

2017.



MATERIJAL ZA PRIPREMU TESTA SKLONOSTI

Osnovni pojmovi inženjerstva zaštite životne sredine

DEPARTMAN ZA INŽENJERSTVO
ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE
I ZAŠTITE NA RADU

SADRŽAJ

1. VODA KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE.....	2
2. VAZDUH KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE.....	7
3. DEMOGRAFSKA EKSPLOZIJA.....	11
4. ZVUK.....	13
5. GLOBALNO ZAGREVANJE	15
5.1.Okvirna konvencija o promeni klime.....	19
5.2 Kjoto protokol.....	20
5.3.Pariski Protokol	21
6. OZONSKE RUPE.....	22
7. OTPAD.....	24
7.1. Reciklaža-ponovna upotreba otpada	26
8. PRILOG: SI jedinice i pojmovi.....	28

1. VODA KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE

Voda je jedna od najrasprostranjenijih materija u prirodi koja se javlja u različitim agregatnim stanjima i može biti različitog hemijskog sastava. U hemijskom smislu, voda je jedinjenje koje se sastoji iz dva atoma vodonika i jednog atoma kiseonika, povezanih kovalentnom vezom, dok su molekuli međusobno vezani specifičnom vrstom veze: vodoničnom vezom. Način na koji su atomi povezani u molekulu vode određuju njena svojstva i specifičnosti. Kiseonik privlači zajednički elektronski par i tako postaje elektronegativan, a vodonici postaju elektropozitivni, što vodi daje polaran karakter, pri čemu je deo molekula sa kiseonikom negativno naelektrisan, a drugi deo sa vodonikom pozitivno naelektrisan. Kako se suprotna naelektrisanja privlače, molekul vode se tako orijentiše da negativan kiseonikov kraj jednog molekula privlači pozitivan vodonikov atome drugog molekula, a veza koja se uspostavlja je tzv. vodonična veza.

U prirodi ne postoji apsolutno čista voda kao autentično jedinjenje vodonika i kiseonika povezanih vodoničnim vezama. Prirodna voda predstavlja rastvor neorganskih i organski materija. Sve prirodne vode na zemlji predstavljaju hidrosferu, a glavne karakteristike koje omogućavaju život u njoj su:

- viskoznost
- propustljivost za svetlost
- pritisak
- temperatura
- salinitet
- sadržaj kiseonik i ugljen - dioksida
- sadržaj mineralnih materija
- sadržaj hranljivih materija
- kiselost (pH)
- ostale komponente

pH vrednost je hemijska karakteristika vode i određuje se kao negativni dekadni logaritam koncentracije vodonikovih jona, i za hemijski čistu vodu (destilovana voda) iznosi $\text{pH} = 7$, što znači pH neutralna. Normalan opseg pH vode za piće je u granicama 6,5 do 9,5.

Atmosferska voda je u stvari kondenzovana vodena para, koja nastaje isparavanjem površinskih voda koje se ponovo vraćaju na Zemlju u vidu taloga, rose, slane, kiše, snega, grada i leda.

Površinske vode su stvorene prirodnim putem, od atmosferskih padavina ili otapanjem lednika i na isti način se i održavaju. Obnavljaju se padavinama ili iz izvora podzemnih voda.

Površinske vode sadrže više rastvorenih supstanci i mikroorganizama od atmosferskih voda, a manje minerala od podzemnih voda. Podzemne vode su pogodnije za piće. Oko 30% površinskih voda dolazi iz podzemnih izvora.

Površinske vode se dele na :

- **kopnene** (slatke) to su potoci, reke, jezera, bare
- **morske** (slane) vode, a to su: mora i okeani

Samo 3% svetskih voda su slatke vode, a od toga se najveći deo nalazi u obliku ledenih površina.

Površinska voda može biti izložena različitim zagađenjima direktnog ili indirektnog tipa. Zagađenje je kako bakteriološkog tako i hemijskog porekla. Ukoliko je zagađenje veće, količina rastvorenog kiseonika je manja, što smanjuje mogućnost samoprečišćavanja vode i utiče negativno na vodeni živi svet.

Podzemne vode su one koje se nalaze ispod površine u vidu vodonosnih slojeva. Svaki ovakav sloj je ograničen nepropusnim slojem, čiji nagib određuje pravac toka podzemne vode. Povremeno se dopunjavaju atmosferskim padavinama i površinskim vodama koje prodiru u vodonosne slojeve. Ove vode se prirodno prečišćavaju prolaskom kroz slojeve zemljišta, pa se koriste i kao voda za piće.

Voda na planeti je u stalnom kretanju i uvek u drugim vidovima, od tečnog stanja do vodene pare i leda i nazad (Slika 1.1). Sunce zagreva vodu na Zemlji. Jedan deo nje isparava i kao vodena para dospeva u vazduh (evaporacija). Sa kopna, u okviru evapotranspiracije, voda se oslobađa iz biljaka i zemljišta i takođe u vidu vodene pare prelazi u vazduh. Mali deo vode u atmosferi potiče od sublimacije, gde sneg i led direktno prelaze u vodenu paru, potpuno preskačući fazu topljenja. Uzlazne vazdušne struje podižu paru u atmosferu, gde usled niskih temperatura, dolazi do kondenzacije i nastanka oblaka.

Vazdušne struje nose oblake oko planete, pri čemu se delovi oblaka sudaraju, uvećavaju i tako nastaju padavine. Jedan deo padavina je u vidu snega i može se sakupljati u vidu ledenih kapa i glečera. Sneg se u toplijim regionima često otapa na proleće, a nastala voda je poznata kao snežni oticaj. Dok se veći deo padavina vraća ponovo u okeane, jedan deo dospeva na kopno, gde usled gravitacije, teče po površini kao površinsko oticanje. Deo površinskog oticaja odlazi u reke i kreće se kao rečni tok prema okeanima, dok se jedan deo akumulira kao slatka voda u jezerima i rekama.

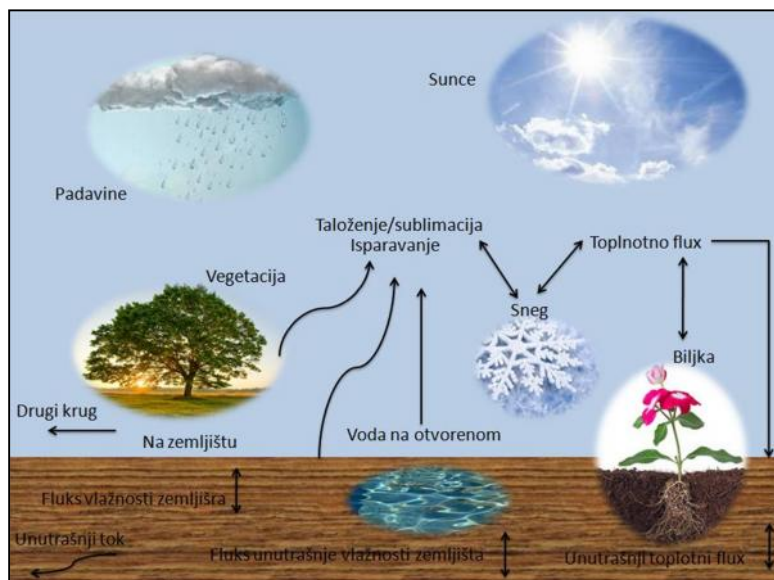
Ne dospeva sav oticaj u površinske vodne, veći deo prodire u zemljište (infiltracija). Od toga, deo dospeva u duboke slojeve, obnavljajući akvifere (zasićene stene ispod površine terena), koje sadrže ogromne količine podzemnih voda u dugim vremenskim periodima.

Neke podzemne vode ostaju blizu površine terena i mogu se procedivati nazad u površinske vode i okeane u vidu pražnjenja podzemnih voda, a neke nalaze otvore na površini terena i pojavljuju se u vidu slatkovodnih izvora. Vremenom, ova voda nastavlja da se kreće, pri čemu dospeva i do okeana, gde se ciklus kruženja „nastavlja“.

Distribucija padavina i isparenja nije jednaka iznad mora, okeana i kopna. Sa mora i okeana ispari više vode, a manje se vraća u vidu padavina dok je iznad kopna obrnuto.

Intenzitet padavina iznad pojedinih područja kopna je različit i zavisi od geografske širine, prirodne vegetacije i od blizine vodenih površina i vodenih tokova. Po pravilu, u predelima sa većom nadmorskom visinom, u predelima koji su pokriveni šumama i iznad urbanih područja ima više padavina.

Industrijski napredak, nezamisliv bez vode, nagli porast broja stanovnika i njihovog standarda doveo je do krize u snabdevanju pitkom vodom u mnogim područjima sveta, i neophodnost njene pripreme za piće tj prečišćavanja koje podižu cenu iste čineći je ne samo dragocenom namirnicom već i robom.



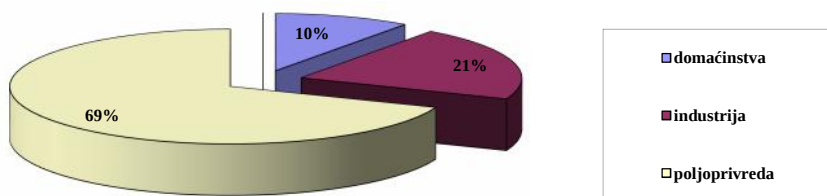
Slika 1.1. Kruženje vode u prirodi

Prognoze kažu da će sredinom ovog veka sedam milijardi ljudi u 60 zemalja biti suočeno sa nedostatkom vode. U najboljem slučaju, taj broj neće biti manji od 2 milijarde ljudi, što sve zavisi od daljeg prirasta broja stanovnika, političkih prilika, spremnosti i mogućnosti zemalja za prelazak na čistije tehnologije u industriji i energetici.

Potrošnja vode u svetu neprestano raste. Razlog tome je porast broja ljudi na Zemlji, ali i povećane potrebe za vodom koje su posledica porasta životnog standarda, promena životnih navika i povećanje industrijske i poljoprivredne proizvodnje.

Procenjuje se da godišnja svetska potrošnja vode oko 800 m^3 po osobi (najveća potrošnja u SAD od 3000 litara po stanovniku dnevno, dok je u nerazvijenim zemljama potrošnja 100 puta manja). Ljudi vodu koriste u tri osnovne delatnosti: poljoprivreda, industrija, kućna i komunalna upotreba.

Najveći udeo u potrošnji ima poljoprivreda, sa oko 69%, industrija sa oko 21%, dok javna potrošnja i potrošnja u domaćinstvima čine 10% od utrošene vode (Slika 1. 2).



Slika 1. 2. Potrošnja vode po delatnostima

Kako su zalihe pitke vode konstantne, stalni trend porasta potrošnje vode, uz povećan broj stanovnika rezultira stalnim smanjenjem raspoloživih zaliha pitke vode po stanovniku.

