

Zdravstvena ekologija

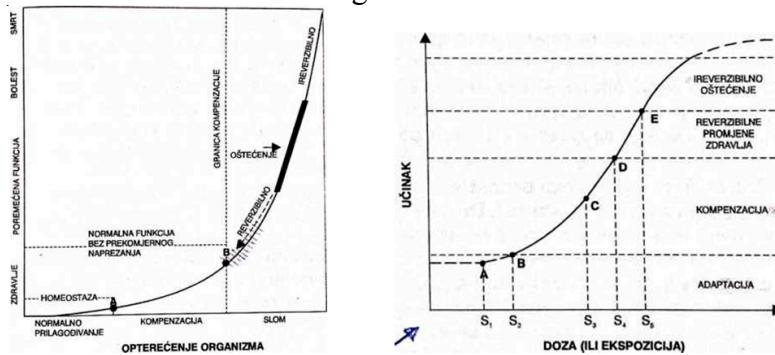
OPĆA ZDRAVSTVENA EKOLOGIJA

- organizam ima sposobnost prilagodbe na promjene okoliša:
 - polagana promjena - genetska diferencijacija
 - brza promjena - kompenzacijski mehanizmi, promjena fenotipa
- **čimbenici okoliša koja utječu na čovjeka:**

1. onečišćenje zraka	5. otrovi
2. onečišćenje vode	6. zračenje
3. onečišćenje tla - pesticidi	7. buka
4. prehrana	8. naselje
- **zdravstvena ekologija** - dio ekološke znanosti koji proučava međuodnose tvari, sila i uvjeta u okolišu i zdravlja čovjeka
 - * glavni cilj: pružiti kvantitativne podatke za zaštitu čovjekova zdravlja od nepovoljnih utjecaja okoliša
- **okoliš** - kompleks ekoloških čimbenika koji djeluju na organizam ili na ekološku zajednicu i određuju njen oblik i preživljavanje
- Kakvoća života ovisi o kakvoći okoliša koji se klasificira kao :
 1. **okoliš preživljavanja** (suzbijanje epidemija)
 2. **okoliš osnovne sigurnosti** (suzb. epidemija, nesreća, pothranjenosti)
 3. **okoliš djelotvornog učinka** (prehrana, okoliš stimulativan za rad)
 4. **komforjni okoliš** (stimulativan okoliš, estetsko zadovoljstvo)

Tipovi okoliša

- unutarnji okoliš - biološki sustav pojedinca u kojem najveće značenje imaju genetski čimbenici
- vanjski okoliš -
 - **bitni čimbenici** - prijeko potrebni, ali mogu nepovoljno utjecati na zdravlje ako se nalaze ispod ili iznad granice po intenzitetu, količini ili duljini djelovanja, npr. tjelesna aktivnost, prehrana
 - **nebitni čimbenici** - nisu potrebni za održavanje zdravlja i štetni su u prevelikim količinama ili intenzitetima, treba ih držati ispod gornje granica; donja granica je 0; postaraju sekunarno bitni u razvijenim društвima
- problem je određivanje **razine izloženosti** koja se može prihvati ili prihvati lju zdravstveni rizik
 - rizik - očekivana frekvencija neželjenih učinaka izloženosti određenom čimbeniku okoliša ocjenjuje se uspoređivanjem izmjerene razine nekog čimbenika okoliša sa graničnom vrijednošću toga čimb. koja je zakonski regulirana
 - relativni rizik - odnos između rizika izloženog stanovništva i rizika stanovništva bez izloženosti



Zdravstvenoekološki standardi

- podzakonski propisi kojima se određuju granice izloženosti da bi se zaštitilo zdravlje populacije od neželjenih učinaka
 1. primarni - maksimalno prihvatljiv učinak ili doza na organizam uz prihvatljivu razinu rizika
 2. sekundarni (ili izvedeni) - dopustiva razina izloženosti čimbenicima okoliša koja ne izaziva reakcije u organizmu iznad odgovarajućeg primarnog standarda
- „**Rio deklaracija o okolišu i razvitu**“ iz 1992.g. - 27 principa koji definiraju prava i odgovornost

- država u vezi s ocjenom i zaštitom okoliša
- „Agenda 21“ - smanjenje onečišćenja okoliša
-

OSNOVE EKOLOŠKE TOKSIKOLOGIJE

- *otrov* - tvar tijelu strana s obzirom na kakvoću, količinu i koncentraciju koja dovodi do poremećaja anatomske strukture i funkcionalnog sklad organizma
→ **ekološka toksikologija** - proučava otrove koji djeluju na čovjeka iz njegova okoliša
- Klasifikacija ekoloških otrova:
 1. prema toksičnom učinku na organizam
 - a) otrovi koji inhibiraju enzime
 - dišnog lanca - najaosjetljiviji, cijanidi, H2S
 - kolinesterazu - organski spojevi fosfora
 - tiolske enzime - teški metali
 - b) otrovi koji djeluju na hemoglobin (CO, nitriti, nitro i amino derivati benzena)
 - c) otrovi koji oštećuju krv i krvotvorne organe (ollovo, benzen)
 - d) otrovi koji djeluju na krvne žile (nitriti)
 - e) otrovi koji oštećuju CNS i PNS (ollovo, živa, halogeni ugljikovodici)
 - f) otrovi koji oštećuju jetru (arsen, fosfor, alkohol)
 - g) otrovi koji oštećuju bubrege (ollovo, živa, metilbromid, arsenovodik)
 - h) otrovi koji oštećuju kosti (fluor, fosfor)
 - i) otrovi koji oštećuju kožu i sluznice (SO2, NO2, soli teških metala, kiseline)
 - odlučujući čimbenik u oblikovanju kliničkih znakova je vrsta biokemijske lezije
- 2. Strassmanova klasifikacija (prema glavnim patofiziol. značajkama otrova)
 - a) otrovi koji uzrokuju oštećenje putem anoksije - Hb, dišni lanac, koštana srž
 - b) korozivni otrovi (plinovi nadražljivci, korozivne lužine i kiseline, soli teških metala)
 - c) protoplazmatski i parenhimski otrovi (fosfor, tetraklorugljik)
 - d) otrovi selektivnog učinka na NS
- 3. prema kemijskim značajkama - metali, nemetali, ugljikovodici, alkoholi...
- 4. prema fizičkim značajkama - plinovi, prašine, pare, dimovi, magle
- prema analitičkim mjerilima (Stas-Ottova klasifikacija)
 - a) metali
 - b) isparljive tvari
 - c) one koje se daju izdvojiti eterom
- prema načinu otrovanja - namjerna, slučajna
- podjela otrova prema Zakonu o otrovima:
 - skupine I (vrlo jaki o.)
 - skupine II (otrovi)
 - skupine III (štetne tvari)

Čimbenici koji utječu na djelovanje otrova

1. doza
 - MLD - minimalna letalna doza
 - LD50 - letalna doza koja usmrti 50% životinja
 - MDK - maksimalna dopustiva koncentracija, najveća koncentracija neke tvari kojoj osoba smije biti izložena tijekom cijene radne smjene, 5-6 dana tjedno, tijekom čitavog života
2. vrijeme
 - kumulativna ekspozicija - umnožak doze i duljine izloženosti
3. svojstva otrova
4. svojstva organizma - spol, dob, TV, TT, zdravstvano stanje

Otrovanje

1. put ulaza - najbrža resporcija preko respiratorne sluznice
2. detoksikacija = biotransformacija, ponekad organizam poveća toksičnost s ciljem što bržeg

- izlučivanja; najčešće metode - 1. oksidacija, 2. redukcija, 3. sintetske i konjugacijske reakcije
3. deponiranje ili kemijski reaktivitet
 4. izlučivanje - najčešće preko bubrega; lako hlapljive preko pluća, netopive stolicom; ako je sporije od unosa = kumulativni učinak

Analiza izloženosti stanovništva

- sve više kemijskih tvari okružuje čovjeka - 100 000 registriranih, svake godine 1000 novih
- 80% nedovoljno istraženo
 - JCFTA - istraživanje aditiva
 - JMPR - istraživanje pesticida, lijekova i kozmetike
- 1. **pokusno ispitivanje toksičnosti** (na životinjama)
 - značajke: tip biološkog učinka, frekvencija pojave učinka kao funkcija doze ili razine izloženosti i jačina učinka u ovisnosti o dozi ili razini izloženosti
 - vrste ispitivanja: primarna iritacija oka i kože, senzibilizacija kože, akutna toksičnost, subkronična (do 90 dana) ili kronična (više od 1.godine) toksičnost, mutagenost i karcinogenost
- 2. epidemiološko ispitivanje toksičnosti
 - ocjenjivanje stopa mortaliteta ili morbiditeta u ovisnosti o razini izloženosti
 - određivanje veličina morfoloških, funkcionalnih, kemijskih, biokemijskih promjena u ovisnosti razini izloženosti
 - na temelju podataka rade se krivulje doze i učinka / razine izloženosti i učinka
 - glavna svrha : određivanje one granične doze i razine izloženosti ispod koje neće nastati štetni učinak → **NOAEL** (No-Observed Adverse Effect Level) - razina bez opaženog zdr.učinka
- 3. terensko ispitivanje ugroženosti stanovništva
 - kvantitativno mjerjenje razine potencijalno opasnih tvari u okolišu čovjeka te uspoređivanje rezultata tih mjerjenja s graničnim vrijednostima tih tvari dobivenih eksper. metodama

ZDRAVSTVENI STANDARDI OKOLIŠA

- definiraju granične vrijednosti čimbenika okoliša ispod kojih ne treba očekivati štetno djelovanje na zdrave ljude
- svrha: davanje osnove za zaštitu čovjeka
- donose se na prepostavci zanemarivog ili prihvatljivog rizika za organizam čovjeka

Vrste negativnog zdravstvenih učinaka:

1. **učinci s graničnim vrijednostima**
 - jačina i učestalost učinka se smanjuje sa smanjenjem razine izloženosti i doze
 - pokusno utvrđeni učinci: vrijednost NOAEL-a se smanjuje uz primjenu **faktora nesigurnosti** (4 faktora: nedovoljno trajanje, slabost planiranja i provedbe, varijabilnost među životinjama pogreška pri extrapolaciji rezultata na ljude,); vrijednost NOAEL-a se podijeli s vrijednosti faktora nesigurnosti (10 ili do 10)
 - eksperimentalno utvrđeni učinci: rade se na ljudima, ne treba koristiti faktore nesigurnosti; može se upotrijebiti korekcija za nedovoljnu duljinu ispitivanja
2. **učinci bez graničnih vrijednosti**
 - nema tako niske razine izloženosti koja ne bi mogla izazvati učinak
 - karcinogene tvari - svaka izloženost može dovesti do promjena (posebice genotoksični agensi)
 - krivulja doze i frekvencije učinka (povezuje se razina izloženosti i vjerojatnost uzrokovanja karcinoma) i izražava se kao **jedinični rizik** - rizik uz izloženost jediničnoj koncentraciji karcinogena tijekom cijelog života

Pozitivni zdravstveni učinak

- imaju ga bitni elementi samo u optimalnoj količini
- F, I, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, V, Zn

ONEČIŠĆENJE ZRAKA

- **onečišćenje zraka** - prisutnost u zraku jedne ili više tvari (aerosoli, plinovi i pare) takvih značajki i u takvim koncentracijama da mogu biti štetni za život i zdravlje ljudi i životinja, da mogu negativno utjecati na biljni svijet
- onečišćenja se nagomilavaju u donjim slojevima atmosfere pri nepovoljni meteorološkim prilikama (pomanjkanje strujanja zraka, inverzija temperature zraka)

VANJSKA ATMOSFERA

- izvori onečišćenja:
 1. prirodni izvori - šumski požari, pješčane oluje, vulkanske erupcije, pelud, bakterije, virusi
 2. ljudska djelatnost:
 - sagorijevanje - najrasprostranjeniji izvor, kućna i industrijska ložišta stvaraju smog - smjesa dima i sumporova dioksida u prisutnosti magle; stvaraju se još i oksidi dušika i 3,4-benzpiren
 - industrijski procesi
 - promet - sve veći problem, CO₂ uzrok globalnog zagrijavanja
 - poljoprivreda - dušikov oksid, metan, amonijak
- Učinci onečišćenja zraka :
 - smanjenje vidljivosti
 - djelovanje na materijale - abrazijom, kemijskim oštećenjem, korozijom, nagrizanjem metala
 - djelovanje na biljke i životinje - popuštanje strukture lišća, kloroza, usporenje rasta; danas se u okolini postrojenja uzgajaju posebne biljke koje ukazuju na opseg i smjer zagađenosti: u životinja uzrokuju kronične bolesti nalik na ljudske
 - djelovanje na ljude - poremećaj komfora, promjena fizioloških funkcija, akutne i kronične bolesti, skraćenje života
- 3 glavne skupine onečišćenja koje nepovoljno djeluju na čovjeka:
 1. kompleks sumporov dioksid-čestice - izgaranjem fosilnih goriva
 2. kompleks fotokemijskih oksidansa - iz ugljikovodika, oksida dušika i CP
 3. skupine specifičnih onečišćenja - emisija arsena, azbesta, berilija, kadmija, olova, sumporovodika
- Glavni zdravstveni učinci:
 - *povećani mortalitet stanovništva* - epizode Londonskog smrtonosnog smoga 1948., 52., 58., 62.
 - *djelovanje na morbiditet od akutnih respiratornih bolesti* - bronhitis, pneumonije, u djece
 - *akutna pogoršanja zdravstvenog stanja astmatičnih bolesnika*
 - *povećani morbiditet od kroničnih respiratornih bolesti*
 - *učinci na ventilacijsku funkciju pluća* - prisutnost sumporova dioksida povećava bronhokonstrikciju
 - *utjecaj na KV bolesnike* - CO - povećani mortalitet od AIM
 - *utjecaj na osjetne organe i ponašanje* - neugodan miris, iritacija očiju
 - *utjecaj metala* - arsen, kadmij, mangan, olovo, živa
 - *atmosferski karcinogeni* - akrilonitril, arsen, azbest, benzen, krom, nikal, policiklički aromatski ugljikovodici, radon, vinil klorid
- Utvrđivanje kakvoće zraka vrši se mjeranjem promjena onečišćenja zraka:
 - u nenaseljenim područjima (pozadinsko onečišćenje zraka)
 - koje su posljedica regionalnog i prekograničnog daljinskog prijenosa
 - u gradovima i industrijskim središtima
 - u okolini industrijskih pogona, tehnoloških procesa i uređaja
 - na vegetaciji i građevinama
- **Kategorizacija područja** prema Zakonu o zaštiti zraka:
 1. kategorija: čist ili neznatno onečišćen zrak (ispod PV) → prevencija
 2. kategorija: umjereno onečišćen zrak (prekoračena PV, ali ispod GV) → postizanje PV
 3. kategorija: prekomjerno onečišćen zrak (prekoračena GV) → sanacijske mjere do GV
- u Hrvatskoj svugdje 1. i 2. kategorija kakvoće zraka
- mjerena treba usporediti s preporučenim graničnim vrijednostima i graničnim vrijednostima:
 - **preporučena granična vrijednost kakvoće zraka (PV)** - razine ispod kojih se utjecaj na zdravlje ljudi i vegetaciju ne očekuje ni pri trajnoj izloženosti
 - **granična vrijednost kakvoće zraka (GV)** - razina ispod kojih se ne očekuje štetno djelovanje na

zdrave ljude, ali pri dugotrajnoj izloženosti se ne može isključiti rizik mogućeg utjecaja na osjetljive skupine, biljke i materijalna dobra

- **kritične vrijednosti (KV)** - pripisuju se na lokalnoj razini radi sprečavanja akutnog negativnog djelovanja na biljke, materijale i ljude
- opasnost od karcinogena je izražena kao **jedinični rizik** - dodatan broj smrti od karcinoma u jediničnoj populaciji koja je tijekom čitavog života izložena hipotetskoj jediničnoj koncentraciji od 1 pg/m^3
- **emisija** - količina onečišćujuće tvari koja se ispušta iz nekog izvora onečišćenja
 - u HRV: Uredba o graničnim vrijednostima emisija
 - GVE - **granične vrijednosti emisija** - najveće dopušteno ispuštanje onečišćujućih tvari u zrak iz nekog stacionarnog ili mobilnog izvora
- **Mjere sprječavanja onečišćenja zraka :**
 - ocjenjivanje učinka onečišćenja na materijale, vegetaciju, životinje i ljude
 - odrediti GV onečišćujućih tvari i emisija, standarde goriva, zaštitne udaljenosti emisije i naselja, te zoniranje
 - sistematsko mjerjenje koncentracije onečišćujućih tvari na određenim lokacijama i njihovo uspoređivanje s GV
 - smanjenje emisija filtriranjem, ispiranjem, preinakama ložišta, te promjenama na motorima s unutarnjim sagorijevanjem
 - primjena „stupnjeva alarmnih stanja“ (donose se na lokalnoj razini kad razine onečišćujuće tvari prijeđu određene vrijednosti tijekom dana ili potraju nekoliko dana)

UNUTARNJA ATMOSFERA

- **onečišćenja unutarnje atmosfere** - onečišćenja koja se oslobađaju iz namještaja i građevinskog materijala, koja su rezultat aktivnosti ljudi borave u prostorijama, proizvodi izgaranja, onečišćenja koja ulaze u unutarnju atmosferu iz vanjskog okoliša
- najčešće se ocjenjuju onečišćenja formaldehidom, dušikovim oksidima, duhanskim dimom, CO, hlapljivim organskim otapalima, azbestnim vlaknima, radonom
- „**SINDROM BOLESNE ZGRADE**“
 - u uredima i prostorijama javne uporabe, **ne u stambenim prostorima!**
 - nespecifični simptomi, pretežno psihički, koji sejavljaju prilikom prebivanja u takvom okolišu - tjeskoba, glavobolja, simptomi slični lakšoj prehladi, a prestaju po napuštanju zgrade
 - povezuju se s oslobađanjem onečišćujućih tvari iz namještaja i građevinskog materijala, neprikladnom ventilacijom, te suhoćom zraka

GLOBALNI ZDRAVSTVENOEKOLOŠKI PROBLEMI

- donesen na Konferenciji UN o okolišu i razvitku 1992.g.

- 3 globalna ekološka problema:

1. Stanjivanje ozonskog sloja

- ozon apsorbira najveći dio UV zračenja (290-320 nm UVB)
- stratosferski sloj na 20-30km
- UVB zračenje uzrokuje: BCC, PCC, melanomi, fotokeratitis i fotokonjuktivitis, katarakta, supresija imunog sustava; smanjenje fotosinteze i planktona
- uzročnici:
 - **freoni** (klorofluorougljici, aktivni klor; sprejevi, rashladni uređaji)
 - **haloni** (bromofluoroklorougljici, aktivni brom, aparati za gašenje požara)
 - klorom i flurom halogenirani metan i etan - **CFC** - najjače razaraju molekule ozona
 - klorfluorougljikovodici - **HCFC** - nisu toksični, manje iscrpljuju ozon (dopušteno do 2030.g.)
 - *Montrealski protokol* 1987. - prestanak korištenja freona i halona, revizijom 1992. u Kopenhagenu dodani i tetraklorougljik i metilkloroform
 - u upotrebu se stavljaju **fluorougljikovodici** koji ne oštećuju ozon te propan, butan i pentan, ali su oni opasni zbog zapaljivosti

2. Globalno zagrijavanje

- globalne srednje temperature zraka su od kraja 19.st. do 1990.g. porasle za **0,3-0,6°C** (HR 0,34°)
- globalna razina mora je porasla tijekom posljednjih 100 godina **10-35 cm**
- predviđanja do 2100.godine.- porast temperature 1-3,5°C; porast mora 15-95 cm
- čimbenici koji utječu na globalno zagrijavanje:
 - intenzivnije sagorijevanje fosilnih goriva
 - povećanje količine stakleničkih plinova → zagrijavanje prizemnog sloja atmosfere (ne dopuštaju prođor dugovaljnog infracrvenog zračenja sa zemlje prema atmosferi) = CO₂, metan, N₂O, fluorougljikovodici, perfluorougljici, sumporov heksafluorid
- predviđene posljedice :
 - okolinske:
 - povećanja incidencija toplinskih ekstrema
 - povećana frekvencija olujnih i orkanskih vjetrova
 - smanjenje vlažnosti tla
 - poplavljivanje obalnih područja
 - zdravstvene
 - povećanje mortaliteta i morbiditeta
 - povećanje prevalencije zaraznih bolesti
 - pothranjenost
 - javnozdravstveni problemi migracija

- Okvirna konvencija o promjenama klime, 1994.g.; Protokol iz Kyoto 1997.g. (obveza smanjenja ukupne srednje svjetske emisije stakleničkih plinova do 2012.g. za najmanje 5% prema 1990.g.)

Kako postići smanjenje emisije stakleničkih plinova?

