

# Okolje in zdravje



Maja Čemažar  
Onkološki inštitut

# Vsebina predavanj

- Dejavniki okolja glede na delovanje
- Dejavniki okolja glede na vir izpostavitve
- Rak kot primer bolezni, ki nastane pretežno pod vplivom okolja
- Ionizirajoče sevanje - biološki učinki

# Dejavniki okolja glede na delovanje

- Biološki (virusi, bakterije...)
- Kemični (benzen, halogeni...)
- Fizikalni (hrup, električna energija...)
- Mehanični (poškodba)
- Psihosocialni (stres, negotovost...)

# Dejavniki okolja glede na vir izpostavitve

- Zrak
- Voda
- Hrana in pridelovanje hrane
- Bivalno okolje in urbanizacija
- Viri energije
- Industrijsko onesnaževanje

# Rak: primer bolezni, ki nastane pretežno pod vplivom okolja

## Ionizirajoče sevanje

- **Osnove tumorske biologije:** struktura celice, delitev, mutacije, karcenogeni, geni odgovorni za nastanek raka, lastnosti tumorskih celic, invazivnost, metastaziranje
- **Biološki učinki ionizirajočega sevanja:** vrste ionizirajočega sevanja, delovanje na DNA, celice, tkiva, organizem

# Okolje in zdravje

- Dejavniki okolja, njihov učinek na zdravje, občutljivost populacije
- Ocena tveganja
- Obvladovanje in varovanje pred dejavniki okolja (obvladvanje tveganja)

# Ekosistem

- funkcionalna sodelovanje življenjska združbe (biocenoza) in dejavnikov neživega okolja (biotop)

# Okolje - zdravje

- Okolje - celota vseh dejavnikov v življenjskem prostoru, ki vplivajo na živa bitja oz. so pod njihovim vplivom  
"vse kar je okoli (zunaj) človeka"
- Zdravje (WHO) - stanje popolnega telesnega, duševnega in socialnega ugodja in ne samo stanje brez bolezni in poškodb  
"določeno z genetskimi dejavniki in dejavniki okolja"



# Škodljivi dejavniki

## Tradicionalni

---

Prenašalci bolezni  
Infektivni agensi  
Neprimerno bivališče  
Pitna voda slabe kvalitete  
Onesnažen zrak v  
prostorih  
Pomanjkanje hrane  
Rojevanje  
Divje živali  
Poškodbe pri pridelovanju  
hrane

## Sodobni

---

Kajenje  
Transport  
Onesnaženje zaradi  
odpadnih voda  
Onesnažen zrak  
Povečana ali napačna  
uporaba kemikalij  
Industrija  
Nepravilna prehrana

---

# Biološki, kemični in fizikalni dejavniki glede na vir izpostavitve

	Biološki	Kemični	Fizikalni
Zrak			
Vir/izvor	Mikroorganizmi	Dim, prah, delci	Sevanje, toplota, hrup
Vektorji	Kašljanje, izdih	Onesnažen zrak	Podnebje, nenadzorovana izpostavitve
Poti	Vdihavanje, kontakt	Vdihavanje, kontakt	Vdihavanje, direktni vnos v telo

# Biološki, kemični in fizikalni dejavniki glede na vir izpostavitve

	Biološki	Kemični	Fizikalni
Voda			
Vir/izvor	Mikroorganizmi, razpadajoča organska snov	Iztoki, poroznost, odpadki	Sevanje, toplota hladilne vode pri nuklearkah
Vektorji	Žuželke, glodalci, polži, živalski iztrebki, prehrambena veriga	Oneažena voda in hrana	Nesreče, onesnažena hrana in voda
Poti	Ugrizi, zaužitje, kontakt	Zaužitje, kontakt	Zaužitje, kontakt

# Biološki, kemični in fizikalni dejavniki glede na vir izpostavitve

	Biološki	Kemični	Fizikalni
Zemlja			
Vir/Izvor	Organizmi v zemlji	Trdne snovi, tekočine	Sevanje
Vektorji	Razpadajoče organske snovi, ki vodijo v vzdrževanje org.	Onesnažena hrana in podtalnica	Nesreče, onesnažena hrana in podtalnica
Poti	Kontakti, ugrizi	Zaužitje, kontakt	Kontakt, zaužitje

# Biološki dejavniki

- Vrste:
  - Vse oblike življenja, vključno s produkti, ki jih živi organizmi proizvajajo
  - Rastline, živali, glive, bakterije, virusi, prioni
  - Toksini in alergeni

# Nalezljive bolezni

- Bolezni, ki se prenašajo s človeka na človeka (živali na človeka)
- Najpogostejše smrtnealezljive bolezni: akutne respiratorne infekcije otrok mlajših od 5 let, driska, tuberkuloza, malarija, ošpice, hepatitis B, AIDS

