRISUSTVA OLOVA U ŽIVOTNOJ SREDINI NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Olovo (Pb) je veliki zagađivač životne sredine i veoma opasno po zdravlje.

Olovo veoma nepovoljno utiče na ljudski organizam, posebno na respiratorni sistem i digestivni trakt. Iz digestivnog trakta apsorbuje se 6 do 7% unesenog olova, a u plućima se zadržava 30 do 40% (Mehani).

Takođe, olovo se transportuje 95% vezano za eritrocite, a neznatna količina ostaje u plazmi. Taloži se na dugačkim kostima, koštanoj srži i zubima. U organima sa mekim tkivom ima ga najviše u aorti, jetri, bubrezima i mozgu. Ono prolazi cerebrovaskularnu barijeru, ali se ne akumulira u većoj količini. Olovo izaziva opšte toksično stanje, a napada, naročito nerve ćelije, menjajući prolaznost ćelijske membrane.

Olovo utiče i na plod u majčinoj utrobi. Ono prolazi kroz placentar-

nu barijeru i može da ošteti fetus koji je veoma osetljiv na strane materije.

Olovom su posebno ugrožena deca, jer olovo lebdi na visini od oko 100 do 120 cm. od tla, što je jednako dečijem uzrastu ili maloj deci u kolicima. Deca su veoma osetljiva na delovanje olova, jer je kod njih disanje dublje i ubrzanije, a intenzivniji je i metabolizam u fazi rasta.

Olovo se pored puteva taloži na zemljište ili na vegetaciji. Na tim mestima se napasa stoka, ponekad su tu voćnjaci ili povrtnjaci. Biljke, posebno zeljaste (kupus, karfiol, spanać) ga akumuliraju, što znači da će se posrednim putem naći u ljudskom organizmu. Intenzivna akumulacija olova je na rastojanju do 60 metara od bočne strane autoputa (ili neke druge saobraćajnice).

Olovo deluje na sluh što kod dece može da poremeti psihofizički razvoj. Njega dečiji organizam pet puta brže apsorbuje nego organizam odraslih osoba.

U dugotrajnim i većim koncentracijama, olovo može da izazove akutna trovanja sa simptomima: povećana žeđ, povraćanje, slabiji puls, paraliza, smrt. Najnovija istraživanja su utvrdila da olovo ima toksično dejstvo na ljudsko zdravlje čak i kada je na nivou MDK za naseljena mesta od 0,7 μ gr/m³ i da štetno deluje na krvotvorna tkiva.

Osamdesetih godina u Nemačkoj, u blizini Hanovera u industrijskoj oblasti Harc, zatrovan je olovom i kadmijskom veliki prostor od nekoliko naselja (oko 30 000 stanovnika), Procenat olova u krvi stanovnika, a posebno dece bio je veliki. Osim toga zemljište u okolini u sloju od 30 cm bilo je zagađeno. Zbog ovoga su usevi, ispaša i podzemne vode bili takođe, zatrovani, pa je vlada donela odluku da se obustavi poljoprivredna proizvodnja i da se evakuišu stanovnici.

Eliminacija olova iz organizma je spora i otežana. Pretpostavlja se da

mu je biološki život oko 10 godina. Olovo se izlučuje bubrežnim putem i gastrointestinalnim ekstrakcijama, zatim manje količine putem mleka, znoja, preko kose, noktiju i deskvamiranog epitela.

Osim olova i drugi metali se mogu naći u životnoj sredini posebno oni koji su u sastavu pesticida. To su najčešće kadmijum, živa, bakar, cink i drugi.

13. POSLEDICE OD AKCIDENTALNOG ZAGAĐIVANJA VAZDUHA

Najraznovrsniji i najopasniji po živi svet specifični zagađivači nastaju u hemijskoj industriji. Kao i u drugim granama tako i u ovoj, moguće su havarije, nesreće i druge nezgode. One imaju velikih posledica na ljudsko zdravlje, a nose i mnoge žrtve u vidu ljudskih života.

— Tako se u Italiji u Sevesu 1978. godine desila havarija u hemijskoj industriji švajcarskog koncerna „Hofman — La Roš“ kada se posle eksplozije reaktora oslobodio otrovni gas trihlorfenol i bioprodukt tetrahlordibenzol. Cena toga bila je oko 1000 teško obolelih i uginulih životinja, bezbroj mrtvih ptica i oko 750 ugroženih ljudi, koji su evakuisani sa tog područja.

— U Meksiko Sitiju decembra 1984. godine došlo je do eksplozije u skladištu gasa: stradalo je 100 ljudi, ranjeno još toliko i obeskućeno oko 6000 ljudi.

— Iste godine i istog meseca druga velika nesreća desila se u Indiji u Bopalu kada je iz podzemnog rezervoara fabrike pesticida procureo metilizo cijant. Posledice nesreće su bile: ubijeno oko 2500 ljudi, oko 100 000 povređeno, veliki broj mrtvorodne dece i rođene sa deformitetima, kod ispitanih preživelih ljudi, kod više od 50% utvrđeno je smanjenje imunoloških odbrambenih svojstava organizma, kod 60% poremećaj hemoglobina i eritrocita, kod mnogih su se pojavi-

la oboljenja koja do tada nisu imali: bronhitis, emfizem, zapaljenje pluća, tuberkuloza, nervoza, glavobolja, srčane aritmije, nesanica, impotencija, gubitak apetita, poremećaji menstrualnog ciklusa i kod nekoliko stotina ljudi gubitak pamćenja.

— U zemljama u razvoju, na farmama multinacionalnih kompanija u Latinskoj Americi i Africi, godišnje se od pesticida otruje oko 400 000 ljudi, od čega oko 10 000 ljudi ne preživi trovanje. Ovaj podatak iznet je u Najrobiji 1985. godine na svetskom skupu „Okolina i razvoj“.

— U Mađarskoj, u hemijskoj fabrici u Sajobabonu, septembra 1986. godine došlo je do probijanja otrovnih gasova u fozgenskom sistemu.

Još jedna opasnost po životnu sredinu stalno je prisutna zbog raznih otrova: to je transport opasnih i škodljivih materijala. Gotovo je nemoguće obezbediti posebne saobraćajnice za ovakve terete a najčešće prevozi se istim saobraćajnim putevima (autoputevima, magistralama, vazдушnim i rečnim putevima, preko mora i okeana) pa i gradskim saobraćajnicama, kojima se prevoze ljudi. Prilikom havarije otrovi se izlivaaju po prostoru u sve medijume: vazduh, vodu, zemljište.

U mnogim gradovima kroz koje moraju da se prevoze opasni materijali određene su neke saobraćajnice kojima se obavlja prevoz uz posebno preduzete mere predostrožnosti.

Tvrđnju da je transport opasnog materijala po životnu sredinu veliki rizik potvrđuje nesreća koja se desila jula 1987. godine u gradiću Herborn (Zapadna Nemačka). Kamion cisterna koja je prevozila benzin udarila je u jednu piceriju, posle čega je došlo do lančane eksplozije uređaja za plin u obližnjim zgradama. Život je izgubilo oko 50 ljudi, a od opasnosti zbog daljih eksplozija i požara evakuisano je svih 20 000 stanovnika Herborna.

14. NEGATIVNI UTICAJI ZAGAĐENOSTI VAZDUHA NA PRIRODU

Osim što zagađen vazduh deluje negativno na ljudsko zdravlje, njegove posledice su dalekosežne i na prirodne cikluse i prirodne vrednosti. One se manifestuju na različite načine, ali su najozbiljnije kod promene klime na planeti, što u povratnoj sprezi znači i promene u čitavom živom svetu.

Razmotrićemo fenomen stvaranja i delovanja „kiselih kiša“, termičko opterećenje i uticaj sumporovih i ugljenikovih oksida u atmosferi.

a. Kisele kiše

Pod „kiselim kišama“ podrazumevaju se padavine: kiša, sneg, susnežica, izmaglica, magla, oblaci koji u sebi sadrže zagađujuće materije. U stručnoj literaturi umesto pojma kisele kiše može se naići i na termin kiseli talog. (W. O. Binns)

Zagađenja iz atmosfere, na biljni fond mogu da dođu i u obliku „suvog taloga“, a ne samo putem kiša. Zbog toga se termin kisele kiše mora prihvatiti uslovno.

Kiše su neophodne u biosferi. Život bi u njoj zamro, ekosistemi bi opusteli da godišnje na zemlju ne padne 110.000 km³ kiše. Međutim istovremeno, kiša danas znači i veliku opasnost. U vazduhu okoline ona se meša sa zagađenjima iz dimnjaka i motornih vozila.

Kisele kiše nisu nov fenomen u životnoj sredini već samo novo shvaćanje da nisu lokalnog već međunarodnog značaja.

Kiša na zemljište, faunu, floru i vodene površine donosi razblaženu sumpornu, sumporastu i azotnu kiselinu pH (kiselost kišnice može da se smanji i do vrednosti pH).

Niska vrednost pH je posledica rastvaranja kiselih oksida, prvenstveno sumpordioksida, sumportrioksida i azotovih oksida iz vazduha u kapima kiše pri čemu se grade sum-

porne i azotne kiseline. Posledice koje sobom donosi su katastrofalne:

- uništava i oštećuje šume,
- ubija život mnogih organizama u šumama i vodama,
- korodira objekte posebno one stare od istorijske vrednosti (građevine kamenom u kome ima najviše karbonata)
- pojačava koroziju metalnih površina,
- oštećuje i degradira plodno zemljište,
- preteći deluje na zdravlje ljudi,
- zagađuje površinske vode pa onemogućava njihovo korišćenje za piće.

Na toplanama i termoelektranama, obično se projektuju visoki dimnjaci koji omogućavaju ublažavanje ili potpuno eliminisanje lokalnih uticaja zagađenja. Iz visokih dimnjaka (primer Mančestera, Trbovlja, Obrenovca) čestice zagađenog vazduha se prenose na velike razdaljine pa se popravljanjem lokalnih zagađenja, problem prenosi na međunarodni nivo. Jedinjenja sumpora i azota mogu da se vazдушnim strujanjem prenesu hiljadama kilometara, te tako prouzrokuju kisele kiše daleko od mesta porekla zagađujućih materija.

Problem kiselih kiša postaje aktuelan u mnogim predelima čitave planete. Naročito je izražen u Evropi i Severnoj Americi. Samo na ova dva kontinenta ugroženo je oko 5—10 miliona km² površina. Prirodnim procesima dodaju se još i nove količine sumpornih i azotnih jedinjenja ali je sve to veoma teško tačno utvrditi i izračunati globalno. Procenjuje se da se godišnje unese u atmosferu: sumpornih oksida 78 do 284 miliona tona i azotovih oksida 20—90 miliona tona.

Samo sumpora, čovek svojim aktivnostima stvori 75—100 miliona tona godišnje. Od toga sagorevanje:

- uglja dalje 60%
- nafte i derivata 30%
- raznih industrijskih procesa oko 10%.

Slična situacija je i sa azotom:

— fosilna tečna goriva sagorevanjem daju oko 20 miliona tona azota godišnje.

U atmosferi se osim sumpornih i azotnih jedinjenja u obliku aerosola (u vazduhu ili kiseoniku raspršena čvrsta ili tečna materija u česticama manjim od hiljaditog dela milimetra, pa su zbog toga i veoma lake, te ni gravitacija na njih praktično ne deluje) mogu naći i druge razne soli i prašina, ugljovodonici i drugo.

Tabela 24 Razne vrste zagađenja

IZVOR	KOLIČINA kg/godišnje
morska so	9 × 10 ¹¹
prirodni H ₂ S	1,8 × 10 ¹¹
prirodna N jedinjenja	6,3 × 10 ¹¹
prirodni terpeni	1,8 × 10 ¹¹
čestice koje je čovek načinio	8,3 × 10 ¹⁰
sumpor dioksid koji je čovek načinio	1,3 × 10 ¹¹
azotna jedinjenja koja je čovek načinio	2,7 × 10 ¹⁰
ugljovodonici koje je čovek načinio	2,5 × 10 ¹⁰
prašina koju diže vetar	1,8 × 10 ¹¹
šumski požari	2,7 × 10 ⁹
vulkani (u proseku)	3,6 × 10 ⁹
meteoritska prašina	5 × 10 ⁹
UKUPNO:	23,5 × 10 ¹¹

b. Termičko opterećenje

U mnogim tehnološkim procesima koriste se ogromne količine energije dobijene iz različitih izvora — na bazi organskog goriva (fosilnog: uglja, nafte i prirodnog gasa) i energije reka, vetra, plime i oseke, unutrašnje toplote planete, nuklearne i sunčeve energije.

Bez obzira na koji se način dobija energija koja se koristi, jedan zna-

tan deo nje se gubi odlazeći u atmosferu ili hidrosferu (prema zakonu entropije).

To znači oslobađanjem dela primarne ili sekundarne energije dobija se toplota, koja povećava unutrašnju toplotu biosfere opterećujući je time.

Termičko opterećenje za neki izgrađeni prostor je teško utvrditi jer ne postoje precizni aparati kojima bi moglo da se registruje.

S druge strane, teško je doći do potrebnih podataka o vrstama i količinama goriva i izvora toplote. Količine goriva se obično proračunavaju približno na osnovu prodatih ili proizvedenih količina, ali se taj podatak više koristi za analizu zagađenosti vazduha nego za toplotno opterećenje.

Na planetarnom nivou atmosfera štiti od štetnog prekomernog sunčevog zračenja. Može se reći da je nivo toplote na Zemlji dosta ujednačen. Sunčevo toplotno zračenje koje Zemlja prima sa ponovnom apsorpcijom toplote koju ona sama otpušta, otprilike je jednako količini radijacije koja se zaustavlja na putu od Sunca ili odbija od oblaka i zemljine površine natrag u prostor.

Osim globalnog opterećenja biosfere, toplota se povećava i u pojedinim ekosistemima radom velikih potrošača primarne energije: termoelektrane i nuklearnih elektrana.

Mikroklimatski poremećaji u našim sredinama su nedovoljno istraženi. Poremećaji u hidrostatici vazdušnih masa nastaju kao posledica manjeg od normalnog opadanja temperature sa porastom visine 0,5°C na 100 m visine. Ovaj poremećaj povlači za sobom formiranje nepokretnih velikih vazdušnih masa iznad urbanih naselja (stanje inverzije). Rashlađenjem nižih slojeva onemogućava se prirodno prečišćavanje atmosfere. Naročita opasnost po zdravlje ljudi od ove pojave je u vreme kada su u vazduhu prisutne

velike koncentracije raznih zagađivača (pojava smoga).

Tri velike opasnosti po klimu planete su:

- 1) ugljendioksid
- 2) prašina, čađ i razni gasovi sa vlagom
- 3) nitrati i sulfati

Ugljenikovi oksidi, povećavaju temperaturu vazduha dovodeći do toplotnog opterećenja. Ovaj gas, zgusnut na određenoj visini ne dozvoljava da toplotna zračenja sa Zemlje prođu dalje kroz slojeve atmosfere, već ih vraća natrag i na taj način povećava temperaturu, stvarajući fenomen staklene bašte.

Zemlja se greje i hladi, a razmena toplog i hladnog vazduha pomoću vetrova kao i morskim strujama stvaraju ukupnu klimu Zemlje koju čine međusobno potpuno nezavisne klime. Ravnoteža između uzlazne i izlazne radijacije, međusobno delovanje raznih sila koje održavaju prosečnu temperaturu čitave Zemlje, na ujednačenom nivou, tako su precizni da bi i najmanje pomeranje u energetskom bilansu moglo narušiti čitav sistem. Dovoljna je i najmanja promena (na primer za samo 2°C) da dođe novo ledeno doba ili doba bez leda. U oba slučaja opšte posledice bi bile globalne i katastrofalne za čitavu Zemlju. (Vord B.-Dibo R.)

Prašina, čađ i razni gasovi pomešani sa vlagom, pomažu stvaranje oblaka i tampona koji iznad zemljinih slojeva zadržavaju temperaturu i sprečavaju noćno hlađenje atmosfere.

Nitrati i sulfati su osim ugljendioksida, prašine, čađi i raznih gasova u međusobnoj kombinaciji sa kapima vodene pare, treća velika opasnost za globalnu klimu planete. Postoji mišljenje da bi se nitrati i sulfati iz vulkana ili nadzvučnih aviona mogli sjediniti sa kritičnom količinom ozona iz gornjih slojeva atmosfere i na taj način lišili Zemlju

jednog od osnovnih elemenata anti-radijacionog štita.

c. Fotohemijski smog

Pojava fotohemijskog smoga u gradovima dešava se u određenim meteorološkim uslovima: pri intenzivnom ultravioletnom zračenju, anticiklonalnom tipu vremena, kada su u prizemnom sloju visoke koncentracije zagađujućih materija poreklom iz izduvnih gasova motora sa unutrašnjim sagorevanjem i reaktivni ugljovodonici iz prirodnih i industrijskih izvora, kao i isparavanjem benzina i nafte iz motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

Karakteristike smoga su:

- pojava beličasto-plave magle,
- nadražujuće deluje na sluzokožu očiju i nosa,
- oksidaciono svojstvo,
- predmeti od gume gube elastičnost,
- boje na mnogim predmetima blede,
- lišće biljaka žuti i vene.

Oksidaciono dejstvo smoga dolazi posredstvom ozona, peroksi jedinjenja i radikala. Njihove smeše su oksidansi. Njihova maksimalna kratkotrajna koncentracija za SR Srbiju utvrđena je i iznosi:

MDK... 125 µg/m³ (u Beogradu nekad ide i do 420).

Kao rezultat korišćenja fosilnih goriva, ugljendioksid se povećava po stopi za oko 0,2% godišnje. Još nije poznato gde sve on odlazi. Najveći deo apsorbiraju okeani i metabolizam biljaka. Preterana seča šuma smanjuje čitavu prirodnu apsorpciju koja se obavlja preko lišća, pa se zbog toga on još više povećava u atmosferi.

Temperatura vazduha u urbanoj sredini je 1—1,5°C prosečno veća nego u ruralnoj. Na primer u Beogradu su inverzne situacije sve jače i dugotrajnije. One su u korelaciji sa anticiklonskim stanjem i velikim

zagađenjima čađu i štetnim gasovima.

15. UTICAJ KRUŽENJA SUMPORA U ATMOSFERI, NA KLIMU PLANETE

Naučnici iz Švedske B. Bolin i R. Karlson (1976) proučavali su uticaj sumpora na atmosferu. Rezultati njihovih istraživanja ukazali su na mogućnost delovanja, sumpora iz atmosfere na promenu klimatskih uslova na Zemlji. Rezultati su pokazali da sunčeva radijacija u zagađenim delovima istočnih oblasti SAD i Zapadne Evrope odgovara padu temperature i po nekoliko stepeni. U stvarnosti ovaj efekat je slabiji zbog ventilacije izazvane opštom cirkulacijom u atmosferi. Autori smatraju da se približavamo vremenu kada će indirektni uticaji od korišćenja fosilnih goriva možda izazvati prirodne promene klimatskih uslova u sledećim decenijama i vekovima.

Čvrste i tečne čestice u vazduhu bez prisustva vlage (oblaka) izazivaju rasturanje i apsorpciju sunčeve radijacije i apsorpciju radijacije Zemlje. Aerosoli učestvuju u radijacionoj klimi planete.

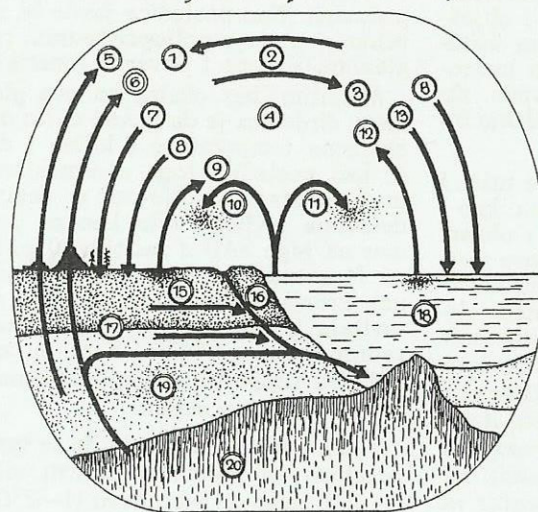
Pod *radijacionom klimom* podrazumevamo sve aspekte radijacije i prenos radijacije na prostoru od oko 1000 km u toku jednog meseca ili više.

Radijaciona klima zavisi od: veličine čestica, od njihove koncentracije, realnih i imaginarnih indeksa refleksije na različitim talasnim dužinama (na šta utiče njihov hemijski sastav), od njihovog oblika i lokacije s obzirom na površinu ili na oblike odgovarajućeg albeda.¹⁾

Neke čestice predstavljaju nukleuse oblaka ili leda pa utiču na njihov tip, lokaciju i veličinu, uz prateće

¹⁾ albedo (lat. albus — beo) moć refleksije (odbijanja primljene svetlosti) kod tela koja sama ne svetle (tj. sa meseca), belo telo ima albedo 1 pa je uvek manje.

kruženje sumpora u biosferi



1. more vazduh
2. transport
3. zemlja vazduh
4. atmosfera
5. sagorevanje fosilnog gor.
6. vulkanske emisije
7. biljke apsorbiraju gasove
8. padavine
9. raspadanje mrtvih organ.
10. vodena prašina
11. vodena prašina
12. raspadanje mrtvih organ.
13. površ. mora apsorbiraju gas
14. padavine
15. biota fla
16. oticane reka
17. ispiranje fla
18. okean
19. sedimentne stene
20. magmatike stene

Kruženje sumpora u biosferi (Bolin B., Karlson R. 1976)

optičke efekte. Aerosoli izvan oblaka modifikuju vidljivu radijaciju. Veoma je veliki značaj veštačkih aerosola u gradovima koji utiču na vidljivost.

Ivlin je još 1772. godine utvrdio da se sunčeva svetlost smanjuje zbog dima. Dvadesetih godina ovog veka Ebot je utvrdio kvantitativno delovanje zagađenog vazduha Los Angelesa. Kasnije studije su potvrdile ulogu čoveka u ciklusu kretanja sumpora u atmosferi i njegovog uticaja na klimatske osobine prostora.

Prema istraživanjima u Evropi i istočnim delovima SAD, sumporni aerosoli predstavljaju osnovnu komponentu celokupnog atmosferskog sistema aerosola. Očigledno je da sahrđaj sumpora utiče na postojeće i buduće optičke podatke posebno na providnost i difuziju.

Rezidentno vreme (vreme dok se ne raspadne) sumpora u graničnom pojasu planete je relativno kratko. U srednjim i gornjim delovima atmosfere sumpor može da ostane i

po nekoliko nedelja. Rezultati do kojih su došli Bolin i Karlson pokazuju da promena rasute sunčeve radijacije u ispitivanim istočnim oblastima SAD i u Zapadnoj Evropi odgovara smanjenoj temperaturi od nekoliko stepeni kad se uspostavi čista radijaciona ravnoteža. Zbog prenosa energije kao posledice opšte atmosferske cirkulacije, efekat je manji. Ako bi se efekat proširio na celu severnu hemisferu, tada bi rasipanje zbog sulfatnih aerosola odgovaralo padu srednje temperature za 0,1°C

16. POSLEDICE PROMENA U ŽIVOTNOJ SREDINI NA PRIRODU I NJENE VREDNOSTI

Čovek se svojim delatnostima umešao u prirodne cikluse i sastave te ogromne površine pretvara u veštačke materijale zaposedajući veli-

ke prirodne prostore (ljudska naselja i infrastruktura).

Naročito su značajne promene koje se odnose na:

- klimu planete, globalnu i mikroklimu pojedinih prostora,
- šumske ekosisteme,
- vodene ekosisteme,
- stabilnost i kvalitet zemljišta,
- kompletnu biocenozu,
- na pojedine predele i prirodne vrednosti,
- na ljudsko zdravlje.

Posledice, koje su odraz ljudskih intervencija u prirodi su mnogobrojne, a među njima posebno:

- gomilanje velikih količina ugljendioksida i sumpordioksida i drugih gasova, stvaranje štita u atmosferi od pomenutih gasova,
- povećanje temperature na Zemlji zbog nemogućnosti reflektovanja toplotnih zraka iz atmosferskog omotača,
- mogućnosti topljenja leda na Grenlandu i polovima,
- u gornjim slojevima atmosfere smanjenje ozonskog sloja i stvaranja rupa u njemu,
- zbog onemogućenog filtriranja stvara se rizik dodatnog sunčevog zračenja koje može da ugrozi život na Zemlji,
- sve manje obnavljanje kiselika,
- uništavanje velikog broja životinjskih vrsta...

Aerozagađenje predstavlja pretnju i smetnju funkcionisanju ekosistema u kojima remeti klimatsku i edafsku ravnotežu, što se odražava na celokupnu biocenozu. Opasnost od aerozagađenja po ekosisteme i po ljudsko zdravlje je neodvojivo. Istovremeno ono ukazuje na globalnost problema.

17. PROMENE U KLIMI PLANETE

Mnogobrojna stručna mišljenja saglasna su da je globalan porast temperature na zemlji neizbežan i da

će to bitno uticati na klimatske odnose. Ovo mišljenje zastupa i meteorolog A. R. Votson. Promene u temperaturi doneće druge velike promene, posebno za topljenje lednika, koje će izazvati dalekosežne negativne posledice praktično u geografiji planete. Razmere i tempo promena je teško prognozirati, kao i štete koje će talas toplote doneti sobom.

Smatra se da će početkom 21. veka globalna temperatura biti veća nego bilo kad u proteklih 100 hiljada godina. Naučnici su, uglavnom, jedinstveni u mišljenju o uzrocima promene klime. Oni smatraju da se u stratosferi (15 do 50 km. iznad površine Zemlje) povećava koncentracija gasova koji kao termostat određuju temperaturu u nižim slojevima atmosfere. Tanak gasni omotač sastavljen od: ugljendioksida (CO₂) i manje količine drugih: ozona, metana i azotnih oksida deluje na dva načina:

I — Tako što deluje kao filter pa propušta samo kratkotalasne sunčeve zrake i

II — zadržava dugotalasne toplotne zrake koji se reflektuju od Zemlje što nameće fenomen staklene bašte: temperatura na Zemlji se povećava, jer reflektovani zraci ne mogu da izađu iz zemljinog omotača, odnosno onemogućava se noćno rashlađivanje. Iako je fenomen rashlađivanja omogućavao život na Planeti u umerenom obimu, sada u poremećenom stanju ga onemogućava.

Uzrok ovim promenama je sagorevanje fosilnih goriva, kao i sagorevanje velikih kompleksa šuma u Aziji i Južnoj Americi. Računa se da je u poslednjih 180 godina u atmosferu izbačeno ukupno 180 milijardi tona ugljendioksida (CO₂), što znači da je u poslednja dva veka povećana količina za 25% a od 1960. godine celih 8%, što je oko šest puta brži rast. Ugljovodonik (CH₄) u atmosferu doprinosi u količinama od oko 6 milijar-

di tona godišnje, a ta količina se stalno uvećava za 2—3%.

Na moguće katastrofalne posledice ovakvog globalnog zagađenja atmosfere upozoravaju mnogobrojna istraživanja kao i pojedinačna društva i naučnici (Društvo nemačkih fizičara, istraživački centar NASA).

Istovremeno u gornjoj atmosferi dolazi do smanjenja sloja ozona koji je filtrirao opasno sunčevo zračenje. Uzrok tome je prevelika upotreba gasova poznatih pod imenom hlorfluorkarboni koji se koriste u tehnološkoj proizvodnji raznih rashladnih uređaja, raznih pena i sprejova. Ovi se gasovi koncentrišu iznad Zemljinih polova, naročito iznad severnog, gde se hlorfluorkarbonati na hladnoći preobraćaju u visokoosetljivi hlormonoksid, koji oštećuje ozon. Drugi uzrok je prekomerno sagorevanje fosilnih goriva i paljenje šuma, što stvara velike količine ugljenikovih oksida. Oni, sa drugim gasovima stvaraju fenomen staklene bašte pri čemu je onemogućeno hlađenje atmosfere.

Prema proceni naučnika, ozonski sloj se tanji i do 6% zimi, te je tako na mnogim mestima došlo do stvaranja „rupa“ u ozonskom sloju. Direktan uticaj ultravioletnog zračenja odraziće se na kompletnu biocenozu. U ugroženim oblastima pogoršavaju se uslovi za poljoprivredu, i uslovi za biocenozu mora.

U periodu između 1980—1989. bilo je više toplih zima. Evidentirano je da je u Severnom moru stradao veliki broj foka, i lososa, mada se pouzdano ne može tvrditi da je jedini uzrok povišena temperatura. Na ovom području, u blizini Severnog pola, moguć je i uticaj kiselih kiša. Dodatno sunčevo zračenje može da uništi i život na Zemlji. U vezi sa ovom pojavom zapaženo je da se u septembru i oktobru, u vreme arktičkog proleća, nad Južnim polom polako javlja velika rupa u ozonskom sloju. Ona se svake godine sve

više povećava. Godine 1986. njena veličina je bila ravna površini severnoameričkog kontinenta. Proračuni govore da će se u narednih 100 godina sloj ozona iznad Zemlje smanjiti na 1/2.

Osim što ugljendioksid i ugljovodonik deluju negativno na klimu planete na opisan način, postoji i čitav niz drugih supstanci čiji udeo u promeni klime nije dovoljno istražen ali je svakako znatan. To su:

— *čestice gasa* u kojima ima *broma*. On je sastavni deo sredstava za gašenje požara, pa oslobođen prilikom upotrebe odlazi u atmosferu,

— *oksidi azota* koji se oslobađaju prilikom upotrebe veštačkih đubriva u poljoprivredi i sagorevanjem kerazina u aviosaobraćaju,

— *metan* koji se oslobađa prilikom spaljivanja sirove biomase (šuma i savana) i iz fekalija životinjskog porekla, u atmosferi mu se povećava koncentracija za 1%,

— *hlorisani ugljovodonici* (CFC), hlor-fluor-ugljovodonik iz raznih sprejova i rashladnih uređaja i klima uređaja. Njihovo negativno dejstvo su Roulend i Molina utvrdili: vezani sa drugim gasovima oni se penju do stratosfere gde se atomi hlor-a oslobađaju i troatomski ozon (O_3) svode na običan dvoatomski kiseonik (O_2). Posledica smanjenja količine ozona je rak kože kod ljudi zbog direktnog ozračavanja. Negativne posledice ova pojava ostavlja i na biljke, jer se remeti proces stvaranja belančevina,

— *azotovi oksidi* u urbanim sredinama reaguju sa ugljovodoncima koji se emituju iz raznih ložišta i motora motornih vozila. Tada je uz pomoć vlage iz atmosfere moguće stvaranje smoga.

— *aerosedimenti* mogu da izazovu promene u klimi, jer deluju kao jezgra kondenzacije za vlagu koja postoji u vazduhu. Ovo dovodi do čestih pojava magle. Oni utiču na rast

vegetacije taloženjem na površinama, zagađuju zemljište, tlo i objekte. Nataložene na električnim instalacijama mogu u određenim meteorološkim uslovima da dovedu do električnih pražnjenja i ispadanja instalacija iz pogona.

Na promenu klime planete utiče i uništavanje vegetacije i šuma, kao i velika zagađenost morskih i okeanskih površina jer obe te pojave smanjuju mogućnost obnavljanja kiseonika. Morske površine zagađene slojem nafte onemogućavaju fitoplanktonima proizvodnju kiseonika. Istovremeno zbog sve većeg uništavanja šuma i druge vegetacije i ovaj drugi važan rasadnik kiseonika se umanjuje. Procenjuje se da se u svetu godišnje smanji količina kiseonika od 10 do 12 milijardi tona a istovremeno se poveća količina ugljendioksida za 10 do 12%.

Dokora su se tropske šume Amazona računale kao najveći proizvođači kiseonika na planeti i čuvari određene ravnoteže, zadnjih godina su ugrožene sečom i spaljivanjem radi dobijanja novih prostora za ljudska naselja i delatnosti. Kad je ova pojava u pitanju postoje dva naučna mišljenja o posledicama na globalnu klimu Planete.

Prvo mišljenje je da će doći do povećanja prosečne temperature na Zemlji zbog CO_2 koji se oslobađa spaljivanjem šuma. Prema ovim predviđanjima najgora varijanta bi donela prosečan porast temperature za 2 stepena u toku narednih 70 godina, i topljenje polarnog leda, podizanja nivoa mora za više od 7 metara.

Drugim, suprotnim gledištem se smatra da će smanjivanje šumskog pokrivača povećati odbijanje sunčeve svetlosti, jer će Planeta postati „sajnija“. Zbog toga će doći do pada prosečne temperature. To bi do-

velo do velikih promena u ciklusima padavina. Kao posledica javile bi se velike poplave u poljoprivrednim regionima Evrope i Severne Amerike.

Međutim, bez obzira na ova gledišta, činjenica je da je već došlo do promena temperature i klime i da se kao posledica toga u atmosferskom omotaču Zemlje već u nekim delovima javljaju suše kao na primer na jugu SAD u zadnjih 30 godina (4 sušna perioda u toku 7 godina). Prema M. Strongu, suše koje se javljaju u Africi i Indiji, kao i osrednje žetve u SSSR i Kini, su zajednički simptomi značajnih klimatskih promena u svetu.

Neki naučnici smatraju da će temperatura na polovima porasti više $6-8^{\circ}C$ nego na Ekvadoru ($1-2^{\circ}C$). Ovo će dovesti do zagrevanja polarnih mora. Pri promeni temperature hladnih polarnih voda i tople ekvatorijalne, doći će do promene morskih strujanja, koje su značajne za lokalne klime u mnogim delovima sveta. Mnoga područja biće poplavljena a druga će se pretvoriti u pustinje.

Osim svega do sada navedenog, na globalnu klimu i posledice na živi svet, posebno na čoveka ima i povećanje ukupne radioaktivnosti na planeti.

Između 1955. i 1963. godine izvršen je niz eksperimentalnih eksplozija atomskih bombi u atmosferi. Posledica toga jeste da se radijacija na Zemlji povećala 2 do 3 puta. Najveći stepen radijacije izmeren je na severnoj hemisferi i računa se da će sve do 2000. godine ostati na tom nivou.

Međutim, ovaj uticaj će se osećati na Zemlji još punih 11 hiljada godina. U razdoblju 1961—62. godine zbog nuklearnih proba, procenat radioaktivnog izotopa ugljenika C_{14} povećan je dvostruko. Poluraspada-

nje tog izotopa potrajaće još 5000 godina. To znači da će se uticaj osećati na sledećih 300 generacija ljudi.

Prilikom atomskih eksplozija oslobađaju se mnogi radionukleidi. Putem radioaktivnih kiša na Zemlju se vraća radioaktivni izotop stroncijum 90. Po svojim hemijskim osobi-

nama sličan je kalcijumu. Zbog toga on lako prodire u žive organizme, taloži se u biljkama (krompiru, pšenici, travi) i posredno u kravljem mleku. U ljudski organizam, stroncijum 90, najčešće dospeva hranom. On se taloži u kostima i oštećuje koštanu moždinu. (Paterson V.)

Mere za zaštitu vazduha od zagađivanja

1. ZAKON O ZAŠTITI OD ZAGAĐIVANJA VAZDUHA

Kako je vazduh osnovni uslov života za sav živi svet, to se Zakonom o zaštiti od zagađivanja vazduha određuju uslovi i mere za zaštitu.

U poglavlju o vazduhu govorili smo o tome šta se podrazumeva pod zagađenim vazduhom. Najkraće rečeno to je vazduh u kome ima štetnih materija iznad MDK.

Ovaj zakon određuje uslove za sledeće vrste zagađivanja:

- a) industrijske i druge objekte,
- b) transportna sredstva i
- c) motore sa unutrašnjim sagorevanjem.

a) Industrijski i drugi objekti zagađivači kao i razna postrojenja ne smeju ispuštati u vazduh dim tamniji od broja 2 Ringelmanove skale duže od 4 min. u toku jednog časa ili 14 min. u toku 8 časova. Ove i druge štetne materije ne smeju biti u količinama koje će koncentraciju ovih materija povećati iznad MDK u vazduhu.

b) Transportna sredstva: brodovi u luci, lokomotive u železničkoj stanici ili pri prolazu kroz naselja i automobili ne smeju ispuštati dim tamniji od broja 2 Ringelmanove skale duže od 3 min. u toku jednog časa.

c) Motori sa unutrašnjim sagorevanjem (benzinski i dizelmotori) ne smeju ispuštati u vazduh i to:

— benzinski motori — ugljenmonoksid u količinama većim od 4,5 Vol. % pri radu motora na praznom hodu

— dizel motori — crni dim preko granice utvrđene posebnim propisom.

Odredbe ovoga zakona odnose se na:

- 1) objekte zagađivače,
- 2) vozila zagađivače,
- 3) otpadne materije
- 4) uređaje za prečišćavanje
- 5) instrumente za merenje

1) Za objekte zagađivače određuju se uslovi za: određivanje lokacije, projektovanje, izgradnju, rekonstrukciju, puštanje u rad objekata i postrojenja koja mogu da zagađuju vazduh. Svi ovi objekti moraju biti izgrađeni i održavani tako da ne ispuštaju štetne materije u količini većoj od MDK.

2) Za vozila zagađivače sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, lokomotive, automobile i brodove.

3) Prevoz, smeštaj i uklanjanje svih štetnih materija koje u vidu gasa, pare, prašine ili nekim drugim načinom mogu da zagađuju vazduh.

4) Uređaji za hvatanje i prečišćavanje gasova, pare, prašine i drugih otpadnih materija.

5) Instrumenti koji služe za otkrivanje i određivanje vrste i koli-

čine gasa, dima, pare, prašine i drugih štetnih materija koje mogu zagađivati vazduh.

Zbog uticaja svih objekata i transportnih sredstava koji ispuštaju štetne materije u vazduh, moraju se zaštititi naselja, pa se zbog toga, za naseljena mesta obrazuju zone sanitarne zaštite.

Pod zonom sanitarne zaštite podrazumeva se površina zasejana ili zasađena otpornom vrstom zelenila.

Zakonom se određuju organi i organizacije koje su dužne da sprovedu utvrđene uslove i mere zaštite, i nadzor. Zakonom su predviđene i kazne.

Osim Zakonom o zaštiti od zagađivanja vazduha, Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim koncentracijama štetnih materija u vazduhu okoline propisuje se koji industrijski i drugi objekti — zagađivači ne smeju da ispuštaju štetne materije u onim količinama koje bi u vazduhu okoline podigle stepen zagađenosti iznad MDK. Na tabeli 19 na strani 166 date su MDK štetnih materija u vazduhu okoline.

Pravilnikom se, takođe, ograničava količina sinergetskog delovanja nekoliko štetnih materija koje se istovremeno mogu naći u vazduhu okoline.

2. EKOLOŠKE DIMENZIJE ZA POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA

Da bi se primenile ekološke dimenzije za poboljšanje kvaliteta vazduha (kao i za druge medijume ili prostore) važno je znati tačno koji su uzroci koji dovode do zagađenja.

Oni su brojni:

— u mnogim ekonomski manje razvijenim područjima u želji za bržim razvojem, jednostrano posmatranje dovodi do nebrzižljivog locira-

nja objekata zagađivača, primene jeftinije, zastarele ili prevaziđene tehnologije i rasipanja energije,

- nedovoljno razvijena ekološka svest ili njeno potpuno odsustvo,
- ponekad neznanje,
- nestručnost,
- neinformisanost i dezinformisanost,
- nedostatak profesionalne etike,
- neiskorišćenost postojećih naučnih rezultata,
- nerešeni problemi društvene kontrole i utvrđenih sankcija i
- nedefinisane granice razvoja.

Svi ovi nabrojani uzroci dovode kako do zagađivanja vazduha tako i do opšte dezintegracije prostora.

1) Za svaki novoplanirani objekat, naselje ili drugu neku celinu, uz sve ekonomske i druge analize, treba uvesti obavezu preračunavanja potrebne količine energije i mineralnih resursa da se taj objekat (ili celina) napravi, kao i potrebne količine energije koje će godišnje trošiti na funkcionisanje. Ova nova dimenzija, treba da pomogne u preispitivanju da li je takav objekat vredan određenih količina energije ili pak sagledavanju u odbacivanju luksuznih i suvišnih elemenata u njemu.

2) Sa stanovišta korišćenja energije planiranjem predlagati neki manje zagađujući vid, odnosno neki sistem obnovljive energije. Zbog toga je važno da se urbanističkim planiranjem predviđaju naselja koja bi se snabdevala solarnom ili eolskom energijom.

3) Za svaki novi objekat-potencijalni zagađivač potrebna je analiza kojom bi se pored ekonomskog aspekta pokazala i celishodnost izgradnje sa aspekta korisnosti proizvoda ili delatnosti koje će se obavljati u njemu. To znači da bi se za sve proizvodne kapacitete uvek razmišljalo

da li je takav proizvod štetan ili nekoristan.

4) Rasteretiti centralne delove gradova od saobraćaja i povećavati krug pešačkih zona.

5) Centralizacija sistema grejanja po mogućstvu zemnim gasom je manje zagađujući način.

6) U manjim mestima, naseljima, kućama za odmor i seoskim naseljima i poljoprivrednim objektima kao gorivo koristiti organske ostatke seoske, poljske i šumske proizvodnje.

7) U predviđanju novih sredina (prostornim i urbanističkim planovima) industrijske objekte i druge manje zagađivače (ili ako to uopšte nisu) postavljati u sklopu stambenih sredina uz preduzimanje potrebnih mera zaštite. Za veće zagađivače vazduha predviđati izdvojene zone sa zelenim zasadima kao zaštitom.

8) U manjim mestima za planiranje objekata zagađivača rešenje tražiti u usklađenosti prema mikroklimi i konfiguraciji terena sa razrađenom posebnom planerskom metodologijom rasporeda zagađivača.

9) Važno je da polazni stav bude: izrada kompletnog popisa zagađivača za određeno područje za koje se plan donosi. Često se ovakav popis naziva *katastar*. On mora da bude izrađen jedinstvenom metodom za celu zemlju (ili bar republiku), a prema:

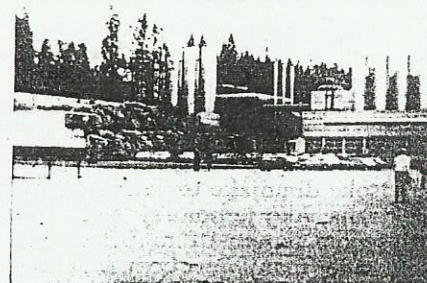
- emisijama
- vrstama goriva i
- broju ložišta

U popis mora da se unese svaki pojedinačni zagađivač, sa tačnom količinom i vrstom emisije. Takođe, vrsta uređaja za prečišćavanje

10) Poseban popis (a istom metodom) sačiniti za individualna ložišta. Kasnije bi moralo da se prati

njihov broj i vrsta upotrebljavanog goriva.

11) Tehničkim normativima usloviti predviđanje prečišćavanja vazduha na objektima zagađivačima.



Industrijski objekat koji ne zagađuje okolinu (Juvaskula)

12) Prilikom izgradnje novih objekata-potencijalnih zagađivača neophodno je:

a) zaštititi vazduha pristupiti mnogo pre izgradnje objekta-zagađivača, a ne u toku ili posle; to znači da treba uraditi elaborat zaštite koji bi bio zakonski obavezan sastavni deo investicionih programa, odnosno da se u sve stavke u koje je to moguće u investicionom programu ugrade elementi zaštite,

b) prilikom revidiranja glavnog projekta proveriti objektivnost odobranog načina prečišćavanja vazduha;

c) građevinskom dozvolom usloviti obavezu izgradnje tog uređaja;

d) prilikom tehničkog prijema pre izdavanja odobrenja za upotrebu objekta, proveriti da li je uređaj ugrađen i da li funkcioniše;

e) u toku funkcionisanja uređaja ustanoviti stalnu kontrolu kako unutrašnju (internu) tako i spoljašnju (društvenu).

13) Kako nijedna tehnika nije savršena, jer ne može da funkcioniše bez ljudske intervencije, to su i greške

moguće, pa zato za nove objekte potencijalne zagađivače računati sa zagađenjima i pored preduzetih tehničkih mera zaštite.

14) Za sve zagađivače (dimnjake) važno je utvrditi njihovu visinu od terena, kako bi se znao njihov uticaj na okolinu.

15) Pri projektovanju novog prostora računati sa tim da se uticaj dimnjaka-zagađivača rasprostire na rastojanju od 20 visina dimnjaka čemu treba dodati još 50 m. dimnog stuba za visoke dimnjake toplana i termoelektrana. Ako je položaj naselja na uzvišenom terenu i dimnjak dovoljne visine, manji je uticaj zagađivača nego ako je to u kotlinama i sa dimnjacima manjih visina. Međutim, ovo se odnosi samo na bližu okolinu, jer se zna da sva zagađenja vazduha imaju povratno dejstvo i dejstvo na širu okolinu ili kao kisele kiše ili na neki drugi način.

16) Zbog uticaja štetnih gasova iz motora motornih vozila u blizini raskrsnica, u ulicama strmog nagiba, kao i kod prometnih ulica, voditi računa o rastojanju objekata. Objekti treba da su na većem rastojanju od 45 m. jer tada slabi dejstvo štetnih gasova. (Prema istraživanjima Rieda iz Londona na 45 m. se gubi dejstvo gasova iz motornih vozila, a na 15 m. je u dozvoljenim koncentracijama. Na rastojanju od 100 m dejstvo zagađujućih gasova se skoro sasvim gubi. Ako se uzme rastojanje od 150 m. tada se isključuje i dejstvo buke.

Kornevskaja i Sasjanc su našli pri radu u mestu benzinskog automobilskog motora sledeće koncentracije ugljenmonoksida:

— na udaljenju od	1 m.	230mg/m ³	vazduha
— " " "	5 m.	37,5 "	"
— " " "	10 m.	18,8 "	"
— " " "	20 m.	6,3 "	"
— " " "	75 m.	1,3 "	"

17) U sredinama gde nije moguća gasifikacija, sprovoditi politiku snabdevanja gorivom zasnovanu na selekcionisanju goriva. U svim ovim merama podrazumeva se štednja.

18) Za veće gradove uvesti monitoring sistem praćenja zagađivanja radi brže intervencije u zaštiti građana.

19) Neophodno je ustanoviti sisteme praćenja za sva veća gradska područja, naročito ona u kojima se nalaze velike industrije.

20) Ispitivanja uticaja zagađivača na okolinu, mora se obavljati i u okolnim opštinama, a za nove lokacije se mora zajednički odlučivati za objekte zagađivače.

21) Prilikom pristupanja izgradnji neke fabrike i analiziranju potrebe za proizvodom koji će biti predmet rada te fabrike, sa ekološke strane gledišta, u alternativama vremenske upotrebne vrednosti toga proizvoda, opravdanija je ekonomija duge upotrebe u odnosu na kratkoročnu upotrebu i to iz razloga:

— uštede sirovina i

— manjeg nagomilavanja otpada.

22) Iako se prema novim poveljama Svetske organizacije arhitekata (UIA) sugerise integralno planiranje umesto funkcionalnog zoniranja, hemijske fabrike koje su najopasniji zagađivači, ipak treba izdvajati na prostore nepodesne za stanovanje i daleko od naselja, sa velikim zaštitnim zelenim pojasom oko njega.

23) Vredno bi bilo pokrenuti istraživanje u pogledu štetnih efekata na

životnu sredinu, kao i rentabilnosti izgradnje jedne velike termoelektrane u odnosu na više manjih istog kapaciteta. Sigurno je da nije isto imati jednu veliku termoelektranu za određeno područje ili više manjih. Samo je pitanje šta je manje štetno. Poznato je da su velike termoelektrane veliki zagađivači vazduha i tla i da se njihov uticaj oseća na velikom odstojanju.

24) Podstaci istraživanje na iznalaženju metodologije za praćenje i predviđanje toplotnog opterećenja atmosfere urbanih sredina.

25) Objekti — veliki zagađivači (kao što su termoelektrane, toplane, fabrike bazne i hemijske industrije i slično) koji više troše prirodne resurse, treba da više sredstava daju u takozvani ekološki fond.

26) Na kraju, na svim nivoima planiranja, realizacije, sprovođenja i održavanja prostora ustanoviti jake stručne službe sa strogom kontrolom.

Literatura

1. Almqvist V. „An Analysis of Global Air Pollution” („Ambio” 3/1974 Stockholm)
2. Arnautović A. „Olovo u životnoj sredini” („Zaštita atmosfere” 2/1984 Sarajevo)
3. Arnautović A. „Rizik nastanka raka od zagađujućih materija u vazduhu” („Zaštita atmosfere” 3/1984 Sarajevo)
4. Ayling G. M., Bloom H., „Heavy metal Analysis to Characterise and Estimate Distribution of Heavy metals in Duettlout” („Atmospheric Environment” 10/1976)
5. Bolin B. „The Carbon Circle” (Scientific American sept. 1970.)
6. Bošković T. i dr. „Problem specifičnih štetnih materija poreklom iz industrijskih izvora u vazduhu okoline” (Zavod za zdravstvenu zaštitu SR Srbije, Beograd, 1979)

7. Butler D. J. „Air Pollution Chemistry” (Academic Press, London, New York, San Francisco, 1979)
8. Bormann F. H. „The New England Landscape: Air Pollution Stress and Energy Policy” („Ambio” 11/1982 Stockholm)
9. Björkström A. „Mans Global Redistribution of Carbon” („Ambio” 8/1979, Stockholm)
10. Бабиченко В. Н. Ворончук М. М. „Вопросы климатологии и загрязнения атмосферы” („Гидрометеориздат”, Москва 1984).
11. Chambres L. A. „Classification and Extent of Air Pollution Problems” („Ecology of Man: An Ecosystem Approach” by Smith L., Harper and Row, New York, 1972)
12. Coffin D. L. and Knelson J. H. „Acid Precipitation: Effects of Sulfur Dioxide and Sulfate Aerosol Particles on Human Health” („Ambio” 5/1976 Stockholm)
13. Delwiche C. E. „Relations in the Global Nitrogen Cycle” („Ambio” 6/1977)
14. Đorđević S. „Uticaj zagađene sredine na fizičko zdravlje” (Zbornik radova SANU „Čovek, zdravlje i životna sredina” Beograd, 1981)
15. Đorđević S. „Medicinski osnovi za normiranje zagađenosti vazduha” (Zbornik radova: „Čovekova sredina i zdravlje ljudi — međusobna povezanost i uslovljenost” Beograd, 1979)
16. Đorđević S. „Strategija zaštite pri alarmnim stanjima usled zagađenosti vazduha” (Zbornik radova „Strategija borbe za očuvanje čistoće vazduha, racionalnog korišćenja prostora i planiranja”, Društvo za čistoću vazduha SR Srbije, Beograd, 1981)
17. Đukanović M. „Uticaj prostornog i urbanističkog planiranja na kvalitet vazduha” (Zbornik radova „Stanje i aktuelni problemi zaštite vazduha od zagađivanja” Društvo za čistoću vazduha SR Srbije, Beograd 1982)
18. Fearnside P. M. „Spatial Concentration of Deforestation in the Brazilian Amazon” („Ambio” 15/1983 Stockholm)
19. Gamser F. i dr. „Uticaj aerozagađenja na direktno sunčevo zračenje” (Zbornik radova „Metode i metodologija ispitivanja zagađenosti vazduha” Jugoslo-

- slovensko društvo za čistoću vazduha, Beograd, 1974)
20. Giddings J. C. „Chemistry, Man and Ennvironmental Change“ (Canfield, San Francisko, 1973)
 21. Horne R. A. „Thee Chemistry of Our Environment“ (J. Wiley, New York, 1978)
 22. Högstrom U. „Comments on Local Fallout and Long-Distance Transport of Sulfur“ („Ambio“ 2/1973. Stockholm)
 - 22a. Milosavljević M. „Meteorologija“ (Naučna knjiga 1985 Beograd)
 23. Momčilović B. „Metabolizam olova sa posebnim osvrtom na problem izloženosti stanovništva“ (Arhiv za higijenu rada i toksikologiju 24/1973. Beograd)
 24. Parker V. „Industrial Air Pollution Handbook“ (Mc Grow-Hill Book Company Limited, London, New York, 1978)
 25. Radmilović V. i dr. „Trendovi polutanata vazduha poreklom od motor-nih vozila i neki biotoksikološki efekti u visokourbanoj sredini“ (Zbornik radova „Životna sredina i zdravlje ljudi, međusobna uslovljenost i zavisnost“ Beograd, 1979)
 26. Rifkin J. „Posustajanje budućnosti“ (ITRO „Naprijed“ Zagreb, 1986.)
 27. Savićević M. I dr. „Higijena“ („Medicinska knjiga“ Beograd 1987)
 28. Stern A. „Air Pollution“ (Academic Press, New York 1968)
 29. Timotić B. „Aerozagađenje i alergijska oboljenja“ (Zbornik radova „Čovekova sredina i zdravlje ljudi, međusobna uslovljenost i zavisnost“ Beograd, 1979)
 30. Urban Air Pollution, 1973—1980, Global Environment Monitoring Sistem GEMS (WHO, Geneve 1984)
 31. Vord B. — Dibo R. „Zemlja planeta naša jedina“ („Glas“ Beograd 1976)
 32. Veselinović D. i dr. „Zaštita i unapređivanje životne sredine“ („Naučna knjiga“ Beograd 1980)
 33. Vukmirović Z. i dr. „Ispitivanje uslova za nastajanje fotohemijskog smoga i identifikacija proizvoda transformacije u atmosferi Beograda“ (Zbornik radova „Strategija borbe za čistoću vazduha i racionalnog korišćenja prostora i planiranja“ Društvo za čistoću vazduha SR Srbije, Beograd, 1981)
 34. Zarić Z. „Zaštita vazduha i atmosfere od zagađivanja“ (SANU, Beograd, 1984)

IV Deo: Voda

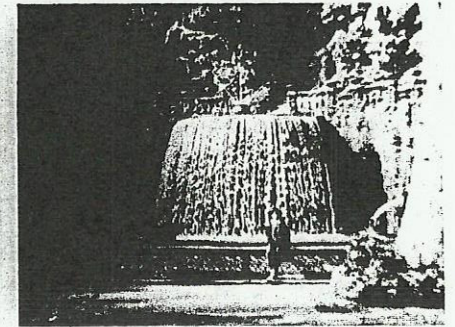
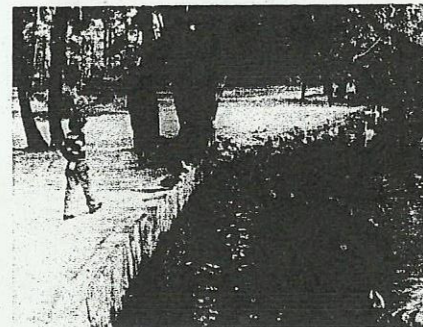
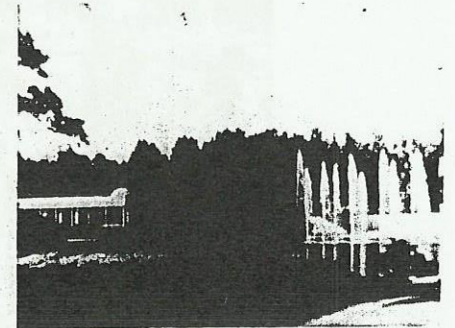
Opšte o vodi

1. ZNAČAJ VODE

Značaj vode za ljude, za sav živi svet, za ekosisteme, za planetu kao celinu, veoma je veliki i mnogostruk, počev od toga da je voda uslov života pa do mnogih drugih funkcija. Prema tome, voda je:

- osnov života i medijum odakle je život potekao,
- neophodna namirnica za kompletnu biocenozu uključujući i čoveka,
- ona je nezamenljiva materija,
- izvor hrane i neophodnih minerala
- predmet rada, i sredstvo za rad,
- opštedruštveno bogatstvo,

- sredina za mnoge žive organizme
- prirodni estetski elemenat,
- mesto rekreacije
- izvor energetske resursa (i možda i nove energije, na bazi fuzije)



Voda kao estetski elemenat (Long Ajlend, Tapiola, Tivoli)

Najvažnije: uslov je života. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, danas je već kritična situacija sa rezervama čiste vode i to kako tekućih i stajaćih, tako i podzemnih koje se koriste za piće.

Na celoj Zemlji danas ima ($1,5 \times 10^9 \text{ km}^3$) 1,5 milijarda kubnih kilometara vode. Od toga je 97,3% slano. Ostatak od oko 2,7% je sveža voda, a od tih 3% je 77,2% (ili četiri petine) zamrznuto u većinom ledu na polovima i u planinskim glečerima. Podzemna voda predstavlja 22,4%, a površinska 0,36% slatke vode. Tako za korišćenje ostaje svega 1%. A od toga je već više od pola zagađeno.

skih padavina vraća se na zemljište odakle, ili ponire kroz razne slojeve, hraneći podzemne izdane, pa odatle ponovo stiže u površinske vode, odakle isparavanjem odlazi u atmosferu.

Voda u tlu može da se stvara i kondenzacijom vodene pare, ili sintezom vodonika i kiseonika. Ovo su takozvane juvenilne vode. Glavne rezerve vode nalaze se na površini zemljine kore, u morima, rekama, okeanima, jezerima, zatim u atmosferi i u zemljištu u vidu podzemnih voda. Znatne rezerve nalaze se i u blizini zemljinih polova i na Grenlandu u vidu velikih lednika.



Voda — uslov života

To znači da Zemlja kao planeta ima velike rezerve vode računajući i vodu koja se nalazi i u atmosferi, ali ne i dovoljno pitke vode. Vodeni bilans je stalan, a voda neprekidno kruži iz jednog medija u drugi (vazduh — voda — zemljište — vazduh...) i iz jednog agregatnog stanja u drugo.

Sa zemljine površine i površinskih voda, voda isparava i stiže u atmosferu, iz atmosfere putem atmosfer-



Voda — dragocena materija

Podaci govore da danas u svetu svakoga dana umire oko 25.000 ljudi ili zbog nedostatka vode za piće ili zbog bolesti izazvanih konzumiranjem zagađene vode. Godišnje to iznosi oko deset miliona ljudi. Higijenski ispravnu vodu ima samo svaki četvrti stanovnik naše planete ili u procentima to je 22% od celog čovečanstva.

U jugoistočnoj Aziji je nestašicom čiste vode ugroženo oko 630 miliona ljudi, u Latinskoj Americi i Karibima 90 miliona, u Istočnom Mediteranu 140, u zapadnom Pacifiku 60 miliona i u Africi 130 miliona. U Evropi su najugroženije zemlje: Mađarska, Istočna Nemačka, Kipar i Malta. (WHO)

U periodu između 1945. i 1970. godine potrošnja vode u svetu je udvostručena, a prema nekim procenama njena će se potrošnja povećati 5 puta do kraja ovog veka.

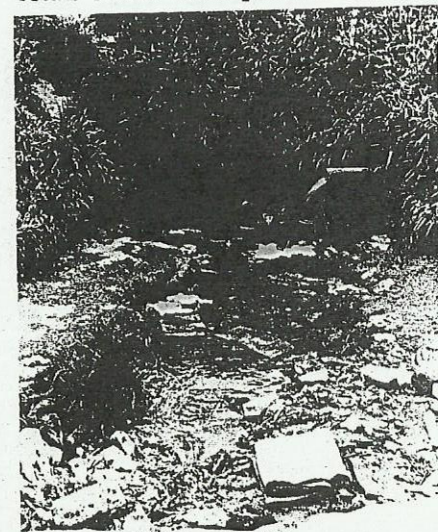
Potrošnja vode je neravnomerna. Prosečni stanovnik SAD troši 250 litara vode dnevno, stanovnik Evrope 150 litara, a stanovnik zemalja u razvoju 12 litara dnevno.



Česma

U ljudski organizam se prosečno dnevno unosi oko 2,5 litra vode. Od toga, 1,5 litara se popije u obliku tečnosti (vode, sokova, pića, mleka) a oko 1 litara se unese u vidu hrane (voća, povrća, mesa, mleka i dr.). Međutim 2,5 litra tečnosti je dovoljno u predelima sa blagom klimom i za organizam koji se ne napreže (umerene aktivnosti). Potrošnja raste sa porastom spoljašnje temperature, pa je utvrđeno da pri temperaturi od 43°C u hladu čovek može bez vode da izdrži samo dva dana (primer afričkih zemalja). Pri ovoj temperaturi nije dovoljno ni 4,5 litra dnevno (smrt bi nastupila posle 6—7 dana). U pustinjskim oblastima gde je temperatura 49°C u hladu čovek bi jedva izdržao 10—12 sati, a ozbiljan poremećaj zdravlja usledio bi posle 8 sati. U tih 10 sati, svakog sata se gubi po 1 litara tečnosti, znači 10 kgr. telesne težine. (Aljinović A. — Korolija P. 1978)

To znači da je potrebno najmanje 10 litara tečnosti za održavanje golog života u pustinjskim oblastima. Na primer: u Sudanu se kišnica čuva u šupljim stablima drveta *Ta-baldya*, a voda se koristi kada se ostali izvori vode potroše.



Česma

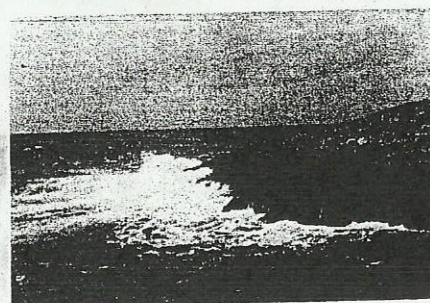
Tabela 26 Nacionalni vodni resursi površinskih voda u Evropi

Godišnje po stanovniku m ³ voda	Sopstvena voda	Sopstvena i ulazna voda
1	2	3
Više od 20.000	Finska, Island, Norveška, Švedska	Bugarska, Finska, Island, Norveška, Švedska
15.000—20.000	Irska	Irska, Luksemburg
10.000—15.000	—	Austrija, Mađarska, Rumunija, Jugoslavija 10.888
5.000—10.000	Albanija, Austrija, Švajcarska, Turska (cela) SSSR (Evropski deo) Jugoslavija 6.100 m ³	ČSSR, Grčka, Holandija, Švajcarska, Turska (cela) SSSR (Evropski deo)
3.000—5.000	Francuska, Italija, Luksemburg	Francuska, Italija, Portugalija
1.000—3.000	Belgija, Bugarska, Kipar, ČSSR, Danska, SR Nemačka, Grčka, Poljska, Portugalija, Rumunija, Španija, Engleska	Belgija, Kipar, Danska, DR Nemačka, SR Nemačka, Poljska, Španija, Engleska
Manje od 1.000	DR Nemačka, Mađarska, Malta, Holandija	Malta

Prema količini vode Jugoslavija spada u grupu zemalja sa zadovoljavajućim bogatstvom. Ispred naše zemlje, po tome su samo: Finska, Island, Norveška, Švedska i Irska, a po proticanju ukupnih količina sopstvenih voda, ispred Jugoslavije su još samo Bugarska i Luksemburg.



Vodno bogatstvo



Na teritoriji Jugoslavije svake sekunde se formira proticaj od 3910 m³ rečne vode. Od vode formirane od padavina na našem tlu, po jednom stanovniku naša zemlja raspolaže sa oko 6100 m³ vode godišnje. A ako se računaju i ulazne vode onda je to oko 11600 m³ po jednom stanovniku godišnje. Jugoslavija se smatra kao područje sa relativno zadovoljavajućim bogatstvom vodenih resursa. Glavni izvor slatkih voda nalazi se u mreži rečnih tokova u ukupnoj dužini 118.371 km. Prosečna gustina, samo rečne mreže dostiže cifru od 462 m/km². Međutim, većina naših voda je veoma mnogo opterećena zagađenjima pa je ovakvo bogatstvo relativno. Teško može u pravom smislu da se upotrebi. Najveći proticaj imaju naše panonske reke, a istovremeno one su i najzagađenije.

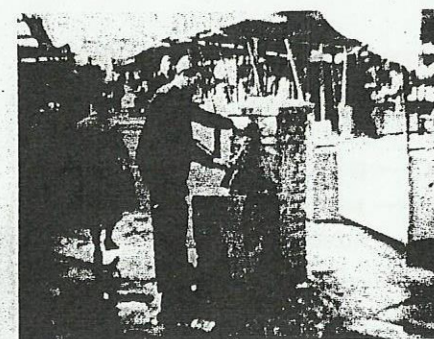


Bogatstvo vodom

Vodno bogatstvo Jugoslavije predstavlja i oko 250 prirodnih i veštačkih jezera sa površinom blizu 2.000 km², od kojih su neka prave

prirodne retkosti zbog specifičnosti biljnog i životinjskog sveta. Osim toga značajne su i rezerve podzemnih voda koje se procenjuju na 220—310 m³ po stanovniku godišnje. (Nacionalni izveštaj, 1983).

Klimatski režim i uslovi oticanja u slivovima naših reka uslovljavaju neravnomeran režim voda koji varira iz godine u godinu u zavisnosti od vlažnosti, a takođe u toku jedne godine maksimalan proticaj može da bude 100—200 puta veći od minimalnog.