- prelaskom na goriva s niskim sadržajem ugljika (nafta ili prirodni plin)
- promjena poljoprivredne tehnologije
- prelazak na uporabu nuklearne energije
- prelazak na prirodne izvore energije
- smanjenje sjeća šuma i pošumljavanje

3. Dalekosežna prekogranična onečišćenja zraka

- Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka, 1979.g.
 - HRV potpisala 1991 .g.
 - obveze i načela o smanjenju i sprečavanju prekograničnog onečišćenja zraka; doneseni protokoli:
 - a) **Protokol o smanjenju emisije sumpora**
 - emisiji najviše pridonose termoenergetski objekti, industrijska ložišta i industrijski procesi
 - Hrvatska malo pridonosi ukupnoj emisiji spojeva sumpora (oko 0,5%), ali prima puno iz Italije
 - obveza smanjenja emisije za HRV bila je 22% do 2010.g.
 - glavni zahvati za ispunjenje Protokola u HRV:
 - dovršenje TE Plomin II (jedinica za desulfuriranje otpadnih plinova), Plimin I (uporaba ugljena sa sadržajem sumpora do 1%)
 - zabrana uporabe ugljena i loživa ulja sa sadržajem sumpora većim od 1% u industriji, TE i općoj populaciji
 - uporaba ekstralakog loživog ulja sa sadržajem sumpora do 0,2%; a lakog, srednjeg, teškog i ekstrateškog do 1%
 - uporaba diezelskog goriva s udjelom sumpora do 0,05%
 - b) **Protokol o teškim metalima** 1998.g.
 - obveza smanjenja ukupne godišnje emisije na razinu emisije u početnoj godini primjene Protokola
 - granične vrijednosti emisije čestica: 10-50 mg/m³ za različite kategorije stacionarnih izvora (za spaljivanje opasnog i komunalnog otpada, posebne granične vrijednosti za živu za opasni - 0,05/za komunalni- 0,08mg/m³)
 - obveza da se stavi u promet motorna goriva s udjelom olova u benzинu do 0,013 g/L u roku 6 g., a da se olovna goriva skroz ukinu do 2005.
 - c) **Protokol o postojanim organskim onečišćenjima**
 - organski spojevi otporni na fotolitički, biološku i kemijsku razgradnju
 - nakupljaju se u živim organizmima, prenose se na velike udaljenosti

- četiri glavne skupine:
 1. pesticidi
 2. halogeni derivati ugljikovodika (sredstva za odmašćivanje u industriji)
 3. policiklički aromatski ugljikovodici (izgaranjem goriva)
 4. dioksini i furani

VODA I ZDRAVLJE

Zdravstveni učinci onečišćenja vode

- srednja potrošnja vode
 - u kućanstvu: 20 L/dan/po osobi ako nema vodovoda, 200L/os/d ako ima
 - u industriji: 1500 L/dan/po osobi
 - u poljoprivredi: n x 1000L/d/os
- ukupna potreba za sve grane: 10 000L/d/os
- zalihe iz riječnih voda: 27 000L/d/os
- *voda za piće* - voda neškodljiva za zdravlje čovjeka, estetski privlačna, bez boje, okusa i mirisa
- **Vrste i osobine vode u prirodi:**

1. Oborinska voda

- prirodno je destilirana, meka voda (nema minerala)
- prolazom kroz atmosferu skuplja mikroorganizme, prašinu i ostala onečišćenja
- CO₂ → kiseli pH (pH 4-5)
- bljutavog okusa, uvjetno je dobra za piće (nakon filtracije, dezinfekcije) - može pokupiti radioaktivni materijal i kemijske tvari

2. Površinska voda

- tvrda od oborinske (150-250mg CaCO₃/L), višeg pH 7-8,5
- problem: sekundarna onečišćenja
- u pravilu nije za piće - koriste ju Vukovar, Osijek i Sisak, te priobalna i otočna područja
- *morska voda* - upotrebljiva nakon desalinacije ako nema drugih mogućnosti

3. Podzemna voda, 5 tipova:

- a) pukotinska (krška) voda
 - po stupnju onečišćenja slična površinskoj vodi
 - prevladavaju vapnenac i dolomit (Ca/MgCO₃)
 - nije sigurna za piće
 - *bočata voda* - nastaje miješanjem s morem, dolazi do porasta klorida na nekoliko stotina mg/L
- b) voda temeljnica
 - tvrda je (240-2500 mg CaCO₃/L); pH 7-7,9
 - na dubini od 20m stalne je temperature
 - koncentracije soli raste s dubinom i sa starošću vode
 - što je dublja, ima manje kisika
 - bistra ako nema Fe
 - nalazimo ju u vodonosnom sloju, leži na nepropusnom sloju gline, ilovače ili laporanog kamenja
 - spora, 1km/godinu, pogoduje mehaničkom čišćenju vode
- c) plitka podzemna voda
 - nije sigurna za piće zbog mikrobiološkog onečišćenja
 - osim ako je prema površini prekriva sloj gline (pitka voda grada Zagreba)
- d) duboka i stara voda temeljnica
 - bistra je, praktično sterilna, stalne temperature, pretvrda
 - Ca, Mg soli, Fe, CO₂, metan, H₂S - neštete koncentracije
 - sigurna za piće; treba je čistiti od željeza i plinova
- e) arteška voda
 - nalazi se između dvaju nepropusnih slojeva
 - ako nabušivanjem vodonosnog sloja ne dolazi do izbijanja na površinu = subarteška voda

- sigurna je za piće

Bolesti i smetnje izazvane vodom

Bolesti izazvane biološkim uzročnicima

- endemije, epidemije ili sporadično

A	konzumiranje vode onečišćene stolicom i urinom bolesnika, kliconoša ili životinja = hidrične epidemija	trbušni tifus, paratifus, kolera, dizenterija, gastroenteritisi, infektivni hepatitis
B	kontakt čovjeka s vodom putem kože i sluznica, konzumiranjem vode onečišćene uzročnicima čiji vektor neko vrijeme živi u vodi	shistosomijaza leptospiroza
C	širi se ubodom insekta koji se zadržava uz vodu	malaria
D	fekooralni put prijenosa	trbušni tifus, paratifus, dizenterija, gastroenteritisi, infektivni hepatitis
E	aerogeni put prijenosa iz vodoopskrbnih sustava	legionela

Bolesti izazvane kemijskim tvarima

- najčešće nastaju u kroničnom obliku, rijetko u akutnom
- uzročnici geološkog porijekla (arsen, selen, fluor, jod, natrij, sulfati) ili sekundarno onečišćenje (ispušni plinovi iz automobila, emisija nuklearnih centrala, iz industrijskog otpada, s poljoprivrednih površina)
- kronična otrovanja se povezuju sa solima teških metala i nekih nemetala (cijanidi)
- zaštita zdravlja se provodi propisivanjem MDK za koje se smatra da se mogu tolerirati u vodi za piće
- dokazano samo za As, Se, Cu i F, za ostale se pretpostavlja

Tvari u vodi koje izazivaju organoleptičke smetnje

- ne utječu na zdravlje
- mutnoća, okus, miris, biljna vegetacija, soli geološkog podrijetla, nafta, fenoli
- uklanjanje se filtracijom, aeracijom, oksigenacijom, ionizacijom, odmekšavanjem, prekloriranjem...

Zaštita vode u prirodi

- najčešća onečišćenja vode: ispuštanjem otpadnih voda iz industrije i naselja, oborinske vode koje ispiru poljoprivredne i prometne površine te odlagališta krutog otpada
- voda je opće dobro koja zbog svojih prirodnih svojstava ne može biti ni u čijem vlasništvu
- Propisi o zaštiti voda:
 - Zakon o vodama, 1995.g.
 - Uredba o klasifikaciji voda, 1998.g.
 - Uredba o opasnim tvarima u vodama, 1998.g.
 - Državni plan za zaštitu voda, 1999.g.
 - Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama, 1999.g.
→ njima je obuhvaćena zaštita sve vode u prirodi: površinskih i podzemnih kopnenih voda, mineralnih i termalnih voda, morske vode

Klasifikacija voda u smislu njihove opće ekološke funkcije:

1. vode prve vrste

- podzemne i površinske vode koje se mogu iskoristiti za piće ili u prehrambenoj industriji (u svom prirodnom obliku ili nakon dezinfekcije), te površinske vode koje se mogu upotrijebiti i za uzgoj plemenitih vrsta riba
- sva podzemna voda, izvori rijeka, gorski potoci, voda u nar. parkovima

2. vode druge vrste

- mogu se u svom prirodnom obliku upotrijebiti za kupanje i rekreaciju, za uzgoj ostalih vrsta riba ili se nakon pročišćavanja mogu koristiti za piće i u prehrambenoj industriji
- skoro svi državni vodotoci

3. vode treće vrste

- primjena u industrijama koje nemaju posebne zahtjeve za kakvoćom vode, te u poljoprivredi

- Sava od Zg do Siska, rijeka Bosut, rijeka Ilova, te rijeka Pakra
- 4. vode četvrte vrste
- isključivo upotreba uz pročišćavanje tamo gdje je veliko pomanjkanje vode
- 5. vode pete vrste
- ne smiju se upotrebljavati ni za kakve namjene

Pokazatelji kakvoće vode za klasifikaciju:

- prva skupina pokazatelja (obavezni):
 - fizikalno-kemijski pokazatelji
 - režim kisika
 - **otopljeni kisik** - pokazatelj čistoće površinske vode; ako je voda zasićena reduktivnim tvarima, kisik se troši za njihovu aerobnu razgradnju i u vodi se smanjuje njegova koncentracija; što je manja koncentracija, voda je zagađenija (kanalska voda = 0)
 - **petodnevna biokemijska potrošnja kisika** - pokazatelj kojim se mjeri količina otopljenog kisika u vodi potrošena za biokemijsku aerobnu razgradnju organskog materijala u uzorku tijekom 5 dana; veća potrošnja kod onečišćenije vode; ali! - izrazito onečišćena brzica imat će visoku koncentraciju otopljenog kisika, ali i visoku BPK5, dok će nezagadžena temeljnica imati malo otopljenog kisika, ali i mali BPK5
 - **kemijska potrošnja kisika iz kalijeva permanganata** - parametar kojim se izražava potrošak kalijeva permanganata izražen kao kisik utrošen za oksidaciju organske tvari
 - hranjive tvari - amonij, nitriti, nitrati, ukupni dušik i fluor uzrokuju eutrofikaciju
 - mikrobiološki pokazatelji
 - biološki pokazatelji - ocjenjuju kakvoću vode prema mikroorganizmima koji ju nastanjuju - u čistim vodama žive mnogobrojne vrste s malo jedinki, a u zagađenima rijetke vrste s mnogo jedinki
- druga skupina pokazatelja:
 - metali
 - organski spojevi
 - radioaktivnost
- **Opasne tvari u vodi** (Uredba o opasnim tvarima u vodama, 1998.g.)
- skupina A
 - dokazano rizične za vodni okoliš i čovjeka
 - propisuje se MDK i zabranjuje se njihovo ispuštanje u vode: organohalogeni, organofosforni spojevi, živa, kadmij, olovo, karcinogeni, teratogeni i mutageni, nerazgradiva mineralna ulja, cijanidi, radioaktivne tvari
- skupina B
 - dokazano da imaju nepoželjno djelovanje na vodni okoliš (na okus i miris proizvoda koji služe za prehranu, a dobiveni su iz prirodnih voda)
 - neki metali, neki anorganski spojevi, halogenirani ugljikovodici, fenoli, pesticidi,..
- **Mjere zaštite vode**
 - rekonstrukcija i izgradnja sustava javne odvodnje
 - rekonstrukcija i izgradnja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda
 - smanjenje opterećenja otpadnim vodama iz tehnoloških procesa
 - zamjena postojeće tehnologije
 - smanjenje onečišćenja voda od agrotehničkih sredstava
 - gradnja novih sanitarnih deponija i saniranje postojećih
 - uklanjanje kopnenih izvora onečišćenja mora

Opskrba vodom za piće

- 3 osnovna zahtjeva za opskrbu naselja: dovoljna količina, odgovarajuća kakvoća i mogućnost transporta
 → „**specifična potrošnja**“ - prosječna dnevna potrošnja u naselju se podijeli s brojem stanovnika
 → ako odabrani izvor zadovoljava plan potrošnje, mora se odrediti kakvoća vode → za ocjenu je mjerodavan najlošiji rezultat ispitivanja
- radi zaštite izvorišta, postoje **3 zone zaštite**, 1. u neposrednoj okolini izvorišta, sa zabranom prolaska ljudi i stoke
- Vodovodni sustavi

▪ glavni dijelovi:

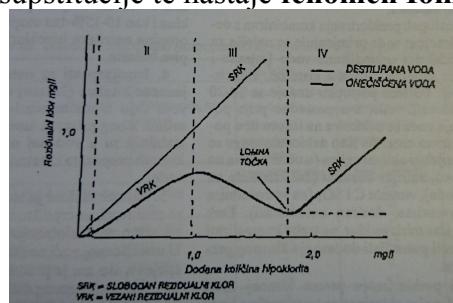
1. zahvat vode (kaptaža)
 - a) **kopani zdenci** - dubina do 12m, širina do 5m; voda ulazi kroz dno i otvore u zidu, mora biti izgrađen nepropusno najmanje do 3m ispod površine slojem gline debljine 0,5m
 - b) **bušeni zdenci** - ako je podzemna voda na dubini većoj od 6m, kvalitetnija voda
2. pumpna postrojenja crpe vodu iz zdenaca u cjevovode, a ako je potrebno, voda prvo ide u **uredaje za kondicioniranje** - uklanjanje štetnih tvari iz vode i dodavanje tvari za poboljšanje *mehanički i kemijski postupci* - koriste se kombinirano
 1. taloženje - može se ubrzati dodavanjem koagulansa ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , FeCl_3), uklanjuju suspenzije, koloide i mikroorganizme
 2. filtriranje - za preostale suspendirane čestice, 2 tipa filtra - spori: nakon taloženja bez koagulansa, jako biološko djelovanje (uklanjanje gotovo svih mikroorganizama); brzi(američki): 25x veća bezina, nakon taloženja s koagulansima
 3. aeracija - za uklanjanje Fe, Mn, CO_2 , H_2S , metana, As
- *dezinfekcija vode* - eliminacija mikroorganizama kloriranjem (najčešće), ozonizacijom (najbolje), bromiranjem, jodiranjem (ne reagira s org.tvari, jednostavnije doziranje) ili pomoći UV/ γ zraka, ultrazvukom
- *ultrafiltracija, nanofiltracija, reverzna osmoza* - za morsku vodu
4. zatim glavnim cjevovodom u **rezervoare** - uloga im je izjednačavanje varijacije dotoka i potrošnje vode tijekom dana, osiguravanje ravnomernog tlaka u razvodnoj mreži, rezerve za gašenje požara ili u slučaju kvara
5. **razvodna mreža** - uvijek pod tlakom što onemogućuje sekundarno zagađenje, ali se ono najčešće događa u ovom dijelu, za vrijeme kvarova ili lomova cijevi

▪ Tipovi vodovoda:

- *gravitacijski vodovod* - zahvaćeni izvor dovoljno visoko iznad naselja
- *tlacični vodovod* - zahvatni izvor u ili ispod razine naselja pa se mora crpiti na potrebnu visinu
- opskrba vodom iz potoka i rijeka je najnepovoljnija
- Opskrba individualnih objekata: cisterne za oborinske vode - pumpanje u cjevovod pomoći hidrofora, zdenci za podzemne vode

Kloriranje vode

- klor/ $\text{Na}-\text{hipoklorat} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ hipoklorasta kiselina + HCl/NaOH
- najjače baktericidno i virucidno djelovanje ima nedisocirana hipoklorasta kiselina
- najmanje disociranje je pri pH 5 (\rightarrow dezinfekcija najjača)
- pri porastu pH hipoklorasta kiselina disocira na H^+ i OCl^- (hipoklorit ion)
- pri padu temperature pada baktericidno i virucidno djelovanje hipokloraste kiseline
- SRK (slobodni rezidualni klor)
- klor u obliku hipokloraste kiseline i hipoklorit iona
- djeluje na bakterije i virusе brzo i u malim koncentracijama
- postiže se primjenom: elementarnog klora, natrijeva i kalcijeva hipoklorita i izocijanurata
- nastaje samo u čistoj vodi
- ako voda sadrži suspenzije organske tvari (NH_4 , nitriti, Fe, Mn), hipokloriti reagiraju s njima reakcijama oksidacije, adicije i supstitucije te nastaje **fenomen lomne točke**



1. faza - faza oksidacije lako oksidabilnih tvari u vodi hipokloritom; tako iskorišteni hipoklorit naziva se *klornom potrebom vode*
2. faza - uz dodatak većih količina hipoklorita, dolazi do adicije i supstitucije hipoklorita na amonijak i

organiske tvari te nastaje *vezani rezidualni klor* (kloramini, klororganski spojevi - intenzivan miris - organoleptičke smetnje)

3. faza - uz dodatak još većih količina hipoklorita dolazi do oksidacije kloramina i kloroganskih spojeva pa nastaje novi gubitak klornog preparata

LOMNA TOČKA - točka u kojoj prestaje oksidacija spojeva i javlja se SRK

- VRK i SRK zajedno čine ukupni rezidualni klor (**klorni ostatak**)
- **SRK** - pojavljuje se u čistoj vodi (0,5mg/L) i očišćenoj vodi bez organskih i dr. oksidabilnih spojeva te postupkom prekloriranja onečišćene vode (10-20mg/L)
- dezinfekcijsko djelovanje:
 - dezinfekcija SRK-om - dovoljna je mala koncentracija rezidualnog klorova i kratko vrijeme kontakta prije potrošnje
 - dezinfekcija VRK-om - slabo i sporo djeluje na bakterije i viruse (kloramin djeluje 25x slabije i 100x sporije od SRK), u velikim koncentracijama, nije dobra jer se pri korištenju visokih koncentracija se mijenjaju organoleptička svojstva vode, nastaju potencijalno kancerogene tvari;
 - najotpornije su : *Entamoeba histolytica* i *Bacillus antacis*
- preparati klora:
 - elementarni klor - u čeličnim bocama, dodaje se pomoću plinskog klorinatora
 - klorno vapno - za ručnu dezinfekciju, 1% otopina
 - natrijev hipoklorit - 3-4% otopina = Varikina
 - izocijanurat - Izosan, uz hipoklorastu daju i izocijanurnu kiselinu pa su u vodi stabilniji od ostalih
 - klorov dioksid - samo za dezinfekciju vodovodne vode, u onečišćenoj vodi ne stvara klororganske spojeve, ali mogu zaostati kloriti koji uzrokuju methemoglobinemiju
- dekloransi: aktivni ugljen, natrijev tiosulfat, vitamin C i SO₂
- dezindicirati se mora sva voda s javnih objekata, a u slučaju epidemija i izvanrednih stanja sva
- za dokarivanje RK vodi koristimo 3 testa: amperometrijska titracija, klorimetrijsko i titrimetrijsko dokazivanje dietil-parafenilen-diamina (DPD), kolorimetrijsko dokazivanje siringaldazinom

Sanitarno-zdravstveni nadzor vode za piće

- odnosi se na vodu koja se koristi za piće
 1. Terenski nadzor
- inspekcija objekta i okoliša, prikupljanje podataka o podrijetlu vode, broju potrošača i izmjenama
 2. Laboratorijska analiza
- bakteriološka, fizikalno kemijska i organoleptička analiza, u zadnje vrijeme i virološka
 - propisane maksimalne dopustive koncentracije određenih tvari u vodi
- **analiza A** - rutinska analiza vode za piće, obuhvaća terenski pregled objekta i laboratorijsku analizu vode samo za dokazivanje fekalnog i organskog onečišćenja
 - bakteriološka analiza: ukupan broj koliformnih bakterija, broj fekalnih koliformnih bakterija, broj fekalnih streptokoka i broj aerobnih bakterija porastao na agaru pri temperaturi 22-37°C
 - kemijska analiza: analiza frakcije nitrata, nitrita, amonija i klorida, potrošnja kisika iz KMnO₄
- **analiza B** - obuhvaća terenski pregled crpilišta, laboratorijsku analizu tvari u okolišu i onih koje se koriste u preradi vode; provodi se na uzorcima s izvorišta i na sabirnim vodama s više mjesta
 - ukupan broj koliformnih bakterija, broj fekalnih koliformnih bakterija, broj fekalnih streptokoka i broj aerobnih bakterija porasao na agaru pri temperaturi 22-37°C i određivanje *Pseudomonas aeruginosa* i klostridije
 - kemijska analiza: fenoli, deterdženti, nafta, spojevi koji se koriste u preradi vode
- **analiza C** - kad se voda nepoznate kvalitete i sastava želi osposobiti za piće; široka obrada
 - kemijska analiza: analiza frakcije nitrata, nitrita, amonija i klorida, određivanje BPK₅, određivanje pesticida, polikloriranih bifenila, PAH, klorirana organska otapala...
- nerutinski se mogu u vodi analizirati: Enterovirusi, sediment jezerske vode na pojedine biljne i životinjske vrste, analiza vode na α,β radioaktivne čestice

MUTAGENI U OKOLIŠU

- **mutagen** - tvar koja uzrokuje nasljedne promjene u genetskom materijalu stanice ili organizma
- **mutageneza okoliša** - bavi se proučavanjem promjena prirodne i genetske strukture biljaka, životinja i ljudi uzrokovanih djelovanjem čimbenika okoliša

Čimbenici mutageneze:

- fizikalni - ionizirajuća zračenje (lom DNA), UV zračenje (stvaranje dimera pirimidinskih baza)
- kemijski - nitrozamini, beta karoten, riboflavin, teški metali, otapala, AB, citostatici, pesticidi, kozmetički preparati, kemijske tvari u prehrni
- biološki - virusi, aflatoksin
- Više od 80% karcinogena su mutageni !

Klasifikacija mutagena:

1. kategorija - tvari mutagene za čovjeka
2. kategorija - tvari koje treba smatrati potencijalno mutagenima za čovjeka
3. kategorija - tvari koje zabrinjavaju zbog mogućih mutagenih učinaka

Strategija otkrivanja mutagena:

- ispitivanje mutagenosti se najčešće koristi za predviđanje karcinogenosti

Genotoksični učinci

1. ocijeniti genetski status ispitivane tvari u testovima *in vitro* (min. dva testa)
 - **Amesov test** (test za određivanje povratnih mutacija na *Salmonella typhimurium*)
 - **bakterijski in vitro test** - kromosomske aberacije *in vitro* u kulturi limocita periferne krvi
 - oba negativna - tvar nije genotoksična
 - jedan + drugi - = provodi se test izmjene sestara kromatida u limfocitima
2. za tvari ocijenjene kao genotoksične *in vitro*, analizirati genetski potencijal testovima *in vivo*
 - **kromosomske aberacije i mikronukleus test**
 - oba negativna - tvar nije genotoksična
 - jedan + - tvar genotoksična *in vivo*
3. za tvari s genetskim potencijalom *in vivo*, analizirati genetski potencijal za zametne st.
 - **dominantni letalni test, test nasljednosti**

Epigenetski učinci

- nema reakcije s DNA
- postoji prag izloženosti
- rani nalaz - nekroza stanica

	Epigenetski mehanizmi	Genotoksični mehanizmi
doza za tumor	široki raspon	<800 mg/kg
doza/učinak	strma	različita
spol	jedan	oba
sijelo tumora	jedan organ	nekoliko organa
stanična proliferacija	česta	nepoznata
promjena hormona	da	ne

Okoliš i rak

- više od 70% malignih tumora može se povezati s načinom života (pušenje, alkohol, prehrana, nuliparitet, promiskuitetnost) ili čimbenicima okoliša
- čak i vrlo male doze mogu započeti preobrazbu stanica
- karcinogeneza - odvija se u više stupnjeva:
 - inicijatori karcinogeneze - započinju mutaciju, mogu biti genotoksični ili epigenetski
 - promotori karcinogeneze (kokarvinogeni) - podupiru karcinohenezu, uvijek epigenetski faktori
- u Hrvastkoj skoro svaki 6. umre od raka: 1. pluća/dojka, 2. želudac/CINIII, 3. prostate/želudac

- **profesionalni maligni tumor** - nesporan uzrok tumoru karcinogena tvar ili štetnost na radnom mjestu
- izloženost karcinogenima na radnom mjestu jest glavni uzrok ili jedan od kofaktora u nastanku od 4% do 10% svih karcinoma u muškaraca i 4% svih karcinoma žena starijih od 30 godina

Razvrstavanje tvari po karcinogenom potencijalu podjela prema Međunarodnoj agenciji za ispitivanje karcinoma

Skupina	Tvar (pripravak)
Skupina 1	Tvar (pripravak) je karcinogen za čovjeka; okolnosti <u>izlaganja imaju za posliedicu da su izlaganja</u>
Skupina 2A	Tvar (pripravak) je vjerojatno karcinogena za čovjeka; <u>okolnosti izlaganja imaju za posliedicu da su izlaganja</u>
Skupina 2B	Tvar (pripravak) je možda (vjerojatnost je manja nego li kod 2A) karcinogena za čovjeka; <u>okolnosti izlaganja</u>
Skupina 3	Tvar (pripravak ili okolnosti pripreme) se ne može
Skupina 4	Tvar (pripravak) vjerojatno nije karcinogena za čovjeka.

