



Delavnica 6

Uporaba IKT pripomočkov pri fizični geografiji

Prenosni več parametrski merilec fizikalnih in kemijskih lastnosti vode



dr. Tajan Trobec



NAMEN IN CILJI DELAVNICE

- seznaniti se s kakovostjo slovenskih voda in obstoječimi trendi onesnaženosti
- spoznati glavne dejavnike, vplive in posledice onesnaževanja voda
 - na vode in vodno okolje
 - na vrednosti merljivih fizikalnih in kemijskih parametrov vode
- seznaniti se s temeljnimi fizikalnimi in kemijskimi parametri vode, ki jih lahko merimo



NAMEN IN CILJI DELAVNICE

- seznaniti se z instrumenti/pripomočki s katerimi lahko merimo fizikalne in kemijske parametre vode
 - predvsem za meritve na terenu
 - ... za čim manj denarja
- spoznati osnove interpretiranja in vrednotenja dobljenih vrednosti fizikalnih in kemijskih parametrov vode
 - deloma tukaj in zdaj (1. del delavnice)
 - deloma na terenu (2. del delavnice)
 - predvidoma enkrat v marcu



NAMEN IN CILJI DELAVNICE

- navdušiti, opogumiti in pripraviti vas za samostojno analizo ključnih fizikalnih in kemijskih parametrov vode na terenu
 - res ni težko ... in ne boli :)
 - se da – z relativno malo vložka
 - verjamem, da bi bilo vseč tudi vašim bodočim učencem



POMEMBNEJŠE FIZIK. IN KEM. LASTNOSTI VODE

- neonesnažena voda je brez barve, vonja in okusa
 - ali je res?



Vir: http://1.bp.blogspot.com/_ZAq6fRcAASK/S9HSm82ikMI/AAAAAAAAABR4/SbkqMoGaa04/s1600/izvir+%285%29.JPG



Vir: http://wvstate.images.worldnow.com/images/8860461_G.jpg

- naravno ozadje
 - FG dejavniki => trdota, prevodnost, pH, hranila ...



POMEMBNEJŠE FIZIK. IN KEM. LASTNOSTI VODE

- voda je odlično topilo
 - lahko vsebuje številne substance
 - prenaša raztopljena hranila
 - izloča odpadne snovi
 - korozijsko deluje
 - je dovzetna za onesnaženje



Vir: <http://592f46.medialib.glogster.com/media/58b65b5e1dd8d70f94114be741db4892654ddd33c45ae7966d28bc31c88072e7/dirtywater.jpg>



ONESNAŽENOST VODE

- vodni viri so v naravnem stanju neonesnaženi
- onesnaženje
 - vsaka fizikalna/kemijska sprememba vode, ki lahko negativno vpliva na vodne ekosisteme ter vodno oskrbo oz. zdravje človeka
- onesnaženost
 - koncentracija snovi, ki presega mejne vrednosti

VIRI ONESNAŽEVANJA VODE

■ industrija

- strupene snovi, različne kemikalije, kisline, težke kovine, radioaktivne snovi, sedimenti, toplota ...



■ kmetijstvo

- sedimenti, mineralna gnojila (nitrati), pesticidi



■ gospodinjstva

- organsko in anorgansko onesnaževanje (fosfati)