Cesma

Minimalni proticaji ne mogu da zadovolje potrebe korisnika, a velike vode pričinjavaju ogromne štete i predstavljaju stalnu opasnost za područja koja plave. Štete od plavljenja su sve veće zbog izgradnje saobraćajnica i urbanizacije naselja na plavljenim površinama.

Bez obzira na činjenicu o nedostatku vode za piće u svetskim razmerama, sa vodom se nerazumno postupa. Voda za piće se u većini slučajeva nalazi u podzemnim izdanima i to u priobalnim delovima. Iz zagađene reke, zakonom spojenih sudova, voda odlazi u podzemna izvorišta. Ako je bakteriološki neispravna filtriranjem kroz peskovite i šljunkovite slojeve, dejstvo se ublažava, ali za hemijska opterećenja nema tako efikasne metode.

Potrebe za sve većim količinama vode rastu iz dana u dan:

— zbog povećanja broja stanovništva za koje je potrebno obezbediti više vode,

— za potrebe industrije, za njene tehnološke pokupke,

— za potrebe poljoprivrede: za navodnjavanje, pojenje stoke i proizvodnju hrane,

— za domaćinstva i sve veće druge zahteve.

2. CIRKULISANJE VODE U BIOSFERI

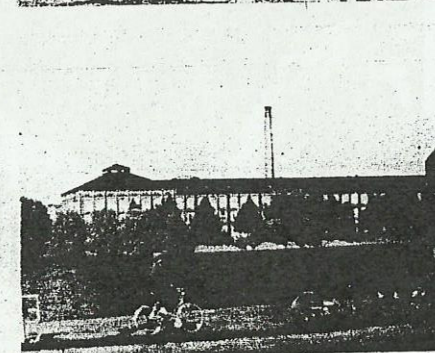
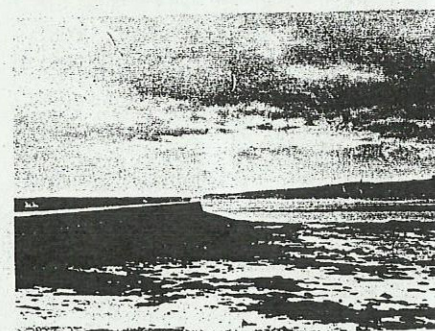
Prema poreklu vode mogu da se svrstaju u tri grupe:

- površinske
- podzemne i
- atmosferske vode.

a. *Površinske vode* su reke, jezera, mora, potoci, bare, okeani. To je voda prirodnim putem stvarana i održavana.

Površinske vode se obnavljaju padavinama ili iz izvora podzemnih voda. Slatka voda iz reka i jezera koristi se i za piće.

b. *Podzemne vode* su izvorišta koja se nalaze ispod površine zemlje i koja se povremeno dopunjavaju atmosferskim padavinama i površinskim vodama koje prodiru u vodonosne slojeve. Ove vode su obično prirodno čiste pa se koriste kao voda za piće.



Površinske vode (Beograd, Juvaskula, Alnvik, Pori)

c. *Atmosferska voda* u obliku padavina: rose, kišnice, snega, grada, stiže na zemlju. Ova voda nastaje kondenzovanjem vlage iz vazduha ili smrzavanjem kondenzata. Atmosferska voda donekle dopunjava površinske i podzemne vode. U nekim krajevima, vodom oskudnim, kišnica se koristi i kao voda za piće (u primorskim krajevima i na ostrvima).

Prema tome, sve ove vode su međusobno zavisne i nalaze se u stalnom prirodnom kruženju. Atmosferska voda koja pada na zemljište ponire kroz porozne slojeve zemljine kore sve do vodonepropustljivog sloja. Najčešće je to sloj gline ili nekih kompaktnih stena.

Voda koja sa površine otiče u podzemna izvorišta, često je zagađena kako zbog zagađene atmosfere tako i zbog zagađenog zemljišta kroz koje prolazi. Površina zemlje kao i njeni površinski slojevi sadrže biološke i hemijske zagađujuće materije. Biološki zagađivači su razne klice čiji je broj ogroman: od nekoliko stotina do nekoliko miliona u

jednom gramu. Bakteriološka zagađenost dolazi sa površine obradivog zemljišta đubrenog prirodnim đubrivom. Prolazeći kroz slojeve zemlje naročito ako su porozni, voda se postepeno oslobađa bakterija. Osim kroz vertikalne slojeve, voda može da se prečisti i horizontalnim kretanjem kroz zemljište.

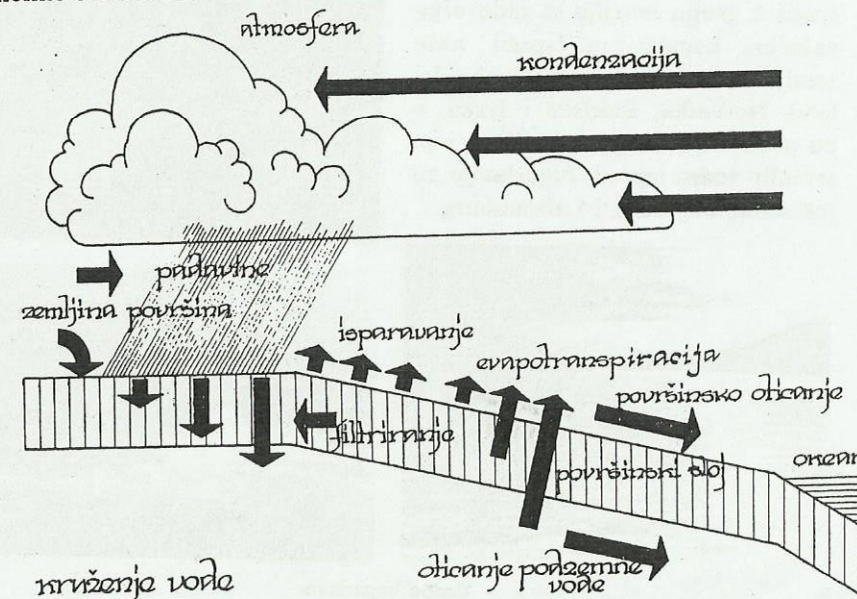
Iako je voda prema hemijskom sastavu (H_2O) jedinjenje vodonika i kiseonika, ona se u takvom sastavu ni u prirodi ne nalazi. Znači „čiste“ vode nema u prirodi, već ona sadrži niz raznih supstanci rastvorenih u njoj.

Voda se nalazi u prirodi u tri agregatna stanja:

- u atmosferi u obliku pare
- na zemlji u tečnom stanju kao površinska voda a ispod površine kao podzemne vode.
- u čvrstom stanju
- u većitom ledu

Voda može da se izgubi na jedan od tri načina:

- oticanjem
- isparavanjem
- prevođenjem



Cirkulisanje vode u biosferi

Voda koja atmosferskim putem (kiša, sneg) padne na zemlju, jednim delom u vidu taloga ponire, drugi deo ispari (poново se vrati u atmosferu) a najveći deo otiče.

Oticanje vode predstavlja najveći gubitak za privredu jedne zemlje, mada je ta voda uglavnom prethodno iskorišćena za podmirenje privrednih i fizioloških (komunalnih) potreba.

Isparenje je stalni proces koji predstavlja gubitak vode. Vode koje poniru (podzemne vode) i koje otiču (površinske) mogu se koristiti.

Voda korišćena u hidroenergetici nije izgubljena jer može više puta da se upotrebi. Ona suštinski ne menja kvalitet, ali taloženjem u akumulacijama može da se zagadi radioaktivnim materijalima, aktivnim muljem i drugim štetnim sastojcima.

Seča šuma i pogrešna obrada zemljišta omogućava brzo oticanje vode iz brdsko-planinskih terena. Time se smanjuju količine podzemnih voda, a istovremeno obezvređuje zemljište jer razara površinski sloj. Sve ovo utiče na pojavu poplava i erozije zemljišta, kao i smanjenje kvaliteta vode za piće u podzemnim izdanim.

Na smanjenje količina vode utiču: razni zagađivači površinskih i podzemnih voda, sve veća potrošnja vode za potrebe stanovništva i industrije, zatim potrebe poljoprivrede za navodnjavanjem i proizvodnju hrane. Ovaj deo upotrebljene vode u poljoprivredi je praktično izgubljen za duži vremenski period. Voda koja se koristi za snabdevanje nije izgubljena već se samo promenjenog kvaliteta vraća u prirodu. Veći deo ove vode je veoma zagađen. Ako bi se pre upuštanja u vodoprijemnike (reka, jezera, kanale, mora) prečistila ne bi bila izgubljena.

Prevođenje vode iz jednog sliva u drugi (primer: Dunav — Majna u Bavarskoj) takođe predstavlja gubitak vode ali lokalnog karaktera. Voda nije izgubljena samo je odvedena u drugu reku. To znači da je gubitak samo za nizvodni deo oštećenog sliva. Vode se iz sliva prevode i kod irigacionih sistema.

3. VODA KAO STANIŠTE — HIDROSFERA

Kao stanište mnogih organizama voda ima najveći značaj. Od ukupne zemljine površine okeani i mora zahvataju oko 70%, a kopnene vode oko 2%. Prema tome, hidrosfera je najveće stanište svih živih organizama na planeti. Ukupni životni prostor u hidrosferi iznosi oko 1,5 milijardi km³. Hidrosferu sačinjavaju: okeani, mora, reke, jezera, močvare i potoci. Hidrosfera svojim fizičkim i hemijskim osobinama predstavlja specifičnu ekološku sredinu.

Život na Zemlji se začeo u vodama okeana. Voda predstavlja sve ono što je neophodno za život. Kao faktor sredine značajna je za spoljašnju fizionomiju vegetacijskog pokrivača Zemlje. Ona je materija koja je u najvećem procentu zastupljena u organizmu biljaka i životinja. Takođe je i energija kojom se vrši razmena i dotok hranljivih materija iz zemlje u biljke a zatim u organe da bi na kraju putem transpiracije napustila biljku.

Od vode zavisi život svih biljaka i svih životinja na Zemlji. Voda stalno kruži. Njen intenzitet u atmosferi i pedosferi stalno varira, u zavisnosti od geografskog područja i od vremenskih perioda. Međutim, u hidrosferi je konstantan ekološki faktor. Biljke (a preko njih i drugi živi organizmi) moraju trajno da primaju vodu i da na taj način održavaju bi-

lans vlage jer one stalno gube vodu transpiracijom. Gubici transpiracijom su ogromni: biljke iztranspirišu 500 do 2000 puta više vode nego što iznosi težina suve materije njihovih tela.

Ekološki status vode na određenim staništima, zajednicama organizama i ekosistemima zavisi od:

- * klime atmosfere i pedosfere
- * svojstva tla (mehaničke građe, reljefnih i hidroloških prilika) i
- * genetski uslovljenih potreba biljaka i njihovih sposobnosti da se koriste vodom staništa.

Za klimu atmosfere i pedosfere od velikog su značaja humiditet i toplota.

Humidnost klime zavisi od: apsolutne količine padavina, temperature, vazдушnih strujanja, vodene pare i dr.

Humidnost pedosfere zavisi od količine vode koju pedosfera može da primi i da zadrži u svojim masama. A količine primljene vode zavise od građe tla, i profila. Od velikog ekološkog značaja su raspored i intenzitet padavina u vreme vegetacijskog perioda. To znači ne samo odjedanput velika količina vode već vremenski raspoređeno, što povoljno deluje na vegetaciju. Najvažnije je da vegetacija leti ima na raspolaganju dovoljne količine ekološki aktivne vode — u vreme fotosintetske aktivnosti.

Primer: U Prerijsko područje Kanade, godišnje padne manje od 500 mm padavina. Ova količina vode bi bila nedovoljna za poljoprivredne kulture. Međutim, zahvaljujući vremenski ravnomerno raspoređenim

padavinama tokom cele godine omogućeno je Kanadi da bude jedan od najvećih proizvođača pšenice.

Voda je od značaja za vegetaciju jer:

1. omogućava klijanje semena,
2. utiče na rast i razvoj biljaka,
3. utiče na proizvodnju organskih materija,
4. omogućava proces transpiracije i na kraju
5. pomaže formiranje ekoloških oblika biljaka

Oblici biljaka u odnosu na vlažnost sredine mogu biti:

- hidrofiti,
- mezofiti i
- kserofiti.

Hidrofiti su biljke koje trajno žive u vodi.

Mezofiti žive na srednjim staništima, ni previše vlažnim ni previše suvim.

Kserofiti se prilagođavaju suši staništa.

4. OSOBINE I SASTAV VODE

Glavne karakteristike i sastav, vode (hidrosfere), koji omogućavaju život u njoj su:

- a — viskoznost
- b — svetlost
- c — pritisak
- d — temperatura
- e — salinitet
- f — kiseonik i ugljendioksid
- g — mineralne materije
- h — hranljive materije
- i — kiselost (pH)
- j — ostale komponente

a) Hidrosfera je male viskoznosti pa je zbog toga u njoj omogućena veća i lakša pokretljivost organizma.

b) U fizičkom pogledu, svetlost u njoj dublje prodire (i do 100 m dubine). To omogućava zelenim biljkama život na većim dubinama.

c) U hidrosferi, pritisak se povećava sa dubinom: na svakih 10 m dubine po 1 atm. Akvatični svet, posebno u morima i okeanima prilagođen je visokom pritisku.

d) Temperatura u hidrosferi retko ide ispod 0°C. Ako se to i desi, to je u površinskim delovima kopnenih voda. Okeani se ne smrzavaju osim u područjima oko severnog i južnog pola. To znači da su kolebanja temperaturnog faktora veoma mala.

e) Glavna komponenta (materija) u hidrosferi je voda. U njoj su mnoge materije rastvorene: soli, minerali i drugo. Prema sastavu, naročito rastvorenim solima, postoji velika razlika između vode okeana i kopnenih voda.

Prema hemijskom sastavu i sadržaju svih supstanci koje se nalaze u prirodnim vodama, vode se mogu podeliti na:

- slatku,
- bistru
- slanu,
- mutnu,
- meku,
- tvrdu,

Tabela 27. Hemijski sastav u prirodnim vodama

	N	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₂	Ukupno
meka sveža voda	0,016	—	0,01	—	0,019	0,007	0,012	0,065
tvrda sveža voda	0,021	0,016	0,065	0,014	0,041	0,025	0,119	0,30
morska voda	10,7	3,39	0,42	1,31	19,3	2,69	0,073	34,9

(Gračanin — Ilijanić)

- bezbojnu
- obojenu,
- opalescentnu,
- vodu sa mirisom.

Slatka voda ima malu količinu soli (NaCl) tako da je po ukusu slatka, odnosno neutralna.

Bistra voda je bez koloidnih čestica i suspenzija nerastvorenih supstanci.

Slana voda ima veći sadržaj soli (NaCl) i daje osećaj slanog u ustima.

Mutna voda sadrži koloidne čestice i suspenzije (čestice) nerastvorenih supstanci.

Meka voda ima malu količinu mineralnih soli (naročito kalcijuma Ca i magnezijuma Mg)

Tvrda voda ima veći sadržaj mineralnih soli magnezijuma i kalcijuma.

U morskoj vodi ima 40 puta više kalcijuma a 1000 puta više hlora.

Vode mora i nekih jezera mnogo su bogatije lako topljivim solima (čak od 1—4%) jer oborinskim uticajima stižu u njih spirajući se sa zemljišta. U tekućim vodama ih je znatno manje (i do 100 puta) pa se one nazivaju „slatke”.

Salinitet okeana je posebna ekološka osobina kojoj se prilagođava kompletna biocenoza.

Koncentracija soli je u morskoj vodi veća i preko 100 puta nego u tvrdoj svežoj vodi a 537 puta nego u mekoj svežoj vodi.

Tvrdoća vode se određuje sastavom i količinom soli kalcijuma, magnezijuma, gvožđa i aluminijuma. Ona se izražava u stepenima u mg na 1 litar vode.

Na donjoj tabeli data je gradacija vode prema tvrdoći:

- od 0 do 4 — vrlo meka voda
- 4 do 8 — meke vode
- 8 do 12 — srednje meke vode
- 12 do 18 — lako tvrde vode
- 18 do 30 — tvrde vode

preko 30 — izrazito tvrde vode

Stepen tvrdoće vode je različit u raznim zemljama, ali najčešće on predstavlja 10 mg CaO (kalcijum oksid) u 1 lit. vode ili CaCO₃ (kalcijum karbonat).

U prirodnom sastavu u vodi mogu da se nađu i drugi metali: gvožđe, mangan, bakar, cink, olovo i drugo. Međutim, sekundarnim povećanjem tj. ljudskim aktivnostima oni mogu da budu u mnogo većim količinama nego što je dozvoljeno za ljudski organizam.

— *bezbojna voda* je bez organskih sadržaja koji vodi daju boju

— *obojena voda* sadrži organske supstance koje joj daju boju

— *opalescentna voda* sadrži koloidne rastvore, obično okside gvožđa i aluminijuma — neorganskog ili organskog porekla koji dovode do opaloscencije vode. Opaloscencija je pojava pri kojoj koloidni rastvori svetle, što je posledica rasipanja svetlosti na česticama koloida u rastvoru.

— *voda sa mirisom* sadrži neorganske i organske supstance koje isparavaju i daju miris vodi — na primer H₂S — vodonik sulfid — supstance iz humusa i dr.

To znači da sadržaj supstanci u vodi utiče na miris i ukus vode.

Tabela 28. Koncentracije pojedinih soli

So	ukus neodređen jedva osetan	koncentracija mg/m ³ ukus loš — odbijajući
NaCl	150	500 — slan
MgCl ₂	100	400 — gorak
MgSO ₄	200	500 — gorak
CaSO ₄	70	150 — na gips
KCl	350	700 — gorak
FeSO ₄	1,5	5 — gvožđevit
MgCl ₂	2,0	4 — na blato
FeCl ₂	0,3	0,5 — na blato

(Voznaja J.)

Tabela 29. Opis jačine mirisa

Bal*	jačina mirisa	opis određenja
0	nema	odsustvo mirisa — ne opaža se
1	vrlo slaba	miris koji može da utvrdi samo posebna osoba
2	slaba	miris koji ne skreće pažnju ali koji može da se primeti
3	primetna	miris koji se lako ustanovi i koji izaziva kolebanje za korišćenje vode
4	znatna	miris koji se odmah oseti i izaziva pažnju, a vodu čini neprijatnom
5	vrlo jaka	jak miris koji čini vodu nepogodnom za piće

(Voznaja J.)

f) Količine kiseonika i ugljendioksida u hidrosferi variraju u zavisnosti od jačine vitalnih procesa a posebno od:

1. količine planktona,
2. temperature vode i
3. saliniteta

* Bal je jedinica za merenje intenziteta mirisa koja je definisana opisom iz date tabele.

Na temperaturi od 0°C količina kiseonika iznosi 8—10,34 ml/l a na temperaturi od 5,8 — 7,2 ml/l, što je, približno 25 puta manja količina od one koju ima 1 l atmosfere.

1) *Količina kiseonika u hidrosferi* zavisa je od *količine planktona*. Danju se plankton nalazi u gornjim slojevima hidrosfere intenzivno asimilirajući ugljendioksid (CO_2) a izlučujući kiseonik (O_2). Na taj način površina vode se obogaćuje kiseonikom.

Noću plankton silazi u dublje slojeve hidrosfere gde dišući troši kiseonik. Ova zona se osiromašuje kiseonikom. Zbog te pojave dešava se da se na dno nekih jezera (entrofni) gomila mrtva organska materija, koja oksidiše i koja se rastvara. Na ovaj način gubitak kiseonika je veoma veliki da može da omogućiti dalje organsko razlaganje materija.

2) *količina kiseonika zavisi i od temperature*. Kapacitet vode za kiseonik (O_2) raste sa padom temperature.

3) *salinitet*, takođe, ima uticaja na rastvaranje kiseonika u vodi. Topliji je u slanoj morskoj vodi nego u slatkoj rečnoj.

Ugljendioksida u hidrosferi ima 50 puta više nego u atmosferi. U okeanima ga ima najviše. Njegova količina je takođe zavisna od:

1) temperature i

2) dinamike vitalnih procesa

1. U toku dana fitoplankton i ostali zeleni organizmi u svojim asimilacijskim procesima troše ugljendioksid (CO_2). Istovremeno svi organizmi čije je stanište hidrosfera proizvode CO_2 . Zbog toga danju, u zoni fitoplanktona, njegova količina može biti veoma mala. Noću je hidrosfera bogata ugljendioksidom (CO_2) jer ga tada svi organizmi proizvode.

Kao najvažnije sastavne delove živih organizama pomenuli smo: kiseonik, vodonik i ugljenik. Oni u orga-

nizme dospevaju fotosintezom. Međutim, da bi se obezbedile mnoge životne funkcije, tkivu organizma neophodne su i mnoge druge različite mineralne i druge hranljive materije.

g) mineralne materije osim kiseonika, vodonika i ugljenika u najvećim količinama, organizmima su potrebni još i: azot, fosfor, sumpor, kalijum, kalcijum, magnezijum, gvožđe i natrijum. Svaki od ovih minerala ima određenu funkciju u organizmu i učestvuje u formiranju građe organizma.

Tabela 30. Neophodni elementi za žive organizme (prema Riklefsu)

Elementi	Hemijski simboli	FUNKCIJA
azot	N	strukturni sastojak belančevina i nukleinskih kiselina
fosfor	P	strukturni sastojak nukleinskih kiselina, fosfolipida i koštanog tkiva
kalijum	K	glavni rastvoreni sastojak živih ćelija
sumpor	S	strukturni sastojak mnogih belančevina
kalcijum	Ca	reguliše propustljivost ćelijskih membrana, strukturna je komponenta koštanog tkiva i materije, popunjava prostor među ćelijama
magnezijum	Mg	strukturni sastojak hlorofila, neophodan je za normalno funkcionisanje mnogih fermenta
gvožđe	Fe	strukturni sastojak hemoglobina i mnogih fermenta
natrijum	Na	glavna rastvorna komponenta vanćelijske tečnosti.

Rastinja dobijaju mineralne materije u vidu jona — čestica, nošenih električnim putem i koji se obrazuju kao rezultat disocijacije hemijskih jedinjenja u vodi. Rastvorljivost mineralnih materija je zavisna od temperature, kiselosti i prisustva drugih rastvorenih materija. U običnoj vodi iz prirodnih izvora nalaze se rastvorene mineralne materije.

Njih ima i u kišnici u koju dospevaju sa česticama prašine i kapljicama morske vode.

— Hemijski sastav atmosfere vode

Po hemijskom sastavu atmosfere vode su najsiromašnije. One sadrže rastvorene gasove: O_2 — kiseonik, N_2 — azot, CO_2 — ugljen dioksid i druge koji se nalaze u vazduhu. Osim njih, mogu se naći i druge organske i neorganske supstance koje u atmosfersku vodu dospevaju rastvaranjem ili suspendovanjem čvrstih čestica iz vazduha: aerosola, prašine, dima. Njihovi prirodni izvori su: vulkani, vazдушna strujanja koja iz jednih predela prenose supstance na velike razdaljine, šumski požari, isparenja iznad šuma i močvara. Međutim, svi ovi sadržaji dospevaju u površinske vode — jezera i mora.

Većina jezera i reka sadrži od 0,01 do 0,2% rastvorenih mineralnih materija. Te materije na kraju ponovo teku ka moru u kojima soli i druga neorganska jedinjenja skupljana hiljadama godina dostižu srednju koncentraciju od 3,5%.

Hemijski sastav prirodne vode na Zemlji nije jedinstven. On zavisi od:

— porekla vode,

— zemljišta sa kojim je voda u dodiru,

— biljaka i životinja koje u njoj žive,

— sezonske promene temperature, — mešavine različitih vrsta voda, To znači, da ni u jednoj istoj reci hemijski sastav vode nije stalan, već je promenljiv.

Relativno najveći sadržaj neorganskih soli sadrže slana jezera (koncentracije idu i do 360 gr/dm³). U morima i okeanima sadržaj neorganskih soli je manji nego u slanim jezerima.

Tabela 31. Sadržaj minimalnih soli u morskoj vodi

More ili okean	Sadržaj mineralnih soli
Baltičko more	7,5
Crno more	18,0
Severno more	32,8
Tihi okean	33,6
Atlantski okean	36,0
Sredozemno more	39,4
Crveno more	43,9

(Voznaja J.)

Sirova i morska voda se razlikuju po sastavu kao i prema količini rastvorenih mineralnih materija. Morska voda je bogata Na — natrijumom, Mg — magnezijumom, hlorid i sulfat jonima dok u svežoj vodi preovladava Ca — kalcijum i karbonat joni.

Rastvorene materije u vodi stvaraju niz problema rastinju i životinjama. Organizmi moraju da usvajaju mineralne materije iz tla, vode ili hrane. Zatim, moraju da u svom telu zadržavaju višu koncentraciju tih materija nego što ih je u okolnoj sredini.

— Hemijski sastav podzemnih voda

Podzemne vode koje se koriste za vodu za piće su sa relativno malih dubina pa njihov hemijski sastav zavisi od hemijskog sastava tla kroz

koje protiču. Podzemne vode u sebi sadrže veoma malu količinu organskih materija. Ove materije prodiru sa površine preko površinskih voda, međutim, prilikom prodiranja kroz teren, one se zadržavaju, pa dok stignu do podzemnih voda bude ih veoma malo.

Ukoliko su podzemne vode na većim dubinama, tada one sadrže one mineralne materije koje potiču od zemljišta. Ukoliko protiču kroz naftonosne slojeve u njima će sadržaj organskih materija biti veoma visok. Ako u nekim vodama preovlađuju neke specifične mineralne materije ta je voda mineralna. Ako su one još i zagrejane onda su to *termalne vode*. I na kraju: u tečnosti morskih organizama koncentracija jona je manja nego što je u morskoj vodi i da ne postoji regulatorski mehanizam joni bi prolazili kroz ćelijske membrane iz oblasti visoke u oblast niske koncentracije što bi dovelo do uravnotežene koncentracije.

Tabela 32. Minimalni sastav (u procentima) vode iz dveju američkih reka, morske vode, plazme krvi i sadržaja žabljih ćelija (Prema Riklefsu)

Joni	Reka Delaver	Reka Rio Grande	Morska voda	Plazma krvi	Sadržaj ćelija
N	6,7	14,8	30,4	35,4	1,3
K	1,5	0,9	1,1	1,3	77,7
Ca	17,5	13,7	1,2	1,2	3,1
Mg	4,8	3,0	3,7	0,4	5,3
hlorid	4,2	21,7	55,2	39,0	0,8
sulfat	17,5	30,1	7,7	—	—
karbonat	33,0	11,6	0,4	22,7	11,7

Međutim, ako se poremete odnosi svih ovih materija, najčešće čovekovom aktivnošću nije teško naslutiti posledice.

h) Prema količini hranljivih materija u hidrosferi, sve vode se mogu podeliti u tri grupe:

- 1) oligotrofne vode
- 2) eutrofne vode i
- 3) distrofne vode

1) *Oligotrofne vode* su siromašne hranom pa i planktonom (npr. Ohridsko jezero)

2) *Eutrofne vode* su bogate hranom i planktonima. U njima se razvija tzv. vodeni cvet i zelene alge, od kojih voda dobija boju i gustinu. Ukoliko u vodi ima previše hrane, tada je ona nepovoljna za više organizme. Budući da plankton noću troši više kiseonika to je onda manje kiseonika za ostale organizme (primer Dojransko jezero).

3) *Distrofne vode* su siromašne hranom, a bogate humusnim kiselinama. U njima je razvoj vegetacije onemogućen.

i) Hidrosfera ima relativno stabilnu alkalnu reakciju. U njoj su vrednosti za pH sledeće:

— normalno, u površinskim slojevima od 8,00 do 8,4

— u većim dubinama od 7,4 do 7,9

— u svežim stajaćim vodama od 3,0 do 10,0

— u tekućim vodama od 6,5 do 8,5

j) Postoji još čitav niz raznih drugih materija i elemenata koji se mogu naći u sredini hidrosfere. Oni obično u vode stižu spiranjem sa zemljišta (posebno razni minerali). Osim neorganskih materija u hidrosferi se mogu nagomilati i organske materije koje, kada su u enormnim količinama mogu da ugroze akvatič-

nu biocenozu. Na mineralizaciju mrtve organske materije troše se velike količine kiseonika, što ima negativan odraz za neophodne aerobne organizme. Zbog nedostatka kiseonika može da se desi da mineralizacija organskih materija ne bude potpuna, te da dođe do njenog truljenja i pojave zagušljivih gasova.

Osim neorganskih soli i drugih materija u površinskim vodama mogu se naći i organske materije čiji je sastav veoma različit. U prirodnim vodama, najveći sadržaj ovih materija imaju močvare (i do 850 gr/dm³) a u slatkoj i morskoj vodi znatno niže.

Organske materije u površinske vode dospevaju na dva načina:

- iz atmosfere putem padavina,
- sa zemljišta, spiranjem i taloženjem.

Na oba načina, organske materije koje se stvaraju raspadanjem biljnih i životinjskih vrsta i njihovih izlučevina, stižu u površinske vode. Na taj način i prirodnim putem vode mogu da budu zagađene.

Na sledećoj tabeli (33) dati su osnovni organski sastojci koji se mogu naći u površinskoj vodi sa dva izvora:

- raspadanjem biljnih i životinjskih organizama i
- kao produkti metabolizma

Tabela 33. Organski sastojci površinskih voda

IZVOR	JEDINJENJE
1. Raspadanje biljnih i životinjskih organizama	Huminske i fulvinske kiseline
2. Produkti metabolizma i izlučivanje	Geosmin 2 — mentilizoiborneol n — heptanal G — pentli — a piron dimetil sulfid izopropilmerkaptan

(Veselinović D. i saradnici)

Danas svi ti faktori su relativni, jer je tu odlučujući faktor čovek sa svojim aktivnostima. Ljudske aktivnosti menjaju osobine hidrosfere često do razmera katastrofa uništavajući u njoj sav živi svet.

5. PRIRODNO SAMOPREČIŠĆAVANJE VODE

Prirodno samoprečišćavanje voda je niz procesa u vodi, posebno u rukama, a koje umanjuje zagađujuće materije u njoj. To znači da zagađena voda ima moć da se spontano regeneriše, ukoliko stalnim novim i teškim zagađenjem to ne bude onemogućeno. Postoje dve grupe ovih procesa:

a — biološki i

b — fizičko-hemijski i hemijski procesi (hemijskom oksidacijom agenasa i procesom hidrolize).

a. *Biološki procesi*

Od površinskih voda, reke imaju moć samoprečišćavanja ukoliko su im obezbeđeni prirodni uslovi. Ovo samoprečišćavanje se odnosi na organske materije. Mikroorganizmi iz vode koriste kiseonik i razlažu mate-

rije organskog porekla. Ako se desi da neki od ovih mikroorganizama — bakterija stignu u vodu za piće, oni mogu da izazovu crevna oboljenja. Oni su u celom svetu u stvari i najčešći uzrok zagađenja vode za piće. Posle razlaganja otpadnih materija u rekama pomoću bakterija, ako i preostane kiseonika, opasnost još uvek nije prošla. Bakterije se razlažu na jednostavne molekule koji sadrže osnovne elemente, kalijum, fosfor, azot i druge hranljive materije koje se dalje koriste u lancu ishrane. U rekama se one talože kao velike količine đubriva. Ovaj „procvat“ bakterija i algi dovodi do potrošnje ostatka kiseonika. Kada se kiseonik potroši to podstakne anaerobne bakterije, kojima kiseonik nije potreban, a razvijaju se na ostacima otpadaka. Tom prilikom nastaje gas vodonik — sulfid, veoma neprijatnog mirisa. Iako reke imaju moć samočišćenja zagađivača organskog porekla (iz gradske kanalizacije, fabrika prehrambene industrije, fabrika hartije i poljoprivrednih i stočnih farmi), dešava se da dođe do opterećenja kiseonika u rečnoj vodi, do izumiranja akvatičnog sveta i reka tada praktično postaje kaljuga, mrtva i neprijatnog mirisa. Kod sporijeg toka reka (ravničarskih) opasnost je još veća.

b. Fizičko-hemijski i hemijski procesi

Fizičko-hemijski i hemijski procesi samoprečišćavanja se obavljaju u prirodnoj vodi. Međutim istovremeno sa i rečišćavanjem vode oni imaju i sekundarne efekte na zagađene vode, rečno korito i tlo.

Hemijska oksidacija zagađujućih materija u vodi nastaje posredstvom kiseonika iz vazduha, te tako i ovim

procesom može da dođe do umanjavanja kiseonika u vodi.

Hidroliza je razlaganje jedinjenja pod dejstvom vode. Najčešće, produkti hidrolize su neškodljive materije, mada se dešava da su neke toksične. Takođe, hidroliza može da ima i negativan efekat na nivo koncentracije nekih elemenata u vodi. Tako, na primer, hidrolizom jona metala dobijaju se teško rastvorljivi hidroksidi pa se na taj način smanjuje koncentracije tih elemenata u vodi. Međutim, njihova količina u rečnom mulju se povećava (toksični materijali i radioaktivni izotopi).

Pojedine zagađujuće materije u vodi deluju na različite načine:

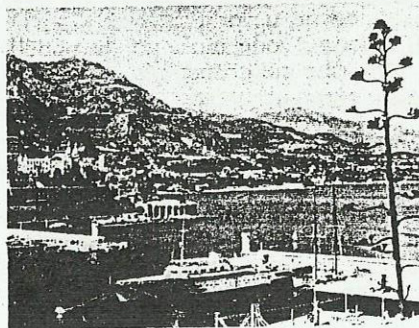
— Sulfati i merkaptani deluju kao toksični agensi ali su oni istovremeno i redukcioni agensi. To znači da i oni mogu da povećaju potrošnju kiseonika u vodi.

— Fenol je veliki zagađivač vode. i neki njegovi derivati su toksična jedinjenja, a istovremeno površinski aktivni te utiču na brzinu razmene kiseonika između vazduha i vode odnosno atmosfere i hidrosfere.

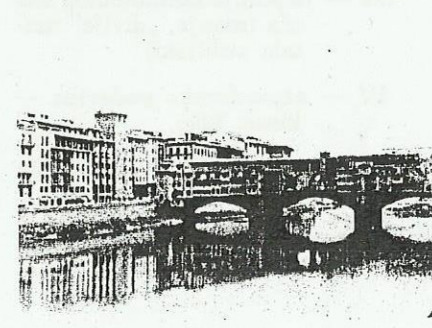
U zagađenoj vodi nađe se istovremeno više zagađujućih materija. Zbog toga su im i načini delovanja kao i procesi njihove razgradnje veoma složeni.

6. ZAGAĐIVANJE POVRŠINSKIH VODA

Već smo ranije naglasili da u zagađivanju životne sredine presudnu ulogu ima čovek sa svojim aktivnostima. U kružnom toku materije i energije, uključen je i kružni tok zagađujućih materijala. Krug se zatvara: vazduh-voda-zemljište-biljke-životne-čovek-vazduh- itd.



Gradovi na vodi (Mostar, Monako, Venecija, Firenca)



Iako voda praktično pokriva 3/4 zemljine površine, problem vode postaje sve veći i opšti-međunarodni. Zagađivači površinskih voda su mnogobrojni.

Njih možemo da svrstamo u dve velike grupe:

a) koncentrisane zagađivače (izvori zagađenja) i

b) rasute izvore zagađenja

a) *Koncentrisani zagađivači vode* su obično razni objekti u kojima se obavlja neka delatnost i ljudska naselja. Ona su obično locirana na obalama reka, jezera ili mora. Njih je lakše uočiti i evidentirati. Najčešće to su:

I — urbana naselja

II — industrijski objekti:

- hemijske bazne i prerađivačke
- metalne i metaloprerađivačke
- za preradu ruda
- prehrambene industrije
- celuloze i papira
- tekstilne industrije
- proizvodnje građevinskog materijala
- proizvodnje deterdženata

III — energetske objekti:

- termoelektrane
- toplane
- nuklearne elektrane
- prerada nafte
- prerada uglja
- hidroenergetski objekti

IV — poljoprivredni objekti za tovarne stoke

V — deponije — smetlišta (tačno određene, planirane)

b) u rasute izvore zagađenja spada:

- I — hemizacija tla od: pesticida i azotnih đubriva
- II — deponije industrijskog otpada
- III — deponije komunalnog smeća (manje, „divlje“ nastale stihijski)
- IV — atmosferske padavine — kisele kiše
- V — transport i transportna sredstva
- VI — lokacije za eksploataciju peska i šljunka.

Otpadne vode su najčešće bezvredne materije (mada ponekad mogu biti i korisne kao izvori sirovina za dobijanje gasa) koje se u obliku tečnih, suspendovanih i koloidnih rastvora odstranjuju iz naselja i industrijskih objekata. U ovom procesu organske materije podležu oksidaciji i mineralizaciji. U zavisnosti od vrste procesa truljenja organskih materija, oksidacija i mineralizacija stvaraju stabilna jedinjenja i gasove. Na ovaj način se održava ravnoteža u prirodi, odnosno u vodi.

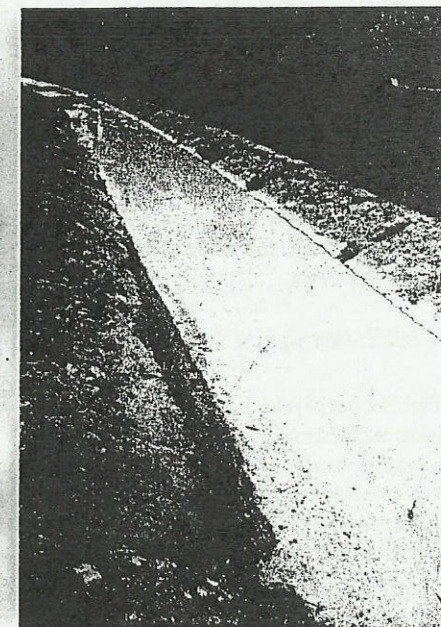
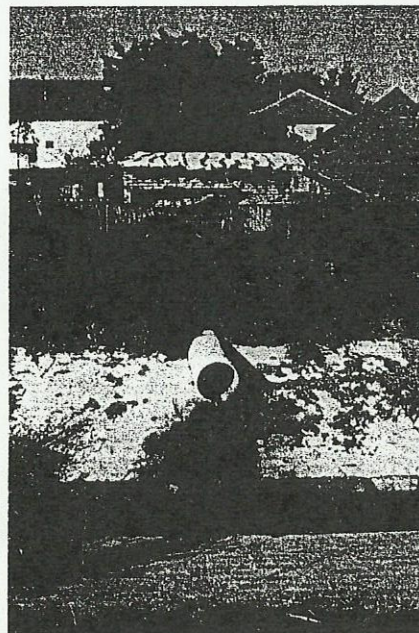
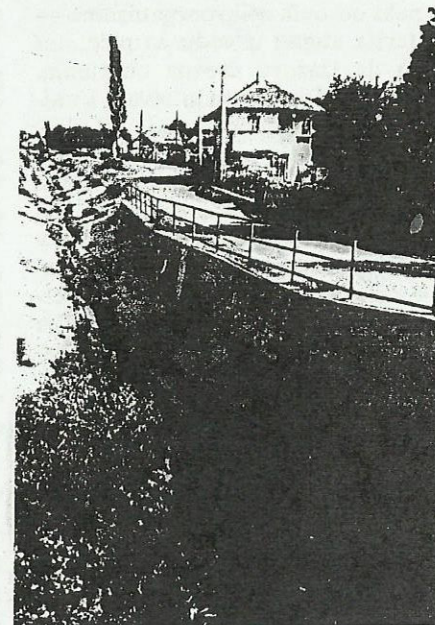
Otpadne vode možemo da podelimo u osnovne grupe:

- 1 — otpadne vode iz ljudskih naselja koje potiču od ljudi i životinja
- 2 — industrijske otpadne vode
- 3 — atmosferske vode — dobijene (stvorene) spiranjem sa zemljišta.

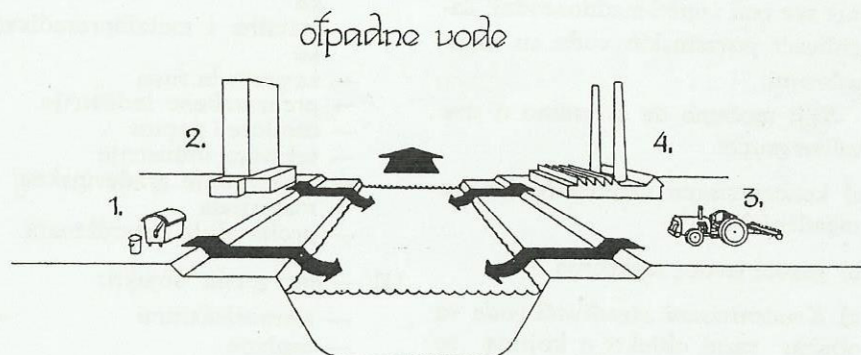
7. KOMUNALNE OTPADNE VODE

— *Urbana naselja* zagađuju površinske vode preko svojih kanalizacionih izliva koji se direktno ulivaju u površinske vode. U kanizacionim otpadnim vodama mogu se naći razne organske tečnosti, deterdženti ali i mnoga hemijska sredstva, jer mnogobrojne manje industrijske i zanatske organizacije svoje otpadne vode priključuju kanalizaciji naselja.

Otpadne vode od ljudi i životinja mogu da budu veoma opasne jer mogu da izazovu bakteriološku zagađenost voda, što dovodi do *hidričnih* epidemija. Kako ove vode potiču od izlučevina, od umivanja, kupanja i organskih otpadaka ishrane, to one sadrže i veliki broj klica. Među njima se nalaze i one crevnih, zaraznih, virusnih, bakterijskih i parazitarne bolesti.



Zagađene površinske vode (okolina Beograda)



- 1. podzemne vode ispod smetlišta
- 2. komunalne otpadne vode
- 3. slivanje sa poljoprivrednih površina
- 4. iz industrijskih objekata

Vrste otpadnih voda-zagađivača površinskih voda

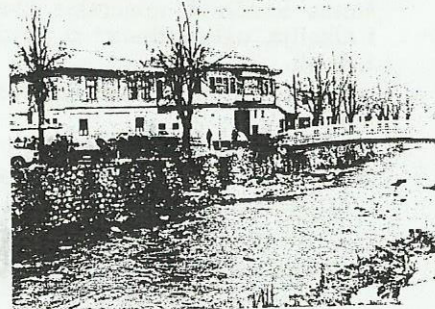
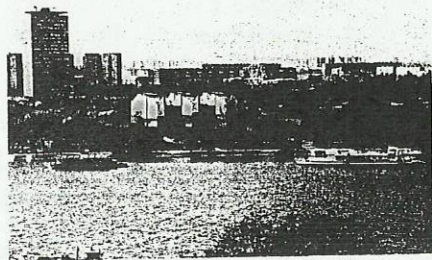
Najveći broj klica se izlučuje preko ljudskih fekalija. U digestivnom traktu čoveka živi 97,5% E coli humanog porekla (koliformnih klica — patogenih bakterija) i 25% nehumanog porekla, a u spoljnoj sredini je obrnuto. To znači da bakteriološka zagađenost, uglavnom, potiče od čoveka.

Izračunato je da se po 1 stanovniku dnevno luči oko 380 milijardi koliformnih klica leti, a zimi 125 milijardi. (Đorđević S.)

Komunalne otpadne vode, uglavnom, sadrže organske materije (oko 60%). To su: fiziološke izlučevine ljudi, pomije i ostaci hrane, a uz to ima i neorganskih od sredstava za pranje i higijenu (sapuni i deterdženti) i čvrstih komada različitog sastava. Zbog prisustva velikog broja patogenih mikroorganizama, ove vode biološki zagađuju površinske vode u koje se ulivaju. Njihove količine su različite u raznim mestima i naseljima, i variraju u toku dana i noći (minimalna oko 5h a maksimalna oko 12 h).

Sapuni i deterdženti su površinska aktivna jedinjenja, oni menjaju površinski napon vode i koncentrišu se na površini vode. Kako su sapuni smeša natrijumovih i kalijumovih soli viših masnih kiselina to se u vodama mogu naći zasićeni i nezasićeni ugljovodonici. Takođe, u ovim vodama (iz deterdženata) ima sintetičkih jedinjenja koja utiču na promenu jonizacije površinskih voda.

Sa promenom površinskih napona vode smanjuje se razmena kiseonika sa vazduhom, i dalje, zbog smanjene količine kiseonika u vodi dolazi do izumiranja pojedinih živih organizama u njoj, što opet, podstiče anaerobne procese. Sintetičke površinske aktivne materije su postojane u vodi, slabo oksidišu i ne razgrađuju se. Njihova razgradnja traje od nekoliko dana do nekoliko meseci. Fosfatna jedinjenja u vodi iz deterdženata mogu biti izvor hrane nekim biljkama pa iz toga razloga može da dođe do njihovog bujanja.



Zagađene reke u urbanim sredinama

Osim otpadnih voda iz domaćinstava, u kanalizaciji se mogu naći i mnogi drugi zagađujući elementi i jedinjenja koja potiču od raznih radionica, zanatskih radnji ili industrijskih pogona priključenih na nju.

Osim otpadnih voda koje kanalizacionim sistemom doprevaju u reke, zagađenja mogu da potiču i od podzemnih voda ukoliko su one zagađene. Međutim, mnogo je gora obrnuta situacija: kada zbog oštećene kanalizacije dolazi do zagađivanja podzemnih voda koje se koriste i za vodu za piće.

Atmosferske otpadne vode putem padavina, kišnice i otopljenog snega, sobom nose razna zagađenja. Ove vode mogu da budu priključene na centralnu kanalizacionu mrežu, mogu da imaju poseban kanalizacioni sistem, a može da se desi da naselje uopšte nema kanalizaciju pa se ove vode slobodno slivaju nanoseći još veće nevolje i štete.

Atmosferske vode i voda koja se koristi za pranje ulica, trgova i zemljišta, spiraju razne rasute zagađujuće materije i odnose ih u površinske vode, jezera i mora. One najčešće sadrže: sulfate, hloride, nitrare, čestice čađi, naftu, ulja, razne otpatke i niz drugih organskih i neorganskih jedinjenja.

8. INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE

Industrijski objekti, kao što su:

- hemijsko-bazni
- metalurški,
- za preradu ruda,
- prehrambeni,
- celuloze i papira,
- tekstilni i
- građevinskog materijala

izlivaju svoje otpadne vode posle tehnološke upotrebe. Ove vode su često agresivne sa velikim brojem otrovnih materija, sa uljem i muljem.

Obim i razmeštaj industrijskih zagađivača voda je različit i po kvantitetu i po kvalitetu. Po rečnim slivovima je posebno nepovoljan: dešava se da se u gornjem toku (ili uzvodno od naselja) lociraju oni korisnici kojima nije značajan kvalitet vode, a sa druge strane baš su oni veliki zagađivači (prerada ruda, metalopreradaivačka industrija, industrija celuloze i papira, hemijska industrija i slično). Istovremeno najveći korisnici čistih voda (prehrambena industrija i komunalne organizacije za snabdevanje vodom za piće) locirani su u donjim delovima slivova.

Industrijske otpadne vode svakim danom postaju sve veći problem i sve veći su zagađivači površinskih i preko njih i podzemnih voda. Njihov sastav, količina i toksičnost zavise od vrste industrije. Neki industrijski pogoni priključuju svoje otpadne vode komunalnim — direktnim upuštanjem u kanalizacioni sistem a neke direktno u recipijent (recipijent — prijemnik — reka, more, jezero). Većina industrijskih pogona, naročito bazne hemijske i petrohemijske industrije, imaju veoma toksične otpadne vode koje bi morale pre upuštanja da se podvrgnu tretmanu prečišćavanja.

Industrijske otpadne vode prema sastavu mogu da imaju organske ili neorganske sastojke ili i jedne i druge. Najčešće i najznačajnije otpadne vode su sledeće:

- prehrambeno-prerađivačke industrije (voća, povrća, alkohola i slično),
- mlekar,
- klanica,
- tekstilne industrije,
- energetskih i termoelektričnih objekata,
- hemijske industrije,
- metalopreradaivačke industrije.

Otpadne vode prehrambene industrije u sebi sadrže ostatke od procesa pranja maceriranim sadržajem pulpe, zatim organskim ostacima od

voća, povrća, granula skroba pa i neorganskih ostataka zemlje i peska. Veći deo organskog porekla podlo-
žan je raspadanju i stvaranju novih
kiselih produkata koji oslobađaju
neprijatan miris od vodoniksulfida
(H_2S). U otpadnim vodama industri-
je konzervi mogu se naći hromne
soli, organske kiseline, natrijum sul-
fid, natrijum hlorid i drugo.

— *Otpadne vode mlekara* sadrže deo
mleka, zatim nerastvorene proteine,
kapljice masti, rastvore šećera. Osim
organskih ostataka u ovim vodama
nalaze se i sredstva za pranje, odr-
žavanje i dezinfekciju mašina i dru-
gih sredstava za rad.

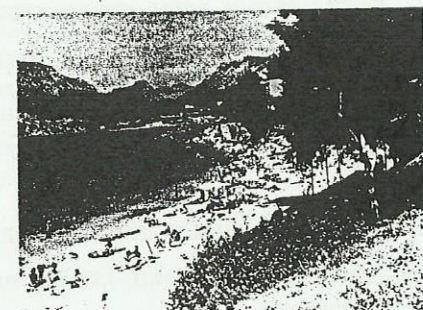
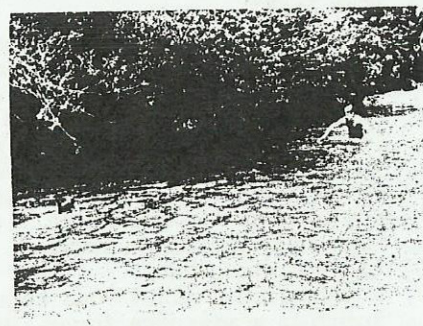
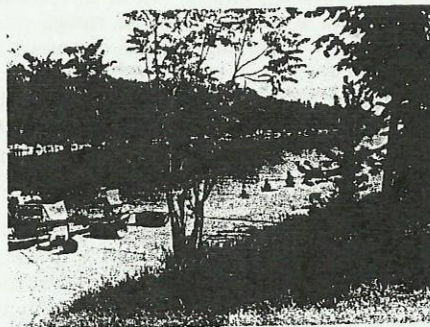
U njima se nalaze i: azot, fosforne
kiseline i kalijum. Raspadanjem or-
ganskih materija remeti se kvalitet
vode u recipijentu, dolazi do stvara-
nja kiselina što dovodi do opadanja
pH vrednosti na 2 do 3.

— *Otpadne vode klanica* sadrže ug-
lavnom organske materije podložne
raspadanju. To su: masti, delovi me-
sa, kože, četinja, krvi, balege, prote-
ina, slame i drugo. One doprinose
velikom zagađenju, potrošnji kiseo-
nika, stvaranju gljivica.

Iz industrije za proizvodnju deter-
dženata u vode dospevaju supstance
koje su površinski aktivne pa me-
njaju površinski napon vode. Ovo su
obično sulfati različitih organskih je-
dinjenja, soli, supstitucioni derivati,
fenoli i slično, a najznačajniji su po-
lifosfati, soli polimerizovane fosfatne
kiseline. Kada se nađu u vodi oni
ometaju razmenu kiseonika između
vazduha i vode. Na ovaj način se osi-
romašuje voda kiseonikom i uspo-
rava se razgradnja organskih mate-
rija.

Industrijski objekti kao koncen-
trirani zagađivači koji svoje otpad-
ne vode, kao i vode korišćene za ras-
hlađivanje i održavanje uređaja
upuštaju u reke zagađujući ih dve-
ma vrstama zagađujućih materija:

- organskim i
- hemijskim



Rekreacija na vodi

a) Zagađenja organskim materija- ma

Najveći zagađivači organskim ma-
terijama su, osim naselja, otpadne
vode prehrambene industrije: mes-
ne, prerade šećerne repe, voća i povr-
ća, celuloze i papira i slično. Preko
ovih zagađivača u vode dospevaju i
koliformne bakterije, jer svi pome-
nuti zagađivači istovremeno sa teh-

nološkim vodama izbacuju i kanali-
zacione otpadne vode. Preko ovih
bakterija u otpadnim vodama se mo-
gu naći i drugi patogeni mikroorga-
nizmi koji predstavljaju opasnost za
ljudsko zdravlje.

Organska jedinjenja kao zagađiva-
či vode mogu različito da deluju na
kvalitet vode u zavisnosti od njiho-
ve razgradnje. U vezi sa tim njiho-
vim dejstvom ima ih nekoliko vrsta:

- organske materije koje se brzo razgrađuju u vodi
- organske materije koje ne pod-
ležu razgradnji
- organske materije čija se raz-
gradnja obavlja veoma sporo
- organske materije čije je dej-
stvo toksično.

Materije koje se razgrađuju u vo-
di utiču na potrošnju kiseonika u vo-
di. Od toksičnih organskih materija
najčešće se javlja fenol kao spored-
ni produkt niza procesa u hemijskoj
industriji kao i drugim industrijama.

b) Zagađenja hemijskim materija- ma

Najveći zagađivači hemijskim
sredstvima su hemijska i metalska
industrija. U vode preko ovih obje-
kata stižu toksični i agresivni elek-
troliti kao što su: cijanidi, hromiti
i joni teških metala (koncentracija
jona pojedinih metala i soli kreće se
između 10—800 gr./l što je velika i
štetna količina), mineralne kiseline
i alkalije, ugljovodonici iz pesticida
i drugi.

Najveće štete rekama nanose po-
goni:

- hemijske industrije sa oko 20%
od ukupne količine otpadnih voda,
- crne metalurgije 25%
- celuloze i papira 14%
- prehrambene industrije 14%
- obojenih metala 8%.

U mnogim industrijskim granama
u tehnološkim procesima predviđa

se prečišćavanje gasova iz dimnja-
ka različitim uređajima i postupci-
ma. Voda koja se tom prilikom ko-
risti za prečišćavanje, takođe je veo-
ma zagađena, osim supstanci iz gaso-
va (u zavisnosti od industrije) sadr-
ži i hemijska jedinjenja korišćena
pri apsorbovanju i obradi gasova.
Ako se ovakva voda direktno ispusti
u reku, tada se zagađenje prenosi na
površinsku vodu.

Hemijska industrija — kako ba-
zna tako i preradačka proizvodi na
hiljade raznih hemijskih supstanci
koje se u vidu otpadnih voda ili sus-
pendovanih materija mogu naći u
rečnim i drugim površinskim voda-
ma. Većina njih je toksičnog dejstva
na biocenozu u vodama (cijanidi,
merkaptani, živa, arsen, selen) a
mnogi od njih, iako nisu otrovi, mo-
gu nepovoljno da deluju na faunu i
floru.

Otpadne vode, odnosno zagađuju-
će materije u njima, kao i u vazdu-
hu, možemo svrstati u dve grupe u:

- tipične i
- specifične

I zagađujuće materije u vodi, kao
i u vazduhu, mogu da budu one koje
su najčešće, odnosno stalne, javlja-
ju se kod većine fabrika, pa su zbog
toga tipične. Takve su, na primer
kiseline. Drugu grupu zagađujućih
materija predstavljaju hemijske sup-
stance koje su specifične za jednu
određenu fabriku.

U nekim otpadnim vodama hemij-
ske industrije mogu istovremeno da
se nađu i organske i neorganske za-
gađujuće supstance.

Najveći zagađivači sa neorganskim
materijama su *fabrike kiseline* (sul-
fatne, nitrane, fosfatne, hloridne),
zatim fabrike amonijaka i azotare
i druge.

Pri proizvodnji fosfatne kiseline
kao zagađivač vode može da se nađe
elementarni fosfor u vidu mikroele-
menata, a pri proizvodnji sulfatne ki-
seline od gvožđa (pirita). Ako se za

proizvodnju sulfatne kiseline koriste elementarni sumpor tada se sadržaj mikroelemenata smanjuje. Svi ovi zagađivači deluju na izmenu pH (kiselost) vrednosti u vodama.

Otpadne vode mogu da budu i sa sadržajem pesticida. One su veoma toksične.

Od mnogih industrijskih pogona — zagađivača može se istaći da je *industrija papira i celuloze* jedan od najvećih. Ona troši od 500—1000 lit. vode na kg. hartije. Istovremeno ovi pogoni su i najveći zagađivači reka.

Otpadne vode celuloze sadrže organske i mineralne materije. Organske materije sačinjavaju soli lignina, hlor — ligninski produkt kao i manje količine natrijumovih soli, smolnih i masnih kiselina u vodi rastvorljivih merkaptana. Oni, kao i manje količine celuloznih vlakana i u najmanjim koncentracijama daju karakterističan miris. Tamna boja ovih voda je rezultat rastvorljivih ligninskih proizvoda, a koja se ni u najvećim razređenjima ne može izbeći. Otpadne vode pogona papira sadrže još i kaolin, sulfid aluminijuma, ke-ljivo i celulozna vlakna.

9. ZAGAĐIVANJE POVRŠINSKIH VODA OTPADNIM VODAMA TERMOENERGETSKIH OBJEKATA

U ciklusima tehnološke proizvodnje energije, u toplanama, termoelektranama, rafinerijama nafte i pri havarijama prilikom transporta, putem otpadnih voda ili direktnim izlivanjem sadržaja, u vode stižu mnogobrojne zagađujuće materije koje su na različite načine štetne za sredinu u koju dospevaju. Iz termoelektranih objekata u vode stiže nekoliko vrsta otpadnih voda. To su:

— agresivne vode sa sadržajem sumpora, jakih kiselina, baze, deterdženata,

— otpadne vode sa sadržajem masti i ulja,

— vode sa sadržajem šljake i pepela,

— otpadne vode sa rashladnih tornjeva sa velikim sadržajem soli, mulja, fosfata i

— sanitarne vode sa velikim sadržajem fenola.

Kao veoma opasni, uz to potvrđeni kao izazivači kancerogenih oboljenja ukoliko u kružnom toku stignu u vodu za piće, računaju se poličični ugljovodoni u čiju grupu spadaju i mazivna ulja. Prisustvo 1 tone mazivnog ulja u rečnom slivu, prema zagađenosti odgovara dnevnoj količini otpadnih voda urbanog naselja od oko 40000 stanovnika. Samo jedan litar ulja može da zagadi 1 milion litara vode.

Pri proizvodnji koksa — koksovanju nastaju mnogobrojni zagađivači. Njihov sastav u otpadnim vodama je različit što zavisi od:

— vrste uglja

— tehnološkog postupka koksovanja

— sadržaja drugih elemenata u uglju.

U tehnološkom postupku stvaraju se razne zagađujuće materije prilikom:

a) hlađenja gasova,

b) prečišćavanje gasova,

c) gašenja i hlađenja usijanog koksa.

U procesu dobijanja koksa u pećima se stvaraju mnogobrojni gasovi i vodena para.

Pri hlađenju gasova izdvaja se voda i veliki broj tečnih i čvrstih materija i sedimentata, koji odlaze u reke. Prečišćavanje gasova se obavlja apsorpcijom. Tom prilikom stvaraju se mnogi novi hemijski agensi. To znači da se u otpadnim vodama mogu naći mnoge hemijske materije nastale hlađenjem i prečišćavanjem gasova.

Posle procesa koksovanja, usijani koks se gasi i hladi polivanjem

vodom. U nastaloj pari, gasovima i vodi ima mnogih štetnih elemenata, a prilikom hlađenja pare i gasova stvaraju se nove količine zagađenih voda. U njima ima: organskih i neorganskih jedinjenja i prašine uglja. Njihova količina je velika jer se prilikom koksovanja troše velike količine vode koje iznose oko 38% od mase uglja koji se koksuje. (D. Vselinović 1980)

Termičko zagađenje voda nastaje na dva načina: ili iz otpadnih voda, i iz tehnološkog postupka hlađenja uređaja proizvoda ili nusprodukata (na primer šljake). Često zagrejanje vode, izmene temperature rečnih voda do granica nepovoljnih za život organizama koji u vodi žive. Izmena temperature u vodi, kao nepovoljne posledice ima:

— ugrožavanje života akvatičnog sveta

— utiče na promenu hemijskog sastava vode.

Najveći izvori toplotnog zagađenja voda su termoelektrane i nuklearne elektrane zbog toga što se u njima u toku procesa rada koristi voda za hlađenje parnih turbina. Paru koja prolazi kroz turbinu neophodno je prethodno ohladiti da bi se kondenzovala i ponovo prešla u isparivač.

Izračunato je da u SAD 80% toplotnog zagađenja voda dolazi od termoelektrana i nuklearnih elektrana, a 20% od drugih izvora. (Rifkin J. 1986)

Zavod za hidrotehniku građevinskog fakulteta u Sarajevu obavljao je istraživanja toplotnog zagađenja reke Bosne od TE „Kakanj“ i našao da se permanentno iz godine u godinu povećava temperatura vode za oko 2°C. U jednokratnim merenjima nađeno je povećanje temperature od 6 do 14°C, a uticaj se oseća nizvodno na deonici i do 28 km.

Termičko opterećenje vode i njegovo dejstvo je nedovoljno ispitano, ali se svi slažu u mišljenju da je štet-

no. Kako ishrana i razmnožavanje svih vrsta riba zavisi od temperature, svaka njena promena ima velikih posledica: dolazi do uništenja nekih vrsta ili preterane stimulacije drugih. Do uništenja života u rekama ne dolazi samo zbog termičkog opterećenja već često i zbog trenutnog zagađivanja nekim otrovima ili sinergetskog dejstva svih štetnih faktora.

Osim termičkog zagađenja iz tornjeva termoelektrana i drugih industrijskih pogona, emituje se vidljivi oblak vlage zasićenog vazduha. On može da ima i razne nepoželjne posledice, jer jedan deo neispravne vode u vidu sitnih kapljica koje sadrže sve organske i neorganske nečistoće koje ima i rečna voda, raspršuju se u okolinu tornja i ugrožavaju je.

Sve otpadne vode koje se upuštaju u reke su količinski velike. Tokom poslednje decenije godišnji obim u svetu je prelazio količinu od 450 km³. Za njihovo prečišćavanje trošilo se oko 6000 m³ sveže vode, što približno iznosi oko 40% svih svetskih rezervi godišnjeg priliva reka. Količine otpadnih voda samo u SR Srbiji godišnje iznose:

— 260 miliona m³ iz naselja

— oko 500 miliona m³ od industrije

— oko 1 milijarda i 400 miliona m³ iz termoelektranih procesa.

10. ZAGAĐUJUĆE MATERIJJE SA POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA

Poljoprivredni objekti za tovu stoke kao i za preradu mesa (klanice) takođe, svoje otpadne vode, a sa njima često i čvrste otpatke izbacuju u vode. Na ovaj način dolazi do velikog bakteriološkog zagađenja voda.

Najveća zagađenja površinskih voda dolaze spiranjem zemljišta sa poljoprivrednih površina tretiranih veštačkim sredstvima. Tu spadaju veštačka đubriva i pesticidi. Od njih u vode dospevaju velike količine raz-

nih metala kao što su olovo, arsen, selen, kadmijum i živa, a od đubriva, azot i fluor.

Toksične i agresivne štetne materije, putem spiranja zemljišta, atmosferskim vodama, dolaze u rečne slivove. To su elementi koji se nalaze u sastavu hemijskih sredstava za zaštitu bilja od štetočina i iz sastava veštačkih đubriva koja se koriste u poljoprivredi i ratarstvu. U savremenoj poljoprivredi broj ovih sredstava je veliki. Kod nas ih ima preko 200.

Zagađivači površinskih voda poreklom od poljoprivrede su uglavnom:

- mineralna veštačka đubriva i
- pesticidi.

Količine pesticida u vodi su velike. Njihovi izvori su rasuti, a načini njihovog dolaska u vodu su mnogobrojni. Njihovo prisustvo u vodi zavisi od:

- rezistentnosti (otpornosti na transformaciju) i
- od količine upotrebljenih pesticida.

Osnovni proces u vodi koji dovodi do razlaganja jedinjenja jeste hidroliza. Ona zavisi od: vrste jedinjenja i pH vode. Proces hidrolize pesticida je reakcija između pesticida i vode. Rezistentnost pesticida karakteriše vreme poluhidrolize, tj. potrebno vreme da se od prisutne količine razloži polovina. Za ovo je potrebno nekoliko dana do više meseci. Tom prilikom stvaraju se novi bezopasni ili manje otrovni produkti od onih osnovnih.

Osim ovih pesticida koji relativno brzo dospevaju u površinske vode, oni koji budu dugo zadržani u zemljištu izvor su stalnog i dugotrajnog zagađenja voda.

Krajem šezdesetih godina, prema američkim autorima, količine DDT zadržane na obradivom tlu su oko 4000 puta veće od količina koje su se nalazile u jezerima i tekućoj vodi. To znači da će najveće količine DDT biti prenete u reke i jezera. DDT je inače veoma rezistentan. Njegovo vreme poluživota na tlu iznosi 4—5 godina. On je odavno zabranjen za upotrebu.