Razvrstavanje tvari (pripravaka) po karcinogenom potencijalu prema EU Direktivi 67/548 EEC

Skupina	Tvar (pripravak)
Skupina 1	Spoj, tvar ili proces za koje je dokazano da su karcinogeni za čovjeka; postoje dovoljni dokazi za uzročnu vezu između <u>izloženosti čovjeka kojim od tih tvari i nastanka raka</u>
Skupina 2	Tvari, njihovi spojevi ili procesi koje se ne ubrajaju u sigurno dokazane karcinogene za čovjeka, ali se na temelju dovoljnijih dokaza iz odgovarajućih dugotrajnih pokusa na životinjama
Skupina 3	Tvari za koje se prepostavlja da uzrokuju nastanak raka kod čovjeka; postoje rezultati pokusa na životinjama koji ukazuju na tu mogućnost, ali prikupljene informacije još nisu dovoljne za pouzdano svrstavanje u skupinu 2.

- u Hrvatskoj: obvezna evidencija radnika izloženih karcinogenima skupine 1 i 2A i 2B prema Međunarodnoj agenciji za ispitivanje karcinoma i sve tri skupine karcinogena prema EU Direktivi
- Najčešća lokalizacija malignih tumora

1. Tumori dišnog sustava

- azbest, arsen, katran, spojevi kroma, nikla, radona i berilija; prašina drveta

2. Tumori mokraćnog sustava

- aromatski amini, 1- i 2-naftilamin, benzidin

3. Tumori kože

- smola, katran, asfalt, bitumen, arsen, radij, UV i infracrveno zračenje

4. Ostale lokalizacije tumora

- **jetra** -arsen, vinil klorid, aflatoksin
- **osteosarkom** -berilij
- **leukemije** - benzen, radioaktivno zračenje
- **dojka** - kasna prva trudnoća

- **jajnici** - nuliparitet

- **vrat maternice** - promiskuitet

- **endometrij, žučni mjeđur** - pretilost

Karakteristike profesionalnog karcinoma

- dugo razdoblje latencije - razdoblje od početka izloženosti karcinogenu do otkrivanja karcinoma

→ kod pojave akutnih leukemija izazvanih ionizirajućim zračenjem priznaje se vrijeme latencije dulje od 3,5 godina kao dovoljno za nastanak bolesti

→ za razvoj manifestne bolesti kod drugih profesionalnih izloženosti vrijeme latencije je najmanje 10 godina, a nerijetko iznosi i 40-50 godina (mezoteliomi kod izloženih azbestu).

- brži razvoj u mlađih osoba koje su vrlo rano bile profesionalno izložene karcinogenima
- profesionalni se karcinom ni klinički niti patoanatomski ne razlikuje od karcinoma drugog podrijetla, ali su neki malignomi, prvenstveno maligni mezoteliom ili karcinomi urološkog sustava, češće profesionalne nego neprofesionalne etiologije

Prevencija:

- **primarna** (neposredna i posredna) - promjena prehrambenih i životnih navika; edukacija poslodavca i radnika o riziku i mjerama zaštite
- **sekundarna**: preventivni sistematski pregledi

OKOLIŠ I REPRODUKCIJA

- učinci: seksualna disfunkcija, promjene u spermogramu, promjene u ovulaciju, infertilitet, spontani pobačaji, retardacija fetalnog rasta, intrauterina smrt ploda, malformacije, leukemije, retinoblastomi, Wilmsov tumor
- mnoge tvari u okolišu oponašaju estrogen pa u muškaraca dovode do smanjenog broja i pokretljivosti spermija, kriptorhizma i hipospadije te smanjenog broja rađanja muške djece; češće ektopične trudnoće
- specifični učinci:
 - zračenje - smanjenje broja spermija, teratogenost, zločudne bolesti djece
 - vibracije - promjene u menstrualnom ciklusu, oštećenje ploda
 - kemijske tvari
 - formaldehid - promjene menstrualnog ciklusa,
 - spontani pobačaji, malformacije - otapala, poliklorirani bifenili, vinil-klorid, etilen oksid
 - kadmij - testikularni tumori, spontani pobačaji, teratogenost
 - olovo - malformacije mozga, gubitak vida i sluha
 - živa - odlaganje u moždanom tkivu, ometaju prolaz AK uzrokujući zastoj u rastu
 - mangan - spontani pobačaj

PREHRANA I ZDRAVLJE

- namirnice - sve što se uporebljava za hranu i piće u neprerađenom i prerađenom obliku
- sastojci hrane:
 - **IZVOR ENERGIJE**
 - a) **Bjelančevine**
 - gradivni materijal, čine 19% mase čovjeka
 - esencijalne aminokiseline: Val, Leu, Ile, Met, Phe, Thr, Trp, His (za rast djece)
 - biološka vrijednost proteina mjeri se u odnosu na biološku vrijednost jajeta (100) jer je jaje uz majčino mlijeko najiskoristivije
 - opća biološka iskoristivost u prehrani je 0,7
 - *limitirajuća aminokiselina* - esencijalna aminokiselina koja najviše odstupa od standarda i kojoj ovisi koliko će se proteina iz hrane ugraditi u tkivo; npr. triptofan u kukuruzu, lizin u pšenici, metionin i cistein u goveđem mesu
 - dnevne potrebe za odraslu osobu 0,7 g/kg TT; za dojenčad 2 g/kg TT
 - udio energije iz proteina u ukupnom dnevnom energetskom unosu za odrasle **10 - 15%**
 - b) **Ugljikohidrati**
 - monosaharidi, oligosaharidi, polisahardi
 - probavljni, neprobavljni = prehrambena vlakna - topiva u vodi (pektin, gume) - bubre, imaju hipokolerolemični učinak, netopiva (ligin) - adsorbiraju žučne kiseline
 - dnevne potrebe za odraslu osobu 0,7 g/kg TT
 - udio energije iz CHO u ukupnom dnevnom energetskom unosu za odrasle **50 - 60 %**
 - c) **Masti**
 - bogat izvor energije, važan za vitamine topive u mastima i sintezu nekih hormona
 - udio energije iz masti u ukupnom dnevnom energetskom unosu za odrasle 25 - 30 %
 - **ESENCIJALNE PREHRAMBENE TVARI**

a) Vitamini

- C (askorbinska kiselina) - sudjeluje u oksidativno reduktivnim procesima; skorbut - cijepanje kolagenih vlakana, petehije, hematomi, anemija, bolna epifizna uvećanja u djece
- B1 (tiamin) - periferni neuritis, megaloblastična anemija, dekompenzacija srca, demijelinizacija u CNS-u, beri beri
- B2 (riboflavin) - angularni stomatitis heilitis, hipoaciditet želuca, steatoreja
- B3 (niacin) - pelagra - dijareja, glositis, gastritis, demencija, dermatitis
- B6 (piridoksin) - koenzim transaminaza, epileptički napadaji, anemija, periferna neuropatija
- B9 (folna kiselina) - koenzim:tetreahidrofolna kiselina, anemija, defekti neuralne cijevi
- B12 (cijanokobalamin) - pomaže ugradnju uracila u DNA, megaloblastična anemija
- A (retinol) - u sintezi rodopsina, vidnog pigmenta, karoten u biljkama, noćno sljepilo
- D (kolekalciferol) - rahitis, osteomalacija; predoziranje: hiperkalcemija, kalcinoze
- E (α -tokoferol) - antioksidativno djelovanje, hemoliza, neurološki simptomi
- K (filokinon) - sklonost krvarenju

b) Oligoelementi

- **esencijalni** - Fe (anemija/hemokromatoza), Zn (anoreksijska, akrodermatitis enteropatica), Cu (anemija rezistentna na TH Fe, Wilsonova bolest), Co (neurološki, hematopoetski poremećaji), Se (miopatija), Mb (noćna sljepota), I (gušavost)
- **vjerovatno esencijalni** - Mn (hipokolesteroljemija), Si, Ni, B, V
- **potencijalno štetni** - F(karijes, nakupljanje u zubima i kostima), Cd, Hg, Pb, Al, As, Li, Sn

c) Minerali

- **ADITIVI** - tvari poznatog kemijskog sastava koje se ne konzumiraju kao namirnice niti su tipičan sastojak namirnica već se dodaju radi poboljšanja tehnoloških i senzornih svojstava; dodaju se tijekom proizvodnje, pakiranja, prerade, transporta i čuvanja radi bojanja, konzerviranja, sprječavanja truljenja, zgušnjavanja, stabiliziranja, pojačavanja okusa
- **PRIRODNA ONEČIŠĆENJA** - prirodni toksini radi otjerivanja insekata i životinja
- **KEMIJSKA ONEČIŠĆENJA** - pesticidi, antibiotici, teški metali
- **MIKROBIOLOŠKA ONEČIŠĆENJA** - aflatoksin Aspergillus flavus - rak jetre

▪ Planiranje i evaluacija prehrane:

- 1 g proteina = 17 kJ (4 kcal)
 1 g CHO = 17 kJ (4 kcal)
 1 g masti = 37 kJ (9 kcal)

$$\begin{aligned} 1 \text{ kJ} &= 0,2388 \text{ kca} \\ 1 \text{ kcal} &= 4,184 \text{ kJ} \end{aligned}$$

▪ Prehrambeni standardi

- specifikacija preporučenih dnevnik količina energije, hranjivih i zaštitnih tvari prijeko potrebnih za održavanje fizioloških funkcija organizma i zdravlja pojedinca
- koriste se za planiranje prehrane pojedinih populacijskih skupina
 - za BM (60 - 70%)
 - za tjelesnu aktivnost (15 - 30%)
 - za termogenetski učinak hrane (5 - 10%)
 - zajutrak : 10-15%
 - doručak: 20-25%
 - ručak: 30-40%
 - večera: 25-30

▪ **Ocenjivanje prehrambenog stanja**

- mjerimo tjelesnu težinu, tjelesnu visinu, opseg nadlaktice, kožni nabor
- klinički pregled
- biokemijski testovi
- instrumentalne metode

1. DIREKTNE METODE:

Antropometrijska mjerena

- središnje mjesto
- SZO preporučila **NCHS standarde** koji iskazuju podatke u percentilama (3-97), medijanima (80%-120%, 90% visina/dob) i SD (2)
- **Visina za dob** - utjecaj prehrane na rast i razvoj
- **Težina za dob** - odražava stanje prehrane, ima nisku osjetljivost za identifikaciju pothranjenih pa se koristi u nerazvijenim zemljama

- **Težina za visinu** - eliminira veličinu kostura jer uspoređuje osobe iste visine, postoje tablice za djevojčice samo do 137cm, za dječake do 145cm; mjeri veličinu mekih tkiva
- brze metode ocjene prehrambenog stanja:
 - **mjerenje opsega nadlaktice** - na pola između akromiona i olekranona, odraz mišićne mase
 - **mjerenje kožnog nabora nadlaktice** - 1 cm iznad sredine nadlaktice odignemo kožni nabor i izmjerimo kaliperom, odraz je tjelesne masti i aproksimacija tjelesnih rezervi

ITM (Quwteletov indeks) = težina(kg)/visina² (m²)

- u dobroj je korelaciji s težinom i količinom tjelesne masti; ne toliko dobro s visinom

$\leq 18,40$	pothranjenost
18,5-24,99	normalno
25-29,99	povećana TT
30-39,99	pretilost
≥ 40	morbida pretilost

2. INDIREKTNE METODE

Ispitivanje potrošnje hrane

- vaganje svih namirница prije jela
- inventurna metoda - važemo prije, pri svakoj kupnji i na kraju
- intervju o potrošnji hrane u zadnja 24 sata
- vođenje dnevnika tijekom 3-7 dana
- ispitivanje učestalosti potrošnje hrane (potrošnja pojedinih namirница)
- ispitivanje potrošnje u domaćinstvu - povezujemo prosječnu godišnju potrošnju namirnica s morbiditetom i mortalitetom

Uporaba vitalno statističkih podataka

- orijentacijska metoda
- koriste se podatci o mortalitetu specifičnih dobnih skupina, specifičnom morbiditetu i mortalitetu
- korisno u populacijama gdje se javljaju teži oblici pothranjenosti

JAVNOZDRAVSTVENO ZNAČENJE PREHRANE

Bolesti kardiovaskularnog sustava

- povišenje LDL kolesterola za 0,026 mmol/L seruma povećava rizik nastanka KB za 1-2%
- prehrana bogata mastima (zasićene - miristinska, palmitinska i laurinska k., transmasne kiseline) poduze vrijednosti kolesterola i nosi 2x veći rizik za nastanak KVB od nezasićenih masnih kiselina
- nezasićene masne kiseline: jednostruko i polinezasićene (omega3, omega 6) - smanjuju rizik nastanka KVB i DM1
- ne previše VNMK zbog dokazanog promotorskog učinka na karcinogenezu i supresiju imunološkog sustava u laboratorijskih životinja
- poželjna vrijednost ukupnog kolesterola <5,2 mmol/L
- poželjna vrijednost LDL kolesterola <3,4 mmol/L
- protektivni čimbenik: HDL kolesterol > 1,6 mmol/L
- odrasla osoba sintetizira 80% kolesterolna na dan endogeno, u jetri (600-1500 mg)

Prehrana i rak

- oko 35% smrti od malignih bolesti se može dovesti u vezu s prehranom
- prehrana ima utjecaj ili na inicijaciju, ili promociju ili na progresiju karcinogeneze
- nepravilna prehrana utječe na obrambene mehanizme organizma
 1. prehrana kao izvor karcinogena ili prekarcinogena
 - prirodni sastojci biljaka, aditivi, onečišćenja
 2. prehrana ima utjecaja na stvaranje karcinogena
 - inhibicija stvaranja nitrozamina u želucu (vitamin C), promjena bakterijske flore u debelom crijevu (vlakna), promjena metabolizma karcinogena
 3. modificirajući utjecaj karcinogena
 - putem transporta (alkohol, vlakna), inhibicija promocije (vitamin A)
- masti : karcinom dojke, debelog crijeva, prostate, kolorektuma, ovarija, žučnog mjehura
 - utjecaj i na promotorsku fazu i na fazu inicijacije karcinoma

- povećana TT : karcinom dojke, endometrija, prostate, rektuma i ovarijskog karcinogena
- prehrambena vlakna : protektivno djelovanje skraćuju vrijeme izloženosti potencijalnim karcinogenima
- sol : negativno utječe na sluznicu želuca (atrofični gastritis)
- vitamini i minerali: antioksidativna svojstva A, C i E vitamina, vitamin D djeluje protektivno za nastanak Ca kolona
- selen: antioksidativna svojstva, potentan inaktivator karcinogena jer se nalazi u sklopu glutation peroksidaze
Prekarcinogene tvari
- nitriti s aminima i amidima stvaraju N-nitrozo spojevi (jaki karcinogeni)
- cikla, celer, salata, špinat, repa, pivo
- protektivno djelovanje: vitamini C i E smanjuju nastanak N-nitrozo spojeva

Zdravstveni učinci uzrokovani nedostatkom prehrambenih tvari

Osteoporiza

- dnevni unos kalcija za odrasle osobe > 25 god=1000 mg; postmenopauzalne F = 1500mg
- Ca osobito bitan u djece i adolescenata
- do 35. raste gustoća kostiju, poslije pada
- na apsorpciju utječu: kronične bolesti, lijekovi, fitati, kofein; trudnoća i vitamin
- smanjenje apsorpcije kalcija iz crijeva u F se pojavljuje oko 45. godine, a u muškaraca oko 60.godina
- izvor: mlijeko i mlječni proizvodi, riba, meso, voće, mahune, lisnato povrće

Anemije

- sideropenična anemija (deficit željeza), megaloblastična (deficit B12, folati)
- posljedica smanjenog unosa, prekomjernog iskorištavanja, poremećaja apsorpcije kroničnih bolesti

Deficit joda

- dnevni unos joda 50 - 1000 pg/dan
- u HRV obavezno jodiranje soli (25 mg kalijeva jodida na 1 kg soli)
- prije jodiranja, gušavost bila problem središnje Hrvatske i otoka Krka
- u HRV prosječan unos soli 10 g/dan (preporučeno 6 g/dan) dovoljan za sprječavanje gušavosti
- procjena stanja populacije:
 - mjerjenje vrijednosti KI u soli
 - mjerjenje prevalencije gušavosti u školske djece
 - mjerjenje I u urinu
 - mjerjenje TSH u novorođenčadi - najbolji pokazatelj, <3% >5mJ/L

Zubni karijes

- u HRV prosječno 52% djece ima karijes
- uzrokovano bakterijama *Streptococcus mutans* i *Lactobacillus* koje razgrađuju namirnice koje sadrže fermentabilne ugljikohidrate (šećer i škrob) do kiselina
- tanin iz kakaa pomaže remineralizaciji cakline i inhibira bakterije
- zubni karijes sprječavaju i fitati, kazain peptid iz sira, mlijeko i flouridi

NADZOR NAD ZDRAVSTVENOM ISPRAVNOSTI NAMIRNICA

Nove namirnice:

1. Genetski modificirane namirnice (GMO)

- nastaju prirodnim procesima (fermentacija mlijeka) ili biotehnološkim postupcima (tehnika rekombinantne DNA)
- selekcija gena za neku osobinu i uklanjanje iz genoma jedinke ili ubacivanje u genom druge jedinke
- etičko pitanje: rekombinacija DNA koja prelazi barijeru prirodnih vrsta
- značajke namirnica:
 - modificiran prehrambeni sastav
 - poboljšane senzoričke značajke
 - produljen vijek trajanja
 - povećan prinos
 - otpornost na bolesti, sušu i niske temperature

- povoljan utjecaj na okoliš (bakterije koje uzimaju dušik iz zraka, smanjena potreba za umjetnih gnojivima; otpornost na insekte, smanjena upotreba insekticida)
- opasnost od nastanka anafilaksije - unos tijelu nepoznatog proteina
- incident u Americi - upotrebom aminokiselina Trp koji je nastao genskom manipulacijom bakterija, nastalo je masovno otrovanje toksinom
- nepoznat dugoročan utjecaj na zdravlje

2. Funkcionalne namirnice

- one namirnice koje imaju povoljan učinak na zdravlje, a sadrže određenu prehrambenu vrijednost
- osnovni uvjeti:
 - mora biti od prirodnih sastojaka (ne kapsula, tableta ili prašaka)
 - treba je uzimati kao sastavni dio dnevne prehrane
 - mora imati posebnu funkciju u službi za regulaciju posebnih tjelesnih procesa (pojačan imunitet, oporavak od specifične bolesti)
- npr. prehrambena vlakna, šećerni alkoholi, glikozidi, kolin, VNMK, vitamini, minerali, antioksidansi

Proizvodna deklaracija zdravstvene ispravnosti

- potrebno osigurati podatke o GMO hrani - način proizvodnje, opis primijenjenih tehnologija, prehrambenu vrijednost, rezultate istraživanja sigurnosti za ljudi, opis namjene, RDA
- deklaracija je obavezna ako je namirnica promijenjenog kemijskog sastava, prehrambene vrijednosti ili različite namjene u prehrani te ako postoji mogućnost utjecaja na zdravlje

Kontrola i nadzor nad zdravstvenom ispravnosću

- provode laboratorijski Zavoda za javno zdravstvo, a vrše sanitarni i veterinarski inspektorji
- kriteriji ocjene ispravnosti propisani zakonom i dodatnim propisima - određuju senzornu i mikrobiološku ispravnost, dopuštenu količinu štetnih tvari i aditiva
- zdravstveni nadzor vrši se nad proizvodnim postrojenjem, osobljem, prometnim sredstvima i prostorijama za čuvanje, a inspektorji mogu zabraniti proizvodnju, promet i uporabu namirnica te narediti njihovo uništenje
- cilj RH: unaprijediti kontrolu kvalitete, poticanje proizvodnje zdravijih namirnica, informirati potrošače, pratiti stanje uhranjenosti populacije, provoditi zdravstveni odgoj

EKOLOGIJA NASELJA

- gradovi su mali ekosustav za sebe - urbano zadržavanje
- *Deklaracija UN o čovjekovu okolišu*, 1972.g. - ljudska naselja i procese urbanizacije treba planirati tako da se izbjegnu negativni utjecaji na okoliš, tj. da se postigne najveća društvena i ekomska dobrobit, a da se ne naruši prirodna sredina
- zone naselja: industrijska, administrativno-upravna, komunalno-gospodarska, stambena
- dopustivi prostorni minimum prema WHO je $12-15 \text{ m}^2$ po osobi
- osnovni zahtjevi zdravog stanovanja:
 - **osiguranje osnovnih fizioloških potreba** (toplinska zaštita, prirodno prozračivanje, zaštita od buke, primjerena rasvjeta, uzimanje glavnih obroka, san)
 - **osiguranje čovjekovih socijalnih, psiholoških i radnih potreba** (normalan obiteljski život, održavanje prijateljskih veza)
 - **zaštita od ozljeda**
 - **zaštita od infekcija**
- **zdravstveni poremećaji u urbanim sredinama:**
 1. infektivne bolesti - zbog prenapučenosti, ranije javljanje = povećani mortalitet
 2. psihosocijalna oštećenja (onemogućenje intime - depresija, alkoholizam, ovisnost)
 3. neinfektivne bolesti i traume - sindrom bolesne zgrade
- **zdravstveni pokazatelji za zdrav život u urbanim sredinama:**
 - a) mortalitet dojenčadi
 - b) postotak djece čija TT odgovara dobi i visini u prihvatljivim granicama
 - c) postotak novorođenčadi s najmanje 2500 g pri porodu
 - d) očekivani životni vijek pri rođenju
 - e) učestalost i mortalitet od specifičnih bolesti
 - f) promet - povećana smrtnost, buka, zagađenje zraka