# Nalezljive bolezni - vrste prenosa

- Direktni kontakt (spolno prenosljive bolezni)
- Preko zraka (okužbe zgornjih dihalnih poti, tuberkuloza)
- Drugi nosilci (material, ki je v stiku z okuženo osebo, gliste)
- Vektorji (insekti, borelija)

# Širjenje bioloških dejavnikov

- Onesnažena voda: kolera, trebušni tifus...
- Slaba higiena, kanalizacija
- Prenos bolezni preko zraka: tuberkuloza, ošpice, gripa, pljučnice
- Prenaseljenost



# Širjenje bioloških dejavnikov

- Neurejeni (nečisti) prostori za živali: zoonoze (kuga)
- Onesnažena zemlja in voda (stoječa voda, nehigienski prostori): širjenje bolezni, ki jih prenašajo žuželke in glodalci: malarija, trahom, rumena mrzlica, trebušni tifus...)

# Širjenje bioloških dejavnikov

- Spremembe v okolju in motnje v ravnotežju naravnih prebivalcev lahko imajo velik vpliv na prenos nalezljivih bolezni (Ebola virus...)

# Poti izpostavitve

- Voda, zrak in hrana
- Poleg tega lahko vstopajo paraziti tudi:
  - direktno preko kože (trakulja)
  - prek ugrizov žuželk (malaria)
  - preko kontaminirane zemlje na kožo
  - prenos s človeka na človeka

# Minimalna efektivna doza

- Najmanjše potrebno število bakterij (virusov, parazitov), ki povzročijo bolezen pri posamezniku

# Distribucija, rast in obrambni mehanizmi

- Infekcija (okužba) lahko nastane na mestu vstopa v telo (infekcije zgornjih dihalnih poti, akne). Vdorno mesto.
- Širjenje po telesu preko krvi, limfe ali drugih telesnih tekočin - pojav infekcije v delih telesa, ki je primerno za rast patogenov. Generalizacija - ciljna tkiva

# Obrambni mehanizmi

- Imunski sistem: humoralna imunost (protitelesa), celična imunost
- Minimalna infektivna doza varira glede na povzročitelja in je različna med posamezniki glede na fizično kondicijo in stopnjo prehranjenosti...
- Antibiotiki

# Vplivi na zdravje

- Infekcija: bolezen, ki jo lahko povzroči biološki dejavnik v gostitelju
- Črevesne bolezni
- Respiratorne bolezni
- Spolno prenosljive bolezni
  
- Rezistenca na antibiotike

# Testi za identifikacijo bioloških dejavnikov

- Mikrobiološki testi
- Izolacija iz dol. organov, krvi in drugih telesnih tekočin
- Imunološki testi (prisotnost protiteles)
- Kontrola pitne vode, hrane, zemlje



# Kemični dejavniki

- Prb.  $10 \times 10^6$  kemičnih spojin je bilo sintetiziranih od začetka 20. stoletja
- Prb 1% se uporablja v vsakodnevnem življenju (pesticidi, zdravila...)

# Toksičnost

- Vsak škodljiv učinek kemikalije na ciljni organ
- Vse kemikalije so toksične do dol. mere - tveganje odvisno predvsem od stopnje toksičnosti kemikalije in trajanja ter pogostnosti izpostavitve
- Za večino kemikalij študije o njihovi toksičnosti še niso narejene

# Toksičnost

- Za identifikacijo in razvrstitev kemičnega dejavnika je potrebno poznati naslednje o kemikaliji:
  - Fizikalne in kemične lastnosti
  - Načini vstopa v telo
  - Distribucija in metabolizem v telesu
  - Učinki, ki jih ima na organe
  - Kako opredeliti škodljivost v realnem okolju

# Klasifikacija

- Anorganske spojine
  - Halogeni
  - Jedki materiali
  - Kovine
- Organske spojine
  - Ogljikovodiki
  - Halogenirani ogljikovodiki
  - Alkoholi
  - Glikoli in njegovi derivati
  - Organska topila

# Anorganske spojine

- Halogeni: fluor, klor, brom, jod (iritacije dihalnih poti)
- Jedki (korozivni) materiali: amoniak, kalcijev hidroksid, kalcijev oksid, kalijev hidroksid, kisline... (lokalne razjede na koži, očeh, dihalih)
- Kovine: kadmij, krom, baker, svinec, mangan, živo srebro... nekateri nujni za življenje, akumulacija v dol. tkivih

# Organske spojine

- Ogljikovodiki:
  - alifatski (metan, etan, propan, ....., parafin) - povzročajo zadušitve, iritacijo sluznic
  - ciklični (cikloheksan, metil cikloheksan, benzen...) - karcinogeni, mutageni, ksenoestrogeni