Vreme poluživota je ono vreme za koje se polovina početne količine pesticida raspadne ili različitim reakcijama pređe u druga jedinjenja. Osim pesticida kao i mineralnog đubriva i drugih sredstava za uništavanje štetočina u poljoprivrednoj proizvodnji, rasutih izvora od poljoprivredne proizvodnje ima još veoma veliki broj. Zagađenost površinskih i podzemnih voda potiče i od stajskog đubriva i fekalnih voda.

Preko fekalnih voda u rekama se povećava količina azota, fosfora, kalijuma i organskih materija, a posebno patogenih mikroorganizama. Takođe i prilikom prerade poljoprivrednih proizvoda (proizvodnje šećera, mlečnih proizvoda i mesnih prerađevina) stižu u vode mnogi organski otpaci.

11. RASUTI IZVORI ZAGAĐIVANJA I DEGRADACIJA POVRŠINSKIH VODA

Rasute izvore površinskih voda, a naročito rečnih tokova nije lako utvrditi niti izračunati njihov ukupan doprinos opštem zagađenju, ali su oni veoma značajni jer im je kvantitativan i kvalitativan rast evidentan. To su: razne deponije smeća, hemizacija tla, lokacije za eksploataciju peska i šljunka, erozioni nanosi zemlje i mulja, havarije prilikom transportovanja štetnih i opasnih materija, a naročito nafte i njenih derivata i drugo.

a) Razne deponije smeća

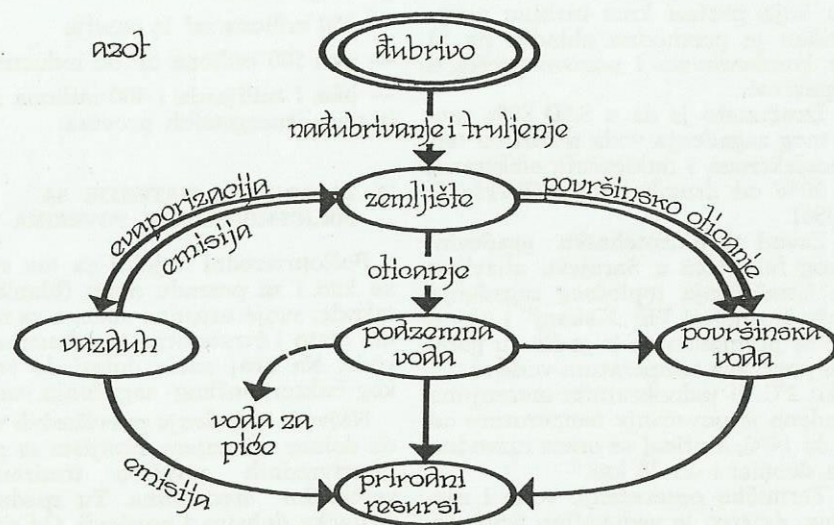
Mnoge industrijske organizacije kao i naselja, svoje deponije otpadnog materijala lociraju na obalama reka. Na ovim smetlištima stvaraju se nova nepredviđena i neispitana jedinjenja koja daju svoj doprinos zagađenju reka i priobalnih podzemnih voda. Nije redak slučaj ni da se smeće izručuje direktno u rečno korito.

Najčešće na obalama reka, pa čak i u njihovim koritima mogu da se nađu sadržaji mnogobrojnog otpada. Mnogobrojne veće ili manje deponije smeća teško je i kvantitativno i kvalitativno utvrditi. One mogu da budu sa smećem komunalnog, poljoprivrednog ili industrijskog porekla. Ispod otpadnog materijala stvara se gust tamni filtrat najčešće otrovnog sastava od izbačenog otpada, te kao tečan prodire u dubine zagađujući podzemna izvoršta vode za piće, koja su zakonom spojenih sudova povezani sa rekama pa se na taj način dvostruko zagađuje voda.

Filtrat je tamnomrk fluid sa povećanim sadržajem nitrita, hlorida i sulfata. U njemu ima i mnogo biološki nerazgradljivih štetnih materija. Sve ove materije atmosferskim padavinama, prodiru direktno u podzemne vode i preko njih u površinske, ili putem spiranja idu direktno u površinske vode. Teži slučaj jeste situacija kada ove zagađujuće materije stignu do jezera ili akumulacija gde je zbog mirovanja vode samoprečišćavanje usporeno u odnosu na rečne vode. Tamo gde su na obalama ispucale krečnjačke stene opasnost od zagađenja je još veća sa dodatnim rastvorenim elementima iz stena.

b) Hemizacija tla

Spiranjem zemljišta, sa poljoprivrednih površina, zatim infrastrukturnih objekata (puteva i autoputeva, parkirališta i slično) i gradskih površina, koje nemaju regulisanu kanalizaciju za prikupljanje atmosferskih voda, razna hemijska sredstva mogu doći do površinskih voda. Svojim sastavom i količinom, ona remete hemizam, kako direktno površinskih voda tako i njihovih obala. U povratnoj sprezi to dovodi do poremećaja u kvalitetu vode kao i živog sveta u njima.



Način zagađivanja voda sa poljoprivrednih površina

c) Lokacije za eksploataciju peska i šljunka iz rečnog korita

U stalnom povećanju industrijskog rasta, koji treba da obezbedi veći standard, za sve veći broj stanovnika, izgradnja stambenih i drugih objekata, i neophodne infrastrukture su na prvom mestu. Zbog toga rastu potrebe za sve većim količinama građevinskog materijala. Prema tehnologiji građenja, u današnje vreme najvažniji građevinski materijal je beton. Njegovi osnovni sastojci su: cement i kameni agregat. Kao kameni agregat najčešće se koriste prirodni šljunak i pesak dobijeni iz rečnog korita. To mogu da budu i brdski pesak i šljunak, a mogu i majdanski, koji se dobijaju drobljenjem i mlevenjem kamena.

Ogromni bageri (kašikari, vedričari, derik kranovi) skidaju i na obalu prenose velike količine, dugo stvarane oblutke kamena raznih veličina. Pri njihovoj eksploataciji, negativni efekti su:

- zahvataju se i drugi zemljani i biljni materijali,
- remeti se kvalitet podloge za život i ishranu akvatičnog sveta,
- povećavaju se dubine reka na nekim mestima, na drugim se proširuju rečna korita, osiromašuju se obale,
- stvara se široko i sterilno rečno korito,
- menja se i remeti pejzaž,
- može da dođe do promene rečnog pravca i
- sve to utiče na brojnost i vrste akvatične biocenoze.

d) Erozioni nanosi

Erozija zemljišta ima veliki uticaj na kvalitet vode, jer se u rečne tokove nanosi zemljani i muljeviti materijal. Oni svojim sadržajem opterećuju rečne tokove i nanose velike štete.

Erozija zemljišta ima uticaja i na prirodne slivove. Osnovni faktori koji uslovljavaju ove procese su: nagib i konfiguracija terena, geološki sastav zemljišta, vegetacioni pokrivač, klima i dr. U pojavi novih erozionih procesa velikog udela imaju i ljudske aktivnosti. Kao posledica javlja se zamućenost i zasićenost zemljanim nanosima prirodnih vodotoka i izvorišta vode za piće. Osim što erozija utiče na režim oticanja vode, ona ima uticaja i na formiranje kvalitativnih karakteristika vode preko čvrstih, nerastvorenih čestica koje opterećuju vodotok, zatim rastvorenih materija, raznih hemijskih sredstava (kao elemenata ili kao jedinjenja) koja sa nanosom dospevaju u reku.

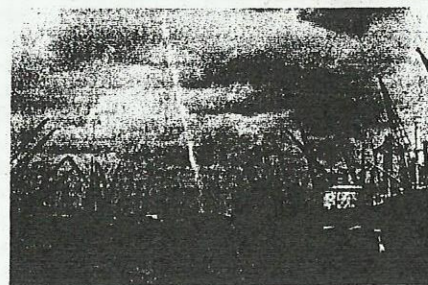
e) Doprinosa havarija u industrijskim pogonima i transportovanju štetnih i opasnih materija

Neretko se dešava da dođe do kakve havarije na uređajima industrijskih pogona lociranih na obalama reka. U zavisnosti od vrste industrije, tom prilikom može da dođe do izliva većih ili manjih količina raznih škodljivih materija kako po kvalitet vode tako i na žive organizme u njoj

Prilikom transportovanja primarne energije i drugih opasnih i toksičnih materija i drugim postupcima u okviru transportovanja, može da dođe do velikih zagađenja rečnih tokova. Ima više načina na koje može da dođe do zagađenja:

1) Pri radu transportnih plovih objekata zagađenje vode nastaje od: dimova pogonskog goriva i čišćenja i podmazivanja uređaja.

Prilikom transporta može da dođe i do delimičnog gubitka tečnog tereta, kao što je to u većini slučajeva nafta ili njeni derivati. Pri transportu nafte tankerima gubici iznose oko 1% od ukupno transportovane. Međutim, ukupan gubitak iznosi nekoliko miliona tona nafte godišnje.



Luke kao mogući zagađivači mora (Rotterdam, Stokholm)

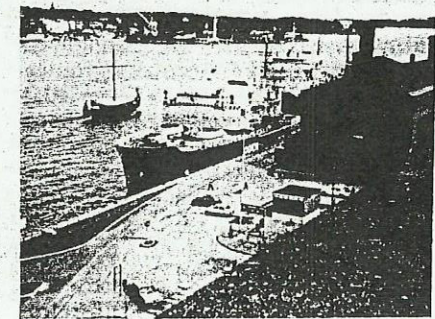
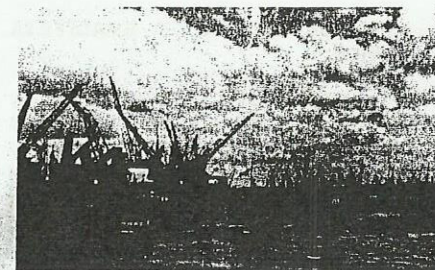
2) Prilikom utovara i istovara tereta dolazi do izvesnog rasipanja i prolivanja (posebno nafte i njenih derivata).

3) Iz plovih objekata izbacuju se razni otpaci kao što su: otpadne vode iz sanitarnih uređaja, pepeo i suspendovane materije od goriva, razna ambalaža i čvrsti otpaci, sredstva za čišćenje i pranje, razne otpadne tečnosti kao što je voda kojom se ispiraju rezervoari tankera za prenos nafte i drugih tečnosti.

U SAD je izračunato da svi plovni objekti, zajedno sa motornim čamcima za odmor i rekreaciju godišnje u vodu izbacuju toliko otpadaka koji se biološki mogu razgraditi koliko bi dao jedan grad veličine 500.000 stanovnika. (Rifkin J. 1986)

Osim iz plovih objekata, u vode se izbacuju najčešće kiselom i razno komunalno i industrijsko smeće.

4) Havarije, sudari, nesreće na plovim objektima mogu da dovedu do potpunog ili delimičnog izlivanja



tereta u vodu. Plovih objekata ima mnogo, oni su velike nosivosti čak i nekoliko desetina hiljada tona, pa njihovo potapanje izaziva prave katastrofe u čitavoj akvatičnoj i priobalnoj biocenozi.

5) Zagađenje vode može da nastane i zbog havarije drugih transportnih sistema: šinskih i automobilskih, vazdušnih. Tada može da dođe do izlivanja tečnog tereta koji dospeva u podzemne i površinske vode.

Od svih pomenutih opasnosti, najčešća je izlivanje nafte i njenih derivata kada su ugrožene velike površinske vode. Ovo je naročito opasno za ona naselja koja koriste za vodosnabdevanje sirovu vodu iz reka.

U postojećim tehnološkim uslovima naftu je teško prečistiti. Od ovoga zagađenja nisu pošteđene ni vodovodne instalacije.

Na ovaj način je ugrožena delimično i voda beogradskog vodovoda koja se zahvata iz Save nizvodno od mnogih stalnih zagađivača naftom.

12. SISTEM KONTROLE KVALITETA VODE

Površinske vode, posebno rečni tokovi imaju veliki značaj, ne samo za funkcionisanje ekosistema, već i za sveukupan razvoj civilizacije. Većina ljudskih aglomeracija locirane su na rečnim slivovima. Reke omogućavaju život. One obezbeđuju obradu zemljišta. Neophodne su za razvoj privrede. Zato ugrožene reke raznim vrstama zagađenja, ugroziće i život na njima i u njima. Da bi mogle da se preduzmu neke mere za ograničavanje daljeg zagađivanja i eventualno poboljšanje kvaliteta, od značaja je stalno i sistematsko kontrolisanje kvaliteta površinskih voda. Zbog toga se na svakoj reci odredi *stanica* — profil pa se na njoj vrši osmatranje najmanje 4 puta godišnje. Broj merenja zavisi od značaja i rasta vode koja se ispituje.

Rečne vode mogu da budu zagađene bakteriološki i hemijski u zavisnosti od kvaliteta i kvantiteta otpadnih voda koje stižu u njih. Najčešće, zagađenost je obostrana ali nekad preovladava bakteriološka zagađenost organskim materijama, a nekad hemijska i mehanička od suspendovanih tečnosti i materija.

Ispitivanje kvaliteta rečnih voda može da bude:

- bakteriološko (mikrobiološko) i
- fizičko — hemijsko

Ona se obavljaju prema utvrđenim parametrima — indikatorima čije prisustvo i kvantitet ukazuje na ispravnost vode ili određuje kategorizaciju vode u vodotocima.

Parametri su različite vrste. Oni obuhvataju:

- 1) hidrološke pokazatelje: vodostaj, proticaj, brzinu vode, širinu vodenog ogledala, temperaturu vode,
- 2) meteorološke pokazatelje: spoljnu temperaturu (vazduha), oblačnost, padavine,

3) osmatranja: vidljive otpadne materije, primetnu boju, primetan miris,

4) saprobiološka merenja: stepen saprobnosti, indeks saprobnosti, stepen biološke produktivnosti,

5) bakteriološka merenja: najverovatniji broj koliformnih klica u 1 litru vode, ukupan broj živih klica i drugo.

6) fizičko-hemijske pokazatelje: pH vrednost, elektroprovodljivost, suvi ostatak filtriranog uzorka, suvi ostatak nefiltrirane vode, žareni ostatak, gubitak žarenjem, suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, zasićenja kiseonikom, BPK-5 HPK (iz KMnO_4), HPK (iz $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), ukupni alkalitet, bikarbonati, ukupna tvrdoća, nekarbonatna tvrdoća, magnezijum, slobodni CO_2 , agresivni CO_2 , slobodni amonijak, hloridi, silikati, sulfati, sulfidi, fosfati, nitrati, nitriti, cijanidi, Na, Ka, arsen, Fe, Zn, Pb, Cn, kadmijum, živa, hrom, isparni fenoli, radioaktivnost, deterdženti, DDT-DDE-DDD, heksahlorcikloheksan, lindom, aldrin, dieldrin, heptahlorepoksidi, endrin. Za bakteriološki ispravnost vode najznačajniji parametar je BPK-5 — biološka potrošnja kiseonika

Biohemijska potrošnja kiseonika date vode je količina kiseonika u rastvoru, koja se utroši na biohemijsku oksidaciju organske materije aerobnim bakterijama.

Određivanje BPK-5 sastoji se u merenju količine kisonika koja se utroši za vreme inkubacije uzorka koja traje 5 dana, a obavlja se na stalnoj temperaturi od 20°C .

Ovim parametrom se ispituje količina kiseonika. U neispravnoj (zagađenoj vodi) nema dovoljno kiseonika, korisne (saprofitne) bakterije ne

mogu da opstanu, a takođe ni akvatični svet.

Smatra se da je voda bakteriološki ispravna za vrednost:

BPK-5 od 2 do 7 mg/lit.

Ukoliko dođe do velikog zagađenja i potpune potrošnje kiseonika tada dolazi do uništenja akvatičnog sveta. Na ovaj način je došlo do poznatog velikog pomora riba u Begeju septembra 1980. godine, kada je iz Rumunije naišao talas zatrovane vode i došlo do potpune potrošnje kiseonika nizvodno od rumunsko-jugoslovenske granice.

Na mestima gde se u reke upuštaju fekalne vode BPK-5 je velika, što ukazuje da u toj vodi ima mnogo štetnih — patogenih bakterija koje troše kiseonik.

Međutim, vek ovih bakterija je kratak (od 0,5 do 1,0 h) tako da se one na oko 100 km nizvodno od mesta upuštanja gube. Tako na primer je dokazano da u velikoj količini vode u Dunavu posle nekoliko kilometara dolazi do samoprečišćavanja. Ovo je veoma značajan podatak za određivanje lokacije priključaka kanalizacionih izliva u reku.

BPK-5 se uzima kao indikator i prilikom određivanja klase vode (boniteta vode).

Prema kvalitetu, svi rečni tokovi se svrstavaju u 4 klase:

Prema parametru BPK-5 vrednosti		
za I klasu	BPK-5 je	2 mg/lit.
za II klasu	" "	4 mg/lit.
za III klasu	" "	7 mg/lit.

Za bakteriološki kvalitet vode osim faktora BPK-5 značajni su i drugi.

Tako se bakteriološka ispravnost vode može odrediti i na osnovu saprobnosti. Saprobnost je u direktnoj zavisnosti od parametra BPK-5.

Pod saprobnošću podrazumeva se prisustvo organske materije u vodi i njeno razlaganje pod uticajem mikroorganizama.

Saprobnost utiče na režim kiseonika u vodi, na sastav i razvoj razmnožavanje akvatičnih organizama u datom ekosistemu.

Saprobnost se ispituje na osnovu fitoplanktona kao biološkog indikatora (vrste algi: zelene, silikatne, modrozelenne). Na osnovu prisustva i zastupljenosti određenih vrsta algi određuju se indeksi saprobnosti na osnovu kojih se određuje bonitet vode.

Saprobiološko pročišćavanje zagađenih voda obavljaju pojedine životinjske zajednice koje biološki razgrađuju zagađene vode. Prema nalazu vrste tih zajednica koje dominiraju na određenom području u reci, određuje se bonitet reke i moguće je izvršiti klasifikaciju prema vrsti.

Zagađena voda menja sastav životnih zajednica. Razne populacije imaju svoje optimalne uslove za život, promenom tih uslova menja se populacija — ili se stimuliše njihov rast (razmnožavanje) ili se onemogućava. U tome velikom ulogu igra količina kiseonika. Kada je količina mala tada se množe zelene alge koje su indikator biološki zagađene vode. Biološko zagađenje voda je jače izraženo na poljoprivrednim terenima.

Zbog toga je od velikog značaja i protok (količina) vode. U sušnim periodima kada je u rekama manje vode, tada je zagađenost veća. Snižavanje nivoa vode, na primer, utiče na mrešćenje riba jer se dešava da ikra ostane na suvom pa za nekoliko sekundi uginu. Naročita opasnost je od kanalizacionih izliva pri niskom vodostaju, a visokim temperaturama.

Za hemijsko ispitivanje — zatrovanosti vode značajan je parametar

pH — kiselost

Njegove granice normale su:

pH = od 8 do 10 mg/lit.

Po nekim propisima (npr. u Americi) u vodotokove se sme upuštati ono što je iznad 20 mg. Ova vred-

nost se nizvodno poboljšava jer izliveno otrovne materije konzumiraju ribe i ostali akvatični svet, apsorbuje ih mulj, blato i pesak.

Treći značajan parametar su suspendovane — čvrste materije, koje zagađuju vodotokove. One se, ukoliko su teže, talože na dnu ili ako su lakše plivaju po površini. U reke one dospevaju i spiranjem — erozijom.

Tabela 34 Lista parametara kvaliteta vode

Parametar	jedinica	Šifra
1. vódstaj	m	H
2. protok vode	m ³ /sec	Q
3. brzina strujanja	m/sec	V
4. širina toka	m	B
5. temperatura vode	°C	T vode
6. temperatura vazduha	°C	T vazduha
7. vidljive otpadne materije	—	votpad
8. primetljivi miris	—	pmiris
9. vidljiva boja	—	viboja
10. pH vrednost	—	pH
11. elektroprovodljivost	uS	pr vod
12. rastvoreni kiseonik	mg/l	RST. 02
13. procenat zasićenja	%	% zas.
14. slobodni SO ₂	mg/l	CO ₂
15. BPK ₅	mg/l	BPK-5
16. HPR iz KMnO ₄	mg/l	HPR
17. suspendovane materije	mg/l	susp. m.
18. suvi ostatak	mg/l	suvi o.
19. žareni ostatak	mg/l	žareni
20. gubitak pri žarenju	mg/l	gubit
21. ukupna alkalnost	mg/l	uk. alk.
22. bikarbonati	mg/l	HCO ₃
23. ukupna tvrdoća	mg/l	UKTVRD
24. kalcijum	mg/l	Ca
25. magnezijum	mg/l	Mg
26. natrijum	mg/l	Na
27. kalijum	mg/l	K
28. sulfati	mg/l	SO ₄
29. hloridi	mg/l	Cl
30. slobodni amonijak	mg/l	NH ₄
31. nitriti	mg/l	NO ₂
32. nitrati	mg/l	NO ₃
33. ispareni fenoli	mg/l	fenoli
34. radioaktivnost	pC/l	radioa.

(Zakon o zaštiti vode)

Tabela 35. Parametri za kategorizaciju voda

Parametar	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV
1. suspendovane materije mg/lit	10	30	80	—
2. ukupni suvi ostatak	350	1000	1500	—
3. Tp vrednost	6, 8—8, 5	6, 8—8, 5	6—9	—
4. rastvoreni kiseonik	8	6	4	0,5
5. petodnevna biohemijska potrošnja kiseonika	2	4	7	—
6. najverovatniji broj koliformnih klica	200	6000	—	0
7. vidljive otpadne materije	bez	bez	bez	bez
8. primetna boja	bez	bez	—	—
9. primetan miris	bez	bez	—	—

Negativne posledice zagađivanja vode

1. POSLEDICE ZAGAĐENE SREDINE NA POVRŠINSKE VODE

Veoma je teško izvršiti klasifikaciju posledica zagađene životne sredine. Ali u stalnom kružnom toku zagađivača u životnoj sredini, može se reći, da su površinske vode: reke, jezera i mora mnogo pogođene, a ni okeani nisu pošteđeni.

Rečni sliv, jezero, more ili okeani predstavljaju posebne ekosisteme, pa je njihova ugroženost od posebnog značaja za akvatičnu biocenozu i ostale prirodne cikluse (edefske i klimatske). Posledice se ogledaju u sledećem:

- poremećenoj, degradiranoj i zatrovanoj vodi,
- poremećenom hemizmu vode,
- uništavanju biocenoze,
- nemogućnosti samoprečišćavanja,
- nagomilanim čvrstim i kaskasnim suspendovanim materijama nataloženim po dnu korita,
- degradiranim pejzažima u priobalnim delovima.

Sve one su u međusobnoj vezi. Za održavanje živog sveta u vodama neophodna je prirodna ravnoteža hemizma sredine i međusobnih odnosa raznih populacija i raznih zajednica. Unošenjem zagađujućih materija ravnoteža se remeti, jer mikroorganizmi koji prečišćavaju vodu ili se prekomerno razvijaju ili bivaju

uništeni. Prekomerni razvoj bakterija ima za posledicu potrošnju kiseonika što onemogućava život drugim vodenim vrstama biocenoze, a njihovo uništavanje (naročito fitoplanktona) onemogućava obnovu kiseonika. Prema tome, koja je vrsta bakterije i koji zagađivač dominira u vodama, zavisiće dalji kvalitet voda. Razmotrićemo uticaje nekih zagađujućih materija koje su najčešće:

- a) sumporna jedinjenja
- b) živa
- c) fosfati i nitrati i
- d) organska jedinjenja

a) *Sumporna jedinjenja* su čest sastojak površinskih voda, a u njih dospevaju iz industrijskih otpadnih voda, slivanjem sa zemljišta i iz atmosfere putem kiselih kiša. Kada se nađu u vodi ona mogu da budu razložena od nekih vrsta bakterija kojima služe kao hrana. Razlaganjem zagađivača, dolazi do razmnožavanja bakterija što povećava potrošnju kiseonika. Tamo gde je kiseonik potrošen dolazi do izumiranja biljnog i životinjskog sveta. Njihovim izumiranjem stvara se nova vrsta hrane i bujaju novi mikroorganizmi...

b) *Metalna živa* u anaerobnim uslovima se rastvara i gradi metilmerkuri jon (CO_2Hg) koji se akumulira u živim organizmima koji u lancu

ishrane mogu da dospeju u ljudski organizam i da dovedu do trovanja.

Zagađivači uneti u vodu u prirodi mogu da pretrpe takve transformacije koje dovode do pojave još štetnijih jedinjenja koja nisu bila prisutna u prvobitno zagađenoj vodi.

c) Kada se fosfati i nitrati nađu u rekama, oni i u njima deluju kao mineralna đubriva pa ubrzavaju rast vodenog bilja, što dovodi do potrošnje kiseonika u vodi. Oni u vode doprevaju preko otpadnih industrijskih voda ili od veštačkih đubriva spiranjem sa zemljišta.

To znači da velika potrošnja veštačkih đubriva, osim osnovne namene — povećanje plodnosti polja i uvećanja prinosa, dovodi i do đubrenja voda. R. Kikut je izračunao da od 1 miliona tona azota 450 000 tona odlazi u biljke a 550 000 tona u vode (procene su izvršene na bazi potrošnje đubriva u Saveznoj Republici Nemačkoj). Hemijska zaštitna sredstva izazivaju posebna, dalekosežna oštećenja sredine o čemu je R. Karson pisala:

„U zemljama sa vrhunskom poljoprivrednom proizvodnjom već su na granici razboritosti, pa je stoga nemoguće da se takav razvoj nastavi“.

d) Mnoge organske materije stižu iz proizvodnje celuloze i papira. One dovode do smanjenja količine kiseonika, veoma su opasne po biocenozu u rekama i jezerima. Čestice celuloznih materijala prekrivaju dno reke, a njihovom kasnijom razgradnjom umanjuje se količina kiseonika. Svojim mehaničkim delovanjem nadražuju škrge kod riba i deluju na njihovo zdravlje.

2. PRIMERI UNIŠTAVANJA POVRŠINSKIH VODA

Skoro da nema dana, a da se ne čuje da je došlo do masovnog trova-

nja živog sveta u nekoj reci zbog ispuštanja nekog otrova.

— Mediteran (Sredozemno more), oivičen basen delovima Evrope, Afrike i Azije je danas jedno od najzagađenijih mora na Zemlji.

Najveći (klasični) zagađivači su nafta i drugi karbonati, sa dodatkom svega onoga što izaziva prekomerni razvoj turizma: sve više se obala zatrpava veštačkim materijalima, sve veći broj kanalizacionih izliva, ogromne količine otpadnih materijala, sve veći broj transportnih sredstava koji u more unose ostatke ulja, nafte i njenih derivata i drugo. Na skupu mediteranskih zemalja održanom 1985. godine u Đenovi izneta je procena da, ako se ovako nastavi Sredozemno more će do 2025. godine biti uglavnom mrtvo more, a njegove obale do 95% neupotrebljive. Šezdesetih godina, na ovo je upozoravao čuveni francuski okeanograf Žak Iv Kusto.

— U Bregalnicu blizu Štipa je januara 1986. godine iz jalovišta rudnika olova i cinka isteklo oko 4000 m³, tih metala u tečnom stanju što je izazvalo veliki pomor riba.

— Tamiš se neprekidno zagađuje otpadnim vodama svih naselja i industrija lociranih u blizini njegovih obala. Međutim, samo iz Pančeva svakog dana se ispusti komunalnih i industrijskih otpadnih voda oko 8500 litara po stanovniku.

— Rajna je jedna od najvećih evropskih reka na koju je orijentisano nekoliko država: Švajcarska, Nemačka, Holandija, Belgija. Na njenim obalama locirana su mnogobrojna naselja — veliki evropski gradovi koji otpadne vode ispuštaju u nju, a takođe, i mnogobrojna industrija uključujući i veliku Rursku oblast.

U Rajni je istraživana količina ribe prućena 14 uzastopnih godina u periodu od 1949. i 1963. godine na is-

tim lokalitetima istom metodologijom. Istraživanja su pokazala drastično opadanje i broja i vrsta riba iz godine u godinu. Prvih decenija 20 veka količina ulovljenog lososa u Rajni iznosila je 150 hiljada tona godišnje a danas ako se slučajno nađe koji primerak, zatrovan je fenolom". (Kuturin J.)

Tabela 36. Zahvat ribe na devet raznih mesta na Rajni

Godina	Losos	Jegulja	Druge vrste ribe
1949	3 306	11 875	33 894
1950	4 316	10 790	31 645
1951	251	10 190	24 759
1952	40	9 523	21 912
1953	30	8 348	18 253
1954	—	6 457	14 698
1955	—	6 507	14 361
1956	—	5 165	12 074
1956	—	5 165	12 074
1957	—	5 474	11 657
1958	—	4 775	10 397
1959	—	4 104	8 831
1960	—	3 989	7 855
1961	—	2 675	5 173
1962	—	2 702	4 894
1963	—	1 732	3 574

(„AMBIO“, 1978)

Rajna je šezdesetih godina bila mrtva reka. Sa velikim naporom život joj je povraćen sedamdesetih. Međutim, oktobra 1986. godine došlo je do eksplozije i požara u hemijskom kompleksu „Sandoz“ koji je lociran u predgrađu Švajcerhale u Bazelu u Švajcarskoj. Požar je zahvatio skladišta u kojima se nalazila

velika količina otrovnih materija: insekticida, herbicida, fungicida i raznih živinih jedinjenja. U požaru se razvila temperatura veća od 1000°C, pa su se otrovna jedinjenja pomešala. Veći deo — oko 150 tona izlio se u Rajnu zajedno sa vodom korišćenom za gašenje požara. Posle toga se izlilo još nekoliko tona. Tako se u vodi Rajne našla živa zajedno sa fosfatnim jedinjenjima. Uništeno je oko pola miliona riba i ogroman broj ptica koje se hrane tim ribama, kao i kompletna akvatična biocenoza. Mnogi gradovi koji su locirani na obalama Rajne bili su ugroženi zbog nedostatka vode za piće. Situacija je pogoršana time što je u isto vreme još jedna industrijska kompanija ispuštala u Rajnu oko 400 litara otrovnih atracin pesticida (hemijska industrija „Cibagajgi“).

Na osnovu ispitivanja vode, zatim pluća i tkiva ovaca koje su pasle travu u okolini u vreme incidenta, utvrđeno je da je u okolinu dospeo otrov sto puta veće koncentracije od onih koje živi svet u reci može da podnese.

Međutim, od samo ovakve jedne nesreće, teško je utvrditi koji su sve i u kojim količinama zagađivači. Mnogo njih se nataložilo po dnu reke, pa kasnijim topljenjem snega i drugim povećanjem protoka reke, mogu da povuku za sobom te materije i da pojačaju zagađenost sve do ušća. Takođe je teško proceniti kvantitet i kvalitet zagađujućih materija koje su otišle u atmosferu.

Po svemu sudeći, incidenti, havarije i nesreće više nisu slučajnost, oni su pravilo.

Svakako da je permanentno zagađivanje mnogo opasnije, jer je stalno prisutno i kumulativno je. Razne grupe zagađujućih materija imaju različit negativan efekat na živi svet u rekama. Na sledećoj tabeli (37) izvršena je njihova delimična klasifikacija sa objašnjenim negativnim efektom i tipičnim izvorima.

Tabela 37. Grupe zagađujućih materija, karakteristično dejstvo i tipični izvori

Red. br.	Grupe zagađujućih materija	Efekat	Tipični izvori
1.	potrošači O ₂ bio-oksidacijom	deoksigencija, anaerobni uslovi, pomora ribe, smrpad.	veliki sadržaj rastvorenih ugljenih hidrata: proizvodnja šećera, desulacije, prerada mleka, prerada mesa, proizvodnja piva, prerada voća, proizvodnja papira
2.	toksične materije: arsen, hrom, kadmijum, bakkar, olovo, cink, živa, fluor, selen, cijamidi	promor ribe, trovanje stoke, pomor planktona, akumulacija u mesu riba i mekušaca	obrada i prerada metala, galvanizacija, prerada fosfata i boksita, proizvodnja hlora, proizvodnja baterija, štavljenje kože
3.	kiseline i alkalije	izmena pH i narušavanje ekološkog sistema	kisele rudničke vode, čišćenje metala kiselinama, proizvodnja hemikalija i tekstila, obrada vune, perionice
4.	toksične materije: dezinficijensi Cl ₂ , H ₂ O ₂ , formalin, fenol	selektivan pomor mikroorganizama, neugodan miris i ukus	beljenje papira i tekstila, industrija raketa, sinteza gume, proizvodnja penicilina, obrada i dobijanje gasa, koksa i uglja, proizvodnja boja i hemikalija i njihova primena
5.	elektroliti (joni) gvožđa, kalcijuma, magnezijuma, mangana hlora, SO ₄	izmena karakteristika vode: stvaranje mrlja, tvrdoća, salinitet, stvaranje krečnih prevlaka	metalurška industrija, proizvodnja cementa i keramike, crpljenje nafte, transportovanje naftinih derivata
6.	oksidacioni i redukcionni agensi NH ₃ , NO ₂ , NO _x , S, SO ₂	izmena hemijske ravnoteže koja dovodi do brzog smanjenja sadržaja O ₂ odnosno prekomernog građenja biljne hrane, miris, selektivno množenje mikroorganizama	proizvodnja gasa i koksa, primena đubriva, proizvodnja eksploziva beljenje i proizvodnja sintetičkih vlakana, proizvodnja pulpe, bojenje
7.	Agensi koji vrše vizuelne promene i izmenu mirisa	Sapunjava, penušava i smrdljiva voda, mutnoća, anaerobni talog u koritu, ulja, masti, nepovoljno delovanje na ribe i vođeno bilje	Iskorišćen deterđent, štavljenje, obrada mesa i hrane, šećerane, prerada vune, odgajanje živine, prerada nafte
8.	Patogeni organizmi, bakterije, gljive, virusi	Infekcija ljudi, infekcija preko stoke gljivična kontaminacija poljoprivrednih kultura, opasnost po zdravlje	Kanalizaciona voda, obrada vune, porast gljiva u otpadnoj vodi, prečišćavanje otpadne vode.

3. UTICAJ HIDROENERGETSKIH OBJEKATA NA REŽIM POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA

Izgradnja i funkcionisanje hidroenergetskih objekata umnogome utiču na režim kako površinskih tako i podzemnih voda. Uzvodno od brane formira se akumulacija sa nivoom vode koja je iznad nivoa vode pre izgradnje. Osim prirodnih dotoka, na promenu nivoa vode u reci utiče i režim rada hidroelektrane. Nizvodno od objekta, nivo vode se menja i on zavisi od tipa akumulacionog jezera. Ako su hidroelektrane kanalskog tipa tada su promene drastične zbog toga što je tada svakodnevno u starom koritu reke biološki minimum proticaja a u vreme poplava celokupni protok. Međutim, uticaj rada hidroelektrane na režim površinskih voda moguće je predvideti, dok je to za podzemne vode mnogo teže.

Promene režima podzemnih voda zavise su od:

- prirodnog režima podzemnih voda,
- promena u režimu površinskih voda,
- od vrste građevinskih radova i dr.

Neposredni uticaji se dešavaju pri promeni režima površinskih voda i rada hidroelektrana.

U neposrednoj okolini akumulacija, nivo podzemnih voda je u porastu, vremenom se smanjuje ali ga je veštački teško dovesti do ranijeg nivoa. Nizvodno od brane nivo podzemnih voda se spušta. Na ovo utiče i presušivanje manjih rukavaca (zbog regulacija). Posredni uticaji dolaze spolja van uticaja rada hidroenergetskih objekata. To su promene zbog drugih velikih objekata i vodoprivrednih radova koji nisu u neposrednoj vezi sa hidroenergetskim objektima. Na kraju sve se to odražava na vodosnabdevanje i kvalitet vode za piće.

Hidrocentrala „Đerdap“ I i II sa svojom akumulacijom od 25000 ha u mnogome je promenila režim i kva-

litet vode u Dunavu: protok je slabiji i variranja su velika, zadržavanje vode se oseća uzvodno sve do promene termičkog opterećenja i zalivanja obala, manje je kiseonika, više fosfata, amonijaka i soli.

Zagađenja od pesticida i veštačkih đubriva su ogromna, a prisutne su i radioaktivne materije.

Zbog prevelike zagađenosti voda (naročito fenolom i cijanidima) i promene režima vode, mnogi organizmi iščezavaju. Morune, haringe i jesetre koje su imale svoja mrestilišta kod Đerdapa više ne dolaze, jer im je brana presekla put. Uočene su i mnoge patološke promene naročito na disajnim organima riba (škrigama) a povećano je i prisustvo parazita. Ovakva istraživanja obavljena su na Moravi i njenim pritokama. (Janković D. 1986)

Povećanje temperature vode iznad 29°C takođe izaziva razgradnju kiseonika i umiranje akvatičnog sveta. Mnoge vrste riba u vodotocima su potpuno iščezle.

Izgradnjom hidroakumulacija remeti se mikroklima prostora. Dolazi do promena u temperaturi vazduha, zatim povećanja vlažnosti. Osim što zaustavljanje vodotokova dovodi do promena u sastavu akvatičnih živih organizama, dolazi i do velikih promena u kopnenoj vegetaciji i fauni. Mnoge životinje, i insekti bivaju potopljeni, a mnogi su prinuđeni da menjaju svoje boravište. Tako dolazi do prekida u lancima ishrane, iščezavanja pojedinih vrsta sa tog prostora ili favorizovanja drugih.

Izgradnja akumulacionih jezera veoma često stvara velike i ozbiljne sociološke probleme, kada su, prilikom potapanja naselja i imanja mnogi stanovnici prinuđeni da ih napuštaju.

4. POSLEDICE OPŠTE ZAGAĐENOSTI NA KVALITET VODE ZA PIĆE

Već je ranije bilo reči o oskudici zdrave vode za piće u svetskim razmerama. Svaki čovek u proseku

unese 1,5 do 20 litara vode na dan, što zavisi od sopstvene fizičke aktivnosti kao i od klimatskih uslova u kojima se nalazi. Međutim, potrošnja po jednom stanovniku može da ide i do 700 litara. Ovde se računa va osim potrošnje u domaćinstvima još i ona koja se troši u komunalne svrhe, u industriji i drugo. Od velikih gradova najviše troši Boston (800 litara), zatim Birmingem (665), Oslo (595), Milano (530), Pariz (500) i Moskva (600). Kao grad u celini, najveći je potrošač Moskva (4,0 miliona metara kubnih na dan), Njujork 3,78 miliona m³ i Čikago sa 3,7 miliona m³ — U Beogradu je ukupna potrošnja vode na dan oko 500.000 m³ — oko 250 m³ po stanovniku.

Poljoprivredni krajevi su, takođe, veliki potrošači vode. Oni za navodnjavanje troše 7 do 10 hiljada kubnih metara po jednom hektaru.

Za snabdevanje vodom za piće koriste se:

- površinski izvori
- vodozahvati iz reka
- podzemna izvorišta
- atmosferske vode — kišnica
- desalinizovana morska voda
- *Površinski izvori* su najčešće male izdašnosti. Osim toga njih je sve manje jer su oni, uglavnom, kaptirani i izgubljeni.
- *Vodozahvati* iz reka, potoka i jezera su ili direktni ili se putem uređaja (za mehaničko ili biološko prečišćavanje) prečišćavaju pre upotrebe. Na ovaj način se veći deo stanovništva naše zemlje snabdeva vodom za piće, (preradom sirove vode).
- *Podzemna izvorišta* su najčešći i skoro najsigurniji način korišćenja, ukoliko i podzemne vode nisu zagađene na direktan ili posredan način. Obično, to su izdanske vode u aluvijonima reka. Kako su izvorišta najčešće u priobalnim delovima gde su i zagađenja velika, podzemnim putem od zagađenih reka ili smetlišta, deponovanih na tim prostorima, ukoliko prema propisima nisu zaštićena, dolazi do mešanja

zagađene vode sa vodom iz vodovoda. A često zagađenja dolaze i od mnogih individualnih sengrupa (septičkih jama).

Termoenergetska postrojenja, ložirana na obalama reka imaju negativnog uticaja na podzemna izvorišta. Rastvorene komponente pepela nalaze put do podzemnih voda. Pod njihovim uticajem povećavaju se koncentracije soli, a pojedine komponente mogu da premaše maksimalno dozvoljene koncentracije.

— *Atmosferske vode* — *kišnica i desalinizovana morska voda* (gde za to postoje tehnološki uslovi) koriste se u primorskim naseljima.

5. DEJSTVO ZAGAĐENE VODE NA ZDRAVLJE LJUDI

Fizičko zdravlje ljudi može da bude ugroženo i zagađenom vodom. Bakteriološki neispravna voda za piće utiče na pojavu crevnih zaraznih bolesti koje se često pretvore u to postoje tehnološki uslovi) koriste dizenterija.

Voda za piće može lako da se razari patogenim mikroorganizmima. Snou (Snow) je sredinom prošloga veka dokazao da se kolera prenosi vodom zagađenom fekalijama. Luž Paster (Louis Pasteur) i Robert Koh (Rober Koch) su naučno objasnili širenje epidemije crevnih zaraznih oboljenja hidričnim putem.

Vodom mogu da se prenesu mikroorganizmi izazivači crevnih infekcija, kao što su: tifus, paratifus, dizenterija i kolera. Izazivači ovih bolesti u vodu za piće dospevaju preko fekalnih voda ili mešanjem sa kanalizacionom, spiranjem sa površine tla, atmosferskim uticajem ili pri visokom vodostaju.

U Srbiji je konstatovano da su crevne zarazne bolesti (uglavnom hidrične epidemije) nastale kao posledica neispravne vode u stalnom porastu i da su u periodu od 1983—

—87. porasle u proseku za 18,5%. Uzroci su često građevinsko-tehnički nedostaci na vodovodnim instalacijama i uređajima, neobezbeđenost higijenski ispravne vode za piće, nehigijensko odlaganje otpadnih materija (rasute deponije smeća) a veoma često i nedovoljna stručnost onih koji rukuju instalacijama, inertnost sanitarne inspekcije i slično. Svake godine se evidentira 5 do 6 epidemija.

Za razliku od biološkog zagađenja, posledice konzumiranja hemijski zatrovane vode retko su akutna trovanja. Ona će imati dalekosežne i neželjene posledice.

U vodi se često nalaze razni metali.

Prisutni su u svim površinskim vodama u koje se izlivaaju industrijske otpadne vode, a indirektno mogu da stignu u podzemne vode koje se koriste za vodosnabdevanje, kao i u vodi za piće koja se vodozahvati ma iz reka prerađuje. Tako se u vodi mogu naći: cink, hrom, bakar, nikl, gvožđe, olovo, kadmijum, živa. Metale je teško iz vode odstraniti, pa se talože u mulju površinskih voda. Ako se preko vode za piće ili hrane konzumiraju, oni razaraju ljudski organizam; jetru, gastroorgane, disajne, kardiovaskularne organe, bubrege, i drugo.

Kadmijum može da dospe u vodu za piće, posredno preko zagađenih površinskih voda ili preko industrijskih otpadnih voda. Može se naći i u namirnicama, posebno u zeljastom povrću i cerealijama (u pirinču). Deluje na funkciju bubrega sa poremećajem resorpcije kalcijuma i sekundarnom dekalifikacijom. (Đorđević D.)

Živa deluje na centralni nervni sistem.

Nikal ima jako kancerogeno dejstvo, a šestovalentni hrom je toksičan i ima mutageno i kancerogeno dejstvo.

Arsen stiže u vodu preko površinskih voda zagađenih industrij-

skim otpadnim vodama, a u podzemnim, se može naći ili posrednim mešanjem sa površinskim ili ako su u blizini nalazišta metala olova i cinka. Arsen se može naći i u sastavu nekih vrsta uglja pa tako može da stigne i u vazduh okoline. Posledice unošenja arsena u organizam se i vidno ispoljavaju preko promena na koži.

Selen se može naći u vodi na sličan način kao i arsen. On ugrožava postojanje fluora u vodi čime kvari kvalitet vode za piće i podstiče pojavu kvara na zubima.

Mangan se teško resorbuje u vodi, jer je slabo rastvorljiv. Može da ošteti centralni nervni sistem.

Različiti zagađivači iz voda imaju i različito dejstvo. *Organski mikro-zagađivači* u slatkim vodama su sve prisutniji, od industrije tekstila, kože, hartije, prehrambene i poljoprivredne proizvodnje i drugo.

Neke pesticide, kada se nađu u vodi, konzumiraju miše kod kojih izazivaju bolesti, a preko njih posredno i kod ljudi.

Polihlorovani bifenili izazivaju uvećanje jetre i utiču na hormonalnu ravnotežu, (n-heksadelen) izazivaju oštećenje kože. Trihalometani imaju kancerogene osobine.

Mikrozagađivači su opasni iz sledećih razloga:

- a) oni imaju kancerogeno, mutageno, teratogeno i opštetoksično dejstvo pri stalnom unošenju u organizam,
- b) kod nekih je velika perzistentnost,
- c) njih je teško odstraniti iz vode za piće, bar kada su u pitanju tradicionalni postupci za dobijanje vode za piće vodozahvatom rečne vode,
- d) zajedno sa vodom oni mogu da dospeju i do rezervoara vode za piće,
- e) prilikom hlorisanja vode za piće, dolazi do mešanja mikro-zagađivača (metala) i do stvaranja novih jedinjenja koja mogu da budu i opasnija od prethodnih,

f) mikrozagađivači u rečnom sistemu imaju značajnu ulogu zbog svog trajanja i ponašanja jona teških metala,

g) neki mikrozagađivači su veoma toksični u rečnim ekosistemima pa onemogućavaju samoprečišćavanje slatkih voda,

h) preko akvatične biocenoze, mikrozagađivači ulaze u lanac ishrane. (Savićević M. i dr.)

6. UTICAJ POLICIKLIČNIH AROMATIKNIH UGLJOVODONIKA

Polioiklični aromatični ugljovodonici se često nalaze u površinskim vodama, pa posredno njima može da bude zagađena i voda za piće. Najčešće to su derivati nafte i mazivna ulja. Kada se nađu u organizmu čoveka mogu da izazovu kancerogena oboljenja.

Zagađenost vode za piće mazivnim uljima može se prepoznati po karakterističnom mirisu.

Opasnost od izlivena nafte stalna je pretnja vodosnabdevanju svakog grada koji je orijentisan na snabdevanje vodom za piće preradom rečne vode. Ovakvim zagađenjem bio je ugrožen i Beograd decembra 1984. i januara 1985. godine.

Fenol se u reke ispušta iz mnogih industrijskih pogona. To je aromatični ugljovodonik. Ovaj sastojak je dugo dospevao u reku Ibar (preko Sitnice iz kosovskih rudnika) zato od 1984. do 1987. godine voda za piće u Kraljevu nije bila upotreb- ljava.

Istraživanja u SAD od strane EPA su pokazala da se velike količine policikličnih ugljovodonika nalaze u prirodi i u izgrađenim sredinama, a van su domašaja organizovanog i kontrolisanog sistema prikupljanja i uklanjanja. Približno u procentima to iznosi:

- nekontrolisano ispuštanje u prirodu 53,67%
- ulje kao gorivo 41,45%
- njihova regeneracija i drugi oblici korišćenja 4,88%

7. HIDRIČNE EPIDEMIJE

Hidrične epidemije poznate su od davnina. Nekada su bile izraženije i češće, zbog nehigijenskog snabdevanja vodom za piće i nedostatka medikamenata.

Velike epidemije vladale su Londonom 1845. Hamburgom 1892. i Petrogradom 1910.

U SAD dogodi se prosečno 14 epidemija hidričnog porekla a oboli 1600 osoba.

U Jugoslaviji se godišnje registruje oko 5 epidemija hidričnog porekla. Registrovane, najveće su bile:

- epidemija tifusa u Osijeku, Sisku, Sarajevu, Splitu, Slavonskom Brodu, Prištini (u Sarajevu i Prištini sa preko 1000 obolelih),

- epidemija trbušnog tifusa u Omišu 1969. godine,

- epidemija dizenterije u Ivanjici 1972. godine sa 427 obolelih,

- epidemija virusne žutice u Resniku 1973—74. sa 620 obolelih

- epidemija u Užicu 1977. sa 2316 obolelih. Ovo je bila i jedna od najvećih epidemija dizenterije,

- epidemija zarazne žutice u Valjevu 1987. godine,

- u Rakovici 1985. sa 200 obolelih.

Iako je kolera u Evropi praktično bila stvar prošlosti, ponovo se javila 1987. godine, prvo u Turskoj, pa je zahvatila još i Bugarsku i Rumuniju.

Preko zemljišta tretiranog mineralnim đubrivima, sadržaj mineralnih materija u vodi se povećava u neprirodno velikim količinama, što vodu čini veoma zagađenom. To dovodi do razmnožavanja algi i vodenog bilja.

Mere za zaštitu voda

1. NORMATIVNO REGULISANJE ZAŠTITE VODA OD ZAGAĐIVANJA

Zakonska regulativa kad je u pitanju voda je veoma obimna i kompleksna, ali je i neujednačena, kako na međunarodnom tako i na nacionalnom planu.

Zakonski propisi odvojeno tretiraju borbu protiv zagađivanja površinskih voda: posebno mora, a posebno rečnih tokova, zatim vode za piće i njene higijenske ispravnosti...

Međutim, ovde postoje mnoge neusaglašenosti, naročito kada su u pitanju međunarodne reke, međurepubličke ili samo republičke. Na međunarodnom planu najčešće neusaglašenosti su zbog različitih političkih, ekonomskih i administrativnih sistema pojedinih zemalja, počev od tretmana voda: da li je to javni ili privatni domen, pa dalje do odredbi koje su heterogene ili sa ograničenim dejstvom. Međutim, o međunarodnim normativima i aktima biće kasnije govora.

Kada su u pitanju naše jugoslovenske vode, u zakonskoj regulativi prisutan je nejedinstven stav, odnosno, važeći su i republički i pokrajinski zakoni. Teškoće se posebno ogledaju kod rečnih tokova u donjem slivu, jer se teško postiže sporazum sa društveno-političkim zajednicama koje se nalaze uzvodno od velikih zagađivača.

Iako se na današnjem stepenu razvoja nauke i tehnologije raspolaže sa svim potrebnim tehničkim sredstvima neophodnim za integralno upravljanje resursima, zakonodavnom materijom to još nije regulisano.

U Srbiji, zakona sa podzakonskim aktima (pravilnicima i uredbama) ima oko petnaest. Od njih su najznačajniji:

- Zakon o vodama,
- Uredba o klasifikaciji voda,
- Uredba o kategorizaciji vodonokova,

- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće,

- Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava voda za piće,

- Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće.

Najznačajnije mere koje se ovim zakonima, pravilnicima i uredbama propisuju su sledeće:

- određivanje zona zaštite,
- klasifikacija i kategorizacija boniteta voda,
- propisivanje standarda o kvalitetu voda,

- preduzimanje sanacionih mera za zaštitu voda,

- izdavanje dozvole i odobrenja za izgradnju i rekonstrukciju objekata koji mogu zagađivati vodu,

- uvođenje poreza i taksa za otpadne vode,
- instaliranje uređaja za kontrolu zagađenosti voda.

2. ZAKON O VODAMA

Zakonom se regulišu sve vodoprivredne delatnosti od posebnog društvenog interesa: uređenje voda, zaštita od štetnog dejstva voda, zaštita voda, odvodnjavanje i navodnjavanje, iskorišćavanje i održavanje vodoprivrednih objekata koji služe navedenim svrhama, poslovi snabdevanja stanovništva i privrede vodom, priprema vode za različite vidove upotrebe i distribuciju vode potrošačima.

Zakonskim odredbama regulisana je nadležnost organa i organizacija koje se staraju o pojedinim delatnostima u toku korišćenja voda:

- odvodnjavanje,
- navodnjavanje,
- zaštita od erozija,
- snabdevanje vodom,
- odvođenje otpadnih voda,
- prečišćavanje zagađenih voda i
- plovidba, kao i način plaćanja usluga za pomenute delatnosti.

Budući da su najveći zagađivači površinskih voda objekti različitih namena koji se lociraju na njihovim obalama, to se zakonom propisuju uslovi i način za dobijanje vodoprivredne saglasnosti i vodoprivredne dozvole za: izgradnju novih i rekonstrukciju postojećih koji svojom delatnošću mogu privremeno ili trajno da prouzrokuju promene u režimu voda.

Vodoprivredna saglasnost je potrebna za svaki objekat koji se gradi ili rekonstruiše, a vodoprivredna dozvola je potrebna za posebne delatnosti vezane za korišćenje voda. To su:

- 1) upotreba voda iz prirodnih vodotoka, prirodnih objekata za skupljanje voda i podzemnih voda,

- 2) upotreba ili dovođenje voda objektima i postrojenjima za čiju je izgradnju ili rekonstrukciju izdata vodoprivredna saglasnost,

- 3) ispuštanje voda u prirodne vodotokove, prirodne objekte za skupljanje vode i u podzemne vode,

- 4) punjenje akumulacionih jezera,

- 5) rad postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

Zakon o vodama predviđa i uređivanje korita, obala, sprudova, ada, kao i zabranu nekih delatnosti koje mogu da ih ugroze, kao što su:

- napasanje stoke i vožnja svih vozila po kosinama obala prirodnih vodotokova,

- vožnja svih vrsta vozila i preterivanje stoke preko korita vodotoka,

- vezivanje splavova izvan mesta određenih za istovar,

- obavljanje drugih štetnih delatnosti.

Ovim zakonom se predviđaju i mere zaštite voda od zemljišta zahvaćenog erozijom, zatim zaštita od poplava, način iskorišćavanja i upotreba voda, obavljanje nadzora i kaznene odredbe.

Najvažniji deo Zakona o vodama odnosi se na zaštitu vode od zagađivanja, direktnim ili indirektnim unošenjem:

a) opasnih materija koje zbog svog sastava, količine, stepena radioaktivnosti ili drugih osobina mogu dovesti u opasnost život i zdravlje ljudi, riba i životinja.

b) štetnih materija koje mogu da prouzrokuju promenu fizičkih, hemijskih, bioloških i bakterioloških svojstava vode u meri koja može da ograniči ili onemogući upotrebu vode u korisne svrhe, ili da smanji moć samoprečišćavanja vodotoka i jezera,

c) ispuštanje otpadnih materija sme da se obavlja uz prethodno nabavljenu vodoprivrednu

dozvolu. Međutim i pored toga, zakonom se zabranjuje:

- bacanje čvrstih otpadaka, koji mogu da zagađe ili da izazovu zamućivanje vode,

- uvođenje u podzemne vode svih zagađujućih materija,

- korišćenje napuštenih bunara kao septičkih jama,

- zagađivanje ledenog pokrivača prirodnih i veštačkih vodotokova i jezera,

- ispuštanje zagađujućih materija u prirodne i veštačke vodotokove i jezera,

- ispuštanje u površinske i podzemne vode materija koje mogu izazvati zarazne i parazitske bolesti,

- unošenje radioaktivnih materija,

- ispuštanje opasnih materija,

- izbacivanje mineralnih ulja i drugih sličnih otpadaka iz plovniha objekata,

- deponovanje opasnih materija u blizini vodotokova i izvorišta,

- obavljanje delatnosti koje mogu da zagađe vodu,

- ispuštanje onih štetnih otpadnih materija u kanalizaciju, koje mogu da onemoguće eventualno prečišćavanje voda.

U cilju održavanja kvaliteta voda zakonom se predviđa sistematsko ispitivanje kvaliteta voda, odnosno permanentno praćenje stanja zagađenosti voda.

Radi obezbeđenja jedinstva režima voda obrazuju se tri vodna područja:

I Vodno područje Dunava koje obuhvata slivove Dunava, Mlave, Peka i Timoka.

II Vodno područje Save, koje obuhvata slivove Save i Drine.

III Vodno područje Morave, koje obuhvata slivove Morave, Pčinje i Dragovšćice.

3. ZAKON O ISKORIŠĆAVANJU I ZAŠTITI IZVORIŠTA ZA VODOSNABDEVANJE

Zakon se odnosi na izvorišta šireg republičkog značaja. Načinjen je i popis izvorišta onih reka koje služe ili će služiti za izradu sistema međuregionalnog ili regionalnog vodosnabdevanja.

Na osnovu prirodnih i tehnoloških osobina površinskih i podzemnih voda, na osnovu njihve izdašnosti, odnosno količine vode, izvorišta se svrstavaju u I i II rang, i predstavljaju rezervate.

Tabela 38. Izvorišta prvog ranga

red. broj reka	Orijentacioni profil brane	Opština	Površina slivnog područja u km ²
1	2	3	4
1. Jablаница	Rovni	Valjevo	109
2. Kamenica	Rožci	Čačak	198
3. Cemernica	Gornja Gorjevnica	Čačak	138
4. Dičina	Semeđraž	Gornji Malanovac	204
5. Gruža	Tucački Napor	Knjic	359
6. Đetinja	Gradina	Titovo Užice	170
7. Sušica	Tripkova	Čajetina	163
8. Crni Rzav	Bardište	Titovo Užice	196
9. Veliki Rzav	Arilje	Arilje	554
10. Grabovačka	Cerovo	Ivanjica	72
11. Lučka	Bedina Varoš	Ivanjica	94

1	2	3	4	5
12. Uvac	Kolkin Brod	Nova Varoš	1.100	
13. Moravica	Bedina Varoš	Ivanjica	370	
14. Studenica	Đakovo	Kraljevo	442	
15. Ljuđska	Požega	Novi Pazar	188	
16. Raška	Gradina	Novi Pazar	211	
17. Rasna	Čelije	Kruševac	598	
18. Toplica	Selova	Kuršumlija	350	
19. Mlava	Gornjak	Žagubica	702	
20. Veliki Pek	Debeli Lug	Majdanpek	182	
21. Resava	Strmosten	Despotovac	121	
22. Crnica	Zabrega	Paraćin	102	
23. Grza	Čestobrodica	Paraćin	71	
24. Čini Timok	Bogovina	Boljevac	466	
25. Trgoviški Timok	Baranica	Knjaževac	496	
26. Ternišnica	Temski	Pirot	755	
27. Vlasina	Vlasotince	Vlasotince	918	
28. Vrla	Pajkanci	Surdulica	126	
29. Voždika	Bosilegrad	Bosilegrad	189	
30. Veternica	Barje	Leskovac	230	

U rezervatima izvorišta ustanovljavaju se tri zone zaštite:

- šira zona zaštite
- uža zona zaštite
- zona neposredne zaštite.

a) Šira zona zaštite obuhvata područje katastarskih opština i delova katastarskih opština za sva izvorišta iz tabele 38.

b) Uža zona zaštite obuhvata površinu akumulacionog jezera na najvišem nivou vode, sa obalnim pojasom u širini od oko 500 m.

c) Zona neposredne zaštite nalazi se unutar zone zaštite.

Za svaku zonu zaštite, zakon predviđa održavanje higijene (sanitarne i druge preventivne mere) kao i zabranu izgradnje objekata ili obavljanja delatnosti koje mogu da remete kvalitet vode. Kako se zakon odnosi na rezervate, odnosno, izvorišta, posebnim Pravilnikom se reguliše režim zaštite drugih objekata za vodosnabdevanje.

Pravilnikom o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarnog

ne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće se određuju 4 zone. Ovo se čini u cilju zaštite vode za piće od zagađivanja i to: u izvorištima, glavnim vodovodima i seoskim vodovodima. Zone su određene na osnovu sledećih kriterijuma: izdašnosti izvorišta, vrste objekata, načina zahvata vode, sanitarno-tehničkog uređenja tla, strukture, konfiguracije, hidrogeoloških i drugih svojstava zemljišta, to su:

- 1) zone neposredne zaštite — zona strogog nadzora,
- 2) uža zona zaštite — zona ograničenja,
- 3) šira zona zaštite — zona nadzora i
- 4) pojas zaštite.

1) Zona neposredne zaštite određuje se oko izvora, bunara, zahvata iz reka, jezera i akumulacija, crpnih stanica, instalacija za pravku kvaliteta vode, rezervoara i komora za prekid pritiska. Ovaj prostor treba da je najmanje 10 m., od objekta Obezbeđuje se ograđivanjem.

Kod zahvata podzemne vode, ovaj prostor se ograđuje u sklopu zone neposredne zaštite, a oko akumulacija, prostor treba da je 500 m. U ovoj zoni se ograničava upotreba pesticida i đubriva.

2) Uža zona zaštite određuje se oko izvorišta (izvora, bunara, vodozahvata). To je površina zemljišta gde nije dozvoljena izgradnja objekata, a dovoljna da obezbedi sanitarnu ispravnost vode.

3) Šira zona zaštite se određuje oko izvorišta, odnosno to je deo teritorije slivnog područja. U ovoj zoni se zabranjuje izgradnja industrijskih i drugih objekata koji imaju otpadne materije koje mogu da ugroze izvorišta.

4) Pojas zaštite se uspostavlja oko glavnih cevovoda i iznosi sa svake strane najmanje po 2,5 m. U ovom pojasu nisu dozvoljene nikakve delatnosti ili objekti koji mogu da ugroze cevovode.

4. UREDBA O KLASIFIKACIJI VODA

Ovom uredbom se utvrđuje podela svih površinskih voda u 4 klase prema njihovom bonitetu. One obuhvataju:

klasa I — vode koje se u prirodnom stanju ili posle dezinfekcije mogu upotrebiti ili iskoriscavati za snabdevanje nase-lja vodom za piće, u prehrambenoj industriji i za gajenje plemenitih vrsta riba (salmonida);

klasa II — vode koje su podesne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi, za gajenje manje plemenitih riba (ciprinida) kao i vode koje se uz normalne metode obrade: koagulaciju, filtraciju, i dezinfekciju mogu upotrebljavati za snabdevanje nase-lja vodom za piće i u prehrambenoj industriji;

klasa III — vode koje se mogu upotrebljavati ili iskoriscavati

za navodnjavanje i u industriji, osim prehrambenoj;

klasa IV — vode koje se mogu upotrebljavati ili iskoriscavati samo posle posebne obrade.

Osim tih klasa ustanovljene su potklase i to za II klasu: klase IIa i IIb

potklasa IIa — to su vode koje se uz normalne metode obrade (kao za klasu II) mogu upotrebljavati za snabdevanje nase-lja vodom za piće, za kupanje i u prehrambenoj industriji i

potklasa IIb — ovo su vode koje se mogu iskoriscavati ili upotrebljavati za sportove na vodi, rekreaciju, za gajenje manje plemenitih vrsta riba (ciprinida) i za pojenje stoke.

Ova podela na klase i potklase obavlja se na osnovu utvrđenih pokazatelja o kojima je bilo govora u poglavlju o vodama.

5. EKOLOŠKE DIMENZIJE ZA ZAŠTITU VODA

Površinske i podzemne vode su veoma zagađene pa su mnoge od njih praktično neupotrebljive. Za mora i okeane potrebne su internacionalne mere zaštite. Ono što bi moglo da se izdvoji jeste potreba da se ljudi u svakoj intervenciji koja utiče na kvalitet voda ponašaju humanom.

Za zaštitu voda predlažu se neke mogućnosti koje bi mogle da posluže poboljšanju stanja:

— Sačiniti kompletan popis-identifikaciju i kvantifikaciju postojećih izvora zagađivača prema vrsti, poreklu i količini otpadnih voda za svaku pojedinačnu reku.

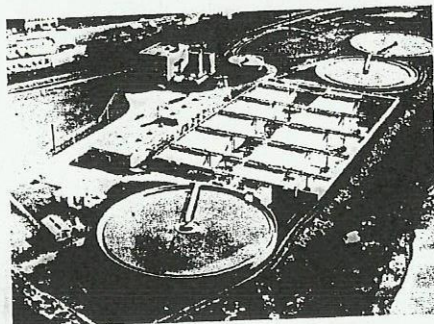
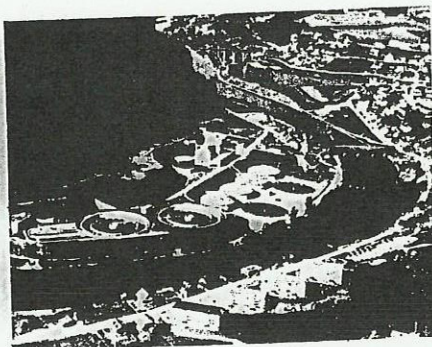
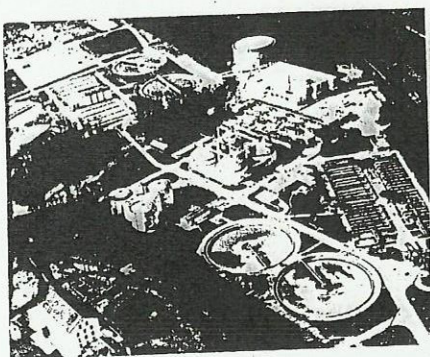
— Kako deponije otpadnog materijala industrije i komunalnog smeća, locirane uz reke, doprinose povećanju zagađenosti vodotokova, od velikog je značaja regulisanje od-

stranjivanja otpada na jedan od poznatih načina, uz to zvesti i budnu kontrolu da se ne stvaraju nove deponije, a postojeće likvidirati.

