

Univerzitet u Novom Sadu  
Prirodno-matematički fakultet  
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine  
Udruženje za unapređenje zaštite životne sredine „Novi Sad“  
Fondacija "Docent dr Milena Dalmacija"



# Zagađivanje, poreklo otpadnih voda i karakterizacija otpadnih voda koje se ispuštaju u gradsku kanalizaciju



Novi Sad 8-10. septembar, 2021.

Vesna Pešić  
[vesna.pesic@dh.uns.ac.rs](mailto:vesna.pesic@dh.uns.ac.rs)





# IZVORI ZAGAĐIVANJA VODA

PRIRODNI  
ANTROPOGENI  
SLUČAJNI -  
AKCIDENTI  
NEKONTROLISAN  
ISPUŠTANJE  
ZAGAĐUJUĆIH  
MATERIJA  
RASUTI  
(DIFUZNI)



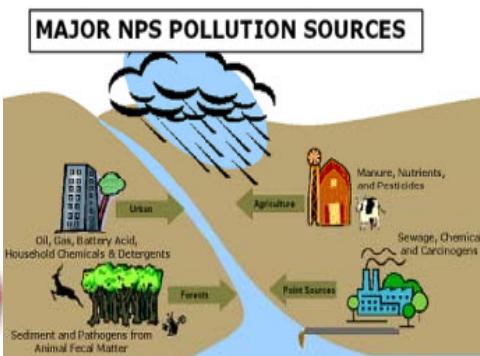
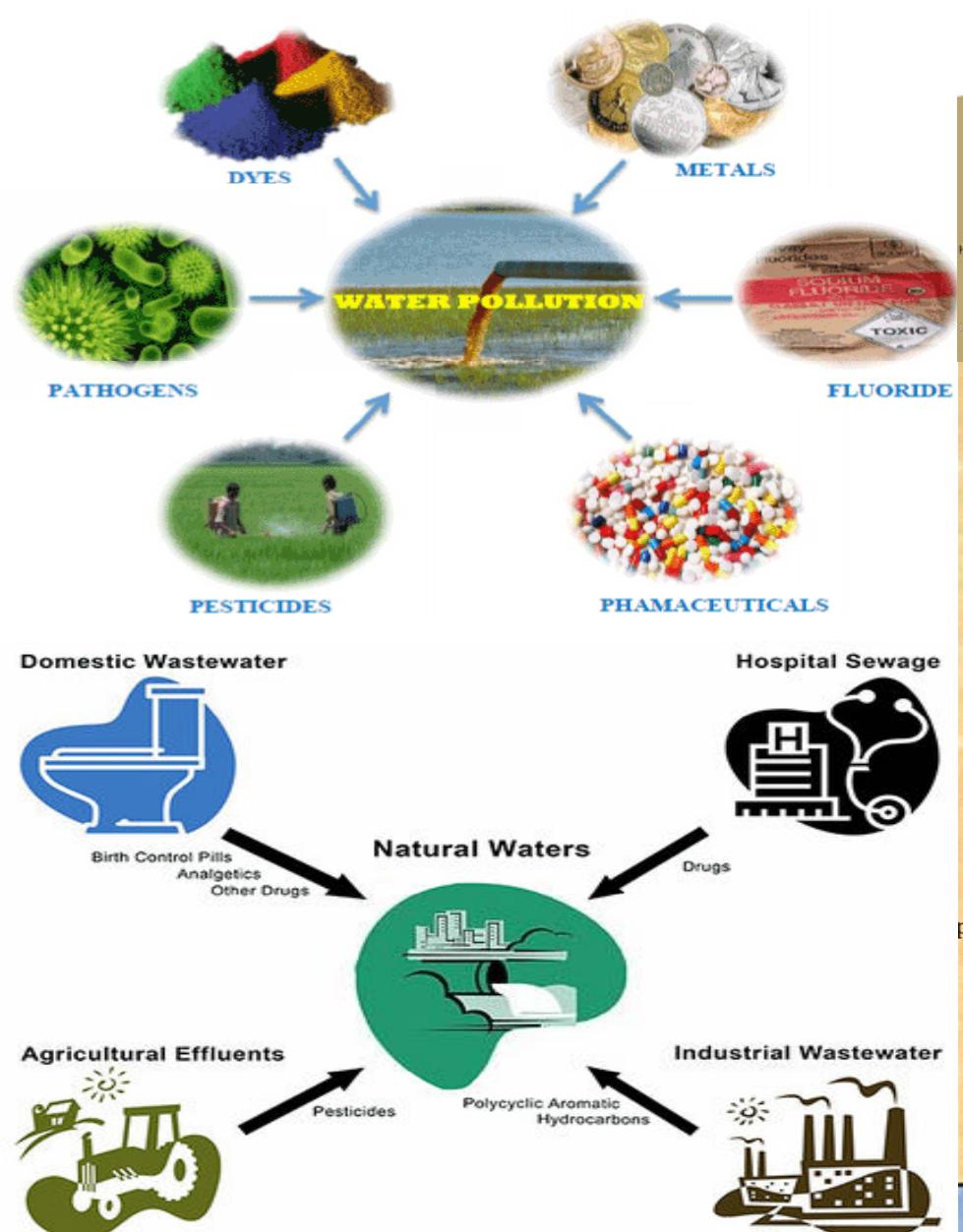
# IZVORI ZAGAĐIVANJA VODA

