

Zagađenje i zdravlje dece u Srbiji

*Branislava Matić-Savićević, Prim Dr sc.med.
Institut za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut"*

Uvod – pojmovnik /životna sredina i zdravlje

- **“Environmental health”** (stanje zdravlja ljudi sa aspekta uticaja životne sredine), definicija **SZO (1993)**: odnosi se na **aspekte ljudskog zdravlja** (uključujući kvalitet života) koji su određeni **fizičkim, hemijskim, biološkim, socijalnim i psihosocijalnim faktorima u životnoj sredini**.
- “Ako želite da saznate više o zdravlju stanovništva, pogledajte vazduh koji udišu, vodu koju piju i mesta gde žive.” *Hipokrat, otac medicine, 5. vek p.n.e.*
- ***I posle 2.500 godina** – povezanost je tu, uz mnogo više izazova, i dalje ju je teško kvantifikovati*
- Ono što je štetno za celu populaciju – važi i za decu, ali malo drugačije...

Deca nisu “mali odrasli ljudi” – 4 kategorije različitosti

Children are not little adults

Unique and different exposures



Dynamic physiology



Longer life expectancy



Cognitive immaturity and dependence on adults



1. Različite i jedinstvene izloženosti – prisutni samo kod dece

a) jedinstveni putevi izlaganja

- Pre začeća (izloženost oba roditelja)
- Transplacentarno (pre začeća/u toku trudnoće)
- U toku dojenja (pre začeća/u toku trudnoće/po rođenju)

b) istraživačko ponašanje koje vodi do izloženosti

- Oralni put izloženosti: ruka-usta/predmet-usta/nenutritivni unos

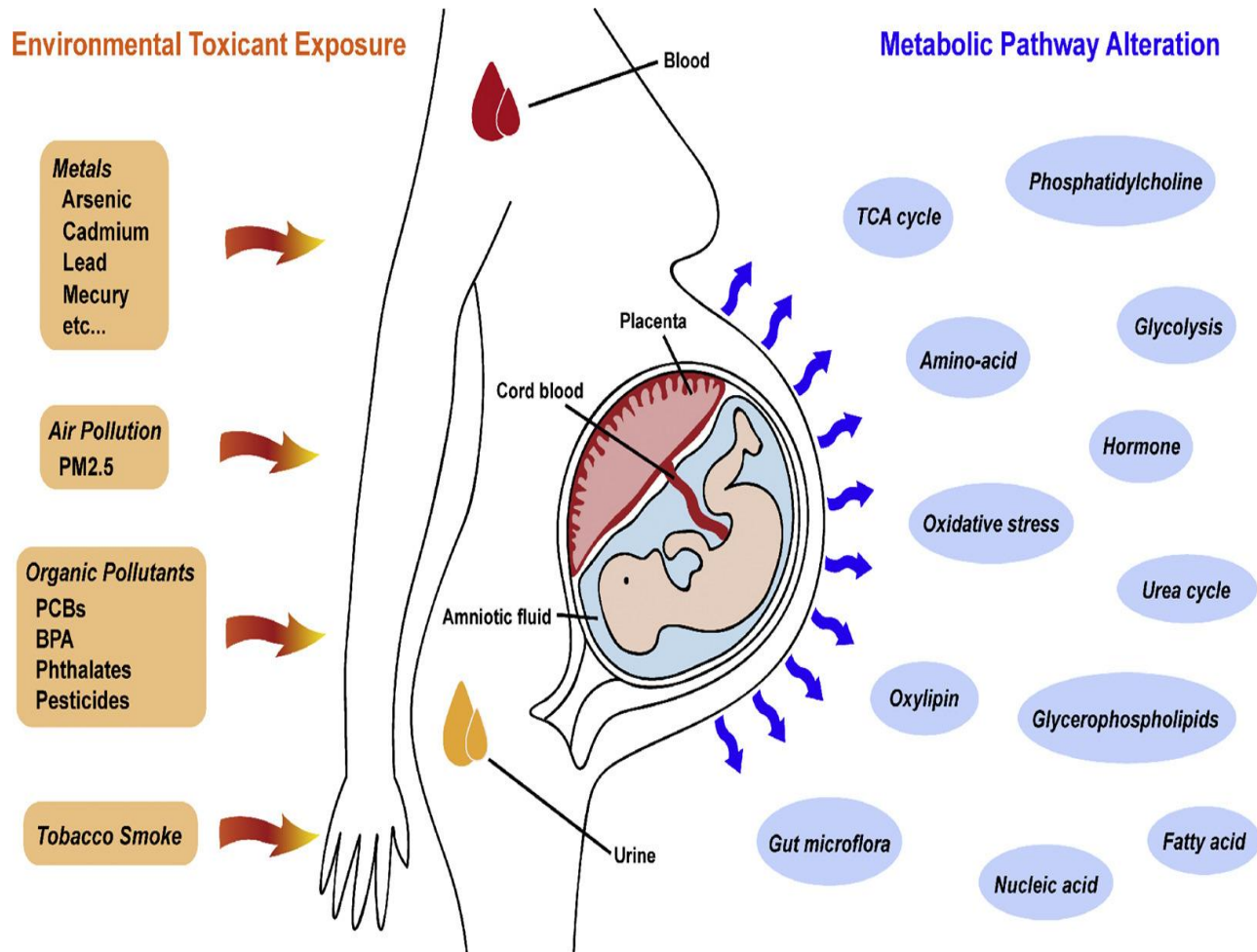
c) Stas/prostor u kojem se dete kreće/mikrosredina

- Lokacija – kreću se bliže tlu od odraslih (t.j. polutantima)
- Visoki opseg površine tela prema zapremini (idealno za dermalni unos)

d) Deca ne razumeju opasnost:

- Odmah po rođenju/predškolski uzrast – nisu u stanju da pročitaju upozorenja
- Adoslescenti – ponašanja “visokog rizika”

Izloženosti polutantima tipične samo za decu



1

Flame retardants cross the placenta; babies are born with flame retardants in their bodies