— Prilikom planiranja novih objekata uz njih ili proširenja postojećih, još u fazi izrade projektnog programa pa preko tehničke kontrole projektnog elaborata, zatim građevinske dozvole do izdavanja dozvole za upotrebu objekta striktno se pridržavati zahteva o prethodnom prečišćavanju i komunalnih i industrijskih otpadnih voda pre upuštanja u rečne tokove. Kako otpadne vode ne samo menjaju prirodni kvalitet vode u vodotocima smanjujući mogućnost njihove upotrebe u određene svrhe, već i uništavaju i biocenozu reka, to je odstranjivanje štetnih agenasa iz njih neophodan put ozdravljenju svih ugroženih reka.

— Neophodno je preduzimanje hitnih mera za izgradnju kanalizacionih sistema u naseljima gde se otpadne vode tretiraju samo putem individualnih septičkih jama koje veoma ugrožavaju podzemna izvišta vode za piće. Tome u prilog govori činjenica da 31% domaćinstava u regionu Zapadne Morave nisu priključena na kanalizaciju.

— U regionalnim prostornim planovima manje planinske reke, koje su sačuvali kvalitet I i II klase voda treba zaštititi od svakakvih zagađenja, strogo zabranom izgradnje bilo kakvih objekata kao i od hemizacije tla u njihovom području. One moraju da se sačuvaju kao dragocene rezerve vode za piće, sa najznačajnijom funkcijom da se na njima izgrade fabrike za sanitarno flaširanje ispravne vode za piće.



Taložnici komunalnih otpadnih voda

— Uvesti obavezu kontrole vode za piće u pogledu prisustva deterdženata, pesticida, teških metala radioaktivnih nukleida i sl.

— Takođe je od važnosti zakonski usloviti podizanje stambenih objekata jedino na određenim lokacijama, ne samo u urbanim nego i u ruralnim sredinama, kako bi se time smanjilo (pa čak i isključilo) zagađenje podzemnih voda. Lociranje individualnih stambenih zgrada rasutih po privatnim njivama stvara teškoće snabdevanja osnovnim komunalnim potrebama od kojih je jedna i izrada kanalizacije. Naime, ovakve individualne stambene zgrade po pravilu imaju svoje septičke jame koje ugrožavaju podzemne vode.

— S obzirom da se voda u biološkom pogledu poboljšava nizvodno (patogene bakterije propadaju a otrovne supstance se talože po dnu) na oko 100 km, to se ta dimenzija može uzeti za razmak između dva veća zagađivača.

— Na manjim rekama koje su dostigle III ili IV klasu, potpuno zabraniti podizanje bilo kakve nove objekte industrije, a za već postojeće usloviti uvođenje uređaja za prečišćavanje. Reke se ne mogu operetiti preko onog maksimuma kada je njihovo lečenje iluzorno.

— Rezerve vode putem akumulacionih jezera su neophodne. Međutim, treba ići na veći broj manjih jezera jer veće veštačke površine voda utiču na poremećaje zemljine kore.

— U cilju čuvanja i planskog korišćenja vode kako za nova naselja, tako i za stare delove grada, bilo bi vrlo ekonomično i ekološki opravdano ako bi se topla voda iz obližnjih termoelektrana koristila za potrebe stambenih i drugih objekata. Takođe je od značaja rešavanje vodovodnih instalacija rečne vode u tehničke svrhe (pranje ulica, el. toplane i slično).

— Prilikom projektovanja komunalnog kanalizacionog sistema, osim neophodnih tehničkih podataka, projektant mora da zna koliki je uticaj zagađenja na reku u koju se ispuštaju otpadne vode.

— U letnjim mesecima reke su veoma ugrožene. Zbog toga je opšte mišljenje naučnika i stručnjaka da se u svakoj od tih reka mora ostaviti izvesna količina vode koja se naziva „biološki minimum“ ili „najmanji dopušteni proticaj“. To znači, da je u svakom vodotoku potrebno da se ostavi bar toliko vode da se ne ugroze životne zajednice koje se nalaze nizvodno od nekog većeg zagađivača ili da se ne ispušta upotrebljena voda. Međutim, ovo je vrlo teško rešiti zbog toga što se leti svaki vodotok koji presušuje već u to vreme nalazi ispod „biološkog minimuma“. Međutim, bolje je ostaviti i takvo stanje nego da se u njega ispušta otpadna voda. Zbog toga je bolje vodnim akumulacijama obezbediti rezerve vode kojima prema potrebi može da se koristi proticaj.

— Jedna od mera za zaštitu reka jeste izrada paralelnog kanala sa rekom, koji bi imao ulogu sprečavanja prenošenja nanosa u reke i u kome bi se taložile zagađujuće materije.

Literatura

1. Aljinović A., Korolija R. „Osvrt na probleme vodosnabdevanja na području Sudana“ (Zbornik referata sa Simpozijuma o istraživanju, eksploataciji i gospodarenju podzemnim vodama“ Zagreb, 1978)
2. Ambroggi R. P. „Freshwater Resources of the Mediterranean Basin“ („Ambio“ 6/1977 Stockholm)
3. Andrejević M. „Vodni resursi Makedonije i njihova zaštita“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređenje kvaliteta slatkih voda“ Ohrid, 1982.)
4. Arrhenius E. „Health Effects of Multipurpose Use of Water“ („Ambio“ 6/1977 Stockholm)

5. Batista U. „Problematika termičkog zagađivanja reka od termoelektrana“ (Zbornik radova, Mostar 1975)
6. Bilčar N. „Utjecaj hidroelektrana na okolinu“ (Zbornik radova „Energija i sredina“ Sarajevo, 1981)
7. Бородавченко И. И. и др. „Охрана водны ресурсов“ („Колос“, Москва, 1979)
8. Brili M. „Uticaj hidroenergetskih objekata na režim podzemnih voda“ (Zbornik radova „Optimalni pristup zaštiti i korišćenju voda“ Ljubljana, 1983)
9. Cibulić V. i dr. „Zagađivanje vodotoka Južnomoravskog regiona gradskim i industrijskim otpadnim vodama“ (Jugoslovensko društvo za zaštitu voda „Zaštita“ Ohrid 1982)
10. Đorđević S. „Uticaj zagađene sredine na fizičko zdravlje“ (Zbornik radova SANU „Čovek, zdravlje i životna sredina“, Beograd, 1981)
11. Đorđević S. i dr. „Toksikološki i ekološki aspekti zagađenja i zaštite površinskih voda“ (Zbornik radova „Čovekova sredina i zdravlje ljudi, međusobna zavisnost i uslovljenost“ Beograd, 1979)
12. Đukanović M. „Uticaj lokacije naselja i industrijskih objekata na kvalitet voda u vodotocima i izvoristima vode za piće“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređivanje slatkih voda“ Ohrid 1982)
13. Ferenčić A. „Razvoj iskorišćavanja resursa podzemne vode u zemljama u razvoju“ (Zbornik radova Simpozijuma o istraživanju, eksploataciji i gospodarenju podzemnim vodama“ Zagreb, 1978)
14. Gajić G. „Otpadne vode iz industrije boja, lakova, rastvarača i reagenasa“ („Voda i sanitarna tehnika“ 1/1972, Beograd)
15. Jakovljević K. „Aktuelni problemi zagađivanja sredine otpadnim vodama“ (Zbornik radova „Čovekova sredina i zdravlje, međusobna zavisnost i uslovljenost“ Beograd 1979)
16. Knežić L. „Fizičko-hemijsko ispitivanje vode namenjene snabdevanju naselja i industrije“ („Voda i sanitarna tehnika“ 45/1971 Beograd)
17. Кутирин И. „Охрана воздуха и поверхностных вод от загрязнения“ („Научка“, Москва 1980)
18. Majer D. „Hemijske karakteristike podzemnih voda pri obalama Save na području Hrvatske“ (Zbornik radova Simpozijuma o istraživanju, eksploataciji i gospodarenju podzemnim vodama“ Zagreb, 1978)
19. Nacionalni izveštaj „Stanje i politika čovekove sredine u SFRJ“ (Savezni zavod za međunarodnu naučnu, prosvetno-kulturnu i tehničku saradnju, Beograd 1983)
20. Nacionalna monografija SFRJ, materijal za Konferenciju UN o vodnim resursima 1977. (Savezni komitet za poljoprivredu sektor za vodoprivredu, Beograd 1975)
21. Obradović D., Filip A. „Simulacija uzajamnog uticaja okoline i veštačkih jezera“ („Čovek i životna sredina“ 6/1980. Beograd)
22. „Otpadne vode“ zbornik referata sa X savetovanja „Jugoenergetik“ Beograd, 1979
23. Popović S. „Osnovne karakteristike normativnog regulisanja zaštite voda od zagađivanja“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređivanje kvaliteta slatkih voda“ Ohrid 1982)
24. Peleš M. „Neki aspekti međunarodne saradnje u oblasti zaštite kvaliteta međunarodnih tokova Jugoslavije“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređivanje kvaliteta slatkih voda“ Ohrid, 1982)
25. Savićević M. I saradnici „Higijena“ („Medicinska knjiga“ Beograd, 1986)
26. Sokolovski B. i drugi „Voda i zdravlje“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređivanje kvaliteta slatkih voda“ Ohrid, 1982)
27. Studija o zaštiti vode u regionu Zapadne Morave (Republički SZZ za vodoprivredu, Beograd, 1979)
28. Stanković S. „Reke i jezera u svetlu koncepcije aktivne zaštite prirode“ (Zbornik radova „Zaštita, očuvanje i unapređenje kvaliteta slatkih voda“ Ohrid, 1982)
29. Tmušić K. i saradnici „Uloga vode u širenju zaraznih bolesti sa osvrtom na hidrične epidemije u SR Srbiji“ (Zavod za zdravstvenu zaštitu SR Srbije Beograd 1979)
30. Tomić F. — Vukušić S. „Podzemna voda sa poljoprivrednog gledišta i njeno regulisanje u svrhu biljne proizvodnje“ (Zbornik radova sa simpozijuma o istraživanju, eksploataciji i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb 1978)
31. Возная Н. Ф. „Химия воды и микробиология“ („Высшая школа“ Москва, 1979)

V Deo: Zemljište

Ugroženost zemljišta

1. NAČINI UGROŽAVANJA ZEMLJIŠTA

Zemljište je preduslov života. Kao ograničen prirodni resurs, neobnovljiv je ukoliko je trajno oduzet, ali ako je degradirano ili zagađeno, sa biološkog aspekta njegovo obnavljanje je moguće, pod određenim uslovima i načinima.

Zemljište ima veliki značaj za život na Zemlji, za opstanak čoveka i razvoj ljudske civilizacije. Izvor je energije, brojnih minerala, mikroelemenata i makroelemenata neophodnih za nastanak, razvoj i održavanje svih živih bića, kompletne biocenoze na Zemlji.

Osim svog biohemijskog i energetskog značaja, zemljište svojim fizičkim, higijenskim, geografskim i topografskim osobinama (temperaturom, vlažnošću, zračenjem, faunom, florom...), direktno utiče i na zdravlje čoveka.

Zemljište je i stanište za mnoge životinje, kao i razne mikroorganizme. Mikroorganizmi, koji su ljudskim aktivnostima i zagađenošću dopeli u zemljište, mogu se posrednim putem naći i u organizmu čoveka, a to isto važi i za razne otrove koji spoljnim uticajem stižu u zemljište. Mikroorganizme i otrove mogu da apsorbuju biljke koje se koriste za ljudsku ishranu. Kao primer možemo navesti živu, olovo, kadmijum, koji apsorbuju zeljaste biljke (kumpus, spanać, kelj i dr.) a koje kasnije preko lanca ishrane stižu u ljudski organizam.

Zemljište predstavlja izvor vode i mineralnih materija za celu fitocenuzu, a preko nje i za ostali živi svet uključujući i čoveka.

Zemljište se sve više smanjuje iz primarne funkcije i degradira. Ono se ugrožava na razne načine:

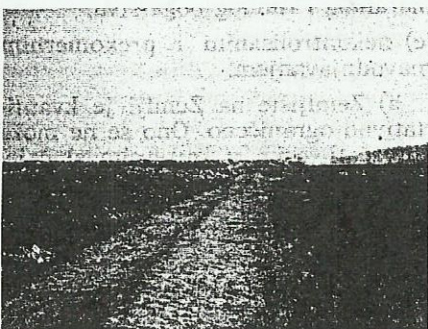
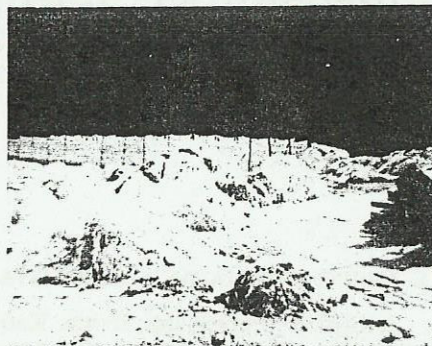
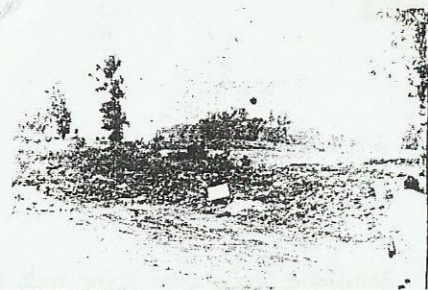
- a) zauzimanjem, pretvaranjem u neprirodno;
- b) modernom obradom zemljišta i pretvaranjem u poljoprivredne svrhe;
- c) osiromašavanjem biljnog fonda;
- d) površinskom eksploatacijom mineralnog i rudnog bogatstva;
- e) nekontrolisanim i prekomernim navodnjavanjem.

a) Zemljište na Zemlji je kvantitativno ograničeno. Ono se ne može povećati, osim u izuzetnim slučajevima u manjem obimu kada se dobija nasipanjem delova mora (primer Holandije) ili isušivanjem podvodnih terena.

Zbog toga, svaki prostor zauzet od prirode je praktično trajno izgubljen. Prostor se oduzima u razne svrhe:

- izgradnjom gradova,
- izgradnjom infrastrukture,
- izgradnjom industrijskih kompleksa,
- deponovanjem otpadnog i drugog štetnog materijala.

Zemljište je ugroženo neprekidnim širenjem urbanizacije. Gradovi se stalno prostorno proširuju i međusobno se spajaju sa selima i dru-



Nehigijenske deponije smeća

gim gradovima. Zbog potrebe proširivanja gradova, uništavaju se ogromni kompleksi šuma da bi se na taj način dobili i oslobodili novi prostori.

Na isti način zaposeda se zemljište za izgradnju raznih industrijskih objekata i drugih infrastrukturnih sistema, za velike saobraćajnice: autoputeve, magistrale, železničke pruge i njihove prateće objekte, kao što

su pumpne stanice, moteli, sanitarni čvorovi, železničke stanice, peroni, parkirališta; zatim za aerodrome, dokove, pristaništa i marine, za akumulaciona jezera za potrebe vodosnabdevanja ili za hidrocentrale i drugo.

Takođe, zemljište se zauzima raznim otpadnim komunalnim i industrijskim materijalima kojima se zaposeda i degradira. Industrijski i

komunalni otpaci, po zakonu entropije sve se više nagomilavaju u životnoj sredini, a najveći deo toga se deponuje ili po površini zemljišta ili se zakopava te i na taj način dospeva u zemljište.

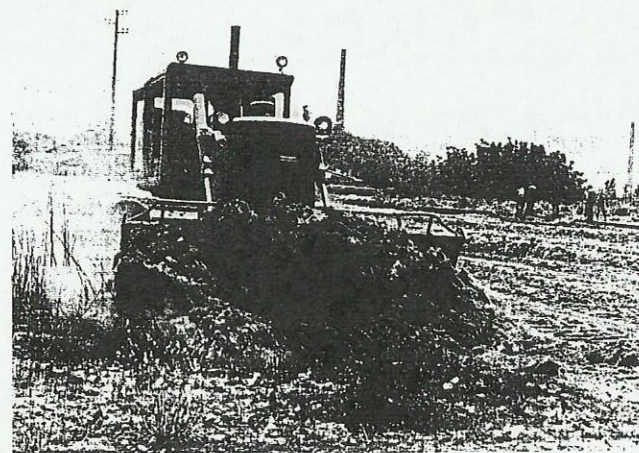
b) Moderna obrada njiiva ugrožava ekološku stabilnost zemljišta. Upotreba mineralnih đubriva, zaštitnih sredstava u poljoprivredi, kao i toksični materijali od industrije osiromašuju i ugrožavaju zemljište, pa tako dolazi i do poremećeng ekološkog jedinstva između zemljišta i biljaka. Da bi se nadoknadilo osiromašeno zemljište ponovo se koriste veštačka đubriva pa se tako ponovo popravlja i degradira.

Prema B. Mihaliću, od ukupne površine kopna je:

— neplodnih površina . . .	43%
— pod šumama	27%
— pod travom	20%
— obradivog zemljišta . . .	10%

Smatra se da je do danas ljudskim delatnostima oko 3% površina sasvim uništeno, oko 15% napušteno, 30% se slabo koristi, dok je 55% podložno sušama.

Kao primer, F. Engels u svojoj knjizi „Dijalektika prirode“ iznosi spaljivanje šuma na padinama Kube u cilju dobijanja pepela kao đubriva. Tako dobijen pepeo bio je dovoljan za samo jednu generaciju visokog prinosa kafe. Tropski pljus-



Pretvaranje poljoprivrednog zemljišta u građevinsko

c) Zbog zatrovanosti zemljišta raznim hemijskim sredstvima i njegovog zaposedanja, osiromašuje se i biljni fond, što doprinosi opštem poremećaju u lancu ishrane i proizvodnji kiseonika.

Zemljište je najviše ugroženo raznim ljudskim delatnostima čiji se negativni efekti odražavaju i na plodnost zemljišta: stalni je porast neplodnih površina.

kovi su isprali gornji sloj zemlje pa su ostale gole stene.

d) Površinskom eksploatacijom mineralnog i rudnog bogatstva posebno površinskim dobijanjem lignita, veoma mnogo se oštećuje zemljište. Zbog uništenog površinskog vegetacijskog sloja, na tim prostorima stvaraju se neplodne površine. Osim toga, kao i u slučaju ljudskih

naselja i industrijskih kompleksa, i na ovim mestima je potrebno uraditi neophodnu infrastrukturu i pratiti objekte za koje se trajno zapošljava zemljište.

e) Nekontrolisano ili prekomerno navodnjavanje u mnogome remeti kvalitet zemljišta, naročito njegov hemizam.

2. OTPADNI MATERIJALI

Otpadaka ima raznih vrsta, različitog porekla i različitog štetnog dejstva na zemljište. Oni se zbog toga mogu grupisati na različite načine. Prema poreklu i sastavu možemo ih svrstati u sledeće grupe:

a) otpaci organskog porekla, podložni raspadanju, poreklom od hrane, od otpadaka prehrambene industrije, poljoprivrednih proizvoda, trgovine, klanica, mlekarana, restorana;

b) organski ostaci životinja: domaćih, divljih, iz zooloških vrtova, ptica, uništenih glodara miševa i pacova, zamorčica. Ovde spadaju i anatomske i patološke otpaci iz bolnica;

c) organski otpaci iz poljoprivredne proizvodnje, kao što su: stajsko đubre, ostaci raznih poljoprivrednih kultura, voća, povrća i drugo;

d) sagorljivi organski otpaci koji nisu podložni brzom raspadanju, kao što su: hartija, ostaci drveta, kože, gume, tekstila;

e) razni neorganski nesagorljivi otpaci od stakla, kamena, metala, keramike, plastike;

f) ostaci spaljivanja raznih sagorljivih materija: šljaka, pepeo, zgura i ostaci nepotpunog sagorevanja čvrstog goriva, ugljen, pepeo...

g) Kabasti otpaci od isluženih i odbačenih predmeta bele tehnike, nameštaja, automobila i druge mehanizacije, zatim razni delovi od plastike i sintetike, ambalaža, šut, pesak, šljunak i drugi građevinski materijali od ruševina ili ostataka od gradilišta.

h) Ostaci procesa prečišćavanja gasova, vode, kanizacionih i drugih izliva: čvrsti otpaci dobijeni mehaničkim filtriranjem, talog, mulj...

i) razni čvrsti otpaci hemijske industrije: razna hemijska sredstva, boje, eksploziv, deterdženti i drugo;

j) otpaci od prerađevine rude kao što su: jalovina, pepeo, šljaka, zgura, ugljena prašina i drugo.

Danas ima raznih vrsta otpadnog materijala kojim se opterećuje zem-



Kabasti otpaci

ljište. Ceni se da u svetu već ima oko 5 miliona pronađenih hemijskih supstanci od kojih je u stalnom opticaju na tržištu oko 70 000 vrsta. Nekoliko hiljada novih pronade se svake godine. Od njih, oko 10% odmah stiže na tržište. Prilikom proizvodnje, trošenja ili odbacivanja posle upotrebe ili u toku tehnološkog procesa, direktnim bacanjem, transportovanjem, deponovanjem ili indirektno vazdušnim ili vodenim putem, ovim materijalima se zagađuje zemljište.

Deponije pepela, jalovine i šljake imaju razorno dejstvo na kvalitet zemljišta. Takođe, i razni toksični materijali od industrije i poljoprivrede: boje, lakovi, bojni otrovi i drugi, pesticidi, herbicidi, razne opasne materije preko agresivnih otpadnih voda i kiselih kiša. Mineralna đubrava dovode do promena osobina i kvaliteta zemljišta i to naročito u mikrobiološkom pogledu.

Na Zemlji se godišnje potroši (ili bolje rečeno uništi):

- 3,5 milijarde tona uglja,
- 3 milijarde tona nafte,
- 1,5 milijarda tona zemnog gasa,
- 1 milijarda tona gvožđa i
- 1 milijarda tona drugih minerala i izvora. Svi ovi materijali se pretvore vremenom u otpad, što potvrđuje entropiju meru za zagađenost. Za sve njih treba obezbediti prostor za deponovanje, ili za uništavanje.

Godišnje se prerađuje oko 25 milijardi svih vidova prirodnih materijala i sirovina, a u vidu gotovih proizvoda koristi se samo 1—1,5 milijarda tona, odnosno 8—12% od ukupnog. Sve ostalo ide u otpatke. Na to treba dodati još i islužene i odbačene predmete do onog procenta korišćene sve dok i oni sami ne postanu otpaci.

Prema nekim procenama iz sedamdesetih godina, ukupna količina otpadnih produkata u svetu iznosila je 50 milijardi tona godišnje. Samo u Severno more, svake godine se iz-

baci oko 200 miliona tona industrijskog otpada. Od ovih otpadaka stradaju podvodna fauna i flora, a morskim strujama i talasima ugrožava se priobalno zemljište. Naročito su ugrožena mnoga ostrva.

Veštački proizvedeni materijali predstavljaju poseban problem kada se kao smeće nađu u životnoj sredini. Oni mogu dugo da se održe, jer ih mikroorganizmi ne razlažu. U poslednjoj deceniji njihova ukupna produkcija porasla je za više od 50%. Oni danas donose veliku korist proizvođačima. Prilikom njihove proizvodnje kao nusprodukt javljaju se štetne otpadne materije. Mnoge fabrike pod vidom poslovne tajne kriju sastav otpadnih materija, a njihovo štetno dejstvo će se odraziti na različite načine. Često se dešava da se i ne znaju lokacije ovakvih i sličnih deponija. Ne vodi se nikakav katastar o njihovim lokacijama i sastavu, te tako, neki industrijski objekti svoje otrove skrivaju na deponije koje će se otkriti tek onda kada se oseti njihovo negativno dejstvo.

U SAD agencija za zaštitu životne sredine (EPA) preduzetom akcijom za otkrivanje i analizu neispravnih deponija pronašla je oko 40 000 opasnih i oko 150 000 otvorenih kaljuga sa tečnim otpacima. Nađeno je da je oko 14 000 veoma opasno i da mogu da budu izvor požara, trovanja tla ili vode, ili isparenja. Mnogi otrovi prorade tek kasnije.

Primer 1 — Poznat je slučaj malog američkog grada Kanal Lav (Chanal Love) koji je nikao na bivšoj deponiji otpadnih materijala hemijske industrije boja i lakova. Oko 20 000 tona otpadaka bačeno je u kanal dužine 1600 m, širine oko 5 m. Otpaci su poticali iz jedne hemijske industrije sa kraja prošlog veka koja je kada je prestala sa radom, sve svoje otpatke i druge ostatke bacila u kanal i zatrpala slojem zemlje. Mnogo kasnije, zemljište je prodato i na njemu je prvo nikla škola a oko

nje naselje sa oko 700 kuća. Petnaestak godina kasnije počele su da se ispoljavaju posledice na zdravstveno stanje stanovnika. Prve vidne posledice su primećene kod male dece i malih životinja koji su bili po visini bliži zemlji, a kasnije su nastali i vidni deformiteti pojedinih organa kod odraslih stanovnika. Rađala su se i deca sa telesnim i mentalnim defektima. Iz podova kuća, pored zidova pojavila se lepljiva masa koja je imala i neprijatan miris. Naselje je moralo da se raseli a ljudi podvrgnu lečenju.

Primer II — U državi Misuri u naselju Tajms Bič 1970. godine protiv prašine na javnim površinama korišćeno je mineralno ulje. Njime su prskani drumovi i dvorišta, takođe parking površine. U sastavu ulja nalazio se dioksin (iz fabrike hekshlorfena). Otrov je bio sastavni deo zemlje punih 15 godina, kada su ga poplave podigle na površinu. Tada su se javili znaci trovanja kod dece i manjih životinja koji su bliže tlu, a kasnije i kod odraslih stanovnika. Trinaest osoba je umrlo od posledica trovanja. Naselje od oko 2500 stanovnika moralo je da bude raseljeno.

Primer III — U državi Mičigen (SAD) likvidirana je jedna deponija gde su se spaljivale tečne hemikalije i deponovale otrovne materije. Postoji sumnja da u zemlji ima teških metala, naročito oijanida koji prodiru u vode iz buradi zakopanih u zemlji. U buradima se nalazila sonda kiseline. U slučaju da dođu u kontakt sa oijanidom nastao bi cijanovodonik koji bi u kratkom roku mogao da pomori veliki broj stanovnika.

Primer IV — U Silikon Velju (SAD), centru elektronske industrije, utvrđen je veliki broj defekata kod dece. Iz rezervoara otpadnih hemikalija u lokalni bunar su iscurili hlоровani ugljovodonici.

U mnogim zemljama problem deponovanja i likvidacije otrovnih,

opasnih i štetnih materija nije regulisan. Za mnoge takve materije, praktično ni na globalnom nivou ne postoje odgovarajuća rešenja. Tako se često odnose u zemlje gde su za koni blaži. Za sada još ne postoje međunarodni sporazumi o tretiranju štetnih materija pa se često oni odnose brodovima pod nekim drugim nazivima i često nelegalno izbacuju na pučinu.

3. EROZIJE

Jedan od najtežih oblika degradacije zemljišta je erozija, posebno u brdskim i planinskim oblastima.

Voda i vetar, kretanjem po površini, raspolazu izvesnom kinetičkom energijom, zahvaljujući kojoj nose sobom i zemljane čestice.

Uzroci pojave erozija su razni:

- seča šuma i uništavanje druge vegetacije,

- nepravilan tretman biljnog pokrivača i nekontrolisana ispaša,

- zapuštenost i nepravilna obrada zemljišta.

Zbog svega toga bujice i vetar odnose velike količine plodnog tla. Bujice nose zemljane nanose na prostorima gde postoji izvestan pad terena, a vetar čestice zemljišta nosi i po ravnom terenu.

Erozioni procesi dovode do potpunog osiromašavanja i gubljenja plodnosti zemljišta. Na ovaj način je degradirano više od 1/2 površina svih oranica u svetu, a to je između 1,6 do 2,0 miliona kvadratnih kilometara.

Proces erozija na Zemlji datira od davnina. Zemljište se kroz razna geološka doba stvaralo i nastajalo pod uticajem erozije. Takav proces je i danas prisutan, samo što je još izraženiji, jer je podstaknut raznim ljudskim aktivnostima.

Već sa pojavom poljoprivredne proizvodnje od pre dva milenijuma,

čovjek se meša u prirodne cikluse i menja zemljin pokrivač. Da bi dobio plodno zemljište čovek krči šume i lugove. Na ovaj način se još uvek dobija prostor za poljoprivredu, ali danas još više za građevinsko zemljište.

Smatra se, da ako bi se i dalje na isti način uzimale zemljine površine (na račun šuma) to bi istovremeno značilo i ubrzani kraj poljoprivrede, zbog toga što su šume neophodna osnova za navodnjavanje prirode. One igraju glavnu ulogu u režimu podzemnih voda.

Šume se seku i za dobijanje drvene mase, kako za ogrev tako i za drvoprerađivačku industriju. Tako su na Zemlji nastale brojne pustine na prostorima gde je nekada bilo plodno tle. Herbert Grul iznosi nekoliko takvih primera.

** primer I* — Na mestima nekada bogate kulture Sumera i moćnih carstava Asiraca i Vavilonaca nastala je pustinja zbog prekomernog iskorišćavanja plodnog tla i sečenja šuma.

** primer II* — Atika je postala neplodna još u Starom veku (prema pisanju Plinija u 1. veku n.e.) zbog nekontrolisane seče šuma, presušivanja izvora i razaranja najplodnije zemlje.

** primer III* — Doline Inda i Ganga bile su nekada plodne zemlje sa mnogo bogatih naselja. Danas je većina mali deo plodnog zemljišta nedovoljan za sadašnji broj stanovnika.

** primer IV* — U doba Rimljana, Severna Afrika je bila žitnica i zemlja bogata šumom. Međutim, danas je na tom mestu Sahara, koja se i dalje proširuje i to po 10 000 kvadratnih kilometara godišnje. Širenje pustine je prisutno još i u Iranu, Pakistanu i Meksiku.

** primer V* — U Srednoj Americi, posebno u Panami neprekidno se uništavaju šume radi dobijanja poljoprivrednih površina. To su šume koje su na strmim i nedostupnim liticama i šume koje se nalaze na Karipskoj obali. Na tim područjima, poplave i jake kiše pomažu erozione procese, a velike površine zemljišta se razaraju.

** primer VI* — Prema Demolu, 2/3 površine SAD predstavlja pustinju koju je čovek stvorio. Dnevni gubitak obradive zemlje izazvan erozijom dostiže i do 4 000 jutara.

** primer VII* — Krčenje šuma u severnoj Kini dovelo je do toga da se danas u reku Hoang-ho sliva po kubnom metru 100—150 puta više blata nego ranije, što iznosi oko dve milijarde tona.

4. VRSTE EROZIJA

Prema jačini, erozija se može podeliti u dve grupe. To su:

- a) normalna erozija i

- b) ubrzana-ekscesivna erozija.

a) *Normalna erozija* se u prirodi obavlja lagano, onim tempom kojim se ista količina odnete zemlje stvara prirodnim putem. Ovo važi za terene pod vegetacijom, a koju ne ugrožava čovek. Ona može da bude i korisna, jer vrši podmlađivanje zemljišta tako što sobom nosi gornji isprani i hranljivim materijama osiromašeni sloj, a donji aluvijalni izlaže uticaju spoljnih činilaca. Njenim radom stvoreni su:

- aluvijalni nanosi u rečnim dolinama,

- les,

- nanosi na padinama brda,

- marinski i jezerski sedimenti.

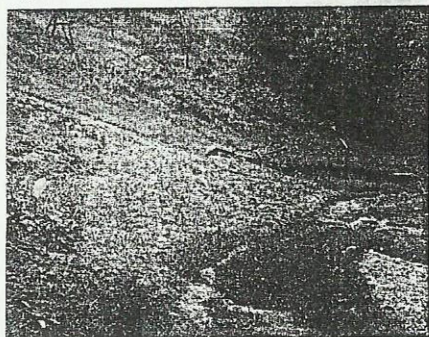
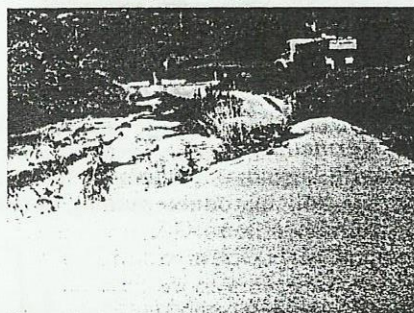
b) *Ubrzana ili ekscesivna erozija* stvara čovek odnosno njegove aktiv-

nosti. Njome se odnosi mnogo više zemljišta nego što se novim procesima stvara. Zato je najčešće štetna. Njene štetne posledice ogledaju se u sledećem:

1 — ogromne količine zemljišnog materijala nepovratno se gube. Stvaranje takvih novih količina toliko je vremenski dugo, da je skoro i nemoguće. Tako na primer, da bi se stvorio sloj zemljišta debljine 18 cm. potrebno je između 1500 i 7000 godina, što je u ljudskim razmerama merenja vremena toliko dug period na koji ne može da se računa:

2 — erozijom se odnose mnoge hranljive i neophodne materije kao što su: kalcijum, magnezijum, kalijum, fosfor, azot i drugi. Prema Soboljevu u SSSR se izgubi više hranljivih materija nego što ih je moguće u domaćim fabrikama proizvesti;

3 — erozija odnosi aktivne sastojke zemljišta kao što su: humus, glina i mikroorganizmi;



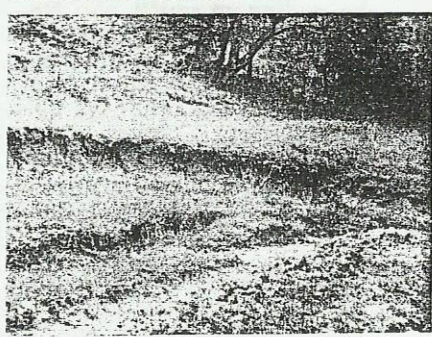
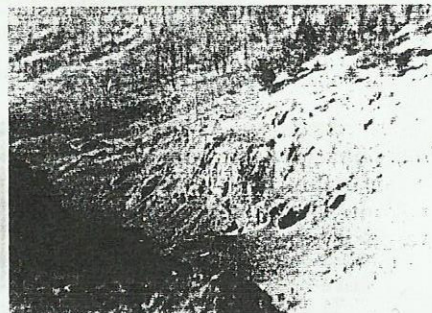
4 — na erodiranim površinama prinosi su znatno niži u odnosu na neerodirane istog kvaliteta. Smatra se da je to i do 2 do 3 puta manje;

5 — erozijom se gubitak vode povećava prosečno za 50 do 60%, od vode koja u vidu taloga padne na zemljište;

6 — štetne posledice erozije se osećaju na celom slivnom području neke reke u raznim vidovima kao što su:

- zatrpavanje plodnog zemljišta,
- oštećenja raznih objekata: puteva, kuća, mostova...
- poplava u rečnim dolinama,
- oštećenja i zagađivanja veštačkih jezera, kanala i raznih drugih meliorativnih i hidrotehničkih objekata i drugo.

Na strmim terenima odnošenje zemljišnog materijala je 100 do 500 puta brže nego sa sličnih terena pod vegetacijom.



Primeri erodiranog zemljišta (Srbija)

5. VRSTE EROZIJA PREMA NAČINU FORMIRANJA

Prema načinu formiranja, odnosno prema načinu odnošenja zemljišta, erozija može da bude:

- a) vodom i
- b) vetrom

a) Erozija zemljišta vodom

Ova erozija se javlja u relativno suvim oblastima u kojima su padavine retke ali jake i u humidnim oblastima. Posebno je izražena na strmim terenima i u oblastima velikih reka i velike hidrografske razuđenosti područja.

Atmosferskim padavinama, jedan deo taloga se ne upija u zemljište, već otiče nagnutim terenima izazivajući eroziju zemljišta.

Količina vode koja otiče zavisi od:

- nagiba i njegove dužine,
- od stanja vegetacijskog pokrivača i njegove vrste,
- od vrste i karaktera padavina,
- od geološke podloge i njene propustljivosti i drugih činilaca.

Na erozionim površinama zemljište ne može da upije svu vodu, pa kišne kapi svojim udarima izazivaju na zemljištu raspadanje strukturnih agregata. Tom prilikom se odvajaju čestice prašine i mulja. Njih voda dalje nosi i uvlači u krupnije pore u zemljištu, pa tako sprečava dalje prodiranje vode. Tada se formiraju manji erozioni potoci koji nose sobom čestice zemlje. Spajanjem manjih potoka stvaraju se veći, veće snage koji nose sobom i krupnije delove zemljišta.

Oticanje vode se izražava obrascem:

$$a = \frac{S}{P} \text{ gde je:}$$

- a — koeficijent oticanja,
- S — količina vode koja otiče i
- P — količina taloga u milimetrima

Erozija se označava modulu oticanja, (količina vode koja za jednu sekundu oteče sa površine od jednog kvadratnog kilometra), koji se izražava obrascem:

$$b = \frac{Q \text{ lit/sec}}{F \text{ km}^2} \text{ u kome su:}$$

- b — modul oticanja
- Q — količina vode u litrima i
- F — površina slivnog područja u kvadratnim kilometrima.

Erozija vodom može da bude:

- pluvijalna (po većoj površini) i
- fluvijalna (ograničena na samo jedan vodotok).

Erozija vodom može da bude i različitog oblika:

- 1 — slojevit ili površinski,
- 2 — brazdasta,
- 3 — jaružna i
- 4 — dubinska

1 — *Slojevita erozija* nastaje kada se sa cele površine ravnomerno skida sloj zemljišta. Najčešće to su fini površinski slojevi humusa i gline.

2 — *Brazdasta erozija* se prepoznaje po manjim ili većim, plićim ili dubljim brazdama usečenim u zemljište.

3 — *Jaružna erozija* se odlikuje dubljim brazdama koje su po obimu i dubini veće te se ne mogu popraviti, pa se takva zemljišta moraju napustiti.

4 — *Dubinska erozija* zemljišta se javlja u kasnim predelima, u kojima voda ponire kroz krečnjačke pukotine, noseći sobom i zemljane nanose.

Danas je erozija vodom izražena u celoj Jugoslaviji. Veliki deo teritorije nalazi se u predelu Sredozemnog mora — oblasti koja je veoma zahvaćena erozijom. Smatra se da je oko 70% ukupne površine naše zemlje brdovitog i planinskog reljefa podložan eroziji. Osim toga Jugoslavija je jedna od zemalja najbogatija

jih vodom, rekama, jezerima i potocima (vidi tabelu 26 na strani 202). Oni krajevi koji su bliži moru, imaju suhu sredozemnu klimu sa periodičnim jakim padavinama koje pojačavaju eroziju. Ovome pogoduje i to što nisu preduzimane nikakve mere za odbranu od erozije.

U Jugoslaviji je erozijom zahvaćeno oko 200 000 kilometara kvadratnih površina, prema statističkim podacima iz 1982. godine.

Tabela 39 Bilans erozije zemljišta

Stepen erozije	Erodirana povr. (km ²)	% od ukupne površine	Ocena količine nanosa (000 m ³)
I — ekscesivna	19.387	7	37.510
II — jaka	45.850	18	50.568
III — srednja	72.642	29	54.790
IV — slaba	66.257	26	28.213
Ukupno	204.132	80	171.081

(Nacionalni izveštaj 1983)

Od ukupne teritorije Srbije, različitim stepenom erozije obuhvaćeno je oko 90%, odnosno 50500 kvadratnih kilometara zemljišta. Jačom erozijom (od I do III kategorije) sa produkcijom većom od 1000 m³/km² godišnje zahvaćeno je 40% površine.

Godišnja produkcija nanosa iznosi oko 33 miliona metara kubnih. Od toga, 25% godišnje se nepovratno gubi odlazeći rekama. Količina trajno izgubljenog nanosa odgovara površini od oko 3300 hektara, a debljina sloja je 25 cm. Zbog bujičnih tokova, vodni režim je nepovoljan pa se velikom količinom nanosa zasipaju plodne površine i nastaju poplave.

Poplavne vode iz zagađenih reka ili flotacija ugrožavaju velike površine zemljišta. Samo u istočnoj Sr-

biji je na taj način degradirano oko 3500 hektara.

U slivovima reka Makedonije, u odnosu na ostala područja Jugoslavije, procesi erozije su najintenzivniji. U tome prednjače slivovi Vardara, Crnog Drima i Strumice, sa više od 3000 metara kubnih zemljanih nanosa po kilometru kvadratnom površine. (Andrejević M.)

U Srbiji, Morava je najugroženija reka. Velika Morava u toku 24 časa transportuje oko 1 300 000 m³ mulja. Analize kvaliteta ovoga mulja pokazuju da u njemu ima 850 tona azota, 33 tone fosfora i 85 tona kalijuma. Ovakav sastav odgovara površini od 500 hektara, a debljina sloja je 20 cm. (Nacionalni izveštaj 1983)

b) Erozijska zemljišta vetrom

Zemljište koje je slabo obraslo vegetacijom ili je uništeno u suvim klimatskim oblastima sa jačim ili srednjim vetrovima, podleže eroziji koja se naziva eolska erozija. Ona se javlja bez obzira na vrstu reljefa: u ravninama i u planinsko-brdskim predelima.

Jačina ovako nastale erozije zavisi od:

- jačine vetra,
- stanja vegetacije,
- sastava zemljišta i
- vlažnosti vetra.

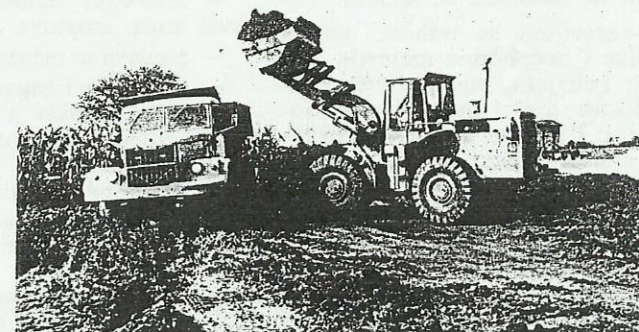
Eroziji vetra naročito su podložni peskoviti tereni kao i praškasta zemljišta u ravninama ili na planinama i brdima.

U pustinjskim oblastima se često javljaju takozvane peščane bure. One su poznate u Africi i Americi. Vetar može čestice odneti na velike visine pa potom jakim strujanjem čak i na druge kontinente.

Kod nas je poznata podunavska košava koja erodira zemljište u toj oblasti, zatim bura u severnom primorju, i severac na mnogim planinama.

6. GUBITAK I UNISTAVANJE PLODNOG ZEMLJIŠTA

Kvalitetno, plodno, poljoprivredno zemljište se na različite načine gubi i uništava (pod poljoprivrednim zemljištem podrazumeva se plodno zemljište izuzev šuma i površina pod naseljenim mestima). To su površine koje se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji: obradive površine, pašnjaci, ribnjaci, trstici, bare.



Gubitak plodnog zemljišta

Negativna okolnost je što se stanovništvo gusto naseljava baš na mestima gde su kvalitet zemljišta i klima najpovoljniji, što za sobom povlači povećanje i razvoj industrijskih objekata i potrebne infrastrukture za njih.

Iz svetskog fonda plodnog tla, svake godine se uništi oko 50—70 hiljada kvadratnih kilometara. Procenjuje se, da je do 1975. godine, oko 10% obradive zemlje u svetu izgubljeno samo zbog ljudskih aktivnosti.

Prema Morisu Strongu (direktoru Programa za zaštitu prirodne sredine UN, 1975.), kao primeri destruktivnih oblika obrade i korišćenja zemljišta, mogu da posluže sledeći:

- 1) gajenje stoke na strmim padinama u Indoneziji koje povlači za sobom ozbiljan fenomen erozije,
- 2) sve veći pritisak gajenja kultura na garištima, što je dovelo do

uništavanja tropskih šuma na Filipinima,

3) pokušaji da se primeni poljoprivredna tehnika umerenih temperaturnih zona u tropskim zonama Brazila i južnim delovima Sudana, što je dovelo do erozije, gubitka hranljivih soli i nastajanja laterita,

4) krčenje šuma u oblasti Himalaja dovelo je do sve češćih i ozbiljnijih poplava u indijskom potkontinentu.



Gubitak plodnog zemljišta

Tabela 40. Ukupno obradive površine i oranice po stanovniku u Jugoslaviji

republika pokrajina	ukupno obradive oranice u 000ha*		broj stanovnika u 000*	po 1 stanovniku ha ukupno oranice obradive	
Jugoslavija	9,930	7,046	23.123	0,43	0,31
BiH	1,958	1,026	4.314	0,37	0,24
Crna Gora	191	51	613	0,31	0,08
Hrvatska	2,086	1,486	4.655	0,45	0,32
Makedonija	667	555	2.017	0,33	0,28
Srbija	2,678	1,816	5.787	0,46	0,31
Slovenija	650	249	1.927	0,34	0,13
Kosovo	406	302	1.762	0,20	0,15
Vojvodina	1,655	1,561	2.048	0,81	0,76

* podaci za 31. 12. 1985 (Statistički godišnjak)

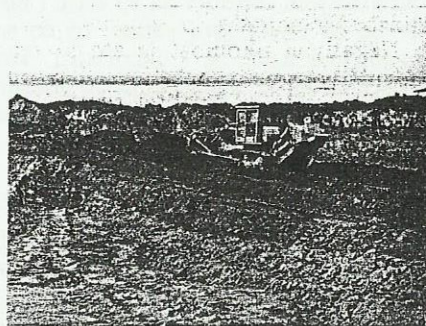
Smatra se da je za ishranu jednog stanovnika limit površina od 0,17 ha. Ako je reč o obradivim, oraničnim površinama, situacija u Jugoslaviji je veoma loša, jer ona prosečno po stanovniku iznosi samo 0,31 ha.

Najkritičnije je u Crnoj Gori u kojoj je oraničnih površina po stanovniku svega 0,08 ha (800 m²). Slede: Slovenija sa 0,13 ha, Kosovo sa 0,15 pa ostale republike. Vojvodina je u najpovoljnijem položaju sa 0,76 ha.

Jugoslavija je prema svojim dominantnim prirodnim resursima pretežno poljoprivredna zemlja. Poljoprivredno zemljište zahvata 57% ukupne površine i nema mogućnosti za njegovo širenje. poljoprivredne površine su znatno šire od stvarnog prirodnog areala. Međutim, ono je veoma ugroženo i prirodnim i antropogenim putem.

U odnosu na predratno stanje iz 1939. godine (Kljajić R. 1982) poljoprivredno zemljište je umanjeno za oko 640 000 hektara, jer je pret-

voreno u građevinsko, za izgradnju naselja i infrastrukturnih sistema. Uz ovo treba dodati još i oko 780 000 hektara neobrađenih površina.



Pretvaranje poljoprivrednog zemljišta u građevinsko

Prema Statističkom godišnjaku (1982), današnji fond iznosi oko 9 936 000 hektara obradivih površina, što je oko 45 ari po stanovniku. U poređenju sa Kinom koja ima svega po 7 ari po stanovniku, to je pet puta više.

Samo u periodu od 1950 do 1980. godine, u našoj zemlji je ukupno zauzeto oko 150 000 hektara, što je 2,1% od ukupnog fonda oranica. U Sloveniji je taj procenat skoro šest puta veći i iznosi 12% od prvobitnih 285 000 hektara na 254 000 hektara.

Međutim, ovaj proces je sve brži, tako da je godišnji gubitak u:

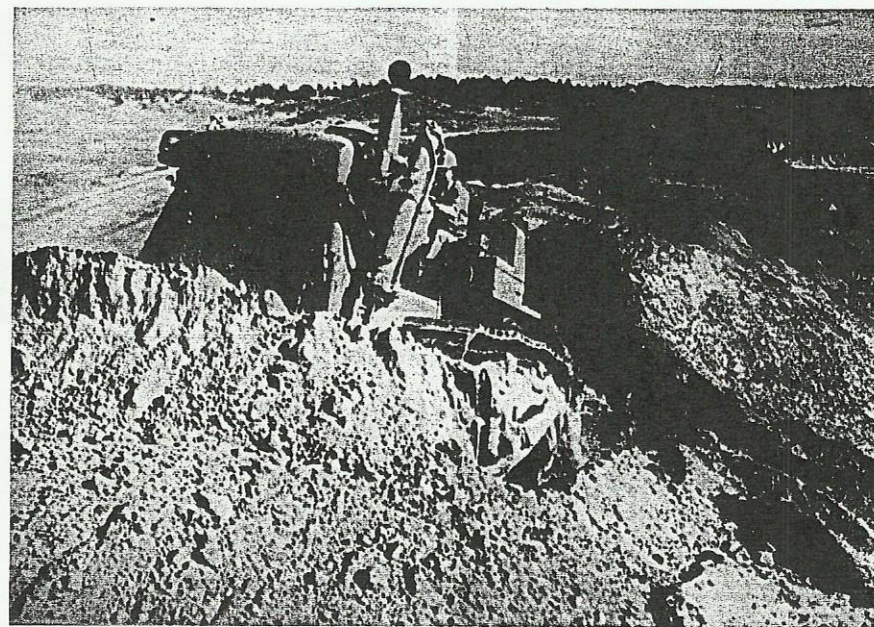
- Jugoslaviji oko 15 000 hektara,
 - Hrvatskoj oko 2500 ha,
 - Srbiji oko 6200 ha,
 - BiH oko 3000 ha,
 - Makedoniji 1200 ha,
 - Sloveniji 1200 ha i
 - Crnoj Gori oko 600 ha
- (Resulović i dr.)

Kao poređenje neka posluži podatak da je u Americi godišnji gubitak svega 300 do 400 ha, što je od ukupne površine svega 8% u toku poslednjih 40 godina.

Gubitak poljoprivrednog obradivog zemljišta iz primarne proizvodnje je ogroman. Izračunato na jednog stanovnika to iznosi u:

- Jugoslaviji 0,45 ha,
- Italiji 0,58 ha,
- Španiji 1,03 ha,
- Poljskoj 0,60 ha,
- SSSR-u 2,25 ha,
- Rumuniji 0,44 ha,
- Holandiji 0,17 ha,
- Zap. Nemačkoj 0,23 ha,
- Ist. Nemačkoj 0,37 ha.

Sve ove delatnosti o kojima je bilo reči, udružene sa prirodnim procesima, velikim nevremenom praćenim olujama, obilnim i dugotrajnim kišama, topljenjem snega i drugim, doprinose stvaranju neplodnog zemljišta.

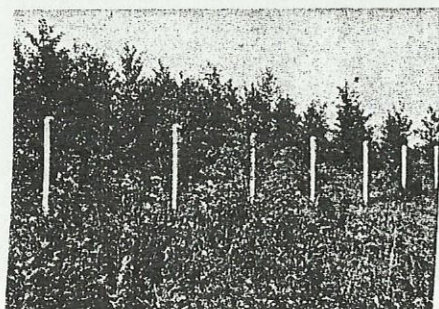
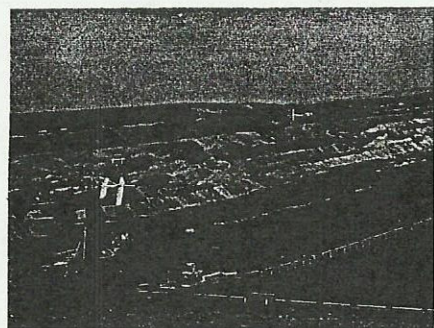
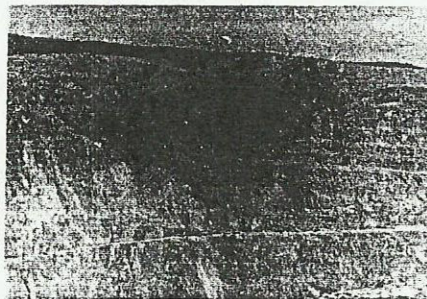


Degradacija zemljišta

7. POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA MINERALNOG I RUDNOG BOGATSTVA I NJEN NEGATIVAN ODRAZ NA ZEMLJIŠTE

Površinskom eksploatacijom rudnog i mineralnog bogatstva zemljište se iskorišćava, uništava. To se odigrava praktično u svim fazama eksploatacije:

- prilikom istraživanja,
- prilikom pripreme-izgradnje potrebne infrastrukture,
- prilikom eksploatacije u primarnoj proizvodnji,



Površinski kopovi (Srbija)

- deponovanjem izvađene rude,
- stvaranjem deponija (pepelišta i jalovišta),

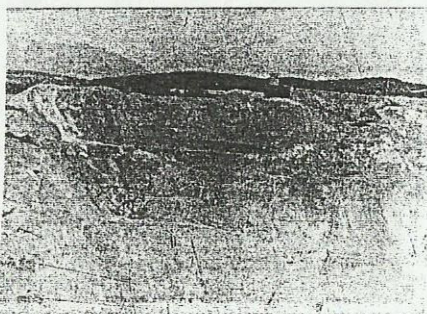
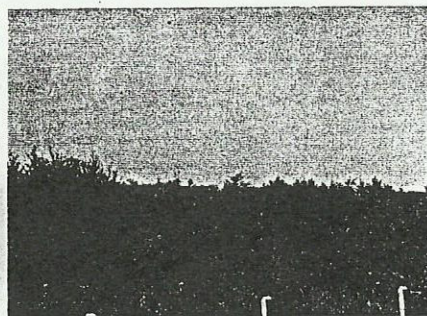
- prilikom transportovanja.

Površinska eksploatacija rudnog i mineralnog bogatstva dovodi često i do trajnog isključivanja zemljišta iz prvobitne namene. Na ovaj način se degradiraju ogromne površine.

Površinska eksploatacija uglja dovodi i do najtežeg oblika oštećenja zemljišta, do njegovog nestanka u masi jalovišta. Jalovišta često zauzimaju prostore poljoprivrednog zemljišta boniteta od prve do treće klase. Ovo je posebno evidentno na eksploatacionim prostorima lignita.

Na teritoriji Srbije do sada je ugroženo oko 1000 kvadratnih kilometara zemljišta i to najvećim delom obradivog, posebno u žitorodnim krajevima:

- na Kosovu 154 km² (sa 6376 miliona tona rezervi uglja),



- u Kolubari 600 km² (sa 2300 miliona tona rezervi uglja),
- u Kostolcu 100 km² (sa 1485 miliona tona rezervi uglja).

U kolubarskom basenu godišnje se uništi oko 40 ha zemljišta, što je ravno ataru jednoga sela.

Ugljeni baseni u Bosni i Hercegovini zauzimaju površinu od oko 1977 km², od čega su eksploataciona polja 44 000 ha ili 22% ukupne površine ugljenih basena.

Dosadašnja eksploatacija uglja oštetila je 8989 ha površine, a eksploatacija do 2000. godine oštetiće još oko 7,3% površina ugljenih basena, odnosno oko 27 000 ha („Energija i razvoj”).

U BiH do 1980. godine zahvaćeno je oko 30 000 ha, a do 2000. godine biće zaposednuto još 26 000 ha.

Rezultati rudarskih istraživanja ukazuju da je na jugoslovenskim rezervama uglja u 2000. godini moguće razviti proizvodnju od oko 200 miliona tona i to površinskom eksploatacijom. Budući da su želje i potrebe za energijom velike, to će se planirane količine i iskoristiti, što znači da će se u narednih 20 godina degradirati četiri puta veće površine zemljišta nego što su današnje.

a) Jalovišta

Degradaciji i iscrpljivanju plodnog zemljišta doprinose i ogromne količine jalovine koje ostaju kao nusprodukt tehnologije dobijanja sekundarne energije.

One često zauzimaju obradivo zemljište, te ga tako isključuju iz njegove primarne funkcije. Za deponovanje jalovine ne postoje određeni propisi, već se ono uglavnom obavlja stihijski. Ako se kasnije sprovodi rekultivacija tog prostora, nastaju mnoge teškoće. Zato je daleko bolje kada se odmah radi plan-ski i sprovodi separatno odlaganje.

b) Pepelišta

Prilikom rada termoelektrana, kao produkti sagorevanja ostaju ogromne količine pepela. One se najčešće deponuju po obradivim površinama. Tako, na primer, samo na području Obrenovca ima oko 400 ha zemljišta pod deponijama.

Deponije pepela, iako ne zauzimaju veliki prostor, imaju velike negativne posledice. Vetrom se pepeo raznosi na velike površine (u prečniku i do 10 km.) pa se sedimentuje po zemljištu i poljoprivrednim kulturama, isključujući ih iz upotrebe.

Pod uticajem težine pepelišta dolazi do sabijanja zemljišnih slojeva a to može da utiče da štetne materije prodru do podzemnih voda.

c) Hidroakumulacije

Izgradnjom hidroakumulacija se zauzimaju velike površine poljoprivrednog zemljišta, i to najčešće najkvalitetnijeg, jer se akumulacije grade u plodnim priobalnim prostorima. Na ovaj način zemljište se trajno isključuje iz upotrebe za poljoprivredu.

d) Dalekovodi

Izgradnjom dalekovoda se takođe uništava zemljište. Na mestu gde se dalekovod podiže, zemljište je trajno izgubljeno. Njihovo postavljanje, iako linearno, u mnogome remeti pravilno obavljanje poljoprivrednih radova.

8. FAZE OŠTEĆENJA ZEMLJIŠTA

Uzroci oštećenja zemljišta su mnogobrojni a prema tome kolike su posledice razlikuju se tri stepena:

- a — degradacija zemljišta
- b — destrukcija zemljišta i
- c — totalno isključenje zemljišta (privremeno i trajno).

a) Degradacija zemljišta

Degradaciju zemljišta, uglavnom, izazivaju različite mere koje se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji (agrotehničke i hidrotehničke) a nekad prisustvo industrijskih pogona.

Oštećenja zemljišta su brojna, a kao najvažnija možemo smatrati sledeća:

- acidifikaciju,
- zbijanje,
- kvarenje strukture,
- stagnaciju vode,
- salinizaciju,
- alkalizaciju i
- površinske erozije.

b) Destrukcija zemljišta

Destrukcija zemljišta je teži oblik oštećenja i ona nastaje kao posledica delovanja industrijskih procesa i eksploatacije mineralnih i energetskih izvora (jamskih kopova). Uticaji koji dovode do destrukcije zemljišta su brojni ali su najčešći:

- brazdaste erozije,
- otpadne vode,
- otpadne čvrste materije,
- teški metali i
- jamski kopovi.

c) Totalno isključenje zemljišta iz primarne funkcije

Totalno isključenje zemljišta iz primarne funkcije predstavlja najteži oblik oštećenja zemljišta. U ovoj fazi se zemljište i fizički uništava, pa ga je kasnije teško, ili često i nemoguće povratiti za ponovnu upotrebu.

Postoje dva vida totalnog isključenja zemljišta. To su:

- 1) privremeno i
- 2) trajno isključenje

1) U uzročnike privremenog isključenja zemljišta spadaju:

- površinski kopovi,
- šljunkokopi i glinokopi,
- deponije jalovine,

- deponije pepela,
- kampovi,
- jaružna erozija,
- klizišta,
- igrališta, klizališta, ski i bob staze i drugo.

Budući da se na ovaj način privremeno isključuje, zavisno od intervencija, zemljište se može ponovo osposobiti i pretvoriti u produktivne površine.

2) *Trajno isključenje zemljišta* je najteži oblik njegovog uništenja, praktično ono više nema prvobitnu funkciju.

Uzročnici trajnog isključenja zemljišta su:

- izgradnja svih vrsta naselja i objekata,
- izgradnja infrastrukturnih sistema: industrijskih objekata, termoelektrani, objekata, saobraćajnica, aerodroma, hidroakumulacija.

Svi ovi sistemi zauzimaju prostor i ostaju trajno na njemu.

Kao i u drugim medijumima (vazduhu i vodi) tako i na zemljištu, najveće štete nanosi proizvodnja i korišćenje primarne i sekundarne energije.

Takva oštećenja zemljišta su:

- degradacija raznim gasovitim, tečnim i čvrstim otpacima koji utiču na acidifikaciju, alkalizaciju, salinizaciju, kvarenje strukture, pa i zbijanje težinom deponija;
- destrukcija zemljišta otpadnim čvrstim materijama (posebno šljakom, jalovinom i pepelom) jamskim i površinskim kopovima; i

— totalno isključenje kopovima, deponijama i drugim načinima zauzimanja prostora.

Jamsko kopanje uglja nanosi velike štete zemljištu, jer dovodi do destrukcije u zavisnosti od dubine kopanja. Ako se kopovi obavljaju na dubini manjoj od 100 m., posledice

su jače izražene. U ovakvim slučajevima dolazi do pojave nepravilnog sleganja i pojave udubljenja takozvanih „pingi“.

Ako se kopovi obavljaju na dubini većoj od 100 m., tada dolazi do sleganja površine zemljišta, ali je ono ravnomerno, pa zato ne dolazi do većeg oštećenja.

Otpadni gasovi termoelektranih objekata, saobraćajna i industrijske proizvodnje, (posebno hemijske i metaloprerađivačke industrije) mogu da doprinesu degradaciji i destruktiji zemljišta, direktno ili indirektno putem „kiselog kiša“. Najopasniji i najštetniji je sumpordioksid. Njegova akumulacija u zemljištu i po površini dovodi do teških oštećenja koja se manifestuju acidifikacijom, remećenjem strukture, pojavom erozije, a može da dođe i do rapidnog pogoršanja fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta.

Na ovaj način najugroženija područja u našoj zemlji su: Bor, Zenica, Šabac, Obrenovac, Kostolac, područje Kolubarskih basena, Trbovlje, Kruševac, Kakanj, Tuzla, Kraljevo, Kosovska Mitrovica, i drugi.

9. HEMIZACIJA ZEMLJIŠTA

Hemizacija zemljišta predstavlja veliku opasnost po kvalitet zemljišta i njegovu biološku stabilnost. Ona je uglavnom izazvana ljudskim aktivnostima, među kojima se naročito ističu:

- a) primena veštačkih đubriva,
- b) primena zaštitnih hemijskih sredstava u poljoprivredi,
- c) industrijska proizvodnja i
- d) havarije pri transportovanju ili druge vrste nesreća i nezgoda.

a) Primena mineralnih đubriva

Primenom veštačkih mineralnih đubriva za dobijanje većih prinosa pojedinih biljnih kultura, menjaju se i osobine zemljišta, posebno u mikrobiološkom pogledu.

Mineralna veštačka đubriva u svom sastavu imaju najviše azota, fosfora i kalijuma. Ona se, uglavnom, proizvode u obliku soli potrebnih za rast biljaka. Po hemijskom sastavu su najčešće nitrati (kalijumovi, kalcijumovi i amonijumovi) i smeša sulfata. Izvesne količine azota, kalijuma i fosfora, potiču od ovih jedinjenja a drugi deo od biljnih i životinjskih ostataka. Budući da su sva ona rastvorljiva u vodi, ne samo da zagađuju zemljište, već spiranjem sa zemljišta, delom dospevaju u podzemne vode, a njihov veći deo u površinske vode. Da li će i nitrati dospeti u podzemne vode zavisi od dubine i od geološkog sastava tla. Ako je teren peskovit, tada je prodor moguć, međutim, kod kompaktnijih dolazi do denitrifikacije.

Potrošnja mineralnih đubriva je veoma velika.

Od upotrebljene količine, biljke iskoriste svega 10—25% u prvoj godini preostali deo će se iskoristiti tokom vremena, a najveći ostaje u zemljištu trajno vezan kao jedinjenje koja biljke neće moći da koriste. Posle tretiranja zemljišta mineralnim đubrivom, ono se rastvara u vodi, pa zatim postepeno prodire u sve dublje slojeve zemlje.

Drugi deo, koji biljke nisu apsorbale pa nije u obliku rastvora prodro u dublje slojeve zemljišta, apsorbuje se na česticama tla na površini, ili stupa u reakcije jonske izmene. U kasnijem periodu biljke koriste deo minerala, posebno fosfora iz fosfatnih đubriva. Daljim sporim procesima, apsorbirani fosfor kao i onaj vezan za čestice tla prelazi u stabilna jedinjenja.

Tako fosfor iz mineralnih đubriva menja hemijski sastav zemljišta u kome ranije nije bilo fosfora ili ga nije bilo u tim količinama. U procesima dalje transformacije fosfornih đubriva doći će do izmena kiselosti (pH) zemljišta, što kao posledicu ima i izmenu u mikrobiološkom pogledu.

b) *Primena zaštitnih hemijskih sredstava u poljoprivredi*

Pesticidi su hemijska sredstva koja se koriste za uništavanje štetočina u poljoprivredi i insekata-prenosioca raznih bolesti.