ODVODNJA I ČIŠĆENJE OTPADNIH VODA

- **onečišćenje vode** - promjena kakvoće vode kojom se mijenja korisno svojstvo vode, pogoršava stanje vodnih ekosustava i ograničuje namjenska uporaba voda
- **zagađenje vode** - onečišćenje većeg razmjera u koncentracijama iznad dopuštenih
- **otpadne vode** - vode kojima su promijenjena kemijska i/ili fizikalna svojstva zbog uporabe za naselja ili industriju, vode nastale od atmosferskih oborina, pranja ulica i ispiranja poljoprivrednih površina
- kakvoća vode se održava autopurifikacijom (fizikalnim, kemijskim i biokemijskim procesima)
- tipovi otpadne vode:
 - **sanitarne** - nastale u neproizvodnim djelatnostima; sadržavaju mikroorganizme fekalnog podrijetla, opasne su!
 - **tehnološke** - mogu sadržavati toksične i radioaktivne tvari
 - **oborinske** - manje opasne od sanitarnih i tehnoloških
- vrste kanalizacijskih sustava:
 - **točkasti isput**: način unosa otpadne vode u prijamnike preko sustava kanala, karakteristično za sanitарне i tehnološke otpadne vode
 - **raspršeni isput**: ulaz dugačkim potezima u prijemnike, karakteristično za oborinske vode
- Sustavi kanalizacije u naselju:
 1. **mješoviti** - sanitarnе i oborinske otpadne vode odvode se zajedničkim uličnim kanalom (kanali → sekundarni kolektori → glavni kolektori → uređaj za čišćenje/direktno u prijemnik)
 2. **razdjelni ili separatni** - posebna kanalizacijska mreža za sanitarnе i tehnološke, posebno za oborinske otpadne vode
 3. **polurazdjelni** - najsuklplji, prve oborinske vode se isto prosljeđuju na pročišćavanje kao i sanitarnе i tehnološke
- **Čišćenje otpadnih voda u naseljima** - faze postupka čišćenja:
 1. **prethodni stupanj** - uklanjanje krutih plutajućih otpadnih tvari i pijeska pomoću rešetki i pijeskolova
 2. **prvi stupanj** - uklanja 50% raspršenih tvari, a vrijenost BRK5 se smanjuje za 20% pomoću:
 - taloženja - sporim tokom i djelovanjem gravitacije u taložnicama
 - ako postoje masti, mogu se ukloniti isplivavanjem (flotacijom) u mastolovima
 3. **drugi stupanj** - stupanj biološkog čišćenja - smanjenje suspendiranih tvari i BPK5 do 90%, a KPK 75%
 - voda odlazi u bioaeratore što sprječava taloženje organske tvari, a mikroorganizmi se nalaze u obliku pahuljica, **aktivnog mulja**, i rabe organsku tvar kao hranu
 - nakon aeriranja, odlazi u sekundarne taložnice gdje se uklanja aktivni mulj koji se vraća u aerirani bazen, a pročišćena voda se nakon nekoliko sati ispušta u vodotok
 - umjesto aktivnog mulja u aeriranim bazenima mogu se koristiti:
 - **prokapnici** - za manja naselja, grade se iznad zemlje i pune krupnozrnatim materijalom, nakon prvog stupnja čišćenja ulazi u prokapnik gdje se s vremenom oblikuje želatinozni sloj mikroorganizama, na površini prokapnika se odvijaju razgradnja organske tvari, kasnije ide biofilter koji uklanja suspenzije i koloide te na kraju u sekundarne taložnice
 - **okretni biološki nosači** - koriste se za industrijsku otpadnu vodu, diskovi s mikroorganizmima rotiraju i nalaze se pola u vodi pola na zraku
 - **lagune** - prostrani plitki spremnici u kojima se odvijaju biološki procesi čišćenja otpadnih voda
 - mulj dobiven biološkim postupcima potrebno je obraditi i zgustiti za daljnju upotrebu → **digestorima** - stabilizacija radi smanjenja truljenja (klor, vapno, 260°, biološki - anaerobno u Imhoffovim taložnicima, djelovanjem metanskih bakterija nastaje smjesa plinova ista kao zemni plin, aerobno - uvodi se zrak, manji troškovi); nakon digestora, milj se odvozi na polja za sušenje i koristi se kao kompost
 4. **treći stupanj** - smanjenje koncentracije hranjivih soli za 80%
 - kad se želi postići visok stupanj čistoće ili želimo ukloniti hranjive tvari, N i P
 - fizikalni postupci: mikrofiltracija, ultrafiltracija, nanofiltracija
 - kemijski postupci oksidacija, kemijsko obaranje, ionska izmjena, dezinfekcija

- biološki postupci: heterotrofne bakterije za dušik, aerone bakterije za fosfor

ODLAGANJE KRUTOG OTPADA

- otpad - tvar ili predmet koju je osoba odbacila ili želi, namjerava ili mora odložiti
- problem visokorazvijenih, gustonaseljenih prostora
- *problem otpada*: nastanjivanje štakorima i muhamama, onečišćenje podzemnih voda, estetski problem, opasnost od požara, ozljede, nastaju metan i CO₂ koji uzrokuju staklenički učinak
- Podjela krutog otpada prema Zakonu o otpadu:
 - a) **komunalni otpad** (kućni, glomazni, ugostiteljstvo, otpad s javnih površina)
 - b) **tehnološki otpad** (nastaje u proizvodnim procesima)
- Podjela po svojstvima:
 - a) **inertni otpad** - ne sadrži ili sadrži vrlo malo tvari koje podliježu razgradnji i ugrožavaju okoliš
 - b) **opasni otpad** - ima štetna svojstva (zapaljivosti, eksplozivnosti, reaktivnosti, nagrizanja, nadržljivosti, štetnosti, teratogenosti, infektivnosti, toksičnosti, karcinogenosti)
- prosječna težina otpada: 1-5kg/osobi/dan
- Vrste prikupljanja otpada:
 - a) u posude od pomicanog lima ili plastike s poklopcom
 - b) plastične ili papirnate vrećice
 - c) gravitacijom ili vakumom
 - d) odlaganje u gnojnicu
- otpad se odvozi maksimalno svakih 5 dana zbog biološkog ciklusa muhe
- **konačno odlaganje krutog otpada - 4R:**
 - *reduction* (smanjenje)
 - *reuse* (ponovna uporaba)
 - *recycling* (reciklaža)
 - *recovery* (regeneracija)
- metode zbrinjavanja otpada:
 1. **kontrolirano sanitarno odlaganje** - na ograđeni, pripremljeni, deratizirani teren, udaljen od naselja minimalno 150m, a od rijeka i mora 50m; mnogo se vrijednog materijala zatrpa i ne iskorištava; može biti izvor onečišćenja podzemnih voda i atmosfere (staklenički učinak), služi 20-50 godina, dnevni se nanos se zatrپava s 15cm zemlje, a završni sloj s 80cm zemlje - na takvim se terenima može uzbuditi povrće koje se ne konzumira sirovo
modifikacije kontroliranog odlaganja:
 1. postupak iskopa jarka
 2. postupak odlaganja otpada na površini tla
 3. postupak ispunjavanja dolina/depresija
 2. **spaljivanje krutog otpada** - teče bez neugodnih mirisa ako je temperatura preko 600°, optimalno 850-1200°, prednosti: likvidacija 75% otpada (25% se mora odlagati, inertan, sterilan), dobivanje Q
 3. **piroliza** - u atmosferi bez ili s malo kisika, razvijaju se plinovi koji se dijelom kondenziraju u uljastu frakciju, dok koksi i metali ostaju u neoksidiranom obliku
 4. **kompostiranje** - iskorištava organsku komponentu otpada i pretvara ju u gnojivo, fermentativna razgradnja u toploj i vlažnoj okolini djelovanjem bakterija, gljivica i drugih mikroorganizama; obavlja se u aerobnim ili anaerobnim uvjetima uz vlagu od 45 - 65% i temperaturu od 45 - 65°, u prirodnim uvjetima traje 3 mjeseca, a u kontroliranim industrijskim uvjetima 2-3 tjedna (tijek: izdvajanje, ustinjavanje, zrenje, prosijavanje, pakiranje, odvoz)
 5. **recikliranje** - razdvajanje smeća i dobivanje frakcije otpada prema određenim zajedničkim svojstvima

IZVANREDNA STANJA

EKOLOŠKE KATASTROFE

- *katastrofa* - nesreća ili incident u kojem je kratkotrajnim neposrednim djelovanjem neke sile u akutnom ili perakutnom učinku najmanje 5 osoba smrtno stradalo
- Vrste katastrofa :

1. prirodne (potresi, poplave, orkanski vjetrovi, lavine) - karakterizira naglost i masovnost
2. uzrokovane djelatnošću čovjeka

Kemijske katastrofe

- bilo koji incident povezan s nekontroliranim tijekom neke aktivnosti koji ima za posljedicu teški akutni neposredni ili kasni štetni učinak na čovjeka i/ili okoliš
- vrste: prirodne, provocirane, prometne, ratne
- **težinu katastrofe određuju:** opseg kontaminiranog područja, veličina izloženosti populacije, količina kemijskih tvari, toksičnost tvari, opsežnost mjera koje treba poduzeti i posljedice na okoliš
- ljudi se izlažu kemijskim čimbenicima:
 - **inhalacijom** - nastaje naglo, pogađa velik broj ljudi, odmah prelazi u krv, nužna evakuacija
 - * na težinu katastrofe utječu i meteorološki uvjeti, ostanak/bijeg ljudi iz zgrada, ubrzano disanje
 - **ingestijom** - podmukao početak, teška identifikacija uzročnog čimbenika, širenje polaganije, ne uzrokuje panicična stanja); 2 tipa incidenta uzrokovanih hranom:
 - aditiv u prekomjerenoj količini (niacin u brašnu, kobalt u pivu)
 - kontaminacija hrane opasnom kemikalijom
 - **preko kože**
- „**kriterij zajedničkog simptoma**“ - prevladava simptom prisutan kod svih žrtvi, kod otrovanje ingestijom veće varijacije u nastupu i jačini
- TH: potrebno je utvrditi postoji li poremećaj disanja, svijesti i utvrditi stanje mišićja
- mjere pripravnosti: proučiti rizik od katastrofe, mjere smanjenja rizika, upoznati javnost s rizikom, pripremiti koordinaciju hitnih intervencija, procjena posljedica u slučaju katastrofe

Nuklearne katastrofe

- Hirošima, Nagasaki 1945., Černobil 1985. - oslobođena radioaktivnost 200x veća nego 1945., nastali su radioaktivne tvari - jod -131 ($T_{1/2}$ 8 dana); cezij -137 ($T_{1/2}$ 30 godina)
- učinci: neposredni - zračenje, posredni - stres, restrikcija vode i hrane
- posljedice: akutni radijacijski sindrom, rak štitnjače, leukemija, duševni poremećaji

SANITACIJA U IZVANREDNIM UVIJETIMA

- primarne mjere - osiguravanje pitke vode
- svi ostali oblici sanitacije okoliša se riješavaju sekundarno
- Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode odobrava se privremeno prekoračenje neke tvari iznad MDK u izvanrednim stanjima u koncentracijama koje neće narušiti zdravlje
- prvotne mjere - prokuhavanje vode ili kupovna voda, dovoženje cisternama preklorirane vode
- potrebe u izvanrednim stanjima manje nego u normalnim uvjetima - potrebno osigurati 3-6/L/osobi/dan ako su u pokretu, 40-60/L/osobi na dan za poljske bolnice, 15-20L/o/d u privremenim kampovima i 20-30L/o/d u centrima za prehranu
- često je jedina moguća kontrola kakvoće vode terenski pregled
- čišćenje vode obavlja se:
 - fizikalnim metodama - filtracija, aeracija, taloženje bez koagulansa
 - fizikalno-kemijskim metodama - taloženje s koagulacijom, aeracija, prijenosni uređaji za kondicioniraje - filter od plastične mase, aktivni ugljen za apsopkciju
 - dezinfekcijom - obavezno za vrijeme izvanrednih prilika na svim objektima koje su na ugroženom teritoriju, pri prijevozu i skladištenju i kod popravka uređaja za vodoopskrbu; postupci:
 - kuhanje na 100°
 - kloriranje - dobro klorirana je ona s konc. rezidualnog klora 0,8mg/L
 - standardni postupak - 1-2mgCl₂/L, za bistru vodu pod stalnom kontrolom
 - prekloriranje - 10-20Cl₂/L, za vodu koja nije pod stalnom kontrolom ili daleko putuje; prije upotrebe, vodu potrebno deklorirati - natrijev tiosulfat, vitamin C ili aktivni ugljen
 - jodiranje - 10 kapi jodne tinkture/L
 - * postoje posebne tableta za izvanredna stanja - jodne i klorne - stavi se u bocu, začepi i za 30min sigurna za piće
- kontrola kakvoće vode za piće: ne mjeri se mikrobiolška ispravnost kao u normalnim uvjetima već se

mjeri slobodni rezidualni klor (SRK) - određuje se:

- DPD metodom
- ortotolidinskom metodom
- jodometrijskom metodom
- ako voda sadrži bojni otrov u MDK, smije se koristiti za piće najdulje 7 dana
- **popravak, čišćenje i dezinfekcija vodovoda:** 50mgCl/L, 15ml hipoklorita/L ili 100mL varikine/50L; kaptažne građevine i zidovi cjevovoda čiste se četkom i dezinficiraju jakom otopinom klorom; nakon dana nekorištenja, radi se mikrobiološka analiza; u zdencima i vrelima, u kojima se ne može spriječiti dotok nove vode, otopina klora se nastoji dovesti što bliže dnu pomoću posebnih cijevi, a izvor zagađenja mora biti identificiran i uklonjen; nove cjevovode najprije ispiremo vodom, zatim kloriramo i ostavimo vodu 24h, a ako tada pokaže minimalno 25mg/l SRK, cjevovod se može isprati i pustiti u upotrebu; u zdencima za individualnu upotrebu - ako se dodaje ručno, često je premala koncentracija klora, a ako se dodaje kontinuiranom dolazi do hipersaturacije vode klorom noću kada se ona ne koristi
- **uklanjanje otpada:** poljski WC, jama 30cm širine, 60cm dubine, svakodnevna dezinfekcija saprolom ili klornim vapnom; najmanje 50m nizvodno od vodoopskrbnih objekata; ostali otpad se baca u druge iskopane jame i svaki se dan zatrپava s 15cm zemlje
- osobna higijena: potrebno osigurati 25L/osobi/ dan

PREHRANA U IZVANREDNIM STANJIMA

- optimalna prehrana - zadovoljava fiziološke potrebe te osigurava rezerve i optimalnu uhranjenost
- minimalna norma za duže razdoblje - energetski deficit -10%, zadovoljavajuće stanje kroz 12 mjeseci
- minimalna norma za kraće razdoblje - -20%, zadovoljavajuće stanje okrežano kroz 6 mjeseci
- norma za preživljenje - -30%, zadovoljavajuće stanje održano kroz 3 mjeseca
- 3L vode/osobi/dan i 2200kcal/osobi/dan, 65% UH, 20% masti, 15% bjelančevina
- dnevne potrebe trudnice - dodatnih 350kcal; dojilje - dodatnih 550kcal + 11 mlijeka

Medicina rada

ZADACI MEDICINE RADA

- **medicina rada** - preventivna djelatnost koje je glavni zadatak održavanje i unapređenje zdravlja zaposlenika te što dulje očuvanje radne sposobnosti
Glavni ciljevi
 1. uklanjanje potencijalno opasnih čimbenika na radnom mjestu
 2. prevencija profesionalnih bolesti i nesreća na radu
 3. unapređenje zdravlja djelatnika
 4. poboljšanje radnih uvjeta i organizacije rada
- **profesionalna štetnost** - fizikalni, kemijski, mehanički i biotički čimbenici radnog okoliša koji mogu izazvati funkcionalne i organske promjene pojedinih organa, organskih sustava ili cijelog organizma
- **profesionalne bolesti** - određene bolesti prouzročene neposrednim produljenim utjecajem procesa i uvjeta rada na određenim radnim mjestima ili poslovima
- **bolesti povezane s radom** - bolesti u nastajanju kojih radni uvjeti imaju značenje predisponirajućih ili agravirajućih čimbenika, ali mogu biti od značenja i u etiologiji bolesti za koje se inače prepostavlja da su monofaktorske etiologije
- **nesreće na radu** - povrede osiguranika prouzročene neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizikalnim ili kemijskim djelovanjem, kao i povrede prouzročene naglim promjenama položaja tijela ili drugim iznenadnim promjenama fiziološkog stanja organizma, ako su uzročno povezane s obavljanjem rada na određenom radnom mjestu ili poslu
- **radna sposobnost** - takvo stanje zaposlenika koje mu omogućuje rad u punom radnom vremenu uz napor koji mu ne ugrožava zdravlje
- **smanjenje radne sposobnosti** - stanje u kojem zaposlenik ne može raditi puno radno vrijeme uz napor koji mu ne ugrožava zdravlje
- **preostala radna sposobnost** - stanje pri kojem zaposlenik smanjene radne sposobnosti može raditi najmanje polovicu punog radnog vremena na poslovima na koje je bio raspoređen, uz napor koji mu dodatno ne ugrožava zdravlje
- **promijenjena radna sposobnost** - stanje uz koje zaposlenik, zbog trajnih promjena u zdravstvenom stanju, ne može obavljati poslove na koje je bio raspoređen, ali može obavljati druge poslove koji odgovaraju njegovoj stručnoj spremi, bez prekvalifikacije ili dokvalifikacije
- **invalidnost** - stanje kad u radnika, zbog trajnih promjena zdravlja, prouzročenih ozljedom na radu ili izvan rada, ili bolešću, koje se ne mogu otkloniti liječenjem ili mjerama med. rehabilitacije, nastane smanjenje ili gubitak sposobnosti za obavljanje njegova posla ili posla općenito; uključuje:
 - a) gubitak opće radne sposobnosti (potpuno nepostojanje preostale radne sposobnosti)

- b) gubitak profesionalne sposobnosti. (kao osiguranik ne može obavljati posao za koji je ospozobljen i koji je obavlja)

FIZIOLOŠKI ASPEKTI RADNIH OPTEREĆENJA

- fiziologija rada - promatra funkcije ljudskog organizma pri radu i nakon rada
- psihologija rada - proučava psihičke reakcije čovjeka na opterećenje pri radu
- ergonomija - interdisciplinarno područje koje analizira problem čovjek-radno mjesto-uvjeti rada i nastoji prilagoditi tehnologiju i radnu okolinu značajkama čovjeka i obrnuto
 - cilj: pravilno korištenje energetskih kapaciteta na način da se proizvodi oprema po mjerama čovjeka
 - zasniva se na antropometriji - mjere se dijelovi tijela u mirovanju te opseg pokreta i mišićna snaga, 15 mjerena: visina (stojeća, sjedeća), težina, duljina natkoljenice/nadlaktica, duljina potkoljenice/podlaktice, širina lakatnog zgloba, bitrohanterička širina, duljina šake, širina šake, promjer stisnute šake
- glavni sustavi koji sudjeluju u radu su:
 1. **mišićni sustav**
- tipovi mišićnog rada:
 - statički rad = izometrička kontrakcija - povećanje napetosti bez skraćivanja mišića; osigurava određeni položaj tijela, umara više od dinamičkog, a bez zamora se može raditi ako snaga ne prelazi 20% maksimalne snage mišića; mišići komprimiraju krvne žile i brzo dovedu do umora i boli
 - dinamički rad = izotonička kontrakcija - skraćivanje mišića
- aktivni mišići troše 12% u krvi otopljenog kisika (u mirovanju 4%)
- nakon završenog mišićnog rada, troši se dopunska količina kisika = dug kisika, kako bi se uklonio suvišak nakupljene mlijecne kiseline i nadoknadile zalihe ATP-a
 - svaki rad koji zahtjeva više kisika nego što je maksimalna količina koju organizam može namijeniti u minuti, vrši se s dugom na kisiku
 - dug kisika je razlika između potrebe za kisikom i one količine koju organizam tu tom trenutku troši
 - što je rad bio intenzivniji i dulje trajao, to će dug kisika biti veći i duže će se oporavljati
- kao mjeru procjene tjelesnog opterećenja često koristimo potrošnju energije
 - energija se koristi za bazalni (E za osnovne vitalne funkcije) i rani metabolizam (E za mišićni rad)
 - mjeri se kalorimetrom
 - postoji linearne korelacije energetske potrošnje i težine rada
- jakost mišića - ukazuje nam na funkcionalnu sposobnost mišićnog sustava; ovisi o broju miocita, a mjeri se dinamometrijom
- izdržljivost mišića- vrijeme tijekom kojeg se ispitanik može određenom skupinom mišića opirati sili određenog postotka jakosti
- 2. **kardiovaskularni sustav**
- srce na pojačani rad reagira $\uparrow f$, $\uparrow UV = \uparrow SMV$
- statički rad - $\uparrow f$, $\uparrow RR$, UV se mijenja neznatno, \downarrow protok krvi kroz mišiće zbog kompresije žila
- dinamički rad - $\uparrow f$, $\uparrow UV$
- SMV se može tijekom intenzivnog rada povećati i do 40L/min
- uvježbani ljudi
 - imaju u mirovanju i pri radu manju frekvenciju i veći udarni volumen od neuvježbanih
 - SMV se povećava na račun porasta UV (kod neuvježbanih na račun frekvencije)
- pokazatelji koji se primjenjuju pri procjeni stanja KV sustava su:
 - a) frekvencija srca
 - b) krvni tlak - sistolički raste za 40-70mmHg, dijastolički ostaje isti
 - c) UV srca
 - d) MV srca
 - e) EKG
 - f) maksimalni primitak kisika = aerobni kapacitet - mjeri potrošnje kisika tijekom maksimalnog rada; može se mjeriti:
 - direktnim metodama: plinska analiza krvi, veličina minutnog volumena disanja

→ indirektnim metodama:

- Astrandova metoda za određivanje maksimalne potrošnje kisika preko frekvencije srca (frekvencija se povećava linearno s intenzitetom rada; iščitavamo iz tablice)
 - umnožak sistoličkog tlaka i frekvencije srca
- * što je aerobni kapacitet veći, to je čovjek sposobniji za teži rad