INDIREKTNI



DIREKTNI





## Polutanti iz difuznih izvora zagađivanja



## ZAGAĐIVANJE VODA

### HEMIJSKO ZAGAĐENJE:

Organske materije  
Neorganske materije  
Nafta  
Teški metali  
Pesticidi

### FIZIČKO ZAGAĐENJE:

Čvrst otpad  
Temperatura  
Nafta

### BIOLOŠKO ZAGAĐENJE:

Patogeni  
Mikroorganizmi  
Virusi  
Alohtone vrste

### RADIOAKTIVNO ZAGAĐENJE:

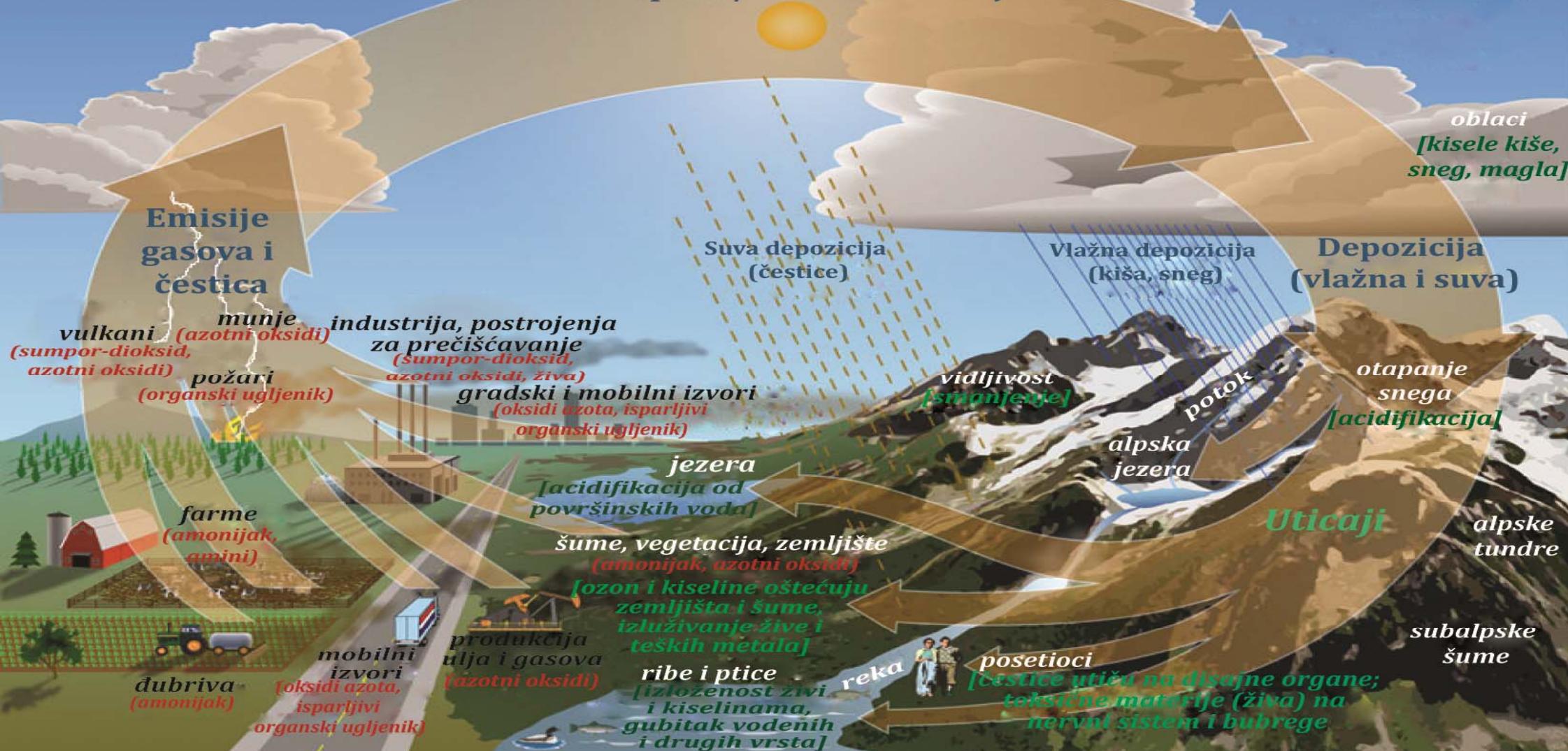
Nuklearne probe  
Havarije  
Podmornica  
Nuklearni otpad