Pesticidi su najčešće male perzistentnosti i njihova razgradnja u zemljištu se razvija relativno brzo. Negativne strane su im te što im je primena veoma raširena i najčešće i kvalitativno i kvantitativno, dejstvo im je širokog spektra a supstance od kojih su napravljeni veoma su toksične. Zbog toga pesticidi mogu i u kraćem vremenskom intervalu da izazovu drastične promene u kvalitetu i plodnosti zemljišta, a preko zemljišta da osiromaše i umanje biološki potencijal.

Mogu da se podele po grupama (Veselinović D. i dr.) i to na više načina:

- prema nameni,
- prema vrsti jedinjenja,
- prema načinu delovanja i
- prema fizičkom stanju.

— *Prema nameni* pesticidi se dele na:

insekticide (za uništavanje insekata),
herbicide (za uništavanje korova),
fungicide (za uništavanje gljiva),
rodenticide (za uništavanje glodara),
algaecide (za uništavanje algi),
moluskicide (za uništavanje mekušaca),
nematocide (za uništavanje crva).

— *Prema vrsti jedinjenja*, odnosno prema hemijskom sastavu, dele se na:

prirodna organska jedinjenja, neorganska jedinjenja, hlorovane ugljovodnike, organofosfate, karbamate i druge.

— *Prema načinu delovanja* dele se na:

stomačne otrove (deluju preko organa za varenje),
kontaktne otrove (deluju preko kože),
fumigante (deluju preko organa za disanje) i druge.

— *Prema fizičkom stanju* pripremljenom za upotrebu:

u prahu,
tečni u vidu rastvora,
čvrsti — *suspenzije*,
isparljive čvrste materije i drugi.

Insekticidi na bazi metala deluju kao stomačni otrovi koji se unose u organizam preko usta, odnosno digestivnog trakta. Njihov mehanizam delovanja zasniva se na vezivanju arsena sa sumporvodoničnim grupama (SH) enzima ili zamenom fosfora u adenozin trifosfat. Tada dolazi do promene metabolizma i do koagulacije proteina. Ova su jedinjenja veoma otrovna ne samo za insekte kojima su namenjena, već i za ljude i životinje.

Neke druge vrste insekticida se spravljaju ekstrakcijom iz suvog cveta nekih vrsta hrizantema. To je kontaktni otrov koji deluje na insekte preko tela. On je bezopasan za biljke, slabog je dejstva na životinje, a kod ljudi može da izazove alergiju.

Nikotin izolovan iz duvana, takođe je insekticid, ali je toksičan i za čoveka. Smrtonosna doza mu je 60 mg (1mg/kg telesne težine osobe).

Hlorovani ugljovodnici su, takođe, kontaktni otrovi, a primenjuju se rastvoreni u ulju. Oni deluju na beskičmenjake i kičmenjake i to na njihov centralni nervni sistem.

Od gasovitih insekticida-fumiganta najpoznatiji su:

cijanovodnik (HCN),
ugljendisulfid (CS₂) i
naftalin.

Ovi se insekticidi upotrebljavaju za uništavanje insekata u zatvorenim prostorijama (magacinima). Od njih je posebno opasan za ljude i životinje cijanovodnik.

Fungicidi su pesticidi koji se koriste za uništavanje raznih vrsta parazita biljnog porekla — gljiva i slično. U tečnom stanju se koriste za prskanje poljoprivrednih proizvoda da bi se sprečilo razmnožavanje plesni i gljiva. Najčešći u upotrebi su: sumpor, organska jedinjenja žive, formaldehid i jedinjenja bakra.

Herbicidi mogu da uništavaju sve ili pojedine biljne vrste. Obično se koriste u vidu kiselina. Herbicidi koji uništavaju pojedine vrste nazivaju se selektivni, a oni koji uništavaju sve neselektivni. Najčešće se upotrebljavaju natrijumove i sumporne kiseline i uljani rastvori. Osim za korov, opasni su i za ljude i za životinje.

Sva ova sredstva čovek je smislio u cilju pobeđivanja prirode, dobijanja više poljoprivrednih proizvoda, za povećanje sopstvene sigurnosti i osiguranja boljeg života. Međutim, svaki kvantitativni rast pretvara se i u kvalitativan. Toksično dejstvo pesticida na insekte i biljne štetočine, istovremeno je štetno i za kvalitet zemljišta, preko njega na ostali biljni i životinjski svet, pa se u daljem krugu to k u zagađenja preko lanca ishrane ili direktnim kontaktom preko vazduha ili vode prenosi i na čoveka. Tako se pri bilo kom zagađivaču uvek dokazuju ekološki zakoni kruženja materije, povećanja entropije i globalnog delovanja.

Smatra se da se svake godine samo u poljoprivrednoj delatnosti upotrebi oko 500 novih hemijskih jedinjenja od kojih su većina toksični. Pesticidi koji se danas koriste, po pravilu se u zemljištu razlažu u toku 10—15 dana, pri čemu brzina detoksikacije zavisi od hemijskog sastava molekula pesticida, oblika primenjenih preparata, fizičko-he-

mijskih osobina zemljišta, klime i drugog (Belov, 1985).

Međutim, to se ne odnosi i na DDT, koji u zemljištu, u zavisnosti od dubine, može da opstane i do 400 godina.

Iz zemljišta pesticidi u svom osnovnom ili promenjenom obliku ponovo se uključuju u svoj kružni tok. Dejstvo pesticida je trenutno a na njihove dalekosežne posledice se ne misli. Oni se koriste i u ratne svrhe: u vijetnamskom ratu upotrebljeni su za uništavanje lišća u šumama da bi ogolele. Posledice su otrovano zemljište nesposobno za reprodukciju biljaka, kao i zdravstvene posledice na stanovništvo, a posebno učesnike rata.

c) *Utica j industrijske proizvodnje na hemizaciju zemljišta*

Razne vrste industrijskih proizvoda zagađuju zemljište, i to gasovitim sastojcima koji su produkti sagorevanja ili preko zagađenog vazduha i kiselih kiša stižu na zemljište, ili preko raznih vrsta otpadnih materijala.

Najveću količinu industrijskog otpada stvaraju fabrike crne i obojene metalurgije. Procenjuje se da oni količinski idu od stotina tona pa do milion (Logamerc V.).

Od otpadaka crne metalurgije, među otpacima železara u najvećim količinama je visokopećna troska i visokopećna prašina. U ovim otpacima je najviše mešavine oksida gvožđa i mangana, zatim sagorelog i nesagorelog koksa, znatnih količina olova i cinka (na primer u železarama Zenica i Smederevo). Takođe, kao produkti tehnologije u železarama u otpadnom prahu mogu se naći i manje količine cijanida i ferocijanida koji se preko otpadnih voda bazena za prečišćavanje visokopećnog plina od prašine, mogu posredno naći i u podzemnim vodama.

Najveće količine otpadnih materija obojene metalurgije stvara industrija glinica u obliku crvenog mulja

koji se obično deponuje u blizini fabrike, ali često i na obali reke. Mulj predstavlja stalnu opasnost i za šire područje. Tako na primer, (prema Logamerou), samo u našim fabrikama glinica ima oko milion i šest hiljada tona godišnje, što predstavlja veliki i skoro nerešiv problem zaštite životne sredine.

U industriji bakra, olova i cinka stvaraju se velike količine jalovine (samo u flotaciji rudnika Majdanpek godišnje se stvara oko 13 miliona tona jalovine).

Teški metali koji se nađu u zemljištu praktično ostaju u njemu trajno zbog toga što se ne razgrađuju kao mnogi drugi kontaminanti.

Prema Bokrisu, od svih zagađivača životne sredine, grupa teških metala, (olovo, kadmijum, kobalt, cink, mangan, hrom, živa i drugi), jeste glavni uzročnik svih anomalija u živim organizmima. Isti autor navodi da sniženje prinosa poljoprivrednih useva pod uticajem teških metala može da iznosi 10 do 50%. Pod uticajem teških metala i sumpora dolazi do umiranja šuma.

Na Internacionalnoj konferenciji o kontaminaciji zemljišta u Utrehtu. (Holandija 1985), izneti su podaci da je samo u Holandiji utvrđena kontaminacija zemljišta na oko 6000 lokacija. Oko 1000 zahteva hitne mere, jer je zdravlje ljudi u okolini ugroženo. U SAD je utvrđeno oko 18 000 potencijalno opasnih lokacija.

d) Uticaj akcidenata na zagađenost zemljišta

Razni akcidenti, havarije ili u tehnološkim postupcima industrije koja proizvodi otrovne ili opasne materije, kao i nesreće ili kvarovi prilikom transportovanja takvih materijala su mogućnosti zagađivanja zemljišta. Ovakvi slučajevi su česti, predstavljaju trenutnu opasnost, ugrožavajući živote ljudi i životinja, a zatim dugotrajnu ili stalnu nevolju zbog uništene biocenoze i zatrovanog zemljišta.

10. MOGUĆE NEGATIVNE EKOLOŠKE POSLEDICE PRIMENE HEMIKALIJA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Svako prekomerno unošenje veštačkih materijala u velikim količinama, unosi poremećaje u ekosisteme. Iako se zna da dugotrajna ili prekomerna upotreba zaštitnih sredstava i veštačkih đubriva u biljnoj proizvodnji može da bude negativna za žive organizme, nije lako utvrditi tačan doprinos pojedinih zbog sinergetskog i kumulativnog dejstva i drugih štetnih materijala koje se unose u životnu sredinu. Budući da u prirodi postoji ustaljena ravnoteža između svih oblika života, to se ona unošenjem biocidnih hemikalija narušava. Poznati su slučajevi stradanja pčela, ptica, riba i zečeva kao i neke divljači, zbog prekomerne ili pogrešne upotrebe nekih pesticida. Prskanjem herbicida iz aviona i u vreme jačih vazdušnih strujanja stradale su neke biljne kulture. Ponekad herbicid u jednom usevu može da ošteti naredni usev u plodored. (Sarić T.).

Izvesne količine insekticida i drugih pesticida dospevaju u vazduh, vodu i zemljište, pa osim što služe svojoj nameni oni istovremeno, kontaminiraju biljke, životinje i ljude.

Organohlorna jedinjenja su veoma otporna i rastvorljiva u vodi. Zbog toga mogu da se veoma dugo održe u spoljnoj sredini. Ova jedinjenja se nagomilavaju u masnom tkivu životinja i preko njih stižu kao hrana i talože se u organizmima: masnom tkivu, mozgu, jetri, nadbubrežnoj žlezdi.

Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije (1986) u svetu se godišnje zabeleži oko dva miliona trovanja pesticidima, od čega umire oko 40 000 ljudi. To se, uglavnom, dešava u zemljama u razvoju i na poljima multinacionalnih kompanija i to najčešće, ili zbog upotrebe nedozvoljenih sredstava, ili zbog neznanja i nestručnosti zemljoradni-

ka u načinu primene i čuvanja tih hemikalija.

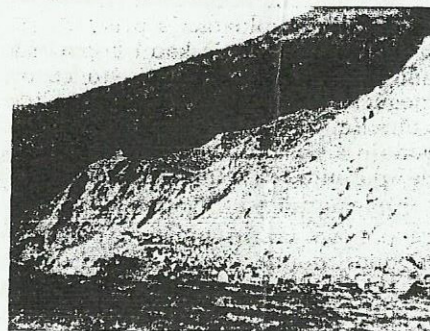
Povećana upotreba azotnog đubriva može da ugrozi ozonski sloj u stratosferi. Denitrifikacijom se deo azota iz đubriva vraća u atmosferu i tada u fotohemijskim reakcijama razara ozon.

11. REKULTIVACIJA KAO MERA ZAŠTITE I OBNOVE ZEMLJIŠTA. — PRIMER PODRUČJA POVRŠINSKIH KOPOVA KOLUBARSKIH BASENA

O negativnim posledicama eksploatacije uglja površinskim kopovima bilo je dosta govora ranije. Međutim, kako se u daljem razvoju svakog društva oslonac traži u novim količinama energije, to će se i dalje, dok još ima rezervi, obavljati površinska eksploatacija.

Na degradiranim površinama, naročito na onim posle eksploatacije površinske, uz velike napore: naučno-istraživačke, finansijske i tehničke, moguće je takvo zemljište oživeti i omogućiti mu novu namenu.

U tom pogledu, ukoliko se u toku eksploatacije radi takozvano selek-



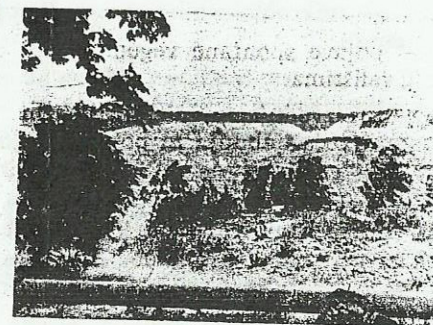
Površinski kop „Tamnava“

tivno odlaganje (kada se površinski plodni sloj zemljišta privremeno skloni da bi se ponovo našao na površini) tada je moguć povratak zemljišta bilo kojoj nameni pa i poljoprivrednoj. Međutim, kada se odlaganje obavlja onim redom kako se

vrši iskop, u tom slučaju, plodni deo se nađe na dnu odlagališta. U tom, nepovoljnijem slučaju, teškoće su velike a obnova dugo traje.

U Srbiji najveće rezerve uglja lignita nalaze se u neposrednoj blizini Beograda, u dolini reke Kolubare, u veoma plodnoj ravnici. Dosadašnja eksploatacija odnela je veoma mnogo tog plodnog tla, pogotovu što se u dosadašnjoj praksi eksploatacije nije koristilo takozvano selektivno odlaganje, već su se najplodniji slojevi sa površina našli, posle eksploatacija zarobljeni na dnu novonastalih brda jalovine.

Na ovaj način, u reonu Kolubarskog basena, od izuzetih površina oko 90% je bilo plodno i obradivo zemljište. To znači da je od prirode oduzeto na hiljade hektara. Za uspostavljanje, koliko toliko ravnoteže, bilo bi potrebno isto toliko novog obradivog zemljišta. Na ovom području se na tom problemu radi zadnjih 20 godina. Naime kombinat Površinski kopovi u basenu Kolubara radi na rekultivaciji i to primenom tehničkih, agrotehničkih i bioloških mera.



Rekultivacija četinarskim vrstama drveća

Rekultivacija se obavlja u nekoliko faza:

a) postavljanjem ogleda sa više kultura na različitim odloženim materijalima sa više varijanti đubrenja u cilju dobijanja plodnog zemljišta,

b) primenom svih mera za rekultivaciju radilo se sa setvom lucerke koja je korišćena kao njivska kultura da bi četvrte godine služila kao zelenište. Posle ovoga usvojen je plodored sa pšenicom, kukuruzom, uljanom repicom, ječmom i sojom. Na ovaj način postignuti rezultati bili su zadovoljavajući jedino što su nivoi đubrenja bili nešto veći od prosečnih,

c) pošumljavanje na takozvanim spoljnim odlagalištima (u početnoj fazi otvaranja površinskih kopova uglja, u nastojanju da se zauzme što manji prostor plodnog zemljišta, stvorile su se velike naslage sa drugim i strmim kosinama. Ovakve površine je praktično tehnički nemoguće pretvoriti u poljoprivredne pa se zbog toga na njima primenjuje pošumljavanje. Ovoj fazi posvećeno je mnogo pažnje i ona se obavlja na naučnoj bazi sa proučavanjem, evidencijom i praćenjem:

— fizičkih i hemijskih osobina površinskog supstrata i njegovih promena,

— mikrobioloških promena u supstratu,

— pojave spontane vegetacije na odlagalištima,

— proizvodnje sadnica različitih vrsta drveća i žbunja za potrebe rekultivacije,

— prijema, rasta i razvoja sadnica različitih vrsta drveća i žbunja na različitim supstratima,

— proizvodnje travnih tepiha i njihovog razvoja na oštećenim zemljištima,

— setve trave na kosinama i dejstva zatravljivanja na sprečavanje erozionih procesa,

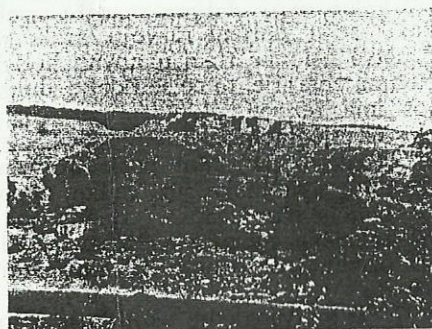
— tehnologije rada na rekultivaciji pošumljavanjem i mera nege pođignutih zasada,

— otpornosti pojedinih vrsta drveća i žbunja na različite vrste zagađivanja sredine,

— metoda optimalnih standarda ozelenjavanja slobodnih prostora, oko industrijskih i administrativno-upravnih objekata,

— zdravstvenog stanja formiranih kultura i parkovskih površina.

Sva ova istraživanja su dugoročnog karaktera i prate ih praktični radovi na pošumljavanju raznim kulturama lišćarskih i četinarskih: javor, jasen, lipa, hrast, bor, smreka, jela.



Rekultivacija listopadnim vrstama drveća

Za dalju eksploataciju predviđa se selektivno odlaganje kao i kopovi sa unutrašnjim odlagalištem što će omogućiti da se najveći deo platoa rekultiviše za poljoprivrednu proizvodnju a pošumljavanje se obavlja na spoljnim i završnim kosinama.

Iako na ovakav način nije moguće ponovo vratiti uništen pejzaž i plodnost doline, čine se naponi da se oživi priroda, u početku vegetacijom a postepeno će i živi svet naći tu svoja staništa.

Međutim, prave „ekološke dimenzije“ u vremenu velikog ekološkog izazova za zemljište, jesu, svi postupci u svim fazama planiranja i realizacije u cilju njegovog očuvanja. Budućnost će imati one zemlje koje će na svom sačuvanom plodnom zemljištu proizvoditi hranu.

Literatura

1. Carson R. „The Silent Spring“ (Fawent Publications JNC, Greenwich, 1973)
2. Dukanović M. „Ugrožavanje zemljišta posredstvom raznih ljudskih aktivnosti“ („Stambena i komunalna privreda“ 2—3/1988 Zagreb)
3. Krnjajić Đ. „Zagađivanje i dekontaminacija zemljišta u SR Srbiji“ („Čovek i životna sredina“ 5/1979 Beograd)
- 4a. Kastori R. Petrović M. „Primena hemijskih sredstava u biljnoj proizvodnji i zaštiti životne sredine“ („Čovek i životna sredina“ 5—6/1982 Beograd)
- 4b. Kotlajić M. i saradnici: Dosadašnji rezultati zaštite radne i životne sredine u uslovima proizvodnje i prerade uglja u Kolubarskom basenu“ (Geološka istraživanja u privrednom i prostornom razvoju Beograda“ knjiga 2, Beograd 1984)
5. Marković D. i saradnici „Detekcija i kontrola životne sredine“ („Naučna knjiga“ Beograd, 1981)
6. Nacionalni izveštaj „Stanje i politika čovekove sredine u SFRJ“ (Savezni zavod za međunarodnu naučnu, prosvetno-kulturnu i tehničku saradnju, Beograd, 1983)
7. Resulović H. „Dosadašnja oštećenja zemljišta i rezultati dobijanja izvora energije, prognoza tih oštećenja u narednom periodu i moguća rešenja u zaštiti kvalitetnog zemljišnog fonda“ (Zbornik radova „Energija i sredina“ Sarajevo, 1981)
8. Resulović H. „Zaštita i uređenje tla u urbanističkom i prostornom planiranju“ (Zbornik radova „Čovekova okolina u prostornom planiranju“ Opatija, 1979)
9. Resulović H. „Karakteristike procesa oštećenja i uništenja zemljišta u Jugoslaviji“ („Čovek i životna sredina“ 5/1979 Beograd)
10. Statistički godišnjak Jugoslavije (Savezni zavod za statistiku)
11. Šarić T. „Ekološke posledice primene hemikalija u biljnoj proizvodnji“ (Zbornik „Hrana i razvoj“ Beograd 1987)
12. Vojinović B. i dr. „Stepen i obim zagađenosti zemljišta SR Srbije insekticidima iz grupe hlorovanih ugljovodonika“ (Čovek i životna sredina“ 6/1979 Beograd)
13. Zabel A. i dr. „Zagađenost zemljišta SR Srbije postojećim pesticidima“ („Zagađivanje i kontaminacija zemljišta“ Beograd, 1981)
14. Veselinović D. i dr. „Zaštita i unapređivanje životne sredine“ (Naučna knjiga“ Beograd 1980)

VII Deo: Elementi urbane ekologije

Pod urbanom ekologijom se podrazumeva grana ekologije koja proučava međusobne odnose faktora sredine u antropogeno izmenjenim uslovima ili bolje rečeno u stvorenim — veštačkim uslovima. Gradovi su delovi tehnosfere, nastali kao tvorevine ljudskog uma i ljudskih delatnosti, pa prema tome, sa mnoštvom neprirodnih materijala.

Međutim, u urbanoj ekologiji od značaja su mnogi elementi, napred opisani i analizirani (teorijski stavovi, energija, vazduh, voda, zemljište, biocenoza...) koji su zajednički za ekosferu. Zbog toga će u ovom poglavlju biti dopuna za one elemente koji nisu opisani, a tipični su za urbane sredine, To su:

- A. GRAD KAO EKOSISTEM
- B. BUKA
- C. GRADSKO ZELENO RASTINJE
- D. HIGIJENA GRADA

Grad kao ekosistem

1. EKOLOŠKI PRINCIPI U UREĐIVANJU GRADOVA

U mnogim ekološkim teorijama u istorijskom aspektu javljale su se ideje o potrebi da se na nivou država usmerava organizacija i uređivanje gradova u cilju zaštite sredine.

U pretkapitalističkim društvima ideje o uređenju gradova imale su uglavnom tehnički i estetski pristup. Kako je u tom periodu ljudsko društvo bilo orijentisano na poljoprivrednu i zanatsku proizvodnju, to nije bilo ni izraženije degradacije sredine, pa su formirani gradovi pružali određenu sigurnost i udobnost. Međutim, uporedo sa razvojem kapitalističkog društva u gradovima se pogoršavaju uslovi života, zbog toga što se tada gradovi razvijaju, uglavnom, stihijski.

Fabrike su tada locirane i građene na mestima prema želji vlasnika. Njihov rast su u prošlosti pratila stambena naselja rađena bez osnovnog higijenskog minimuma. U gradovima se koncentrisala proizvodnja, a problemi životne sredine ne samo da su bili u drugom planu, nego nisu se kao takvi ni postavljali. Međutim, uporedo sa nagomilavanjem problema javljaju se i prve ekološke iskre u delima i mislima prvih teoretičara u urbanizmu. Najznačajnije su:

a) Socijalutopisti o gradu

b) Atinska povelja

c) Povelja Maču-Piču

d) Varšavska povelja

a. Socijalutopisti o gradu

Socijalutopisti se javljaju sa svojim idejama i modelima gradova u vreme kada je kapitalizam bio na početku svoga razvoja i kada degradacija sredine još nije bila uzela velikog maha. Gradski problemi su tada bili jednostavniji za rešavanje.

Tomas Mor (1478—1535) svojim delom iz 1516. „O najboljem uređenju države i o novom ostrvu Utopiji” iznosi zamisao o društvu bez klase i privatne svojine. Ekološka misao se provlači kroz njegovu ideju o čistoj sredini na ostrvu Utopiji gde bi stanovnici u komfornim trospratnim zgradama (predlaže i najpovoljniju spratnost) stanovali u svojim, na higijenski način rešenim stanovima. Iza tih stambenih zgrada nalazili bi se prostrani vrtovi bogati zeletilom.

U „Gradu sunca” Tomas Kampanela (1568—1639) zamišlja grad u sedam dobro osunčanih krugova. Njegova ekološka misao zadržava se na potrebi za suncem.

Šarl Furiје (1772—1837) nudi model grada sa velikim zgradama za stanovanje koje bi se podigle u poljima i šumama, nazvanim „falans-terijama”. U ovim zgradama prostori su zajedničke i mesto rada je u blizini mesta stanovanja jer bi se

stanovnici „falansterija“ naizmenično bavili zemljoradnjom i zanatstvom, što bi im omogućilo način života u prirodi i zelenom ambijentu.

Ovu ideju delimično je ostvario Robert Owen (1771—1858) u naselju „Novi Lenark“ u Engleskoj. On polazi od toga da „ublaži javnu nevolju, osigura zaposlenje i poboljša životne uslove radnika“. „Kako trgovci, putevi i ulice stvaraju mnoge neugodnosti, štetni su za zdravlje i narušavaju gotovo sve ljudske udobnosti, treba ih eliminisati a zgrade rasporediti ekonomičnije“.

Objekte svoga naselja je rasporedio u zelenilu, a rešio je u njima i centralno grejanje.

Ekološka misao koja se provlači kroz ideje socijalutopista odnosila se, uglavnom, na rešavanje problema higijene i više zelenila oko stambenih objekata. Njihovi modeli idealnog grada nudili su određene oblike i dimenzije fizičkih struktura,

što nije dovoljno za ostvarenje grada kao razvojne strukture, koji treba da funkcioniše. Kruto posmatranje grada kao predmeta (određenog modela) a ne kao razvojnog procesa, već u svojoj zamisli bilo je osuđeno na neuspeh.

b. Atinska povelja — primenjeni ekološki principi

Atinska povelja, ustanovljena na četvrtom po redu kongresu arhitekata sveta u Atini 1934. godine C I A M* pod rukovodstvom Le Korbizjea (1881—1961) veoma progresivna za period u kome je nastala, uvela je korenite izmene u projektovanje i izgrađivanje životne sredine. Pod uticajem principa postavljenih ovom poveljom degradirana sredina nekih stambenih naselja stihijski podizanih uz fabričke hale i zatvorenih, neprovetrenih, neosunčanih stambenih blokova počela je da dobija novi humaniji lik. Ekološka

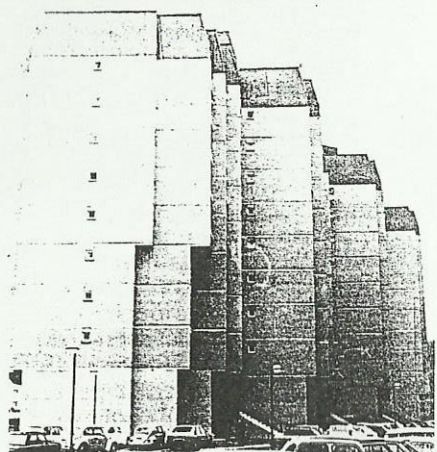
misao protkana je kroz većinu njenih 95 tačaka. Ona se ogleda najviše u tome što se potencijal higijena usredsređena oko pojmova sunca, zelenila i prostora. Suština ovih ideja ogleda se u 12. tački Povelje.

„Prvi zadatak urbanizma je da se uskladi sa osnovnim potrebama čoveka. Zdravlje svakoga zavisi u velikoj meri od njegovog podređivanja prirodnim uslovima. Sunce koje upravlja svakim rastom, trebalo bi da prođe unutar svakog stana i da u njemu prospe svoje zrake, bez kojih život vene. Vazduh, čiji je kvalitet osiguran prisustvom zelenila, trebalo bi da bude čist, oslobođen inertnih prašina kao i škodljivih gasova. Najzad, prostor bi trebalo da bude široko dostupan. Ne zaboravimo da je osećaj za prostor psihofiziološke prirode i da uzanost ulica, zagušljiva dvorišta stvaraju isto toliko nezdruživu atmosferu za telo koliko i deprimirajuću za duh. Četvrti kongres CIAM-a usvojio je sledeći postulat: sunce, zelenilo i prostor tri su osnovna elementa urbanizma“.

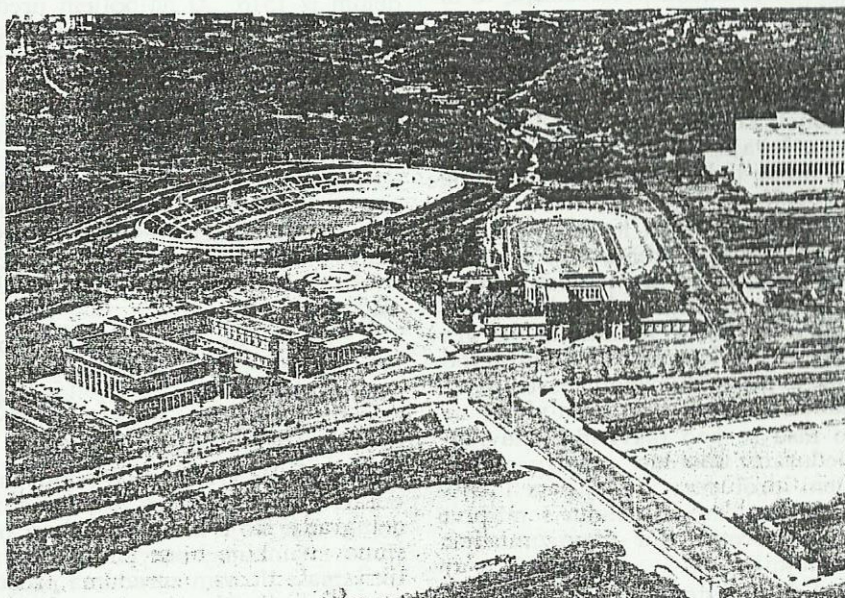
Za ostvarenje ovih ideja poveljom se osnovne ljudske potrebe razvrstavaju u četiri gradske funkcije: stanovanje, rad, kretanje i rekreaciju tela i duha. Za vreme u kome je nastala, ekološki je bilo opravdano izdvojiti fabrike kao najveće zagađivače i izolovati ih zelenim pojasom od ostalih gradskih funkcija. Da bi svaki stambeni objekat dobio više sunca, vazduha i prostora, ukida se klasičan oblik ulica.

U nekim tačkama razmatra se tadašnje stanje stihijskog rasta gradova i nekih stambenih naselja sa predlozima za njihovo lečenje. Za stanovanje treba da budu rezervisani najbolji tereni grada sa „najlepšim pogledima, najčistijim vazduhom, računajući sa vetrovima i maglama“.

Zahtev da svaki stan i u zimskom solsticijumu bude osunčan najmanje dva sata dnevno obavezivao je projektanta ekološki opravdanim principom. Svaki stambeni kompleks morao je da raspolaze potrebnom zelenom površinom i da se nezavisno od toga u posebnim zonama predviđa što više parkova, šuma, sport-



Zona stanovanja (Beograd)



Početak primene Atinske povelje: sportski centar u Rimu

* Congres Internationaux d'Architecture Moderne

skih terena, stadiona, plaža... Preporučuje se da se arhitektonski vredni objekti životne sredine sačuvaju ali ne po cenu nehigijenskog stanovanja.

Principima Atinske povelje, proklamuju se i četiri gradske funkcije za:

- I) stanovanje,
- II) rad-industriju,
- III) rekreaciju i
- IV) saobraćaj

U vreme proklamovanja Atinske povelje (1934) ovakvo rešenje bilo je nužnost. Poveljom se plediralo na mnogo prostora u okviru stambenih zona, dosta zelenila, svetla i osunčanosti, uz higijenske uslove stanovanja. Ovakva rešenja su popravila i postojeća stanja nehigijenskih stambenih blokova. Međutim, razvoj društva, društvenih odnosa, sredstava za proizvodnju posebno industrijske masovne proizvodnje i saobraćaja, negirali su ova rešenja. Fabrike su se, umesto u posebnim zonama našle u okviru stambenih i društvenih objekata (primer: Zenice, Šapca, Loznice, Pančeva, Kosovske Mitrovice i drugih).

Gradovi su se pokazali kao razvojne strukture, a ne statične. Ono što je nekad bilo na periferiji, našlo se u centru. Saobraćajnice koje su tangirale grad, našle su se u njegovom jezgru.

Citavih 50 godina „Atinska povelja“ je osnovni dokument koji dominira urbanizmom i arhitekturom. Prihvaćena na raznim meridijanima, iako nije nudila jedinstven model grada, dovela je do uniformisanosti i bezličnosti mnogih naselja. Brzi razvoj ljudskog društva doveo je do prevazilaženja nekih njenih osnovnih ideja. Ekonomska, energetska i ekološka kriza nagomilale su probleme u naseljima rađenim po principima Atinske povelje, koje je danas teško ispraviti: nehumanost živnolskih objekata velike spratnosti,

njihova izolovanost, naselja — spa-vaonice. Kao i problem saobraćaja, kruti funkcionalizam i estetika van okvira ljudskih potreba, odbacivanje prošlosti, gubitak identiteta, uvođenje prinude. „Teorijski gradovi za teorijskog čoveka“. (Soe F.)

Arhitektura je posmatrana kao umetnost mase u prostoru, a manje kao delatnost za zadovoljenje ljudskih potreba. Ipak, osnovni ekološki principi Atinske povelje, higijena, sunce, prostor i zelenilo su oni svetli elementi koji su značajni i u današnjem planiranju gradova.

c. Primenjena ekološka načela u povelji Maču Piču

Kako Atinska povelja nije mogla da predvidi prerastanje kvantitativnih promena u kvalitativne u životnoj sredini, to je glavni zadatak nove povelje Maču Piču da prevaziđe dotadašnje greške te da posluži kao osnova izgradnje novih sredina.

Ova povelja je sačinjena od strane 49 eminentnih arhitekata današnjice, u Peruu, u Maču Piču, a usvojena je 1978. godine na 13. svetском kongresu arhitekata održanom u Meksiku.

U svakoj od 11 tačaka koliko sadrži ova povelja, prožimaju se načela ekologije.

I. tačka: Grad i region — Jedan od najvažnijih ekoloških principa: „osnovni cilj planiranje u prostoru kao i realizacija tog planiranja treba da suštinski predstavlja interpretaciju ljudskih potreba u granicama mogućnosti za određeno područje“ u potpunosti je obuhvaćen. Takođe se podvlači da tehnika i metode planiranja treba da su prilagodljive svim nivoima uređenja prostora zajednice kao celine, pojedinih regiona, gradova i aglomeracija, naselje i njegovih delova sa usmeravanjem redosleda i karakteristikama daljeg razvoja. Međutim, iako se izričito ne ističe, podrazumeva se da celo-

kupno planiranje razvoja prostora i njegovih delova treba da je u skladu sa ekološkim načelima.

II tačka: Porast gradova — Ovom tačkom predočavaju se problemi proizašli iz prenaseljenosti gradova. Osim što se njime ukazuje na ekološku, energetsku i prehrambenu krizu kao posledicu urbanizacije, istovremeno se ističe da je i funkcionisanje gradova time onemogućeno (pomanjkanje stanova, neefikasnost komunalnih usluga, haotičnost saobraćaja).

III tačka: Sektori integriranih funkcija — Na osnovu dugogodišnjeg iskustva i novog načina života sugeriše se odbacivanje podele grada na posebne funkcionalne sektore, a kao osnovni cilj treba imati u vidu više-funkcionalnu zajedničku integraciju.

IV tačka: Stanovanje — Pri projektovanju stambenih objekata, primarni faktori treba da su međuljudski kontakti, kvalitet života i bliska veza sa prirodnom sredinom. Stanovi treba da su projektovani tako da se mogu lako prilagoditi dinamici društvenih potreba.

V tačka: Zbog saobraćaja u gradovima — grad se kao razvojna struktura ne može definisati u svom krajnjem obliku pošto je izložen stalnim razvojnim promenama. Mreža javnog saobraćaja, kao elemenat urbanističkog planiranja, ne sme biti podređena individualnim sredstvima saobraćaja, već prioritet treba dati sredstvima masovnog javnog saobraćaja. Transport i saobraćaj formiraju celu seriju međusobno povezanih mreža koje služe kao sistem unutrašnjih i spoljnih odnosa. Ove mreže moraju biti tako projektovane da omogućuju neprestano eksperimentisanje i modifikovanje njihovih sistema i obima.

VI tačka: Raspolaganje gradskim zemljištem — Pravnim normama treba omogućiti nesmetano korišćenje gradskih terena za obezbeđenje društvenih potreba, podređujući privatne interese društvenim.

VII tačka: Prirodne rezerve i zaštićenost sredine — Prostorni društveno-ekonomski planovi, arhitektonsko projektovanje, kriterijumi, tehničke norme i politika razvoja u celini, treba da budu usmereni ka zaustavljanju procesa degradacije sredine i ka njenoj kompletnoj obnovi u skladu sa normama higijene i blagostanja.

VIII tačka: Zaštita i konzervacija kulturnih vrednosti i istorijskih spomenika, kao i njihovo uključivanje u razvojne tokove grada takođe su obavezni elementi urbanističkog planiranja.

IX tačka: Tehnologija — Tehnologija se mora koristiti kao sredstvo, a ne kao cilj, a arhitektura treba da bude proces stvaranja sredine isplanirane u harmoniji sa prirodnim uslovima.

X tačka: Realizacija planova — Urbanističko i regionalno planiranje je dinamičan proces koji u sebi uključuje kako izradu planova tako i njihovu pravilnu realizaciju. Taj proces mora da bude elastičan sa mogućnostima adaptacije svih promena u tkivu gradova. Norme i građevinsko-urbanistički standardi treba da odgovaraju specifičnostima sredine. Ne treba težiti za rešenjima koja se primenjuju u drugačijim prirodnim i kulturnim uslovima.

XI tačka: Urbano i arhitektonsko projektovanje — U novim uslovima mora se obezbediti kontinuitet izgradnje svakog objekta prilagođen razvoju savremenih kretanja, odbacivati zastarele urbane panorame formirane od monumentalnih paralelopipeda („kutija“) — vertikalnih i horizontalnih, matiranih ili glatkih,

sjajnih ili prozračnih. Nijedan objekat ne treba shvatiti kao završne, već kao element celine na koji se nadovezuje i na koji će se nadovezati drugi. U stvaranju svakog objekta treba omogućiti korisnicima (društvu u celini) mogućnost učestovanja. Na taj način u arhitekturi se odbacuje princip vizuelnosti u korist ljudskih potreba.

Povelja „Maču Piču“ nadovezuje se na Atinsku povelju korigujući je prema zahtevima savremenog života. Svih njenih 11 tačaka baziraju se na ekološkim načelima.

d. Varšavska povelja

Varšavska deklaracija je nastala da bi se prevazišao nastali kaos, monotonija, često nelogičnost i neudobnost u arhitekturi i urbanizmu. Ona nalazi svoj oslonac u povelji Maču Piču. Predložena je i usvojena na 14. Svetskom kongresu Međunarodne unije arhitekata, koji je održan 1981. godine u Varšavi.

Ona je nastala kao nužna potreba za novim dokumentom koji treba da bude putokaz i filozofsko-intelektualna baza za arhitektonsko-urbanističku delatnost. Arhitektura i urbanizam moraju u svojoj delatnosti da obuhvate kvalitet života u ljudskim naseljima a arhitekto-projektanti i urbanisti-planeri moraju da budu svesni međuzavisnosti između čoveka, arhitekture i okoline.

Varšavsku deklaraciju, čine pet osnovnih stavova:

a) Svaka osoba kao i društvo u celini ima pravo na zadovoljenje osnovnih ljudskih potreba prema zahtevima života u određenom području i prema sopstvenom identitetu. U deklaraciji se kaže: „Za većinu svetske populacije ove potrebe nisu zadovoljene. Zbog toga arhitekto i planeri treba da prihvate svoj deo odgovornosti kako bi udovoljili ovim potrebama dajući oblik ljudskoj okolini“.

b) Zbog sve izraženih razlika u svetskim razmerama, u kulturnom, ekonomskom i društvenom položaju, zbog sve većeg nagomilavanja ozbiljnih problema u životnoj sredini, koji se ogledaju u: degradaciji osnovnih životnih uslova (vazduha, vode i tla), pomanjkanju prirodnih resursa (prvenstveno energetskih), neophodno je, prema deklaraciji „novo sagledavanje budućnosti koje mora da inspiriše uobičajeni način mišljenja, planiranja, arhitektonskog dizajna, politike i akcije, jer nikada do sada budućnost čovečanstva nije dovedena u toliku opasnost“.

c) U deklaraciji se dalje kaže: „ciljevi politike gradskih naselja su neodvojivi od ciljeva svakog sektora društvenog i ekonomskog života. Rešenje problema ljudskih naselja mora da bude zasnovano kao integralni deo razvoja nacije pojedinačno i u okviru svetskog kolektiva“.

Da bi se to ostvarilo na ljudski dostojan način, neophodno je u procesu planiranja i kontrole planiranja raditi sve u skladu sa okolinom i odgovarajućom kulturom. Poštujući nacionalni integritet, kulturu i okolinu, potrebno je doneti odgovarajuće norme za izgradnju naselja, infrastrukture i opreme. U planiranju se moraju prihvatiti one mere koje će umanjiti raskorak između odgovarajućeg nivoa života i mogućnosti življenja u urbanim i ruralnim sredinama. U skladu sa prihvatljivim normama opšteg zdravlja i dobrobiti, zadatak urbanog razvoja treba da je sprečavanje otuđenja okoline. Pri svemu ovome neophodno je da se obezbedi učešće građana kojima je ta okolina namenjena.

d) Sledeći značajan stav Varšavske deklaracije pledira na profesionalnu etiku arhitekto: „U svim etapama ili na svim nivoima ekonomskog i tehničkog razvoja uloga arhitekto je da interpretira vrednosti društva. Njegova odgovornost mora da obuhvata graditeljski prostor —

okolinu, na kome radi, kao i obavezu da njegov rad bude pozitivan doprinos društvenoj harmoniji okoline — graditeljskog prostora“.

Međutim, umesto da arhitekta treba da interpretira vrednosti društva, bolje bi bilo da stoji: da interpretira ljudske potrebe. Arhitekturu treba istovremeno posmatrati i kao umetnost i kao nauku za stvaranje novih okvira za život. Vodeći računa o neophodnoj integraciji novih i postojećih elemenata u prostoru, arhitekta mora da teži da uzdigne kvalitet urbanog pejzaža kako sa aspekta estetike tako i ljudskih potreba i kvaliteta života. Arhitekta mora da bude odgovoran za deo posla koji obavlja, a ne samo da je profesionalni izvršilac posla. To znači da treba da je spreman za saradnju i sa stručnjacima drugih naučnih disciplina i stanovnicima grada.

Osnovne poruke ovoga stava Varšavske povelje su: očuvanje vrednosti iz prošlosti, arhitektura bazirana na potrebama odgovarajućeg društva, upotreba nacionalnog dizajna i mogućnost prilagođavanja za budućnost.

e) I, na kraju, u povelji se ističe da je arhitektura umetnost pa kako je tesno povezana sa tehnologijom, u zajednici sa drugim naukama, ona je u centru borbe za razvitak boljeg i humanijeg društva.

2. IDEJE ZA GRAD BUDUĆNOSTI

Jedan od najstarijih ekologa — planera Ser Patrik Gidīs (Sir Patrick Geddes) je još početkom 20. veka imao ideje slične principima povelje Maču-Piču. Njegovo ime je vezano za istoriju ideja o gradu i urbanizmu. U svojoj knjizi iz 1915. „Gradovi u evoluciji“ on daje kritiku industrijskog grada nudeći uz to konstruktivna rešenja. On utvrđuje „... apsolutnu potrebu da se konkretan i potpun čovek obuhvati postupkom planiranja gradova...“ On, os-

lonac traži u integraciji prostora i vremena, a na osnovu prethodno izvršene ankete koja bi obuhvatila kompleksan skup činilaca. On ne odbacuje ni značaj istorijskog nasleđa, ali mu ne daje ni primat. Istovremeno, predlaže timski rad (sociologa, geografa, higijeničara), što je veoma napredno i blisko sadašnjim idejama. Njegov metodološki postupak ne nameće model grada budućnosti već predlaže posebne slučajeve za svaki grad.

Na pozicijama njegovih ideja je njegov savremenik Aldo Leopold i sledbenik Luis Mamford.

Luis Mamford svoje stavove bazira na bogatom istorijskom nasleđu. U njegovoj knjizi „Grad u istoriji“ prisutna je misao o ekološkoj ulozi zelenih površina i njihovoj vezi sa stambenim i drugim objektima.

U istoriji urbanizma bilo je dosta ostvarenih ekoloških načela u konkretnim slučajevima. Međutim, trebalo bi mnogo prostora da se o svemu kaže po nešto. I ne samo urbanizmom kao naukom već i izvanredno skladnim celinama spontano nastalim.

Na ovom mestu biće reči o nekoliko autora koji su arhitekturi i urbanizmu dali poseban doprinos.

Ebenezer Hauard je idejni tvorac engleskih vrtinih gradova u kojima preovladavaju elementi prirode, a to znači mnogo zelenila i dosta sunca. Ostvarena zamisao u gradovima Lečvortu i Velvinu imala su kasnijeg uticaja kako u Evropi tako i u Americi.

Arhitekto Alvar Alto u Finskoj i Frenk Lojd Rajt u Americi najviše su uspeali da ostvare sklad između arhitekture i prirodnog ambijenta. Njihovi objekti prilagođeni su terenu tako što su zadržali okolni prirodni ambijent, što su ostvarili maksimalan sklad znalački upotrebljenih građevinskih materijala, unutrašnjeg prostora, pojedinih elemenata objekta i, na kraju, raznovrsnosti celina.

Na kraju da pomenemo i nastojanja brojnih stručnjaka, arhitekata i inženjera da dodu do koncepta grada budućnosti. Ove ideje se baziraju na mogućnosti nove tehnologije i tehničkih rešenja. Ponudeni modeli bi trebalo da izmene kompletan dosadašnji način i ritam života, jer mahom sva nude veštačke uslove života. Kao najzapaženije valja pomenuti:

a) Vertikalne gradove P. Mejmonta (P. Maymont) koji obešeni o centralni stub kablovima od prednapregnutog betona oslobađaju prostor ispod sebe.

b) Trodimenzionalna naselja Fridmana (Friedman), Šulce — Filica (Schultze-Fielitz), Hansena (Hansen) i Alberta (Albert). Ovi autori predlažu ogroman neprekidan skelet, izdignut iznad tla na oko 15 m, koji je moguće neprekidno produžavati bez obzira na vrstu tla (čak i nad već postojećim naseljima).

c) Grad most Ficžibona (Fitzgibbon): veštačka platforma nad kojom se izdižu veliki vertikalni stubovi povezani kablovima za platformu.

d) Betonska platforma na morskoj površini japanskog arhitekta Kikutake, nad kojom se uzdiže samo stan.

e) Svojim modelom „grada slobodnog vremena“ utopist novijeg vremena Dahinden je razvio urbano-socijalni integracioni sistem savršene mašinerije u kojoj dominira bogatstvo doživljaja audiovizuelno-manipulativno. Preko robotnih mehanizama, sociolozi i drugi stručnjaci elektronskim putem rukuju sredinom, pri tome menjajući prostor prema raspoloženju stanovnika.

Ovoj vizionarskoj arhitekturi treba dodati još i podzemni urbanizam u kome već ima dosta ostvarenja.

Zajedničko za sve ove predloge je nastojanje da se prenatrpano zemljište oslobodi osvajanjem novih prostora: atmosfere, morskih prostran-

stava, podzemnih površina, korišćenjem novih materijala i tehnoloških rešenja, stvaranjem neprirodnih uslova života u veštačkoj sredini. Iako u svojoj zamisli napredna, ovakva ostvarenja imaju i jednu zajedničku, ekološki neopravdanu dimenziju: nehumanost. Ona se ogleda u veštačkom ambijentu na koji ljudski organizam evolutivno nije naviknut. Ovde se u prvi plan postavlja jedna dilema humane ekologije: da li se može preskočiti evolutivni razvoj ljudskog društva i u jednom trenutku čoveka lišiti prirodnih uslova života? Sta će se desiti sa fizičkim razvojem ljudskog organizma? Kako će veštački ambijent omogućen klimatizacijom delovati na pojedine vitalne organe ljudskog organizma: na vid, sluh, disajne organe, kardiovaskularne? Kakvo će dejstvo imati upotreba džinovskih metalnih konstrukcija na mikroklimu prostora? Na koji način će se održavati kosmička i elektromagnetska zračenja? Opravdana mogu biti jedino ona rešenja za ljudske delantosti koje su privremenog ili periodičnog karaktera kao što su: saobraćaj, parking prostori, skladišta i sl.

3. DVA MODELA U PLANIRANJU GRADOVA 20. VEKA

Kako je industrijska revolucija uzimala maha i početkom 20. veka nagomilala velike probleme u životu dotadašnjih, najčešće spontano nastalih naselja i gradova, to se na metalu potreba za uvođenjem nekog reda u njihovom nastajanju.

Budući da su u podizanju objekata i mnogih delova gradova, odlučujuću ulogu imale arhitekta, to od njih potiče ideja za stvaranjem određenih modela ljudskih naselja koja bi u nekim delovima ili celinama mogla da se ponavljaju.

Tako nastaju dva modela:

- a) progresistički model i
- b) kulturalistički model

a) Progresistički model grada

Ovaj model nalazi svoj oslonac u delima utopista: Ovena, Furijea, Ričardsona, Kabea i Prudona.

Zajednička osnovna ideja odnosila se na koncepciju čoveka — pojedinca kao tipa. Uz pomoć nauke i tehnike se krajnjim racionalizmom učiniti sredinu takvom da se u njoj preračunato udovolji zahtevima čovekove organizacije prema željama i potrebama. Prostor je prema zahtevima higijene veliki i širok sa dosta zelenila i strogo odvojen prema funkcijama: stanovanja, rada, kulture i rekreacije. U osnovi ovakvog modela leži ideja napretka pa se zato ovaj model naziva progresističkim.

Ovakav koncept usvajaju arhitekta početkom ovog veka: Garnije, Korbizje, Oud, Ozanfon i drugi. Tada se osniva internacionalna grupa arhitekata CIAM iz Francuske, Nemačke, Holandije, SAD, Brazila, Japana, koja 1934. godine izdaje poznatu Atinsku povelju.

Progresistički urbanizam nadahnjuje ideja modernog i u njegovoj osnovi je koncepcija industrijske ere. Industrija se koristi u modernom urbanizmu u metodama standardizacije i mehanizacije, u upotrebi novih materijala, pre svega betona i čelika i nove tehnologije koja omogućava nove fizičke strukture.

Arhitektura se posmatra kao umetnost, oblici su čisti bez ukrasa, jednostavni i slede ideju kubizma iz slikarstva i skulpture. Funkcionalnost se sprovodi preko gradskih prostora za: rad, stanovanje, saobraćaj i rekreaciju pa preko strogih dimenzija pojedinih prostora i prostora u samom objektu. Polaze se mnogo pažnje higijeni preko osunčavanja i ozelenjavanja prostora. Zgrade postaju samostalne u prostoru zbog ideje osunčavanja te se

uloga ulice gubi. I ne samo zbog higijene već i zbog modernog razvoja saobraćaja.

Estetika je jedna od ideja vodilja jer su se arhitektura i urbanizam tretirali kao umetnost. A tehnologija omogućava gradnju u visinu pa se predlažu džinovske stambene zgrade „mašine za stanovanje“. Korbizje podiže u Marseju prvu takvu zgradu u kojoj su i stanovi tipski u minimalno funkcionalno iskorišćenom prostoru. To je značilo kruto određivanje životnog prostora. Ovakvo viđenje životnog okvira i danas je često.

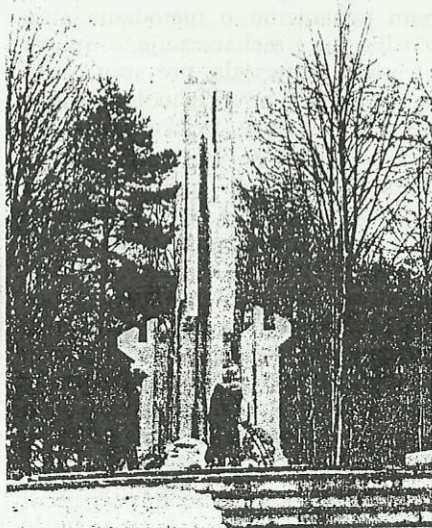
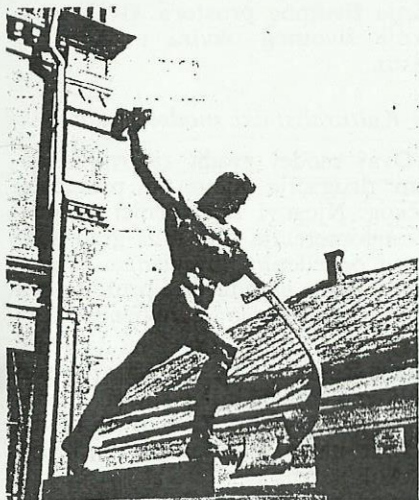
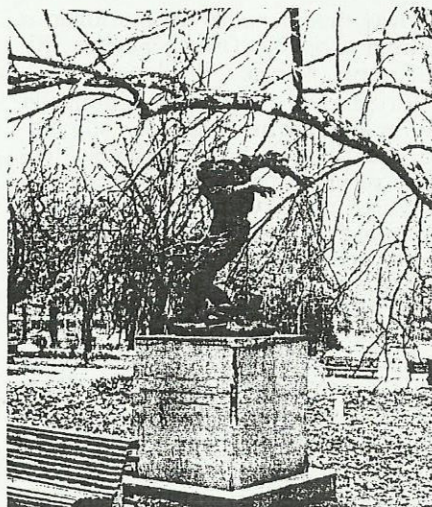
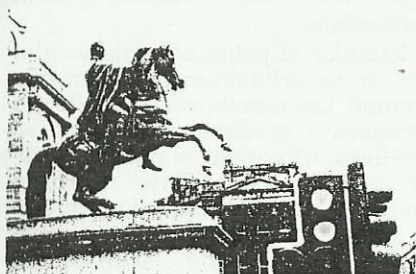
b) Kulturalistički model grada

Ovaj model grada zagovara sasvim drugačije ideje od progresističkog. Njegovi zagovornici su protiv aglomeracija već su za grad uokviren određenim granicama. U gradnju nema standarda i proto-tipova (znači oslobođeno jednoličnosti).

Istorijski oslanjaju se na dela Morisa i Ruslina koji zagovaraju grad duhovno oplemenjen sličan starim srednjovekovnim. Zato ovaj model dobija naziv kulturalistički. (Soe F.).

U ovakvom pristupu gradu vodeći urbanisti su Kamilo Zite (Austrija) i Ebenezer Hauard (iz V. Britanije). Suština ovakvog grada je: celovitost (urbana aglomeracija) preovladava nad delovima (pojedincima) a kulturni koncept grada nad materijalnim pojmom grada.

Za razliku od „progresista“ koji odbacuju prošlost, „kulturalisti“ estetski pristup zasnivaju na kulturnom i graditeljskom nasleđu. Grad je oivičen zelenim pojasom koji sprečava dalje pretvaranje grada u megalopolis i spajanje sa drugim naseljima. Svaki grad ima svoju posebnost u prostoru, svoje ograničenje pa i posebnost utisaka koji grad pruža sa posebnim identitetom.

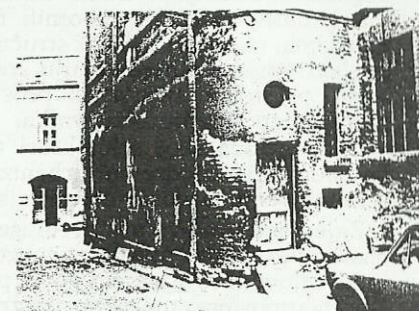
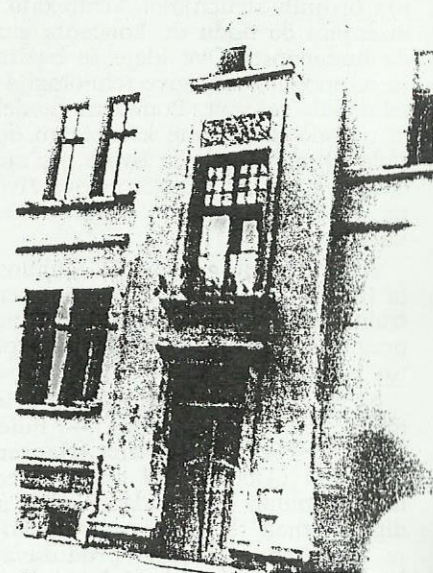
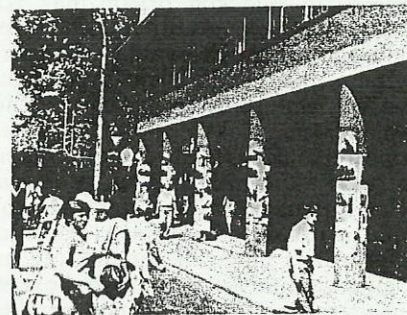


Gradski spomenici (Edinburg, Moskva, Rotterdam, Beograd, Kraljevo)

4. UZROCI NASTANKA EKOLOŠKIH PROBLEMA U LJUDSKIM NASELJIMA

Ljudska naselja (sela, gradovi, varoši...) nastajala su na brižljivo odabiranim lokacijama u prirodi: u dolinama reka, u predelima sa povoljnom klimom, na mestima izvora vode i hrane, kasnije i energije.

Na mestima izvora energetskih i mineralnih sirovina, razvijala se industrija i radnim mestima koja su obećavala egzistenciju, privlačila sebi i na tim mestima širila naselja.



Zapuštene fasade (Beograd)

Industrijski razvoj, koji svoju kulminaciju dostiže u posleratnom periodu, u nekim zemljama pedesetih godina (SAD), u nekim šezdesetih (SSSR, Zapadna Evropa), u nekim sedamdesetih (primer Jugoslavije), pomaže i brz razvoj gradova. Razlozi su poznati:

— industrijski pogoni omogućavaju dobro plaćeno radno mesto. Mnogi ljudi koji su se do tada isključivo bavili poljoprivredom, napuštaju svoja mesta i svoja zanimanja, i odlaze u gradove. Tu oni formiraju porodice i stalno se naseljavaju. Zbog toga je mehanički priliv u gradove veliki i stalan.

— Industrija omogućava brzu izgradnju novih stambenih naselja i njihovu infrastrukturu. Obezbeđivanjem jedne od egzistencijalnih potreba za stanovanjem, potvrđuje se privlačnost grada kao mesta stanovanja.

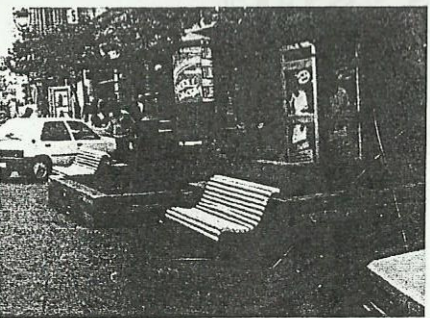
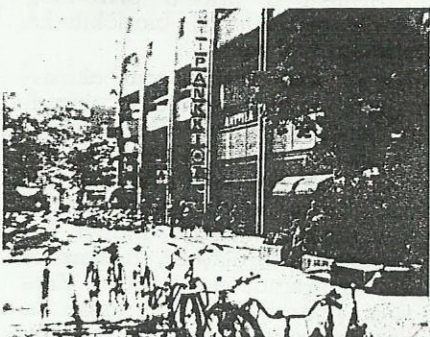
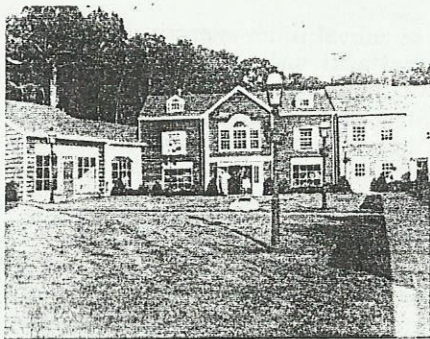
— Ova pojava doprinosi promeni učešća poljoprivrednog stanovništva u odnosu na gradsko. Iz popisa stanovništva u našoj zemlji iz 1981. godine najbolje se sagledava takva promena u ukupnom stanovništvu:

Tabela 45 Učešće poljoprivrednog i gradskog stanovništva u ukupnom stanovništvu (u %)

	1948.	1981.
poljoprivredno stanovništvo	67,2	20,0
stanovništvo gradsko	20,8	46,5



Uređeni gradski prostor (Krefeld, P. Džeferson, Pori, Barseona)



— Paralelno sa razvojem industrijskih kapaciteta, razvija se i saobraćaj. Migraciona kretanja su time još više podsticana. Veza sa selom ili sa starim krajem je omogućena, a naročito dnevnim migrantima, koji obdane dolaze i odlaze na posao van svojih naselja.

— U gradu su prateće funkcije stanovanju bolje organizovane: obrazovanje, lečenje, informatika, zabava...

— Industrijski razvoj omogućava zadovoljenje ne samo osnovnih ljudskih potreba, već pruža i širok izbor za zadovoljenje mnogih želja: odmor, razonodu, rekreaciju, zabavu, upražnjavanje hobija.

Tako su formirani industrijski gradovi. Industrijski gradovi su tvorevina industrijske revolucije. U toku prethodnog perioda poljoprivredne revolucije, većina stanovništva naše planete, živela je od poljoprivrede u selima u blizini sopstvenih imanja koja su im predstavljala i mesto rada i mesto stanovanja i prostor na kome su sopstvenim delatnostima omogućavali zadovoljenje svih svojih potreba.

Industrijski razvoj menja način života. Proizvodnja se sada koncentriše u gradovima nasuprot prethodnoj, koja je bila rasuta svuda po poljima. Stara seoska naselja se smanjuju i postepeno ili nestaju ili se spajaju sa gradovima. Formiraju se veliki industrijski centri koji su u burnom usponu „oivičeni fabričkim dimnjacima i plamenovima iz visokih peći“ (F. Šoe).

U ranijem razdoblju veza između sela i grada obavljala se povremeno u razmeni skromnih dobara: sa sela namirnice idu u grad, a iz grada zanatski predmeti u selo.

Osim kuća u kojima su živeli, u ovim naseljima su dominirale crkve, manastir, vlastelinov dvorac, po-

neka krčma. Ali sada u industrijskom razdoblju, zbog velike razuđenosti rada, gradski prostori se formiraju prema specijalizovanim funkcijama. U svakom gradu podižu se brojne fabrike a njih, osim kuća za stanovanje, prati i izgradnja administrativnih, zdravstvenih, komunalnih, trgovinskih, obrazovnih, kulturnih i drugih objekata. Njih je bilo neophodno prostorno koordinisati i organizovati.

Dalji stalni porast broja stanovnika podsticao je sve veće širenje grada. Sa njegovim širenjem, prostori postaju sve skućeniji, pa grad, osim u širinu, raste i u visinu. U želji za što bržom gradnjom u cilju obezbeđivanja sve većeg stambenog prostora u sve manjem vremenskom intervalu često se gubi smisao za skladnost objekata u datom prostoru, smisao za oplemenjivanje i intimnost gradskih prostora. Nastaju često monotona naselja, i „industrijski grad“, sasvim opravdano doživljava velike kritike.

„Industrijsko društvo je urbano. Grad je horizont. Ono rađa metropole, konurbacije, industrijske gradove, nova stambena naselja, ali ne uspeva i da ih uredi. Industrijsko društvo ima specijaliste za stvaranje urbanih naselja, ali tvorevine urbanizma se svuda, ma gde da nastanu, osporavaju i stavljaju pod pitanje.“ (F. Šoe)

Broj velikih gradova (sa preko milion stanovnika) i megalopolisa (gradova koji nastaju spajanjem većeg broja gradova i naselja) je sve veći.

U starom i srednjem veku, megalopolisi nisu prelazili cifru od 50 000 do 100 000 stanovnika. Takvi su bili: Atina, Vavilon, Firenca. Čak ni najveći gradovi Amerike u vreme američke revolucije: Boston, Filadelfija, Njujork nisu imali više od 100 000 stanovnika.

Napredovanjem industrijske ere, gradovi privlače svojim velikim mogućnostima za prosperitetom. Kra-

jem 19. veka javljaju se prvi gradovi sa milion stanovnika:

- 1820. godine 1 grad — London,
- do 1900. godine 11 gradova
- do 1950. godine 73 grada
- do 1970. godine ... 191 grad
- 1985. godine ... 273 grada (Dž. Rifkin).

5. GRAD KAO EKOSISTEM

Gradovi, kao i drugi prostori ekofsere (veliki industrijski i energetske kompleksi, saobraćajna čvorišta i dr.) razlikuju se od prirodnih po tome što nastaju i funkcionišu na

osnovu ljudskih delatnosti i interencija.