2. VAZDUH KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE

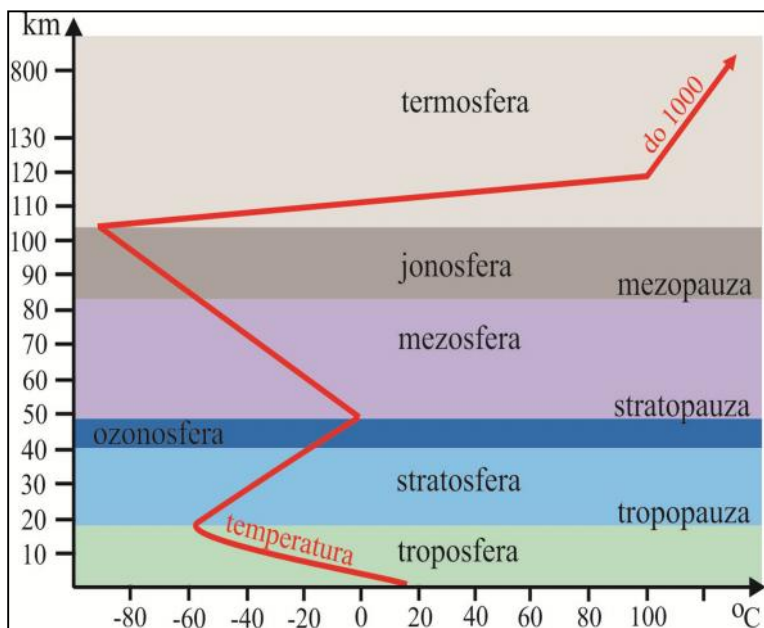
Atmosfera je gasoviti sloj oko Zemlje, koji predstavlja smešu različitih gasova. U stalne sastojke atmosfere spadaju: azot (78.08%), kiseonik (20.95%), argon (0.93%), kao i niz plemenitiha gasova, kao što su ksenon, kripton, neon, helijum, radon i ozon, dok u promenljive sastojke spadaju ugljenik-(II)-oksid i vodena para.

Osim što snabdeva živi svet kiseonikom i ugljen – dioksidom, atmosfera predstavlja medijum koji omogućava prenos sunčeve energije. Ona, pored ostalog, dovodi do: kretanja vazdušnih slojeva uz nastanak vetra, do isparavanja vode sa tla i njenog kruženja u prirodi, pri čemu se obogaćuje kiseonikom, i dovodi do kruženja materija, što omogućava veoma bogat i raznovrstan život u vodi.

Između različitih atmosferskih slojeva menja se zavisnost temperature sa visinom. Ako se temperatura uzme kao osnovni kriterijum, moguće je atmosferu posmatrati kao složen sistem koji se sastoji iz sledećih slojeva:

- troposfere (do 11 km)
- stratosfere (11 do 40 km)
- mezosfere (40 do 80 km)
- jonosfere - termosfere (80 do 800 km)
- egzosfere

Slojevi atmosfere i njihove temperaturne karakteristike prikazani su na *Slici 2.1.*



Slika 2.1. Vertikalna raspodela temperature u atmosferi

Troposfera je najniži deo atmosfere, tj. najbliži je površini Zemlje, gde temperatura opada sa visinom. U zavisnosti od geografske širine i dužine, debljina troposfere kreće se od 8 – 18 km. Troposferu izgrađuje oko 75% ukupne mase atmosfere. U njoj se nalazi sva značajna količina vodene pare i najveći deo prašine. Odlikuje se stalnim hemijskim sastavom; sadrži kiseonik, azot, vodonik, ugljen – dioksid, plemenite gasove, vodenu paru i sastojke zagađenja vazduha. U njoj se odigravaju sve meteorološke pojave i u njoj egzistira život. Temperatura vazduha se sa visinom u proseku snižava za 0,6 °C na svakih 100 m.

Stratosfera je sledeći vazdušni sloj, od 7 – 17 km do oko 50 km. Karakteriše se konstantno niskom temperaturom oko – 55°C, razređenim vazduhom, tj. niskom koncentracijom gasova naročito kiseonika i vodene pare. U stratosferi na 30 km visine postoji sloj ozona koji apsorbujući ultraljubičaste zrake štiti živi svet.

U **mezosferi** na visini između 40 i 60 km nalazi se razređena atmosfera, gde delovanjem ultraljubičastih zraka sa Sunca molekularni kiseonik (O_2) prelazi u ozon (O_3).

Jonosfera je gornji sloj atmosfere, izgrađen od atoma koji su jonizovani pod dejstvom ultraljubičastih zraka, i značajan je za širenje radiotalasa. Donja granica jonosfere je na visini od oko 80 km, a gornja granica je udaljena od površine Zemlje 1000 – 2000km.

Osobine koje karakterišu vazduh su: temperatura, vlažnost, pritisak i strujanje vazduha.

Temperatura vazduha je mera stepena zagrejanosti vazduha koje se meri termometrima, a izražava se najčešće u stepenima Celzijusove skale ($^{\circ}\text{C}$), a može se izražavati i Kelvinovinom (K) i Farenhajtovom (F) skalom. Poželjna temperatura vazduha u sredini gde čovek boravi je 17°C do 22°C i često se naziva „zona komfora“.

Atmosferski pritisak je pritisak vazdušnog stuba na jedinicu površine. Najčešće se u praksi izražava u milibarima (mbar), ali se može izraziti i u Paskalima (Pa), standardnim atmosferama (atm) ili milimetrima živinog stuba (mmHg). Veličina atmosferskog pritiska zavisi od nadmorske visine, temperature i vlažnosti vazduha. Atmosferski pritisak se smanjuje sa porastom temperature i relativne vlažnosti vazduha, a pri porastu nadmorske visine, za svakih 10 m iznad nivoa mora opada za 1,33 mbar ili 1 mmHg.

Vlažnost vazduha parametar koji opisuje prisustvo vodene pare u vazduhu, kao posledicu isparavanja vode sa površine kopna i mora. Na brzinu isparavanja znatno utiče temperatura vazduha i brzina strujanja vazduha. Što je temperatura viša i strujanje vazduha veće isparavanje će biti značajnije. Vlažnost vazduha se izražava kao apsolutna i relativna.

Apsolutna vlažnost vazduha je težina vodene pare u gramima koju sadrži 1m^3 vazduha u trenutku merenja. Maksimalna vlaga je najveća količina vodene pare koju vazduh na određenoj temperaturi može da sadrži, a da ne dođe do orošavanja.

Relativna vlažnost pokazuje stepen zasićenosti vazduha vodenom parom. Izračunava se kao odnos između apsolutne i maksimalne vlage pomnožen sa 100 i izražava se u procentima (%). Ako je relativna vlažnost 100% znači da je vazduh zasićen vodenom parom, a ako je 0% vazduh je potpuno suv.

Zagađenje vazduha je posledica emisije zagađujućih materija iz različitih izvora. Izvori zagađujućih materija se mogu podeliti na :

- **Prirodne izvore** zagađenja u koje spadaju deflacija – raznošenje zemlje i peska , vulkani – pri jakim erupcijama emituju ogromne količine prašine, gasova SO₂, CO₂, mineralni i termalni izvori – mogu da emituju CO₂, H₂S, metan itd., kosmička prašina, za koju se smatra da može biti i radioaktivna, površine okeana kao izvor CO₂, CO, H₂S, hlorida, elementarne katastrofe koje mogu biti praćene značajnom emisijom zagađujućih materija u vazduhu itd.
- **Antropogene izvore** zagađenja (posledice ljudskih delatnosti), u koje spadaju naselja, raznovrsne industrijske operacije, proizvodnja energije iz fosilnih goriva za rad, kao i za zagrevanje prostorija i pogon motornih vozila.

Antropogeni izvori zagađenja mogu se podeliti na stacionarne i na mobilne izvore zagađujućih materija.

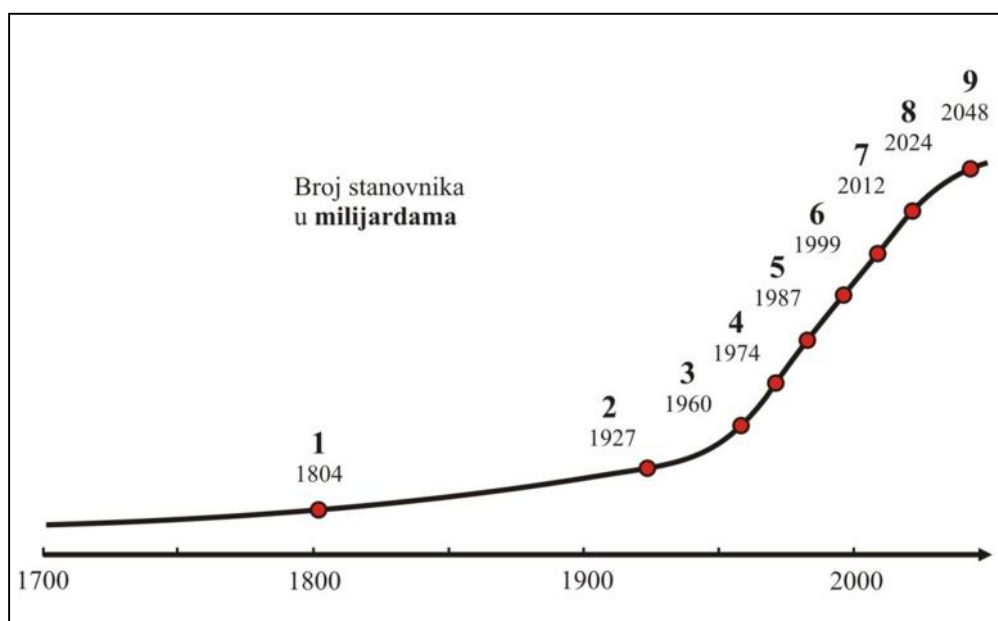
Stacionarni izvori zagađujućih materija su npr. industrijska (elektrane, toplane) i kućna ložišta na fosilna goriva (ugalj, nafta, zemni gas) sa ciljem dobijanja energije. Zagađujuće materije koje se emituju iz tih izvora su organska i neorganska prašina, čađ, sumporni oksidi, azotni oksidi, ugljenmonoksid, ugljendioksid i nešto ugljovodonika.

Mobilni izvori zagađujućih materija su npr. motorna vozila. Sagorevanjem benzina i drugih naftnih derivata u motornim vozilima u vazduhu dospevaju brojni i opasni sastojci zagađenja vazduha (čađ, azotni oksidi, sumporni oksidi, ugljen - monoksid, organski peroksidi, olovo, kadmijum itd.).