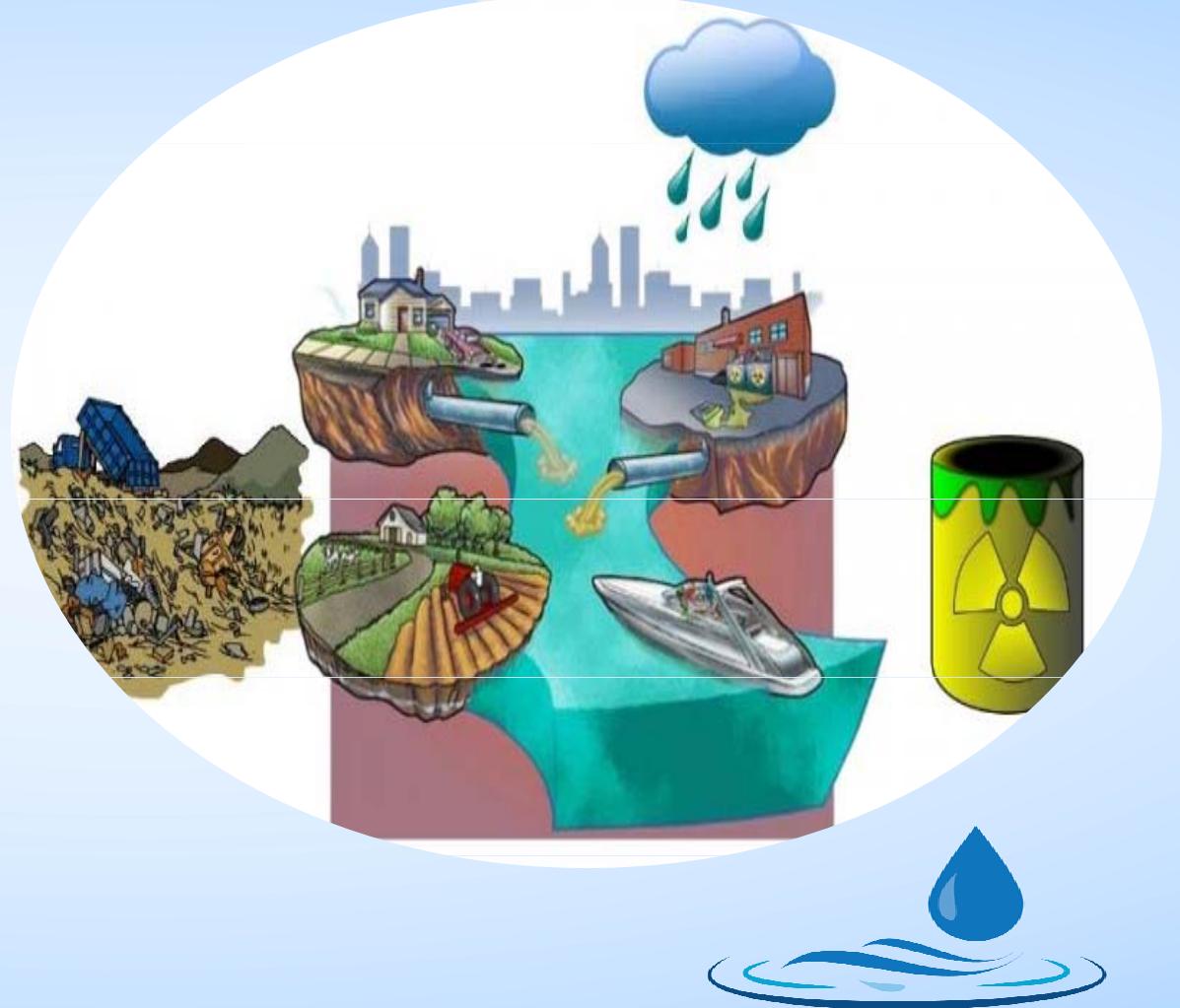


Vetar

## Transport / Transformacija

Legenda:  
izvori zagađivanja  
(zagadjujuće materije)  
ugrožena područja  
[uticaji]  
dešavanja u atmosferi





# Komunalne otpadne vode



## Statistika kaže:

- Ukupna količina OV iz naselja u 2020. **manja** je za 0,7% nego 2019.
- Količina OV ispuštena u javnu kanalizaciju **manja** je za 1,3% u odnosu na 2019. Količina otpadnih voda ispuštena u septičke jame **veća** je za 1,0% u poređenju sa 2019.
- Količina OV iz domaćinstava u kanalizaciju u 2020. godini **manja** je za 0,7%, iz industrije **manja** je za 12,9%, a od ostalih korisnika je **veća** za 3,4% u odnosu na 2019.
- U 2020. godini prečišćeno je 16,5% **više** OV nego u 2019., a najzastupljeniji način prečišćavanja bio je sekundarni tretman.
- Mreža javne kanalizacije u 2020. godini **duža** je za 1,8% u odnosu na 2019., dok je novih priključaka na kanalizacionu mrežu u 2020. godini bilo 4,2% **više** nego u 2019.