3. respiratori sustav

- za opskrbu kisikom važna je plućna ventilacija
 - određuju ju 2 parametra: dubina disanja ($0,5L \rightarrow 2,5L$) i frekvencija ($12/min \rightarrow 60/min$)
 - raste proporcionalno s težinom rada jer:
 - a) povećava se broj funkcionalno aktivnih malih dišnih putova
 - b) dilatiraju se bronhi i bronhioli
= posljedica smanjenja tonusa parasimpatikusa
 - * u astmatičara, pušača i onih s labilnim bronhalnim sustavom, nakon povećanja ventilacije, dolazi do povećanja otpora i smanjenja ventilacije → posljedica hiperventilacije i popratne hipokapnije ili djelovanja farmakoloških medijatora (histamina, bradikinina, serotonina) koji se oslobađaju raspadanjem mastocita
 - u težem radu može iznositi i do $30L/min$
- difuzijska konstanta - količina O_2 koji u minuti prijeđe iz zraka u krv pri razlici tlakova od $1mmHg$; $=20ml/min$, a pri radu može narasti do $80ml/min$ što je posljedica dilatacije plućnih kapilara, otvaranja dodatnih kapilara i alveola
- disanje se nakon rada ne vraća na normalu dok se ne podmiri dug kisika
- pri velikom opterećenju dišnog sustava (mišićni rad, bronhospazam, pneumokonioze), respiratorna muskulatura troši i do 10% O_2 iz krvi
- fizički rad može pogoršati postojeću bronhopstrukciju (astmatičari, labilno bronhalno stablo) pa takvi ljudi postanu dispnoični i umaraju se već pri malim opterećenjima
- funkcionalna sposobnost dišnog sustava ispituje se spirometrijom; zanimaju nas:
 - a) dišni volumen
 - b) vitalni kapacitet
 - c) forsirani ekspiratori volumen u 1. sekundi = FEV1
 - izražava se kao % normalnih vrijednosti
 - zdrava osoba ima FEV1 80%
 - može se stupnjevati: laki stupanj (75-60%), srednji stupanj (59-45%), teški stupanj (<45%)
 - smanjenje FEV1 uz normalan VC je znak čiste opstrukcije
 - smanjenje i FEV1 i VC - kombinirano opstruktivno-restriktivni poremećaj
 - d) maksimalni ekspiratori protok između 25% i 75% vitalnog kapaciteta = FEF25-75
 - koristi se za otkrivanje opstrukcije u malim dišnim putovima (<2mm)
 - e) maksimalni dišni kapacitet
 - f) difuzijski kapacitet
 - g) alveo-arterijski gradijent parcijalnog tlaka kisika
- spiroergometrija - istodobno ispitujemo plućnu ventilaciju i potrošnju kisika u opterećenju
 - u početku rada raste plućna ventilacija kao posljedica povećane dubine i frekvencije disanja
 - kod utreniranih nalazimo u prosjeku manju frekvenciju disanja i u mirovanju i u opterećenju

UMOR I NJEGOVO SPRJEČAVANJE

- popratna pojava svake čovjekove aktivnosti
- smanjuje radnu produktivnost i stvara negativan stav prema radu
- stare, "klasične" teorije o razlozima nastanka umora
 - teorija intoksikacije - nakupljanje razradnih produkata tijekom rada
 - teorija ugušenja - nedostatak kisika za razgradnju
 - teorija iscrpljenosti - nedostatak hranjivih tvari

- danas se zna da glavna komponenta umora obuhvaća promjene SŽS nepoznate prirode u retikučarnoj i limbičkoj sferi mozga
- tipovi umora:
 - a) psihički/ tjelesni
 - b) akutni/ kronični
- znakovi umora mogu biti:
 - a) subjektivni: opadanje kritičnosti u radu, slabljenje pozornosti, promjene raspoloženja, poremećaj emocionalne ravnoteže; ne moraju biti povezani sa smanjenjem radnog učinka
 - b) objektivni: očituju se smanjenjem radnog učinka; očituje se nehotičnim ubacivanjem odmora, mijenjanjem brzine rada, poremećaj psihomotrone spretnosti
- pojavi umora pogoduju slaba organizacija rada, dugo radno vrijeme, neprikladno radno mjesto, intenzivan rad, nedovoljna stručna spremna, bolesti radnika, nezadovoljstvo u privatnom životu
- mjere sprječavanja umora:
 1. uzimanje deficitarnih tvar
 2. uzimanjem stimulatora - kofein, tein; najuspješniji stimulator su nagrade i pohvale
 3. odmorom - važna 4 elementa:
 - vremenski raspored odmora
 - trajanje i broj - više kraćih
 - oblik odmora
 - a) **pasivni odmor** - bitan kod jednostavnih, teških poslova
 - b) **medicinski programirani odmor** - najviši oblik organiziranih odmora koji uključuje kineziološke, fizioprofilaktičke i zdravstveno-odgojne postupke sukladno statusu zaposlenika i zahtjevnima radnog mesta; oblik preventivnog zdravstvenog djelovanja koje uklanja umor i poboljšava zdravlje i radnu sposobnost te stvara pozitivan stav i naviku prema tjelesnoj aktivnosti; primjenjuje se u ljudi sniženog zdravstvenog stanja ili u onih kod kojih se može očekivati narušenje zdravstvenog stanja zbog osobina radnog mesta

OZLJEDE NA RADU

- **nesreće na radu** - povrede osiguranika prouzročene neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizikalnim ili kemijskim djelovanjem, kao i povrede prouzročene naglim promjenama položaja tijela ili drugim iznenadnim promjenama fiziološkog stanja organizma, ako su uzročno povezane s obavljanjem rada na određenom radnom mjestu ili poslu
- čimbenici koji utječu pri pojavi ozljede na radu dijelimo na:
 1. **ljudski čimbenici**
 - a) *životna dob* - najčešće stradavaju mladi (15.-25.g) zbog neopreznosti i stariji radnici zbog pada psihofizičkih funkcija; najsigurniji su oni od 50-55 godina
 - b) *spol* - češće muškarci jer su izloženiji opasnostima
 - c) *sposobnost za zvanje* - neadekvatna psihomotorika i funkcija osjetnih organa, inteligencija niža od prosjeka, nezadovoljstvo na poslu i posljedična neprilagodba
 - d) nedostatak profesionalnog znanja stečenog školovanjem i iskustvom
 - e) akutne i kronične bolesti
 - f) emotivna svojstva - nestaloženost, brzopletost, pretjerano veselje, velika žalost
 - g) alkohol i droge - djeluju na koordinaciju, uzrokuju diplopiju i neopreznost; opasnije male količine alkohola - radnik nije svjestan opijenosti!
 2. **čimbenici okoline**
 - a) fizikalna radna okolina - osvjetljenje, bliještanje, buka (prečuju se znakovi opasnosti, dovodi do umora i smanjene pozornosti), toplinski uvjeti (hladnoća - poremećaj fine motorike prstiju, vrućina - tromost, pospanost)
 - b) psihička radna okolina - mobbing i nesuglasice
 - c) organizacija rada- prekomjerni, preintenzivni i monotoni

3. socioekonomski čimbenici

- a) životni standard
- b) stanovanje
- c) prehrana
- d) obiteljske prilike
- e) dan u tjednu - najčešće ponedjeljkom, najmanje utorkom i srijedom
- najčešće u rudarstvu, metalnoj, građevinskoj i drvnoj industriji
- najčešće se ozljeđuju ruke = šake, noge = stopala i glava = oči

Mjere sprječavanja ozljeda na radu su:

1. profesionalna orijentacija i selekcija
2. profesionalno obrazovanje
3. organizacija radne okoline
4. brige za radnikov socioekonomski položaj
5. tehnička zaštita
6. zdravstveno prosvjećivanje i odgoj
7. stimuliranje
8. evidencija nezgoda

FIZIKALNI ČIMBENICI OKOLIŠA

Toplinski čimbenici

- raspon vrijednosti unutrašnje temperature koju čovjek može podnijeti bez ireverzibilnih oštećenja jest oko 4°C
- veći je problem prilagodba na povišenu temperaturu okoliša nego na nisku
- **izmjena toplinske energije** između okoliša i organizma:
 - konvekcija
 - kondukcija
 - zračenje
 - isparavanje
 - * prosječna specifična toplina čovjeka iznosi 3,4kJ/kg TT
- veličine o kojima ovisi izmjena topline:
 - **temperatura zraka** (ekspanzijski termometar ili električni termometar s promjenljivim otporom)
 - **vlažnost zraka** (električni higrometar ili psihrometar)
 - **brzina strujanja zraka** (anemometar)
 - **temperatura zračenja okoliša** (iz izmjerene temperature globus termometra)
 - * različite kombinacije ovih parametara daju isti toplinski osjet = **toplinski ekvivalentni uvjeti**
 - * mjeru se istodobno na određenoj lokaciji, opisujemo ih **toplinskim indeksom**
 - **osobine organizma** - dob, spol, TT, stanje organizma, odjeća
- **tri skupine toplinskih uvjeta:**
 1. najpovoljniji - uvjeti toplinske udobnosti
 2. dopustivi - uvjeti fiziološki prihvatljive toplinske neudobnosti
 3. nedopustivi - uvjeti prekomjerne topoline ili hladnoće s posljedicom oštećenja zdravlja
- najpoznatiji toplinski indeksi su:
 - a) **efektivna temperatura** (ET)
 - ona temperatura potpuno mirnog zraka zasićenog vodenom parom 100% koja u čovjeka izaziva isti osjet topline kao kombinacija temperature, vlage i brzine strujanja zraka na radnom mjestu
 - dobiva se iz nomograma na temelju izmjerenih podataka o temperaturi, vlažnosti i brzini strujanja
 - b) **korigirana efektivna temperatura** (KET)
 - određuje se iz istog nomograma, na temelju temperature globus termometra, vlažnosti i brzine strujanja
 - definira gornje dopustive granice toplinskog opterećenja za mlade, zdrave, potpuno aklimatizirane: za

- laki rad 32°, umjereni 30° i teški 28°
- ako je izraženo toplinsko zračenje, bolje odražava toplinske uvjete
 - c) **indeks vlažne i globus temperature (IVGT)**
 - služi za procjenu dopustiva trajanja aktivnosti u određenim toplinskim uvjetima u zatvorenom i na otvorenom - može li se ona u tim uvjetima raditi kontinuirano ili mora biti s prekidima
 - mjerimo temperaturu prirodnog vlažnog termometra, temperaturu globus termometra i temperaturu zraka
 - d) **Predvidivi postotak nezadovoljnih (PPN)**
 - uzima u obzir fizičke parametre okoline, metaboličku potrošnju i toplinski otpor odjeće
 - pokazuje subjektivni osjet topline vrijednostima od -3 do +3
 - za različite stupnjeve fizičke aktivnosti mogu se predložiti preporučene granice vrijednosti toplinskih indeksa = zona komfora
 - **prekomjerno toplinsko opterećenje**
 - Opće promjene:
 - toplinska iscrpljenost - stanje obilježeno osjećajem umora, tahikardijom, vrtoglavicom, kratkotrajnim gubitkom svijesti → zbog hipotenzije (periferna vazodilatacija) nastaje kolaps cirkulacije
 - toplinski grčevi - obilno znojenje (više od 1 L/h) uzrokuje poremećaj elektrolitske ravnoteže; spastičnog tipa, pogadaju mišićne skupine koje su najviše opterećene, traju 1-3 minute, ponavljaju se, bolni su; najčešće se pojavljuju nakon rada
 - toplinski udar - potpuni slom funkcije termoregulacijskog centra porast kožne i unutarnje tj. temperature preko 40°C; koža crvena i suha, nema znojenja, glavobolja, mučnina, povraćanje; konfuzije, psihoze; povišena LDH i CPK, respiratorna alkalozna, metabolička acidozna; loš prognostički znak: toničko-klonički grčevi (30% letalitet), koma duža od 3 dana
 - sunčanica - nastaje kombinacijom opće hipertermije i toplinskog ozračenja zatiljnog dijela glave, što uzrokuje edem moždanih ovojnica i krvarenje; simptomi
 - TH: mirovanje, hladni oblozi, infuzija fiziološke otopine, analeptici
 - posebno osjetljivi asteničari, kronični srčani i bubrežni bolesnici, dijabetičari
 - Lokalne promjene:
 - miliaria rubra - papulovezikulozni osip praćen svrbežom koji nastaje zbog začepljenja izvodnih kanala znojnica, nije praćena temperaturom!
 - termogenetska anhidroza - kombinacija sunčanice i miliarie rubre
 - toplinski edemi - na stopalima i gležnjevima zbog vazodilatacije i venske staze kod dugog stajanja
 - toplinske urtike - alergija na toplinu
 - erythema ab igne - hiperkeratotički plakovi na mjestu dodira kože i topline
 - intertrigo - zbog prekomjernog znojenja na pregibnim mjestima, Candida albicans
 - **snižena temperatura okoliša**
 - najčešći uzrok smrti od smrzavanja jest zatajenje cirkulacije
 - temperatura tijela do 27°C → koma; manje od 27°C → smrt
 - rovovsko stopalo - nastaje uslijed vazokonstrikcije i ishemija
 - imerzijsko stopalo
 - ozebljine
 - posebno osjetljivi bolesnici s anginom pektoris - povećana incidencija AIM u zimskim mjesecima
 - češća i tromboembolijska bolest i bolovi u ožiljcima/zaraslim lomovima
 - negativno djeluje na tijek reumatskih bolesti, pogoršava neuritis i bolesti perifernih krvnih žila (Bürgerova bolest, Raynauldov fenomen)
 - pregledi: svakih 12-24 mjeseca

Atmosferski tlak

- povišen atmosferski tlak
- dekompresijska bolest(kesonska bolest) - povećanjem atmosferskog tlaka se otapa više plina u tkivu, a kod izranjanja i smanjenja tlaka, suvišak dušika se oslobađa se u obliku mjeđurića u krv
- simptomi nedovoljne dekomprezije: bol u zglobovima (koljeno, rame), kostima i mišićima, svrbež, vrtoglavica, glavobolja 10min-1h nakon izrona
- teška posljedica: spastična paraplegija (embolija kralježničke moždine), embolija pluća, aseptička nekroza kostiju (3-4mjeseca nakon incidenta - glava femura, gornji dio tibije), smrt

- TH: polagana rekompresija
- *epistaksa, perforacija bubnjića* - posljedica naglog zarona = barotrauma
- narkoza dušikom - na 4atm, pri dubini od 30m
 - snižen atmosferski tlak
- 1700 - 3000m - tahikardija, tahipneja, hipertenzija
- *visinska bolest* - na visinama iznad 3000m - umor, glavobolja, pospanost, vrtoglavica, zujanje u ušima, dispnea, mučnina, krvarenje iz nosa i ušiju, poremećaj koordinacije, grčevi u mišićima, nesvijest
- kontraindikacije za rad u uvjetima povišenog/sniženog atmosferskog tlaka: trudnoća, bolesti KV sustava, bolesti CNS i PNS, endokrine bolesti, kronične bolesti respiratornog i lokomotornog sustava, duševni poremećaji, alkoholizam, teže bolesti uha, pokvareni zubi (→aeroodontalgija)
- pregledi: svakih 12 mjeseci

Elektromagnetska zračenja

- energija koju prenose elektromagnetski valovi brzinom svjetlosti
- **polja bez zračenja** - statička električna i magnetska polja - nisu morbogena, opasna za ljude s pacemakerom ako se kreću unutar njih
 - **neionizirajuća**
 - elektromagnetska polja krajnje niskih frekvencija (ELF)
 - 0 - 300Hz
 - u proizvodnji, raspodjeli i uporabi električne energije
 - mehanizam djelovanja je na bazi induciranih struja
 - radiofrekvencije
 - 300Hz - 300Hz
 - mogu interferirati s radom elektroničkih uređaja (pacemaker!, oprez s mobitelima)
 - uzrokuju hipertermiju zbog apsorpcije energije
 - maksimalna apsorpcija pri 25 MHz
 - apsorbirana količina ovisit će o udaljenosti od izvora, orijentaciji prema izvoru, visini osobe i gustoći silnika u polju
 - definiramo specifičnu apsorpciju ($SA=J/kg$) i specifičnu brzinu apsorpcije ($SAR J/kg/s$)
 - mikrovalna polja
 - 300MHz - 300GHz; λ 1m - 1mm
 - radar, mikrovalna pećnica
 - simptomi radio/mikro: neurovegetativna distonija, glavobolja, umori, hiperhidroza, izražen dermografizam, kardiovaskularni poremećaji, mikrovalna katarakta, esencijalna hipertenzija, posttraumatski sindrom
 - onkogeni potencijal kao inicijator i promotor na animalnim modelima
 - KI rad trudnicama, osobama s KVB, bolestima SŽS i oka, anemijom, glaukom, psihozom, teškim neurozama, alkoholizmom i ovisnostima
 - IC zračenje
 - λ 1mm - 750nm
 - u metalurgiji, industriji stakla
 - toplinska oštećenja i katarakta (najčešće profesionalna, nakon >15g.)
 - KI za rad s IC zračenjem je zamućenje leće
 - vidljivo zračenje
 - λ 750 - 380 nm
 - neškodljivo, osim plavog svjetla (440-500nm) za oči - uzrokuje solarni retinitis kod osoba s afakijom (nedostatkom leće)
 - kod bljeskova može doći do astenopije (zamor vida) i pojave rezidualne slike
 - LASER- kohenrentni, monokromatski snop velike gustoće, može uzrokovati slijepu pjege
 - UV zračenje
 - λ 380 -10nm
 - glavni izvor: Sunce

- uzrokuje fotodermatoze, eritem, opeklne, fotokeratokonjuktivitis („snježno sljepilo“) - razvija se jaki blefarospazam i fotofobija sa suzenjem i pečenjem očiju
- predisponirajući čimbenik za nastanak malignoma
- KI za rad s UV zračenjem kronična bolest konjunktiva

➤ ionizirajuća

- rendgensko zračenje i γ zračenje
 - λ 10nm - <0.01nm
 - radioaktivno zračenje - spontano raspadanje nestabilnih jezgara uz emisiju α, β, γ zraka
 - svaki okoliš ima svoj *prirodni fon* - razinu radioaktivnosti iz prirodnih izvora
 - Tribondeau - Bergonieovo pravilo - tkivo je to osjetljivije na zračenje što ima veću mogućnost proliferacije i što je slabije diferencirano; ovisi o stadiju staničnog ciklusa - ako su u zakočenoj mitozi - rezistentne, ako se dijele - radiolezija, citoliza, mutacija
- „**hijerarhijska**“ ili **H-tkiva**: imaju definiranu količinu matičnih stanica kojima se nadomješta oštećeno tkivo
- „**fleksibilna**“ ili **F-tkiva**: imaju iste proliferacijske i kompenzacijске sposobnosti
- **stohastički učinci** - učinci do koji se može doći pri ozračenju bilo kojom dozom (nema praga doze), **nestohastički učinci** - kad je pri ozračenju prijeđen prag doze
- *akutna lokalizirana radiolezija* - akcidentalno ozračenje dijela tijela velikom dozom
 - najčešće strada koža = opeklina (eritem) na koju se nadovezuje atrofija i stvaranje ulkusa; kroz tako stanjenu kožu naziru se krvne žilice, a takva je koža sklonija kasnjem razvoju karcinoma
 - 3 tipa reakcije drugih tkiva: proliferacija parenhimskih stanica, propadanje parenhimskih stanica nakon latentnog stadija, postiradiacijska fibroza
- *akutni radijacijski sindrom* - akcidentalno ozračenje cijelog tijela $>5\text{Gy}$
 - prodromalni stadij (1-2 dana) - umor, slabost, mučnina, povraćanje, limfopenija
 - latentni stadij (do 7 dana) - bez simptoma, subjektivno zdravlje
 - stadij razvijene kliničke slike (2-3 tj) - leukopenija, hemoragijska dijateza, anizospermija, anemija (zadnje, E najmanje osjetljivi)
 - rekovalescencija (3—4 tjedna) - oporavak ili smrt
 - kronično oštećenje: može uzrokovati aplastičnu anemiju i leukemiju
- odgođeni učinci zračenja: kronični aktinični dermatitis, intestinalna fibroza, fibroza pluća, katarakta, razvoj malignoma, ubrzano starenje, teratogeni učinak na potomstvu
- **granične vrijednosti ozračenja neprofesionalnih osoba** - efektivna doza $<1\text{mSv/godinu}$
- **akcijske razine** - doze aktivnosti pri kojima se počinje s intervencijom
 - korpuskularne zrake - α, β , protoni, neutroni

Rasvjeta

- **prikladna rasvjeta** - dovoljna razina osvijetljenosti u luksima za obavljanje neke aktivnosti, a bez pojave bliještenja
- **bliještenje** - uzrokuju zrake svjetlosti koje ulaze u oko iz primarnog izvora velike sjajnosti; može biti izravno (od primarnog izvora svjetlosti) i neizravno (zbog refleksije svjetla)
- **osvijetljenost** - omjer između svjetlosnog fluksa i površine koju jednolično osvjetljuje svjetlosni fluks
 - * svjetlosni fluks je vidljiva energija koju izvor svjetla odašilje u 1s u određeni prostorni kut
 - oblačno vrijeme 2000-3000lx
 - sunčan dan, u sjeni 10 000lx
 - sunčan dan, izravno 100 000lx
 - zatvoreni prostori, danje svjetlo 1000lx
 - zatvoreni prostori, umjetno svjetlo
- porastom osvijetljenosti raste brzina opažanja, a smanjuje se vrijeme psihomotoričke reakcije
- adekvatna osvijetljenost bitna je za očuvanje normalnog vida radnika, smanjenje broja nesreća pri radu (5% direktno, 20% indirektno povezano), poboljšanje produktivnosti pri radu i kvalitete produkta, uklanjanje nepotrebnog zamaranja, olakšanje održavanja čistoće
- različita razina osvijetljenja potrebna za mlade i starije - razlika u kakvoći viđenja to je veća što je razina

osvijetljenosti manja

- vrijeme prilagodbe oka iz tame na svjetlo je 30s - 2min, a iz svjetla u tamu oko 1h
- **potrebole razine osvijetljenosti:** šest skupina vidnih zahtjeva - od malih do izvanredno velikih (najmanji za spavaće sobe, izvanredno veliki u bibliotekama, atelijerima)
- **ravnomjernost osvijetljenosti:** izražava se omjerom osvijetljenosti najslabije osvijetljenog mesta u prostoriji prema prosječnoj osvijetljenosti cijele prostorije; za vrlo male vidne zahtjeve 1:3-6, za vrlo velike vidne zahtjeve 1:1,5
- **javna rasvjeta** - preporuke da u gradskom prometu osigura osvijetljenost na 50-100m, a u prigradskom 100 - 200m; za pješake bitna vodoravna osvijetljenost (na površini prometnice), a za vozače okomita osvijetljenost (1,5m od poda)