# Organske spojine

- Halogenirani ogljikovodiki (klorometan, kloroform, ogljikov tetraklorid, polivinil klorid, dioksani) - težko razgradljivi - vključijo se v prehrambeno verigo - povzročajo motnje v delovanju živčnega in imunskega sistema, karcinogeni

# Organske spojine

- Alkoholi (metanol, etanol) - toksični za različne organe, najbolj očitno za centralni živčni sistem, slepota



# Organske spojine

- Glikol in derivati (etilen glikol, etri, ketoni, aldehidi, cianidi) - različna toksičnost glede na skupino

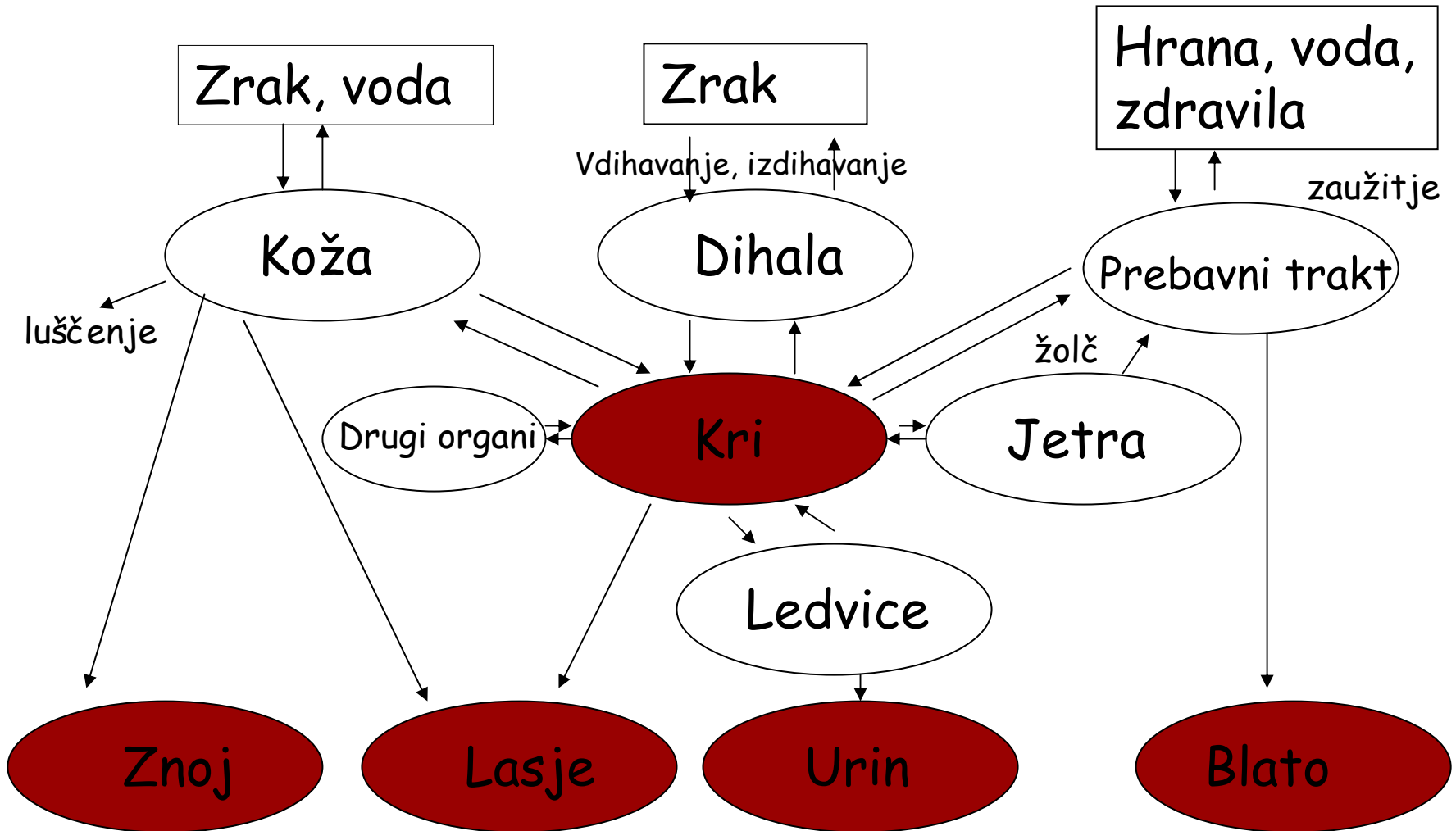
# Poti izpostavitve

- Kemikalije se sproščajo v okolje na različne načine:
  - Pri naravnih geoloških procesih, pri pridobivanju rude, različni odpadki (industrijski, kmetijski, hišni...)
  - Pri nesrečah (med proizvodnjo, skladiščenjem, transportom)
- Onesnaženje zraka, vode, zemlje, morja, hrane (preko prehrambene verige ali zaradi uporabe kemikalij v proizvodnji hrane)