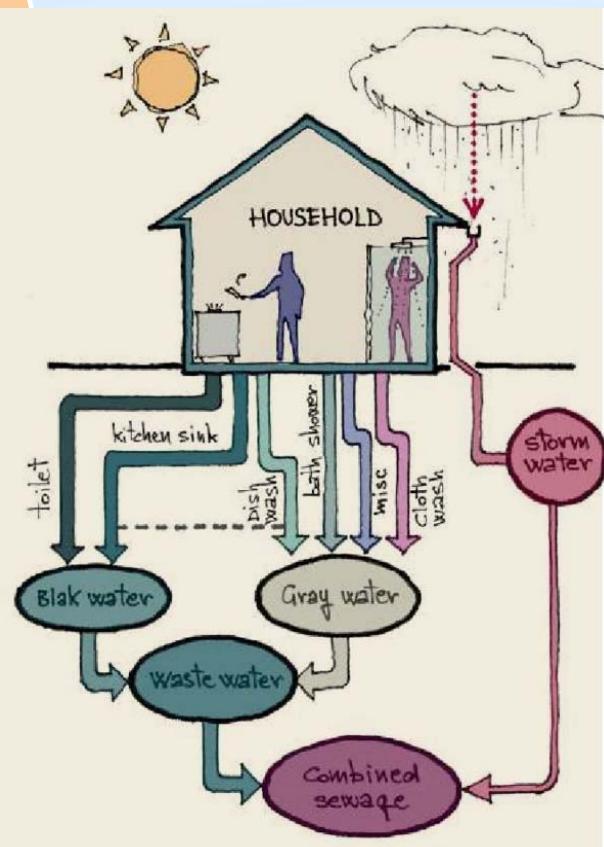
# Komunalne otpadne vode

*Sanitarne  
otpadne  
vode*

*Industrijske  
otpadne  
vode*

*Infiltracija  
/priliv*

*Atmosferske  
vode*



**Poreklo:** vode iz domaćinstava, bolnica, škola, restorana, javnih ustanova



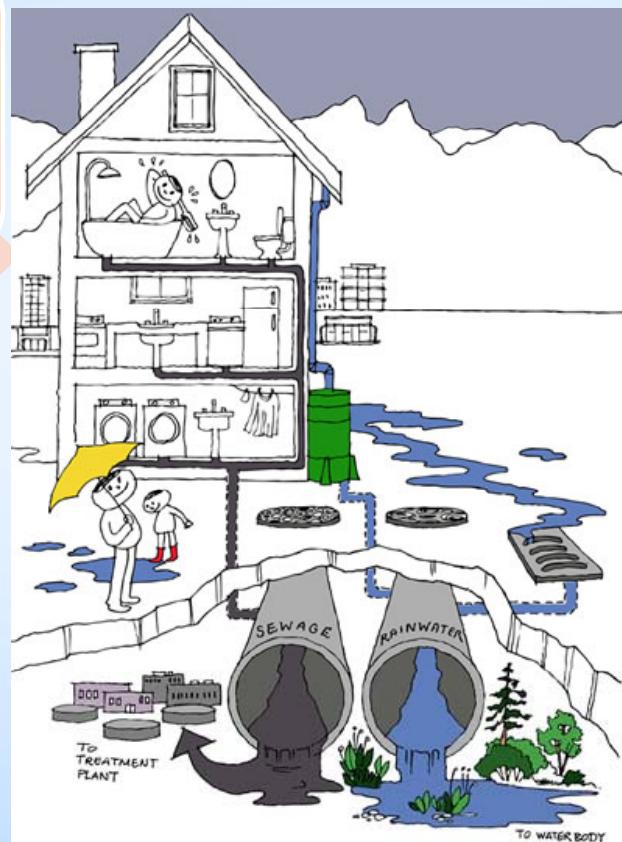
# Komunalne otpadne vode

*Sanitarne  
otpadne  
vode*

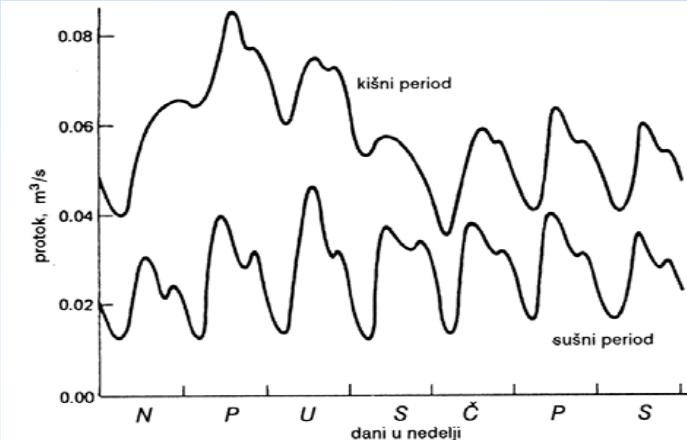
*Industrijske  
otpadne  
vode*

*Infiltracija  
/priliv*

*Atmosferske  
vode*



**Karakteristike:** konstantan sastav u jednom regionu u dužem periodu



# Komunalne otpadne vode

Sanitarne  
otpadne  
vode

Industrijske  
otpadne  
vode

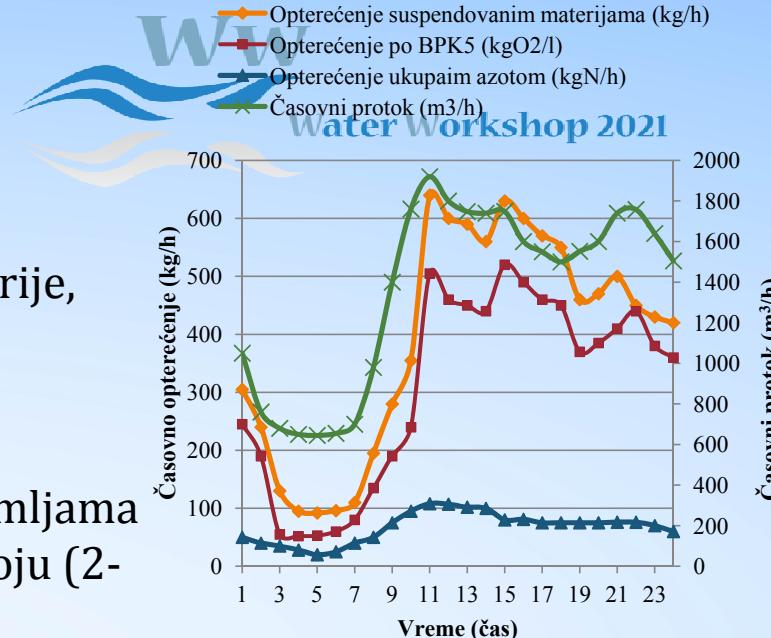
Infiltracija  
/priliv

Atmosferske  
vode

## Sastav:

- neorganske i organske materije,
- suspendovane materije,
- azot, fosfor,
- masnoće, deterdženti
- HPK/BPK<sub>5</sub> - u razvijenim zemljama (2,2-2,8), u zemljama u razvoju (2-2,3) zbog primene različitih hemijskih sredstava u domaćinstvu
- Mikroorganizmi (bakterije, virusi, protozoe )
- Sulfidi

Parametar	Jedinica mере	Vredност
Količna otpadne vode	l/dan	150
BPK <sub>5</sub>	g/ES·dan	60
HPK	g/ES·dan	120-150
Suspendovane materije	g/ES·dan	70-90
Ukupan azot	g/ES·dan	12-15
Ukupan fosfor	g/ES·dan	2,5-3