2

Flame retardants accumulate in breast milk, exposing nursing infants



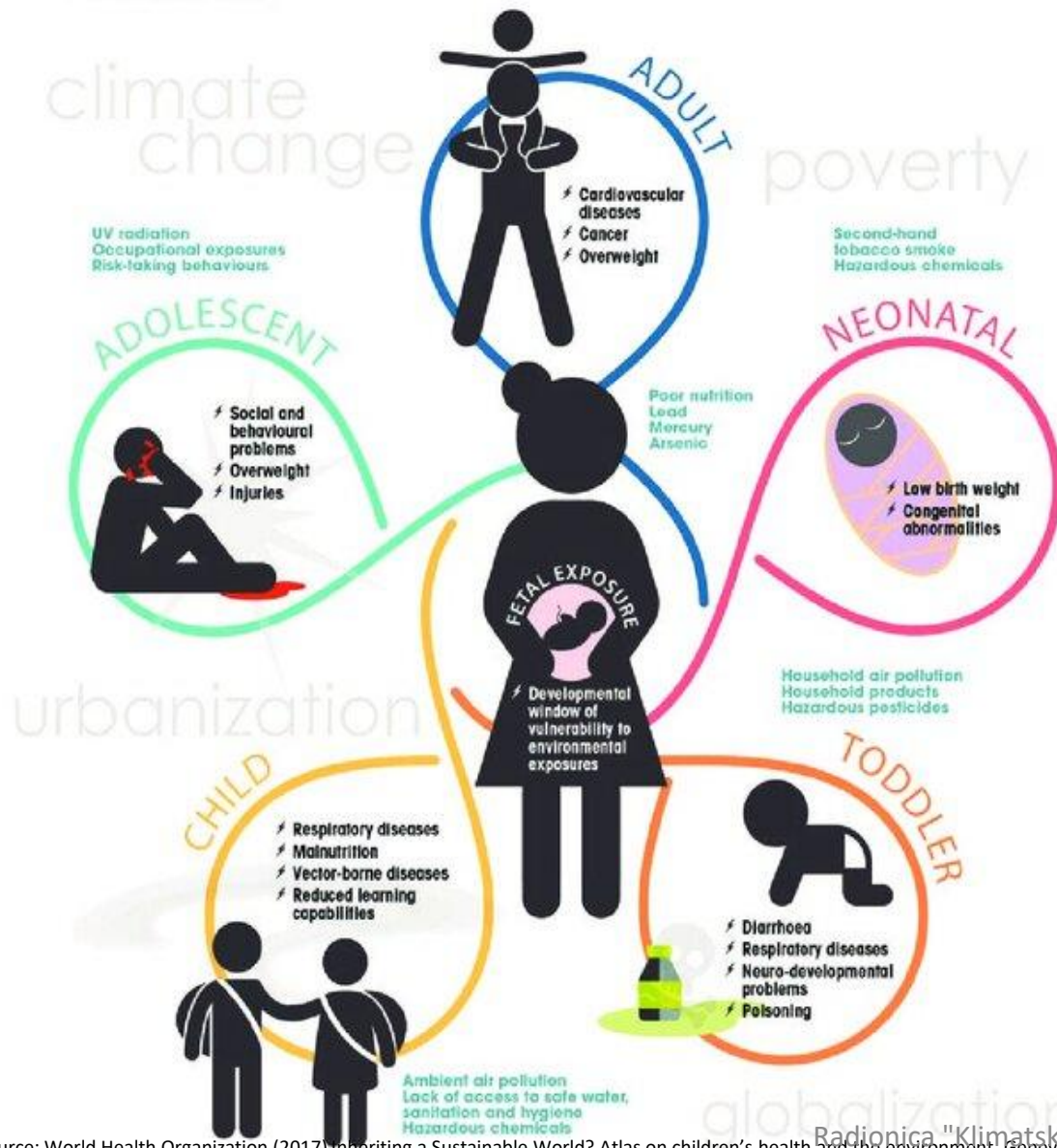
3

More time on the floor and hand-to-mouth behavior means young children have higher ingestion of flame retardant contaminated house dust

2. Dinamična fiziologija

- Zbog svoje **dinamične razvojne** fiziologije - intenzivnija izloženost zagađujućim materijama prisutnim u vazduhu, hrani, vodi.
- **intenzivnost anaboličkih procesa**, brzi rast kao i činjenica da **unesu više hrane, udahnutog vazduha i vode nego odrasli /kg**
- mogu se **nagraditi veće interne doze polutanata**, u odnosu na organizam odraslih – neefikasniji sistem eliminacije.
- fiziološki, organizam deteta sazreva, diferencira se i raste **u fazama**, poznatim kao „**prozori razvoja**“ - „**prozori ranjivosti**“
- stvaraju jedinstvene rizike kojima su deca izložena, a koji mogu trajno da promene normalno funkcionisanje, sa potencijalno doživotnim uticajem na zdravlje i razvoj dece.

SINERGISTIČKO DELOVANJE VIŠE FAKTORA IZ ŽIVOTNE SREDINE uopšte, u prozorima razvoja



1. **Fetalna izloženost:** razvojni prozori osetljivosti na izloženost

2. **Neonatalna izloženost** iz vazduha, vode, predmeta :
-niska porođajna težina, prevremeni porođaj, kongenitalne anomalije

2. **dete < 2 god. :** aerozagađenje u domaćinstvu, predmeti, pesticidi
-dijareja, respiratorna obolenja, neurokognitivni razvojni problemi, trovanje