Buka

- zvuk u sredini u kojoj ljudi borave, a koji u čovjeka izaziva neugodan osjećaj ili neg. utječe na zdravlje
- djelovanje buke na organizam ovisi o:
 1. razini
 2. trajanju
 3. frekvencijskom rasponu
 4. promjenjivosti razine u tijeku trajanja
 5. vremenu pojavljivanja
 6. fizičkom i mentalnom zdravlju osobe
- nepovoljnije djeluju: više razine buke, udarna buka, visoke frekvencije buke
- auditivni učinci - oštećenje slušnog živca → nagluhost/gluhoća; iznad 90dB
 - početna ili primarna akustička trauma (u području frekvencija oko 4000 Hz)
 - nagluhost i gluhoća (obostrani procesi!!)
- ekstraauditivni učinci - povišenje krvnog tlaka, tahikardija, spazam pilorusa, pojačana peristaltika, peptički vrijed, menstrualne smetnje, razdražljivost, poremećaj sna i pamćenja, gubitak teka
- izloženost tijekom cijele radne smjene (8h) dopuštena razina buke ne smije prijeći **85dB**
- izvori buke:
 - a) **nestacionirani izvori** (prometna sredstva)
 - b) **stacionirani izvori** (industrija, građevinski radovi,..)
- buka u naselju (komunalna buka) - obično nižih je razina (ekstraauditivni učinci), naglašena promjenljivost razine u tijeku trajanja buke
- mjerjenje buke: u dBA, očitavamo **ekvivalentnu buku** - srednja energetska razina buke koja bi imala isto djelovanje na čovjeka kao promjenjiva buka koja se mjeri
- **dopustive razine buke:**
 - **otvoreni prostor** - prema namjeni razvrstan u zone s pripadajućim vrijednostima dnevne i noćne buke - bolnice danju 50db/ noću 40dB; naselja 55/45, poslovna zona izvan grada 60/50, poslovna zona unutar grada 65/55, industrija - na granici mora biti jednaka propisanoj u zoni s kojom graniči
 - **prostorije** - prema namjeni propisane vrijednosti 15-minutne dnevne i noćne buke, 2 razine, ovisno potječe li od stacionarnih ili nestacionarnih izvora
 - **prostorije** - prema djelatnosti propisana vrijednost u tijeku mentalnog rada; rutinski mentalni 55dB, odgovorni rad, vezan uz koncepciju 35dB
 - smiju se prekoračiti samo kad se radi o otklanjanju elementarnih nepogoda
- **karta buke** - grafički prikaz osnovnih razina buke na svim mjestima unutar promatranog područja
- KI za rad u buci je trudnoća, osobe s perceptivnog oštećenja sluha, osjetljivi na buku, bolesti SŽS, psihozе
- zaštita: zamjena bučnih komponenti, izoliranje vibracija, redukcija rezonacija, oklopljavanje bučnih dijelova, akustička obrada prostorije, udaljeno baratenje bučnim strojem, čepići smanjuju buku za 15-20 dB; a slušalice za 25dB

Vibracija

- nastaju pri korištenju oruđa na komprimirani zrak, rotirajućim oruđem
- djeluje na:

- **meka tkiva i kosti** (osteoporoaza, zone dekalcifikacije) → bolovi slični reumatskim i peresteziji
- **živce** - oštećenje n. ulnaris i n. medianus
- **kapilarnu cirkulaciju** - najopasnije frekvencije 40 - 150Hz
 - vazomotroni stadij - povećana osjetljivost na hladnoću = akrotermija i lagane paresteze
 - vazospastički stadij - hladnoća prstiju, povećano znojenje prstiju, akrocijanoza, gubitak finog osjeta, ispadanje predmeta iz ruku, perestezija; provokacija hladnom vodom uzrokuje vazospazam (Raynauldov fenomen)
 - vazoparalitički stadij - bolovi u rukama, blijedi prsti
- poremećaj neurohormonalne regulacije, neuropsihičke smetnje, smetnje vida i ravnoteže
- promjene pokazuju tendenciju progresije
- kontraindikacije za rad s vibracijama su trudnoća, bolesti perifernih krvnih žila, deformiteti kostiju, oštećenje sluha, Menerieova bolest, epilepsija, psihoze, monopsija, glaukom, miopatia alta, slabovidnost, bolesti SŽS
- pregledi: svakih 12 mjeseci, svakih 24 mjeseca provokacije hladnom vodom i EKG

Električna struja

- tehnička struja ili prirodni elektricitet - udar groma
- štetni učinci posljedica djelovanja struje=el.i udar, topiline= opeklina i svjetlosne energije= oftalmija (katarakta, krvarenje u retini, alblacija retine)
- ishod ozljede ovisi o parametrima:
 1. jakost struje - struja jačine više od 0,1 A može biti smrtonosna
 2. frekvencija struje - izmjenična struja opasnija (najopasnije frekvencije 40-60 Hz; najviše pogoda centar za disanje)
 3. napon - ozljeda najčešće pri naponu 150-250V
 4. put ulaza - što tkivo sadrži više vode, to bolje vodi struju (1. mišić), ostavlja električni biljeg
 5. otpor kože - zadebljanje na prstima i stopalima $20\ 000\Omega$, mokra koža 500Ω
 6. trajanje
 7. stanje organizma
- *simptomi*: paresteze ekstremiteta, tetanički grčevi, električna opeklina - ograničeno područje koagulacijske nekroze, rana je duboka, obično se ne inficira, brzo se očisti od nekroze i regenerira stvarajući veliki ožiljak; glavni uzrok smrti: fibrilacija ventrikula (srce najosjetljivije ako ga udari struja u času T-vala)
- TH: prekinuti dovod struje, reanimacija

KEMIJSKI ČIMBENICI OKOLIŠA I RADNE ATMOSFERE

Ocjenvivanje opasnosti od onečišćenja

- uzroci onečišćenja u zraku:
 1. plinovi - agregatno stanje tvari koje može postati tekuće pri porastu tlaka ili pri smanjenju temperature
 2. pare - proizvod isparavanje tekućina
 3. aerosoli - krute ili tekuće čestice raspršene u zraku
- za ocjenu onečišćenja analiziramo biološke materijale (krv, urin, stolica) i zrak, a rezultate uspoređujemo s MDK za dotično onečišćenje (= najveća koncentracija kojoj radnik smije biti izložen tijekom radne smjene, 5-6 dana tjedno, tijekom čitavog radnog vijeka)

PLINOVITA ONEČIŠĆENJA

- onečišćenje se utvrđuje:
 - a) direktnim mjeranjem na radnom mjestu
 - b) odjeljivanje iz određenog volumena zraka i kasnija laboratorijska analiza
 - c) laboratorijska analiza skupljenih uzoraka zraka
- mjerjenja se izvode:
 - a) *u neposrednoj blizini radnika* - oko razine nosa; daje uvid u prosječnu izloženost
 - b) *u blizini izvora* - daje uvid u količinu onečišćenja koja odlazi u atmosferu

- c) u cijelom radnom prostoru - daje uvid u vremensku i prostornu raspodjelu onečišćenja
- 2 tipa uzorka:
 - a) **trenutačni uzorci** - uzimaju se unutar kratkog vremena, ne daje nam informacije o ukupnoj količini onečišćenja koju radnik udahne, ne za male koncentracije onečišćenja; prednost: jednostavnost
 - b) **kontinuirani uzorci** - uzimaju se usisavanjem zraka kroz medij na kojem se zadržava onečišćenje, a zrak prolazi; koristi se i za male koncentracije onečišćenja, ali je potrebna posebna oprema i kvalificirano osoblje
- zbog ravnomjernog razrjeđenja plinova u atmosferi, koncentracija je jedina mjera onečišćenja koja se može odmah usporediti s MDK

Otrovne plinove dijelimo u 3 skupine:

1. Nadražljive ili iritansi

- a) lako topivi
- amonijak, klor, fluor, sumporov dioksid, formaldehid (sprejevi, fotokopirni papir, dorada odjeće)
- otapaju se odmah u dodiru sa sluznicom očiju i gornjeg dišnog sustava
- izazivaju nadražajne simptome već pri malim koncentracijama tako da ne dolazi do dugog izlaganja i opasnog djelovanja
- učinci formaldehida: toksični, alergijski i karcinogeni, poremećaji u trudnoći
- b) teško topivi
- dušikovi oksidi, fosgen
- blagi, skoro neprimjetni podražajni simptomi
- simptomi se pojavljuju s latencijom (10h) dok se nakupi dovoljna količina i otopi se u DDS
- simptomi: supsternalna bol, tahikardija, kašalj sa sukrvavim pjenušavim iskašljajem, afonija, laringospazam, hemoptoa, toksični edem pluća
- TH: *potpuno mirovanje pacijenta*, kortikosteroidi, kardiotonici, diuretici morfij; kisik, ali NE 100% O₂
- ako se ne liječi, kao kasna komplikacija nastaje bronhiolitis obliterans
- u izloženosti nadražljivcima ne smiju raditi osobe s kroničnim plućnim bolestima i atopičari
- periodični pregled: svakih 24 mjeseca (klinički pregled, laboratorijski minimum, spirometrija)

2. Zagušljivci ili asfiktansi

- a) jednostavnji (inertni)
 - CO₂, vodik, dušik, metan, etan, butan
 - ne stvaraju u tijelu nikakve spojeve već samo smanjuju parcijalni tlak kisika
 - simptomi ovise o stupnju i trajanju nestašice kisika i brzini nastanka
 - kod postupnog smanjenja koncentracije kisika, organizam prolazi kroz 4 stadija:
 - 16-12% O₂ - duboko disanje, tahikardija, smanjenje koncentracije, nekoordiniranost za fine radnje
 - 14-10% O₂ - neispravno prosuđivanje, Chayne Stoksono disanje
 - 10-7% O₂ - mučnina, povraćanje, nepokretnost
 - <7% O₂ - apneja, konvulzije, smrt
 - kod naglog udisanja → nagli gubitak svijesti
- b) kemijski zagušljivci:
- **CO**
 - bezbojan plin bez mirisa
 - nastaje pri nepotpunom izgaranju organske tvari u odsutnosti kisika
 - 200-300 puta veći afinitet za Hb od kisika (COHb) → **tkivna hipoksija**
 - na radnom mjestu gdje koncentracija prelazi 50ppm mogu nastati blagi simptomi ako izloženost traje dovoljno dugo
 - najosjetljivije piramidne stanice frontalnog lobusa i Purkinjeove stanice malog mozga
 - *simptomi akutnog otrovanja*: zujanje u ušima, vidni poremećaji, konfuznost, razdražljivost, umor, mišićna slabost → otrovani je svjestan opasnosti, ali se ne može pomaknuti; gubitak svijesti dolazi kad je koncentracija CO u zraku veća od 50%; paraliza dišnog centra = smrt
 - ako je osoba dugo ležala, na području pritiska nastaju bule

- buđenje iz kome može biti praćeno jekom ekscitacijom i epileptičkim napadajem
- *simptomi kroničnog otrovanja*: glavobolja, vrtoglavice, opća slabost, tahikardija pri naporu
- *posljedice otrovanja*: poremećaj pamćenja, slabljenje vida, sluha i govora, pojačana ateroskleroza
- TH: O₂
- oporavak je obično potpun, ali mogu nastati degenerativne promjene ekstrapiramidnih neurona i smanjenje protoka kroz koronarne arterije
- u izloženosti monoksidu ne smiju raditi osobe s kardiovaskularnim tegobama i jačom anemijom
- zdravstveni pregled: svakih 12 mjeseca; radi se EKG i fakultativno Astrandov test

cijanovodik

- bezbojan plin oštra mirisa po bademima
- upotrebljava se kao fumigans (insekticid), nastaje pri izgaranju nekih plastičnih masa
- blokiraju citokrom oksidazu
- *lakši slučajevi*: nadražaj konjuktiva, gornjih dišnih puteva te respiracijskog i vazomotornog centra
- *teži slučajevi*: vrtoglavica, glavobolja, toničko-klonički grčevi, poremećaj ritma disanja, smrt
- nakon jakog otrovanja, u SŽS se mogu stvoriti trajne posljedice u obliku parkinsonizma, psihičkih poremećaja i poremećaja cerebralnog optoka
- TH: nitrati (iz Hb nastaje methemoglobin koji veže cijanovodični ion), hidroksikobalamin (nastaje cijanokobalamin = B12)
- zaštita: zaštita cijelog tijela i respiratornog sustava!
- u izloženosti cijanovodiku ne smiju raditi osobe s bolestima kože, respiratornog sustava, SŽS, psihozama i bolestima ovisnosti
- zdravstveni pregled: svakih 24 mjeseca

sumporovodik

- bezbojan, zapaljiv plin neugodna mirisa na trula jaja
- prisutan u zemnom plinu; u plinarama, rafinerijama, proizvodnji umjetne svile
- veže se za citokrom oksidazu
- istodobno je i jak nadražljivac
- oštećuje CNS, respiratori sustav i sluznicu oka te uzrokuje gubitak osjeta njuha
- u izloženosti sumporovodiku ne smiju raditi bolesnici s respiratornim bolestima i bolestima SŽS
- zdravstveni pregled: svakih 24 mjeseca

3. Opojni plinovi ili anestetici (narkotici)

- organski spojevi koji su većinom dobiveni iz nafte, a u novije vrijeme i različitim postupcima sinteze
- otapaju mast i mastima slične spojeve
- zajednička svojstva: narkotički učinak, uzrokuju demenciju, oštećuju jetru i druge parenhimske organe, oštećuju kožu

Benzin

- smjesa tekućih alifatskih ugljikovodika
- otapa lipidni sadržaj moždanih stanica
- djeluje anestetski i može izazvati dermatitis
- *simptomi trovanja*: vrtoglavica, tahikardija, tahipneja, konvulzije i gubitak svijesti
- dugotrajna izloženost benzinskim parama može dovesti do kroničnog konjunktivitisa.

Halogeni derivati alifatskih ugljikovodika

- imaju široku industrijsku upotrebu - tehnička otapala, sredstva za gašenje požara, razrjeđivači boja i lakova, hladionički plinovi, pesticidi
- oštećuju CNS zbog otapanja lipidnog sadržaja, a u jetri se oslobađaju halogeni koji oštećuju jetreni i bubrežni parenhim
- profesionalno se unose inhalacijom i preko kože
- *vinilklorid-monomer*
 - pod povećanim se tlakom i temperaturom polimerizira se u PVC
 - u akutnom djelovanju je narkotik, ali i jaki otrov jetre → periportalna fibroza
 - pri jačoj izloženosti kombiniranoj sa istovremenom izloženosti niskoj temperaturi (čišćenje autoklava za polimerizaciju) uzrokuje bolest krvnih žila na vrhovima prstiju (vazoneuroza, sklerodermija prstiju, akroosteoliza)
 - dokazani je karcinogen = angiosarkom jetre

- *poliklorirani bifenili*
 - izolacijske tekućine u kondenzatorima
 - akumuliraju se u masnom tkivu
 - pojava klorakni, iritacija očiju, pigmentacije kože i noktiju, oštećenje jetre i smetnje reprodukcije
 - **Yusho uljna bolest** - otrovanje polikloriranim bifenilima (rižino ulje)
- *karcinogen freon*
 - klorofluorougljik - potisni plin u lakovima za kosu, dezodoransima, sredstvima za čišćenje
 - astmoidni simptomi: dispneja, smanjena ventilacijska funkcija pluća, promjene EKG-a
- *dioksini* - nisu u komercionalnoj upotrebi već su nusprodukt pri spaljivanju otpadnih tvari; simptomi kao kod bifenila; ekološka katastrofa u Sevesou u Italiji nakon eksplozije u tvornici pesticida
- u izloženosti halogenim derivatima alifatskih ugljikovodika ne smiju raditi trudnice, dojilje, osobe sa kroničnim bolestima krvotornih organa, respiratornog trakta, CNS-a, kože, bolestima jetre, sa psihičkim poremećajima, alkoholizmom i drugim ovisnostima
- kontraindikacije za rad s vinilhloridom uključuju i bolesti perifernih krvnih žila, Raunaudovu bolest i profesionalne vazoneuroze
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci; funkcionalno ispitivanje jetre; prilikom izloženosti vinilhloridu potrebno je napraviti pretragu na bilirubin, RTG sliku distalnih falangi prstiju kod rada u autoklavu svakih 24 mjeseca; fakultativno se može izvršiti digitalna pletizmografija, oscilometrija, kapilaroskopija, scintigrafija jetre te mjerjenje protoka krvi kroz jetru

■ Alkoholi

- upotrebljavaju se kao otapala u industriji
- *metilni alkohol*
 - narkotičko djelovanje - svi simptomi opitog stanja
 - faza latencije - 16 - 24h; dolazi do nakupljanja kiselih tvari → najopasnija faza kod profesionalne izloženosti jer se inhalacijskim putem zaobilazi faza narkotičkog djelovanja i nama znakova upozorenja
 - metaboličko djelovanje - sporo se oksidira, a oksidacijom se stvaraju i nakupljaju formaldehid i mravlja kiselina = acidozna
 - simptomi: blagi nadražaja konjunktiva, vrtoglavica i glavobolja; mučnina i povraćanje, grčevi u trbuhi i smetnje vida (dvoslike, suženje vidnog polja zbog selektivnog toksičkog djelovanja na vidni živac i retinu)
 - TH: davanje sredstava za suzbijanje acidoze (visokokoncentrirani etilni alkohol i alkalije)
- *etilen glikol* („antifriz“) - narkotički i metabolički učinak (oksalna kiselina - Ca oksalati oštećuju bubreg)

■ Aromatski ugljikovodici

- benzen i homolozi (toluen i ksilen)
- otapala u različitim vrstama industrija (industrija gume, umjetne kože, boja i lakova, ljepila, proizvodnja plastičnih masa)
- *akutno otrovanje*:
 - lakše otrovanje: simptomi početne narkoze - uzbuđenje, vrtoglavica, glavobolja, mučnina
 - dulja izloženost: mišićni trzajevi, grčevi, gubitak svijesti
- *kronično otrovanje*: sklonost oštećenju koštane srži - progresivna anemija, leukopenija, trombocitopenija; vrtoglavica, mučnina, gubitak teka, krvarenja iz gingive i očne pozadine; u konačnoj fazi = teški oblik aplatične anemije, akutna mijeloična leukemija, eritroleukemija

Monoaminobenzen ili anilin

- jak otrov - perkutanom resorpcijom može uzrokovati methemoglobinemiju oksidiranjem Fe u Hb
- konc. metHb <25% - nema subjektivnih tegoba, cijanoza ušiju, nosa i usnica
- velika koncentracija metHb - opća cijanoza: koža je intenzivno plavosive boje, a usnice i jezik gotovo crni; slabost, drhtavje, mučnine, povraćanje i bol u trbuhi; gubitak svijesti nakon nakoliko sati s tahipnejom, tahiaritmijom i hipotenzijom
- krznarske i vlasuljarske boje (*parafenilendijamin*) - osim methemoglobinemije mogu uzrokovati i alergijske manifestacije na koži (ekcem frizera) i respiratornom traktu (bronhalna astma)
- karcinogeno djelovanje = rak mokraćnog mjehura

Mononitrobenzen, dinitrobenzen i trinitrotoluen

- oksidiraju željezo u hemoglobinu uzrokujući methemoglobinemiju
- razaraju eritrocite, oštećuju i bjelančevinasti dio hemoglobina → točkasta (Heinzova) tjelešca u E
- imaju oga i nitritni učinak → vazodilatacija i jake glavobolje
- TH: primjena reducentsa za metHbemiju (askorbinska kiselina ili metilensko plavilo), transfuzije

Dinitro-ortokrezol i dinitrofenol

- otrovanje nalik hipertireozi → blokiraju stvaranje fosfatnih spojeva visoke energije → energija iz oksidativnih procesa organizma oslobara se kao toplina
- kod izloženosti aromatskim ugljikovodicima ne smiju raditi žene za vrijeme trudnoće i osobe sa bolestima krvotvornih organa, jetre, SŽS, alkoholizmom i ovisnostima
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci, određivanje fenola u urinu (fenol je metabolit benzena), a fakultativno dolazi u obzir i ginekološki pregled

AEROSOLI

- uz koncentraciju tvari u zraku treba uzeti u obzir i veličinu čestica jer o veličini čestica ovisi mjesto zadržavanja teško topivih čestica unutar dišnog sustava; njihove koncentracije izražavamo brojčanom koncentracijom (broj čestica/ 1cm^3 zraka)
- sistemski reakcije uzrokovanе su topivim aerosolima (ulaze u cirkulaciju) i nisu određene mjestom ulaska; za ocjenu njihove opasnosti potrebno je odrediti težinsku koncentraciju (mg/m^3 zraka) bez obzira na veličinu čestica
- često industrijski aerosoli sadrže više od jedne tvari pa je potrebna mineraloška analiza zraka i utvrđivanje koncentracija pojedinih komponenti

Olovo ► saturnizam

- nalazi se u tlu, vodi, zraku i biljnem svijetu
- udio prirodnog olova vrlo malen - najčešće u obliku **olovnog sulfida** (*gallenita*) iz kojeg se dobiva Pb, najčešće uz Zn, Ag i Cu
- najviše iz ljudskih izvora - koristi se za izradu cijevi, kablova, benzina (tetraetil, tertrametil olovo), bojenje čelika (minij-crveni olovni oksid), u izradi glinenog posuđa
- najveća je izloženost olovu preko:
 - zraka (5km oko topionice)
 - vode - ako se voda kiselog pH pohranjuje u olovnim spremnicima ili prolazi cijevima od olova i PVC-a (olvani stearat je stabilizator)
 - hrane (vino, mljeko)
 - kozmetike
- tipičan kumulativni otrov
- **djelovanje:**
 - inhibicija enzima
 - dehydrataza δ aminolevulinske kiseline - poremećaj sinteze hema
 - ferokelataza - poremećen intracelularni transport Fe → smanjen Hb (Zn na mjestu Fe)
 - hemoliza
- prije nastanka simptoma dolazi do stadija pojačane apsorpcije olova i njegove akumulacije u kostima; već u toj fazi može, u osoba koje ne održavaju redovnu higijenu, nastati **olvni rub** na zubima - uslijed taloženja olovnog sulfida u sluznicu gingive
- **klinički oblici:**
 - GI oblik - olovne kolike, mučnina, gubitak apiteta, opstipacija, anemija
 - neuromuskularni oblik - slabost i paraliza koji inerviraju ekstenzorne mišiće, posebno n. radialis
 - encefalopatički oblik - najčešće akcidentalna, posljedica velikih koncentracija otrovanja - glavobolja, vrtoglavica, nesanica, stupor, koma, konvulzije, ekscitacije, smrt
- ostali simptomi: bubrezi - **Fanconijev sindrom**, smanjena reprodukcija
- najopasniji **olvni tetraetil** koji se dodaje benzinu za povećanje oktanskog broja - ulazi u tijelo inhalacijom i resorpcijom preko kože; brz razvoj simptoma
 - lakši oblik: glavobolja, psihičke smetnje, gubitak sna, proljev, drhtanje

- teži oblik: hipotonija, hipotermija, jako uzbuđenje, manijakalna stanja; smrt
- Th: KELATI (Ca dinatrijevasol etilendiaminotetraoctene kiseline = CaNa2EDTA)
- u izloženosti olovu ne smiju raditi trudnice, dojilje, osobe s bolestima bubrega, SŽS, krvotvornih organa, alkoholičari
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci, određivanje Zn-protoporfirina, DALK dehidrataze, krvni razmaz - bazofilne punktacije u eritrocitima,