# Komunalne otpadne vode

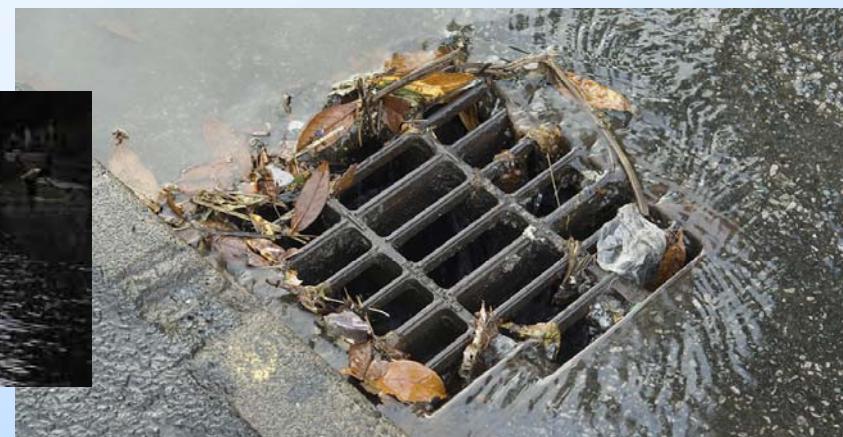


**Poreklo:** spiranje sa okolnih površina

**Karakteristike:** zavisi od saobraćaja, konstrukcije puteva, korišćenja zemljišta, fizičkih karakteristika i klimatologije sliva

**Sastav:**

- Pb, Zn i Cu - 30 minuta posle početka kiše
- Cu, Pb, Zn i Cd – posledica korozije cevi
- Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, B, As – posledica upotrebe proizvoda iz raznih delatnosti
- Korišćenje soli za odmrzavanje ulica i puteva u zimskom periodu - povećati mobilizaciju metalnih jona ( $Hg^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ) kroz formiranje hloridnih i hidroksidnih kompleksa



# Komunalne otpadne vode

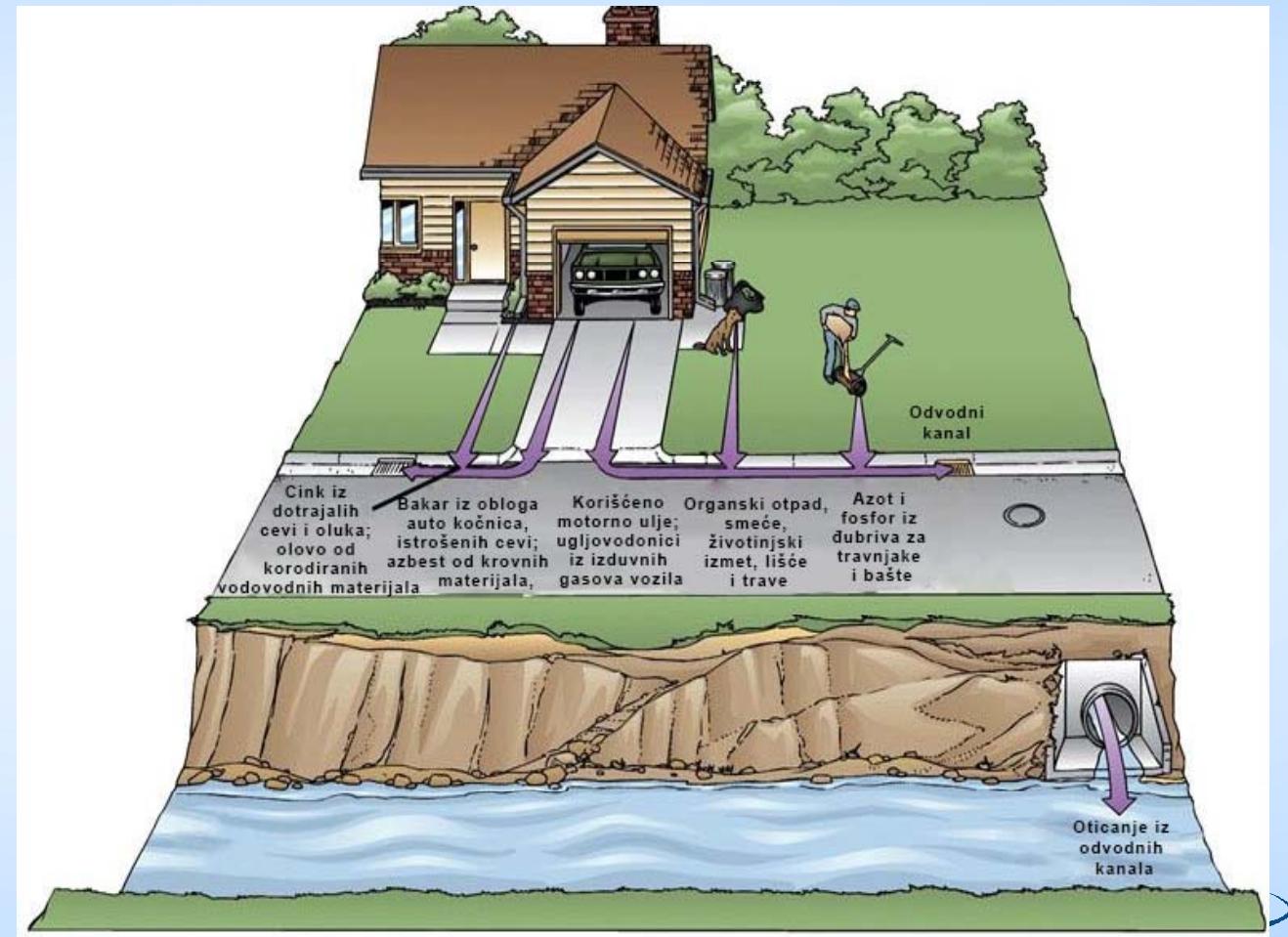
-svakodnevne aktivnosti utiču na kvalitet atmosferskih voda