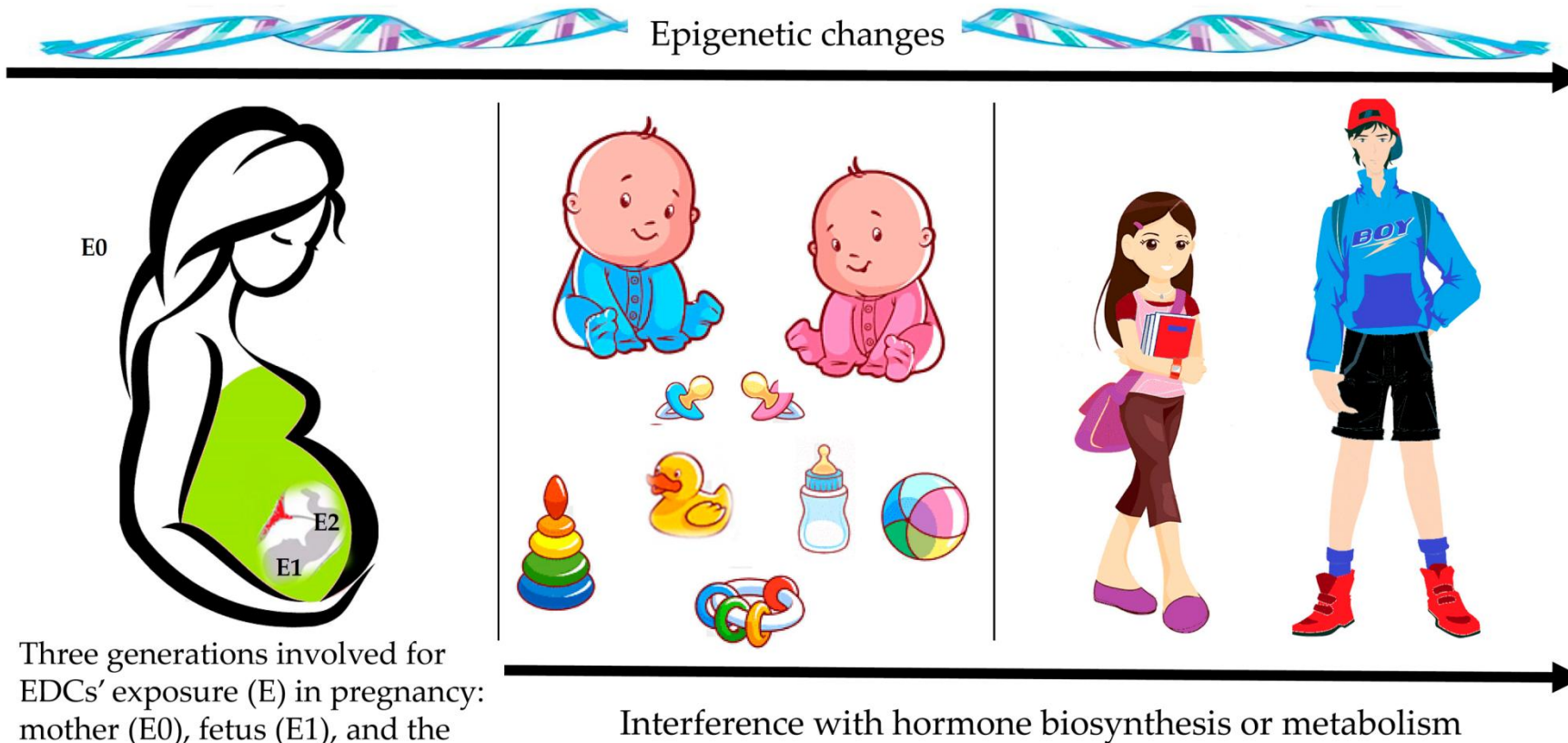
3. **deca školskog uzrasta:** ambijentalno zagađenje vazduha; nedostupnost bezbedne vode za piće, higijenu i odvođenja sanitarnih otpadnih voda; izloženost opasnim hemikalijama –
-respiratorna obolenja, neuhranjenost, vektorski prenosive bolesti, zaostajanje u učenju

4. **Adolescenti:** problemi u društvenom životu i promene ponašanja; nove vrste izloženosti – poslednji trend VAPING!

ODRASLI

KARDIOVASKULARNA OBOLENJA, KANCER, GOJAZNOST

Prozori razvoja i osetljivosti na izloženosti – primer endokrinih ometača (EDCs, endocrine disrupting compounds)



Three generations involved for EDCs' exposure (E) in pregnancy: mother (E0), fetus (E1), and the next generation (E2; through fetus' germinal cells).

3. Duži životni vek

- Pred decom predstoji duži period života u toku kojeg ona mogu biti izložena dejstvu zagađujućih materija.
- Duži period latencije, vreme neophodno za ispoljavanje bolesti nastalih kao posledica tih izloženosti.
- Oštećenja nastala kao posledica ovih izloženosti mogu se manifestovati u detinjstvu, ali i mnogo kasnije u životu.
- Sve više istraživanja identifikuju ranu izloženost rizicima iz životne sredine kao bitan činilac za nastanak nekih hroničnih obolenja u kasnijem životnom periodu.
- Izloženost **počinje u materici**. Neke hemikalije kojima je majka izložena u svom okruženju mogu **proći kroz placentarnu barijeru** i time izložiti fetus potencijalno štetnim supstancijama.
- Primeri **prenatalne izloženosti** životne sredine uključuju toksične hemikalije kao što su **olovo i živa**, zagađenje **iz industrije, šumske požare i zagađenje vazduha** u domaćinstvu korišćenjem fosilnih goriva za kuvanje, zagrevanje, osvetljenje.

4. Kognitivna nezrelost i zavisnost od odraslih

- **Deca su zavisna od odraslih** da ih zaštite i obezbede bezbedno okruženje.
- **Deca veruju odraslima** da će ih negovati i štititi kroz postupke i odluke dok ne budu mogla da se zaštite sama.
- Zbog **kognitivne nezrelosti**, deca mogu imati **ograničenu sposobnost razumevanja** i sklonosti ka **opasnosti**, na primer od toksičnih agenasa i opasnih situacija koje bi im mogle štetiti (zadesna trovanja pesticidima, toplotni talas).
- Mala deca ne mogu da čitaju bezbednosne etikete ili upozorenja, a starija deca, koja mogu da čitaju, možda ih neće u potpunosti razumeti.