Živa ► merkurijalizam

- prirodni izvori: erozija tla; djelovanje čovjeka: rudarenje, plastična i elektronička industrija, fungicid, izgaranje fosilnih goriva
- u okolišu u obliku metala i kao organska živa (*metilna, dimetilna Hg* - nastaje pomoću m.o.)
- najveća izloženost preko:
 - hrane (ribe, školjke)
 - vode
 - udisanjem živinih para i prašine
- najlakše se resorbira u obliku organskih spojeva → protoplazmatski otrov - veže se za SH skupine
- **Minamata bolest** - Japan, Minamata, Niigata - otrovanje metilnom živom iz riba koje su kumulirale živu koja je ispušтana iz lokalne tvornice; kongenitalne malformacije mozga djece od majki koje u trudnoći nisu imale simptome otrovanja
- profesionalna otrovanja su obično kroničnog tijeka
- simptomi: u prvom redu otrov **SŽS** i organa kojima se izlučuje: **BUBREG** (nefrotički sindrom), EKSKRETORNE ŽLIJEZDE, trijs simptoma: intenciji tremor (živino pismo), gingivitis, živin eretizam- psihičke promjene u vidu razdražljivosti i gubitka kontrole nad ponašanjem; hipersalivacija, ispadnje zubi
- akutnim udisanjem živinih para nastaju pneumonija, bronhitis
- simptomi se razvijaju polagano
- znak otrovanja: visoke vrijednosti žive u urinu (iznad 50g/g kreatinina)
- Th: simptomatsko, BAL
- u izloženosti živi ne smiju raditi osobe s bolestima bubrega, kože i SŽS
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci

Kadmij

- u izradi baterija, galvanizacijski postupci, izrada legura, stabilizacija PVC-a, automobila, TV uređaja i u nuklearnim reaktorima
- u prirodu dolazi preko fosfatnih umjetnih gnojiva i u cigaretama
- simptomi: **BUBREZI** (proteinurija, gubitak kalcija-osteomalacije), **DIŠNI SUSTAV**(toksični plućni edem s velikom smrtnoću; ako ne umre razvijaju se emfizem i peribronhalna fibroza), **OSTEOPOROZA**, hipertenzija, srčane bolesti i ateroskleroza; pojava žutog ruba oko gingive, anemija
- kronično otrovanje: jaku umor, dispneja, anozmija
- povećana učestalost karcinoma pluća i prostate
- „**itai-itai**“ - otrovanje kadmijem (riža natapana otpadnim vodama iz rudnika) - jaka bol u kostima kralježnice uz znakove osteomalacije i frakture (povećana aktivnost ALP u mokraći i proteinurija)
- znak otrovanja: vrijednost kadmija 10 g/L krvi i ili 10 g/g kreatinina
- TH: kelati se ne smiju koristiti u liječenju → moguć Fanconijev sindrom
- u izloženosti kadmiju ne smiju raditi osobe s bolestima bubrega, jetre, respiratornog sustava i sistemskim bolestima kostiju
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci; test trikloroctenom kiselinom u mokraći

Mangan

- antidentalatorsko sredstvo u benzinu, u umjetnim gnojivima, za izradu baterija, keramike
- inhalacijom dima ili prašine mangana
- inhibira funkciju alveolarnih makrofaga → smanjena otpornost na **respiratorne infekcije**
- **oštećenja CNS-a** (razdražljivost, tremor, **pijetlov hod**(n.peroneus), nejasan govor, lice poput maske, psihičke smetnje = simptomi nalik na parkinsonizam, testikularna nekroza, **testikularni tumori**)

- kronično otrovanje manganom dovodi do trajnog invaliditeta
- TH: levodopa (slabo djelovanje kod razvijenih simptoma)
- u izloženosti mangantu ne smiju raditi trudnice, osobe s bolestima SŽS, alkoholičari, osobe sa psihičkim smetnjama i sideropeničnom anemijom
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci uz fakultativni neurološki pregled

Krom

- u proizvodnji čelika, galvanizacijskim postupcima, u obradi kože, cementu
- Cr(III) → nema zdravstvenih učinaka; Cr(VI) → alergijski, toksični i karcinogeni učinci
- simptomi: egzem na koži, kromni ulkusi, perforacija nosnog septuma, oštećenje zubne cakline, bronhalna astma, rak pluća
- u izloženosti kromu ne smiju raditi osobe s bolestima dišnog sustava i kožnim bolestima
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci uz fakultativno alergološko testiranje
- TH: masti s kelatom CaNa₂EDTA

Nikal

- zaštita od korozije, galvanizacijski postupci, izrada novca i nakita, u elektronskoj industriji, za proizvodnju baterija, u industriji stakla
- simptomi: alergijski dermatitis, ako se inhalira oštećenje sluznice dišnog sustava i oka
- toksični edem pluća nastaje pri izloženosti niklovom karbonilu - spoj nikla i CO, nadražljivac
- povezuje se s nastankom raka paranazalnih sinusa
- u izloženosti niklu ne smiju raditi osobe s bolestima dišnog sustava i kožnim bolestima
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci uz fakultativno alergološko testiranje

Kobalt

- u metalurgiji i kao katalizator kemijskih procesa
- uzrokuje teško profesionalno oštećenje pluća; u akutnom obliku nalikuje astmi, dok u kroničnom otrovanju uzrokuje intersticijsku fibrozu koja se sporo razvija (kroz 20 godina) uz blage simptome kašlja i sviranja u prsim (bronhopneumopatija uzrokovana tvrdim metalom)
- mehanizam nastanka: alergijski
- unakrsna preosjetljivost: na Cr, Ni, Co
- ne smiju raditi osobe s kroničnim respiratornim bolestima i atopičari
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci uz RTG svakih 2 godine i fakultativno alergološko testiranje

Cink i bakar

- metali s pretežno antigenim svojstvima
- vežu se na endogene bjelančevine i stvaraju hapetene na koje organizam reagira alergijskom reakcijom
- „ljevačka ili metalna groznica“ - udisanjem dimova nastaje nadražljivost sluznice GDS, slatkast okus u ustima, pritisak u prsnom košu, suhi kašalj, osjećaj opće slabosti (→ simptomi nalik na influencu, ali su opći simptomi puno kraćeg trajanja)
- traje 6-12 sati i nakon toga se radnik spontano oporavi

Arsen

- otrovanje najčešće preko vode
- kumulativni otrov, sporo se izlučuju iz organizma
- otrovanje: nadražaj kože, sluznice GDS i očiju, bol u trbušu s proljevom i povraćanjem, često mokrenje
- teška otrovanja: hipotenzija, gubitak svijesti, grčevi i smrt zbog kljenuti centra za disanje
- karcinogen - karcinom pluća; promjene na koži i sluznicama
- Th: simptomatska, BAL (dimerkaptopropranol)

OTROVANJA PESTICIDIMA

- **pesticidi** - kemijske tvari koje se upotrebljavaju za sprečavanje ili ograničenje djelovanja ili za uništenje raznolikih vrsta organizama koje ugrožavaju zdravlje čovjeka i uništavaju njegova dobra
- pripravak (formulat) od dvije glavne sastavnice: djelatne tvari i nosača(vapno, gips, talk, silikati, voda)
- oblik: granule, prah, tablete, kristali, štapići, paste, otopine, suspenzije, emulzije, fumiganti - poseban oblik, nalaze se u tekućem ili krutom stanu, a djeluju u plinovitom
- *3 milijuna otrovanja godišnje*
→ smanjuje se broj profesionalnih, ali raste broj ostalih otrovanja
- Upotreba:
 - sredstva za zaštitu bilja u poljoprivredi (50-90%)
 - za proizvodnju i pohranjivanje hrane
 - za zaštitu industrijskog i kućnog bilja
 - u stočarstvu, peradarstvu i veterini
 - dezinfekcija i deratizacija
 - suzbijanje vektora
- Podjela pesticida:
 - **prema meti djelovanja:** insekticidi, akaricidi (protiv grinja), fungicidi, rodenticidi, nematocidi, limacidi (protiv puževa), moluskicidi (mekušci), herbicidi, repellenti; defolijanti (za ranije otpadanje lišća), desikanti (za oduzimanje vlage)
 - **prema kemijskoj strukturi:** organski spojevi fosfora, karbamati, derivati karbonskih kiselina, diperidili, triazini, piretroidi
 - **prema akutnoj otrovanosti**
 - na osnovi LD50 štakora mg/kg TT
 - otrovnost ovisi o načinu ulaska u tijelo i agregatnom stanju
 - I. skupina - vrlo jak otrov (T+)
 - Ia - krajnje opasni
 - u HR: parakvat (herbicid); sulfotep, CH₃Br, HCN, Al/Mg fosfid (insekticidi) - smiju ih koristiti samo stručne osobe
 - II. skupina - štetna tvar (Xn), neznatno opasni

Čimbenici opasnosti za zdravlje:

- količina unesenog pesticida (jednokratno/višekratno)
- put ulaska u organizam (koža, GI sustav, respiratorični sustav)
- otrovnost pesticida
- vrijeme izloženosti
- sastav i oblik pripravka
- način primjene
- kemijska nečistoća
- temperatura okoliša
- nepridržavanje upute o korištenju zaštitnih sredstava

• Tri razine opasnosti od otrovanja pesticidima:

- oni koji rade sa pesticidima (manji dio pučanstva: proizvodnja, transport, rukovanje)
- primjena pesticida - pojedinačni neposredni korisnici pesticida
- pasivna izloženost pesticidima → masivna otrovanja
- * najugroženiji su: formulatori, mješaoci, skladištarji i prskači (uključujući i pilote)
- * profesionalna otrovanja posljedica su nepridržavanja propisanih mjera sigurnosti i osobne higijene

• Pesticidi ulaze u organizam:

1. preko kože - većina tekućih pesticida je liposolubilna i apsorbiraju se preko nezaštićene kože
2. preko respiratoričnog trakta - plinoviti preparati, povećava se broj otrovanih s porastom temperature
3. preko gastrointestinalnog trakta - onečišćenim rukama, pri pušenju, putem onečišćene hrane i vode
→ **rezidua pesticida** - količina u ili na hrani bilo kojeg spoja koji se upotrebljava kao pesticid;
kuhanje ne dovodi do značajnog uništenja rezidue

Insekticidi

1. KLORIRANI UGLJKOVODICI

- u HRV samo lindan i endosulfan; ostali: aldrin, dilan, dikofol, klordan
- u organizam ulaze na sva 3 načina
 - ricinusovo ulje i otapala za masti pospješuju resorpciju preko kože
- odlažu se u mastima u velikim koncentracijama bez uočljivih posljedica → mršavljenje dovodi do njihovog oslobađanja i simptoma *akutnog otrovanja*
 - GI: grčevi, mučnina, povraćanje, proljev
 - SŽS: glavobolja, vrtoglavice, parestezije jezika i usana, hiperestezija lica i udova, preosjetljivost na vanjske podražaje; teška otrovanja - toničko klonički grčevi, smrt uslijed paralize disanja
 - AŽS: pojačana salivacija
 - inhalacijom nastaje nadražaj dišnog sustava i očiju
- nakon duge izloženosti malim dozama nastaju *kronična otrovanja*: oštećenje jetre i bubrega
- neki lako prelaze placentu i djeluju toksično na plod, a izlučuju se i preko majčina mlijeka
- antidota nema!

2. ORGANSKI SPOJEVI FOSFORA

- insekticidi, akaricidi, larvicidi
- derivati su fosforne kiseline - najznačajniji i najotrovniji predstavnik - paration
- brzo se resorbiraju na sva 3 načina, da izazove simptome dovoljna apsorpcija 1/3 LD₅₀
- irreverzibilni inhibitori acetil-kolin esteraze
- najprije znakovi hiperstimulacije parasimpatičkog sustava i neuromuskularnih sinapsi, a nakon toga prekid sinapsi
- izaziva muskarinske, nikotinske i centralne simptome
- *akutno trovanje*: bronhokonstrikcija, pojačana salivacija, suzenje, znojenje, bronhalna hipersekrecija, povećan motilitet i sekrecija crijeva
- *veće količine otrova*: parestezije, nesanice, grčevi mimične muskulature, poremećaj koordinacije
- *teška otrovanja*: koma, arefleksija, cijanoza, edem pluća, smrt
- kolinesteraza se regenerira sporo - otrov ima kumulativni učinak → simptomi kad koncentracija padne ispod 30% → presimptomatsko mjerjenje smanjenja koncentracija ChE koristi se pri kontroli profesionalnih otrovanja
- brzo se razgrađuju u organizmu i eliminiraju urinom
- **antidot**: atropin 1-2 mg svaki sat i.m. ili i.v. do ukupne doze od 10-20mg/dan; reaktivator esteraza (suzbijat nikotinski učinak; piridin-aldoksim-metajodid 50 mL 1% otopine i.v.)

3. KARBAMATI

- predstavnici: n-metilni derivati karbaminske kiseline (sevin, karbaril), ditiokarbamati (TMTD, meneb)
- reverzibilni inhibitori kolinesteraze
- simptomi kao kod otrovanja organofosfatnim spojevima
- izazivaju simptome u dozama koje su manje od opasnih (dovoljna apsorpcija 1/30 LD₅₀) - rijetko opasni jer imaju upozoravajuće simptome
- mjerjenje smanjenja koncentracija ChE koristi se pri kontroli profesionalnih otrovanja
- TH: atropin, reaktivator esteraza (piridin-aldoksim-metajodid 50 mL 1% otopine i.v.)

4. PIRETRINI

- alkaloidi
- djeluju samo preko kože!
- neurotoksično djelovanje (parestezije; djeluju na prijenos Na⁺)
- promjene reverzibilne, bez trajnih učinaka; otrovanja su rijetkost

5. SPOJEVI ARSENA

- kumulativni otrov
- sporo se izlučuju iz organizma
- otrovanje: nadražaj kože, lsuznice GDS i očiju, bol u trbušu s proljevom i povraćanjem, često mokrenje
- teška otrovanja: hipotenzija, gubitak svijesti, grčevi i smrt zbog kljenuti centra za disanje
- TH: simptomatska, BAL

6. NIKOTIN

- ulazi u organizam na sva 3 načina
- u početku stimulans, kasnije depresor AŽS - glavobolja, vrtoglavice, mučnina, povraćanje, smetnje vida i sluha, poremećaj koordinacije, pokreta i mentalna poremećenost
- antidot: parpanit

7. NATRIJEV CIJANID

- fumigansi u zatvorenim prostorima
- ulaze inhalacijom ili preko kože

8. SUMPOROUGLJIK

- vrlo jak otrov SŽS - konvulzije, depresija disanja, smrt
- *kronična otrovanja*: neuritis, paralize, smetnje vida, parkinsonizam, GI smetnje, anemija

Rodenticidi

- najčešće slučajna otrovanja, rijeđe profesionalna pri deratizaciji
- antikoagulatni rodenticidi inhibiraju stvaranje protrombina uzrokujući krvarenja i anemiju
- u čovjeka miligramska otrovanja mogu uzrokovati hemorahijsku dijatezu i smrt
- antidot: vitamin K; TH: vitamin C, preparati željeza, transfuzije krvi

Akaricidi

- najkorišteniji su fenkapton, klorocid i etiol
- selektivni akaricidi nisko su toksični za sisavce

Fungicidi

- spojevi na bazi bakra, sumpora, organske žive i ditiokarbamati
- fungicidi na bazi organske žive - dermatitis, ali može doći i do resorpcije u krv i sistemskog otrovanja (ne rabe se u HR)

Herbicidi

- dinitro spojevi, natrijev arsenit, natrijev cijanid, kalijev cijanid
- otrovanje često uzrokovana i otapalima i razrjeđivačima za herbicide

Smanjenje opasnosti od pesticida:

- uporaba piretroida (opasni za pčele i ribe), ekološki prihvativi, brzo se razgrađuju
- uporaba Bacillus thuringiensis (Bt)
- fungicidi dobiveni od izlučina viših gljiva
- inertno prašivo od dijatomejske zemlje (amorfni silicijev dioksid)
- uporaba feromona

Zaštitne mjere

- opisati vrstu, sadržaj, otrovnost, simptome otrovanja, prvu pomoć i protuotrov; definirati:
 - **karenciju** - najkraće propisano razdoblje u danima između primjene pesticida i ubiranja plodova ili puštanja stoke na ispašu
 - **radnu karenciju** - najkraće u satima propisano razdoblje zabrane ulaza i boravka, bez zaštitneopreme, u područja nakon primjene pesticida
- način upotrebe prikazati pictogramima - slikovnim prikazima
- automatizirati i hermetizirati proces proizvodnje, koristiti zaštitu cijelog tijela (odjela, rukavice, obuća, kape, maske)
- pregledi zaposlenika prije zaposlenja i svakih 12 mjeseci
- s pesticidima ne smiju raditi dojilje, osobe koji boluju od bolesti endokrinog, respiratornog, živčanog i krvotvornog sustava te bolesti parenhimskih organa
- ako se pojave oštećenja živčanog sustava s hepatitisom i anemijom, radnika je potrebno uputiti na invalidsku komisiju za utvrđivanje invalidnosti

BIOTIČKI ČIMBENICI RADNE OKOLINE

- zarazna bolest smatra se profesionalnom ako je nastanak vezan uz radni proces koji osoba obavlja ugroženi:
 - medicinsko osoblje (hepatitis, HIV)
 - veterinari (bjesnoća, Q grozna, tularemija, leptospiroza)
 - šumari (KME)
 - mljekari, poljoprivrednici (brucelzoa, aktinomikoza)
 - obrada kože i krvna (antraks)
 - radnici u kanalizaciji (leptospiroza)
 - rudari (strongiloidoza, toksoplazmoza)
- s biološkim agensima ne smiju raditi osobe s narušenom imunološkom obranom, nereguliranim diabetes melitusom, s kroničnim bolestima jetre, bubrega i dišnog sustava
- zdravstveni pregledi svakih 24 mjeseca - klinički pregled, opće i specifične laboratorijske pretrage

PROFESIONALNE DERMATOZE

- među najčešćim profesionalnim bolestima
- kriteriji:
 1. dokazano profesionalna etiologija
 2. isključena neprofesionalna etiologija
 3. lokalizacija na mjestu maksimalne izloženosti
 4. poznato da može biti uzrokovana tim agensom
- uzroci:
 - a) *biotički čimbenici*
 - b) *fizikalni čimbenici*
 - c) *kemijski čimbenici*
 - uzrokuju **kontaktni dermatitis** ili egzem
 - toksični – prilikom primarnog kontakta, kad djeluje dovoljno dugo i u dovoljnoj količini
 - alergijski – nakon senzibilizacije
 - uzročnici: masti i ulja, kiseline, lužine, otapala, plastične mase, soli teških metala, gume, neki lijekovi (sulfonamidi)
 - na radnim mjestima gdje postoji opasnost od nastanka kožnih bolesti ne smiju raditi osobe s kroničnim bolestima kože i atopičari
 - zaštita: zabrana upotrebe otapala za čišćenje kože, higijenske mjere, osobna zaštita
 - zdravstveni pregledi:
 - periodički svakih 24 mjeseca kožno testiranje
 - alergološka obrada kod sumnje na profesionalnu etiologiju
 - oboljelu osobu isključiti iz kontakta sa štetnom tvari
 - ako se radi o atopiji - preklifikacija, ali uzimajući u obzir križnu reaktivnost pojedinih tvari
 - ako je u osobe utvrđena specifična atopija, ali bez kliničkih znakova, radna sposobnost nije ograničena

PROFESIONALNE BOLESTI PLUĆA

- 3 su mehanizma putem kojih aerosoli iz radne okoline mogu prouzročiti oštećenja:
 1. iritacija
 2. senzibilizacija
 3. retencija
 4. neki aerosoli djeluju kombinacijom sva 3 mehanizma
- oštećenje ovisi o:
- veličini čestica - određuje mjesto depozicije
 - <15 µm - deponiranje u bronhalnom traktu = kronični bronhitis

→ <5 µm - dopiru do alveola i zaustavljaju se u peribronhiolarnim i interalveolarnim prostorima

- koncentraciji čestica
- kemijskom sastavu

Pneumokonioze

- bolesti plućnog parenhima koje karakterizira tkivna reakcija na taloženje aerosola čvrstih anorganskih čestica (teško topivih!)
- postoje i **profesionalne pneumopatije** koje također nastaju udisanjem čestica prašine, ali nisu uključene u pneumokonioze jer nema dokaza o zadržavanju čestica u plućima (npr. berilioza - akutno edem pluća, kronično - granulomatozne promjene, pneumopatija uzrokovana tvrdim metalom - Co, farmerska pluća)
- tijek pneumokonioze ovisi o vrsti čestica koje dospiju do alveola
- tipovi:
 - *fibrogene pneumokonioze* - bujanje veziva = plućna fibroza (nodularna/difuzna intersticijska) - silikoza, antrakosilikoza, azbestoza, talkoza, aluminiza (Shaverova bolest)
 - *nekolagene pneumokonioze* - nakupljanje bez promjene plućnog tkiva, sideroza, stanoza, bariozza, kaolinoza

Silikoza

- nastaje dugogodišnjim (10-20g.) udisanjem prašine s visokim postotkom slobodnog SiO₂
- oboljevaju rudari, radnici u tvornici keramičkih proizvoda i porculana, radnici u ljevaoni
- bolest se razvija u 3 stadija:
 1. dispnea u naporu, slabí neproduktivni kašalj, ali normalne radne sposobnosti
 2. izrazita dispnea koja otežava rad, kašalj može biti produktivan
 3. dispnea u mirovanju, bolesnik nesposoban za rad, znakovi plućnog srca
- *silikotuberkuloza* - vrlo često se na silikozu nalijepi TBC
- PHD: čvorici u srednjim i donjim poljima pluća koji imaju tendenciju spajanja, sastoje se od koncentričnih vezivnih vlakana koja okružuju centralno smještene čestice prašine; često zadebljana pleura s priraslicama
- RTG: sitna okrugla zasjenjenja (1-3mm), u kasnijoj fazi nepravilna zasjenjenja velikih površina; kalcificirani limfni čvorovi oko hilusa = opisuju se kao ljska od jajeta; sve te promjene opisane u radiološkoj klasifikaciji pneumokonioza koju je izdala Međunarodna organizacija rada - RTG nalazi ukazuju na vrstu prašine koja je uzrokovala pneumokoniozu, ali osnovni etiološki podatak može dati samo radna anamneza
- TH: nema; neizlječiva progresivna bolest

Pneumokonioza kopača ugljena

- nastaje kombiniranim djelovanjem ugljene prašine i slobodnog silicijeva dioksida
- simptomi nalik silikozi, ali izraženiji simptomi kroničnog bronhitisa (dugotrajni kašalj s iskašljavanjem)
- istodobno s promjenama na plućima, nekad se mogu naći i promjene na zglobovima u obliku RA
- ljudi skloni RA, a izloženi teško topljivim česticama prašine mnogo brže razviju pneumokoniozu (Caplanov sindrom) te su podložni daljnjoj progresiji i nastanku masivne plućne fibroze (PMF)