*Sanitarne  
otpadne  
vode*

*Industrijske  
otpadne  
vode*

*Infiltraci  
/priliv*

*Atmosferske  
vode*



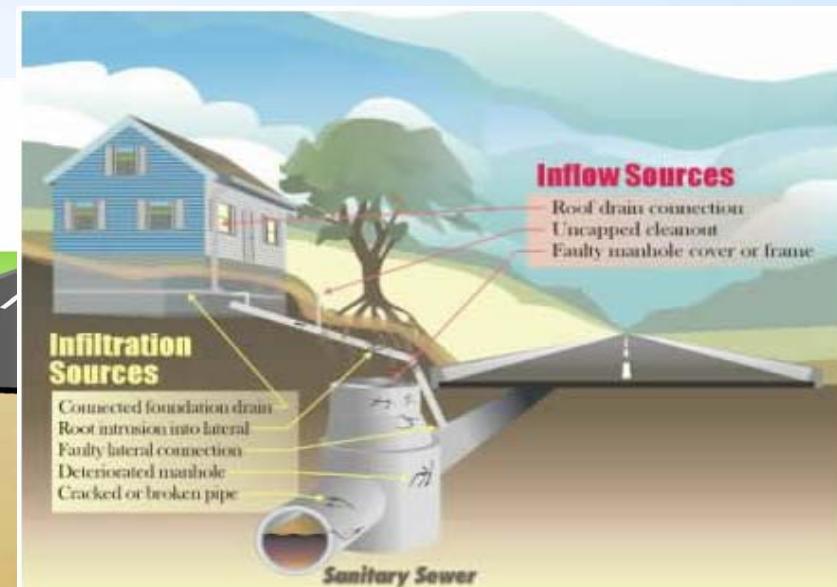
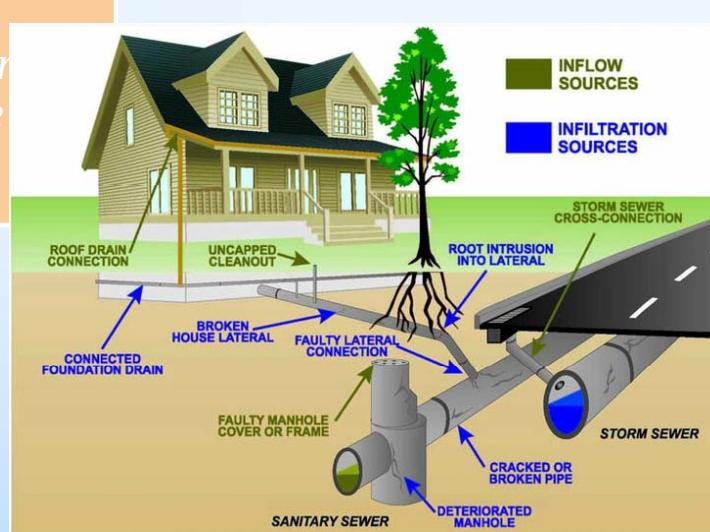
# Komunalne otpadne vode



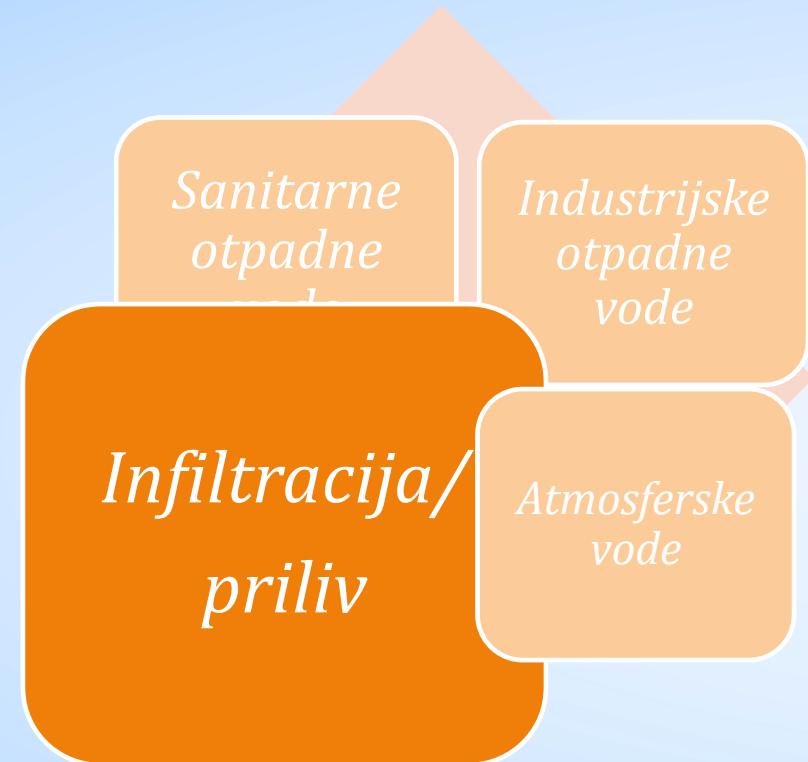
**Poreklo:** Infiltracija je voda koja ulazi u sisteme prikupljanja (kanalizacioni sistem) kroz više tačaka, uključujući defektne cevi, dotrajale spojeve na cevima, šahtove itd.

To mogu biti i odvodni kanali na ulicama, parkiralištima, prilazima i krovnim olucima.

Postoje u kombinovanom kanalizacionom sistemu jer su projektovani za prenos i otpadnih i oborinskih voda. Odvodne vode nikada ne bi trebalo povezivati u sanitarni sistem koji je dizajniran da nosi samo otpadne vode.