3. DEMOGRAFSKA EKSPLOZIJA

Samo 25% površine Zemljine kugle je kopno. Od tog dela ljudi naseljavaju oko 80% kopnene površine, jer je ostalih 20% nepovoljno za život. Ovo se naročito odnosi na pustinjske i polarne oblasti, mada napredak nauke i tehnike dovodi do poboljšavanja uslova života u ovim područjima i njihovog prilagođavanja ljudskom življenju.

Ljudska vrsta se nakon industrijske revolucije umnožava geometrijskom progresijom, odnosno zavisnost broja stanovnika od vremena se može prikazati eksponencijalnom funkcijom. Na slici 3.1. data je zavisnost broja stanovnika na Zemlji u funkciji godine.



Slika 3.1. Kriva rasta ljudske populacije, sa predikcijom do 2050. godine (UN, 2011)

U starom veku nije živelo mnogo ljudi, a i njih su desetkovali ratovi, glad, bolest i druge nepogode. Broj ljudi u starom veku zavisio je od stepena razvijenosti poljoprivrede, pa su se razvijene nacije, kao što su Egipćani, Kinezi, Hindusi i Vavilonci, koncentrisale u plodnim dolinama na obalama velikih reka.

U srednjem veku stalni ratovi i bolesti smanjivali su porast ljudske populacije. Tako je u XIV veku od kuge umrlo 25% evropskog stanovništva.

Veliki porast ljudske populacije počinje između 1850. i 1930. godine. Tada su ljudi počeli menjati svoju okolinu. Počela je industrijska revolucija, intenzivno se naseljavaju novi kontinenti (obe Amerike i Australija), povećana je proizvodnja hrane i poboljšane su higijenske i medicinske prilike. Kao posledica toga došlo je do smanjenja smrtnosti, naročito kod dece i do produžetka životnog veka ljudi. Tako je u X veku životni vek čoveka bio 22-24 godine, a u XVIII veku je već bio povećan na 30-33 godine.

Nakon toga porast ljudske populacije je bio još brži i 80% njenog ukupnog povećanja desio se u poslednja dva veka.

Danas se broj ljudi na Zemlji povećava za 2% godišnje, što bi značilo da će, ako tendencija rasta ostane ista u narednom periodu, broj ljudi na Zemlji 2200. godine biti 150 milijardi. Ako se zna da je još 1979. godine u svetu gladovalo oko 900 miliona ljudi, teško se može poverovati da će takav rast ljudske populacije biti održiv.

Od sedamdesetih godina prošlog veka u svetu vlada **demografska eksplozija**, odnosno ekstremno brz porast broja stanovnika. Kao posledica naučno-tehnološkog razvoja, smanjena je stopa smrtnosti dece, kao direktna posledica bolje i efikasnije zdravstvene zaštite ljudi, proizvodnje veće količine hrane, automatizacije industrijske proizvodnje, usavršenog transporta i komunikacije među ljudima. Mnoge zemlje su preduzele niz mera, neke od njih čak vrlo rigoroznih, za usporavanje demografske eksplozije. Deo sveta koji definitivno nije zahvatila demografska eksplozija jeste Evropa. U većem delu evropskih zemalja broj stanovnika se sporo povećava, pri čemu ima sve više starih ljudi. Nizak natalitet je društveni problem u nekim zemljama, među kojima su Francuska, Mađarska, Bugarska i nažalost Srbija. Na sniženje nataliteta u Evropi uticao je niz faktora kao što su: planiranje porodice, povišen nivo obrazovanja, bolji ekonomski i društveni položaj žena, bolja ekonomska situacija mladih, kasnije stupanje u brak, premalo dečijih ustanova i međunarodna migracija.

4. ZVUK

Zvuk predstavlja mehaničko oscilovanje čestica sredine, koje se može registrovati čulom sluha; to je mehanički talas koji prenosi oscilacije sredine, a koje su u opsegu frekvencija od 16 Hz do 20 000 Hz. Mehanički talasi, koji imaju frekvencije manje od 16 Hz predstavljaju infra zvuk, a oni koji imaju frekvenciju iznad 20 000 Hz-ultra zvuk. Čovekovo uho registruje širok spektar frekvencija, ali ih ne registruje sve pri istim minimalnim intenzitetima zvuka. Pokazuje se da je čovekovo uho najosetljivije u oblasiti frekvencija od 2000 Hz do 5000 Hz, odnosno da u toj oblasti ono registruje najmanje intenzitete emitovanog zvuka. Oblast određena frekvencijama i intenzitetima zvuka koje čovek čuje naziva se oblast čujnosti

Izvor zvuka predstavlja neko telo, ili u specijalnim slučajevima odnos fizičkih parametara, koje izaziva turbulentno kretanje fluida, naglo širenje gasova ili neki drugi proces. Talasi, koji se rasprostiru od izvora zvuka nazivaju se zvučni talasi. Zvuk spada u tzv. sferni talas, što znači da se oscilacije sredine prenose ravnopravno u svim pravcima, od izvora zvuka. Najčešće se zvuk prenosi do ljudskog uha putem vazduha, ali je takođe prenosiv i kroz bilo koji gas, tečnost ili čvrsto telo, odnosno kroz bilo koju sredinu gde postoje čestice koje mogu oscilovati. Brzina zvuka u nekoj sredini zavisi od elastičnih svojstava same sredine.

Pored frekvencije, osnovna karakteristika zvuka je intenzitet.

Intenzitet zvuka (objektivni ili apsolutni) definiše se kao akustična energija, koja u jedinici vremena prođe kroz jedinicu površine sredine u kojoj se zvuk prenosi.

U praksi se mnogo češće upotrebljava tzv. **relativni (ili subjektivni) intenzitet zvuka**, koji se izračunava na osnovu sledeće relacije:

$$Q = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

gde je:

I – intenzitet zvuka;

I_0 – jedinični intenzitet zvuka, koji se zove **prag čujnosti** i koji iznosi 10^{-12} Wm^{-2} .

Jedinica relativnog intenziteta je **decibel – dB**.

Ovakva veličina je uvedena, jer ljudsko uvo ne može da čuje intenzitete koji su ispod 1 dB, pa relativni intenziteti manji od ove vrednosti nemaju nikakv praktični značaj.

U procesu prenošenja zvuka, dolazi do sabijanja čestica sredine i do stvaranja pritiska, koji je veći od pritiska, koji postoji u sredini, ako se zvuk kroz nju ne prenosi. Razlika uobičajenog pritiska u nekoj sredini i pritiska, koji postoji kada se kroz nju prostire zvuk naziva se pritisak zvuka.

Uzimajući u obzir da instrumenti za merenje zvuka registruju upravo pritisak zvuka, a ne njegov intenzitet, uvodi se tzv. nivo zvuka koji se definiše preko zvučnog pritiska:

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

gde je:

L – nivo zvučnog pritiska;

p – pritisak zvuka;

p₀ – prag čujnosti zvučnog pritiska i iznosi 2·10⁻⁵ Pa.

Buka predstavlja neprijatan ili neželjen zvuk. Iz ovakve definicije proizilazi da jedan konkretan zvuk može za jednu osobu predstavljati buku, a za drugu ne. Međutim, postoje zvuci takve jačine da prouzrokuju oštećenja čula sluha i takav zvuk se naziva bukom, bez obzira na svoje ostale karakteristike. Buka se smatra zagađenjem, jer može prouzrokovati neželjene promene čula sluha i psihološke smetnje. Bučni uređaji ometaju čovekov san, rad i slobodno vreme, a veoma intenzivan zvuk može dovesti do privremenog ili trajnog oštećenja sluha. Nivo buke sa kojom se čovek susreće zavisi od mnogo faktora: veličine i oblika prostora, apsorpcionih karakteristika materijala od kojih je prostorija napravljena, spoljašnjih i unutrašnjih izvora buke, broja, rasporeda i stanja prozora, od toga da li su oni otvoreni ili zatvoreni i slično. Negativni efekti buke su osnovni razlog za merenje i smanjenje buke.

5. GLOBALNO ZAGREVANJE

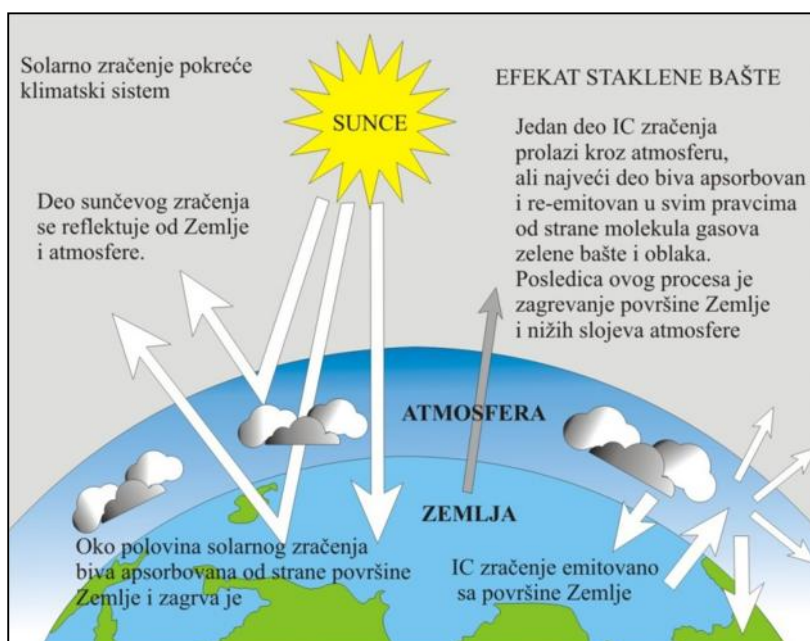
Pod globalnom klimom se podrazumeva stanje klimatskih faktora određenih za celu površinu Zemlje i usrednjenih u dugačkim vremenskim intervalima. Od svih klimatskih faktora smatra se da je globalna prosečna temperatura faktor koji je najbolji za praćenje promena klime i predviđanje budućih klimatskih promena, jer je ona najstabilniji klimatski parametar. Period vremena po kojem se vrši usrednjavanje obično je decenija ili duži vremenski interval.

Tipično je da se temperatura vazduha na površini Zemlje menja za oko 20°C između dana i noći u nekoj posmatranoj oblasti. Usrednjavanjem po celoj površini Zemaljske kugle zapravo se eliminiše ova razlika, budući da je uvek isti procentualni deo Zemlje u datom trenutku izložen zračenju Sunca. Jednostavnije rečeno, na jednoj polovini planete je dan, kada je na drugoj polovini noć, tako da se efekti smene dana i noći u ovakvom usrednjavanju praktično poništavaju. Prosečna globalna temperatura je stoga dobar reprezent ukupne sunčeve energije koja se apsorbuje od strane Zemlje.