# Poti izpostavitve

- Kemikalije vstopajo v telo z:  
vdihavanjem, zaužitjem, absorpcije  
preko kože, oči, prenosom preko  
placente, dojenjem

# Distribucija, metabolizem, izločanje



# Distribucija

- Vdihavanje:
- Za pojav kroničnih bolezni ponavadi potrebna 10-20 letna izpostavitve
  - Silikoza (zmanjšana pljučna kapaciteta)
  - Azbestoza (vnetje pljuč, fibroza, rak)

# Distribucija

- Zaužitje - iz prebavnega trakta preko krvožilja v jetra:

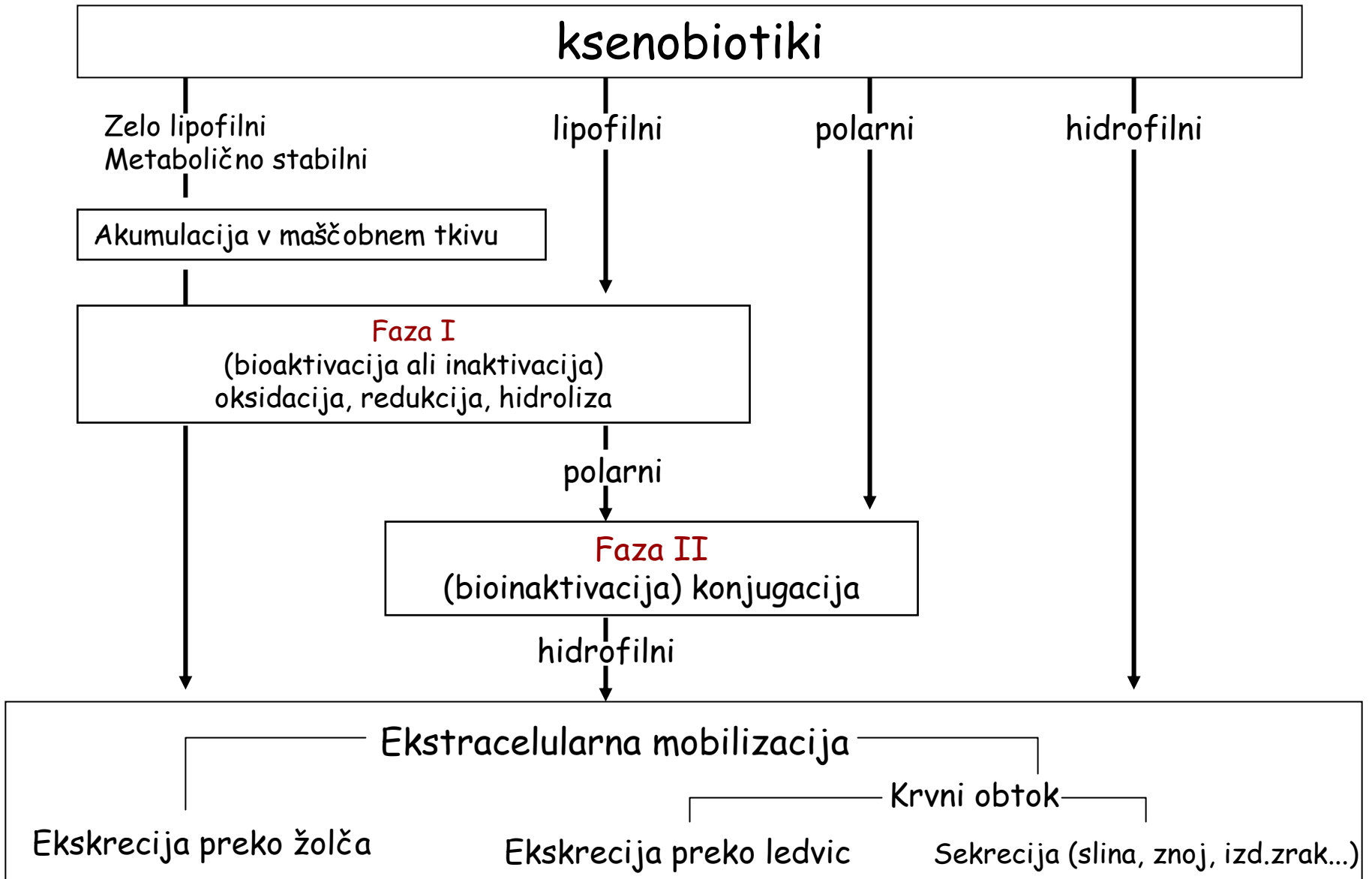
- BIOTRANSFORMACIJA:

- Detoksifikacija (zmanjšana toksičnost)
- Bioaktivacija (povečana toksičnost)

Poteka preko 2 faz: faza I: dodajanje polarnih skupin (-OH, -COOH) na toksične molekule

faza II: dodajanje endogenih hidrofилnih skupin, ki omogoča hitro izločanje

# Metabolizem in izločanje



## Sistemska in za dol. organ specifična toksičnost-lokalna toksičnost

- Sistemska toksičnost: učinek kemikalije na celotno telo po absorpciji in distribuciji s krvjo po telesu.
- Lokalna toksičnost: učinek na organ, kjer je kemikalija prišla v stik z organizmom



# Učinki na spolno funkcijo in na razvoj plodu

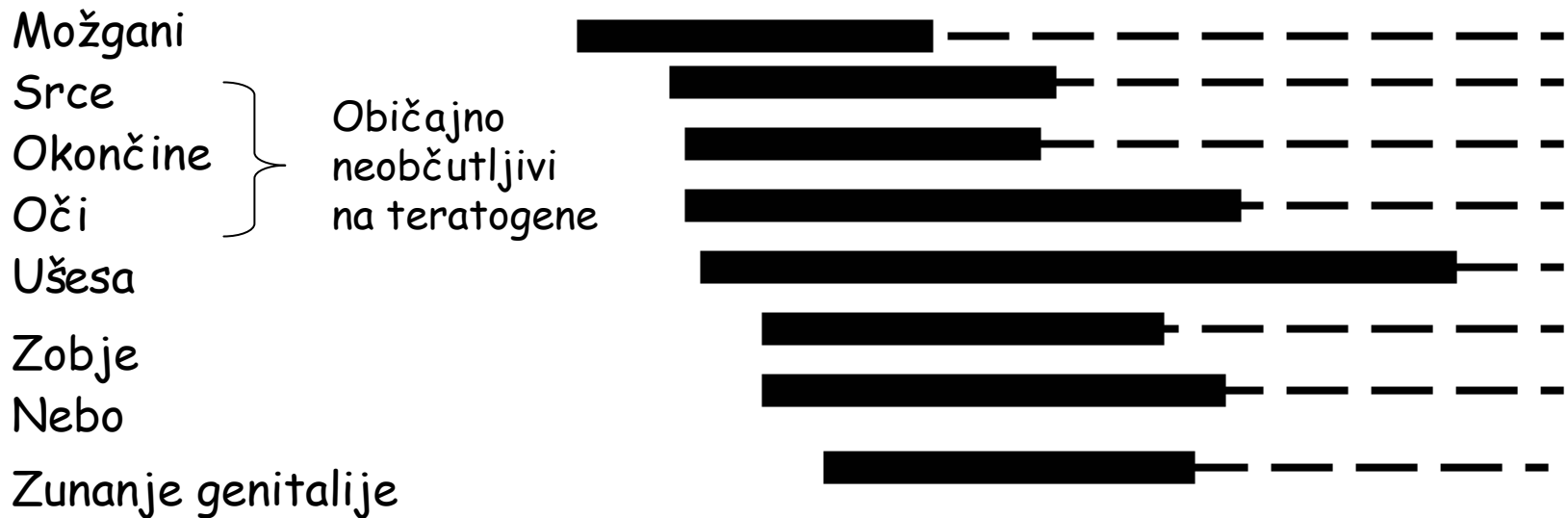
- Učinki na plodnost, spolno funkcijo in libido
- Učinki na plod - prirojeni defekti, zmanjšana teža novorojenčka, splav
- Učinki odvisni od vrste in trajanja izpostavitve kemikaliji, ter od faze razvoja plodu v času izpostavitve kemikaliji

# Razvoj organov med nosečnostjo

Nosečnost (v tednih)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 // 16 // 20 - 36 38