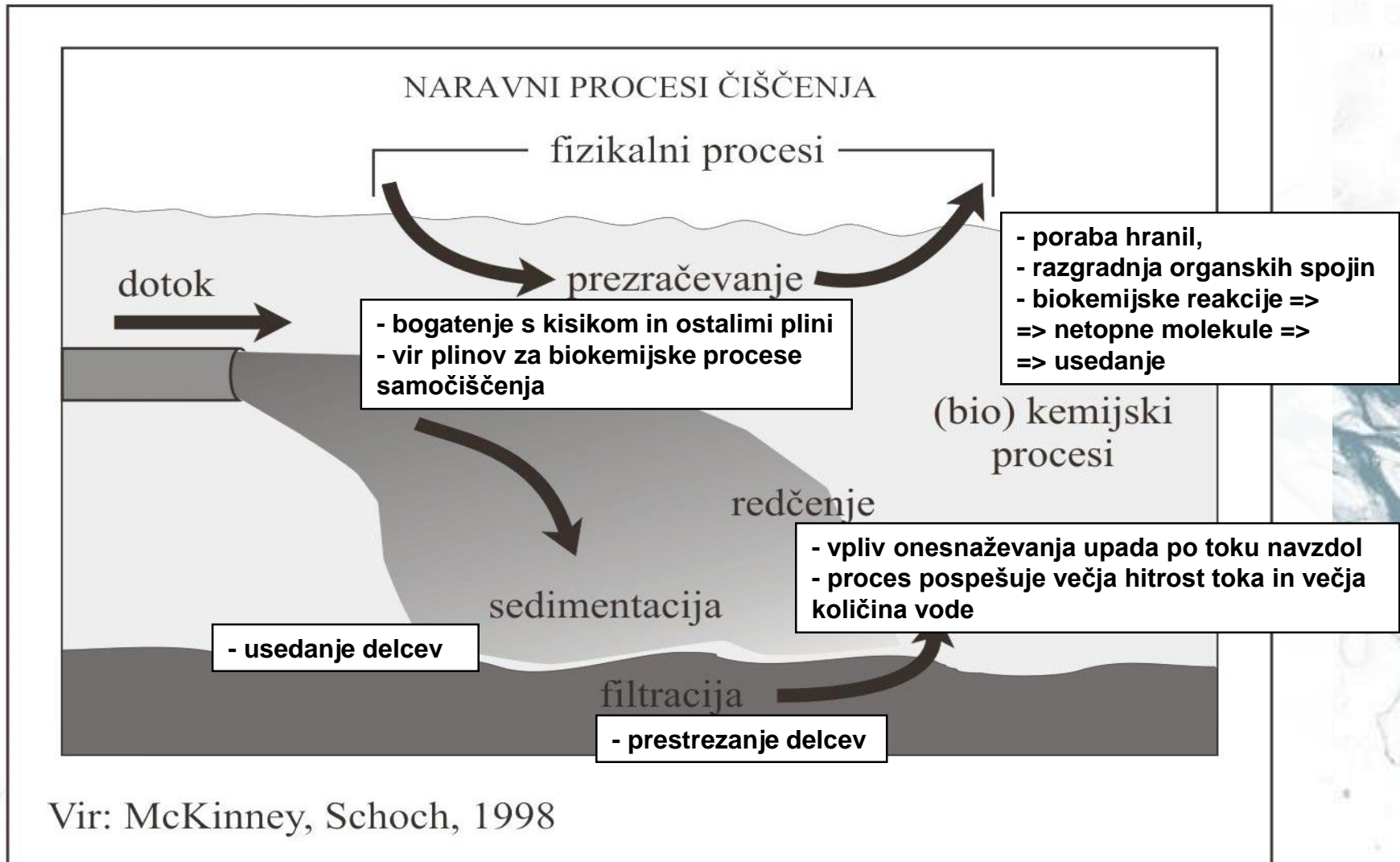
POSLEDICE ONESNAŽEVANJA VODE

- vnos (an)organskih hranil ter strupenih snovi (toksičnost)
- dvig temperature vode
- čezmerna rast rastlin (eutrofikacija)
- potrošnja kisika
- pogin organizmov
- razvoj patogenih (mikro)organizmov
- bolezni



Vir: <https://www.conserve-energy-future.com/wp-content/uploads/2017/01/eutrophication-hypoxia.jpg>

SAMOČISTILNE SPOSOBNOSTI VODE



UČINKOVITOST SAMOČIŠČENJA JE ODVISNA OD

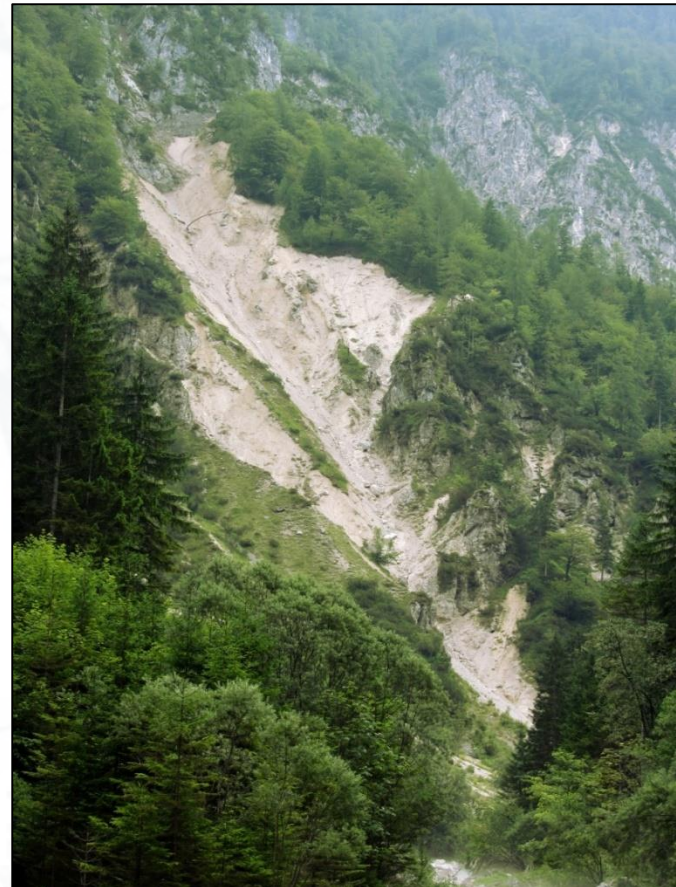
- primerne količine kisika
- temperature
- čim večje količine (tekoče/stoječe) vode
- obilja svetlobe
- ↓ antropog. posegov v (ob)vodno okolje
- biološkega ravnovesja med avtotrofnimi (proizvajanje org. snovi) in heterotrofnimi (razkroj) organizmi