Atmosfera, zemljište i okeani imaju ogromni toplotni kapacitet, odnosno mogu da deponuju velike količine energije. Iz tog razloga prosečna temperatura na Zemlji se održava i pored fluktuacija u količini energije koja dolazi do Zemlje ili fluktuacijama gubitaka energije. Ove fluktuacije posledica su različitih uslova u Zemljinoj atmosferi, kretanja velikih vazdušnih masa, pojave oblaka, padavina i slično.

Čovekova aktivnost ima velik uticaj na delikatan bilans između količine sunčeve toplote, koja dospe do površine Zemlje i toplote koja se izrači nazad u svemir. Da bi se shvatio kakav je uticaj čovekove aktivnosti na globalno prenošenje toplote, mora se prethodno poznavati unutrašnji mehanizam funkcionisanja klimatskog sistema Zemlje. Pokazuje se da se oko 18% od sunčevog zračenja koje dospe do Zemlje apsorbuje u atmosferu, 31% se raseje ili reflektuje od atmosfere nazad u svemir, a 4% se reflektuje u svemir od zemljišta i vodenih površina. To znači da se od ukupnog zračenja koje dođe do Zemlje reflektuje (ili raspe) nazad u svemir 35%; ovaj deo zračenja, koji se vraća nazad u svemir se naziva albedo Zemlje. Prethodni podaci pokazuju da se 47% sunčevog zračenja apsorbuje u zemljištu i vodenim površinama Zemlje. Deo ove energije, tačnije 18%, koristi se za procese isparavanja vode, a deo (11%) se koristi za zagrevanje troposfere. Oba prethodno navedena dela energije se zapravo mogu smatrati energijama koje doprinose zagrevanju

atmosfera, budući da se i latentna toplota isparavanja vode oslobađa u atmosferi u procesima kondenzacije. Preostali deo energije koja je apsorbirana na površini Zemlje vraća se u svemir, emitovanjem IC talasa. Ukoliko se uspostavi energetska ravnoteža za svaki sloj atmosfere i za površinu, onda će svaki od slojeva doći do ravnoteže temperature. Dalje, svaki sloj će se ponašati kao crno telo, odnosno tako da je frekvencija talasa koji se emituju određena njegovom temperaturom. Ukoliko bi se uradio proračun, uz pretpostavku da atmosfera ne apsorbuje deo zračenja koje se emituje nazad u svemir, temperatura na Zemlji bi bila oko -20°C . Razlika od 39°C (budući da je prosečna temperatura na Zemlji oko 15°C posledica je pojave da gasovi koji se nalaze u atmosferi apsorbuju deo zračenja koje se sa površine emituju kao IC zračenje. Ovaj efekat, poznat pod nazivom **efekat staklene bašte** je prirodan fenomen, igra presudnu ulogu u radijacionom transferu toplote i prirodni je mehanizam kojim se zagreva atmosfera (*Slika 5.1.*). Glavni uzročnik ovog efekta je atmosferski gas ugljen-dioksid (CO_2), koji za razliku od glavnih komponenti atmosfere, kiseonika (O_2) i azota (N_2), može da apsorbuje zračenje većih talasnih dužina i tako zadrži Sunčevu energiju koja se emituje od Zemljine površine, isto kao što staklene bašte zadržavaju toplotnu energiju, po čemu je efekat dobio ime. Ova pojava omogućuje da se energija stigla na Zemlju ne vrati nazad u kosmos, tako da prisustvo ugljen-dioksida u atmosferi čini naš svet prijatnim mestom za život. Kada ne bi bilo ugljen – dioksida u atmosferi, planeta Zemlja bi se ponašala kao planeta Merkur, koji iako je najbliži Suncu nije najtoplija planeta u Sunčevom sistemu. Naime, iako je Mars planeta u čvrstoj fazi, zbog svoje relativno male mase Merkurova gravitacija je slaba u poređenju sa onom na Zemlji. Kao posledica toga atmosfera Marsa je veoma male gustine te se najveći deo toplotne energije koja stigne na Merkur emituje nazad u svemir. Venera pak, koja je prva sledeća planeta od Sunca i koja je slične mase kao Zemlja, ima atmosferu i to takvu da je njen glavni sastojak upravo ugljen – dioksid (preko 95%). Zbog odsustva života na Veneri, ugljen dioksid se ne vezuje, njegov nivo u atmosferi ostaje visok, te je kao posledica efekta staklene bašte Venera najtoplija planeta u Sunčevom sistemu, sa prosečnom temperaturom površine od oko 460°C .



Slika 5.1. Efekat staklene bašte na Zemlji (bazirano na Le Treut et al., 2007.)

Dakle, na Zemlji život postoji zbog odgovarajućeg rastojanja od Sunca i sastava atmosfere. Ipak, naša klima se može menjati i na taj način zapretiti da ugrozi stanje ravnoteže na Zemlji.

Tabela 5.1. Osnovni gasovi staklene bašte (IPCC, 2001.)

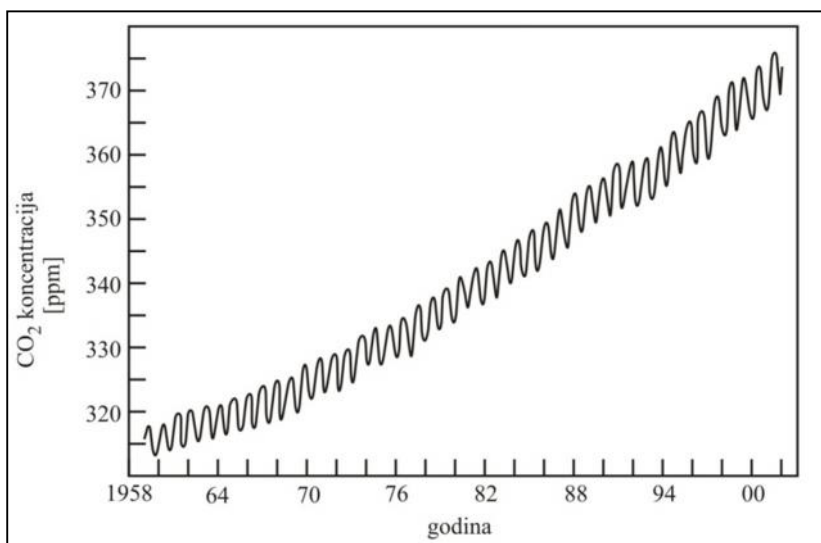
Gasovi staklene bašte (GHG)	Formula	Koncentracija (ppb _v)		Životni vek u atmosferi (godina)	Antropogeni izvor
		pre industrijalizacije	u 2007		
Ugljendioksid	CO ₂	278 000	383 000	promenljiv	Fosilna goriva, krčenje šuma
Metan	CH ₄	700	1770	12	otpad, stajnjak
Azot oksid	N ₂ O	270	311	120	Fertilizatori, ind. procesi
CFC-12	CCl ₂ F ₂	0	0,503	102	Hlađenje
HCFC-22	CHClF ₂	0	0,105	12	Hlađenje
Perfluorometan	CF ₄	0	0,070	50 000	Proizvodnja aluminijuma
Sumporheksafluor	SF ₆	0	0,032	3200	Dielektrični fluid

Pojava koja se naziva **globalno zagrevanje** predstavlja narušavanje prirodne ravnoteže, usled promene sastava atmosfere i zadržavanja veće količine toplote u Zemljinoj atmosferi od uobičajene, što za posledicu ima povećanje prosečne temperature na Zemlji. Uzrok ovoj pojavi su različiti gasovi, koji imaju sposobnost propuštanja zračenja talasnih dužina koje dolaze na Zemlju sa Sunca i apsorbovanja zračenja koje se emituje sa Zemlje. Ovakvi gasovi su pored ugljen-dioksida, metan, azotni oksidi, CFC i drugi, a jednim imenom se nazivaju **gasovima staklene bašte** (greenhouse gases – GHG) (Tabela 5.1.).

Ugljen – dioksid u atmosferu stiže vulkanskim erupcijama i sagorevanjem organskih materija, naročito fosilnih goriva koja ljudi intenzivno koriste od industrijske revolucije. Ovaj ugljen – dioksid antropogenog porekla uvećao je svoj sadržaj u atmosferi za 25 odsto tokom poslednjih 150 godina, zbog čega je došlo do većeg zagrevanja atmosfere i podizanja globalne temperature.

Naučnici smatraju da će dalje povećanje temperature usled neminovnog rasta koncentracije ugljen – dioksida u atmosferi tokom sledećih 50 ili 100 godina dovesti do daljeg povećanja srednje temperature na Zemlji. Na *Slici 5.2.* prikazana je prosečna mesečna koncentracija CO₂ u ppm u Mauna Loa (Havaji) istraživačkoj stanici.

Istovremeno, zbog širenja vode okeana i topljenja glečera i delova oblasti večitog leda, doći će i do povećavanja nivoa svetskih mora. Zbog povećane temperature, povećavaće se i isparavanje, a samim tim i količine padavina, menjaće se njihova distribucija, učestalost pojave i lokacije elementarnih nepogoda, uslovi za proizvodnju hrane i slično.



Slika 5.2. Prosečna mesečna koncentracija CO₂ u ppm u Mauna Loa (Havaji) istraživačkoj stanici (CDIAC, 2003.)

5.1. Okvirna konvencija o promeni klime

Okvirna konvencija Ujedinjenih nacija o promeni klime (UNFCCC¹) usvojena je i potpisana na Svetskom samitu u Rio de Žaneiru, u Brazilu, juna 1992. Konvencija je stupila na snagu u martu 1994., i do sada ju je ratifikovalo 195 država koje predstavljaju strane Konvencije. Republika Srbija je ratifikovala Konvenciju 2001. godine.

Od industrijalizovanih zemalja se očekuje da učine najviše u pogledu smanjenja emisija. Te zemlje se označavaju kao Aneks I države i obavezne su da, između ostalog, redovno izveštavaju o svojim politikama i merama u oblasti klimatskih promena i da podnose svoje godišnje inventare o emisijama GHG².

Industrijski razvijene zemlje su takođe i postigle dogovor da podrže napore i aktivnosti u oblasti klimatskih promena u državama u razvoju pružanjem finansijske podrške (grantovi, krediti, itd.) i njime upravlja Globalni fond za životnu sredinu (GEF).

Republika Srbija spada u grupu zemalja u razvoju (ne-Aneks I države), koje podnose izveštaje o svojim aktivnostima usmerenim na borbu protiv klimatskih promena i prilagođavanja (adaptacije) na izmenjene klimatske uslove.

¹ UN Climate Change Newsroom, zvaničan sajt: <http://newsroom.unfccc.int/>

² The Greenhouse Gas (GHG), <http://www.ghgprotocol.org/>

5.2 Kjoto protokol

Uz Okvirnu konvenciju UN o promeni klime, u decembru 1997. godine u Kjotu (Japan) usvojen je Kjoto protokol, sa ciljem da se postigne bolje sprovođenje Konvencije. Osnovni cilj Kjoto protokola je smanjenje globalnih antropogenih emisija GHG za najmanje 5% u odnosu na referentnu 1990.godinu, i to u prvom obavezujućem periodu, 2008. – 2012. godina³.