Organ Delitev in vsaditev ← Zarodek → ← Plod →



Prenatalna smrt

Večje morfološka abnormalnosti

Fiziološki defekti in manjše morf. poškodbe

■ Zelo občutljiv interval

- - - Nadaljnji razvoj, manj občutljiv na teratogene

# Genotoksičnost

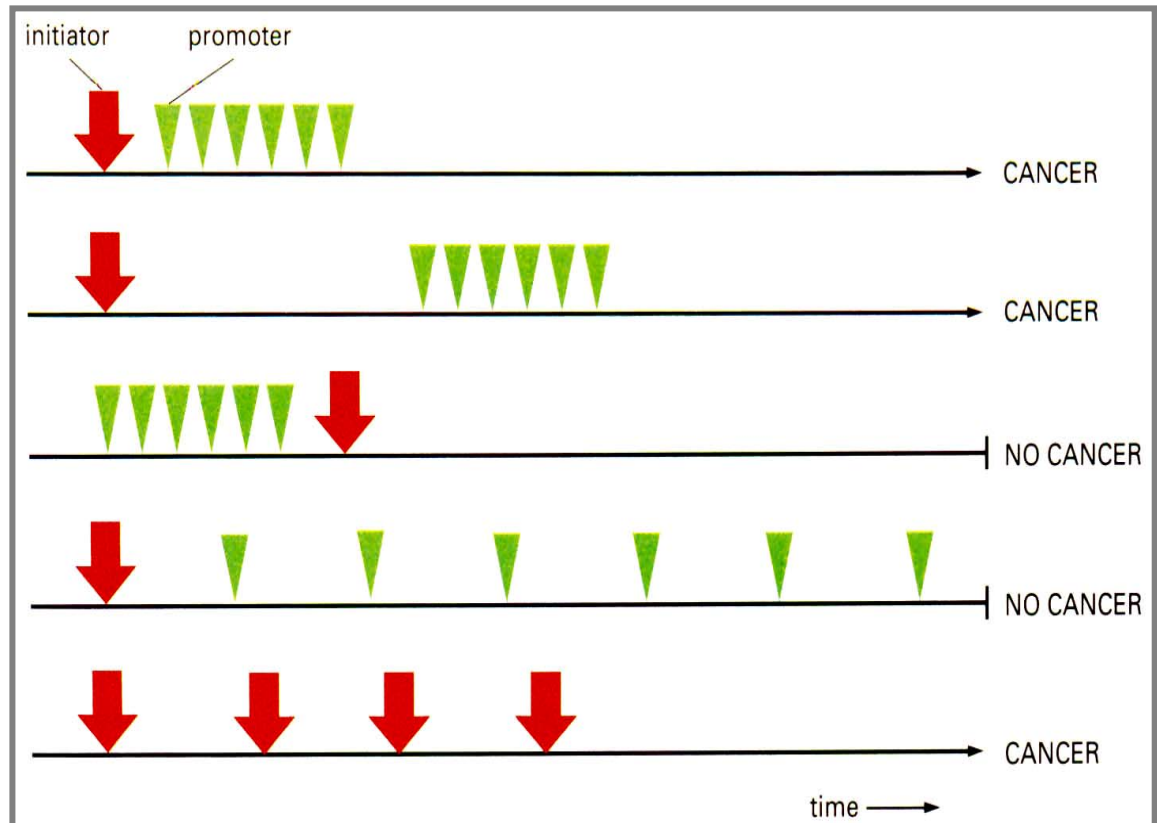
- Biološki, kemični ali fizikalni dejavniki lahko reagirajo z **DNA** in s tem spremenijo njeno strukturo ali funkcijo, kar lahko vodi v spremembo genetske informacije.
- Mutacije

# Genotoksičnost

- Karcinogeneza (nastanek tumorjev)
- Toksičnost na zarodek in plod ( dedne genetske boleti in spačenost (malformacije))
- Druge somatske bolezni (arterioskleroza, katarakta (motnost očesne leče))

# Karcinogeneza

- Inicijacija
- Promocija
- Napredovanje



# Karcinogeni

- Organski karcinogeni: ogljikove spojine
- Anorganski karcinogeni: spojine, ki vsebujejo arzen, nikelj in krom
- Azbest in sintetična mineralna vlakna azbest deluje tudi kot promotor
- Ionizirajoče in ultravijolično sevanje
- Virusi

# Toksičnost-testiranje

- Toksikološki profil kemikalije
- Testi za določevanje:
  - Akutne toksičnosti
  - Subkronične toksičnosti
  - Kronične toksičnosti
- Testi specifični za določeno področje toksičnosti (na spolne organe (multigeneracijske študije, teratogene študije), genotoksičnost, kožni testi (alergije), imunotoksičnost, nevrotoksičnost, dihalni organi)

# Akutna toksičnost

- Učinki kratkotrajne in visoko-dozne izpostavitve
- $LD_{50}$ -letalna doza, ki povzroči smrt 50% testnih živali
- $ED_{50}$ - efektivna doza, ki ima učinek na 50% testnih živali
- $LC_{50}$ - koncentracija, ki povzroči smrt 50% testnih živali (kadar testiramo pline ali hlape)



# Subakutna toksičnost

- Določevanje doze, ki vpliva na splošno stanje živali (izguba teže, sposobnost hranjenja, aktivnost in obnašanje)
- Funkcionalni testi (funkcija ledvic, jeter), histopatologija, analiza krvi in urina
- Testi trajajo prb. 28 - 90 dni (glede na vrsto testnih živali, 10% pričakovane življenjske dobe)