Rizici po zdravlje dece iz životne sredine – kategorije (WHO/UNICEF)

- **Hemikalije** – opšti princip izloženosti dečijeg organizma hemikalijama
- **Teški metali** – olovo, živa
- **Pesticidi** (highly hazardous pesticides)
- **Elektronski otpad** (relativno nova kategorija)
- **Aerozagađenje**
- **Klimatske promene** (kao kompleksni sinergizam više istovremenih faktora rizika)
- **WASH**, Water, Sanitation and Hygiene (vodosnabdevanje i dispozicija sanitarnih otpadnih voda)

2. Aerozagađenje i zdravlje dece

- Jedan od najvećih javnozdravstvenih rizika poreklom iz životnog okruženja, globalno
- Aerozagađenje značajno **utiče na mortalitet**: Zajednički učinak zagađenja ambijentalnog vazduha i vazduha u domaćinstvima u 2019 bio je u 6,7 miliona smrtnih slučajeva
- Ozbiljna pretnja za zdravlje dece, i to one najmlađe, pre svega
- 2019., globalno, **umrlo je oko 317.000 dece mlađe od 5 godina** kao posledica zajedničkog učinka zagađenja ambijentalnog vazduha i vazduha u domaćinstvima/javnim prostorima za decu i mlade

- Zagađenje vazduha se može definisati kao *“prisustvo u spoljašnjoj atmosferi jednog ili više zagađivača, kao što su prašina, isparenja, gas, magla, miris, dim ili para, u količinama i karakteristikama i u trajanju koje može biti štetno za život ljudi, biljaka ili životinja”*.
- Zagađenje vazduha se sastoji od raznih zagađivača.
- U pitanju su multiple hemijske izloženosti.
- Hemikalije u vazduhu mogu međusobno reagovati - sinergistički

Zagađenje vazduha je povezano sa:

- prevremenim rođenjem (izloženost trudnica),
- malom porođajnom težinom,
- smrtnošću novorođenčadi,
- pogoršanjem astme i smanjenom funkcijom i rastom pluća.
- aerozagađenje, samo po sebi, prepoznato kao kancerogen (IARC).

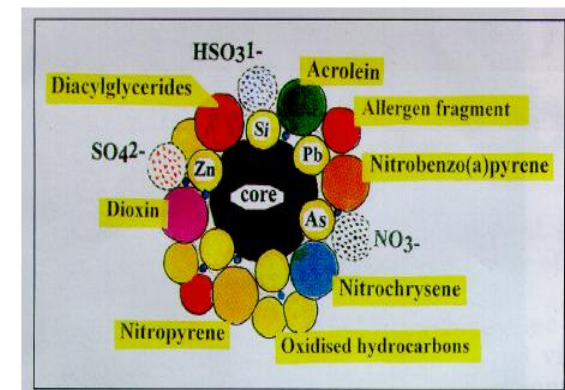
Vazduh kao medijum za prenos hemikalija – udišemo li hemikalije?

Hemikalije od javnozdravstvenog rizika SZO

- Aerozagađenje, PM_{2.5} (2014, IARC,WHO)
- Arsen
- Azbest
- Benzen
- Kadmijum
- Dioksini i dioksinima slične supstance
- Olovo
- Živa
- Opasni pesticidi

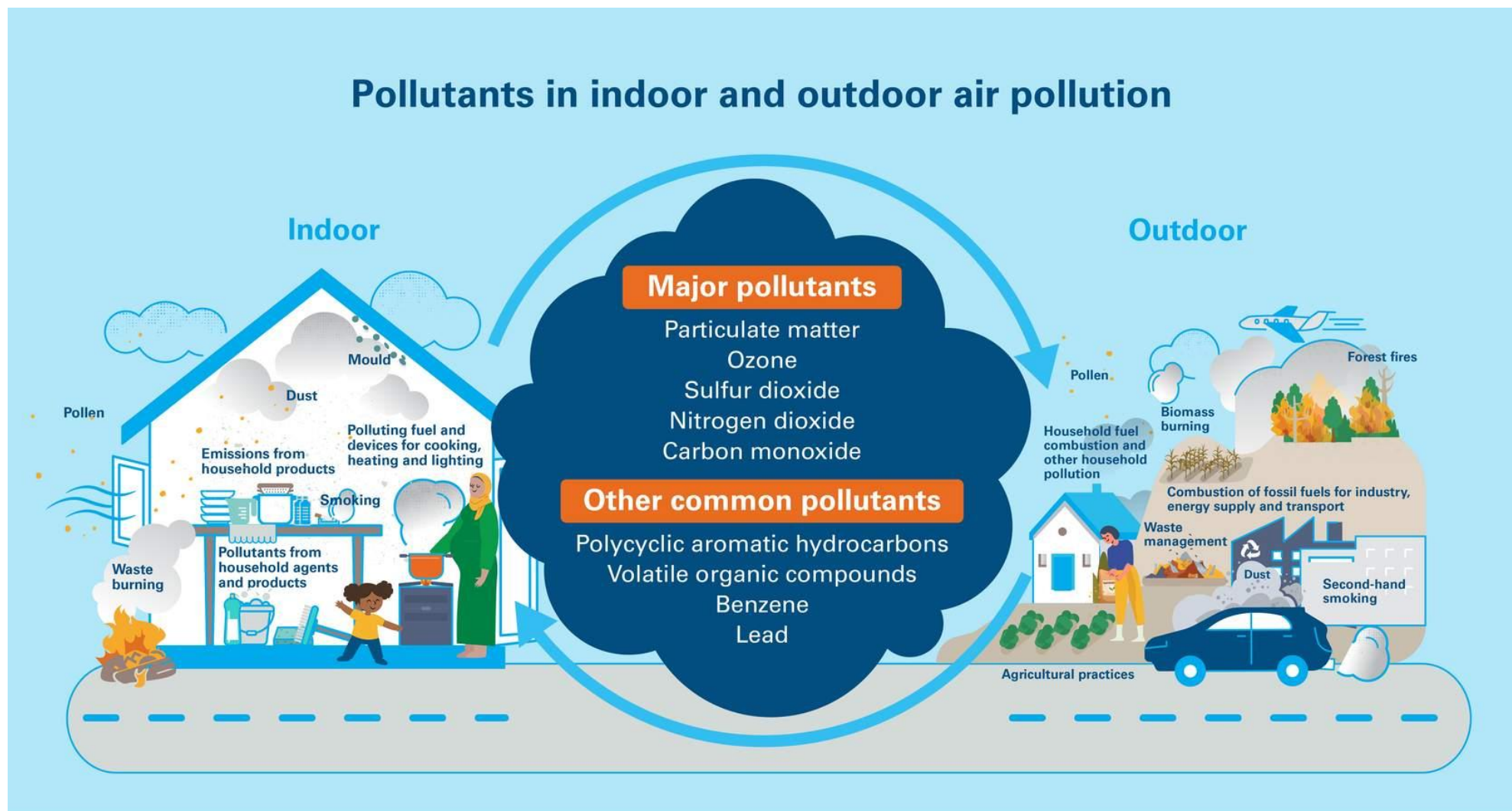
Kriterijumski polutanti aerizagađenja (AQ criteria pollutants)