Osnovna razlika između Protokola i Konvencije je što Konvencija podstiče industrijski razvijene zemlje da smanje emisije GHG, dok ih Protokol na to obavezuje. Kjoto protokol je stupio na snagu za Republiku Srbiju 17. januara 2008. godine⁴. Kao ne – Aneks I državi članici Konvencije, Republici Srbiji je dostupan Mehanizam čistog razvoja. U skladu sa obavezama, uspostavljeno je Nacionalno telo za sprovođenje Mehanizma čistog razvoja Kjoto protokola (DNA). Do sada je registrovano 7 projekata Mehanizma čistog razvoja (CDM)⁵ u Srbiji. Posle Kjoto protokola usledili su:

- Akcioni plan sa Balijsa (2007.g.) Na konferenciji strana ugovornica Okvirne konvencije održanoj decembra 2007.godine na ostrvu Bali u Indoneziji usvojen je dokument “Program aktivnosti sa Balijsa (Bali Road Map)⁶,
- Samit u Kopenhagenu⁷ (2009),
- Samit u Kankunu⁸ (2010),
- Samit u Durbanu⁹ (2011),
- Samit u Kataru¹⁰ (2012),
- Varšavski samit¹¹ iz 2013.godine sledeći je korak u osiguranju univerzalnog klimatskog sporazuma.
- Pariski Protokol (2015)

³ http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

⁴ <http://www.klimatskepromene.rs/>

⁵ <http://www.klimatskepromene.rs/cdm-projekti>

⁶ <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf>

⁷ Više informacija na: http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/meeting/6295.php

⁸ Više informacija na: http://unfccc.int/meetings/cancun_nov_2010/meeting/6266.php

⁹ Više informacija na: http://unfccc.int/meetings/durban_nov_2011/meeting/6245.php

¹⁰ Više informacija na: http://unfccc.int/meetings/doha_nov_2012/meeting/6815.php

¹¹ Više informacija na: http://unfccc.int/meetings/warsaw_nov_2013/meeting/7649.php

5.3.Pariski Protokol

Pariski sporazum se posmatra kao istorijski zato što je široko priznat i uz jednoglasan dogovor naučnika da temperatura na Zemlji raste zbog emisije gasova nastalih ljudskom aktivnošću. Konferencija o klimi u Parizu održana je od 30. novembra do 12. decembra 2015. godine. Delegacije iz oko 150 zemalja učestvovala su u pregovorima o novom globalnom pravno obavezujućem sporazumu o klimi.¹²

Glavni cilj sporazuma je da se porast temperature u budućnosti svede na ispod 2 °C.

Sporazum u Parizu traži od svih zemalja da razmotre svoje doprinose emisiji GHGa na svakih pet godina. Evropska unija zauzima važno mesto u pregovorima o klimi. Ona aktivno promoviše usvajanje pravno obavezujućeg sporazuma kojim bi se svim zemljama potpisnicama dodelile jednake i ambiciozne obaveze koje bi dovele do globalnog smanjenja emisija štetnih gasova za najmanje 60% do 2050. godine (u odnosu na 2010.). EU se sa svoje strane obavezuje da će smanjiti emisije GHGa za najmanje 40% do 2030. (u odnosu na 1990.), kao i za najmanje 80% do 2050.

¹² <http://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/timeline/>

6. OZONSKE RUPE

Ozon je gas koji je toksičan za čoveka već pri koncentracijama od 1ppm u vazduhu. Postoje dve vrste problema u životnoj sredini koje su direktno vezane za ozon i oni se javljaju u različitim delovima atmosfere:

- Povećanje koncentracije ozona u nižim slojevima atmosfere.
- Uništavanje ozonskog sloja u stratosferi-ozonske rupe

Pojava povećane koncentracije ozona u niskim slojevima atmosfere, posledica je aerozagađenja, uglavnom iz industrijskih postrojenja i motornih vozila. Ispuštanje azotnih oksida i sumpor – dioksida u niže slojeve atmosfere, dovodi do pojave foto –indukovanih reakcija, koje daju niz produkata, od kojih je najopasniji ozon. Ozon je najopasniji polutant za vreme toplih leta, posebno u velikim gradovima ili industrijskim oblastima, gde živi i radi veliki broj ljudi.

Ozon se u niskim delovima atmosfere obično nalazi u okviru smoga, koji se javlja za vreme toplog i suvog vremena, kada se događa "zarobljavanje" polutanata iz motornih vozila i industrijskih postrojenja, usled mirovanja vazduha. Odatle proističe da je jedan od načina kontrole ozonskog smoga smanjenje emisije gasova koji su polutanti vazduha, posebno azotnih oksida.

Drugi problem u životnoj sredini koji je vezan za ozon odnosi se na istanjivanje ozonskog omotača Zemlje odnosno formiranje tzv. ozonskih rupa.

U stratosferi, na visini između 20km i 25km nalazi se ozonski sloj, u kome se nalazi prirodno akumulirani ozon. Ozon (O_3) se stalno formira, raspada i ponovo formira na visinama od oko 40km, spušta se na visinu od 20km – 25km i tu se zadržava.

Ozon je vrlo reaktivan gas koji se formira kada se stabilan molekul O_2 rascepi pod dejstvom ultravioletnog zračenja ili električnog pražnjenja. Ozonski omotač nije uniformne debljine i njegova gustina varira. Njegova gustina je najmanja na ekvatoru, a najveća na velikim geografskim širinama, iznad 50°C severne i južne geografske širine. Stanje ozonskog omotača takođe se menja i tokom godine. Najviše ozona se nagomilava u proleće i to iznad polarnih oblasti.

1970. godine je utvrđeno da veliki broj jedinjenja koje se emituju usled ljudskih aktivnosti oštećuju ozon u stratosferi. **Montrealski protokol** o

supstancama koje oštećuju ozonski omotač je usvojen 1987. za zaštitu globalnog ozona i posledično za zaštitu od povećanja ultraljubičastog (UV) zračenja na površini Zemlje. Supstance koje sadrže hlor i brom su poznate kao supstance koje oštećuju ozonski omotač (ODS – ozone depletion substancies *eng.*) i njihova smisija je predmet regulative Montrealskog protokola. ODS su odgovorne za istanjenje sloja ozona u stratosferi u polarnim regionima (najpoznatija je tzv." ozonska rupe " iznad Antarktika) i na srednjim geografskim širinama. Primena Montrealskog protokola, njegove izmene, dopune i prilagođavanja, dovela su do uspešne kontrole globalne proizvodnje i potrošnje ODS u periodu 1990. – 2010., a atmosferske koncentracije svih glavnih ODS koji su prvobitno kontrolisani su u padu. Ipak, oštećenja ozonskog omotača će se nastaviti više decenija, jer je nekoliko ključnih ODS imaju dugačko vreme života u atmosferi nakon kraja emisije.

7. OTPAD

Otpad predstavlja svaku materiju ili predmet koju zbog njenih svojstava vlasnik odbacuje, namerava ili mora da odbaci. Nastaje kao rezultat raznih ljudskih aktivnosti: u domaćinstvima, u raznim privrednim delatnostima, a posebno u industriji.

Najbitnije karakteristike otpada su: sastav, količina i srednja gustina.

Količina i sastav otpada koji se prikuplja zavisi od čitavog niza faktora: godišnjih doba, navika i ekonomskog statusa ljudi, broja i vrsti komercijalnih i industrijskih subjekata, kao i od toga da li je u pitanju gradska ili seoska sredina, zatim od navika i mentaliteta ljudi i njihovog životnog standarda, od učestalosti prikupljanja, od geografskog položaja grada itd.

Srednja gustina otpada (srednja masa po jedinici zapremine) je veoma važna važna karakteristika, jer utiče na broj, veličinu i vrstu kontejnera kao i vrstu vozila za sakupljanje otpada.

Otpad se uobičajeno može klasifikovati prema mestu njegovog nastanka i prema njegovim karakteristikama. Takođe postoji i podela otpada prema njegovim mogućnostima transformisanja u životnoj sredini.

Prema mestu nastanka razlikuju se sledeće vrste otpada:

1. Otpad iz domaćinstva – kućni otpad
2. Komercijalni otpad
3. Industrijski otpad
4. Ostale vrste otpada

Kućni otpad je veoma heterogen i nastaje u domaćinstvima, sakupljaju ga za to specijalizovane firme, odvoze i deponuju na tehnički uređenu i održavanu komunalnu deponiju. U ovu grupu spada i drugi otpad koji je zbog svoje prirode ili sastava sličan kućnom otpadu.

Komercijalni otpad je takođe heterogen otpad koji nastaje u preduzećima, ustanovama i drugim institucijama koje se u celini ili delimično bave trgovinom, uslugama, kancelarijskim poslovima, sportom, rekreacijom ili zabavom. Posebne komunalne službe su angažovane za njegovo sakupljanje, transport i deponovanje.

Kućni i komunalni otpad, kao otpad koji nastaje u komunalnim sredinama, često se jednim terminom naziva i **komunalni otpad**.

Industrijski otpad je otpad iz bilo koje industrije ili otpad sa lokacije na kojoj se nalazi industrija.

U ostale vrste otpada spadaju: medicinski otpad, građevinski otpad, ambalažni otpad, klanični otpad, rudarski otpad, kao i specijalni (posebni) tokovi otpada gde se ubrajaju radioaktivni otpad, eksplozivni otpad itd.

Karakterizacija otpada je postupak ispitivanja kojim se utvrđuju fizičko – hemijske, hemijske i biološke osobine i sastav otpada.

Opšta podela otpada **prema karakteristikama** je na:

- opasan ili hazardni otpad,
- neopasni otpad, i
- inertni otpad.

Opasan otpad jeste otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, kancerogenost, mutagenost, teratogenost, ekotoksičnost, svojstvo oksidisanja, svojstvo nagrizanja, i svojstvo otpuštanja otrovnih gasova hemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom. U ovaj otpad se uključuje i ambalaža u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan. U suštini, opasan otpad predstavlja bilo koji otpad ili kombinaciju otpada, koji sada ili u budućnosti može biti potencijalna opasnost za ljudski, biljni i životinjski svet.

Neopasan otpad je otpad koji, zbog svoje količine, koncentracije ili fizičke, hemijske i biološke prirode, za razliku od opasnog otpada, ne ugrožava zdravlje ljudi ili životnu sredinu i nema karakteristike opasnog otpada.