# Komunalne otpadne vode

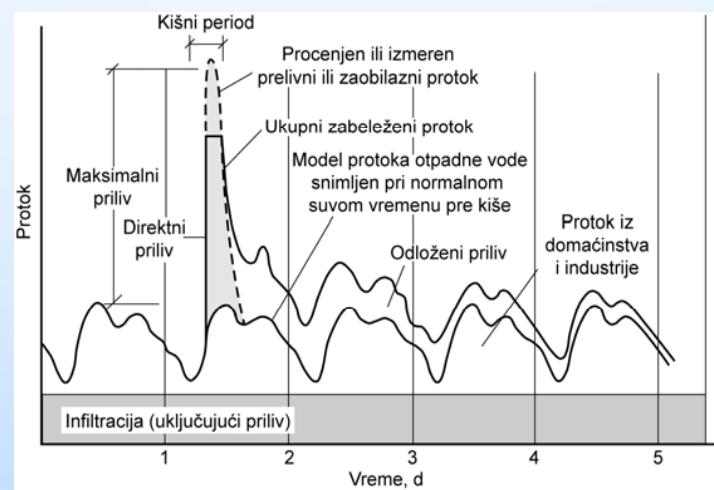


## Karakteristike:

Stalan prлив se odnosi na vodu ispuštenu iz podruma, temelja, klima uređaja i slično.

Direktan prлив podrazumeva vrste priliva dobijene atmosferskim padavinama koje direktno ulaze u sisteme prikupljanja i skoro momentalno utiču na porast količine otpadnih voda .

Odloženi prлив - atmosferske padavine i topljenje snega za koje je potrebno nekoliko dana da bi otišle u sisteme prikupljanja.



# Komunalne otpadne vode

Sanitarno-  
otpadne  
vode

Industrijske  
otpadne vode

Infiltracija/  
priliv

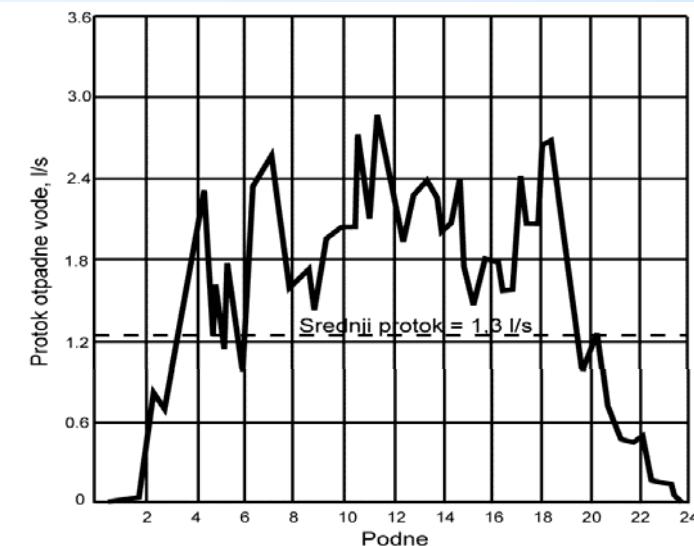
Atmosferske  
vode



**Poreklo:** procesne, rashladne, sanitарне i otpadne vode od čišćenja opreme i postrojenja

**Karakteristike:** velika količina otpadnih voda i veoma raznovrsnost zagađujućih materija

**Sastav:** Otpadne vode menjaju se po vrstama industrije, ali često i unutar jedne iste vrste industrije, kao posledica primenjene tehnologije proizvodnje, primenjenih sirovina i pomoćnih sredstava, režima rada - neorganske soli, kiseline i/ili lužine, organske materije, suspendovane materije, plivajuće čvrste i tečne materije, boje, toksične materije, mikroorganizme, radioaktivne materije, materije koje izazivaju pojavu pene i topla otpadna voda



# Komunalne otpadne vode

Sanitarno-otpadne vode

Industrijske otpadne vode

Infiltracija/  
priliv

Atmosferske vode

## Sastav:

*Nerastvorni elementi:* plivajuće materije (masti, alifatični ugljovodonici, katrani, organska ulja, smole itd.), suspendovane materije (pesak, oksidi metala, hidroksidi, pigmenti, koloidi, vlakna).

*Organski elementi:* boje, deterdženti, fenolna jedinjenja, halogeni ugljovodonici.

*Metali* (Fe, Cu, Zn, Ni, Al, Hg, Pb, Cr, Cd, Ti, Be).

$H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ .

*Laki i aromatični ugljovodonici*, hlorni derivati.

*Mineralne kiseline i baze:* hlorovodonična, azotna, sumporna kiselina, razne baze.

*Biorazgradiva jedinjenja:* šećeri, proteini.

Pesticidi, makromolekulska jedinjenja, PAH, PCB itd.

*Obojenje.*

*Radionuklidi kao I\*, Mo\*, Cs\*.*



# IZVORI ZAGAĐENJA U GRADSKIM OTPADnim VODAMA

WW  
Water Workshop 2021

- potencijalno toksični elementi
- Živa je značajan zagađivač jer se nalazi u zubnim amalgamima
- Većina analgetskih lekova je biorazgradljiva
- Deterdženti
- Masnoće, mineralna ulja



# IZVORI ZAGAĐENJA U GRADSKIM OTPADNIM VODAMA

Water Workshop 2021

## METALI

- Sanitarne otpadne vode obično sadrže Zn, Cu, Ni, Cd Pb
- proizvodi za negu tela, farmaceutski proizvodi i sredstva za čišćenje
- kadmijum je prisutan u sirovini za proizvodnju deterdženata (minerali fosfatnog porekla)
- Metali sa ulica potiču od abrazije kolovoza, habanja autoguma i obloga kočnica, takođe i od skidanja Pb sa obojenih površina i spiranja Pb i Zn sa materijala krovnih pokrivača