Razlike između prirodnih i veštačkih ekosistema se ogledaju i u sledećem:

- a) gradski ekosistemi, za razliku od prirodnih koji funkcionišu isključivo zahvaljujući energiji Sunca, koriste, osim sunčeve, i druge izvore energije. To je, uglavnom, energija dobijena sagorevanjem fosilnih goriva ili na neki drugi način transformacije (pretvaranjem u mehaničku, toplotnu ili električnu) drvne mase, geotermalne energije, energije vetra, hidroenergije i slično. Sve ljudske delatnosti u gradu, kao i zadovoljavanje svih ljudskih potreba obavlja-

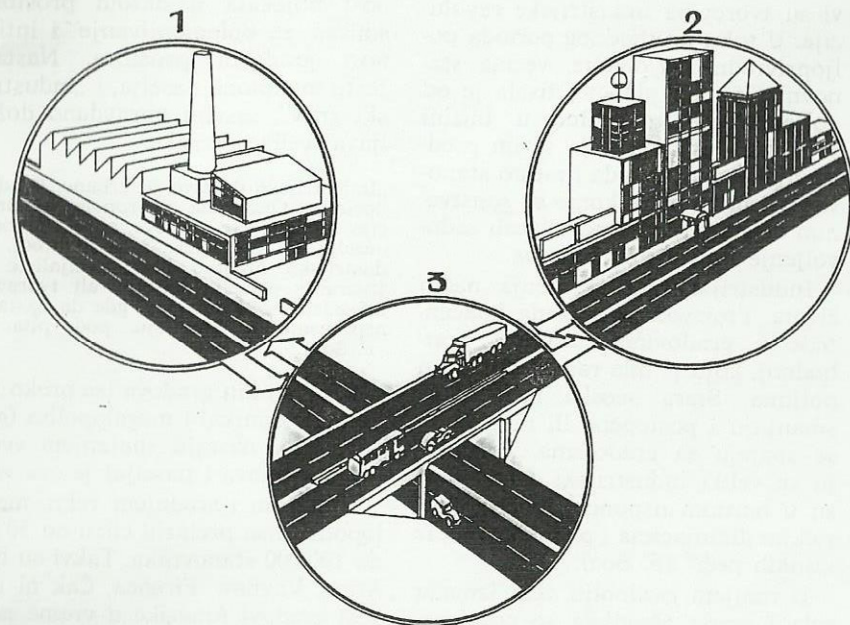
ju se zahvaljujući energiji dobijenoj na veštački način, preradom pomenutih prirodnih;

- b) grad kao ekosistem je u mnogo manjem obimu sposoban za samoregulaciju nego što su to prirodni ekosistemi. U gradu je onemogućen život mnogim biljnim i životinjskim vrstama pa je skoro nemoguć tok lanca ishrane. Mnoštvo raznih vrsta materijala koji su u opticaju u gradu, nemaju mogućnosti da se transformišu u pravcu prirodnog kruženja materije od biotičkih ka abiotičkim i obrnuto;

- c) grad kao antropogeni ekosistem jeste prostor koji je od prirodnog transformisan u veštački i koji je zaposednut mnogim materijalima koji su u takvom obliku nepoznati u prirodi. To su: asfalt, beton, plastične i sintetske materije, limovi, azbest-cementni proizvodi, opekarske i gipsane prerađevine i slično. Znači, to su materijali koji ne mogu da podležu prirodnoj reciklaži po iste-

ku njihove korisne svrhe i onemogućavaju prirodne procese značajne za klimatske faktore sredine;

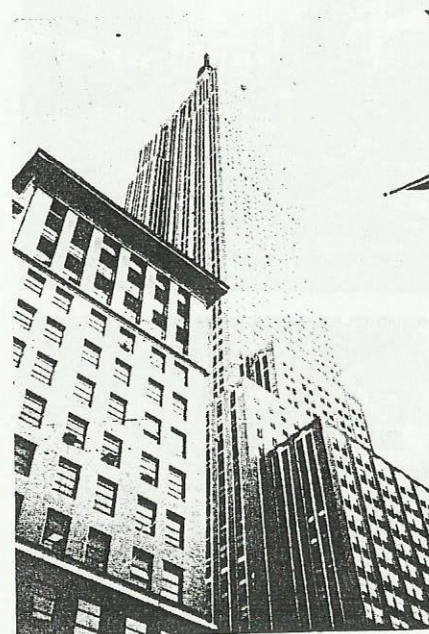
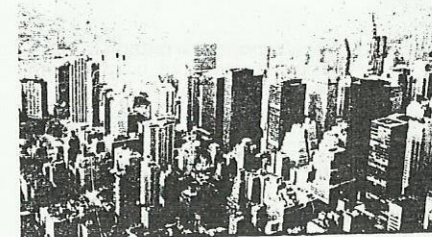
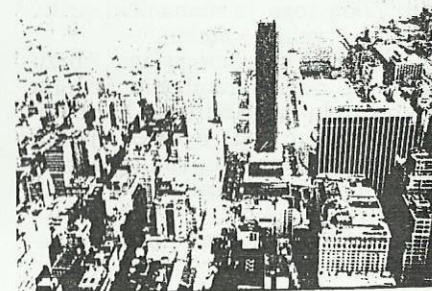
- d) sastav vazduha u gradskim ekosistemima se razlikuje od prirodnih zbog toga što se iz mnogobrojnih proizvodnih pogona kao i toplotno-energetskih objekata u atmosferu ispuštaju mnogobrojni gasoviti sastojci. Najčešće, to su tipične zagađujuće materije koje nastaju kao produkti sagorevanja: sumpordiod, aerosedimenti i čađ, zatim dru-



najzagađeniji prostori

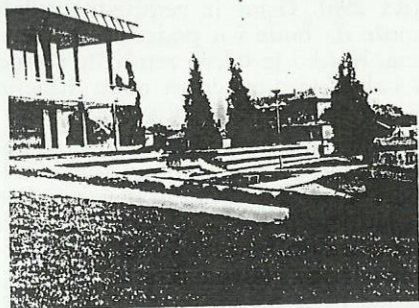
1. industrijski centri
2. urbani centri
3. saobraćajni čvorovi

Najzagađeniji prostori



Grad-veštački ekosistem

ge specifične zagađujuće materije kao što su: azotovi i ugljenikovi oksidi, razni metali i druge supstance, u zavisnosti od vrsta i obima ljudskih proizvodnih procesa koji se u gradu obavljaju. U atmosferi grada umanjena je količina kiseonika, proces fotosinteze je smanjen, jer je i zelenih površina manje pa je zato, vazduh u gradu najčešće zagađen; e) gradska mikroklima se razlikuje od ruralne ili na slobodnom prostoru — u prirodnim ekosistemima. Urbano područje ima veću temperaturu od okolnog, naročito noću.



Srednja godišnja razlika iznosi od 0,6°C do 1,3°C. Povećanju temperatura u urbanoj sredini doprinose sledeći faktori:

— razlike u termalnim karakteristikama tla urbane sredine (veštački materijali koji se brže zagrevaju i brže rashlađuju),

— količina isparavanja, manja je u odnosu na prirodni ekosistem zbog bržeg oticanja u gradski kanalizacioni sistem, zbog manjih površina pod vegetacijom i slično,

f) količina toplote proizvedene u gradu u veštačkim izvorima utiče na praktično sve faktore sredine, a posebno na temperaturu, vlažnost i vazдушna strujanja, zatim na brojnost i rast mnogih vrsta biljnog i životinjskog sveta;

g) zagađeni slojevi urbane atmosfere imaju dugotrajno povratno zračenje na tlo;

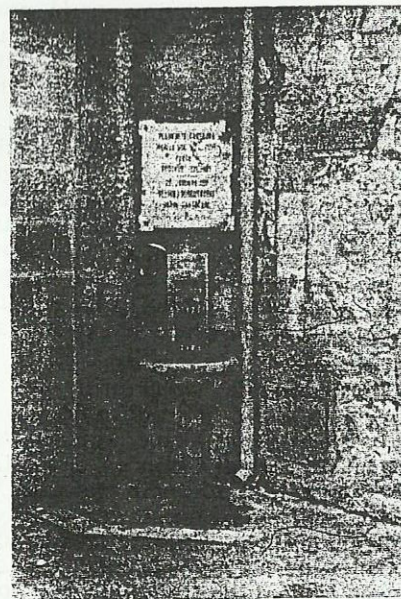
h) iznad urbanih aglomeracija stvara se sloj toplijeg vazduha od donjih toplijih slojeva, čime je one-



Primeri uređenih prostora u gradu

mogućeno vertikalno strujanje vazduha i vertikalna dilucija;

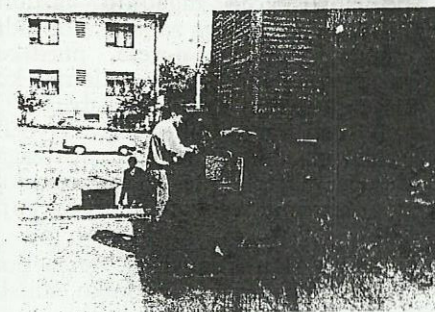
i) u slučajevima ekstremne klimatske situacije, kada se pri temperaturnim inverzijama vazdušnih masa iznad — urbanih aglomeracija javlja skoro nepokretan sloj zagađujućih materija pomešanih sa vodenom parom (maglom), stvara se, takozvani „urbani smog“. Urbani smog, za razliku od sumpornog smoga (u čijem sastavu su čestice sumpora sjeđinjene sa kapljicama vode) potiču pretežno iz izduvnih gasova motora



Gradske česme (Cavtat, S. Karlovci, Barselona, Beograd)

sa unutrašnjim sagorevanjem, i drugih saobraćajnih sredstava, uz doprinos i drugih urbanih zagađivača. Od tih gasova (smeše ugljovodonika, ugljenmonoksida i azotovih oksida), njihovim međusobnim reakcijama, a pod uticajem sunčevog zračenja, formira se smog (fotohemijski smog). Osim pomenutih gasova u smogu se mogu naći i drugi štetni i agresivni gasovi;

j) osim energijom, gradski ekosistemi se snabdevaju dodatnim koli-



činama i vode i hrane ljudskim intervencijama;

k) fenomen buke je u gradskim ekosistemima jače izražen;

l) međutim, iako antropogenim uticajem izmenjen, grad kao ekosistem ima i svoju biocenozu u reci ili jezeru koje je u njegovom sklopu, u gradskim parkovima, park-šumama, vrtovima, drvoredima, travnjacima. Najčešće fitocenoza nije autohtona, već je ljudskim intervencijama nastala. U gradu, osim insekata, neke vrste ptica i sitnijih sisara: glodara, pasa i mačaka su se prilagodili novim uslovima. Od zoocenoze, u nekim gradovima mogu se naći i neke vrste gmizavaca.

Najveći ekološki problemi za rešavanje u gradovima su:

- a) zagađen vazduh
- b) nedostatak vode za piće
- c) stalni kvantitativni porast tečnih i čvrstih otpadnih materijala
- d) gradska buka
- e) deficitarnost zelenih površina
- a) Blizina industrijskih pogona i

objekata za proizvodnju sekundarne energije (toplana, termoelektrane, nuklearne elektrane, kotlarnice) doprinosi zagađenosti vazduha. U ulicama sa objektima visoke spratnosti onemogućeno je stalno provetravanje, pa je zagađenost vazduha još veća, jer svoj doprinos daju i razna individualna ložišta i razne ljudske aktivnosti koje zagađuju vazduh. Takvi su objekti za zanatsku obradu metala, kamena, drveta, plastike, razne vrste farbanja i malanja, korišćenje raznih sprejova, i drugo.

Pokreti vazdušnih masa sa većih razdaljina donose razne druge zagađujuće materije, te je tako vazduh u gradovima veoma opterećen njima.

Danas skoro da više i nema potpuno čiste sredine u onom smislu kakve su nekada bile.

Negativni efekti aerozagađenja ogledaju se u sledećem:

- umanjuje vidljivost,
- izaziva neprijatne mirise,
- izvor je prljavštine,
- izvor je mnogih, po zdravlje stanovnika štetnih i opasnih supstanci.

b) Mnogi gradovi sveta, kao i mnogi u našoj zemlji, sve se češće suočavaju sa problemom obezbeđenja sve većih potrebnih količina vode za piće.

c) Iz mnogih industrijskih pogona i drugih objekata otpadne vode kanalizacionim izlivima truju površinske vode u blizini, ili u okviru urbanih sredina: reke, mora, jezera. Putem kiselih kiša zagađenja stižu i u površinske vode.

— Površinske vode i kisele kiše uništavaju biljni fond u blizini grada, a takođe i obližnja materijalna i prirodna dobra: obale, zelene zasađe, objekte, šetališta, ulice... Korodiraju elementi od metala. Kamen se posredstvom vode jedini sa sum-pordioksidom, kruni se i pretvara u gips.

Urbanizacija, stalni priliv sve većeg broja ljudi u gradove donosi sobom mnoge probleme, koji je svaki po sebi odmah uključen u celini u kružni tok zagađujućih materija. Veliki broj stanovnika u gradu pravi i velike količine otpadnih tečnih i čvrstih materija. Komunalne otpadne vode bakteriološki zagađuju površinske vode i hemijskim ostacima detrdženata i drugog. Sakupljanje smeća pomoću uličnih korpi, kontejnera ili plastičnih kesa, često je iz raznih razloga onemogućeno pa se neodnošeno gradsko smeće rastura. Sitni elementi se nađu u vazduhu, a rastvorljivi idu u zemljište.

d) Sabračaj doprinosi i velikoj gradskoj buci. Osim saobraćajnih sredstava, nastanku i nivou buke, doprinose i razne alatke, mašine, instrumenti. Buka je naročito izražena u uskim ulicama sa objektima visoke spratnosti, gde je i rezonanci-

ja zvuka velika, pa se tu buka povećava.

e) Iako zelenilo u svakoj urbanoj sredini obezbeđuje higijenske uslove života ono je uglavnom deficitaran sadržaj u svakome gradu, ili zbog pomanjkanja prostora, skupe građevinske rente, nedostatka sredstava i drugog. Njihov nedostatak je jedan od uzroka promene mikroklimе u urbanim sredinama.

6. MIKROKLIMA U OKVIRU STAMBENOG OBJEKTA

Kvalitet mikroklimе u okviru stambenog objekta ima isti značaj kako za fizičko tako i za mentalno zdravlje korisnika, pa prema tome i ima izuzetno ekološki značaj. Kako ljudi u stanu ili sopstvenoj kući, u većini slučajeva provode oko 70% vremena (prema Von Rosenbladtu), to su, prema tome više izloženi uticaju unutarnje mikroklimе nego one spolja.

Jedan od osnovnih principa urbane ekologije je međuzavisnost uticaja na funkcionisanje svakog pojedinačnog novoizgrađenog objekta (kao i njegovih sastavnih delova) i prostora na kome je objekat izgrađen. Prema B. Milenkoviću: "... ono što nazivamo gradom, ulicom, kućom, dakle sve to što čini izgrađenu sredinu — fizičku strukturu — utiče svojim oblikom, svojim sveukupnim zauzimanjem prostora i odnosa koji iz toga proističu, na klimu predela i obrnuto, na klimu jedinica iz kojih je pomenuta struktura sačinjena".

Prema tome, mikroklima stambenog prostora zavisna je od spoljne sredine i unutarnjih uticaja. O uticaju spoljne sredine dovoljno je rečeno u prethodnim glavama, te ćemo stoga analizirati:

a) uticaj vrste terena na mikroklimu stambenog objekta i

b) uticaj spratnosti objekta na mikroklimu i u posebnoj glavi analiziraćemo efekat štetnosti upotrebe

nekih građevinskih materijala i drugih štetnih elemenata u okviru građevinskih objekata.

a) Uticaj vrste terena na zdravlje korisnika objekta.

Osim što neposredna okolina preko objekta-zagađivača (kotlarnica, toplana, raznih industrijskih objekata i slično) može da ugrozi kvalitet mikroklimе unutar stambenog prostora, takođe i teren na kome se objekat podiže može da bude element koji ugrožava zdravlje. Neke vrste zemljišta mogu biti radioaktivne, jer emituju radioaktivan gas radon (Ra 296). Osim iz zemljišta, radon može da bude i u podzemnim vodama. Koliko je takvo zemljište štetno i kakva je mogućnost neutralizacije — za sada nije dovoljno poznato.

Glina kao podloga na kojoj se podiže objekat može da bude nepovoljna i zbog zadržavanja vlažnosti, jer u letnjem periodu ne može da prati temperaturu vazduha. Takođe je veoma štetan podvodan teren, koji može da utiče na zdravlje osoba u etažama bližim terenu.

Na taj način stvorena vlaga duže vremena se zadržava (u nekim slučajevima čak i trajno) u podrumskim prostorijama, doprinoseći većoj nehiģijeni i stvaranju uslova za razmnožavanje bakterija, plesni i insekata. Ovi nepovoljni uticaji dalje se šire po celom objektu.

Reslez i saradnici su otkrili da raskopano zemljište na mestima gde je vršena eksploatacija fosfata sadrži deset puta više radona nego pre raskopavanja. Objekti podignuti na takvom zemljištu izloženi su neprekidnom dejstvu radioaktivnosti.

Na kvalitet života u stambenim objektima može da ima uticaja i teren, posmatran sa aspekta njegove stabilnosti. Budući da je zemljište u našoj zemlji na mnogim prostorima i na velikim površinama degradirano sećom šumskog i drugog rastinja i time veoma podložno eroziji i po-

javi klizišta, to je od velikog značaja ispitivanje terena. Na isti način potrebno je ispitati i one terene na kojima je moguć uticaj poplava i sa visokim nivoom podzemnih voda. To konkretno znači da takve terene još u fazi planiranja treba odbaciti ili ih prethodno dobro sanirati.

b) Uticaj spratnosti objekta na mikroklimu u stambenom prostoru

Soliteri i drugi stambeni objekti prevelike spratnosti u više mahova su ocenjivani i kod nas i u svetu kao nepovoljni. Brojne stručne službe koje se bave tom problematikom daju nam dokaze o tome, kao i svakidašnja praksa i nevolje stanara koji stanuju na višim spratovima.

Ovde ćemo analizirati neke nepovoljnosti posmatrane sa:

- I. medicinskog,
- II. sociološkog i
- III ekonomskog stanovišta.

I. Rezultati medicinskih istraživanja su pokazali da stanari koji stanuju u stanovima na višim spratovima mnogo češće oboljevaju u odnosu na one koji stanuju u nižim etažama i to za 57%. U većem broju javljaju se oboljenja organa za disanje (tri puta više), nervnog sistema i endokrinih organa.

Sa porastom broja spratova pogoršavaju se mikroklimatski uslovi, sa spratnošću rastu temperatura i vlažnost, kao i količine ugljendioksida, ugljenmonoksida i prašine.

Tabela 46 Mikroklima stanova po spratovima van grejne sezone

Sprat	temperatura	vlažnost u %	SO ₂ u %	SO mg/l	prašina
1.	20,5	60,8	0,62	0,03	280
3.	21,2	61,7	0,54	0,03	238
5.	21,3	62,7	0,59	0,03	392
9.	23,2	66,6	0,69	0,04	560
12.	23,3	68,6	0,73	0,08	426

(Đorđević S.)

Tabela 47 Broj obolelih na pojedinim spratovima od oboljenja disajnih organa

Sprat	Broj praćenih osoba	Broj obolelih na 100
1.	369	46,9
2.	164	41,5
3.	622	40,8
4.	485	37,1
5.	501	39,3
6.	493	51,5
7.	403	53,8
8.	507	46,3
9.	534	41,8
10.	41	63,4
11.	48	54,2
12.	15	53,5

(Đorđević S.)

Prema ovoj tabeli može se zaključiti:

- 1) najpovoljniji su IV i V sprat,
- 2) sa spratnošću se povećava broj obolelih,
- 3) veći rizik po zdravlje javlja se kod stanara na spratovima preko devetog.

Ovakva pojava tumači se time što se na većim etažama (posle 8. i 9. sprata) ne oseća uticaj terena, odnosno prirodnih faktora (klime predela). Osim toga, ne oseća se ni pozitivan uticaj zelenih zasada. Drveće u našem podneblju raste najčešće do 30 metara, a u gradovima je često i manjih visina.

Penjanje uz stepenice deluje nepovoljno ne samo na stare osobe i decu, već i na ostale stanare. Zamor koji se tom prilikom javlja utiče na povećanje pritiska, ubrzava rad srca, disajni organi se naprežu, pa se tako više udiše onaj ustajali i zagađeni vazduh u stepenišnom prostoru.

Za porodice sa malom decom, ovakve građevine predstavljaju nerešiv problem čuvanja i izvođenja u šetnju na neophodno sunčanje i kretanje. Otud je i zdravlje dece ugroženo (povećan je broj dece obolele

od rahitisa i bolesti disajnih organa).

U prilog ovome govore i rezultati medicinskih istraživanja kojima je utvrđeno da se kod novorođenčadi i odojčadi na višim spratovima solitera, u odnosu na niže spratove, javlja znatna razlika u povećanoj temperaturi kože (u letnjim mesecima), što ukazuje na nekomfortnost mikroklimе i teže prilagođavanje.

Na visokim spratovima se javlja osećanje nelagodnosti i nesigurnosti. Liftovi su neprijatna, bučna, često prljava i opasna mesta, uz to su često u kvaru pa izazivaju dodatne nevolje.

II. Neka sociološka istraživanja su više puta ukazivala na to da su građani u velikom procentu protiv stanovanja na višim spratovima, a naročito oni koji u njima već stanuju. Nepovoljnosti koje za sobom povlači način stanovanja u ovakvim objektima ogledaju se u sledećem: sa brojem spratova u objektu povećava se broj stanova u njima, a time i broj različitih porodica i broj stanara u celini. Povećan broj ljudi u jednom objektu povećava broj različitih navika, kulture i svesti stanovanja. Neusklađenost njihovih aktivnosti i različitog radnog vremena remete međusobni mir ne samo dnevni već i noćni. Gigantski objekti u kojima je broj stanovnika ogroman (više od 500) prave i velike ekološke probleme, ne samo u objektu već i u blizini okolini. To su problemi buke, zbog velikog broja automobila, zagađen vazduh posebno olovom, problem sakupljanja smeća, održavanja higijene prostora, nadležnost održavanja zelenih zasada i cvetnih partera ili žardinjera, problem snabdevanja vodom na višim etažama i mnogi drugi.

III. U ekonomskom pogledu objekti sa velikim brojem spratova su nerentabilni, jer se sa povećanjem broja spratova moraju povećavati dimenzije i marke konstruktivnih i

instalaterskih elemenata, a takođe i broj ekonomskih etaža (radi boljeg funkcionisanja takvih objekata, iako su ovakve etaže obavezne, one se najčešće ne izvode pa dodatne nevolje povećavaju i cenu stanovanja i održavanja), kao i materijalni troškovi održavanja.

Upotreba različitih vrsta materijala se ograničava na nekoliko osnovnih: beton i čelik. Mnogobrojne analize su pokazale da su i troškovi izgradnje ovih objekata često više od 50% skuplji nego objekti niže spratnosti.

U odnosu na zgrade P-4 (P-prizemlje, plus broj etaža), objekti P-8 i P-12 etaža su za 15—20% skuplji; od P-12 do P-16 za 25—30%, a sa više od 30 etaža za preko 50%. Prema ovome, najrentabilniji su objekti sa P-4 etaže.

Znači, objekti sa preko devet etaža su nepovoljni za stanovanje, pa ih u ove svrhe ne treba predviđati, ukoliko to zbog nekih drugih objektivnih okolnosti nije preka nužda.

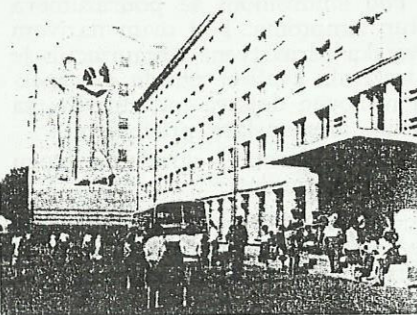
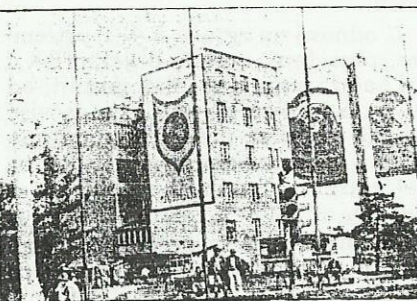
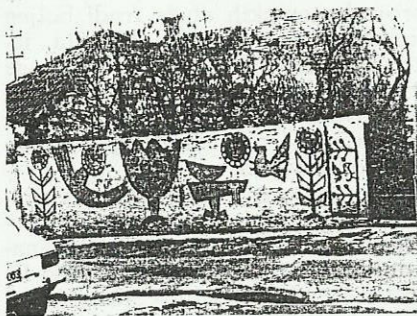
Norberg Šulc je rekao: „Kuća nas prima u sebe unutra i zadovoljava našu potrebu da znamo gde spadamo — da imamo svoje boravište; kuća ostaje centralna pozornica ljudskog postojanja, ona je mesto u kome dete uči da shvata svoje postojanje na svetu, mesto iz koga čovek polazi i kome se uvek vraća”.

7. SINDROM BOLESNIH ZGRADA

Pod sindromom se podrazumeva skup simptoma. Pod ovim nazivom Svetska zdravstvena organizacija je istraživala kvalitet zgrada sa aspekta njihovog dejstva na zdravlje, sa dužim vremenskim praćenjem.

Pod „bolesnim” zgradama mogu se podrazumevati:

— zapuštene, oštećene, zanemarene, lošem održavanju prepuštene, sa natrulim i zardalim elementima, sklone rušenju...



Oslikavanje zapuštenih fasada

— zgrade u lošem higijenskom stanju, sa zapuštenim prostorom u okviru njih samih ili u odnosu na okolinu, bez osnovnih higijenskih uslova, sa neregulisanom kanalizacijom, bez kvalitetne vode za piće, lošim projektantskim (ili spontano podignutim bez konsultacije stručnjaka) rešenjima, nedovoljno osunčane i osvetljene, sa loše izvedenom, ili bez izolacije, neadekvatno rešenim pitanjem zagrevanja prostorija i drugo.

— zgrade koje se nalaze u ekološki nepovoljnim uslovima izuzetno zagađenih naselja ili industrijskih centara, preko čije višestruko zagađene sredine stižu zagađenja i u same objekte, zgrade podignute na ili u blizini deponija otpadnih materijala ili slično i

— zgrade koje su na izgled (fizički) u dobrom stanju, pa čak i estetski prihvatljive, ali u njima samima ima škodljivih elemenata za ljudsko zdravlje, pa se iz toga razloga nazivaju „bolesnim“.

U ovom radu, detaljnije ćemo se pozabaviti ovim zadnjim.

Građevinski materijali koji se upotrebljavaju u stambenoj izgradnji, kao i za druge radne ili društvene objekte u kojima ljudi preko dana duže borave, nisu kod nas u zemlji proveravani sa stanovišta njihove moguće štetnosti na ljudsko zdravlje, već samo na njihova mehanička svojstva i fizičku postojanost. Međutim neka najnovija istraživanja upućuju na sumnju da mnogi od njih mogu biti izvori zagađenja.

Istraživanja (WHO 1979) su utvrdila da neki građevinski materijali ispuštaju radon:

— kameni materijali: granit, pešćar, pesak, škriljac, fosfati...

— prefabrikati: beton (u zavisnosti od vrste agregata), šljako blokovi, gipsane ploče, neki opekarski proizvodi i drugo.

Radon se u objektima javlja kao produkt raspadanja prirodnog radijuma iz stena, zemljišta i podzemne vode.

Tabela 48 Moguće izlaganje radonu od pojedinih vrsta materijala

građevinski materijali	moguće izlaganje radonu		
	visoko	srednje	nisko
kamen škriljac	0		0
kamen pešćar			0
kamen granit	0	0	0
opeka - glina		0	0
blok - šljaka	0	0	0
beton normalne konzistencije		0	0
otpaci uranijumove rude	0		
fosfatna šljaka	0	0	0
beton aerisani škriljac	0		
gvozdена šljaka		0	
beton na bazi peska			0
gipsane ploče	0	0	0

Radonu se pripisuje najozbiljniji i najverovatniji štetni zdravstveni efekat povećani broj malignih oboljenja na bronhijama, zbog taloženja izotopa radona. Radonov gas može da dopre i do koštane srži.

Radon (R^{220}) je inertan gas: ljudi ga udišu i izdišu, ali ne ostaje na disajnim organima, ali njegovi naelektrisani joni (proizvodi njegovog raspadanja) prijanjaju na sve materijale pa čak i za čestice vazduha. Kada se udahnu, ostaju u plućima i stalno ih ozračuju.

B. Koen je višegodišnjim istraživanjem pratio nivo radionuklida u 169 stanova u Pitsburgu, konstatovao njihovo prisustvo i utvrdio da ih ima manje tamo gde je promaja jača i na višim spratovima.

Osim radona, istraživanjima su obuhvaćeni i drugi zagađivači vazduha u zatvorenom prostoru stambenih zgrada. To su:

- azotovi oksidi,
- ugljenikovi oksidi,
- sumpordioksid,

- formaldehid,
- mineralna vlakna,
- azbest i
- alergeni. (WHO, 1982).

Istraživanja su još uvek neujednačena, teško je dokazati subjektivne teškoće koje pojedini korisnici imaju, mnoge metode istraživanja su skupe pa ih je teško primeniti za siro upotrebu, teško je pohvatati distribuciju zagađivača u vremenu i prostoru jer neka merenja ne mogu da se obave u određenom periodu, pa i izloženost ovim zagađivačima može da bude neupotrebljiva. Razne metode odraza na zdravlje treba još da se preispitaju — uzročnici bolestima su različiti, pa mogu da budu i sa drugog izvora a ne iz samih zgrada. Neka od merenja mogu da budu nepraktična ili nepouzdana za neke populacije, kao što je to, na primer, dečiji uzrast. I na kraju, ako se uoče subjektivne teškoće, eksperiment mora da se prekine, jer bi nastavak bio nehuman, ako se već sumnja u štetnost.

Ovim istraživanjima je teško utvrditi tačne posledice jer ispitivanje mora da bude dugoročno, a samo neka istraživanja mogu da se obave retroaktivno, očekivani interval između izlaganja i eventualnog zdravstvenog efekta može da bude na duži rok: na primer, kancerogeni efekat se identifikuje tek nekoliko godina posle izlaganja zagađivaču.

Ostali materijali koji se mogu naći u sastavu kuća za stanovanje i drugih objekata u kojima se dugo boravi, a mogu da budu štetni, jesu:

- formaldehid,
- mineralna vlakna,
- azbest,
- asfalt,
- štetni sastojci vodovodnih cevi
- alergeni.

Formaldehid je bezbojan gas neprijatnog mirisa. Lako reaguje sa drugim materijama i brzo se rasпада pod uticajem ultravioletnih zraka. Ima široku primenu i koristi se

u tehnološkoj proizvodnji mnogih elemenata:

- aminoplasta,
- raznih hemijskih materija,
- poliacetalske veštačke materije,
- preradu u fenoplaste,
- za razne medicinske i tehničke procese,
- za proizvode od drveta i drvene preradevine (iverice, šper, lesanit)
- za razne vrste lepkova u građevinarstvu.

Formaldehid je veoma štetan za ljudski organizam: nagrizi sluzokožu oči, nosa, nadražuje disajne organe, izaziva alergiju po koži, sumnja se da je i kancerogen.

U građevinarstvu se koristi u tehnološkoj proizvodnji iverica, za spravljanja pene za toplotnu izolaciju i spravljanje lepkova, te je često prisutan u stambenom prostoru, i veoma dugo isparava. U slobodnom prostoru javlja se pri sagorevanju goriva u motorima teških vozila.

U nekim zemljama, gde je obavljen istraživanje u pogledu koncentracija formaldehida u stanovima, prihvaćene su sledeće maksimalno dozvoljene vrednosti:

Svedska	0,10 mg/m ³
Holandija	0,12 mg/m ³
SR Nemačka	0,12 mg/m ³
Čehoslovačka	0,10 mg/m ³

Međutim, istraživanja koja su izvršena u nekim stambenim prostorima u Danskoj, SR Nemačkoj i Holandiji su pokazala da su se koncentracije formaldehida kretale u granicama od 0,5 do 2,8 mg/m³, a to znači 5 do 28 puta više od dozvoljenog.

Neke podloge za podove (florbat, blindit, ksilolit) dugo vremena emituju gasove koji se oslobađaju iz kiselina koje se upotrebljavaju za njihovo spravljanje, ali dužina boravka ovih gasova u stambenom prostoru i njihov štetan efekat nisu mnogo proučavani. Ako se pretpostavi da se oni mogu i loše spraviti,

to je njihov štetan efekat na zdravlje još izraženiji.

Mineralna vlakna se nalaze u mnogim građevinskim materijalima, naročito u staklenoj i mineralnoj vuni, „tervolu“ i slično. U zatvorenom prostoru deluje nadražajno na disajne organe, izaziva alergiju, a može da ima i kancerogeno dejstvo.

Mineralne, vlaknaste i pamučaste strukture, ponekad svilastog sjaja, zelenkaste ili bele boje. Reč je grčkog porekla i znači — neupaljiv, neizgorljiv. Taj izraz se koristi za sve materijale toga sastava.

Azbest je vlaknast materijal, postojan u vatri pa se koristi, samostalno ili u kombinaciji sa drugim (kalcijumom, niklom, benzopirenom). U građevinarstvu se koristi i u kombinaciji sa cementom za azbestcementne proizvode, za električne izolatore, u vidu tečnih sprejova radi osiguranja od požara, u akustične ili ukrasne svrhe.

Azbest može da se u sitnim česticama nađe u vazduhu, a veoma je opasan ako se udisanjem unese u ljudski organizam. Ove čestice se mogu naći u vazduhu u blizini rudnika gde se eksploatišu ruda, na radnim mestima i okolini gde se prave proizvodi od azbesta, a takođe na raznim mestima i životnoj sredini gde su korišćeni azbestni proizvodi, koji se posle izvesnog vremena habaju i troše.

Sojer i Nikolson (Sawer i Nicholson) su otkrili da se u stanovima mogu naći do četiri mikroskopski sitna vlakna azbesta po jednom milimetru zapremine prostora. Oslobođena vlakna azbesta (manja od 5 µm) štetna su po zdravlje, jer potpomažu neka oboljenja (azbestoze, raka bronhija pluća).

Čestice azbesta su sa šiljatim i oštrim rubovima pa su u stanju da nanesu povrede koži i sluzokoži organa u koje dospeju. Na oštećenim mestima moguća je infekcija. Zavaljujući šiljatim vrhovima čestice

azbesta se zabadaju u kožu i mogu da izazovu formiranje bradavica koje mogu u sledećoj fazi da se pretvore u maligno obolenje.

Azbestoza je bolest izazvana udisanjem prašine azbesta. Azbestne čestice mogu da budu veoma sitne dužine od 25 do 110 mikrona, širine 1 mikron. Udahnuta, ona mehanički draži plućno tkivo. Ako su vlakna veće dužine ona su opasnija. Azbestne iglice se u plućima, pod uticajem kiselih tkivnih sokova rastvaraju i pretvaraju u takozvana azbestna telašca. Ovako oslobođena silicijska kiselina ima štetno dejstvo na plućno tkivo.

Međutim, osim posledica delovanja na ljudsko zdravlje u vidu az-

bestoze, zapaženo je i kancerogeno delovanje azbesta. Ovo je prvi put zabeleženo 1960. godine u Finskoj, a zatim 1971. godine u SAD. U blizini rudnika azbesta utvrđena je pojava raka trbušne i plućne maramice kod seoskog stanovništva. Rak pluća se javlja kod osoba koje su izložene azbestnoj prašini.

U građevinarstvu su često korišćene azbestcementne cevi za vodovod, u kojima se pod turbulentnim pritiskom vode odvajaju sitne čestice, čak i do 2 miliona na 1 litar vode.

Utvrđen je visok morbiditet od raka disajnih organa kod radnika u tekstilnoj industriji za proizvodnju azbestnih tkanina. Takođe i kod radnika u industriji za proizvodnju az-

Tabela 49 mogući štetni efekti zagađenosti vazduha u objektu na zdravlje korisnika

Zagađivač (zagađujuća materija)	Izvor	Effekti na zdravlje
1. azotovi oksidi	— klima uređaji, gasno grejanje, izduvni gasovi iz spoljne sredine, obližnja industrija	— astma, alergija, sistemska oboljenja, maligna i druga oboljenja...
2. ugljenikovi oksidi	— produkti sagorevanja — od načina grejanja bitumenozni izolacioni materijali, izduvni i drugi gasovi iz spoljne sredine	— oboljenja disajnih organa, promene u hemoglobinu, sistemska oboljenja...
3. radioaktivni gas radon	— teren, podzemna voda, granit, škriljac, beton, pesak, šljako-blokovi, gipsane ploče, opeka, gvozdena šljaka, otpaci uranijuma, ruda, fosfatna šljaka...	— maligna oboljenja, genetske promene, taloženje na koštanoj srži...
4. formaldehid	— materijali na bazi drvenih opiljaka (iverica, lesanit), lepljeni i presovani proizvodi (panel ploče, šper), lepkovi, boje	— oštećuje čulo vida, oboljenja disajnih organa, moguća maligna oboljenja, sistemska oboljenja...
5. sumpordioksid	— produkti sagorevanja, izduvni gasovi iz spoljne sredine	— bronhijalna astma, oboljenja disajnih organa, maligna oboljenja...
6. mineralna vlakna	— građevinski izolacioni materijali	— nadražuju disajne organe, alergija, kancer...
7. azbest	— vatrootporni materijali, sprejovi, lepkovi, pene, ploče, azbest cementni proizvodi: podoliti, salolit, cevi	— azbestoza, maligna oboljenja disajnih organa
8. alergeni	— tekstilni podovi i obloge, sintetski i plastični materijali, obloge, ploče, smole...	— alergijska oboljenja disajnih organa, alergija kože...

bestnih diskpločica za automobilske kočnice. Azbestne čestice se odvajaju i prilikom kočenja automobilskih motora.

Kako u azbestu ima nikla, hroma i benzopirena, to se prema nekim autorima (A. Morgan i D. Gralley) smatra da kancerogenost azbesta dolazi od tih materija.

Eksploatacija azbesta se obavlja površinski. Na taj način javljaju se slične ekološke, estetske i ekonomske posledice kao pri površinskoj eksploataciji uglja.

Alergeni su razni materijali i razni preparati hemijske i druge industrije. U građevinskom objektu oni se mogu naći kao sastavni delovi tekstilnih podova, sintetičkih i plastičnih materija, smola, lepkova. Izazivači su alergija disajnih organa, kože, očiju.

U ovu grupu spadaju i tekstilne i druge vrste podnih i zidnih obloga. One remete jonizaciju vazduha u zatvorenom prostoru, a od habanja njihove čestice se mogu naći i u vazduhu.

Razne vrste tekstilnih podova — tepiha (tapisona, itisona) koje se fiksiraju za podlogu, sa higijenskog stanovišta su nedopustive, naročito u stambenim prostorijama i dečijim ustanovama. Njihova dezinfekcija i higijensko održavanje su onemogućeni, veoma su podložni habanju, te njihove čestice lete u vazduhu zatvorenih prostorija potpomažući alergijska i druga oboljenja na disajnim organima. Osim toga, povećavaju statički elektricitet prostorija.

Razne vrste plastičnih i sintetičkih materijala često korišćenih u građevinarstvu, nisu ispitivani sa ekološke strane gledišta. Poznato je da sintetski polimeri pri povišenoj temperaturi, vlažnosti ili

pri izlaganju ultravioletoj radijaciji ispuštaju toksične gasove: stirolo, fenol, vodonikperoksid, benzol i organska jedinjenja. Osim što ovi elementi deluju negativno na korisnike (naročito one koji su duže vremena izloženi njihovom uticaju), oni povećavaju i elektricitet u prostoriji, koji, opet, potpomaže nervnu razdražljivost i utiče na pojavu glavobolje i malaksalosti.

Svakako to ne znači da je svaka vrsta pomenutih materijala i opasna. Kvantitativno i kvalitativno proučavanje materijala koji ispuštaju radon ili su na neki drugi način štetni, tek predstoji. Takođe i procena rizika na korisnika stambenog prostora. Dok se ne dobiju rezultati ovog istraživanja i ne utvrdi suprotno, moraju se tretirati kao štetne i sa njihovom upotrebom biti krajnje obazriv.

8. VEŠTAČKI PROSTORI

U pomanjkanju urbanog prostora pribegava se raznim načinima korišćenja onog prostora sa kojim se raspolaže. Objekti visoke spratnosti su izumi industrijskog doba koje je svojom tehnologijom i novopronađenim materijalima to omogućilo. Osim toga, u zagušenosti urbanog ili industrijsko-urbanog prostora pribegava se i izradi veštačkih prostora sa veštačkim svetlom i veštačkim klimama-urađajima. Takvi prostori, opravdani su sa ekonomskog ili urbanog aspekta, ali ne i sa ekološkog zato što ljudski organizam ne može duže da bude izložen veštačkim uslovima bez velikih i opasnih posledica po zdravlje.

U skučenim gradskim prostorima, sa objektima visoke spratnosti i velikim saobraćajem već duže vreme

primenjuje se podzemni urbanizam. On se posebno koristi pri rešavanju nekih saobraćajnih problema u prenaseljenim gradovima za podzemne železnice, njihove stanice, zatim za podzemne prelaze ispod gradskih saobraćajnica i u njihovom sklopu koristi se mogućnost otvaranja raznih trgovinskih i turističkih objekata. U nekim većim evropskim gradovima, prave se čitave gradske podzemne pešačke ulice sa bezbroj raznih trgovina, restorana i slično. Prostori su obično arhitektonski vrlo lepo oblikovani i veoma luksuzno opremljeni.

Međutim, sa ekološke strane imaju mnogo nedostataka. Pre svega, za funkcionisanje ovakvih lokala neophodni su uređaji za veštačku klimu. To znači, osim stalne potrošnje velikih količina energije nepovoljni su za ljude koji u njima rade pri stalnim veštačkim uslovima. Negativan efekat na zdravstveno stanje, na vid, disajne organe i psihi, teško je unapred predvideti, ali su oni neosporni, jer ljudski organizam evolucijom do sada nije njima prilagođen. Osim toga, zatvorenost i siromaštvo okoline lišene bilo kakvog pejzaža, guše sve ljudske kreativne mogućnosti.

Podzemni urbanizam se i sa sociološkog stanovišta pokazao nepovoljnim, jer su u njegovim prostorima u većem procentu primećene patološke društvene pojave: kriminalitet, prostitucija, narkomanija.

Slična situacija je i sa nadzemnim objektima sa veštačkim uslovima. Često u robnim kućama, da bi se dobio veliki prodajni prostor, ovo rešavaju veštačkim osvetljenjem i klimatizacijom. Iako do sada nisu pravljene posebne analize zdravstvenog stanja ljudi koji rade u takvim uslovima, i u njima u toku dana duže borave, negativan odraz na

zdravlje je evidentan u zdravstvenim ustanovama gde se ti ljudi leče.

Dešavalo se da se iz čisto estetskih arhitektonskih razloga na objektima visoke spratnosti čitava zidna platna zastakljuju. U letnjim mesecima ovo stvara fenomen staklene bašte. Sunčevi (infracrveni) zraci propušteni kroz staklo u prostoriju, odbijeni o predmete, gube u intenzitetu te ne mogu da se vrate u spoljnu srednu, ostaju u prostoriji povećavajući u njoj temperaturu do granica neizdržljivosti za ljudski organizam. Tako se često prave neopravljive greške. Zamučeno staklo koje se u energetske krizi koristi zbog dobrih izolacionih svojstava, sa ekološke strane posmatrano, negativno je: zamračuje prostor pa se i danju korišćenje veštačkog svetla, često i klima uređaja, negativno odražava na ljudsko zdravlje, na čulo vida, disajne organe i psihičku stabilnost.

9. GRADSKI PEJZAŽ I OKOLINA

Pejzaž se u gradu degradira iz različitih razloga. Ponekad, razlozi su ekonomske prirode, ponekad degradacija nastaje iz neznanja, često zbog samovolje pojedinaca i nedovoljne društvene kontrole.

Najčešće degradirani pejzaži su: obale reka, mora i jezera zatrpane smećem, vode zamučene plivajućim otpadnim materijalima, osiromašeni prostori zauzeti nekim turističkim privremenim atrakcijama: zabavnim parkovima, autodromima, „trim“ stazama, „ski“ stazama... Degradacija pejzaža nastaje i samom izgradnjom turističkih objekata neprilagođenih sredini, višespratnih ili na drugi način neestetskih. Oni remete siluete predela. Ovo se dešava kada se raščićavaju veliki prostori radi izgradnje sportskih igrališta i terena.

Na pejzažne vrednosti prostora (predela) mogu da utiču:

a) izgradnja novih naselja: urbanih, ruralnih, turističkih, vikend naselja, industrijskih...

b) izgradnja infrastrukturnih sistema u okviru ili za ljudska naselja.

a) Podizanje bilo koga novog naselja remeti prirodnu ravnotežu i skladnost predela. Urbana i industrijska naselja, planski ili spontano (stihijski) podizana, najčešće remete prostor i retko se uklapaju u njega. To ne znači da je uvek tako i da naselja ne treba podizati da bi se pejzaž sačuvao, već to znači da je neophodna velika i opsežna studija o izboru najpovoljnije lokacije ne samo prema kriterijumima za naselja već i prema kriterijumima očuvanja predela. Ova naselja u svakom slučaju unose velike promene u predeone vrednosti.

Njihova izgradnja, i njihovo dalje širenje, povećava obim zagađivanja i još više utiče na remećenje prirodnog sklada u predelu.

U želji da se na jednom mestu izgradi što veći broj stanova, najčešće se pribegava izgradnji objekata visoke spratnosti. Ovi objekti, osim što u životnu sredinu unose niz ekoloških nepovoljnosti, remete skladnost gradskih fizičkih struktura kao i čitavog pejzaža.

Ruralna naselja su u dosadašnjoj praksi, uglavnom, spontano nastajala. Najčešće, korisnik prostora je birao lokaciju koja mu je odgovarala ili zbog blizine vode ili kvalitetnog zemljišta za gajenje kultura. Najčešće intuitivno, svoje kuće i druge prateće objekte uklapao je u prirodni ambijent bez mnogo remećenja. Materijal za izgradnju bio je onaj koji je nadohvat ruke: zemlja (ćerpič, opeka, crep), kamen, drvo.

Savremena praksa u našim krajevima negira seljački iskonski osećaj za prirodno. Želja za materijalnim primatom vodi stanovnike ruralnih naselja ka izgradnji objekata sa ve-

ćim brojem etaža, najčešće loših kopija gradskih, viđenih negde na drugom mestu.

Lokacije se najčešće ne određuju planski te tako ovakvi objekti remete pejzaž, uništavaju prirodni ambijent, estetski su često na niskom nivou, nepotrebno rasipaju energiju, doprinose uništenju ili zagađenju prirodnih izvora vode, uništavaju vegetaciju i slično.

Turistička naselja nastaju iz ljudske potrebe za racionalno korišćenje slobodnog vremena. Turizam je ljudski beg iz prenaseljenih i zagađenih sredina u čistije predele. Svaka izgradnja u prirodnim predelima je atakovanje na prirodne vrednosti, a podizanje bilo kakvog objekta remeti ravnotežu, čak i u slučajevima kada se oni prilagode prirodi: konfiguraciji terena, izboru materijala, visinskim kompozicijama predela. Objekat sam po sebi ne može da funkcioniše bez dodatnih sadržaja: pristupnog puta, energetskog izvora, snabdevanja vodom, odvođenja otpadnih voda, odlaganja smeća. A sve to u prirodu unosi rizik.

Izgradnja ski staza negativno se održava na biljni fond, kako sećom velikog drveća tako i neprekidnim raubovanjem zemljišta na stazama na kojima i leti nije moguće obnavljanje zelenog rastinja.

Vikend naselja su nove vrste ljudskih aglomeracija i nova vrsta urbanizacije. Iako nastala iz ljudske potrebe za korišćenjem slobodnog vremena u prirodi, postepeno se pretvaraju u urbanizovane zone. Čovek u njima želi komforno stanovanje pa zato i ova naselja zahtevaju iste one sadržaje koji su potrebni i u turističkim naseljima.

Najčešće vikend kuće nastaju stihijski, jer su podložne izdavanju dozvola za gradnju od lokalnih vlasti sa parcijalnim i individualnim interesima. Zato se često privatizuju najlepši prirodni predeli, vrši se prekid u kontinuitetu pejzaža, unosi se nesklad, nemir i degradacija sredine.

Da bi se obezbedila voda za piće, kaptiraju se u privatne svrhe mnogi izvori koji po svojoj prirodi treba da su društveno dobro, a izgradnjom individualnih septičkih jama zagađuju se podzemne vode i zemljišta.

b) Infrastrukturni sistem: procesanje saobraćajnica: drumskih i šinskih, prenos energije dalekovodima, vazdušni saobraćaj, velike vodne akumulacije sa hidroenergetskim objektima i postrojenjima, rudarska okna i veliki površinski kopovi, saobraćajna čvorišta, „petlje“, aerodromi i drugo, unose ogromne promene u pejzaže.

Saobraćaj i drugi objekti infrastrukture potrebni za funkcionisanje turističkih i drugih rekreativnih objekata i prostora: suvozemne saobraćajnice sa pratećim objektima (terminalima, stanicama, stajalištima, parkiralištima, električnim vodovima, cevovodima, toplanama) najčešće se rešavaju na račun šuma, livada, njiva i polja, park šuma i nacionalnih parkova. Međutim, i u ovome kao i u izgradnji naselja i kompletnoj potrošačkoj agresiji, u povećanju životnog standarda i težnji ka modernizaciji, ima mnogo preterivanja, kao i težnji da se do svakog turistički vrednog predela ili mesta, i do svakog objekta stigne nekim prevoznim sredstvom.

Njihova izgradnja u svakom slučaju remeti pejzažne vrednosti. Ali može se umanjiti skretanjem njihove izgradnje putem planiranja, ka manje vrednim područjima.

10. UGROŽAVANJE MATERIJALNIH DOBARA U ZAGAĐENOJ ŽIVOTNOJ SREDINI

U opštoj zagađenosti životne sredine nisu pošteđena ni materijalna dobra, odnosno sve materijalne vrednosti koje je i čovek stvorio.

Naročito su na udaru dragoceni svedoci prošlosti. Nenadoknadivo kulturno blago širom sveta: spome-

nici, skulpture u slobodnom prostoru kao i skulpture u sastavu arhitektonskih objekata, zatim, crkve, zamkovi, mostovi, tvrđave, kuće, biblioteke, pozorišta, manastiri, džamije, obelisci, slavoluci i drugi vredni pojedinačni arhitektonsko-građevinski objekti ili veće prostorne celine, kao i mnoga druga materijalna dobra sadašnjice, pod uticajem sve izraženijih ekoloških promena, polako propadaju ili nestaju bez traga.

Tome je doprineo i u arhitekturi i urbanizmu vladajući funkcionalizam, zaveden i proklamovan Atinskom poveljom. Prema njoj, smatralo se da su mnogi dotadašnji objekti, delovi naselja pa i gradske celine, štetni ostaci prošlosti koje je neophodno odstraniti.

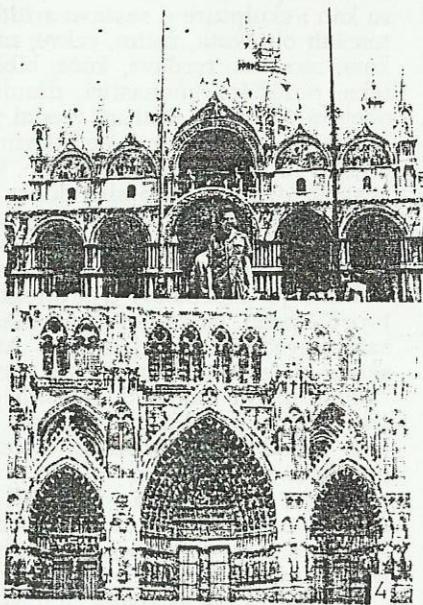
Ovakvi stavovi nisu mimoišli ni našu zemlju. Rušenjem starih objekata i naselja, dobijao se prostor za nove objekte.

Savremeni način života, industrijsko-tehnološki razvoj i sve veća zagađenost sredine, ne štede ni ono što je odolelo prethodnoj stihiji. Smatra se da 5 do 10 godina sadašnjeg zagađenja sredine razornije deluje na materijalna dobra, nego dosadašnji uticaj „zuba vremena“ prohujalih vremena.

a) Posledice zagađenog vazduha na materijalna ljudska dobra

Zagađen vazduh deluje korozivno na mnoge spomenike kulture svim onim štetnim elementima kojima je i sam napadnut u urbanim i industrijskim centrima: sumpordiodoksidom, čađu, taložnim materijama, ugljenikovima i azotovim oksidima, sulfatima, nitratima i drugim. Atmosferskim uticajem vraćaju se u obliku kiselih kiša.

Štetno dejstvo zagađujućih materija iz vazduha na materijalna dobra moguće je sagledati i golim okom. Korozivno dejstvo se ogleda na mnogim objektima od različitog materijala. Korozija je u gradovima 20 puta veća nego na selu.



Utjecaj zagađenog vazduha na spomenike kulture (Venecija, Pariz)



Uzročnici su različiti, i mogu biti:

- biološki
- fizički
- hemijski

Situacija se pogoršava time što nikada jedan uzročnik ne nastupa sam već se kombinuje sa nekim od preostala dva ili sa oba.

Biološki uzročnici deluju na mestima gde ima više vlage, manje sunca, tamo gde je higijena na nižem nivou i slično. Od njih, najčešći su: alge, mahovina, lišajevi i gljivice, koji tu u povoljnoj sredini stvaraju sebi novi biotop. Naknadno oni mogu da uslove fizičko i hemijsko razaranje pojedinih delova objekata.

Od fizičkih uzročnika najštetniji su: mraz, rđa i žega.

Higroskopnije vrste kamenog materijala od koga je obejkat (spomenik ili građevina) urađen, zadržavaju u svojim porama vodu koja se na niskim temperaturama zamrzava, a zatim razara kameni materijal.

Objekti pokriveni metalom (metalnim limovima), njihovi metalni delovi (prozori, vrata, ograde, nosači...) i spomenici u celini rađeni od metala, napadnuti su rđom, pa se na tim mestima stvaraju vidna oštećenja u obliku udubljenja — malih kratera.

Žega utiče na one delove objekta koji su već načeti nekim oštećenjima. Kiša potpomaže proces raspadanja.

Kada je reč o **hemijskim uticajima**, prvenstveno se misli na zagađen vazduh i agresivne gasove koje sadrži. Pod uticajem atmosferskih padavina, agresivni gasovi se resorbuju od kišnih kapi i povećavaju kiselost padavinama.

Agresivni sastojci zagađenog vazduha do sada su oštetili bezbroj umetničkih dela širom sveta, a posebno u starim evropskim prestonicama i središtima kulture i umetnosti. U sredinama sa većim aerozagađenjima, ovaj proces je izraženiji. Poznati su slučajevi većih i manjih

oštećenja, pa i totalnog uništenja. U sredinama gde se ne vodi nikakva evidencija niti se vrše bilo kakva istraživanja, ne može se konstatovati šta je oštećenje zbog dotrajalosti, a šta je ubrzano zagađenjima.

U onim sredinama gde su obavljena takva istraživanja (Nemačka, Austrija, Italija, Francuska, SAD) mogu se doneti i neki opšti zaključci koji mogu da važe i za ostale spomenike kulture rađene od sličnih materijala i u sličnim uslovima.

Najviše su ugroženi oni spomenici koji su građeni prirodnim kamenom mineralnog sastava manje tvrdoće. A takvi su uglavnom svi spomenici rađeni pre početka čelične ere i ere armiranog betona, najavljene Ajfelovom kulom na svetskoj izložbi u Parizu 1899. godine.

Najčešće upotrebljavani kamen je pešćar ili peščani škriljac (zbog lake obrade), a za skulpture mermer. Kako je vezivni sastav ovakvog kamena krečnjak, to se on pod uticajem zagađenog vazduha, a naročito sumpordioksida raspada, pretvarajući se u gips. Gips je trošan, kruni se i opada. Ovakvo razaranje spomenika teško je zaustaviti, a još teže takav spomenik renovirati i sačuvati od daljeg propadanja. Kod drugih vrsta stena koje se upotrebljavaju u građevinarstvu, minerali koji su osnovni sastojci svakog kamena menjaju se u lako rastvorljive soli pod uticajem zagađujućih materija iz vazduha, a uz pomoć atmosferskih padavina. (Međutim, valja napomenuti da je mermer veoma otporan na aerozagađenja).

Kristalizacijom soli koja se pod uticajem vlage obnavlja gornje površine kamena orapave, higroskopnije su, omekšavaju, krune se i opadaju.

U daljem izlaganju navešćemo poznate slučajeve propadanja i oštećivanja poznatih spomenika umetnosti, kulture i prošlosti.

— Drevni Akropolj u Atini i u njemu čuveni Partenon, odoleo je toku

prohujalih vekova, a poslednjih decenija dvadesetog veka zagađeni vazduh toliko nagrizi i u prah pretvara delove njegovih snažnih zidina, da ako se ne preduzmu ozbiljnije mere, posebne zaštite možemo očekivati da u skoroj budućnosti propadne. Preduzeti radovi na njegovoj sanaciji su veoma komplikovani i skupi.

— Kameni blokovi raznih vrsta kojima je zidana Kelnska katedrala, jedan od najlepših spomenika gotске arhitekture, veoma su oštećeni zagađenjima iz vazduha. Iako razne vrste kamena pokazuju i različitu otpornost prema štetnim uticajima, u celini, katedrala je veoma oštećena i stručnjaci vode borbu za pronalaženje odgovarajućeg načina dalje zaštite i sanacije.

— Rimljani sada veoma skupo plaćaju svoju grešku. Kroz delove starog Rima: Foro Romano i Foro Imperiale, prolazila je jedna od gradskih saobraćajnih arterija. Zagađenja od izduvnih gasova mnogo su oštetila veliki deo sačuvanih građevina. Posebno je stradao bareljef na Trajanovom stubu, čija restauracija traje čitavih 10 godina.

— Kip slobode u Njujorku, je veoma oštećen zagađenjima iz vazduha pa je bio podvrgnut velikim popravkama.

— Najpoznatiji spomenik srednjeg veka u Nemačkoj, katedrala u Frajburgu, u svoje vreme zidana peščanim škriljcem, ima velika oštećenja na fasadi, koja su nastala pod uticajem sumpordioksida iz izduvnih gasova automobila, industrijskih dimnjaka velikog grada i brojnih ložišta domaćinstava i ustanova. Sumpordioksid iz atmosferskih padavina, rastvara škriljac kao i vezivni malter između kamenih blokova, pa su tako oštećeni veliki delovi katedrale.

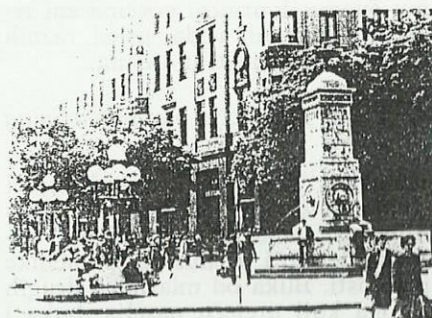
— Jasna Poljana (mesto u kome je živio i radio L. N. Tolstoj) sa prekrasnom park-šumom u kojoj je veliki broj drveća posadio pisac lično,

ugrožena je zagađivačima vazduha iz obližnje hemijske industrije amonijaka. Azotovi oksidi truju drveće, posebno četinare.

— Veliki broj skulptura u slobodnom prostoru, kao i drugi spomenici ili delovi pojedinih objekata, u jednom od najzagađenijih gradova Evrope — Minhenu, posebno su ugroženi. Mnogi portali i nadgrobne ploče, od izuzetne vrednosti, rađene od crvenog mermera, tiho propadaju. Ovaj mermer se odlikuje kalcitnim delovima koji se ističu u nepravilno raspoređenim tonovima kamena. Kroz obojene delove kamena prodiru u dubinu sulfatna jedinjenja iz zagađene sredine, utiču na kristalizaciju sulfata gipsa i magnezijuma, koji potiskuju gruvice krečnjaka iz kamenog tkiva napolje, pa tako površine omekšavaju i otpadaju. Na taj način su u Minhenu oštećeni, u umetnosti veoma poznati epitafi od pomenutog mermera na fasadama katedrale Franenkirhen i Peterkirhen. Takođe i Marijin stub.

— Pre 19. veka, u Minhenu i drugim gradovima srednje Evrope, često je korišćen zeleni pešćar iz Bad Abaha. Njime su rađene stara Pinakoteka, Državna biblioteka, crkva Svih svetih i delovi rezidencije. Svi ovi objekti su manje ili više oštećeni, ali je oštećenje najizraženije na Pinakoteci.

— Česma na Terazijama u Beogradu strada od izduvnih gasova koji deluju korozivno na pešćar. U Beogradu su i drugi vredni objekti pod uticajem raznih agresivnih zagađivača, posebno saobraćaja: spomenik Vuku Karadžiću, zgrada Univerzitetske biblioteke, konak kneza Miloša u Topčideru, skulptura utopljenika na Manježu, Mnogi objekti u Ulici kneza Mihaila, Obilićevom vencu, Ulici Lole Ribara, Siminoj, Velike stepenice na Kosančićevom vencu, objekti u Karađorđevoj ulici. Zidani i drugi objekti na Kalemegdanu, u Botaničkoj bašti, spomenik Neznanom junaku na Avali i drugi. Među-



Uticaj zagađene sredine: Konak kneza Miloša u Topčideru, Česma na Terazijama (Beograd)

tim, teško je bez posebnih ispitivanja konstatovati koja su oštećenja izazvana agresivnim sastojcima a koja ljudskom nebrigom.

— Najdrastičnije propadanje umetničkog blaga kao posledice dejstva štetnih gasova u vazduhu okoline, zabeleženo je u jednom od najlepših gradova sveta i riznici umetnosti i kulture Veneciji, u kojoj je svaki pojedini objekat već i sam za sebe umetničko delo. Od ukupno 420 starih venecijanskih palata, prema nalazu italijanskih stručnjaka, već ih je 300 do 350 u stanju propadanja. Izračunato je da godišnje propadne oko 6% mermera sa površine mnogih građevina.

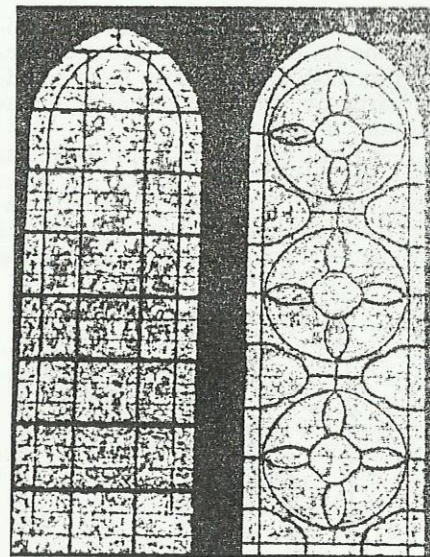
— Egipatski spomenik kulture poznati obelisk Kleopatrina igla za zadnjih 100 godina, od kako je 1881. godine Ismail Paša poklonio Njujorku, više je oštećena agresivnim sastojcima iz vazduha mnogoljudnog

grada, nego prethodnih milenijuma u ekstremnoj afričkoj klimi.

— U Minhenu, kao i u mnogim drugim starim evropskim gradovima, od 15. do 18. veka ima dosta sačuvanih umetničkih dela od bronzе i drugog metala, a naročito skulptura u sklopu raznih građevina. Na većini od njih pojavila su se korozivna mesta, čitavi mali krateri, i to na mestima na kojima se prethodno nataložila čađ ili rđa. Većina je izložena direktnom uticaju zagađujućih materija iz izduvnih gasova saobraćajnih sredstava.

— Bronzane skulpture konja iz nad portala svima dobro poznate crkve Svetog Marka u Veneciji, korodirale su zbog nečistog vazduha. Ova skulptura izlivena u bronzi u vreme Aleksandra Velikog, prebačena je 1204. godine iz Konstantinopola u Veneciju u vreme kada su Mlečani osvojili Istočno Rimsko Carstvo. Uprkos proteklim vekovima, pod udarcima raznih klimatskih nepogoda skulpture su odolele. Međutim, pod uticajem sadašnje zagađenosti vazduha, skulpture su izgubile po 2 mm metala po svojoj površini. Ovi procesi korozije metala direktno su zavisili od vlažnosti vazduha i njihove zasićenosti agresivnim sastojcima. Poznato je da su danas velikim delom atmosferske padavine uglavnom kisele kiše.

Uticaj zagađene sredine nije miomishao ni mnoge vredne vitraže. Ovi crteži na staklu, kao važni elementi srednjovekovne kulture, nalaze se u mnogim katedralama i zamkovima u raznim evropskim gradovima. Za proizvodnju stakla na kome su crteži rađeni, korišćena je potaša jer ima nisku tačku topljenja. Stalnim porastom procenta potaše pod uticajem zagađenog vazduha, otpornost i samoga stakla je opala. Boja na staklu je još ugroženija. Da bi se povećala lepota srednjovekovnog slikarstva na staklu, boja je prevlaćena u tankom sloju finog crnog lota



Uticaj zagađenog vazduha na vitraž (Pariz)

(mešavina feroksida i staklenog praha). Tako tanak sloj fine boje nije mogao da opstane pod uticajem agresivnih sastojaka zagađenog vazduha. U istoriji umetnosti poznati barokni prozor na katedrali u Augsburgu i slike na staklu u Patroklji (katedrali u gradiću Sest) su samo dva od mnogih teško oštećenih vitraža.