Inertan otpad je otpad koji nije podložan bilo kojim fizičkim, hemijskim ili biološkim promenama, ne rastvara se, ne sagoreva ili na drugi način fizički ili hemijski reaguje, nije biološki razgradiv ili ne utiče nepovoljno na druge materije sa kojima dolazi u kontakt na način koji može da dovede do zagađenja životne sredine ili ugrozi zdravlje ljudi. Ukupno izlučivanje i sadržaj zagađujućih materija u otpadu i ekotoksičnost izlučenih materija moraju biti u dozvoljenim granicama, a posebno ne smeju da ugrožavaju kvalitet površinskih i/ili podzemnih voda.

Prema morfološkom sastavu koji se ogleda na osnovu učešće pojedinih vrsta materijala u zapremini rastresitog otpada, otpad se može podeliti na sledeći način:

- baštenski otpad;
- ostali biorazgradivi otpad;
- papir;
- staklo;
- karton;
- karton-vosak;
- karton-aluminijum;
- metal-ambalažni i ostali;
- metal- Al konzerve;
- plastični ambalažni otpad;
- plastične kese;
- tvrda plastika;
- tekstil;
- koža
- pelene;
- fini elementi.

Otpad se takođe može podeliti **prema njegovoj nameni** na:

- Biorazgradivi otpad
- Reciklabilni otpad
- Otpad koji je moguće spaljivati.

7.1. Reciklaža-ponovna upotreba otpada

Praktično je nemoguće dati decidan odgovor na pitanje da li je reciklaža značajnija u domenu industrijskog ili komunalnog otpada, budući da se, i u jednom i u drugom slučaju ostvaruju izuzetno značajni tehnički, ekološki i ekonomski efekti. Svakako jedan od najznačajnijih je drastično smanjenje količina industrijskog i komunalnog otpada koji se moraju odložiti na sanitarne deponije, čime se vek korišćenja deponija produžava i značajno usporava proces iscrpljivanja prirodnih resursa i emisije iz deponija. Tipičan sastav gradskoga komunalnog otpada pokazuje da 30 – 40 % otpada može da se reciklira. Razlozi za potrebu povećanog iskorišćavanja otpada su višestruki:

- saznanje o ograničenim prirodnim resursima i potrebi racionalnog korišćenja onoga čime se raspolaže,

- propisi o zaštiti životne sredine definišu strožije uslove za odlaganje otpada, pa je neophodno da se reciklažom smanji obim otpada koji se odlaže na deponiju,
- teškoće pri obezbeđenju lokacija za nove deponije ukazuju na reciklažu kao jednu od mogućnosti smanjivanja potreba za novim deponijama.

Materijali koji su pogodni za reciklažu:

- *aluminijumske limenke* su vrlo pogodne za reciklažu zbog relativno visoke cene aluminijuma. Udeo aluminijumske ambalaže u komunalnom otpadu razvijenih zemalja iznosi oko 1% i u stalnom je porastu.
- *papir i karton* čine prosečno 30 do 40 % sastava komunalnog otpada i njihovo recikliranje je posebno značajno za zemlje koje su siromašne drvnim sirovinama (šumama)
- *staklo* čini udeo od 5 – 10 % komunalnog otpada. Reciklirano staklo može da se koristi za mnoge sekundarne namene i njegovim recikliranjem se postižu velike uštede energije.
- *plastika* najvećim delom nije biorazgradiva i vrlo je nepogodna za odlaganje. Praktično, sve vrste plastike pogodne su za recikliranje.
- Razni drugi materijali: baterije, računari, akumulatori, tekstil itd.

8. PRILOG: SI jedinice i pojmovi

Veličina	Oznaka jedinice	Naziv jedinice
Dužina	m	metar
Masa	kg	kilogram
Vreme	s	sekunda
Jačina električne struje	A	amper
Temperatura	K	kelvin
Jačina svetlosti	cd	kandela
Površina	m ²	kvadratni metar
Zapremina	m ³	kubni metar
Gustina	kg/m ³	
Frekvencija	Hz	herc
Brzina	m/s	
Ubrzanje	m/s ²	
Sila	N	njutn
Pritisak	Pa	paskal
Energija, rad, količina toplote	J	džul
Snaga	W	vat
Električni napon	V	volt
Električna otpornost	W	om
Količina elektriciteta	C	kulon
Električni kapacitet	F	farad
Magnetni fluks	Wb	veber
Magnetna indukcija	T	tesla

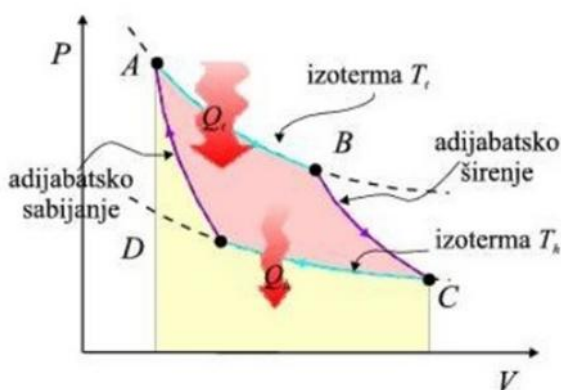
Adijabatski proces je proces u kojem je razmena toplote sistema sa spoljašnjom sredinom zanemarljiva.

Izobarski proces je proces koji se odvija pri konstantnom pritisku.

Izotermiski proces je proces koji se odvija pri konstantnoj temperaturi.

Izohorski proces je proces koji se odvija pri konstantnoj zapremini.

Motori sa unutrašnjim sagorevanjem (**motori SUS**) su mašine kod kojih se sagorevanjem goriva vrši transformacija hemijske energije u toplotnu, iz toplotne u mehaničku, kod kojih su produkti sagorevanja ujedno i radni gas. Idealni četvorotaktni motor radi po teorijskom termodinamički ciklusu koji se zove **Karnoov ciklus** (slika 8.1.).



Slika 8.1. Karnoov ciklus

Kiseline su jedinjenja koja u vodi disosuju na pozitivne jone vodonika (H^+) i negativne jone kiselinskog ostatka.

Kiseline imaju pH nižu od 7, farbaju plavi lakmus u crveno.

Baze su neorganska jedinjenja koja u vodenim rastvorima disosuju na katjone metala i negativne hidroksilne grupe (OH^-).

Ph vrednost baza je veća od 7, a farbaju crveni lakmus u plavo.



Materijal za pripremu testa sklonosti – oblast zaštite na radu

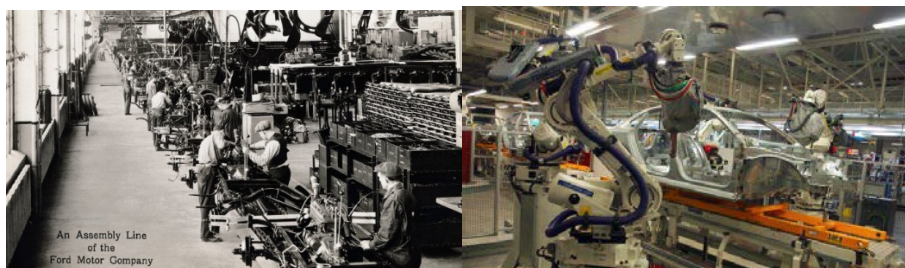
2017

Sadržaj:

1.	Pojam zaštite na radu	3
2.	Međunarodno pravo	4
a.	Međunarodna organizacija rada (MOR) - International Labour Organisation (ILO)	4
b.	Evropska unija-EU.....	5
3.	Sistem upravljanja zaštitom na radu u Srbiji	6
4.	Procena rizika na radnom mestu.....	7
5.	Lična zaštitna sredstva-LZS.....	8
6.	Specifična radna mesta	11
7.	Povreda na radu	11

1. Pojam zaštite na radu

Istorijski posmatrano, potreba za preduzimanjem određenih aktivnosti radi bezbednosti učesnika u radu javlja se sa prvim oblicima rada, jer je svaki rad praćen manjim ili većim opasnostima, ali se kao organizovana delatnost uspostavlja tek početkom 19. veka. Naime, razvojem industrije radnička klasa je brojno ojačala, ali su se uslovi rada pogoršali. Sa usavršavanjem sredstava za rad, a naročito sa tehničkim napretkom poznatim pod nazivom „*industrijska revolucija*“, broj povreda na radu i bolesti se naglo uvećava. Nezadovoljstvo uslovima rada raste do te mere da dovodi do otvorenih istupanja radnika sa osnovnim zahtevom za njihovo poboljšanje. Stvara se snažan radnički pokret i radnička udruženja koja vrše pritisak na državu i ona je prinuđena da ove odnose pravno reguliše kako bi obezbedila minimalnu zaštitu radnika, a time i veću ekonomsku stabilnost i socijalni mir. Od tada počinje intenzivan razvoj zaštitnog zakonodavstva, širenje socijalnih prava i stvaranje međunarodnih organizacija koje u velikoj meri doprinose uspostavljanju stabilnih sistema bezbednosti i zaštite zdravlja na radu.¹



Slika 1: Industrijski procesi, nekad i sada

Zaštita na radu je skup tehničkih, zdravstvenih, pravnih, psiholoških, pedagoških i drugih delatnosti pomoću kojih se otkrivaju i otklanjaju rizici, odnosno rizične pojave kao što su opasnosti, štetnosti i naponi, a koje mogu ugroziti život i zdravlje osoba koje rade. Zaštita na radu kao skup interdisciplinarnih aktivnosti uređuje mere, postupke, načela i pravila zaštite na radu kako bi se osnovnim (projektovanim, tehničkim) merama rizici na radu eliminisali ili umanjili odnosno sveli na prihvatljiv nivo, kako bi se nakon primene osnovnih pravila zaštite na radu i utvrđenog nivoa rizika, preostali rizik sveo na prihvatljiv nivo primenom posebnih (organizacionih) pravila zaštite na radu.

Svrha zaštite na radu je stvoriti sigurne radne uslove kako bi se sprečili zastoji u odvijanju tehnoloških/proizvodnih/uslužnih i drugih radnih procesa sa mogućim posledicama za zdravlje i život radnika kao što su povrede na radu, profesionalne bolesti i druge bolesti u svezi s radom.

Težnja je da se u skladu sa zakonom i drugim propisima iz ove oblasti, dostigne najviši nivo zdravstvene i psihofizičke zaštite. U tom smislu, uslovi rada, sredstva i organizacija rada moraju biti prilagođeni potrebama radnika a istovremeno radnici moraju biti motivisani za aktivno uključivanje u sve aktivnosti.

¹ Više u Bezbednost i zdravlje na radu, Sindikalni priručnik, Izdavač UGS "Nezavisnost" Beograd Nušićeva 4/V

Prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu (objavljen u „Službenom glasniku Republike Srbije“ br. 101/2005 i 91/2015) definiše se:

Bezbednost i zdravlje na radu jeste obezbeđivanje takvih uslova na radu kojima se, u najvećoj mogućoj meri, smanjuju povrede na radu, profesionalna oboljenja i oboljenja u vezi sa radom i koji pretežno stvaraju pretpostavku za puno fizičko, psihičko i socijalno blagostanje zaposlenih.