# Kronična toksičnost

- Določevanje ali ima kemikalija kakršen koli vpliv na zdravje pri dolgotrajni izpostavitvi (razvoj raka)
- Glede na vrsto testnih živali traja npr. 2 leti za podgane, miši - megamouse projekt

# Ostali testi

- Reproduktivne študije
- **Kratkotrajni genotoksični testi**
- Študije na ljudeh - klinične, epidemiološke
- Odnos struktura - aktivnost

# Označevanje kemikalij

- Informacija o toksičnosti
- International Program on Chemical Safety (IPCS)
- [www.who.int/pcs](http://www.who.int/pcs)
- [www.who.int/pubs/pub\\_list.htm](http://www.who.int/pubs/pub_list.htm)

# Fizikalni dejavniki

So potencialno škodljive energije v okolju, ki lahko takoj ali postopoma poškodujejo posameznika, kadar je ta izpostavljen dovolj velikim količinam te energije

Zvok, sevanje, svetlobna energija, termična energija, električna energija

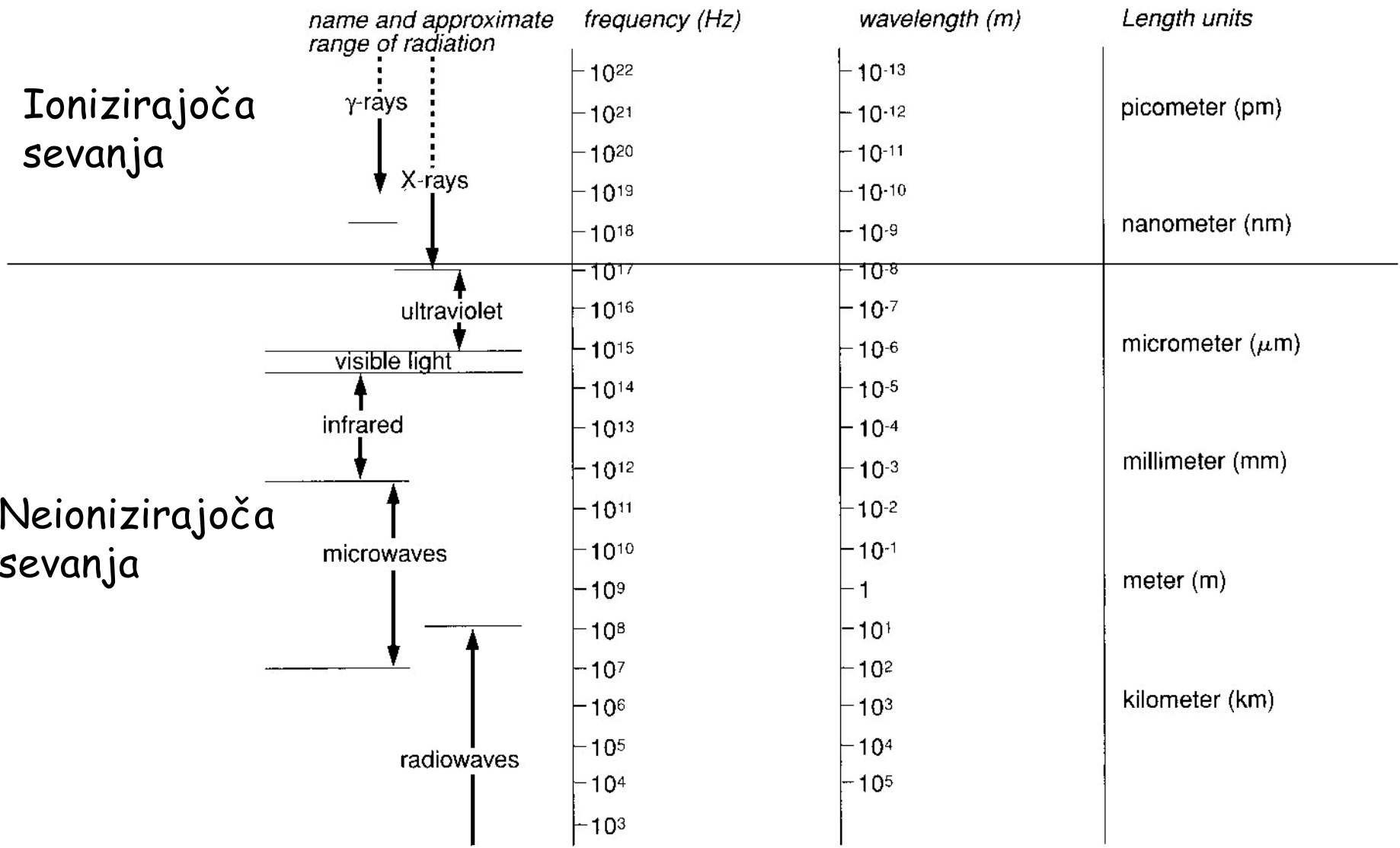
# Hrup

- Definicija: neželen zvok
- Jakost zvoka merimo v decibelih (dB): spremembe v pritisku zvočnega vala
- Jakost zvoka, ki ga zazna človeško uho je odvisno tudi od frekvence (tona) zvoka
- Povečana jakost zvoka poveča tveganje za izgubo sluha
- 85 dB: varnostna meja na delovnem mestu -10% tveganje za izgubo sluha pri delovnem času 8 ur in 40 letni izpostavitvi