CO, Pb, O₃, PM, NO₂, SO₂



Програм од општег интереса
Министарства здравља „**Загађење**
урбаног ваздуха на територији
Р.Србије мерена у мрежи институција
јавног здравља“ – Институт за јавно
здравље Србије са мрежом
института/завода за јавно здравље

Distribucija polutanata između ambijentalnog vazduh i vazduha zatvorenog prostora



Izvori zagađenja vazduha

Zagađenje ambijentalnog vazduha	Zagađenje vazduha zatvorenog prostora
•Industrija •Energetski sektor (elektrane na ugalj) •Transport •Poljoprivreda – spaljivanje strnjike •Šumski požari •Obližnje opožarene deponije komunalnog otpada	•Ulazak vazduha od spolja •Kućna ložišta na fosilna goriva, neispravna instalacija •Plesni, polen i prašina •Emisija hemikalija iz nameštaja i podnih obloga •Upotreba rastvarača, pesticida i drugih hemikalija •Pušenje

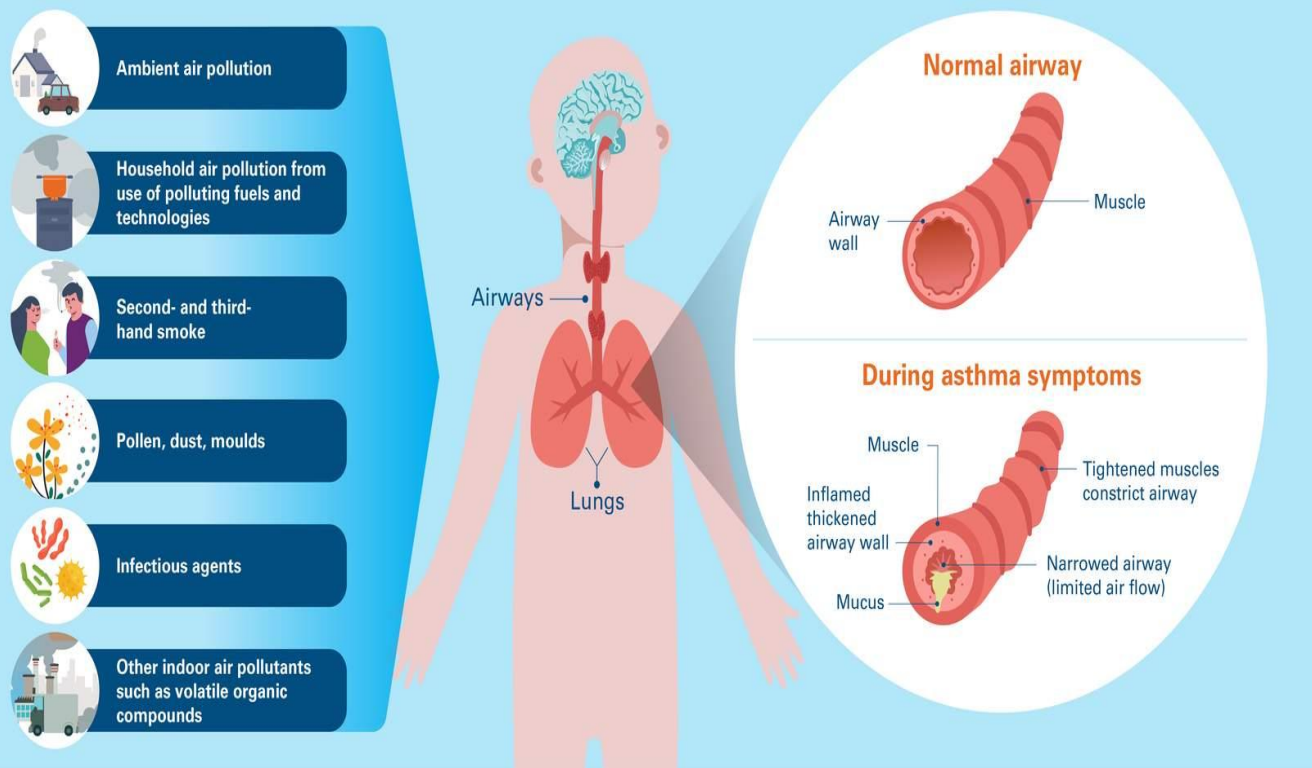
Najčešće pedijatrijske dijagnoze koje se mogu povezati sa uticajem aerozagađenja

- Oksidativni stres, lokalna i sistemska zapaljenja smatraju se **primarnim mehanizmima delovanja** preko kojih zagađenje vazduha **negativno utiče na zdravlje ljudi**.
- Infekcije gornjih partija respiratornog trakta
- Upala srednjeg uha– uspostavljena povezanost
- Infekcije donjih partija respiratornog trakta: pneumonia, bronchitis, bronchiolitis
- drugi vodeći uzrok smrtnosti dece širom sveta; 2019. godine je 740.000 dece mlađe od 5 godina umrlo od LRIs. Uspostavljena korelacija sa povišenim koncentracijama **PM2.5**

Asthma - okidači

Pathophysiology of asthma

Effect of environmental triggers on airway inflammation



Astma je difuzna, opstruktivna bolest pluća sa hiperreaktivnošću disajnih puteva na različite stimuluse i visokim stepenom reverzibilnosti opstruktivnog procesa, koji se može javiti bilo spontano ili kao rezultat lečenja.