Azbestoza

- uzrokovana taloženjem vlakana azbesta (krizotil - bijeli, amazit - smeđi, krocidolit - plavi azbest)
- azbestnoj prašini su izloženi rudari azbesta, posebno pri separaciji azbestnih vlakana od jalovine, u proizvodnji i primjeni azbestnog tekstila, azbestnog cementa, kod izolacijskih radova
- razvija se nakon 5 - 20 godina izloženosti
- glavni simptom je progresivna dispnea, u kasnijoj se fazi javlja kašalj s oskudnim iskašljajem
- RTG: difuzna intersticijska fibroza u donjim djelovima pluća,obliteracija kostofreničnih kutova, nejasna srčana sjena, zadebljanje pleure s kalcifikacijama
- funkcionalni testovi: smanjenje VC i difuzijskog kapaciteta (=restriktivne promjene)
- mikroskopija sputuma: azbestna tjelešca - duguljaste smećkaste tvorbe do 100µm građene od centralno smještenog azbestnog vlakna omotanog stanicama i sluzi; njihovim brojanjem dobivamo grubi uvid u izloženost azbestnim vlaknima
- TH: nema, neizlječiva progresivna bolest, obično završava insuficijencijom srca
- karcinogeno djelovanje = Ca pluća, mezoteliom pleure

Rijetke pneumokonioze

- talkoza - prašina vlaknatog silikata - talka
- aluminoza - prašina aluminija

Nekolagene pneumokonizore

- sideroza - prašina željeza
- kaolinoza - prašina kaolina
- stanoza - prašina kalaj oksida (kositar)
- barioza - prašina barita

- u uvjetima izloženosti anorganskim prašinama ne smiju raditi osobe s bolestima dišnih organa i oka, jačim deformitetima nosnog septuma i toraksa, monopsijom i tuberkulozom pluća
- zdravstveni pregledi: svakih 12 mjeseci, RTG svakih 24 mjeseca, fakultativno Astrandov test

Bronhopneumonije

- prašine organskog podrijetla može se podijeliti prema mjestu djelovanja na:
 - one koje izazivaju promjene pretežno na bronhima
 - vegetabilnog ili animalnog podrijetla
 - djelovanje: mehanički nadražaj sluznice, bronhostenoza ako sadrže tvari kontraktorskog djelovanja (histamin, serotonin) ili ako sadrže tvari koje oslobođaju histamin-liberatore
 - one koje djeluju pretežno u samom plućnom tkivu, u alveolarnom prostoru
- neke organske prašine dovode do stvaranja preosjetljivosti u nekim osoba i pojave bronhalne astme

Profesionalna bronhalna astma

- opstruktivna plućna bolest uzrokovanja udisanjem nekog provokativnog agensa u radnoj okolini
- nije uvijek izazvana alergijskim mehanizmom (tip 1), već bronhokonstrikcija može nastati i:
 1. refleksno - udisanjem čestica koje podražuju mehanoreceprote smještena na udaljenim mjestima od bronhospazma (formaldehid, izocijanati, nadražljivci)
 2. farmakodinamsko stezanje - zbog prisutnosti tvari koje sadrže histamin ili histaminu slične tvari
 3. akutna ili kronična upalna bronhokonstrikcija zbog stvaranja sekreta uslijed opetovanog podražaja bronhalne sluznice tvarima iz radne okoline
- kriteriji za postavljanje dijagnoze profesionalne bronhalne astme su da je:
 1. isključena endogena bolest sličnih simptoma
 2. isključena neprofesionalna etiologija bolesti
 3. bolest nije postojala prije nastupanja na posao
 4. postoji inkriminirani agens čija su iritativna, farmakodinamska i upalna svojstva poznata
 5. da se simptomi pojavljuju uglavnom ili pretežno za vrijeme rada
 6. da se stanje bolesnika poboljšava kad je izvan radnog mjesta duže vrijeme
- pregledi: skupinu atopičara treba isključiti iz izbora za radno mjesto, a periodičnim pregledima ispitati bronhalnu reaktivnost ostalih
- neke druge organske prašine (brašno, neke vrste drveta, duhan, kava, neke vrste čajeva, crvena paprika) mogu u atopičara izazvati profesionalnu bronhalnu astmu, vrlo često kombiniranu s kroničnim bronhitisom, ali i kronični bronhitis bez astme
- i u preradi životinjske dlake i krvna, kao i pri radu s perjem može doći do razvitka preosjetljivosti s pojavom profesionalne bronhalne astme

Bisinoza

- uzrokuju ju prašine vegetabilnog porijekla (pamuk, lan, konoplja-40%)
- javlja se u tekstilnih radnika nakon dugogodišnje izloženosti
- tri stadija:
 1. suhi kašalj, dispnea, stezanje u prsim - u početku samo tijekom radnih dana u tjednu, kasnije stalno; mjerjenje ventilacijske funkcije pluća ukazuje na redukciju dinamičkih kapaciteta
 2. ireverzibilna redukcija ventilacijskih kapaciteta (<70%normale)
 3. simptome nemoguće razlikovati od KOPB-a

Alergijski alveolitis

- alergijska reakcija tipa III na organske aerosole vrlo malog promjera koji dođu do alveola

- pršine biljnog i životinjskog podrijetla koje sadrže spore različitih pljesni
- *farmerska pluća*
 - u poljoprivrednika koji su bili u kontaktu s vlažnim pljesnivim sijenom; simptomi: kašalj, otežano disanje uz povišenu temperaturu, zimicu, slabost i gubitak težine; u kasnijoj fazi bolesti nastaje fibroza koja otežava difuziju kisika preko alveo-kapilarne membrane
 - DG: povišeni titar specifičnih precipitina; testiranje ekstraktom prašine kojoj je radnik izložen može na koži izazvati kasnu reakciju =crvenilo i urtika na mjestu primjene 3-6h nakon aplikacije
- javlja se i u radnika u proizvodnji piva (pljesnivi ječam), u uzgajivača gljiva (pljesni s gljivarskog gnojišta), u radnika u siranama (skidanje pljesnive kore sira) te u uzgajivača ptica i peradi (pljesniva prašina životinjskih izmetina)
- TH: kortikosteroidi u akutnoj fazi
- u izloženosti organskim prašinama ne smiju raditi osobe s kroničnim bolestima dišnih organa i oka, atopičari, osobe s jačim deformitetima nosnog septuma i toraksa, te osobe s monopsijom
- zdravstveni pregledi: svaka 24 mjeseca; fakultativno alergološko ispitivanje, RTG i Astrandov test

SUZBIJANJE IZLOŽENOSTI ONEČIŠĆENJIMA ZRAKA

- najbolji način zaštite = uklanjanje izvora onečišćenja iz radne prostorije
- automatizacija i hermetizacija
- oklapanje izvora
- odvođenje onečišćenja ventilacijom
- upotreba vlažnih postupaka
- osobna zaštita - plinske maske s cijelima za adsorpciju plinova ili para i respiratori za uklanjanje prašine iz udahnutog zraka; vrlo neugodna za nošenje zbog otežana disanja i znojenja kože lica kod većine tipova maski i respiratora pa ih zaista treba predvidjeti samo za kratkotrajnu izloženost i samo kada su iscrpljene sve ostale mogućnosti zaštite

PROFESIONALNI MALIGNI TUMORI

- 1775. – prvo otkriven karcinom skrotuma u dimnjačara zbog izloženosti bitumenu i mineralnom ulju
 - nastaju na mjestu gdje određeni karcinogen ima najduži i najintenzivniji kontakt s tkivom
1. **Maligni tumori kože**
 - nastaju na licu, vratu, rukama, skrotumu i nogama
 - uzrokuju: katran, bitumen, asfalt, As, Ra, UV, ionizirajuća zračenja
 - često je važna fotosenzibilizacija koju uzrokuju produkti kamenog ugljena i nafta (smole, parafini)
 2. **Maligni tumori dišnih organa**
 - uzrokuju: azbest, katran, As, Ra, Co, Cr, Be, Ni, prašina drveta
 - lokalizacije od paranasalnih sinusa do pluća
 3. **Maligni tumori mokraćnog mjehura**
 - uzrokuju: aromatski amini – 1-benzilamin, 2-benzilamin, benzidin; auramin, magenta
 - posebno ugroženi radnici u proizvodnji sintetskih boja
 - mokraćni mjehur, uretra, pijelon
 4. **Ostali organi**
 - *jetra* – As, vinilklorid monomeri
 - *kosti* – Be, radioaktivno zračenje
 - *krvotvorni* – benzen, radioaktivno zračenje

BOLESTI POVEZANE S RADOM

- skupine nespecifičnih bolesti rada kod kojih nepovoljni uvjeti rada imaju predisponirajući, agravirajuće i etiološko značenje u nastanku bolesti
- bolesti profesije - bolesti koje se češće javljaju među ljudima istog zanimanja

1. Bolesti sustava za kretanja

- posljedica nefizioloških i prisilnih položaja pri radu, nefiziološkog opterećenja zglobova te dugotrajnih izvođenja istih pokreta bez dostačnog odmora
- dovode do statičkih naprezanja mišića, pritiska na živce, mikrotreume i degenerativnih bolesti
- *sindrom bolnih leđa* - čest, >50% radnika iskusilo barem jednom tijekom radnog vijeka, posebno pogoduju vibracije i izvrtanje tijela (profesionalni vozači), najčešće: oštećenje intervertebralnog diska lumbalne kralježnice, preko 80% se oporavlja uz odmor i terapiju nakon 2-3 tjedna, ali se u 15% ponovno javlja unutar 1 godine (→ kronični oblik) - razlog tomu je potpuno zanemarivanje ergonomskog dijela liječenja
- *sindrom bolnog ramena*
- *oštećenja zglobova* - artroze zglobova ruku (zidari, rudari, zemljoradnici, daktilografi), oštećenje meniska (rudari, građevinari), bolesti sluznih vreća (parketari - kleće)

2. Profesionalne bolesti mekih tkiva

- *tendinitis* - posljedica stereotipnih pokreta bez odmora (klavijaturisti), a posebice onih koji uključuju zahvat između palca i kažiprsta uz brzo okretanje podlaktice (krojači, obućari)
- *paralize perifernih živaca* - najčešće n. radialis, n. ulnaris, n. medianus, n. peroneus, n. tibialis
- *varikoziteti vena* - posljedica dugotrajnog statičkog rada
- 3. **Profesionalni laringitis** - nastanak hipotonije i čvorića na glasnicama i posljedične disfonije koja se pojačava tijekom radnog dana, a nastaje zbog pretjerane i nepravilne upotrebe glasnica (pjevači, glumci, rad u štetnim prašinama i plinovima)
- 4. **KOPB** - posljedica genetske predispozicije, hiperreaktivnosti bronha, ali i onečišćenja zraka, posebice pušenja, onečišćenja industrijskim prašinama, nadražljivcima te nepovoljnih klimatskih uvjeta
- 5. **Arterijska hipertenzija** - uzrokuju ju buka, vibracije, prekomjerno toplinsko opterećenje, psihogeni faktori, prekomjeran rad
- 6. **Psihičke tegobe/bolesti** - u 10% radne populacije uzrok psihičkih tegoba je stres na radnom mjestu
 - rizični čimbenici: prelagan posao, repetitivni rad, nejasna organizacija posla, konflikti
 - najsnažniji tip stresa: migracija (rad u smjenama) - utječe na temperaturu tijela, metaboličke procese, ritam sna, smanjuje tek, oštećuje rad probavnog sustava uzrokujući peptički ulkus
 - posebno pogodene profesije: kontrolori leta, policajci, čuvari zatvora
 - u korelaciji s prekomjernim pušenjem, alkoholizmom i pijenjem kave
- **oštećenje zdravlja pri radu na videoterminalima** - rad na videoterminalima djeluje, zbog repetitivnih pokreta, velike odgovornosti i povećane potrebe za pozornošću, na brojne organske sustave; uzrokuje očne smetnje (umor, suhoća očiju), smetnje mišićno-koštanog sustava zbog nepovoljnih ergonomskih rješenja radnog mjesta, fotosenzitivni oblik epilepsije, psihičke smetnje (posljedica stresa i umora)

ZAŠTITA PRI RADU

Tehnička zaštita

1. automatizacija – reducira se broj ugroženih radnika
2. hermetizacija – sprječava prodor u radnu okolinu faktora koji ugrožavaju radnika
3. eliminacija – potpuno odstranjenje štetne tvari
4. supstitucija – zamjena štetne tvari neopasnom
5. promjena tehnološkog procesa – regulacijom temperature → brzine kemijskih reakcija. smanjuje se oslobođanje plinova, para i aerosola, smanjivanje stvaranja prašine, uporabom vlažnih metoda ili ulja
6. tehnička zaštita na strojevima i mehanički uređajima – uporaba ograda ili oklopa oko opasnih dijelova stroja, mehanizirano dovodenje materijala u strojeve, automatsko zaustavljanje pokretnog dijela stroja ako se dio tijela nađe u opasnom prostoru, upravljanje strojevima iz daljine, uporaba strojeva koji prisilno uklanjaju dijelove tijela iz opasnog prostora kad se stroj pokrene
7. segregacija – prostorna (izloženi samo radnici koji su prijeko potrebni) i vremenska (izvođenje opasnih operacija kad se najmanji broj ljudi nalazi na poslu)
8. opća ventilacija – uvođenje velikih količina zraka u radni prostor kako bi se eliminirali nepovoljni toplinski čimbenici, razrijedilo onečišćenje zraka; upotrebljava se i kada postoji mnogo izvora malih količina onečišćenja u obliku plinova i para (→ neučinkovita za aerosole); dodatna mjera uz lokalnu

9. lokalna ventilacija – najčešće se upotrebljava, stvara strujanje oko izvora onečišćenja takva smjera i takve brzine da onečišćenje odnosi od radnika
 – dijelovi: ventilacijska kapa, ventilacijski cjevovodi, ventilator

Osobna zaštita

- predmeti koje radnici nose na tijelu kako bi se zaštitali od nepovoljnih uvjeta radne okoline
 - upotrebljavaju se samo kada zbog bilo kojeg razloga nije moguće upotrijebiti neku drugu metodu zaštite, kada je potrebno radnika dodatno zaštiti te za kratkotrajne izloženosti malih skupina radnika
 - postoje standardi za namjenu, vrstu i kvalitetu osobne zaštite, a propisane su i metode provjere njihove kvalitete i djelotvornosti
1. zaštita glave – od pokretnih dijelova, prekomjerne topline, udarca pri padu ili pada predmeta na glavu, ponekad pri radu s električnom energijom; kape sa štitnikom, kacige, kapuljače od tkanine
 2. zaštita tijela – od prašine, vode, drugih nagrizajućih tekućina, prekomjerne topline, ozljeda; pregače, štitnici za pojedine dijelove tijela, ogrtači, zaštitni opasači za rad na visinama i dubinama
 3. zaštita ruku – od ozljeda, vibracija, različitih tekućina, zračenja, električne struje i hladnoće; rukavice, štitnici
 4. zaštita nogu – od udarca, vlage, tekućina, topline, hladnoće; zaštitne cipele, penjalice, dereze
 5. zaštita očiju – od letećih čestica, plinova, para, aerosola, prskajućih koroziva, bljeskova, UV i IC zračenje; naočale, štitnici u kombinaciji s kacigom
 6. zaštita sluha
 7. zaštita respiratornog sustava – najsloženija, od aerosola, plinova, para i manjka kisika; zaštitna sredstva koja pročišćavaju udahnuti zrak mogu se koristiti samo ako je koncentracija kisika veća od 16% - plinske maske (za onečišćenje plinovima ili parama do 2%), kemijski respiratori (do 0,1%) i samospasoci (za izlaz iz zatvorenih prostorija pri naglom prodoru otrovnih plinova); za plinove i pare filtri su građeni od punjenog aktivnim ugljenom koji adsorbira ili kemijski reagira s onečišćivačima, a za aerosole se koriste mehanički filtri od spužvaste gume ili celuloze
 - ako je koncentracija kisika manja od 16% ili se u zraku nalaze velika onečišćenja, koriste se izolacijski aparati kod kojih se kisik udiše iz boce
 8. zaštita cijelog tijela - neke tvari prolaze kroz neoštećenu kožu pa se osim respiratornog sustava, treba zaštiti i dodir cijelog tijela s takvom tvari (anilin, cijanovodik)

PROCJENA OPASNOSTI I ZDRAVSTVENA OCJENA RADNOG MJESTA

- **procjena opasnosti radnog mjesta** - utvrđivanje zahtjeva i značajki radnog mjesta; potrebna je za:
 - za profesionalnu orijentaciju, selekciju i prekvalifikaciju
 - odlučivanje pri zapošljavanju djelatnika, posebno pri zapošljavanju invalidskih osoba
 - odlučivanje pri procjeni potrebnog trajanje obuke
 - pri donošenju rješenja za obavljanje rada na siguran način
 - za rješavanje ergonomskih problema
 - * provode psiholog, liječnik medicine rada, inženjer sigurnosti na radu, pravnik
- **radna mjesta s posebnim uvjetima rada** - radna mjesta gdje se za vrijeme rada javljaju određeni činitelji koji mogu štetno djelovati na zdravlje zaposlenih, bez obzira na razinu zaštite na radu; postoji povećana opasnost od ozljeda i zdravstvenih oštećenja; prema Zakonu o zaštiti na radu takav posao ne smiju obavljati mlađi od 18 godina, a osoba koja ga obavlja mora imati potvrdu liječnika medicine rada da je sposobna obavljati takav posao
- **Zakon o zaštiti na radu**
 - poslodavac je dužan izvjestiti službu medicine rada o:
 1. svim čimbenicima na mjestu rada i radnom okolišu za koje se zna ili prepostavlja da mogu štetno djelovati na radnika
 2. učestalosti obolijevanja među zaposlenicima
 3. izostajanju s posla iz medicinskih razloga
 - služba medicine rada mora obavijestiti nadzorno tijelo o osnovanoj sumnji na profesionalnu bolest
 - izvješće o radnom mjestu s posebnim uvjetima rada mora sadržavati:

1. informacije o radnom mjestu
 - mjesto obavljanja rada
 - vrste štetnosti u radnoj okolini
 - trajanje i učestalost izloženosti
 - osobna zaštitna sredstva
2. posebni uvjeti - spol, dob, stručna sprema, psihičko stanje

3. informacije o vrsti rada
 - opis poslova koji se obavljaju
 - opis oruđa i opreme kojom se koriste
 - vrstu tjelesne aktivnosti zaposlenog
 - bliža oznaka tjelesne aktivnosti u objektnim veličinama (kg, m)
 - trajanje i učestalost aktivnost

SPECIFIČNA ZDRAVSTVENA ZAŠTITA DJELATNIKA

- **zdravstvena zaštita djelatnika** - specifična zdravstvena zaštita koja obuhvaća preventivne poslove vezane uz stvaranje i održavanje sigurne i zdrave radne sredine koja omogućuje optimalno fizičko i mentalno zdravlje te prilagođavanje rada sposobnostima radnika
- zadaće medicine rada:
 1. liječnički pregledi utvrđivanja radne sposobnosti
 2. pregledi prije zaposlenja na mjesta s posebnim uvjetima rada
 3. utvrđivanje i procjena rizika štetnosti za zdravlje na radnom mjestu
 4. praćenje činitelja u radnom okolišu koji mogu ugroziti zdravlje
 5. savjetovanje poslodavca o planiranju i organizaciji rada te unaprijeđenju sigurnosti i higijene
 6. praćenje zdravlja zaposlenika u odnosu na rad
 7. sudjelovanje u stručnoj rehabilitaciji
 8. provođenje aktivnog odmora
 9. analiza ozljeda na radu i profesionalnih bolesti

ZDRAVSTVENA ZAŠTITA POJEDINIH RADNIH SKUPINA

- **žene** - za vrijeme trudnoće i dojenja ne smiju biti izložene buci, vibracijama, visini, tlaku, djelovanju Pb, Hg, Mn, F, U, CS2, halogenim derivatima ugljikovodika, benzenu i derivatima, smolama, pesticidima na bazi Cl-UV, HBV, HIV, HSV, CMV, VZV, rubeole, listerije i toksoplazme
- **maloljetnici** - ne smiju raditi prekovremeno, a u posebnim uvjetima rada i noću smiju samo ako je prijeko potrebno
- **osobe sa smanjenom radnom sposobnosti** - zbog starosti, invaliditeta ili bolesti, ne smiju obavljati poslove koji bi mogli dovesti do gubitke preostale radne sposobnosti

PROFESIONALNA ORIJENTACIJA I SELEKCIJA

- profesionalna orijentacija - dijagnostički postupak kojem je svrha usmjeravanje osoba na poslove koji najbolje odgovaraju njegovim psihofizičkim osobinama i sklonostima; savjetuje se ispitanika prema određenom području rada, a ne određenom zanimanju; primjenjuje se u mladeži pri izboru zanimanja, posebice ako za upis u škole koje zahtijevaju posebne vještine, pri prekvalifikaciji te kod osoba s otežanom mogućnošću zapošljavanja
- profesionalna selekcija - izbor između zainteresiranih za radno mjesto na temelju stručne sposobljenosti i osobina najbolje odgovara za radno mjesto; pri izboru zaposlenih na radna mesta s posebnom društvenom odgovornošću, najranije opravdana pri upisu u glazbene/slikarske škole, kod kojih su potrebne posebne sposobnosti

OCJENJIVANJE RADNE SPOSOBNOSTI

- usklađivanje bioloških osobina organizma sa zahtjevima radnog mjesa
- počinje nakon osnovne škole, a ponavlja se nakon srednje, pri stupanju u radni odnos
- cilj je očuvanje zdravlja i njihove radne sposobnosti, sprječavanje invalidnosti zbog ozljeda na radu, profesionalnih bolesti i bolesti povezanih s radom te kao posljedicu - povećanje produktivnosti rada

- svaka ocjena radne sposobnosti mora sadržavati i prognozu trajanja radne sposobnosti (mora uključiti činitelje koji mogu utjecati na padanja radne sposobnosti)
- promjene zdravstvenog stanja koje su ispod minimalnih zahtjeva radnog mesta i trajne su prirode, predmet su ocjene invalidske komisije, ne liječnika medicine rada
- gubitak radne sposobnosti - potpuno nepostojanje rane sposobnosti (= invalidski umirovljenik)
- tjelesno oštećenje - gubitak, bitnije oštećenje ili znatnija onesposobljenost pojedinih organa ili dijelova tijela što otežava normalnu aktivnost i utječe na radnu sposobnost
- privremena radna nesposobnost - u akutnoj ili subakutnoj fazi bolesti = apsentizam