— U našoj zemlji, posebno su ugrožena materijalna dobra najzagađenijih industrijskih centara: Loznice, Šapca, Bora, Trbovlja, Pančeva, Zenice, Obrenovca...

b) Uticaj agresivnih sastojaka iz zagađene vode na materijalne vrednosti

Zagađena voda destruktivno deluje na mnoge objekte izgrađene u priobalnim delovima reka, mora, jezera. Mnogi mostovi, dokovi, pristanišne i druge građevine, podignute nekada na čistim vodama, sada pod uticajem raznih agresivnih hemijski razarajućih otpadnih materija u vodama, tiho propadaju. Isti je

slučaj i sa objektima koji nisu direktno na obalama već nešto udaljenijim. Prilikom poplava, šteta se udvostručuje: od vlage i od štetnih sastojaka u vodi.

— Katastrofalnom poplavom u Firenci (1977—78), kada se Arno izlio, velike štete bile su nanete galeriji Ufiči koja je na obali reke i mnoge druge palate bile su takođe veoma oštećene.



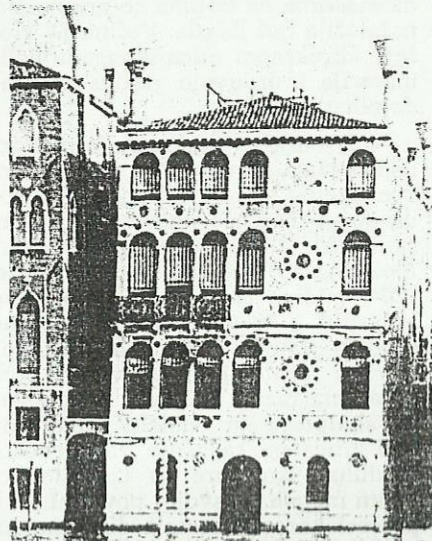
Korodirani umetnički spomenik (Firenca)
— Persej sa glavom Gargone)

— Osim što mnoge palate u Veneciji propadaju pod uticajem zagađenog vazduha, veća opasnost preti hrastovim šipovima na kojima Venecija vekovima leži. Oni sada propadaju pod uticajem raznih štetnih elemenata u vodama Jadranskog mora.

Iako Venecija ima jedinstven način života na vodi, voda istovremeno predstavlja i veliku opasnost za njen opstanak. Osim što štetno deluje na šipove, voda spira podnožja (sokla palata urađeni od istarskog kamena). Posebnu opasnost predstavljaju visoke vode — sezonske

poplave koje su posebno ugrožavale Veneciju 1916, 1936, 1951 i 1966. godine.

Između 1926. i 1970. godine, smatra se da je Venecija potonula za 11,4 cm. Ovome je u mnogome doprinela i povećana potrošnja sveže vode koja je crpljena ispod grada. Izgradnjom novog vodovoda Venecija više ne tone.



Uticaj agresivne vode na venecijanske palate

Ljudskim aktivnostima poremećena je ekološka stabilnost nivoa Jadranskog mora. Prilikom izgradnje industrijskog kompleksa u obližnjoj Porto Margeri, iskopan je dubok kanal za teretne brodove. Tada su se ispunili platoi koji su sprečavali talase od plime da prodru u Venecijansku lagunu. Danas plima dopire u lagunu i ugrožava Veneciju. Istovremeno, sada se radi na izradi i ostvarenju velikog projekta zaštite Venecije od popadanja.

c) Uticaj degradiranog zemljišta na materijalne vrednosti

Zagađeno zemljište na kome leže razni materijalni spomenici kulture,

mnoge druge građevine i čitava ljudska naselja, takođe, može biti uzrok njihovoj ugroženosti.

Podvodan teren i onaj koji je sklon eroziji, takođe, uništavajuće deluje na ljudska materijalna dobra. Ovom vrstom opasnosti posebno su ugroženi putevi i autoputevi. Poznati su mnogi slučajevi njihovog oštećenja, a takođe i rušenja mnogih objekata pod uticajem erozije. Sve ovome doprinosi poremećeni režim podzemnih voda usled raznih ljudskih aktivnosti u sredini.

d) Uticaj vibracija na materijalna dobra

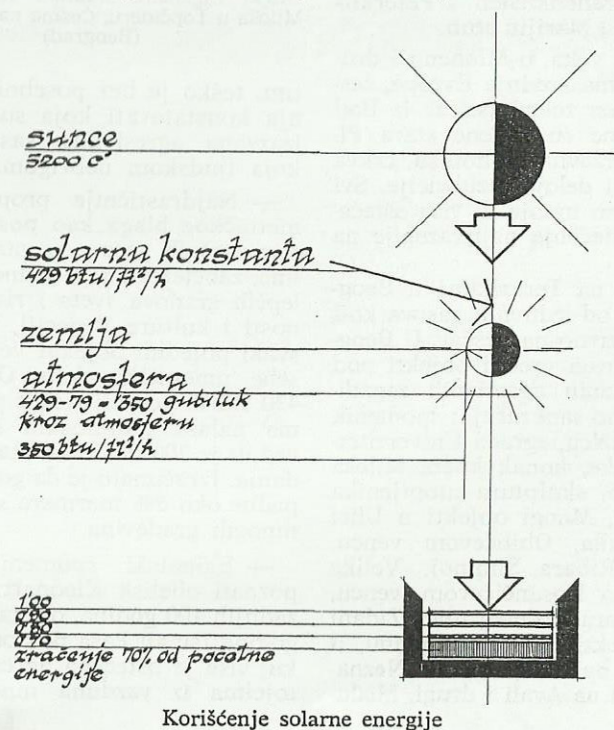
Buka i vibracije, kao zagađujući elementi životne sredine u današnjim uslovima urbanog života, razorno deluju i na mnoge spomenike prošlosti. Buka od mlaznih i drugih aviona koji preleću naselja, buka i potresi od saobraćajnih sredstava,

podrivaju mnoge temelje kao i nadzemnu konstrukciju, mnogih starih objekata prilikom čije izgradnje se još nije znalo za armirani beton, pa su im zidovi i temelji rađeni opekam i kamenom. Poznati su i mnogi slučajevi rušenja objekata naročito u vreme kada je bilo novo i moderno probijanje zvučne barijere miaznum avionima.

— Na ovaj način je veoma oštećen i u teškom je stanju Konak kneza Miloša u Beogradu u Topčideru. Slična je situacija sa Partenonom u Atini i slavolucima u Parizu i Rimu.

11. PRIMENA SUNČEVE ENERGIJE U GRADU

Da bi se rasteretila zagađenost životne sredine u ljudskim naseljima, naročito zbog čistog vazduha i manje otpadaka, značajna je primena sunčeve energije. Ona u potpunosti ne može, bar ne na sadašnjem teh-



nološkom nivou, da zameni tradicionalne izvore energije, ali u manjem obimu može.

Sunčeva energija može da se primenjuje u razne svrhe. Najčešće se primenjuje direktno ali ima već i uspešnih rešenja uređaja koji bi akumulirali energiju, pa je kasnije pretvarali iz toplotne u druge vidove.

Danas se sunčeva energija primenjuje za:

- sušenje hrane,
- zagrevanje vode,
- zagrevanje prostora,
- rashladne uređaje,
- omekšavanje i desalinizaciju morske vode,
- sunčane kuhinje,
- za dobijanje električne energije
- za rasvetu i drugo.

Omekšavanje i desalinizacija morske vode se obavlja uspešno u mnogim zemljama. Jednostavan princip je primenjen još 1892. godine u Čileu, koji je korišćen u narednih trideset godina.

Ovaj uređaj, bio je urađen u vidu velikog bazena u kome se morska voda isparavala, zagrevana preko zastakljenog krovnog pokrivača kroz koji su propuštani sunčevi zraci. Pokrivač je imao nižu temperaturu, pa se isparena voda kondenzovala i posebnim kanalima prikupljala u posebne sudove montirane na rubovima bazena. Ispareni deo vode je zamenjivan novom količinom slane vode.

Na sličnom principu ali danas mnogo savršeniji su i drugi uređaji u upotrebi.

Sunčane kuhinje su korišćene za direktno korišćenje toplote sunca za pripremu hrane. Ovi uređaji su u vidu sudova paraboličnih i sferičnih sistema ogledala (glatkih površina) koji koncentrišu energiju i neposrednim načinom zagrevaju hranu. Urađeni su kao posude, imaju prozračne poklopce preko kojih sunčeva energija prodire u sud. Jedna ovakva kuhinja je konstruisana još 1950.

godine u Indiji. Međutim, nije postala popularna iz mnogo razloga, a najvažniji je taj što ona ne može da se koristi u svako doba dana, već samo onda kada ima sunca.

Primenom solarne energije, upotreba postojećih resursa se vremenski produžava. Računa se da je samo u domaćinstvima moguća ušteda tradicionalne energije i do 50%. Analizirajući procene budućih energetskih potreba, može se očekivati da se doprinos sunčeve energije ispolji i u sledećim vidovima potrošnje:

- grejanje i hlađenje prostorija,
- za zagrevanje vode za potrebe raznih objekata: kuća za stanovanje, hotela, bolnica, industrijskih i poljoprivrednih objekata, za solorne elektane i drugo.

Godišnje potrebe za električnom energijom po jednom domaćinstvu (za evropske uslove) su sledeće:

- za grejanje prostorija 8000 kwh
- za grejanje vode 2500 kwh
- za ostale potrebe (osvetljenje, kuhinju, električne aparate za domaćinstvo) 3000 kwh

Ukupno 13500 kwh

To znači da u domaćinstvima u kojima bi se primenjivala solarne energija za zagrevanje prostorija i za toplu vodu, mogla da se ostvari ušteda i do 5000 kwh godišnje.

Kako je sunčeva energija osnovni uslov života, to se očekuje da njena intenzivnija primena neće imati negativne posledice u ekosistemu. Primena solarne energije ne treba da kao krajnji cilj omoguću samo uštedu klasične energije, već i da obezbedi smanjenje zavisnosti od drugih oblika energije, veći komfor sa neznatnim ulaganjem za održavanje uređaja i što je najvažnije, ekološki stabilan i povoljan ambijent u novonastalim naseljima u kojima bi se ona koristila.

12. SOLARNA ENERGIJA U ARHITEKTURI

Solarne energije može da se koristi:

- a) direktno i
- b) indirektno preko delova objekta (upotrebljenih materijala ili posebnih uređaja).

a) Direktno korišćenje sunčeve energije

Najrasprostranjeniji vid direktnog korišćenja solarne energije i istovremeno i najstariji jeste za sušenje poljoprivrednih prehrambenih proizvoda. To je jednostavan način sušenja prirodnih proizvoda širenjem po površini izloženoj suncu: žitarica, trave-sena, voća, povrća.

Osim ovog načina, koji je i do danas ostao takav u mnogim zemljama ili područjima neke zemlje, postoji jedan jednostavan uređaj u vidu polica-kolektora, odnosno sušilica. U primeni je u Indiji i Senegal.

Osim za zagrevanje prostora u vidu pasivnih sistema, sunčeva energija se koristi i za rashlađivanje prostora, na principu kondicioniranja vazduha. Posebno se primenjuje za čuvanje nekih namirnica, kao i za biološko i medicinsko čuvanje nekih materijala. Slični uređaji u eksperimentalne svrhe, rađeni su na principu rashladnih ciklusa. Ovi se uređaji primenjuju u SAD, Francuskoj, Šri Lanki, a koriste se za čuvanje namirnica i pravljenje leda.

b) Indirektno korišćenje sunčeve energije

Osim direktnog korišćenja, koje je u primeni još uvek u relativno malom obimu, veoma je značajno da se sunčeva energija što duže sačuva, po nekim procenama bar za vremenski period od mesec dana. Najveći problem je pitanje izbora najpovoljnijeg materijala. Za ovo su se do sada kao veoma povoljni pokazali beton i nerđajući čelik, koji bi istovre-

meno obezbedili povoljnu izolaciju od gubitaka toplote.

U primeni sunčeve energije postoje dva načina, dva sistema. To su:

- pasivni i
- aktivni
- Pasivni sistemi u korišćenju sunčeve energije omogućavaju predaju te energije pomoću zračenja na toploprovodnike ugrađene kao delove objekta. Ovi sistemi su jednostavni i jeftini, jer ne zahtevaju posebne uređaje, već se to čini izborom povoljne lokacije za objekte, zatim izborom materijala i konstrukcije za objekte, načinom zastakljivanja i ventiliranja. Povoljnim rešenjima moguće je i u zimskim mesecima u toku dana prikupiti energiju da bi ona i noću mogla da se koristi za zagrevanje objekta.

Osim za zagrevanje prostora u okviru objekata, moguće je i njihovo rashlađivanje u toku letnjih meseci. Rashlađujući efekat, kod takvih sistema, može se postići regulisanjem radijacionih gubitaka, isparavanja i ventiliranja.

— Aktivni sistemi se grade na principu pretvaranja sunčeve svetlosti, odnosno, njegovog zračenja u toplotnu energiju. Ovo se radi pomoću površina urađenih provodnicima toplote: vazduha, vode, fluida (smesa gasovitih para) ili nekog gasa, koji će apsorbovati toplotu sunčevog zračenja. Uređaji koji se rade na ovom principu nazivaju se kolektori. (bojleri).

Solarni bojleri su uređaji koji se za sada najviše koriste u primeni sunčeve energije, u stambenim, poljoprivrednim, trgovinskim i ugostiteljsko-turističkim objektima. Koriste se uglavnom za zagrevanje vode, i već duže vreme su u upotrebi u mnogim zemljama: u Japanu ih ima oko dva miliona, u Australiji oko 70 hiljada, a proizvode se i primenjuju i u SAD Velikoj Britaniji, Francuskoj, Nemačkoj, Izraelu, Grčkoj, Nigeru, Mali-u, Senegal, Alžiru... (Clarke R.)

U SAD i Australiji se uspešno primenjuju za zagrevanje vode u bazenima za plivanje. U ovim zemljama ozbiljno se istražuju mogućnosti racionalnijeg korišćenja sunčeve energije u raznim tehnološkim procesima u kojima je potrebna direktna toplota (za niske i srednje temperature).

13. EKOLOŠKI ELEMENTI U SOLARNOJ ARHITEKTURI

Dosadašnji tradicionalni tipovi i oblici ljudskih naselja teško da mogu da se prilagode situaciji primene solarne energije. Zadatak solarne arhitekture je da uspostavi tesnu vezu između objekata i životne sredine kojoj pripadaju. To znači da mora da se vodi računa o skupu mikroklimatskih elemenata, koji su istovremeno i ekološki elementi. To su:

- geografski položaj mesta (biotopa, ekosistema),
- poznavanje pravca, karaktera, intenziteta i brzine vazdušnih strujanja,
- osobine, sunčevog zračenja: broj sunčanih časova, tok promena njihovog broja u odnosu na položaj sunca u toku godine,
- temperatura vazduha (dnevna, mesečna i godišnja) i zavisnost nje od promene,
- količina padavina, oblačnost, trajanje i učestalost kao i broj kišnih dana,
- zamućenost atmosfere,
- topografija terena,
- vrsta tla,
- blizina vodenih površina,
- uticaj vegetacije i drugih prirodnih zaklona.

Svi nabrojani ekološki elementi moraju da budu obavezno prisutni pri dimenzionisanju, oblikovanju, raspoređivanju i orijentisanju objekta koji će koristiti sunčevu energiju, vodeći računa o međuzavisnosti elemenata u ekosistemima, gde će se

naselje podizati. Uklapanje postojećeg zelenog rastinja i vodenih površina, uz pažljivo odabiranje i dodavanja novih, treba da omoguće funkcionisanje tog ekosistema.

Međutim, korišćenje sunčeve energije u arhitekturi, uključuje i veliki broj ograničenja u planiranju i projektovanju objekata. To su: namena, način izvođenja, izolacije, način korišćenja. To će dovesti do tog da se, kao primarni u odlučivanju i izboru, uzimaju u obzir oni faktori koji do sada u arhitekturi nisu bili najvažniji, a to su: teren i klima (biotop i klimatop). Od značaja je pomenuti još dva faktora: raznovrsnost oblika objekata i dobro sprovedena provetrenost u njima. Raznovrsnost oblika objekata treba da je obavezan elemenat pri projektovanju, jer onemogućava uniformnost i jednostranost.

Kako ovakvi objekti treba da su dobro zatvoreni da dobro dihtuju kako ne bi gubili toplotu, dobro ostvarena provetrenost prostorija u objektima je, takođe neophodan ekološki zahtev u projektovanju.

Način grejanja do sada nije uticao na izmenu arhitekture osim u nekim detaljima, kao što je ukidanje individualnih dimnjaka prilikom prelaska sa klasičnog zagrevanja na centralno. Međutim, primena solarne energije dovodi ne samo do pojave nove morfologije u arhitekturi, već i do promene u funkciji stana i načina stanovanja u njemu. Primena solarne energije je novi faktor koji menja arhitekturu na nivou: stana, celih objekata ili naselja u celini. Ovakva nova arhitektonska rešenja imajuće za posledicu čak i izmenu dosadašnjih životnih navika.

Solarna arhitektura, naročito u projektovanju materijalizaciji stambenih, turističkih, rekreativnih, sportskih i drugih objekata, može da obezbedi čvrstu i trajnu vezu sa prirodom u forsiranoj primeni otvorenih prostora uz objekte: bašte, vrtove, atrijume, terase, verande, lođe,

balkone, nisko rastinje, cvetne partere... Osim što će zadovoljavati atavističku želju ljudi za prirodom, služiti i kao estetski elementi koji pobuđuju prijatan doživljaj. Uz to, biće delimično i prečišćivači vazduha i rasvetnici kiseonika i vlage, a sve to u kombinaciji sa zelenim zasadima.

Lokalizovanje prirodnih sunčevih priliva oko nekog većeg životnog prostora: unutrašnjeg dvorišta-atrjuma, terasa ili vrta i grupisanje stambenih prostorija oko njih, pružiće dobre ekološke uslove. Kod ovoga sistema, direktni otvori prema spoljašnjosti su veoma ograničeni i služiće samo za provetravanje prostorija, a istovremeno kao zaštita od spoljašnje buke. Ali zato najvažniji prostori i prostorije mogu da budu orijentisani i otvoreni prema zelenilu.

Solarna arhitektura mora da bude predmet planiranja na višem nivou. To znači da treba već urbanističkim planovima (generalnim i detaljnim) predvideti njenu primenu. Svaka pojedinačna rešenja treba da su deo realizacije onoga što je planiranjem predviđeno.

14. MERE ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE PRILIKOM IZGRADNJE I KORIŠĆENJA OBJEKATA I NASELJA

Kao i u svemu drugome, moguće je i u pogledu zaštite životne sredine pribеći narodnoj mudrosti i prihvatiti davno poznati stav iz uzrečice: „Bolje sprečiti nego lečiti”, što, u ovom slučaju može da važi samo za sledeće korake koje treba preduzimati u izgrađivanju sredine. Za sve ostale poteze potrebno je razumno preduzimanje raznih mera za zaštitu životne sredine.

Prema tome, uslovno možemo sve mere zaštite svrstati u dve velike kategorije:

I. mere za sprečavanje uzroka dalje degradacije, zagađivanja i uništavanja životne sredine i

II. mere za otklanjanje i ublažavanje posledica degradirane životne sredine.

Obe kategorije treba da se primenjuju u svim procesima planiranja, korišćenja i održavanja objekata i celina u urbanim sredinama, i to prilikom:

- a) odlučivanja
- b) finansiranja
- c) planiranja
- d) projektovanja
- e) rekonstrukcije
- f) materijalizacije-realizacije
- g) ponašanja — korišćenja
- h) održavanja
- i) kontrole

a) Odlučivanje

U fazi odlučivanja mora i treba da se razmotre svi uslovi i opravdanost podizanja bilo koga novog objekta ili bilo koje intervencije u prostoru, uz stalnu selekciju. To isto važi za proizvodnju svakog materijala ili predmeta. Naročita pažnja treba da se posveti svim objektima, novim prostorima ili stvaranju novih materijala koji će na bilo koji način ugrožavati svojom proizvodnjom, svojim nicanjem, radom ili postojanjem bilo koji medijum životne sredine. U ovoj fazi je veoma važno razmatranje potreba za novim količinama energije i resursa za obavljanje delatnosti o kojoj je reč. Ostalim fazama treba da prethodi ekološka studija!

Na primer: ako treba da se gradi neka nova saobraćajnica treba da se dobro razmotre svi uslovi za to: da li je neophodna, šta se njome postiže, koliko će za njenu izgradnju biti potrebno energije, koje, koliko i kojih resursa, koji i koliki će prostor zauzeti, koliko će vegetacijskog pokrivača biti uništeno, koliko će zbog toga biti manje kiseonika, koliko je potrebno vode da se potroši da bi se uradio svaki potreban elemenat na njoj, koliko za njeno

održavanje, koji su i kakvi prateći objekti, koji će se odnosi poremetiti njenom izgradnjom (lanac ishrane, sociološki problemi, estetski, ekološki)... Na kraju treba dati odgovor: da li je ekološki opravdano podizanje ovakvog objekta.

b) Finansiranje

Finansiranje može da bude pozitivan ograničavajući faktor da bi se sprečila bilo kakva nepoželjna proizvodnja koja bi unela negativne efekte u životnu sredinu. To znači da bi finansiranjem moglo da se spreči podizanje objekata ili pravljenje nepotrebnih, suvišnih i onih koji nisu neophodni za život i preživljavanje. Finansijskim olakšicama može da se podstakne izrada ili uvoz nezagađujuće (manje zagađujuće) tehnologije ili opreme, oslobađanjem od poreza i slično.

c) Planiranje

Planiranjem u svim fazama moguće je izbeći ili povoljnim rešenjima sprečiti bilo kakvo zagađivanje, degradiranje ili neumereno trošenje energije, resursa i prostora. U ovoj fazi je neophodan integralni pristup društveno korisnog (ili neophodnog) i prostorno umerenog razvoja nekog područja, nekog naselja, njegovog dela ili proizvodnje bilo kojih predmeta. Ova faza mora da sagleda sve ono unapred što bi moglo da poremeti bilo kakve odnose ili da nanese bilo kakvu štetu, svojim postojanjem, proizvodnjom ili korišćenjem.

d) Projektovanje

Projektovanje ne mora da se odnosi samo na građevinski objekat, već donošenje bilo kakvih rešenja, tehnoloških procesa, dizajna ili drugog za konkretna rešenja u bilo kojoj ljudskoj delatnosti.

Ako je u pitanju građevinski objekat (s obzirom da se njihovom izgradnjom uvek remete odnosi u ži-

votnoj sredini) projektovanjem je moguće davati optimalna rešenja, optimalan izbor građevinskog materijala i na taj način i pre izgradnje objekta sprovesti mere zaštite da bi se sprečili uzroci degradacije mikroklima u okviru tog objekta, ili izborom povoljne lokacije i položaja tog objekta u istom cilju. I obrnuto, u fazi projektovanja doneti sva potrebna rešenja u pogledu sprečavanja novih uzroka degradacije vazduha, vode, zemljišta, vegetacije... kako objekat ne bi remetiо procese u sredini.

e) Rekonstrukcija

Rekonstrukcija objekata ili prostornih celina pruža priliku da se uklone prethodne posledice negativnih efekata u životnoj sredini i pežazu grada. Na primer: izborom novog povoljnijeg i manje zagađujućeg rešenja toplifikacije, zatim ugrađivanjem nove opreme i uređaja u industrijske objekte, ublažavanje posledica zaštitnim zonama zelenila, estetskim oblikovanjem, rekonstrukcijom saobraćajne mreže zbog štednje energije, eliminacije ili ublažavanja dejstva buke i drugo.

f) Materijalizacija — realizacija (izvođenje, izgradnja)

U realizaciji projekata ili planova za intervencije u prostoru, mogu da se izbegnu eventualne negativnosti koje su propusti prethodnih faza, ili da se u toku realizacije — izvođenja pridržava usvojenih kvalitetnih rešenja. Tok realizacije treba da je takav da izbor tehnoloških rešenja, mehanizacija, promet materijala i ljudi ne remeti okolinu.

g) Ponašanje (korišćenje prostora, objekata ili predmeta)

Ponašanje, odnosno korišćenje prostora, objekata ili predmeta (aparata, uređaja, mašina ili raznih sredstava) od strane korisnika je vezana

za ekološku svest i urbanu kulturu, kulturu stanovanja i socijalizaciju ličnosti — pojedinaca. Ovim, ukoliko postoje uslovi, mogu da se izbegnu uništavanja i degradacije sredine, destrukcija prema izgrađenoj ili prirodnoj sredini, unošenje otpadnog materijala i slično.

h) Kontrola

Nijedno društvo nije dovoljno svesno da podesi svoje navike i ponašanje prema okolini i drugim ljudima, ukoliko utvrđene ljudske i civilizacijske norme življenja nisu podvrgnute nekoj vrsti kontrole. Zbog toga je na svim pomenutim nivoima delatnosti neophodno organizovati kontrolu.

i) Održavanje

Svaki objekat, svaki uređeni prostor, izrađeni predmet, sredstvo, mašina, traže pažljivo rukovanje ili održavanje. Održavanje ima za cilj da manje remeti red u sredini, da pro-

duži vek trajanja onome o čemu je reč, čime se u krajnjem ishodištu štedi energija i druge vrste materijala za pravljenje novoga. Održavanje sopstvene sredine istovremeno u socijalnom smislu znači i humanizaciju.

Međutim, sve pomenute mere su povezane jedne sa drugima i prekidi u biloj kojoj od pomenutih faza znače degradaciju. Takođe, ne može se dati prioritet nekoj od njih, jer svaka može da ima neprocenjiv značaj u zavisnosti od prostora i svih drugih prirodnih i društvenih okolnosti. Mere se moraju preduzimati kompleksno kako bi bile efikasne, i potrebno ih je preduzimati, kada je reč o prostoru, na svim nivoima:

- nivou svakog objekta,
- nivou manjeg prostora: naseljenog mesta, grada, opštine, regiona ili njihovih delova,
- na nacionalnom nivou jedne države i
- na međunarodnom — globalnom nivou.

Buka

1. BUKA KAO FENOMEN, POJMOVI, OSOBINE

Buka je zvuk koji je neprijatan za uho. To je svaki nepoželjan zvuk, ali dovoljno jak da bi se izdvojio od ostalih. Osećaj buke je subjektivan i ne doživljava se kod svih ljudi na isti način. Ono što je jednoj osobi buka, to isto neko drugi na drugi način prima.

Buka je neprijatan sastojak savremenog života, ne samo u urbanim i industrijskim zonama, već i u ruralnoj sredini. Nekada su ljudi bili izloženi buci koja je poticala jedino od prirodnih fenomena: grmljavine sa praskom groma, eksplozije vulkana i podzemnih tutnjava tektonskih poremećaja, huke vetrova i morskih talasa, rike životinja. A zatim, sa pojavom raznih zanata, kod kojih je buka neizbežna, samo određeni broj ljudi je bio ugrožen (kovači, kujundžije, zvonari, bubnjari).

Danas gotovo da nema naselja ili radnog mesta koje nije manje ili više izloženo buci. Smatra se da je buka najrasprostranjenija i najozbiljnija opasnost savremenog urbanizovanog stanovništva.

Prema podacima iz literature, u poslednjim decenijama ovoga veka, komunalna buka se u svim većim urbanim centrima sveta povećala u proseku za 10—12 dB. Prema nekim autorima, od ukupnog broja osoba koje imaju tegobe prouzrokovane

komunalnom bukom u 70% slučajeva uzrok je buka čije je poreklo saobraćaja. Prema V. Knudsenu, građani SAD su izloženi buci koja se u poslednjih 30 godina prosečno povećava za 1 dB godišnje.

Znači, buka je nepoželjan ili neprijatan zvuk. Zvuk je niz promena bilo pritiska, pomeranja čestica mehaničkog napona ili kakvog drugog naprezanja koje se javlja u elastičnoj ili viskoznoj sredini.

Prema drugoj definiciji:

Zvuk je osećaj koji se prima preko organa sluha izazvan promenama vazdušnog pritiska, odnosno, zvuk je sve ono što čujemo.

Međutim, nije svaka promena vazdušnog pritiska zvuk. Ultrazvuk se nalazi iznad gornje, a infrazvuk ispod donje čujne frekvencije granice zvuka.

Buka, odnosno zvuk nastaje kada oscilacije u vazduhu u vidu longitudinalnih talasa stignu do našeg uha. Učestalost tih talasa se nalazi u rasponu od 20—20000 oscilacija u jednoj sekundi, a to je 20—20000 Hz. Herc (Hz) je jedinica za frekvenciju, nazvana tako po nemačkom fizičaru Hajnrihu Hercu (1857—1894).

Zvuk nastaje pravilnim vibratornim kretanjem molekula materije u čvrstim telima, tečnim i gasovitim fluidima. Zvuk ne može da se pros-

tire u bezvazдушnom prostoru. Za njegov postanak i prenošenje neopodnožna je materija. On nastaje na mestu gde vazdušni sloj dodiruje telo koje vibrira pa na tom mestu dolazi do zgušnjavanja vazdušnih slojeva koji se šire u vidu zvučnih talasa. Buka nastaje nepravilnim treperenjem čvrstih, tečnih i gasovitih materija čije se oscilacije prenose do uha.

Telo koje treperi stvara zvučne talase. Svaki treptaj stvara jedan talas.

Talas ima: svoj breg, dolinu, amplitudu i frekvenciju. Zvučne talase karakteriše učestalost kolebanja elastičnih tela koja se određuju brojem frekvencija i izražava se u hercima. Čovečije uho može da primi od 16—20000 Hz. Zvučni talasi frekvencije manje od 16 Hz se ne čuju. To je infrazvuk, a takođe ni talasi veće frekvencije od 20000 Hz se ne čuju, to je ultrazvuk. Najbolje se primaju zvučni talasi frekvencije 500—4000 Hz.

Vibracije (potresi) su zvučni talasi frekvencije manje od 16 Hz. Osećaj vibracije nastaje usled mehaničkog delovanja na telo, treperenjem podloge na kojoj se čovek nalazi ili na kojoj je mašina (odnosno izvor buke) koja proizvodi vibracije. One su štetne za ljudski organizam, mogu da izazovu razne smetnje i neprijatan osećaj, posebno ako dugo traju.

Šum je nepravilno treperenje čestica materije bez stalnih frekvencija i stalnih amplituda. Prasak je iznenadni kratkotrajni zvučni fenomen, sa strimim i naglim usponom i padom amplitude.

Kod zvuka (buke) se razlikuje: boja, jačina i visina.

Jačina zvuka se određuje količinom energije potrebne za prenos zvučnih talasa u jedinici vremena na jedinicu površine.

Boja zvuka se određuje sastavom oscilovanja.

Visina zvuka se određuje frekvencijom — kod viših frekvencija i zvuk je viši i obrnuto.

Buka može da bude različite jačine u zavisnosti od mesta, izvora, uslova i prostora u kome se ona javlja. Ponekad čak i kad nije dovoljno jaka ona može da bude neprijatna, jer remeti neku aktivnost (na primer žagor ljudi u koncertnoj ili pozorišnoj sali). Nivo buke može da bude različit pa je zbog toga potrebno da se odredi njena jačina.

Jedinica jačine zvuka jeste BEL. Za jedinicu mere zvuka u praksi se uzima 10 puta manja jedinica DECIBEL a označava se u dB.

Fon je jedinica glasnosti. Zvuk, odnosno buka jačine 1 dB, frekvencije od 1000 Hz jeste 1 fon. Znači da se 1 dB i 1 fon poklapaju pri frekvenciji od 1000 Hz.

Veoma je značajno da se odredi jačina koja ometa čoveka, odnosno nivo buke od najmanjeg ka najvišem mogućem koji može da se izdrži. Zbog toga se ustanovljavaju:

- prag čujnosti i
- nivo osećaja bola

Prag čujnosti je minimalna vrednost jačine zvuka koju uho može da primi. Osećaj bola se javlja kod oscilacija velikih jačina koje uho može da podnese. To znači da kada se prekorači određena granica nivoa zvuka, tada može da dođe do oštećenja sluha bez obzira da li se određena granica naziva bukom ili zvukom.

Značajna osobina buke jeste nivo buke. Nivo buke je isto što i nivo zvuka. Nivo zvučnog pritiska se definiše obrascem:

$$L = 20 \log_{10} (p/p_0) \text{ dB}$$

pri čemu je:

p — vazdušni pritisak

L — nivo zvučnog pritiska (nivo zvuka ili zvučni nivo)

p_0 — prag čujnosti, odnosno $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$

Pa — Paskal (jedan paskal je 1 njutn po m²), što odgovara pragu čujnosti od 1000 Hz.

Nivo zvučnog pritiska (nivo buke) izražava se u decibelima. Prolaskom zvuka kroz neku pregradu ili središtu, javljaju se gubici pa tada zvuk slabi.

Razlika nivoa jačine zvuka koji pada na pregradu i onog koji izlazi iz nje, naziva se izolacionom moći ili zvučnom izolacijom te pregrade.

Izolaciona moć se obeležava sa R i izražava u dB.

Za prozore ona je: od 25 do 35 dB

za vrata od 20 do 30 dB,

za zidove od 40 do 55 dB

Nivo buke može da bude:

— trenutni nivo buke (udar ili kada se zalupe vrata) i

— srednji nivo (izračunata srednja vrednost u svakom minutu za posmatrani vremenski interval).

Radi stvaranja jasnije predstave o buci na tabeli 50. su prikazane približne vrednosti nivoa buke od različitih izvora i u različitim situacijama.

Jačina buke koja godi uhu je izražena u decibelima: šum lišća ili šapat (od 10—30 dB), koraci i žagor u nekoj prostoriji gde je okupljeno više ljudi (od 30 do 50 dB), podnošljiva je buka: klima uređaji, transportna sredstva na odstojanju od 150 m, buka aviona i slično (od 50—140 dB).

Granica podnošljivosti je 140 dB kada se javlja bol, na 150 dB nastaju mehaničke povrede uha, a iznad 170 dB može da dođe i do smrti, čak i zdravog čoveka. Međutim Kylin smatra da je prag rizika 90 dB.

Prema sovjetskim propisima, nivo i jačina buke i njihove karakteristike date su u tabeli 51.

Tabela 50 Vrednost nivoa buke

Karakter i izvor buke	Nivo jačine dB
1. šum lišća pri slabom vetru	10—20
2. tihi šapat na rastojanju od 1 m.	20—30
3. tiha seoska sredina noću	30
4. koraci	30
tiha periferija danju	40
5. žagor u srednje posećenom restoranu — trgovački centar	50
6. buka u srednje prometnoj ulici	
klima uređaji na 20 stopa udalj.	60
7. glasni govor autobusa na udaljenosti 150 m	70
8. buka teretnog automobila, kamion i motocikl udaljen 150 m	80
automobil udaljen 150 m	
9. buka u prometnoj ulici, voz i podzemna železnica na 150 m.	90
10. mlazni avion na visini 300 m	100
11. zvuk automobilske sirene na rastojanju 5—7 m	110
12. buka turbomlaznog motora na rastojanju 10 m.	140
13. buka turbomlaznog motora sa forsazom	150
14. prag bola	140
15. mehanička povreda uha	150

(Gala A.)

Tolerancije podnošljivosti buke u Sovjetskom Savezu su drugačije od naših. Od praga čujnosti koji je na 0 dB, pa do srednje jačine razgovora na rastojanju do 1 m. nivoi se kreću u dozvoljenim granicama do 65 dB, a granice podnošljivosti buke su do 130 dB, kada se javlja osećaj bola kao na primer u blizini uključenog avionskog motora. U svakom slučaju, buka ne bi smela da prelazi jačinu preko 65 dB jer tada može da škodi zdravlju.

Na osnovu toga može da se zaključuje da je higijenski maksimum u stambenim naseljima: od 35—45 dB a u industrijskim zonama do 65 dB.

Tabela 51 Nivo i jačina različitih izvora buke

Izbor buke	Nivo jačine dB	Karakteristična jačina buke
1	2	3
1. prag čujnosti	0	
2. otkucaji džepnog sata na rastojanju od 1 m	20	tišina
3. šapat na rastojanju 1 m čitaonica, tišina u stanu	30	
4. šapat na rastojanju 0,3 m	40	slab
5. poluglasan razgovor na rastojanju od 1 m	50	
6. Srednje jačine razgovora na rastojanju 1 m	60—65	umerena buka
7. srednje ulična buka, pokretni, pišača mašina	70—75	
8. glasan govor na rastojanju 1 m, telegrafski aparati	80	jaka buka
9. buka teretnog automobila u pokretu na 1 m rastojanja	80—85	
10. jak krik na rastojanju 1 m, snažan ventilator	90	
11. pucanj automatskog revolvera	90—95	vrlo jaka buka
12. strugara, buka u kabini aviona	100	
13. pneumatski alat	110—115	zaglušno
14. buka u blizini uključujućeg motora aviona (osećaj bola)	120—130	

(Slovin I.)

2. IZVORI BUKE

Izvori buke su različiti, jer ih ima na raznim mestima, kako u zatvorenom prostoru, tako i na otvorenom. Buka može da se javi: u stanu, na spratu (prenos po horizontali), u zgradi (prenos po vertikali), na ulici (stambenoj ili na saobraćajnici), u naselju, u gradu, na farmi (seoskom domaćinstvu) u fabrici i svim drugim radnim mestima.

Izvori buke su bezbrojni: motorna vozila i razni drugi saobraćajni i transportni sistemi, pneumatski alati, mlazni i turbomlazni avioni, naprave koje proizvode ultrazvuk, sportska kola i motocikli bez prigušivača, građevinske i drvodeljske mašine, razna druga industrijska postrojenja, naprave za proizvodnju i emitovanje muzike, razne vrste oružja, komunalni uređaji: liftovi, ventilatori, aspiratori i drugo i na kraju sam čovek: vikom u kući, na radnom mestu, na ulici... Pošto su izvori buke različiti oni mogu da se definišu na različite načine: ili kao grupa izvora (na primer buka od saobraćaja), ili kao pojedinačni izvori (buka od automobila, od tramvaja, voza i slično).

U SAD je izvršena klasifikacija buke prema izvoru u četiri kategorije: To su:

- 1) građevinske mašine i oprema,
- 2) transportna sredstva i uređaji (uključujući i rekreativno-sportski saobraćajna vozila i sredstva),
- 3) svaki motor ili mašina takođe svaki uređaj koji u sebi sadrži motor ili mašinu) i
- 4) električni ili elektronski uređaji i postrojenja.

Iz ovih kategorija prema njihovom štetnom dejstvu na zdravlje ljudi, posebno su izdvojene sledeće tri grupe:

I grupa: srednji i teški kamioni i ručni pneumatski čekići. To je grupa na koju se posebno mora

obratiti pažnja prilikom korišćenja kako u radnoj sredini tako i u prostoru, da ne remeti mir stambenoj ili drugoj vrsti zona.

II grupa: motocikli, autobusi, samohodna oprema, kamioni-hladnjače i kamioni za iznošenje smeća.

III grupa: dostavna vozila, motorni čamci, motorne testere, auto gume, pneumatske i hidraulične alatke, mašinski čekići, baštenski mašinski alat i oruđe, kao i specijalni uređaji na kamionima.

Međutim, ovde bi, verovatno morala da dođe još jedna veoma velika i značajna grupa koja mnogo utiče na ljudski sluh, a to su zvučnici i elektronski muzički aparati. Ova klasifikacija izvora buke u SAD objavljena je godine 1972. pa je verovatno to ispušteno jer, njihova masovna primena je u kasnijim godinama.

Karakteristike izvora buke mogu se uslovno svrstati u sledeće tri grupe:

- a) prostorne,
 - b) vremenske i
 - c) akustične
- a) prostorne karakteristike izvora buke se odnose na njihov način rasprostiranja u zavisnosti od toga da li su izvori buke:
- statični ili su
 - mobilni
- b) vremenske karakteristike buke se odnose na vreme trajanja: to mogu biti izvori stalne buke i izvori promenljive buke.
- c) akustične karakteristike su vezane za prostiranje zvuka i osećaje koje on izaziva, a to su:

- jačina buke,
- spektar i
- usmerenost.

3. PRENOS I PRIJEM BUKE

Osim izvora, kod buke razlikujemo još i:

- a) putanju rasprostiranja (prenosa) buke i
- b) prijemno mesto

a) Putanja prenosa buke je značajna za kasnije preduzimanje mera zaštite. Prema vrsti, putanja može da bude: nepokretna ili promenljiva, u jednom od tri agregatna stanja (čvrsta tela, tečnosti i gasovi).

b) Prijemno mesto je ili prostor u kome se oseća uticaj buke ili organizam (organ sluha-uho) koji je izložen buci. Prijemno mesto može da bude na primer ceo grad ili naselje izloženo buci od automobila, ili u nekoj radnoj prostoriji uho radnika. U svakom slučaju, krajnji prijemnik i jeste organ sluha čoveka.

Organ sluha čoveka je veoma složen sistem. On se sastoji od: spoljašnjeg, srednjeg i unutrašnjeg uha. Zvuk se prima spoljašnjim delom i upućuje preko srednjeg do unutrašnjeg.

Zvuk se u uhu menja, prvo njegove osobine, a zatim se pretvara u mehaničke vibracije, koje usput menjaju svoje karakteristike i konačno se transformišu u neuroelektrične impulse. Oni se preko slušnog živca prenose do moždanih centara. Rad celog mehanizma zavisi od karakteristika zvuka, što znači da je njegov način rada drugačiji za svaki zvuk. Proces je još komplikovaniji jer taj rad zavisi od toga kakav je bio prethodni zvuk. (Simonović i dr.)

Subjektivne smetnje se manifestuju u vidu osećaja jačine buke, a zavisne su od ostalih karakteristika zvuka kao i od osetljivosti organa sluha određene ličnosti.

Pomenute tri komponente buke:

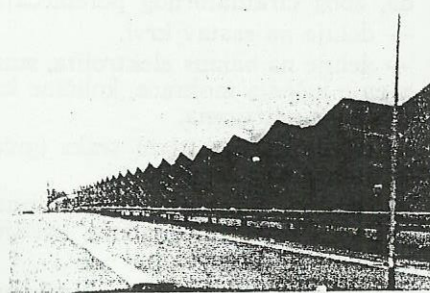
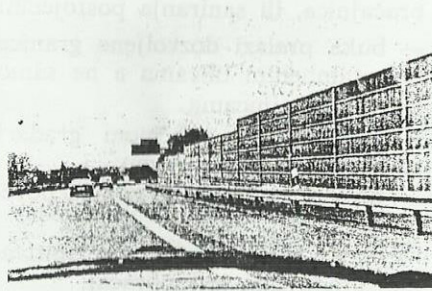
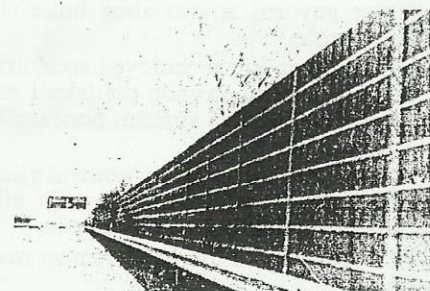
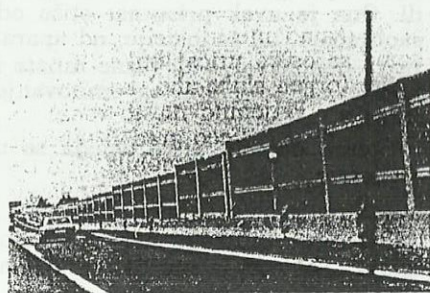
- izvori (generatori) buke,
- putanja prenosa buke i
- prijemnik buke, značajni su za kontrolu nivoa buke i kasnije predu-

zimanje mera za umanjeње uticaja buke. To znači, može da se utiče na promenu izvora buke, može da se utiče na povećanje rastojanja od toga izvora do prijemnika ili prijemnik buke može da se izoluje.

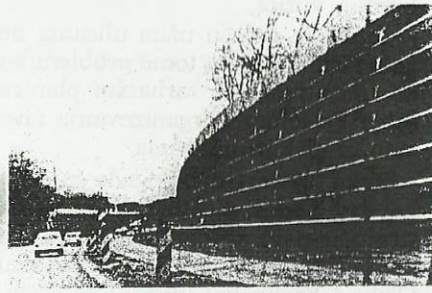
Buka je posebno izražena u gradskoj sredini. Ona je različita u raznim gradovima kao i pojedinim delovima istoga grada. Buka se menja u zavisnosti od ljudskih aktivnosti u tome gradu i od korišćenja razne mehanizacije i drugih sprava. Zavis-

na je od atmosferskih uslova, topografije, karaktera iskorišćenja prostora.

Opšta gradska buka varira od 40 dB u jutarnjim časovima pa do 80 dB do najbučnijih dnevnih sati. Izračunato je da se svake godine nivo buke povećava za 1 dB u bučnim gradskim stambenim zonama. Najveći izvori buke su u većini gradova, automobili i druga vozila gradskog saobraćaja i transportnih sistema koji prolaze kroz gradove.



Zaštitnici od buke na autoputevima



(Z. Nemačka, Holandija)

4. VRSTE BUKE

Klasifikacija vrsta buke može se izvršiti na nekoliko načina, odnosno sa nekoliko aspekata:

- a — prema poreklu nastanka,
- b — prema izvoru i
- c — prema mestu nastanka

a) Podela buke prema poreklu

Buku možemo podeliti na:

- buku prirodnih izvora i
- buku veštačkih izvora

— Prirodni izvori buke su: grmljavina, šumovi oluje i vetra, šum vode-vodopada i morskih talasa buka pri zemljotresu, buka pri erupcijama vulkana. Iako je ovako stvorena buka često veoma jaka, ona nije toliko opasna kao buka od veštačkih izvora zbog toga što je prirodna buka povremena, najčešće kratkotrajna i ograničena na manji prostor.

— Veštački izvori buke stvoreni od raznih mašina i oruđa su mnogo izraženiji u urbanoj i industrijskoj sredini.

b) Podela buke prema izvorima. Ovakva buka zavisna je od radne sredine pa se prema tome ona klasifikuje i prema mestu nastanka.

c) Podela buke prema mestu nastanka

Prema mestu nastanka buke u gradovima, možemo je podeliti na:

- buku u radnoj sredini i
- buku u stambenoj sredini (komunalna buka).

— Buka u radnoj sredini javlja se u tehnoloških procesima koji koriste razne mašine i razna oruđa kao i u poljoprivredi (kombajn i slično), šumarstvu (sekači električne testere, cirkularne pile i slično) i građevinarstvu razna mehanizacija (betonske mešalice, vibratori, bušilice, glačalice i slično), brodogradnji i metalskoj industriji, he-

mijskoj industriji (sita i mešalice) i drugo. Dešava se često da je radnik čovek izložen buci i na radnom mestu i u svojoj kući.

Zbog toga je klasifikacija buke prema izvorima u radnoj sredini značajna za analizu štetnog dejstva. To su tri tipa buke:

— buka koju pravi oruđe za rad, mašina ili uređaj na kome radnik ne radi ali je u njegovoj blizini, pa je često (ili stalno) izložen;

— buka koju stvaraju razni uređaji van procesa proizvodnje, a kojima je radnik izložen: uređaji za ventilaciju i klimatizaciju, ulični saobraćaj liftovska postrojenja i slično.

— Buka u komunalnoj sredini (urbanoj, gradskoj), se javlja u okviru stambene sredine i drugih gradskih prostora gde je čovek njoj izložen od vozila i drugih izvora buke.

Buka u gradskoj sredini se obično deli na:

- saobraćajnu buku
- buku koju stvara industrija u naseljima,
- uličnu buku raznog porekla i
- buku u domaćinstvima od raznih aparata i aktivnosti.

5. PROUČAVANJE I MERENJE BUKE

a) Proučavanje buke.

Proučavanje buke se obavlja da bi se sprečilo njeno štetno dejstvo, prvenstveno na zdravlje čoveka. Ono se obavlja sa različitog ispekta:

- medicinsko-zdravstvenog
- fizičko-tehničkog i
- društveno-pravnog

Medicinsko zdravstveno proučavanje obavljaју lekari i drugi stručnjaci iz oblasti medicine. Ova proučavanja su usmerena na štetan odraz buke na ljudsko zdravlje, na sluh, psihičko zdravlje, radnu sposobnost, životni vek i drugo.

Fizičko-tehnički aspekt proučavanja buke obavlja stručnjaci raznih oblasti: fizičari, elektroinženjeri, inženjeri mašinstva, saobraćaja, građevinarstva, arhitekture. Ona obuhvataju definisanje izvora buke, merenja intenziteta i načina prenosa, mogućnost ublažavanja ili eliminisanja, mere zaštite.

Društveno-pravno proučavanje se obavlja radi donošenja propisa, normi i standarda, donošenja i sprovođenja mera, načina finansiranja i drugo. U ovaj delokrug rada se uključuje veći broj stručnjaka raznih profila: pravnici, ekonomisti, inženjeri, lekari.

b) Merenje buke

Merenje buke se obavlja raznim instrumentima koji su danas, praktično, u stalnom razvoju.

Postupci za merenje buke su različiti i zavisni su od cilja merenja.

Za merenje buke postoje dva načina:

- a) objektivni
- b) subjektivni

a) *Objektivna merenja* su postupci kojima se određuju i prate fizički parametri u sredini u kojoj se javlja buka.

b) *Subjektivna merenja* su usmerena na procenu štetnog dejstva buke na pojedince. To su konkretne reakcije čoveka dok je izložen buci, obično na radnom mestu subjektivne procene je teško uvek utvrditi i zbog toga je kombinacija objektivnog merenja i subjektivnog osećaja.

Objektivno merenje se obavlja preko parametara:

- nivoa buke
- amplitudnog spektra buke i
- vremenske promene buke (vreme trajanja)

— *Nivo buke* (zvučni pritisak-jčina) izražena u decibelima je ukupni nivo buke izražen ili kao zvučni pritisak ili kao intenzitet zvuka.

— *Amplitudni spektar buke* se meri analizom komponenti buke jer je ona kompleksna pojava.

— *Trajanje buke* se meri da bi se pratile promene ukupnog nivoa ili pojedinih komponenti kao i trajanje nivoa buke koja se kontroliše, a kojoj je osoba na radnom mestu izložena. Vreme trajanja je značajno da se utvrdi da bi se videlo u toku radnog vremena koliko je radnik izložen buci.

Metode za merenje buke su različite. Da bi se dobili ujednačeni rezultati, međunarodna organizacija je donela niz standarda.

6. POSLEDICE BUKE NA ZDRAVLJE

Buka veoma šteti zdravlju i utiče na efektivnost rada. Ona deluje konstantno, jer navika na buku ne postoji, već je samo prividna.

Interesantni su rezultati američkog naučnika S. Rosena iz Sent Luisa do kojih je došao ispitivanjem stanovnika plemena Nabaam iz Sudana koji još žive izolovano u uslovima kasnog kamenog doba. Oni ne znaju za vatreno oružje, za lov koriste koplje, a za svoje svečanosti ne koriste bubanj. Jedina buka kojoj su izloženi je ona od prirodnih pojava, rike životinja i sopstvenog pevanja. Na taj način, oni su vrlo retko i vrlo kratko izloženi buci. S. Rosen je utvrdio da je sluh kod ljudi u petoj i šestoj deceniji života na nivou sluha dece i omladine u prvoj i drugoj deceniji života u civilizovanim zemljama. (Čerkez-Kulenović)

U nekim radnim sredinama buka umanjuje produktivnost rada za 15 do 20%.

Prema uticaju buke na ljude, vršene su razne klasifikacije nivoa. U zavisnosti od jačine buke, izvršena je klasifikacija na četiri stepena prema njenom uticaju na ljudski organizam. To su:

I stepen — buka jačine 40—50 dB kada izaziva psihičke reakcije,

II stepen — buka jačine 60—80 dB, izaziva rastrojstvo vegetativnog nervnog sistema,

III stepen — buka jačine 90—110 dB uslovljava umanjenost sluha i

IV stepen — buka viša od 120 dB izaziva povredu sluha i slušnog aparata. Zavisno od godina starosti i stanja nervnog sistema.

Neki ljudi izdržavaju buku, a kod drugih izaziva nezadovoljstvo ili razdraženost. Kod mnogih se javlja nervoza, teskoba, strah, povišen krvni pritisak, oboljenja srca, oštećenja sluha.

Na osnovu merenja buke (u Beogradu i nekim drugim gradovima Srbije, Gradski zavod za zaštitu zdravlja) došlo se do nekih opštih zaključaka koji mogu da budu dragoceni za planiranje naselja, objekata ili saobraćajnica, ili saniranja postojećih:

- buka prelazi dozvoljene granice i u stambenim ulicama a ne samo na saobraćajnicama,
- buka raste sa veličinom grada i sa brojem vozila u njemu,
- nivo buke se svake godine povećava,
- glavni izvor buke u svim ispitivanim gradovima je saobraćaj,
- najveću buku stvaraju motorna teretna vozila,
- buka je veća u užim ulicama nego u širim i prema tome problem buke treba rešavati urbanim planiranjem i načinom organizovanja života u gradskim uslovima.

Buka prvenstveno pogađa čulo sluha. Prvi podaci o oštećenju sluha datiraju iz prve polovine 19. veka, kada su 1826. godine Tibe i Fosbruk (Tybe i Fosbroke) utvrdili oštećenja sluha. Oni su to nazvali „kovačka naglupost”

Naglupost je zapažena i kod avijatičara, nekih radnika u industriji i rudarstvu i stanovnika u bučnim ulicama.

Dokazano je da ne postoji individualna neosetljivost na buku.

Osim što buka oštećuje sluh, ona pomaže nastajanje raznih oboljenja krvnih sudova i srca. Ljudi su joj izloženi na radnom mestu, u školi, na ulici, u vozilu, u stanu. Ona ih progona u svako doba dana i noći. Ona je uvek prisutna: stiže od saobraćaja, od industrije, od aparata za domaćinstvo ili razne zanate i hobije, od sredstava za emitovanje muzike.

Štetno dejstvo buke ogleda se u sledećem:

- oštećuje sluh i slušni aparat,
- oštećuje centralni nervni sistem, izaziva oštećenja moždanih ćelija, izaziva poremećaje psihe,
- negativno utiče na glas i govor, jer se govorni aparat zbog buke više napreže.
- deluje na krvne sudove i srce, utiče na promenu krvnog pritiska i nivoa šećera, izaziva spazam perifernih krvnih sudova,
- deluje na žlezde sa unutrašnjim lučenjem, povećava se sekrecija adrenalina iz nadbubrežnih žlezda,
- negativno deluje na sistem za ravnotežu,
- sekundarno dejstvo na organ vida, zbog cirkulatornog poremećaja,
- deluje na sastav krvi,
- deluje na balans elektrolita, smanjenje lučenja mokraćne, količine kalcijuma i natrijuma,
- deluje na digestivni trakt (grčevi u crevima i želucu),
- dejstvo vibracija na organizam (bolovi i oštećenja mišića, kostiju, zglobova, kože)

Naučnici koji su vršili eksperimente na životinjama, utvrdili su da one pod uticajem buke postaju zlovolj-

ne, nekomunikativne, često agresivne. Da li je slično i sa ljudima? U medicini je dokazano da buka doprinosi neurotizaciji ličnosti i pojavi raznih oboljenja vezanih za neurovegetativni sistem, pa na taj način ometa proces mišljenja i pamćenja.

Buka je za vreme sna mnogo štetnija za zdravlje ljudi. Kada pređe 80 dB nastaju promene u krvnom pritisku. Naučnici su izračunali da buka smanjuje život za 8 do 10 godina. Osim što buka šteti ljudskom zdravlju, vibracije koje izaziva deluju na stare građevine kojima remeti stabilnost.

Postoje tri stadijuma dejstva buke na ljudski organizam:

— *prvi stadijum*: adaptacija; ovaj stadijum je reverzibilan i proporcionalan vremenu ekspozicije organizma buci, što znači da u tom stadijumu organizam može da se vrati u normalno stanje, ukoliko je vreme odmora od buke isto kao što je bilo vreme ekspozicije.

— *drugi stadijum* dejstva buke i vibracije na ljudski organizam predstavlja stadijum zamora. U ovoj fazi nastaju opšti poremećaji koordinacije pokreta, usporenog reagovanja organizma na spoljne informacije. U ovoj fazi, koja se na ljudski organizam manifestuje zujanjem u ušima, dešava se najveći broj saobraćajnih nesreća.

— *treći stadijum*: traume — manifestuje se preko nagluposti; javljaju se oštećenja centra za ravnotežu koja dovode do invalidnosti. Takođe je u njemu izraženo dejstvo na rad i ritam srca, pa je uzrok mnogim srčanim oboljenjima. (Pandilov N.) Tačan efekat na zdravlje stanovnika izloženih buci u našoj republici ne može da se utvrdi jer se ispitivanja ne obavljaju sistematski i kontinuelno, niti u svim mestima. Potvrdu o štetnosti dobijamo na osnovu parcijalnih istraživanja.

Periodičnim medicinskim pregledima radnika u 11 šumsko-industrij-

skih radnih organizacija u Srbiji utvrđeno je da 65—70% motorista sekača, koji su veoma izloženi buci i vibracijama, boluje od početnih do izraženih oblika vibracione bolesti, pri čemu je ekspozicija bila od 3 do 5 godina. Slična su iskustva dobijena u SR BiH: kod pregledanih šumskih radnika sekača i motorista nađeno je da 36% ima oštećen sluh, a da 57,5% ima oštećenja krvnih sudova nastalih kao posledica vibracija.

Periodični pregledi zaposlenih žena u tkačnici „Cveta Dabić“ iz T. Užica pokazuje da 93% ima oštećenje sluha posle ekspozicije od 12 do 20 godina. (Cvahte S. i sar.)

Ovako uočeni visoki nivoi koncentracije buke iz radne sredine ne samo da remete mir susednih naselja već veoma mnogo ugrožavaju radnog čoveka, koji kao stanovnik urbanih sredina nema ni noćni mir u svome domu, jer buka i noću prelazi dozvoljene granice.

Tabela 52 Maksimalni nivo buke u pojedinim privrednim granama

proizvodnja i distribucija energije	111 dB
proizvodnja i prerada uglja	do 120 dB
proizvodnja i prerada nafte	112 dB
crna metalurgija — železara	120—130 dB
metalurgija obojenih metala	122 dB
proizvodnja i prerada nemetala	110 dB
metalna industrija	130 dB
brodogradnja	135 dB
elektroindustrija	122 dB
hemijska industrija	115 dB
grafička industrija	120 dB
prehrambena industrija	115 dB
drvena industrija	120 dB
proizvodnja papira	122 dB
tekstilna industrija	121 dB
industrija kože, gume i obuće	120 dB

(Šarić M.)

Dejstvo buke na ljudsko zdravlje je mnogostruko štetno. Najčešće su ozlede uha koje nastaju u radnim sredinama gde buka prelazi preko

80 dB. Međutim, i komunalna buka intenziteta preko 45 dB na frekvencijama od 500, 1000 i 2000 HZ može biti uzrok ozledama uha. Proučavanjem efekata buke na zdravlje stanovnika koji su spavali u bučnim prostorijama utvrđeno je da su te osobe imale kraći san. Nađene su elektroencefalografske promene kao i razlike u frekvenciji srca pri boravku u buci i tišini. To znači da buka deluje na centralni i vegetativni nervni sistem, utiče na pojavu neuroze, smanjuje koncentraciju pažnje, dovodi do bržeg zamora, utiče na promene arterijskog pritiska i nivoa šećera u krvi. (Petrović D.)

U Beogradu je vršeno ispitivanje osoba koje su živele najmanje 10 godina na mestima gde je komunalna buka najintenzivnija. Utvrđeno je da su u 74% građani ugroženih područja bukom imali oštećenje sluha (u odnosu na 60% građana mirnijeg područja Beograd-Neimar).

Zastupljenost psihijatrijskih oboljenja utvrđena je u 54,25% (u odno-

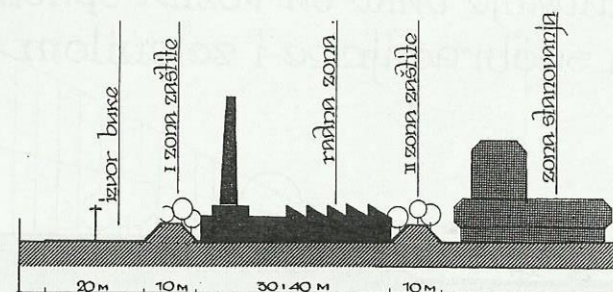
su na grupu građana sa Neimara 20,31%). Zastupljenost somatskih oboljenja građana vezanih za buku ugroženih područja iznosila je 30,91% u odnosu na 21,88% kontrolne grupe.

7. EKOLOŠKE DIMENZIJE ZAŠTITE OD BUKE

Definitivno rešavanje problema buke je moguće jedino regulisanjem saobraćaja van stambenih i drugih zona kojima buka remeti kvalitet života. Ublažavanje njenog dejstva može se postići:

a) rešenjima vezanim za saobraćajnicu, i rastojanjem te saobraćajnice od objekata, spuštanjem na nižu kotu postavljanjem objekata-barijera ili zelenog rastinja, upotrebom materijala koji je lošiji rezonator i drugo i

b) rešenjima u okviru pojedinačnih objekata.



Isolacija zone stanovanja od izvora buke

Kako je u gradskoj sredini saobraćaj motornih vozila glavni izvor buke, to su za rešavanje ovoga problema najvažnije mere vezane za regulaciju saobraćaja u već izgrađenim sredinama. Ovu tvrdnju potkrepljuje i činjenica da je u 66,6% slučajeva, iako ne znatno, buka bila smanjena u Beogradu kada je bila sprovedena restrikcija saobraćaja, a sledeći podaci kazuju da brzina kretanja vozila u gradu neznatno utiče na povećanje buke i to:

usamljen putnički automobil sa brzinom kretanja 35 km/h 50 dB

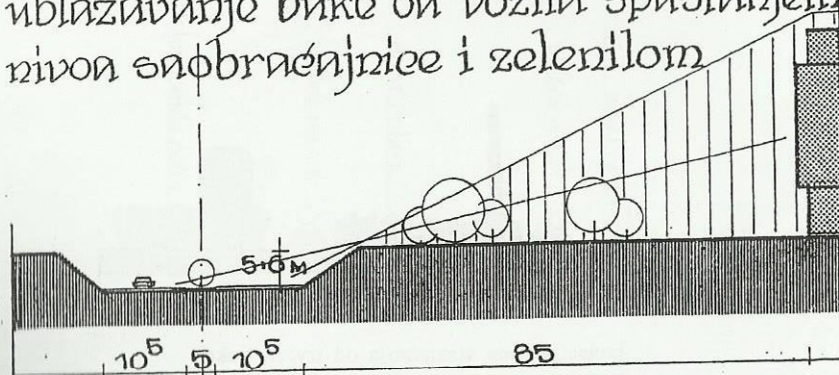
usamljen putnički automobil sa brzinom kretanja 75 km/h 58 dB

usamljen teretni automobil sa brzinom kretanja 40 km/h 76 dB

usamljen teretni automobil sa brzinom kretanja 85 km/h 76 dB

Kako je buka najveća u ulicama u centralnom delu grada, to bi najbolje rešenje bilo da se u centru grada isključe iz saobraćaja sva teretna i putnička motorna vozila, a da se saobraćaj obavlja samo javnim vozilima, sa ograničenom brzinom kretanja.

ublažavanje buke od vozila spuštanjem nivoa saobraćajnice i zelenilom



Ublažavanje buke poreklom od vozila

— U planiranju novih sredina do-
brim projektovanjem saobraćajnica,
saobraćajnih čvorova i parkirališta
moguće je zadovoljiti MDK od 35 do
45 dB.

To konkretno znači:

— glavne saobraćajnice ne spro-
voditi kroz naselja, već ih projekto-
vati da tangiraju naselja, parkirališ-
ta a takođe

— kroz naselja planirati više bici-
klističkih i pešačkih staza.

— Prema lošem iskustvu naselja
kroz koja je prosečen autoput, (pri-
mer N. Beograda) takvo rešenje ne
bi smelo više nikada da se ponovi.
Ukoliko se planira autoput ili druga
saobraćajnica, koja će eventualno
prolaziti u blizini naselja, taj se au-
toput mora uraditi tako da bi se bu-
ka umanjila na dozvoljenu veličinu,
sa preduzimanjem jedne od sledećih
mera:

— autoput graditi minimalno 200 m
od naseljenih mesta.