Potencijalni “okidači”:

- ambijentalno zagađenje vazduha
- zagađenje vazduha u zatvorenom prostoru
- duvanski dim
- polen, prašina, grinje
- infektivni agensi
- drugi polutanti u zatvorenom prostoru: isparljivi organski rastvarači

Drugi zdravstveni efekti aerozagađenja na zdravlje dece

- **Smanjena funkcija pluća** povezana je sa **izloženošću $PM_{2.5}$ i PM_{10}** iz ambijentalnog vazduha u detinjstvu.
- **Alergijski rinitis**
- Uticaj na **neurokognitivni razvoj** (prisustvo specifičnih zagađivača u sastavu PM_{10} koji imaju neurotoksično dejstvo na CNS dece)
- Indirektni uticaj na gojaznost kod dece

3. Teški metali kao faktor rizika po zdravlje dece/primer - olovo, Pb

Procentualni udeo izvora Pb u apsorbovanoj dozi kod dece

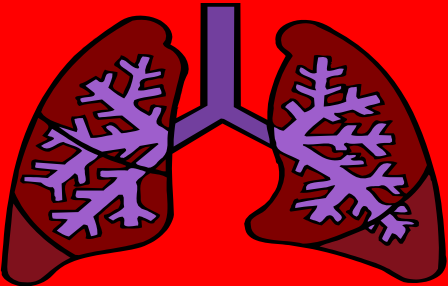
- ❑ **VAZDUH (15%)** stacionarni izvori (industrijska emisija)
- ❑ **ULIČNA I KUĆNA PRAŠINA, ZEMLJIŠTE – 55%**
 - **Donošenje radnih odela kući roditelja profesionalno izloženih olovu**
 - **Život u blizini nesanitarnih deponija sklonih opožarenju**
- ❑ **VODA ZA PIĆE (OLOVNE CEVI) – 10%**
- ❑ **NAMIRNICE i predmeti – ELEMENTI U TRAGOVIMA - 20%**

- ❑ **Osnovni princip izloženosti teškim metalima: dugotrajna izloženost niskog intenziteta**

TOKSIKOLOŠKE ODLIKE OLOVA

- **NEMA** PREPOZNATU BIOLOŠKU ULOGU
- **SVEPRISUTNO** (vazduh, voda, zemlja, hrana)
- **NE ŠTEDI NIKOGA** (UZRAST I POL)
- **POREMEĆAJ SVIH ORGANSKIH SISTEMA**
- DO SADA **NIJE USTANOVljen** DOVOLJNO NIZAK (BEZBEDAN) NIVO BIOMARKERA

Vidovi ulaska olova u organizam deteta



- **Ingestijom**
 - Slatkog ukusa
 - Navike grickanja noktiju i “pica”
- **Inhalacijom**
 - Čestice prašine
- **Transplacentarni transfer**
 - U slučaju prenatalne izloženosti, Pb prolazi placentarnu barijeru do fetusa

FAKTORI KOJI FAVORIZUJU APSORPCIJU OLOVA / RIZIKO-FAKTORI

- **Pb⁺⁺** je u kompetitivnom odnosu sa **Ca ++, Fe++**
- Koristi apsorpcione mehanizme **Ca ++, Fe++** u GIT-u
- Apsorpcija Pb se pojačava u uslovima smanjenog nutritivnog unosa Fe, Ca, vit C, kao i povećanog unosa masti u organizam
- **Deca** apsorbuju **50% Pb** unetog ingestijom, za razliku od znatno slabije apsorpcije kod **odraslih -10%**
- Stanja izgladnelosti favorizuju apsorpciju (post, siromaštvo)

UGROŽENI ORGANSKI SISTEMI

1. **NERVNI:** periferne neuropatije (odrasli), usporena nervna sprovodljivost, encefalopatija, sniženi **IQ dece**
2. **KRV:** bazofilno punktirani eritrociti, poremećaj sinteze hema, **anemija**
3. **GASTROINTESTINALNI:** kolike, opstipacija, povraćanje
4. **BUBREŽNI:** Fanconi sindrom (aminoaciduria, glikozurija, fosfaturija)
5. **ENDOKRINI:** **spermicidno dejstvo**; abortus, D-vit. metabolizam
6. **MIŠIĆNO-SKELETNI:** mijalgije, artralgiije

Izloženost dece olovu u Srbiji

- **Nepostojanje konkretnog strateškog dokumenta** koji bi se odnosio samo na izloženost dece iz opšte populacije olovu u Srbiji, iako je RS aktivno uključena u donošenje takvih akata na globalnom planu (WHA 78, May 2025; [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB156/B156_\(32\)-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB156/B156_(32)-en.pdf))
- **1998/2011-2014 industrijski lokalitet Zajača** (topionica akumulatora)
- dokazana direktna dugotrajna izloženost dece Pb koja žive u okruženju topionice i deponije toksične šljake (rezultati **olova u krvi dece**),
- Curenje drugih opasnih metala iz deponije šljake: arsen, antimon, kadmijum
- rezultati publikovani u stručnoj literaturi
- sve medijski praćeno
- **Ishod:** ne postoji organizovana sistemska aktivnost

Put napred u smanjenju izloženosti **dece teškim metalima**

- **Mapirati potencijalne izvore** Pb i drugih teških metala i vid izloženosti dece (industrija, predmeti)
- **Uključivanje multisektorskih činilaca** (zdravlje, prosveta, civilno društvo, zakonodavstvo)
- načiniti **“Mapu puta za smanjenje izloženosti dece teškim metalima”** u skladu sa usvojenim međunarodnim aktima i zaključcima WHO/UNEP
- koristiti već izrađene strateške dokumente sa gotovim akcionim planom:
- *“Mapa puta za podršku uključivanja sektora zdravstva u proces odgovornog upravljanja hemikalijama u Srbiji do 2030” (2021, IJZS)*
- *Mapa puta za multisektorsko upravljanje industrijski kontaminiranim lokalitetima” (2018, IJZS)*