Takođe, prema istom Zakonu, poslodavac je dužan da:

- 1) aktom u pismenoj formi odredi lice za bezbednost i zdravlje na radu;
- 2) zaposlenom odredi obavljanje poslova na radnom mestu na kojima su sprovedene mere bezbednosti i zdravlja na radu;
- 3) obaveštava zaposlene i njihovog predstavnika o uvođenju novih tehnologija i sredstava za rad, kao i o opasnostima od povreda i oštećenja zdravlja koji nastaju njihovim uvođenjem, odnosno da u takvim slučajevima donese odgovarajuća uputstva za bezbedan rad;
- 4) osposobljava zaposlene za bezbedan i zdrav rad;
- 5) obezbedi zaposlenima korišćenje sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu;
- 6) obezbedi održavanje sredstava za rad i sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu u ispravnom stanju;
- 7) angažuje pravno lice sa licencom radi sprovođenja preventivnih i periodičnih pregleda i provere opreme za rad, kao i preventivnih i periodičnih ispitivanja uslova radne okoline;
- 8) obezbedi na osnovu akta o proceni rizika i ocene službe medicine rada propisane lekarske preglede zaposlenih u skladu sa ovim zakonom;
- 9) obezbedi pružanje prve pomoći, kao i da osposobi odgovarajući broj zaposlenih za pružanje prve pomoći, spasavanje i evakuaciju u slučaju opasnosti;
- 10) zaustavi svaku vrstu rada koji predstavlja neposrednu opasnost za život ili zdravlje zaposlenih;
- 11) obezbedi mere zaštite od požara, spasavanje i evakuaciju u skladu sa posebnim zakonom.

2. Međunarodno pravo

a. Međunarodna organizacija rada (MOR) - International Labour Organisation (ILO)²

Međunarodna organizacija rada (MOR) je specijalizovana agencija UN (Ujedinjenih nacija) koja nastoji da promoviše socijalnu pravdu i međunarodna ljudska i radna prava.

Prevashodno pruža tehničku podršku u poljima:

- stručnih usavršavanja i rehabilitacije na radu;
- politike zapošljavanja;
- rukovođenja;
- radnog prava i industrijskih odnosa;
- uslova rada;
- razvoja upravljačkog kadra;
- saradnje;

² Više na <http://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm>

- socijalne sigurnosti;
- radne statistike i profesionalne sigurnosti i zdravlja.

MOR ima jedinstvenu tripartitnu strukturu koja podrazumeva participaciju radnika i poslodavaca kao jednakih partnera u odnosu na vlade zemalja članica i upravljačke organe.

MOR formuliše međunarodne standarde rada u formi KONVENCIJA ILI PREPORUKA, postavljajući minimum standarda o osnovnim radnim pravima, poput: slobode udruživanja, prava organizovanja, kolektivnog pregovaranja, ukidanja prinudnog rada, jednakosti u pružanju jednakih šansi i tretmana, kao i drugih standarda koji regulišu uslove koji se odnose na čitav spektar pitanja iz radnog prava.

Međunarodne konvencije rada su po svojoj prirodi međunarodni ugovori posebne vrste. Konvencije kao multilateralni akti ugovornog karaktera postaju obaveza tek nakon njihove ratifikacije od strane države-članice i na taj način praktično dobijaju snagu zakona.

Preporuke nemaju snagu međunarodnog ugovora i ne podležu ratifikaciji. Najčešće ili prethode ili prate konvenciju.

Države članice svake godine podnose detaljne izveštaje o stanju zakonodavstva i prakse u pogledu primene konvencije. Konvencije se, ili neposredno primenjuju, ili se inkorporiraju (preliju) u domaće zakonodavstvo.

b. Evropska unija-EU

Pravo EU obavezno je za države članice ove organizacije, a dobrim delom i za države koje se pripremaju za pridruživanje jer je to jedan od uslova za prijem u EU.

Za bezbednost i zdravlje na radu najznačajnije su direktive opšteg karaktera kojima se određuju smernice (okviri) nacionalne politike i nacionalnih sistema zaštite i posebne direktive kojima se bliže određuju uslovi rada i mere bezbednosti u pojedinim oblastima.

Evropska socijalna povelja

Povelju je doneo SAVET EVROPE i uputio na potpisivanje državama članicama Saveta Evrope.

Suština je:

- da države članice usvoje jedinstvenu nacionalnu politiku u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, koju će periodično razmatrati i revidirati,
- cilj politike mora biti unapređenje bezbednosti i zdravlja na radu,
- uvođenje prevencije kao osnovnog principa,
- smanjenje rizika u radnom okruženju.

Konvencije MOR-a i Opšta direktiva EU

Iz bogatog i obimnog zakonodavstva MOR-a i EU izdvajaju se nekoliko akta koji određuju osnove za uspostavljanje nacionalnog sistema bezbednosti i zaštite zdravlja na radu i omeđuju okvire za usaglašavanje nacionalnog zakonodavstva, pre svega zakona kojim se ova oblast uređuje. To su: **Konvencija br. 155 o zaštiti na radu, zdravstvenoj zaštiti i radnoj sredini** (kod nas ratifikovana 1987. godine), **Konvencija br. 161 o službama medicine rada** (ratifikovana 1989. godine), **Konvencija br. 81 o inspekciji u industriji i trgovini** (ratifikovana 1956. godine) i **Konvencija br. 135 o radničkim predstavnicima** (ratifikovana 1981. godine) kao i

Opšta direktiva EU br. 391/89 EEZ o uvođenju mera za podsticanje poboljšanja bezbednosti i zdravlja na radu.

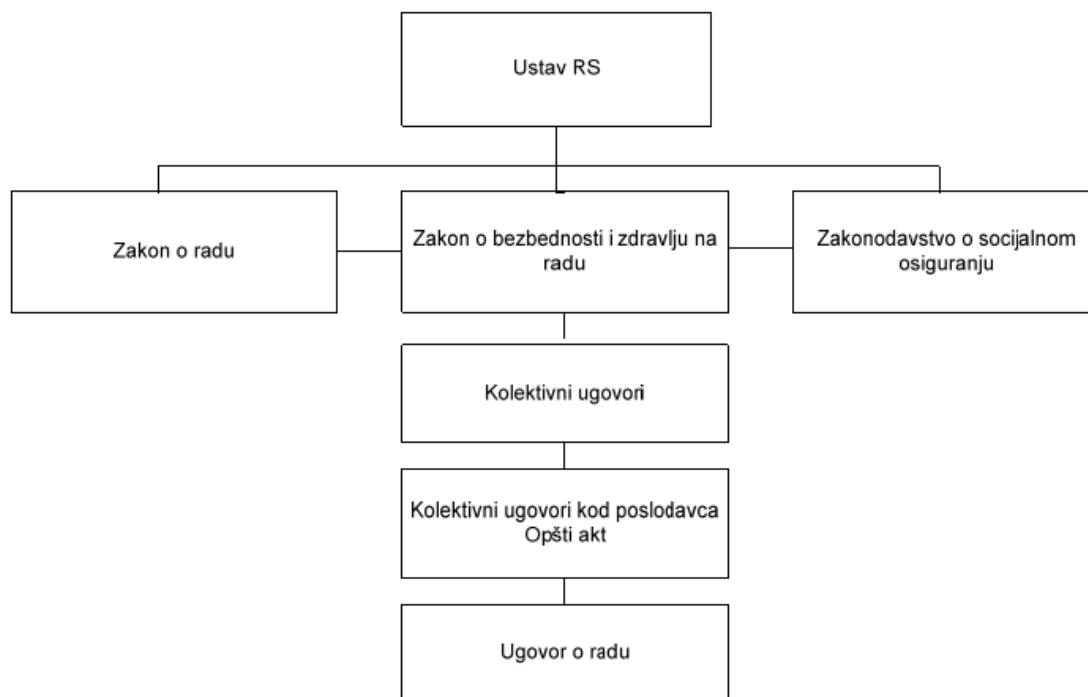
3. Sistem upravljanja zaštitom na radu u Srbiji

U Srbiji je oblast bezbednosti i zdravlja na radu uređivana, sprovedena i kontrolisana od strane Ministarstva rada, zapošljavanja, boračkih i socijalnih pitanja³ preko dva tela:

- Uprave za bezbednost i zdravlje na radu.
- Inspektorata za rad.

Povodom obeležavanja **28. aprila – Svetskog dana bezbednosti i zdravlja na radu** i Dana bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji Ministarstvo za rad, zapošljavanje, boračka i socijalna pitanja, Uprava za bezbednost i zdravlje na radu u saradnji sa socijalnim partnerima organizuje takmičenje za dodelu Nacionalnih priznanja u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

Nacionalna priznanja za doprinos, rezultate i zasluge postignute u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu dodeljuju se pravnim licima, preduzetnicima, Odboru za bezbednost i zdravlje na radu, sindikalnim organizacijama i pojedincima.



Slika 2 : Šema propisa o bezbednosti i zaštiti zdravlja na radu u Srbiji

³ Više na <http://www.minrzs.gov.rs>

4. Procena rizika na radnom mestu

Osnova za sprovođenja zaštite na radu je procena rizika. Procena rizika je tehnički dokument u području zaštite na radu, a izrađuje se u skladu sa svetski priznatim metodama i služi za identifikaciju, specifikaciju i evaluaciju nivoa rizičnih pojava, tj. vrste rizičnih pojava (opasnosti, štetnosti i napori).

Nakon analize vrste i nivoa intenziteta rizika, planom mera daju se predlozi za primenu osnovnih i posebnih pravila zaštite na radu odnosno primenu načela zaštite radu (eliminacija ili umanjivanje rizika, udaljšavanje rizika od radnika ili radnika od rizika, ograđivanje rizika ili ograđivanje radnika u odnosu na rizik, primena lične zaštitne opreme) kao i rokovi sprovođenja, odgovorne osobe i načini kontrole u sprovođenju utvrđenih mera zaštite na radu.

a. Prevencija

Polazna osnova za sve aspekte zaštite na radu jeste primena preventivnih mera.