# Hrup

Izvor	Slušni učinek	Jakost zvoka (dB)
Strel, vzlet letala, eksplozija petard	Prag bolečine	140
Glasna glasba, grmenje	Neprijetno glasno	120
Podzemna železnica, snežne sanke	Skrajno glasno	100
Klimatske naprave, polna restavracija, dizelski motor	Srednje glasno	80
Pojočne ptice, normalno pogovarjanje	Tiho	60
Šelestenje listov, lahen dež	Zelo tiho	20
Šepetanje	Komaj slišno	10

# Elektromagnetna sevanja





# Ionizirajoče sevanje

- IONIZACIJA

Kadar sevanje nosi dovolj energije, da izbije elektron iz atoma in povzroči nastanek para ionov (negativno nabit elektron in pozitivno nabit atom)

- Vrste: alfa, beta delci, gama sevanje in X žarki, nevtroni

# Neionizirajoče sevanje

- Elektromagnetno sevanje, ki ne povzroča ionizacij
- Ultravijolično sevanje
- Elektromagnetna polja
- Vidna svetloba in laserji

# Ultravijolično sevanje

- Sevanje sonca, izvori UV v laboratorijih
- Povzroča lahko katarakto (slepota), kožnega raka, zmanjša funkcijo imunskega sistema (povečano tveganje za infekcije in zmanjšanje učinkovitosti cepljenja proti nalezljivim boleznim)

# Elektromagnetna polja

- nastanejo okoli daljnovodov, električnih žic, električnih aparatov (televizorji, mobilni telefoni)
- Zelo veliko podatkov o njihovi škodljivosti, vendar trdnih dokazov (še) ni

# Vidna svetloba in laserji

- Vidna svetloba povzroča poškodbe samo pri zelo dolgi izpostavitvi
- LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation); večja energija (samo ena val. dolž.)
- Nezaradostna svetloba - poveča možnost nastanka poškodb

# Plak

- Specifičen za delo na velikih globinah ali višinah (bolj kot absolutni plak je nevarna sprememba tlakov)
- Dekompresija pri potapljačih
- Že pri 2000 m nad. višine zmanjšanje tlaka zraka lahko povzroči težko dihanje; pri 4000 m nad. višine pa slabost in nezavest

# Ekstremne temperature

- Problemi ohranjanja telesne temperature nastopijo kadar:
  - so temperaturne spremembe tako velike, da se telo ne more prilagoditi
  - so mehanizmi adaptacije ( npr. znojenje) poškodovani
  - je ekstremni temperaturi izpostavljen samo del telesa, ozeblina, opekline

# Ekstremne temperature

- Nizke temperature: ozeblina, hipotermija
- Visoke temperature: opekline, vročinski stres lahko vodi v vročinsko kap



# Mehanični dejavniki

- Nastanejo zaradi kinetične energije-  
POŠKODBA
  - na delovnem mestu (ergonomičnost)
  - doma, pri rekreaciji
  - v prometu

# Haddon-ova matrica; primer za prometne poškodbe

Faze	Faktorji		
	Človeški	Vozilo	Okolje
Pred poškodbo	Preprečiti vinjenost	Brezhidno vozilo	Zagotoviti vidnost dejavnikov tveganja
Poškodba	Uporaba varnostnega pasu	Neuporaba ostrih predmetov	Preskrbeti ovire, ki preprečujejo čelna trčenja
Po poškodbi	Ustavitev krvavitve	Omogočiti hitro zaustavljanje vozila	Omogočiti hiter prihod reševalnih vozil

# Psihosocialni dejavniki

- Stres: odgovor posameznika na stresne dejavnike (stresorji).
- Negotovost, zaskrbljenost, bojazen, strah, pomankanje občutka o vplivu na dol. situacije
- Pojav bolezni pri dolgotrajni izpostavljenosti stresorjem: kardiovaskularne bolezni, želodčne razjede, bronhitis, revmatoidni artritis

# Literatura

A. Yassi, T. Kjellstrom, T. De Kok, T.L. Guidotti. *Basic Environmental Health*  
Oxford University Press 2001

*www.who.int*