4. Klimatske promene – uticaj na decu

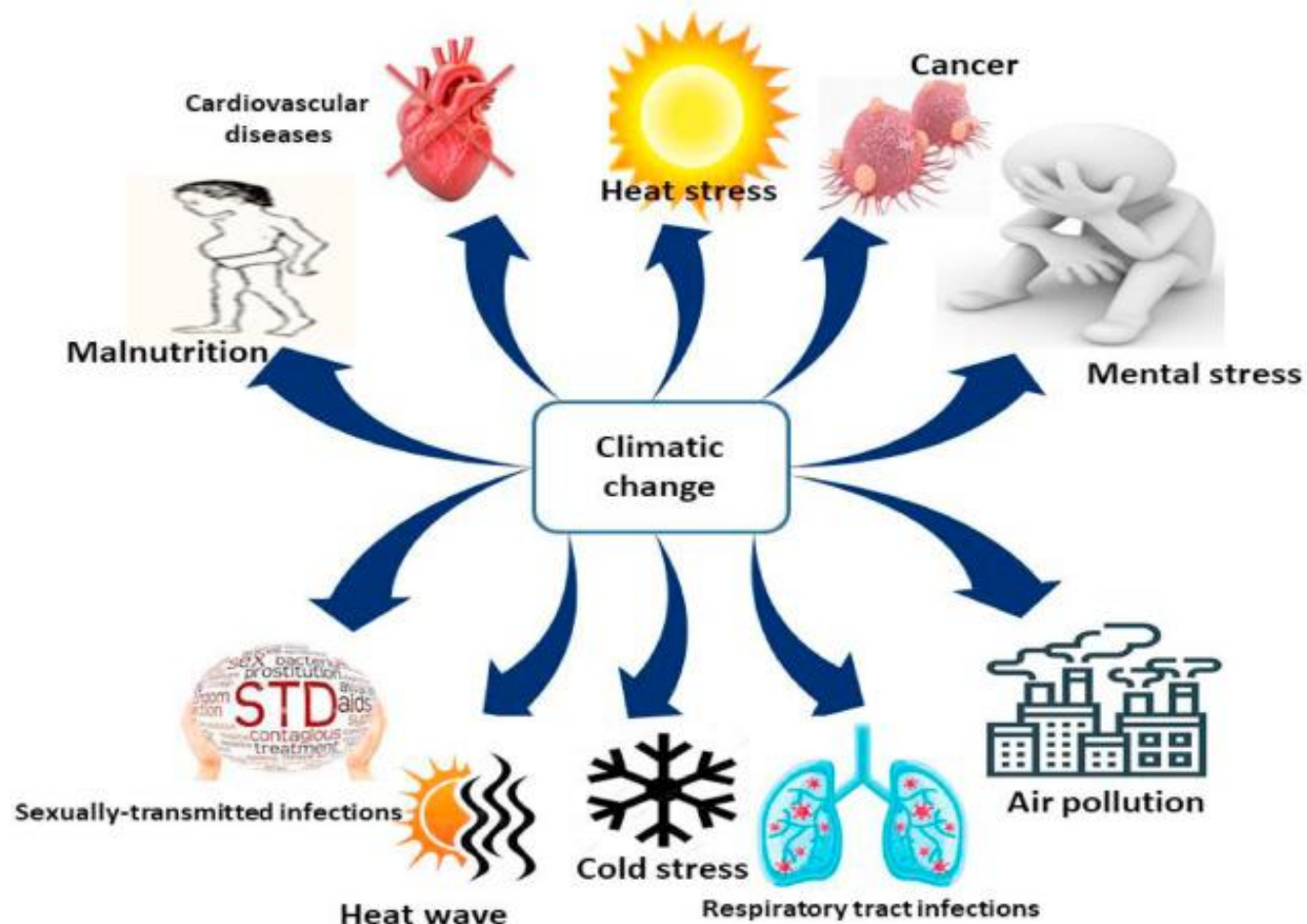
- Prema izvorima UNICEF izuzetno veliki broj dece je svakodnevno izložen opasnostima i stresorima kao **posledicama klimatskih promena.**
- **Zagađenje vazduha** – 2 milijarde dece (~ 90% dece)
- **Toplotni talasi** - 820 miliona dece (1/3 dece)
- **Cikloni** - 1/6 dece
- **Nestašica vode za piće** - 920 miliona (1/3 dece)
- **Vektorski prenosive bolesti** - 600 miliona (1/4 dece)
- **Rečne poplave** – 330 miliona (1/7 dece)

Promene u životnoj sredini	Posledice na zdravlje ugroženih populacija
Neočekivana pogoršanja vremenskih uslova	Traumatizam, fatalni ishodi, ugroženo mentalno zdravlje
Ekstremna toplota	Bolesti povezane sa toplotnim talasima, kolaps kardiovaskularnog sistema
Zagađenje vazduha	Astma, kardiovaskularna i respiratorna obolenja
Promene u distribuciji vektora	Malaria, dengue, encephalitis, hantavirus, Rift Valley fever, Lajmska bolest, chikungunya, Virus zapadnog Nila
Degradacija životne sredine	Forsirana migracija stanovništva, građanski nemiri, , posledice po mentalno zdravlje
Nestašica vode za piće i hrane	Neuhranjenost, dijareja
Pogoršanje kvaliteta dostupne vode za piće	Cholera, Cryptosporidiosis, Leptospirosis, cvetanje algi
Pojačano prisustvo alergena	Respiratorne alergije, astma

Specifični klimatski rizici za decu

- **Direktni toplotni efekti**
- **Ekstremne vremenski događaji**
- **Zagađenje vazduha**
- **Povećana koncentracija alergena**
- **Infekcije koje se prenose vodom (hidrične infekcije)**
- **Bolesti koje se prenose hranom**
- **Vektorski prenosive bolesti**
- **Snabdevanje hranom kompromitovano** (suša, štetočine, promena biodiverziteta)

Višestruke sinergije u toku klimatskih promena i zdravlje dece



Toplotni talas, jedna od manifestacija klimatskih promena:

- povećana potražnja za vodom (nezreli mehanizmi za termoregulaciju)
- uticaj infracrvenih zraka
- aerozagađenje: letnji smog (NO₂, ozon, PM_{2.5})
- pretnja glađu zbog suše
- poremećaj u distribuciji vektora,

Kliničke manifestacije:

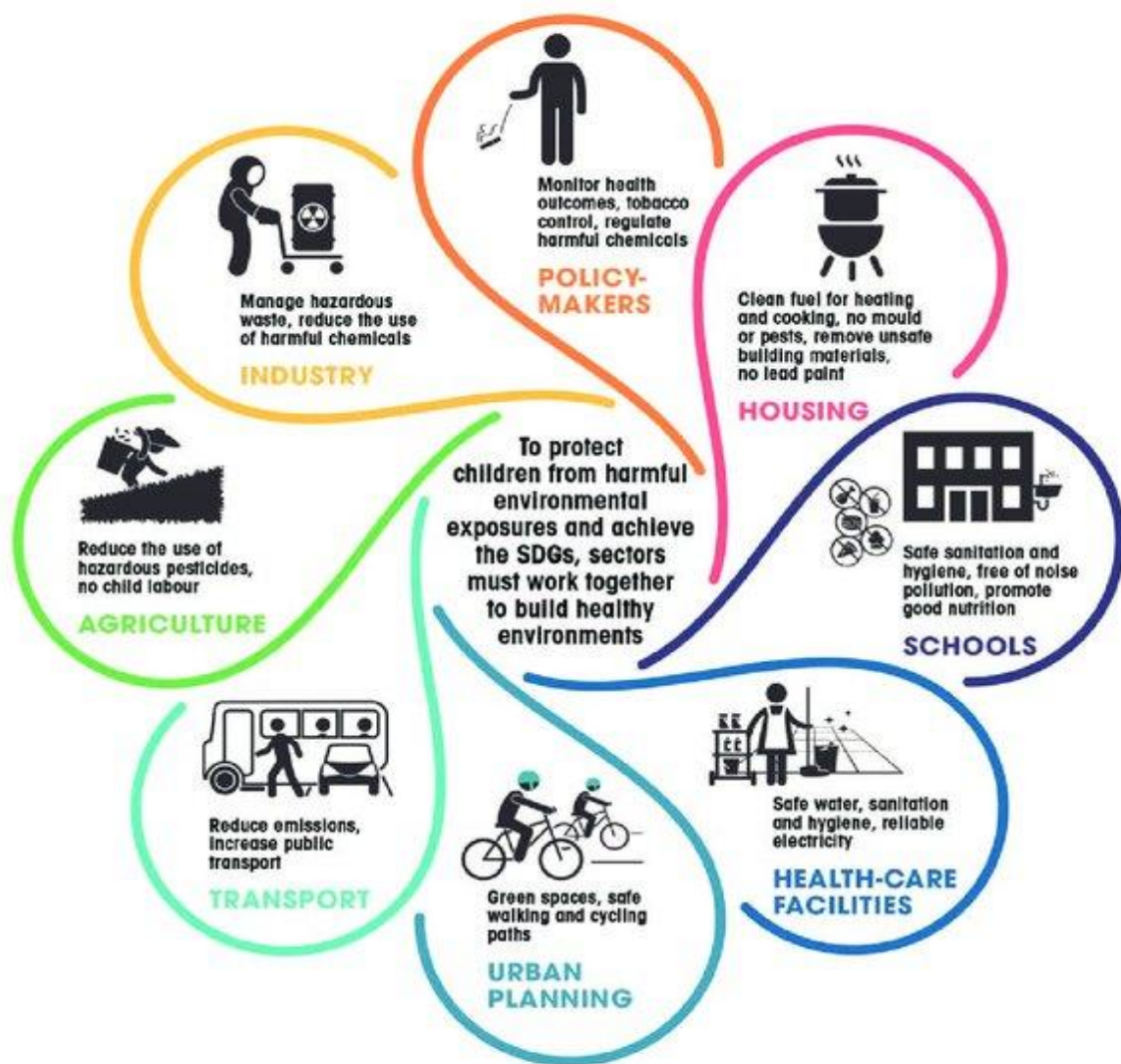
Respiratorne infekcije

Mentalni stres

Kardiovaskularna i cerebrovaskularna obolenja

Pojava novih vektorski prenosivih obolenja

Kako smanjiti višestruke izazove iz životne sredine



Donosioci politika: pratiti zdravstvene ishode/ kontrola duvana/regulisati upravljanje hemikalijama

Domaćinstvo: koristiti čistija goriva/ ukloniti opasne hemikalije/sprečiti nastanak plesni i štetočina/bezbedni građevinski materijali, nameštaj

Škole: obezbediti dobre uslove sanitacije i higijene/ uslovi termalnog komfora u učionicama/ čišćenje i održavanje prostorija bez upotrebe opasnih hemikalija/ kontrolisati kvalitet vazduha u učionicama

Zdravstvene ustanove: bezbedni uslovi za aktivnosti WASH (voda dobrog kvaliteta, higijenski uslovi, postojanje uređaja za bezbedno odvođenje sanitarnih otpadnih voda); pouzdani i neprekinuti energetske izvori.

Urbano planiranje: zelene površine, bezbedne za šetnju i vožnju bicikla, bez velikih izvora aerozagađenja

Poljoprivreda: smanjiti upotrebu opasnih pesticida; bez dečijeg rada

Industrija: odgovorno upravljanje opasnim otpadom; smanjiti upotrebu opasnih hemikalija u procesu proizvodnje

Kako sprečiti ove uticaje i ko su glavni akteri?

- Svi nivoi strategija klimatske adaptacije moraju imati **decu u centru**.
- Dimenzije i intenzitet uticaja iz životne sredine koji utiču na zdravlje dece prevazilaze domen pojedinca
- Neophodno je uključivanje **svih društvenih činilaca bitnih za očuvanje zdravlja dece**:
 - porodica
 - zdravstveni radnici
 - školski sistem
 - lokalna zajednica i civilno društvo
- nivo države – zakonodavni okvir usklađen sa međunarodnim konvencijama (opasne hemikalije, opasni otpad, aerozagađenje, klimatske promene...)

Reference

- https://www.who.int/health-topics/children-environmental-health#tab=tab_1
- <https://ceh.unicef.org/>
- <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/331753/WHO-CED-PHE-EPE-19.12.08-eng.pdf?sequence=1> Global climate change and child health, WHO Training Package
- <https://www.who.int/publications/b/80378> Partnership for change: promoting and protecting women's, children's and adolescents' health in a fragmented world, WHO
- <https://iris.who.int/handle/10665/272715> Environment and health: the European Charter and commentary: First European Conference on Environment and Health, Frankfurt, 7–8 December 1989
- <https://www.who.int/europe/event/seventh-ministerial-conference-on-environment-and-health> Seventh Ministerial Conference on Environment and Health
- <https://www.who.int/publications/i/item/B09369> The synergies of heat stress and air pollution and its health impacts, WHO
- <https://www.jstor.org/stable/i40151846> Children and Climate Change, VOLUME 26 NUMBER 1 SPRING 2016
- https://www.childhealthtaskforce.org/sites/default/files/2022-11/Climate%20Change%20and%20Child%20Health%20Series%20Session%201%20heatwaves_combined%20slides_shared.pdf

Climate Change and Child Health *Re-imagining the Package of Care for Children Subgroup November 10, 2022*

- <https://www.who.int/publications/i/item/9789240085350> Protecting maternal, newborn and child health from the impacts of climate change - A call for action

HVALA NA PAŽNJI!