Preventivne mere u ostvarivanju bezbednosti i zdravlja na radu obezbeđuju se primenom savremenih tehničkih, ergonomske, zdravstvenih, obrazovnih, socijalnih, organizacionih i drugih mera i sredstava za otklanjanje rizika od povređivanja i oštećenja zdravlja zaposlenih, i/ili njihovog svođenja na najmanju moguću meru, u postupku:

- 1) projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja objekata namenjenih za radne i pomoćne prostorije, kao i objekata namenjenih za rad na otvorenom prostoru u cilju bezbednog odvijanja procesa rada;
- 2) projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja tehnoloških procesa rada sa svom pripadajućom opremom za rad, u cilju bezbednog rada zaposlenih i usklađivanja hemijskih, fizičkih i bioloških štetnosti, mikroklima i osvetljenja na radnim mestima i u radnim i pomoćnim prostorijama sa propisanim merama i normativima za delatnost koja se obavlja na tim radnim mestima i u tim radnim prostorijama;
- 3) projektovanja, izrade, korišćenja i održavanja opreme za rad, konstrukcija i objekata za kolektivnu bezbednost i zdravlje na radu, pomoćnih konstrukcija i objekata i drugih sredstava koja se koriste u procesu rada ili koja su na bilo koji način povezana sa procesom rada, tako da se u toku njihove upotrebe sprečava povređivanje ili oštećenje zdravlja zaposlenih;
- 4) proizvodnje, pakovanja, prevoza, skladištenja, upotrebe i uništavanja opasnih materija, na način i po propisima i pravilima kojima se otklanjaju mogućnosti povređivanja ili oštećenja zdravlja zaposlenih;
- 5) projektovanja, proizvodnje i korišćenja sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu, čijom se upotrebom otklanjaju rizici ili opasnosti koji nisu mogli da budu otklonjeni primenom odgovarajućih preventivnih mera;
- 6) obrazovanja, vaspitanja i osposobljavanja u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

Preventivne mere obezbeđuje poslodavac polazeći od sledećih načela:

- 1) izbegavanje rizika;
- 2) procena rizika koji se ne mogu izbeći na radnom mestu;
- 3) otklanjanje rizika na njihovom izvoru primenom savremenih tehničkih rešenja;
- 4) prilagođavanje rada i radnog mesta zaposlenom, naročito u pogledu izbora opreme za rad i metoda rada, kao i izbora tehnološkog postupka da bi se izbegla monotonija u radu, u cilju smanjenja njihovog uticaja na zdravlje zaposlenog;

- 5) zamena opasnog bezopasnim ili manje opasnim;
- 6) davanje prednosti kolektivnim nad pojedinačnim merama bezbednosti i zdravlja na radu;
- 7) odgovarajuće osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad i izdavanje uputstava za rad na siguran način;
- 8) prilagođavanja tehničkom napretku;
- 9) razvijanja koherentne celokupne politike prevencije.

5. Lična zaštitna sredstva-LZS

Prilikom sprovođenja mera unapređenja zaštite na radu prioritet je primena osnovnih pravila preventive i zaštite na radu na radnoj opremi (npr. zaštitne naprave na mašinama i uređajima, i dr.), objektima za rad (površina, visina, zapremina prostora za rad, i dr); instalacijama (tehnička ispravnost, i dr.), tj. projektovano i izvedeno stanje radne opreme u skladu sa tehničkim pravilima struke i zaštite na radu).

Tek kada se utvrdi da radna oprema predstavlja nivo rizika u smislu "preostalog rizika", a tako da rizik može postati prihvatljiv uz primenu posebnih pravila zaštite na radu, prema vrsti preostalog rizika sprovodi se još i:

- zdravstveni nadzor radnika,
- osnovno, posebno, specifično osposobljavanje za rad na siguran način,
- stručno osposobljavanje za siguran rad sa radnom opremom sa povećanim rizicima,
- označavanje radne opreme sigurnosnim znakovima i uputama za rad na siguran način,
- dokumentovani postupci i razrada tehnološkog procesa kroz sigurne radne postupke,
- upotreba ličnih zaštitnih sredstava.

Pravila zaštite na radu nalažu upotrebu ličnih zaštitnih sredstava kao poslednji korak u povećanju sigurnosti na radnom mestu. Potrebno je pre svega pokušati otkloniti opasnosti na drugi način: zamenom nesigurne mašine za sigurni, automatizacijom radnog procesa ili ograđivanjem opasnosti kako bi se sprečio pristup - primenom osnovnih pravila zaštite na radu.

Za smanjenje preostalog rizika od nezgoda na radu primenjuju se lična zaštitna sredstva. Zaštitna radna oprema se odnosi na zaštitnu odeću, kacige, zaštitne naočare i na sve što može zaštititi radnika na poslu od ozleda i infekcija.

Podela LZS:

1. Sredstva za zaštitu glave, na primer zaštitni šlem (kaciga) koji mora štititi glavu od padajućih predmeta. Zaštitni šlem mora imati ugrađenu kolevku koja ima mogućnost podešavanja po veličini sa razmakom od šlema između 2 i 4 centimetra.



2. Sredstva za zaštitu očiju i lica, poput zaštitnih naočara ili štitnika za varioce, služe za zaštitu od uletanja čestica i strugotina u oči, za zaštitu očiju od štetnog zračenja kod npr. varenja.



3. Sredstva za zaštitu sluha u koja spadaju vata, čepići i zaštitne slušalice (antifoni) se daju na korišćenje osobama izloženim za vreme rada povećanoj buci koja se drugim merama ne može sprečiti.



4. Sredstva za zaštitu disajnih organa služe kako bi se zaštitili disajni organi od štetnih čestica, prašina i gasova koji se vrlo lako mogu udahnuti i na taj način dopreti do pluća i uzrokovati oštećenja tkiva. U ova sredstva spadaju respirator, cevna maska s kiseonikom i zaštitna gasna maska.



5. Sredstva za zaštitu ruku štite ruke od hladnoće i toplote, električne energije, mehaničkih opasnosti, štetnog delovanja kiselina i slično. Prave se od gume (za rukovanje kiselinama, za rad s uređajima pod naponom) ili kože (kod varenja).



6. Sredstva za zaštitu nogu štite noge od padajućih predmeta (cipele sa čeličnom kapicom), zaštitu od štetnog toplotnog delovanja (npr. cipele sa drvenim đonom).



7. Sredstva za zaštitu tela u koja spadaju zaštitna odela, kombinezoni i dr. služe kao zaštita od prašina i prljanja.



8. Sredstva za zaštitu trupa, zaštitu od nepovoljnih atmosferskih uticaja štite radnike od hladnoće, vetra, kiše, snega.



9. Sredstva za zaštitu od pada sa visine koriste radnici kojima nije moguće na ijedan drugi način ograditi ili na drugi način osigurati radno mesto. U ovu opremu spadaju zaštitna užad i opasači.



6. Specifična radna mesta

Radnici koji rukuju radnom opremom (mašine sa povećanim rizicima - viljuškari, dizalice i dr; instalacije i objekti sa povećanim rizicima - kotlovi, elektroenergetska postrojenja i dr.) moraju biti punoletni, imati odgovarajuću stručnu spremu i pre stručnog osposobljavanja obavezno moraju pristupiti utvrđivanju zdravstvenog stanja (prethodni zdravstveni pregled, a kasnije periodični zdravstveni pregled).



Viljuškar



Dizalica



Elektroenergetska postrojenja

Ovakva radna mesta se nazivaju MESTA SA POVEĆANIM RIZIKOM.

7. Povreda na radu

Povreda na radu je svaka povreda izazvana neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizičkim ili hemijskim delovanjem uzročno vezana za obavljanje poslova na kojima osoba radi.

Povreda može biti prouzrokovana i naglim promenama položaja tela, njegovim iznenadnim opterećenjem ili drugim promenama fiziološkog stanja organizma. U povredu na radu spada i bolest koja je nastala kao posledica nezgode ili neke više sile tokom rada kao i povreda nastala na redovnom putu od stana do radnog mesta i obratno.

Razni slučajevi, koji se smatraju povredama na radu, mnogo su širi od onih na koje se može uticati primenom pravila zaštite na radu na radnom mestu. Pravila zaštite na radu uglavnom će se odnositi na sprečavanje slučajeva raznih dogođenih i opisanih povreda na radu. Zato, svaki poslodavac odnosno njegovo ovlašćeno lice, mora biti upoznat i sa svim ostalim slučajevima koji se smatraju povredama na radu (unapređivati znanje o povredama), kako bi zaposleni ostvario i ostala svoja prava. Primenom pravila zaštite na radu smanjuje se mogućnost pojave nezgode na radu, potencijalno opasnog događaja koji može rezultirati ozledom radnika, materijalnom štetom ili zagađenjem životne sredine. Statistički gledano, na 330 potencijalno opasnih događaja - nezgoda na radu, njih 300 prođe bez ikakvih posledica, 29 puta se dogodi "zamalo" opasni događaj, odnosno događaj koji je zamalo uzrokovao povredu ili neki drugi poremećaj, dok se jednom dogodi povreda, šteta ili zagađenje životne sredine.

Bolest za koju se dokaže da je posledica uticaja procesa rada i radnog okruženja smatra se profesionalnom bolešću.

Tabela 1: Statistika povreda u Srbiji⁴

Godina	Broj izvršenih inspekcijskih nadzora u slučaju smrtne, teške sa smrtnim, kolektivne, teške i lake povrede na radu					
	Ukupno povreda	Smrtnih povreda	Teške povrede sa smrtnim ishodom	Kolektivne povrede	Teških povreda	Lakih povreda
2013.	1146	24	14	11	849	248
2014.	1100	21	17	19	904	139
2015.	947	24	14	18	780	111
2016.	900	29	13	20	774	64

Analizom uzroka i okolnosti zbog kojih je došlo do povreda na radu, utvrđeno je da su najčešći uzroci povređivanja sledeći:

- **nebezbedan rad na visini** i na nepropisno montiranim skelama;
- nekorišćenje propisanih sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu prvenstveno **rad bez zaštitnog šlema i zaštitnog opasača**;
- **rad u nepropisno obezbeđenim iskopima**;
- neprimenjivanje osnovnih načela organizacije izvođenja radova;
- odstupanje od propisanog i utvrđenog procesa rada;
- nepropisna saradnja (koordinacija) učesnika u radu,
- nepropisan rad sa opremom za rad;
- neosposobljenost angažovanih na radu za bezbedan rad;
- **nepotpuno sprovođenje mera bezbednosti i zdravlja na radu na mestima rada**;
- angažovanje znatnog broja neobučanih lica **koja rade na "crno"**.

[Najugroženija zanimanja u Republici Srbiji na osnovu smrtnih povreda na radu Republici Srbiji](#)

Ako se uzmu u obzir sve specifičnosti i opasnosti vezane za izvođenje radova i tehnološki proces proizvodnje, kao i primena mera za bezbedan i zdrav rad zaposlenih i broj povreda na radu, **građevinarstvo i industrija spadaju u najrizičnije delatnosti.**

Shodno navedenom, najugroženija zanimanja zaposlenih su građevinski radnici različitih profila - **NK radnici, armirači, tesari, zidari, vozači (autoviljuškara, teretnih motornih vozila), automehaničari, pomoćni radnici, elektromonteri, bravari - zavarivači i rukovaoci dizalicama - kranovima.**

⁴ Izveštaj o radu Inspektorata za rad tokom 2016. godine