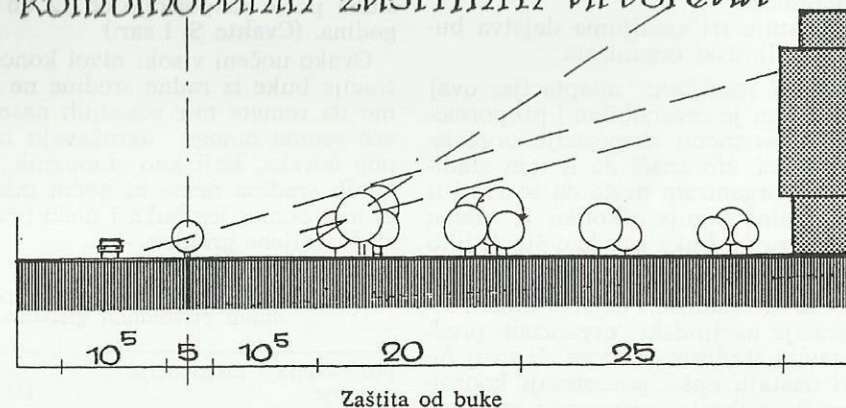
— autoput graditi na nižoj koti
od naselja jer zemlja apsorbuje bu-
ku:

— nivo buke se može ublažiti pos-
taavljanjem visokog zelenog rastinja;

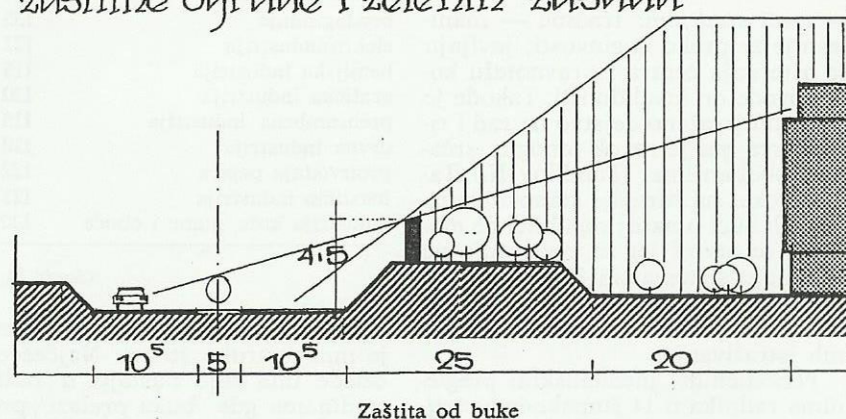
— nivo buke se može ublažiti po-
stavljanjem zaštitnih objekata i ba-

rijera. To mogu biti objekti koji po
svojoj funkciji ne moraju da imaju
prozorske otvore prema strani na ko-
joj je izvor buke ili su to ograde —
barijere koje se rade celom dužinom
puta koji prolazi kroz naselje. One
se prave od materijala koji je izolator
od buke.

zaštita od buke postavljanjem
kombinovanih zaštitnih drvorreda



ublažavanje buke postavljanjem
zaštitne ograde i zelenih zaslona

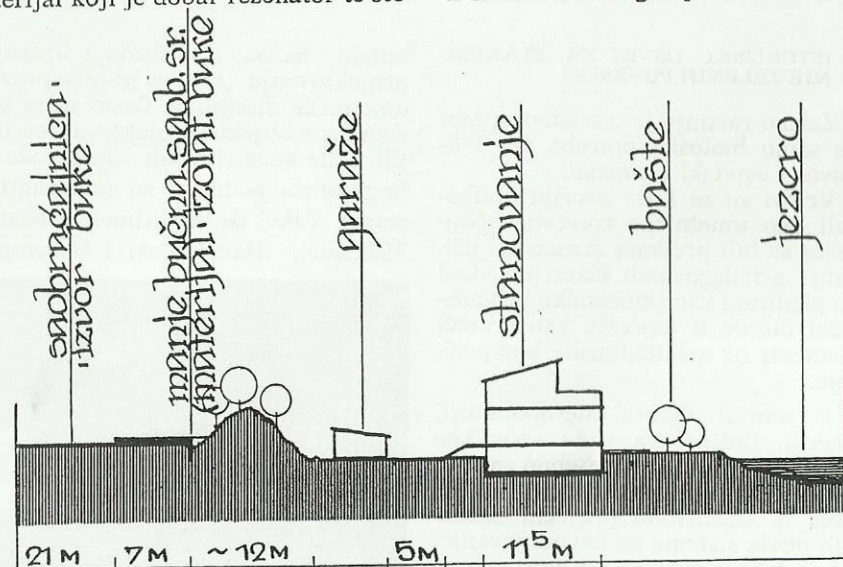


— S obzirom da se prema principima modernog urbanizma (prema Povelji „Maču Piču“) nova naselja grade sa integriranim funkcijama rada i stanovanja, to će se samim tim umanjiti saobraćaj od mesta stanovanja do mesta rada. Smanjenjem saobraćaja smanjuje se nivo buke, te je i to jedna od mera za zaštitu od nje.

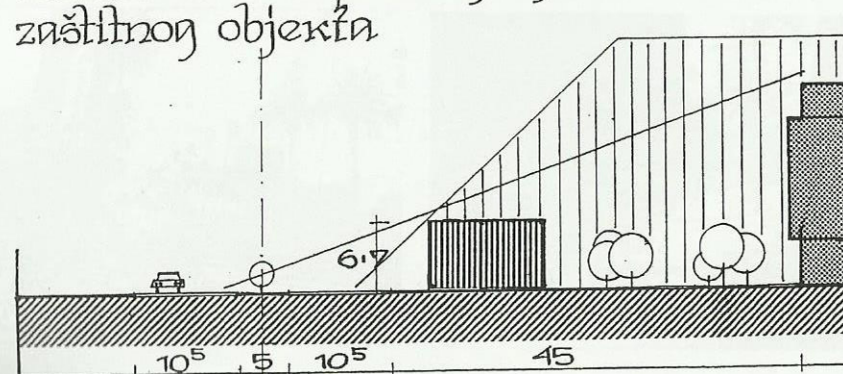
— Najzastupljeniji građevinski materijal je danas beton. To je materijal koji je dobar rezonator te sto-

ga on povećava nivo buke. To znači da bi spoljni zidovi objekata morali da se grade ili od drugog materijala ili da zidovi od betona budu kombinovani sa materijalom koji apsorbuje zvuk.

— S obzirom da se lođe obično rade tako da su sa pet strana zatvorene uglavnom betonskim površinama, to su se one pokazale kao rezonatori. Zbog toga lođe ne predviđati sa one strane gde je izvor buke.



zaštita od buke postavljanjem zaštitnog objekta



Zaštita od buke

— U izgrađenoj sredini uske ulice rasteretiti od saobraćaja na račun širokih. U planiranju sredina saobraćaj ne predviđati ukoliko nije obezbeđena potrebna širina.

— Pri izvođenju saobraćajnice mora se voditi računa o upotrebi materijala za kolovoz, a to znači i za donji i za gornji sloj kolovoza birati materijal koji je slabiji rezonator.

— U stambenim zgradama, kod zatvorenih prozora, buka je manja za 10 do 12 dB u odnosu na buku spolja a kod dvostrukih prozora za 20 do 25 dB.

Trostruki prozori bi imali još veći efekat: buka bi se smanjila za 30 do 36 dB, a istovremeno bi zimi više štitila od rashlađenja prostorija, što bi bilo opravdano i sa stanovišta štednje energije. Ovakvi prozori bi bili opravdani u onim slučajevima kada su objekti orijentisani prema izvoru buke.

— Objekti za sve one delatnosti koje moraju biti u sastavu naselja, a po svojoj aktivnosti su ili prljavi ili bučni, mogu se smestiti na izvesnoj udaljenosti od stambenih objekata, a sa neophodnim zelenilom ili sportskim terenima između njih kako bi se stvorila zvučna barijera.

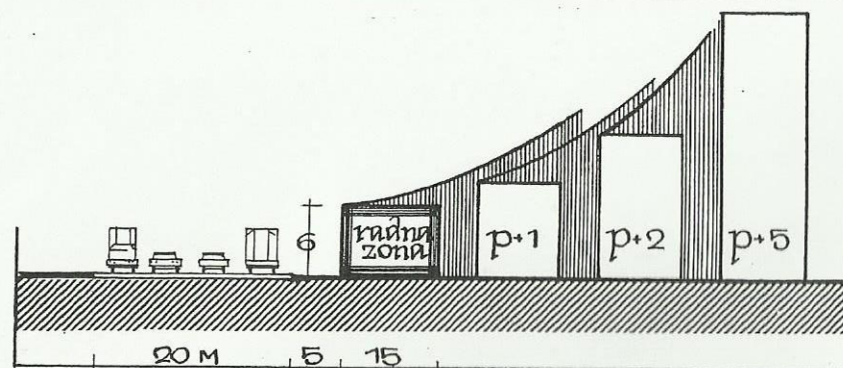
— U starim gradskim naseljima koja nisu građena prema kvantitetu i kvalitetu današnjeg saobraćaja, često se ukazuje potreba za interven-

cijama koje bi ublažile nivo buke. U tom cilju treba izvršiti prethodno ispitivanje. Iz toga razloga, ovom knjigom daje se predlog koje sve elemente treba uzeti u obzir.

Merne tačke na terenu treba odrediti prema: a) zonama, b) izvoru buke i c) morfologiji ulice i njenih sadržaja. Za svako merno mesto utvrditi i izraziti u određenim mernim jedinicama varijable i dati ih tabelarno prema predlogu koji sledi.

Osim ovih varijabli, potrebno je uzeti podatak o vrsti vozila (autobus, tramvaj, kamion...), zatim podloge-kolovoza ulice (asfalt, beton, kocka, trava, zemlja, ploče...), zgradi (beton, cigla, kamen, mešano...) i gabarit zgrade ili bloka.

varijabla	jedinica mere
1. Jačina buke	dB
2. Rastojanje izvora buke	m ¹
3. Frekvencija vozila	br./h
4. Prosečna brzina kretanja vozila	km/h
5. Temperatura	°C
6. Vlažnost vazduha	%
7. Širina ulice	m ¹
8. Nadmorska visina	m ¹
9. Visina zgrade	m ¹
10. Širina travnjaka	m ¹
11. Površina travnjaka	m ²
12. Visina drveća (žbunja)	m ¹
13. Dubina drveća	m ¹
14. Fasada zgrade	m ²
15. Otvori (prozori) prosečno	m ² (%)
16. Otvori (lođe)	m ²
17. Ozelenjene fasade	m ²
18. Gustina nastanjenosti	st/km ²



Zaštita od buke

Gradsko zelenilo

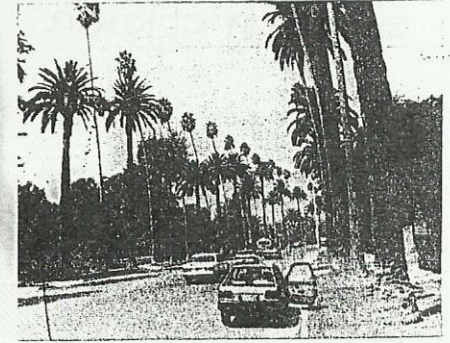
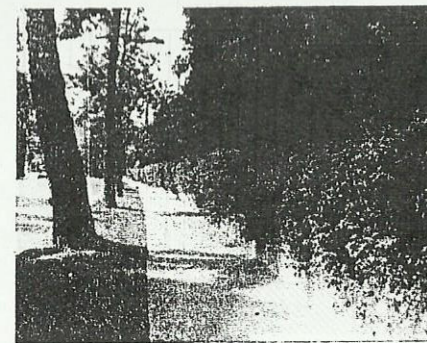
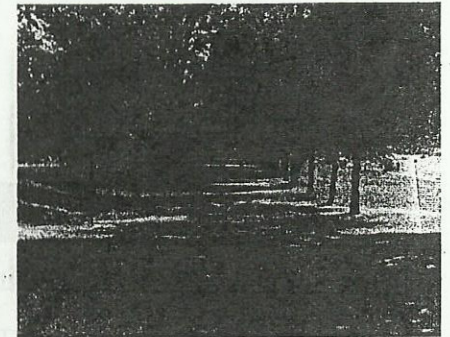
1. ISTORIJSKI OSVRT NA PLANIRANJE ZELENIH POVRŠINA

Zeleno rastinje je u svakom gradu ne samo biološka potreba već i likovni i estetski elemenat.

Vrtovi su se kroz istoriju oblikovali kao umetničke tvorevine. Najčešće su bili predmet rasonode i uživanja privilegovanih klasa. Ponekad su planirani kao samostalan urbanistički faktor, a najčešće kao prateći elementi uz arhitektonske kompozicije.

U starom Egiptu, Mesopotamiji, Persiji, Indiji, ova vrsta stvaralaštva je negovana kao posebno značajna za čistoću gradskog vazduha. Drveće je zasađivano pravcem linearnih obala sistema za navodnjavanje, pa je tako svrstavano u duge pravolinijske redove. Iz Vavilona su poznati Semiramidini viseći vrtovi na

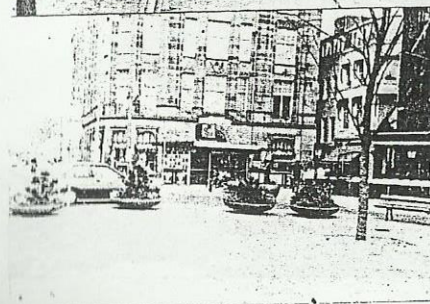
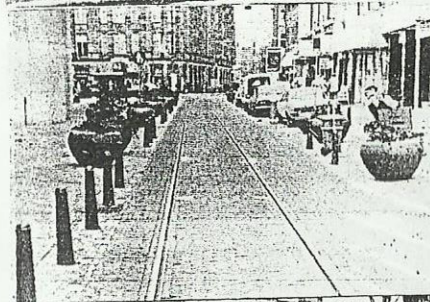
sedam terasa, a u Rimu i Grčkoj, projektovanje vrtova je bila prava umetnička disciplina. Često su se uz stambene objekte projektovali peristili, a uz kuće rimskih vojskovođa i imperatora podizani su impozantni vrtovi. Takvi su, na primer, u Rimu Mecenovi, Hadrijanovi i Neronovi



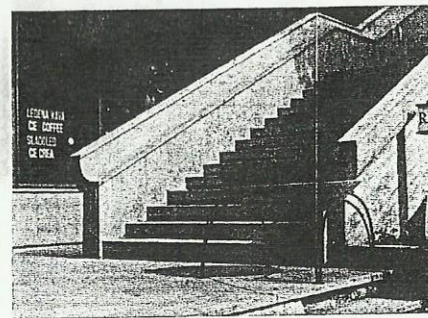
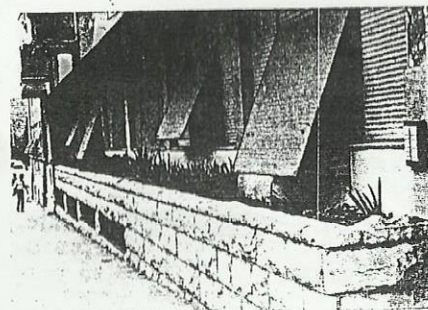
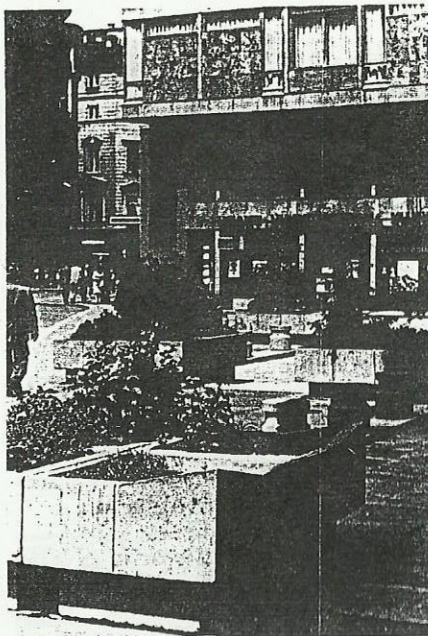
Gradsko zelenilo

vrtovi. Ponekad su rađeni kao zelene gradske zone, kao na primer u Aleksandriji.

Renesansni italijanski umetnici uneli su vedrinu u projektovanje vrtova. Osnivačem vrtova na Zapadu, smatra se Alberti (Leon Batista Alberti 1404—1477), koji je još 1450. godine isticao značaj odnosa zelenog rastinja prema kući u kojoj se stanuje. On je radio projekte za parkove u Ludovisi i Albani. Pod njegovim uticajem rađeni su vrtovi u našem Primorju. U feudalizmu su vrtovi najčešće negovani uz manastire i crkve, često kao botaničke bašte sa lekovitim biljem.



Zardinjere



U našoj zemlji Turci su negovali zelenilo i cveće, o čemu ima dosta podataka u spisima turskog putopisca Evlije Čelebije.

U Francuskoj su se vrtovi razvili u baroku (Le Notr), podizani su po određenim arhitektonskim planovima i prema usvojenom geometrijskom redu. Cilj je bio estetski — da se stvori igra isprepletenih krošnji drveća u prostoru. Pomorandže u buradima stvarale su zavesu, a cvetni parteri su zastirali površine u najmaštovitijim šarama. Rastinje je tada služilo za ograničavanje prostora, a ne da ga zaštiti.

Po ugledu na vrtove u Kini i Japanu podizali su se čuveni engleski pejzažni vrtovi, a po ugledu na francuske, a zatim i engleske vrtove podižu se parkovi širom Evrope, pa i drugih kontinenata. Izvestan uticaj, naročito u zapadnom delu zemlje, osećao se i u projektovanju naših parkova.

U zapisima Konstantina Filozofa sačuvan je opis Beograda i njegove okoline:

„... zasađeni su i mnogi vinogradi, nigde tako bez velikih trudova, kao u ovoj zemlji, izobličujući u semenu i sadu, u plodovima. Tamo su slike lepote takve, da jedni predeli prevazilaze druge krasotom i plodovitošću. A kada zemlju ostavlja zima i rđavo vreme, vazduh je dobro rastvoren i krasan, kao što neko istinito reče da je video premnogo, a da se nigde ne može naći bolje”.

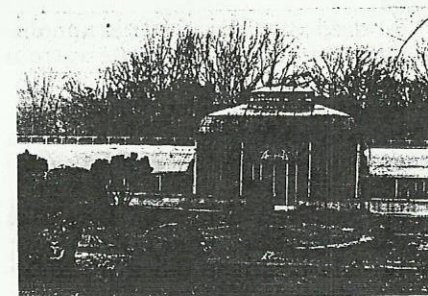
2. OPŠTE O ZELENILU

Zelene površine su deo životnog prostora, obrasle vegetacijom. U gradskim sredinama ili u okviru infrastrukturnih sistema, to su prostori na kojima se neguje zelenilo, obično veštačkim putem zasađeno i uređeno po nekim određenim principima: park, skver, cvetni parter, travnjak, drvoređ, grupacija žardinjera...

Zelene površine mogu biti:

- a) vangradske,
- b) gradske i
- c) prigradske

a) Vangradske zelene površine su ili prirodni, vegetacijom bogati ekosistemi (šume, tundre, savane, preri-je, džungle...) ili antropogeni ekosistemi sa biljnim kulturama: njive, pašnjaci, voćnjaci, šume.



Park

b) Gradsko zelenilo: parkovi, skverovi, drvoređi, travnjaci su veštačkim uzgajanjem nastali. U gradovima i naseljima je njihov strukturni deo, a ima i bezbroj drugih funkcija. Zbog mnogostrukog značaja zelenilo je neophodno u svakoj urbanoj sredini.

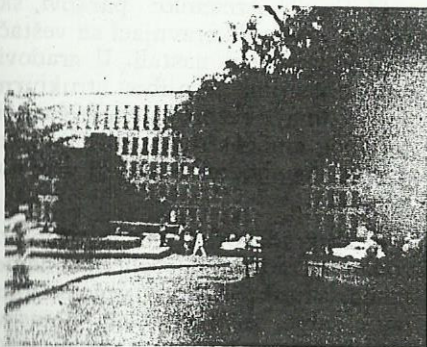
c) Prigradsko zelenilo je u rubnim zonama gradova sa različitim namena, funkcijama i vegetacijom: park šume, zaštitni zeleni pojasevi oko industrijskih objekata ili izvo-

rišta vode za piće, individualno zelenilo privatnih poseda, oko raznih radnih organizacija, groblja, rekreativnih površina, izletišta i slično.

3. EKOLOŠKI ZNAČAJ ZELENOG FOND ZA URBANU SREDINU

U svakoj urbanoj sredini zelenilo obezbeđuje higijenske uslove života. Njegov značaj je mnogostruk:

1. obnavlja kiseonik u atmosferi
2. ima biološku funkciju razmene kiseonika i ugljendioksida,
3. reguliše temperaturu vazduha, pritisak i vazдушna strujanja,
4. povećava vlažnost vazduha i vrši jonizaciju,
5. ublažava uticaj ulične buke,
6. štiti od naleta vetrova,
7. štiti od peščanih i snežnih nanosa,
8. vlažnost lišća kod krupnolistnih lišćara, usporava širenje vatre u slučaju požara,
9. apsorbuje prašinu i čađ,
10. u obliku parkova i skverova ima sociološki, kulturni i prosvetni značaj,
11. pozitivno deluje na fiziološke funkcije čoveka,
12. ima pozitivnu ulogu u ozdravljenju degradiranih zemljišta,
13. utiče na svetlost u naseljima, umanjuje refleksiju,



Iako je na sredini ulice, ne ometa saobraćaj: drvo u centru Helsinkija

14. ima baktericidno dejstvo u zagađenoj sredini,
15. neutralizuje neprijatne mirise
16. štiti zemljište od erozije,
17. ima u gradu neprocenjivi estetski značaj.

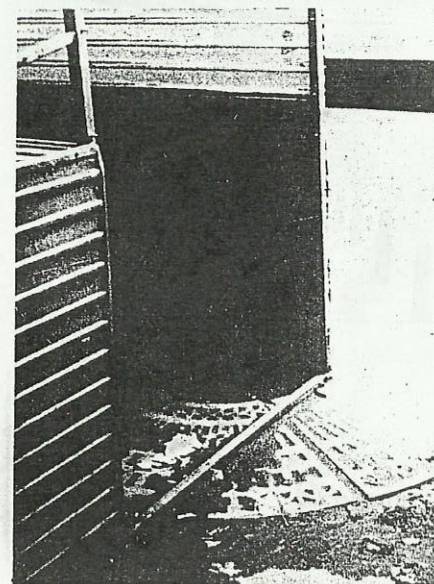
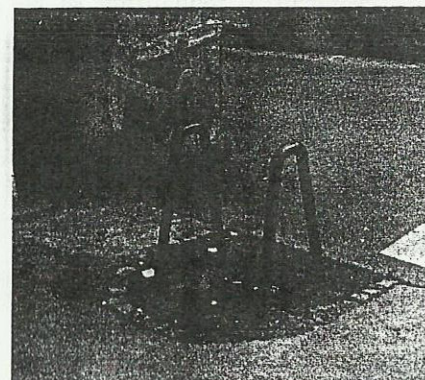
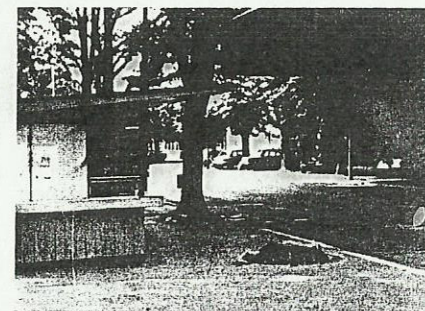
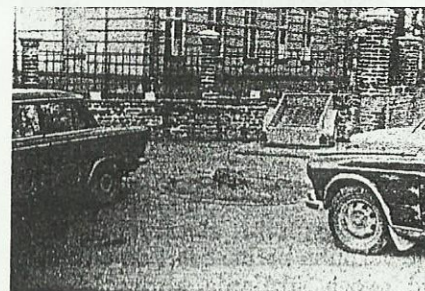
1. Naučno je dokazano da 1 hektar rastinja apsorbuje 8 kgr. ugljendioksida u toku od 1 sata. To je količina koju za isto vreme stvori 2000 ljudi. U prilog tome govori i činjenica da šuma od 1 hektara vezuje godišnje oko 16 tona ugljendioksida, a oslobađa 11 tona kiseonika. Izračunato je da je za obnovu kiseonika potrošenog od strane čoveka potrebno 2,5 m² travnatih površina.

2. Međutim, proizvođač ugljendioksida nije samo ljudski organizam već su i industrijski objekti, ložišta, automobilski saobraćaj. U razmeni gasova, različite vrste drveća imaju različitu ulogu, a prema efektivnosti to se kreće od 100% do 700%, što zavisi od površine lišća. (Lunc L.)

Ako se uzme da u ovoj razmeni obična jelka ima efektivnost 100%, onda ostalo drveće ima:

- ariš 118%,
- bor 164%,
- krupnolista lipa 254%,
- hrast 450%,
- berlinska topola 691%.

3. U gradu, površine od veštačkih materijala: betona, metala, opeke, plastike, se veoma mnogo razlikuju od prirodnih, u pogledu radijacionih i termičkih osobina. Pločnici i kolovozi mogu biti topliji i za 20—30°C od okolnog vazduha a mogu se zagrejati čak i do 70°C, u zavisnosti od vrste i boje materijala, kao i od vremena ekspozicije. Temperatura iznad betona može da bude 30—45°C, a u isto vreme iznad travnjaka 22—24°C



Drvo je „ustupilo” svoje mesto

Aktivni apsorpcioni sloj veštačkih gradskih materijala, ima manju specifičnu toplotu od prirodnih, pa se uz iste uslove insolacije više zagrevaju u toku dana i u letnjem periodu, a u toku noći u zimskom periodu više hlade.

Temperatura vazduha nekoga prostora zavisi od količine dobijene sunčeve energije, mogućnosti apsorpcije atmosfere, karakteristika površine zemlje, od izgrađenih i prirodnih površina. Kako je i zeleno rastinje deo tih površina, to i od njega, njegovih količina, vrsta i razmeštaja delimično zavisi temperatura vazduha. U letnjim mesecima temperaturna razlika između one u ulici i one u parku iznosi 2—6°C. Zimi je ovaj efekat obrnut: u parku je temperatura viša u odnosu na otvoreni prostor. Takođe, zelenilo ima moć da transformiše sunčevu u hemijsku energiju.

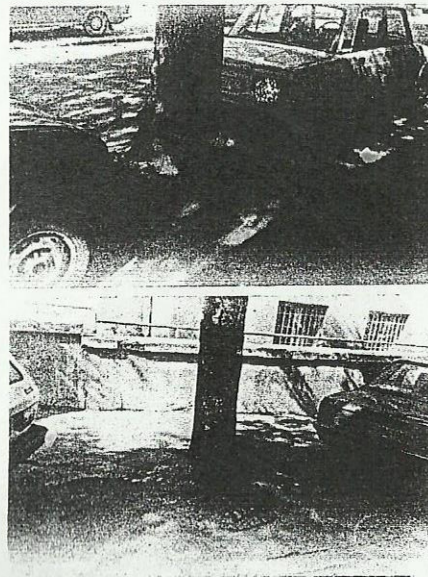
Temperatura vazduha zavisi od ovog apsorpcionog sloja jer se od njega zagreva ili hladi. Zato se temperatura vazduha u gradu razlikuje

od temperature van grada, a dnevna i godišnja kolebanja su veoma velika.

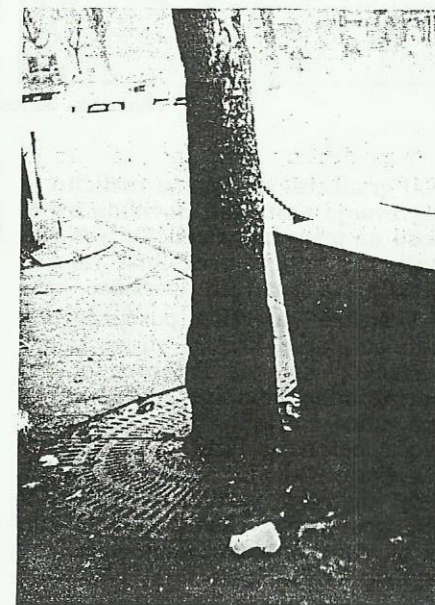
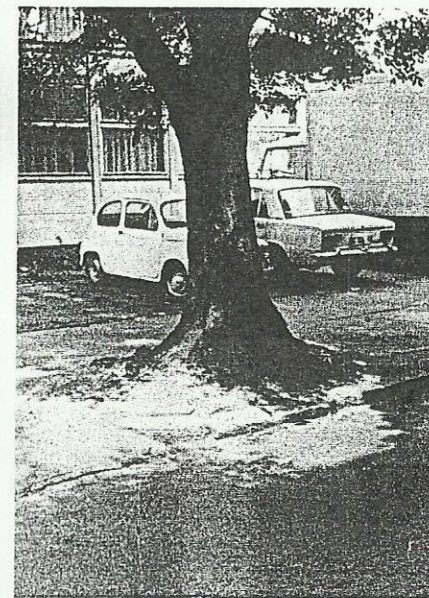
Specifična toplota biljaka je veća od specifične topline zemljišta, stena i veštačkih materijala. Zbog toga se zelene površine sporije zagrevaju i sporije hlade od drugih površina ne uzimajući u obzir vodene površine.

Razlog povećane specifične topline biljaka je znatna količina vode koja se nalazi u tkivima biljnih organa. Drvena masa sadrži i do 25% vode, a trava do 80%.

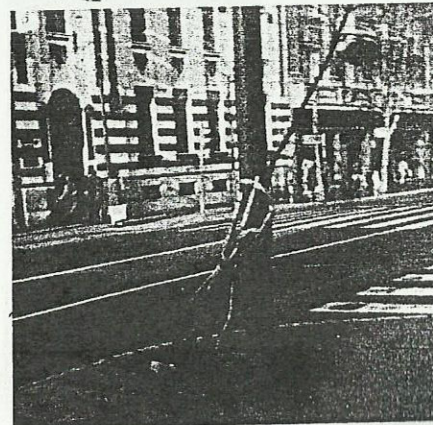
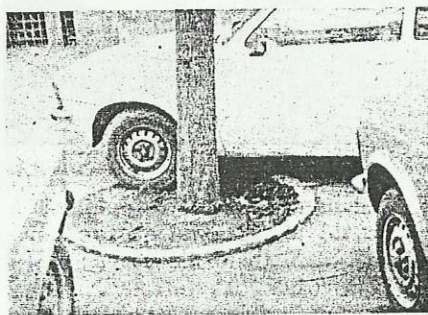
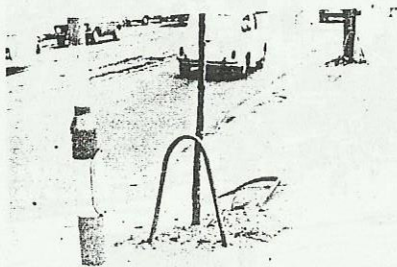
Za vreme toplih dana, biljka obavlja transpiraciju — fiziološko isparavanje i tom prilikom se veliki deo topline troši. Zbog toga lišće u krošnjama drveća i drugom rastinju brže hladi vazduh pa on kao teži potiskuje onaj topliji, stvarajući strujanje vazduha brzine čak i do 1 m/sec. Od ovoga strujanja korist je višestruka: stvara se priyatna hladovina, potiskuje se prljavi vazduh sa štetnim gasovima i dimom.



Ugroženost drveća u gradskoj sredini



Drvo se bori za opstanak



Nemaran odnos prema drvetu

U gradskim sredinama različito je zagrevanje veštačkih površina u odnosu na prirodne-zelene. Zato se javljaju razlike i u pritiscima vazdušnih slojeva iznad tih površina.

Veštačke površine, posebno one koje su glatke, kao što su fasade od veštačkog kamena i betona, kao i horizontalne površine terasa, trotoara, ulica i drugih, od raznih vrsta ploča, betona, asfalta, intenzivno se zagrevaju. Od njih se zagreva i vazduh. Zagrejani vazduh se na toploti širi, postaje razređeniji te tako ima nizak atmosferski pritisak. Iznad zelenih površina, vazduh je hladniji i ima veću količinu vodene pare, što znači da je gušći, teži i, zbog toga ima i veći pritisak.

Pojava neujednačenog pritiska, teži izjednačavanju. Hladniji i gušći

vazduh iz vegetacije teži ka slobodnim površinama. Tako, danju dolazi strujanje. Noću je obrnuto.

4. Zelenilo i rastinje svojim lišćem, koje površinski isparava, utiče na povećanje vlažnosti vazduha. Sa povećanjem vlažnosti, umanjuje se prozirnost atmosfere, a time i količina sunčeve energije, što opet ima uticaja na temperaturu vazduha. To znači da zelenilo reguliše klimu.

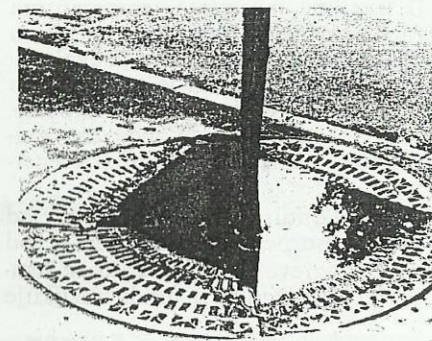
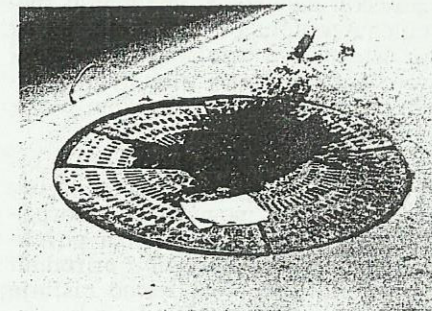
U toku jedne godine, jedan hektar šume ispušta u atmosferu 1—3,5 miliona kilograma vlage. Isparenja su zavisna od visine rastinja. Uticaj vlažnosti se oseća na 10—12 puta većem rastojanju od visine drveća. (Lunc L.) Takođe, biljni pokrivač ima uticaja na ravnomerniji režim padavina.

Građevinski materijali koji su sastavni deo gradskih površina, uglavnom nisu porozni (što se namerno podešava) i grade se obično u nagibu kako bi padavinske oborine (kiša i otopljeni sneg), oticali sa ulica, krovova i pločnika u kanalizaciju. To znači da se voda na njima ne zadržava pa je zato isparavanje sa gradskih površina (sa veštačkih materijala) umanjeno što znači da je apsolutna vlaga mala. Sa povećanjem temperature, smanjuje se i relativna vlaga, koja leti može da se smanji i ispod 25%. Normalna vlažnost vazduha, koja najviše odgovara ljudskom organizmu jeste 60%.

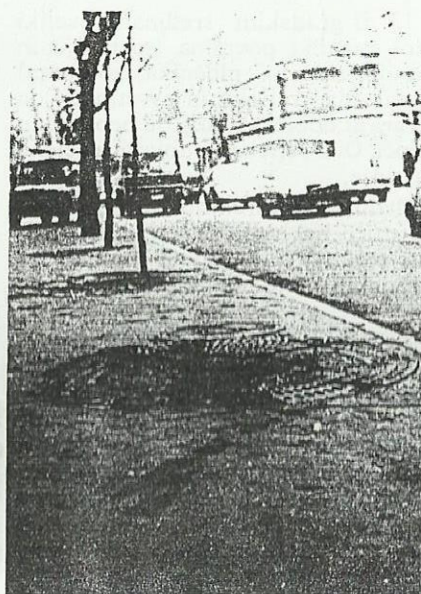
Zeleni zasadi (vegetacija opšte uzev) imaju u sebi veliku količinu vode koju uzimaju iz zemljišta. Svojim fiziološkim isparavanjem — transpiracijom — oslobađaju veliku količinu vlage. Lišće biljaka (posebno drvenastih, bogatih krošnjama) zadržava padavinske vode na svojoj površini koje kasnije isparavaju. Ova pojava se naziva evaporacija. Upravo to je razlog većoj količini vlage.

Neke isparljive materije (na primer terpentini) iz listova mnogih biljaka utiču u izvesnoj meri na pojavu lakih jona koji nastaju dejstvom ultraljubičastih zraka.

U 1 cm³ šumskog vazduha, nađeno je 2000—2500 lakih negativnih jona kiseonika. U slobodnoj atmosferi ih je 1000, a u zatvorenom i neprovetrenom prostoru 25—100 ali mnogo teških jona. Negativni joni su povoljni za ljudski organizam, jer mu olakšavaju bolje primanje kiseonika i deluju stimulativno na razmenu materije i na povećanje zaštitnih sposobnosti.



Mesto gde je nekada bilo drvo



Mesto gde je nekad bilo drvo

5. Gradsko zelenilo, naročito drvoredi, umanjuju uticaj buke i do 25%. (Lunc L.) Kako su u urbanim sredinama u 60—80% izvori buke transportna sredstva, to je i zaštita od njih značajna. Pri barijeri od 2 do 3 reda zelenih zasada, drveća i žbunja, moguće je snižavanje buke za 15 do 18 dB. (Osipov G.) Najviše apsorbuje zvuk prvih 10—15 m. rastinja.

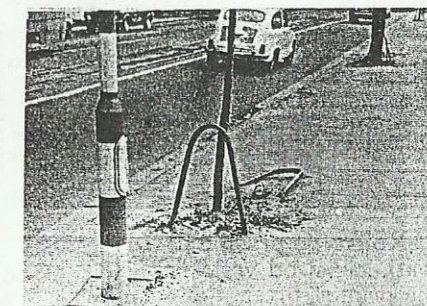
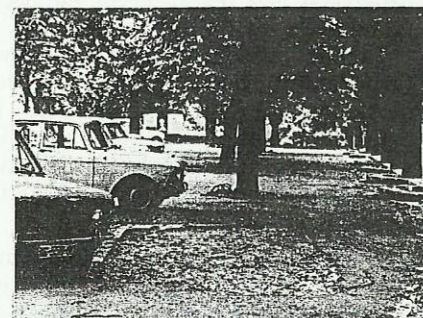
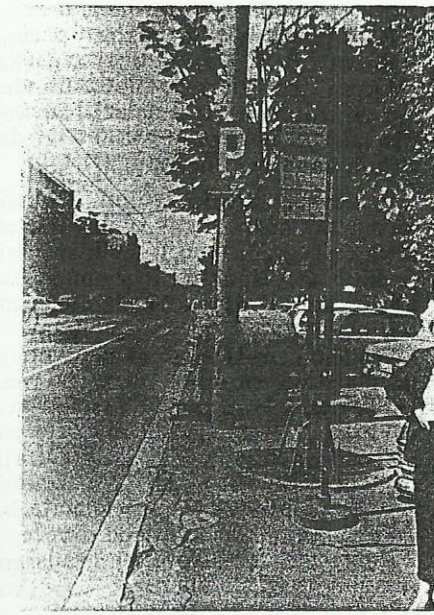
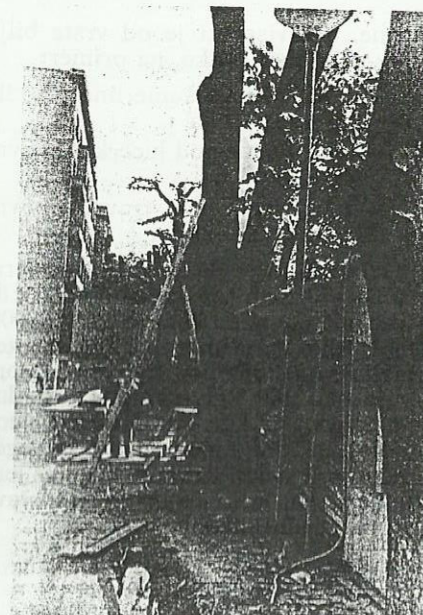
6. Drveće kao i drugo zeleno rastinje ublažava dejstvo vetrova, nanosa snega ili peska. Utiče i na ublažavanje solarnog režima.

7. Vegetacija ima osobinu da umanjuje brzinu strujanja zbog većeg trenja (površine su hrapave). Na taj način predeli sa većim površinama pod vegetacijom su zaštićeni od uticaja hladnih ili toplih i suvih vetrova.

Tabela 52 Uticaj zelenila na apsorpciju prašine

Zona	Količina prašine u gramima na 1 m ² površine u toku 24 h
industrijska	1,52
železnička stanica	1,16
centar grada	0,57
park	0,22
prigradsko naselje	0,15—0,16
stambeno naselje leti	1,02—2,25
stambeno naselje u jesen	0,60—0,64
stambeno naselje zimi	1,16—1,78
bolnički krug u gradu	0,12
bolnički krug u šumi	0,10
stadion i sportski tereni	0,85—1,00

8. Van grada je manje prašine u vazduhu nego u gradu, a u zelenilu znatno niže nego u stambenim naseljima sa manje zelenila, dok je koncentracija prašine u vazduhu najveća u industrijskim zonama.



Sve je važnije od drveća

Radi poređenja, na primer, u centralnom delu beogradskog parka „Manjež” ne oseća se uticaj zagađenja od izduvnih gasova motornih vozila iako se ovaj park nalazi između važnih saobraćajnica.

9. Vegetacija štiti od čađi i prašine na taj način što svojim lišćem stvara pregradu protiv ovih materija koje se, usporene u svom kretanju, talože ili ostaju prilepljene na lišću.

Količina prašine u vazduhu zavisi od vlažnosti vazduha i brzine vetra, od površine koju zauzima zeleno rastinje i od vrste tog zelenila. U zavisnosti od vrste rastinja, apsorpcija prašine se kreće od 0,50 do 5 gr/m². (Lunc L.) Pročišćavanjem vazduha indirektno se povećava insolacija.

Prašina je u vazduhu pod drvećem manja nego na otvorenoj gradskoj površini (trgu ili ulici).

Tabela 53 Procenat prašine u vazduhu u odnosu na godišnja doba

u maju za 20%	Za period vegetacije
u junu za 21,8%	srednja količina na
u julu za 34,1%	otvorenom prostoru
u avgustu za 27,7%	je 0,90 mg/m ³ , a
u septembru 38,7%	pod drvećem 0,52
	mg/m ³ vazduha, što
	je za 42,2% manje
	(5).
u decembru 13,6%	Zimi je srednja ko-
u januaru 37,4%	ličina 0,80 mg/m ³ va-
u februaru 18%	zduha, a pod drve-
	ćem 0,50 mg/m ³ , što
	je za 37,5% manje

Koliko će prašine drveće apsorbovati, zavisi od vrste drveća. Tako je na primer, breza u odnosu na jasiku 2,5 puta bolja, a četinari 30 puta.

Za pojedine vrste rastinja, količina apsorbovanja je sledeća:

— brest	3,39 gr/m ²
— jorgovan	1,61 gr/m ²
— lipa	1,32 gr/m ²
— klen	1,05 gr/m ²
— topola	0,55 gr/m ²

Velika površina lišća zadržava prašinu. Površina lišća po 1 hektaru

šume, u zavisnosti je od vrste biljnog pokrivača. Tako, na primer:

- 1 ha bukove šume ima površinu lišća 75 ha
- 1 ha livade pod lucerkom površine je 96 ha
- 1 ha livade pod travom, površine je 22—28 ha

Izračunato je da 1 ha šume filtrira 50—70 tona prašine godišnje. Filtraciona površina lišća je 50—150000 ma². Tako na primer u periodu vegetacije 1 ha šume pod topolom apsorbuje oko 100 kgr. sumpordioksida, pod lipom 50 kgr. sumpora i slično.

Najznačajnija površina pod vegetacijom u nekoj urbanoj sredini jeste park. On je značajan za uspostavljanje međuljudskih kontakata.

„Park je mesto gde se decan igraju, a kroz igru i socijaliziraju, najomiljenije i najpristupačnije je mesto za dokolicu starih ljudi, kutak je ljubavnika-beskućnika, jedino je пристаниште usamljenika.” (M. Živković)

Neki parkovi imaju i specijalne namene: održavaju se i organizuju društvene igre, razne vrste zabava i takmičenja, priredbe i koncerti.

Takođe posebne vrste parkova (arboretumi, botaničke bašte i zoološki vrtovi) služe za nastavu iz prirodnih nauka. U nekima od njih su postavke stalnih izložbi skulptura u slobodnom prostoru ili drugih povremenih izložbi.

11 Vegetacija pozitivno deluje na čoveka, na njegovo zdravlje, na njegove fiziološke funkcije. Boravak u sredini bogatoj zelenilom deluje na smanjenje pulsa i do 4—8 otkucaja u minutu. Takođe, deluje na temperaturu kože, umanjujući je za 1° do 1,3°C.

12. Uz pomoć vegetacionog pokrivača moguće je isušivanje podvodnih terena, melioracija zemljišta, smanjenje erozionih procesa i rekultivacija biološki degradiranih područja.

13. U gradskim sredinama, veliki broj raznih površina (zastakljenih fasada, zidova, pločnika, kolovoza) mogu da reflektuju svetlost i da stvaraju odblesak koji je neprijatan za oči. Ovu refleksiju ublažava zeleno rastinje.

Međutim, indirektno, zelenilo može da utiče na bolju osvetljenost time što prečišćava zagađeni vazduh, pa time umanjuje zamućenost atmosfere.

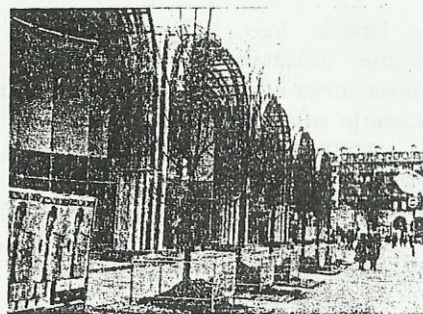
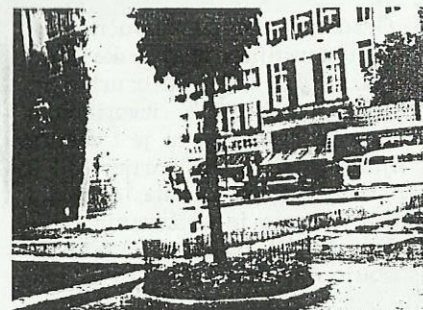
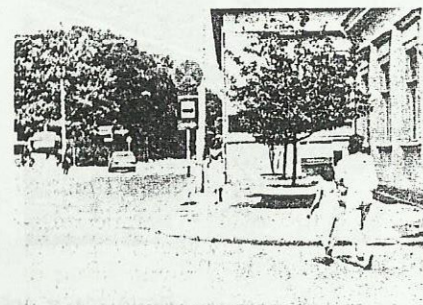
14. U vazduhu gradske sredine mogu se naći mnoge bakterije i drugi štetni mikroorganizmi. Njihovom razmnožavanju pogoduju zagađenja od gradskog smeća, nepokretnost vazduha koji je već opterećen raznim zagađujućim materijama, zatim pomanjkanje sunčevih zraka i svetlosti, mnogo ljudi koncentrisanih na malom prostoru...



Lepši primeri odnosa prema drvetu

Nađeno je da 1 m³ šumskog vazduha ima 200 do 300 bakterija a u 1 m³ gradskog vazduha 4 do 60000, što znači 200 do 300 puta više nego u šumi.

Neke biljke luče neke materije koje uništavajuće deluje na mikroorganizme. Te materije se nazivaju fitoncidi. Fitoncidi su hemijski kompleksi biološki aktivnih materija raznih organskih jedinjenja, etarskih ulja, alkaloida i drugog. Oni su isparljivi.



U šumi postoji i niz plesnih gljivica iz rodova peniciliuma i aspergillus koje se antagonistički odnose prema mikroorganizmima. (Evermajer) To znači da fitoncidi, gljivice i plesni deluju na mikroorganizme smanjujući im broj ili ih uništavajući u urbanim sredinama. Na taj način deluju na pročišćavanje vazduha.

Dejstvo fitoncida je trojako:

- baktericidno: uništavaju neke bakterije,
- fungicidno: uništavaju gljive i
- insekticidno: utiču na insekte, na njihovo nestajanje ili umanjeње broja.

Usled njihovog dejstva, zapaženo je da vazduh iznad parka ima 7 puta manje bakterija nego vazduh iznad ulice.

Lučenje fitoncida od strane biljaka je različito u zavisnosti od vrste biljke. Znači da je različita fitoncidnost. Tako na primer, četinari imaju veću fitoncidnost, pa izlučuju veće količine fitoncida nego lišćari:

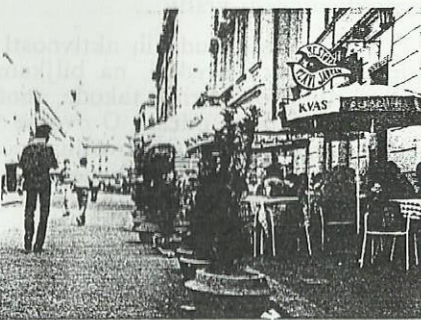
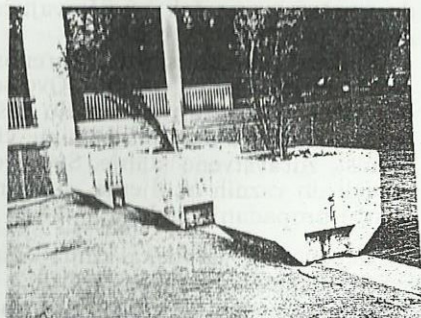
- u 1 m³ vazduha borove šume nađeno je samo 170 bakterija i 564 patogenih gljiva,
- u brezovoj šumi bilo je 1806 bakterija i mnogo gljivica (Tokin D.)
- 1 hektar četinarske šume izluči u atmosferu za 24 časa oko 5 do 10 kgr. fitoncida,
- 1 hektar lišćarske oko 3 kgr.
- 1 hektar kleke za 24 časa izluči 30 kgr. fitoncida, što je dovoljno da sterilizuje jedan manji grad. (Tokin D.)

Fitoncidi deluju i insekticidno: oni ubijaju komarce i krpelje. Dokazano je da u područjima gde rastu eukaliptusi nema malarije zbog toga što eukaliptusi imaju osobinu da luče eterična ulja odnosno fitoncide, koja redukuju broj komaraca.

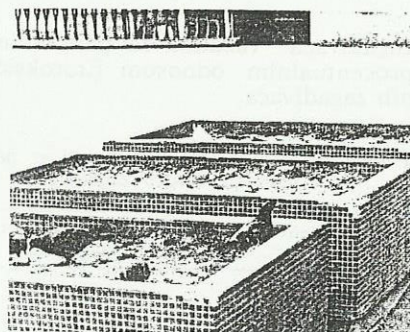
Od drvenastih biljaka, najjače fitoncidno dejstvo imaju: bor, crni bor, kleka, lužnjak, sremza, sitnolisna lipa, jarebika. (Tokin D.)

Neke biljke, naročito četinari imaju osobinu da neutralizuju neke neprijatne mirise u gradskoj sredini. Takvo dejstvo imaju i mnoge mirišljave biljke.

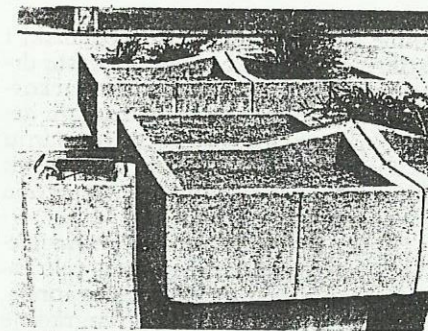
15. Zeleni zasadi, kako nisko tako i visoko, rastinje ublažavaju neprijatne mirise koji su produkti raznih ljudskih aktivnosti. Naročito povoljno utiču zasadi prijatnog mirisa, u koje spadaju četinari, ukrasne žbunaste vrste i cvetni zasadi.



Zardinjere koje ne služe svojoj svrsi

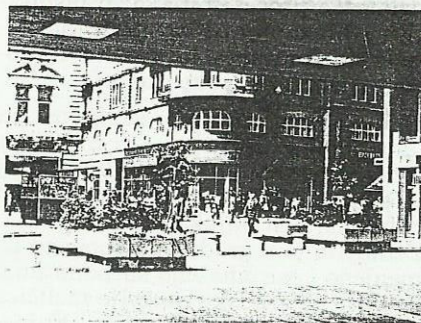


Zardinjere koje ne služe svojoj svrsi

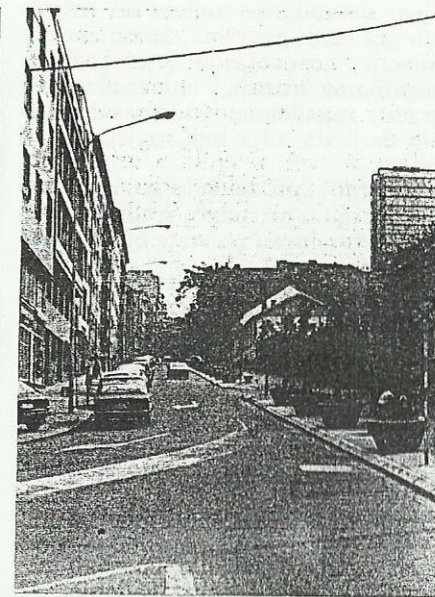


16. Drveće učvršćuje zemljište i sprečava eroziju. Takođe, povoljno utiče na održavanje režima podzemnih voda.

17. I, na kraju od značaja je i estetska komponenta zelenog rastinja: ono pobuđuje kod ljudi prijatan psihički doživljaj, oplemenjujući bar delimično sve užurbanijeg urbanizovanog čoveka.



Zardinjere



Vegetacija ima fundamentalni značaj u funkcionisanju ekosistema, omogućavajući mu proces metabolizma i protok energije, pa je zbog toga neophodan element i u već izgrađenim i zagađenim sredinama.

Međutim iako od izuzetno velikog značaja za životnu sredinu, posebno za urbana područja, o zelenom fondu u našoj zemlji a naročito u Srbiji ne vodi se dovoljno računa. Nehajan i neodgovoran odnos ogleda se i u

tome što se veoma često neplanski i stihijski vrši seča pojedinih vrsta drveća, čak i grupe drveća. Od parkovskog prostora se često oduzimaju delovi za parking prostore, izgradnju pumpnih stanica i slično. Nije redak slučaj da u ovome ima i samovolje pojedinaca.

Urbane sredine koje su istovremeno i industrijske često su u vrlo lošem stanju po pitanju zelenog fonda. Dešava se da se prilikom izgradnje neke industrije, nekih fabrika, planirani zaštitni pojas ne realizuje već se postepeno pretvara u građevinsko zemljište: za proširenje fabričkih kapaciteta ili deponovanje otpadnih materijala. Iz istih razloga često strada i urbano zelenilo, posebno drvoredi.

4. UTICAJ URBANE SREDINE NA ZELENE POVRŠINE

Zelene površine u gradu su veoma ugrožene raznim vrstama zagađenja: svim oblicima aerorozagađenja, zračenjem sekundarne toplote od veštačkih gradskih površina, umanjene insolacije, nepovoljnog gradskog tla, negativnog uticaja entomofaune u gradu, zagađenom vodom od naftnih derivata, ulja industrijske soli i drugo.

Životni vek zelenila u gradu je kraći nego u prirodnoj sredini, a različit je u odnosu na vrste biljaka. Tako na primer:

— životni vek lipe je u gradu 100—150 godina,

u prirodi 350—400 godina,

u dvoredima 40—80 godina,

— životni vek jasena je u gradu 100—120 godina,

u šumi 250—300 godina,

u drvoredu 30—50 godina,

Četinari su još osetljiviji u gradskoj sredini.

Na gradsko zelenilo posebno nepovoljno deluje aerorozagađenje. U sledećoj tabeli dato je pet osnovnih

zagađivača vazduha sa paralelnim procentualnim odnosom fitotoksičnih zagađivača.

Tabela 54 Fitotoksični zagađivači u odnosu na izvore zagađenja

Izvori zagađenja vazduha	Fitotoksični zagađivači
1. saobraćaj	28%
2. industrija	30%
3. termocentrale	26%
4. grejanje prostorija	9%
5. spaljivanje otpadaka	7%

(Tokin D.)

Najčešći fitotoksični zagađivači u urbanoj sredini su:

- sumpordioksid,
- aerosedimenti,
- zagađeno gradsko zemljište
- nepovoljna gradska klima
- neke vrste insekata i mikroorganizama i
- ljudske intervencije

a) Sumpordioksid ima fitotoksično dejstvo. Od njega se fotohemijskim reakcijama stvaraju sumporasta i sumporna kiselina, koje uništavajuće deluje na zelene površine.

b) Aerosedimenti se talože na asimilacionim organima biljaka u vidu finog sloja pa na taj način ometaju fiziološke procese biljaka: transpiraciju i fotosintezu. Ovo može da dovede do umiranja biljaka ili njihovog oštećenja u toku razvoja.

c) Zagađeno gradsko zemljište sa umanjanim fizičkim i hemijskim svojstvima, posebno posredstvom kiša sumpornih jedinjenja, nepovoljno deluje na rast biljaka preko korenja. Zemljište je u gradu antropogeno izmenjeno i osiromašeno karbonatima.

Različite gradske funkcije različito deluju na kvalitet zemljišta. Najnepovoljniji je u okolini fiskulturnih terena (sabijenost zemljišta i slabi-

ja aeracija), zatim kod zaštitnih zelenih pojaseva oko fabrika, saobraćajnica u gradu i slično.

Drvoredi su ugroženi asfaltnim i betonskim površinama koje se pružaju do samog stabla. Na taj način su lišeni organskih i mineralnih materija koje su neophodne za njihov rast. Slivanje atmosferske vode i vode od pranja ulica koje u sebi sadrže i razna hemijska jedinjenja: od naftnih derivata, industrijske soli i drugo, štetno, pa čak i uništavajuće deluju na njih.

U takvoj edafskoj sredini, korenov sistem biljaka jedva vegetira. Ovo se negativno odražava na energiju raščćenja, priraste u debljinu i visinu, vitalnost, zdravstveno stanje. Sve ovo dovodi do raznih oboljenja, suhovernosti i propadanja stabala.

d) Nepovoljna gradska klima posebno u temperaturnom smislu, i smanjenoj apsolutnoj vlazi površine tla utiču na rast biljaka koje imaju manje vlage i u vazduhu i u zemljištu. Takođe negativno na biljke utiče direktna insolacija. Tada može da dođe do „upale kore“.

e) Neke vrste insekata kao što su razne vrste potkornjaka i lisna vaš koje su postale otporne na gradske uslove, mogu da štete biljkama, posebno drvenastim. Takođe, razne vrste mikroorganizama, u vidu plesni i sličnog, kada napadnu pojedine komade, brzo se šire i uništavaju praktično celu vrstu.

f) Razne vrste ljudskih aktivnosti i intervencija u sredini, na biljkama ili u njihovoj blizini, takođe, može negativno da se odrazi. O ovome je bilo ranije govora: samovoljna seča, zasoljavanje preko otopljenog snega i vode od pranja ulica, betoniranje i asfaltiranje i drugo.

Na zelenim površinama Novog Beograda vršena su istraživanja na 17 vrsti drveća (T. Bunuševac). Od ukupno 1436 stabala — 566 (39,6%) pretrpela su vidna oštećenja, 422

(28,40%) su sa znacima velikih oštećenja, a 164 (11,10%) sa manjim. Ovu situaciju pogoršava slivanje prljave vode od pranja ulica i posle kiše, jer se u toj vodi nalaze škodljive materije, kao što su benzin, ulje, nafta, deterdženti za pranje automobila, mazut i drugo. U zimskim mesecima, industrijska so, koja se baca na ulice radi bržeg topljenja snega, rastvorena u prljavoj vodi natapa koren biljaka, što zajedno sa pomenutim uticajima smanjuje životni vek drveća.

5. EKOLOSKE DIMENZIJE U PLANIRANJU ZELENILO

Zagađenost vazduha pogoduje i deficitarnosti zelenog fonda u urbanim sredinama. Zato je veoma važan odnos prema zelenilu i to kako u planiranju tako i održavanju.

— Za svako novoplanirano naselje za verifikaciju svakog DUP-a a prema veličini naselja uneti:

— predviđanje naseljskog parka odgovarajuće veličine,

— određivanje broja stabala u drvoredu, duž saobraćajnica sa obaveznom zaštitnikom oko svakog drveta,

— potrebne zelene barijere radi apsorpcije buke,

— U cilju ozdravljenja izgrađenih urbanih sredina zahvaćenih zagađenjima u projektima rekonstrukcije naći mogućnost za izgradnju zelenih površina: parkova, skverova, cvetnih partera, zelenih ostrvaca. To isto predviđati u svakom DUP-u.

— Za potrebe izrade DUP-a kao osnova za rad neophodan je popis postojećeg zelenog rastinja prostora za koji se plan radi, kako bi se zelenilo uklopilo u njega. Pri ovome je dragoceno sačuvati deo prirode. Ovo bi moralo da se uvede kao obaveza projektantima.

— U svim novim naseljima gde su samo izgrađene velike površine

travnjaka, kao i mnoge linearne duž saobraćajnica postepeno ih pretvarati u parkove, skverove i drvorede kako bi pomogli u ublažavanju buke, štetnog vazduha i prejake insolacije. Pri ovome voditi računa da se uz objekte visoke spratnosti predviđa drveće većih visina.

— Na nivou svakog objekta, stambenog ili društvenog, predviđati otvorene prostore: terase, balkone, lođe, koje bi bile kompenzacija za baštu i vrt. Uz utvrđivanje zakonskog minimuma u pogledu prostora po jednom članu domaćinstva obavezno utvrditi i potreban minimum za pomenute prostore. Na društvenom planu stimulirati negovanje zelenila na otvorenim prostorima. U istom cilju mogu da posluže i puzavice po fasadama koje često mogu da preuzmu ulogu drugog zelenila u pogledu prečišćavanja vazduha.

— Pri planiranju zelenih zasada potrebna je konsultacija sa stručnjacima pejzažne arhitekture u pogledu vrste zelenila koja je najpovoljnija i najotpornija prema zagađenjima. Pri izboru zelenog rastinja potrebno je:

— koristiti višoke zelene zasade koji su higijenski vrednosniji,

— po mogućstvu predviđati insekticidne i antiseptične biljne vrste,

— koristi drveće koje je izdržljivo u gradskim uslovima, zatim, ono koje brže raste, ima duži vegetacioni period i ono koje je otpornije prema biljnim bolestima.

I Insekticidne vrste su: duvan, eukaliptus, orah, kiselo drvo.

II Antiseptične vrste su: breza, šarenolisti javor, grab, dren, kiparis, kleka, cer, orah, crni bor, smreka, platan, glog, bela topola, divlji kesten

III Drveće izdržljivo u gradskim uslovima:
— primidalni brest, japanski dud, mirišljava vrba, kiselo drvo, klen, javor, vrba, bagrem, platan, polusrebrna smrča, javor, glog, magnolija, neke vrste jela, bora, lipe, topole

IV U drveće sa dužim vegetacionim periodom spadaju:
— jablan, platan, žalosni dud, crvena leska, zlatna žalosna vrba, magnolija, vrsta gloga

V Brzorastuće drveće su
— neke vrste: vrbe, topole, platana, japanski dud, kiselo drvo.

VI Drveće otporno prema biljnim bolestima je:
— kiselo drvo, neke vrste graba, kedra, leske, kleke, tise, zatim, dren, dafina, bela topola.

VII U drveće podložno biljnim bolestima svrstavaju se: neke vrste divljeg kestena, breze, gloga, ariša, jasena, vrbe, lipe, bresta.

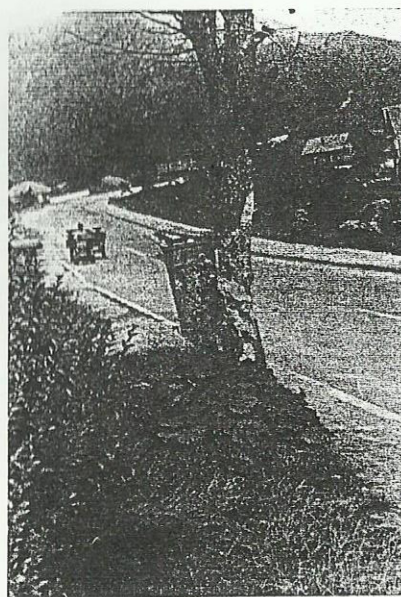
(prema Ramzinu S.)

Higijena gradskih prostora

1. OPSTE O HIGIJENI GRADSKIH PROSTORA

Uobičajeni naziv za higijenu gradskih prostora jeste „komunalna higijena”. Pod komunalnom higijenom se podrazumevaju svi elementi čistoće gradskih prostora i elemenata koji čine taj prostor a koji su značajni za ljudsko zdravlje. Šire uzev, komunalna higijena podrazumeva:

- čist vazduh gradskih sredina
- higijenski ispravnu vodu za piće,
- sanitarno odvođenje fekalnih-komunalnih otpadnih voda,
- dovoljno dobro održavanje gradskog zelenila,
- na povoljan način rešenu toplifikaciju naselja i
- prikupljanje, odnošenje i likvidaciju gradskog smeća.



Ulične kante za sakupljanje smeća