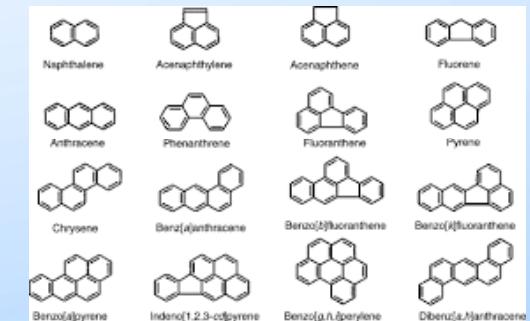


A standard periodic table where elements are color-coded based on their toxicity. Elements in the first column (H, He) and the last two columns (F, Cl, Br, I, At, Rn) are in light blue. The remaining elements are in green, yellow, and orange, indicating increasing toxicity levels. The highlighted area covers the transition metals and some post-transition metals, which are generally considered heavy metals.

1 H	2 He																																																																																													
3 Li	4 Be																																																																																													
11 Na	12 Mg																																																																																													
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	55 Cs	56 Ba	57 Hf	72 Ta	73 W	74 Re	75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	86 Fr	87 Rb	88 Ra	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Hg	112 Cn	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

## ORGANSKE MATERIJE

- od atmosferskog taloženja i oticanja sa ulica
- PAH-ovi – saobraćaj, industrijski pogoni, proizvodnja hrane
- PCDD/F - spaljivanjem otpada i sagorevanjem uglja (taloženje na zemljištu i ponovna mobilizacija, usled isparavanja i spiranja)
- Ostaci deterdženata (nonilfenol, Np), surfaktanati (linearni alkilni benzolski sulfati, LAS), sredstva za plastificiranje i poliakrilamidna jedinjenja



# Metali u otpadnim vodama

- problem zbog njihove akumulacije u zemljištu i sedimentu
- sprečavanje dospevanja metala u sistem PPOV putem gradskih otpadnih voda
- korišćenje mulja u poljoprivredi



Koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u otpadnim vodama iz industrije i domaćinstava (Wilderer i Kolb, 1997, Minhen, Nemačka)

Metal	Otpadna voda iz domaćinstva (mg/l)	Otpadna voda iz industrije (mg/l)
Pb	0,1	<13
Cu	0,2	0,04-26
Zn	0,1-1,0	0,03-133
Cd	<0,03	0,003-1,3
Cr	0,03	<20
Ni	0,04	<7,3



# Organske materije u otpadnim vodama



-prisutne su u mnogim industrijskim procesima kao bazne sirovine, sporedni tehnološki i finalni proizvodi, ali su zastupljene i u određenom broju proizvoda namenjenih domaćinstvu.

-mnoge organske materije mogu da dospeju u otpadne vode i oticanjem sa površine ulica.

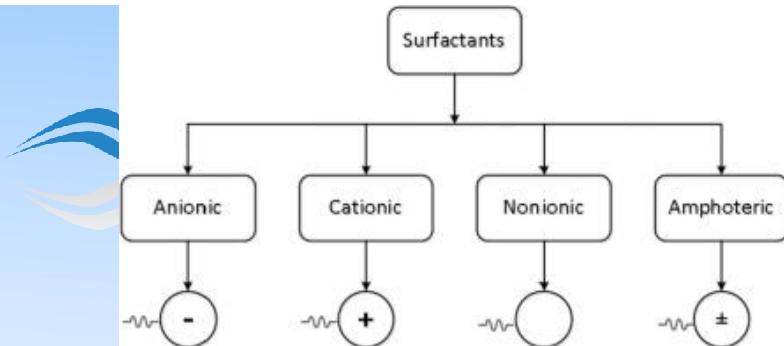
-Kanalizacioni mulj potencijalno sadrži hiljade organskih jedinjenja koja potiču iz industrijskih, stambenih, atmosferskih i prirodnih izvora. Ukupan sadržaj organskih materija u mulju obično iznosi od 60 do 80 % zavisno od stepena stabilizacionog prečišćavanja i uništavanja isparljivih čvrstih čestica.

Istraživanja u Nemačkoj: otkriveno 332 organske materije koje su potencijalno opasne po ljudsko zdravlje, a 42 od njih su redovno otkrivane u mulju



# Deterdženti u otpadnim vodama

-Sintetičke površinski aktivne supstance (tenzidi) + pomoćne komponente (Na-sulfat, - silikat, -perborat, fosfati, karboksimetilceluloza)



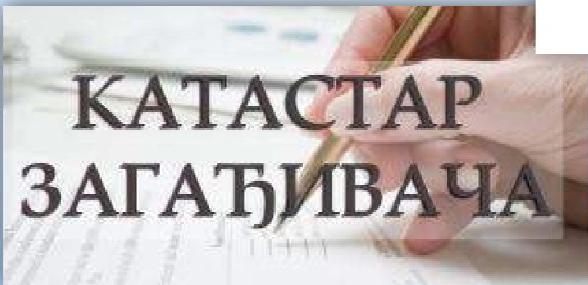
hemorazgradivi → biorazgradivi → Teško razgradivi → nerazgradivi



Toksičnost surfaktanata se povezuje s hidrofobnim delom molekula (sa povećanjem broja alkilnih grupa)



# UMESTO ZAKLJUČKA



**Zašto su merenja ključna?**

James Harrington

Ako nešto ne možete izmeriti, ne možete ga kontrolisati.

Ako ga ne možete kontrolisati, ne možete upravljati njime.

Ako ne možete upravljati njime, ne možete ga ni poboljšavati.



Monitoring u zaštiti životne sredine



# КВАДА НА ПАЖЊИ!

Workshop 2021