Vir: <http://3.bp.blogspot.com/-bRLHwqOZ9Po/UY6no4EfhTI/AAAAAAAAAGsM/yVtVt31PqjV/s1600/2imgP873ps.jpg>

SAMOČISTILNE SPOSOBNOSTI SLO. VODOTOKOV

- ali bi samočistilne sposobnosti slovenskih vodotokov v splošnem ocenili za majhne/velike?
 - količina padavin?
 - relief/strmci?
 - matična podlaga?
 - količina/hitrost odtoka?
 - temperatura vode?
 - brzice?
 - prodonosnost?
 - preoblikovanost vodotokov?
 - ...
 - ↑stopnja prezračevanja, redčenja in filtracije +
 - biokemijski procesi





FIZIKALNE IN KEMIJSKE LASTNOSTI VODE

- vrednosti fizikalnih in kemijskih parametrov v vodi so odraz kombinacije:
 - vrednosti naravnega ozadja
 - fizičnogeografski dejavniki
 - intenzivnosti onesnaževanja
 - antropogeni vplivi
 - učinkovitosti samočiščenja
 - fizičnogeografski dejavniki + antropogeni vplivi



KAKOVOST VODE

- človek vode marsikje onesnažuje preko meja samočistilnih sposobnosti
 - poslabšanje kakovosti
 - progresivno onesnaževanje



KAKOVOST VODE SE DOLOČA GLEDE NA

- ... različne fizikalne, kemijske in biološke parametre
 - temperatura
 - količina raztopljene snovi
 - količina raztopljenih plinov
 - količina ionov H
 - količina suspendiranih snovi
 - količina neraztopljenih snovi in sedimentov
 - prisotnost patogenih organizmov
 - ...



KAKOVOST VODA V SLOVENIJI

- slovenski vodotoki večinoma niso prekomerno onesnaženi (glede na obstoječa merila ...)
- v veliki meri nas 'rešuje' predvsem
 - povirni značaj večine vodotokov (razen Mure in Drave)
 - vode si večinoma onesnažujemo sami (tudi državam dolvodno od nas!)
 - velike samočistilne sposobnosti



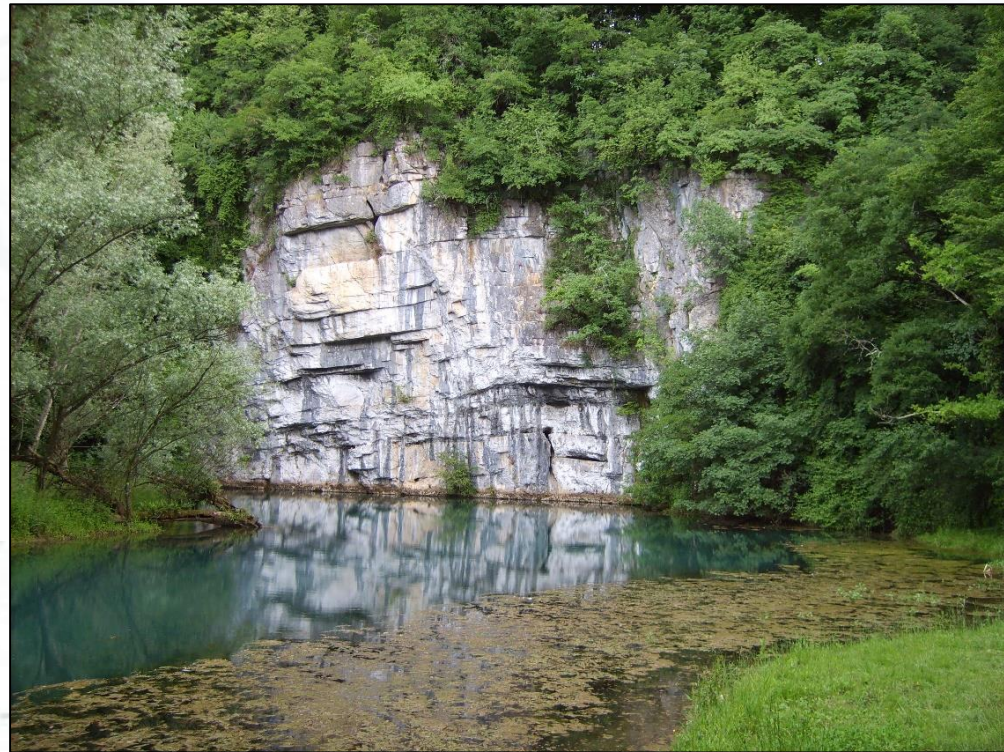
KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

- najbolj kritična so bila 70-ta in 80-ta leta 20. st.
 - neprečiščene industrijske in komunalne odplake



KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

- zaradi odlaganja odpadnih kondenzatorjev semiške Iskre v občutljivo kraško zaledje (strupeni PCB-ji), je bil v 80-ih letih trajno onesnažen izvir Krupe v Beli krajini – najizdatnejši regionalni izvir, ki posledično ni bil nikdar zajet za vodooskrbo



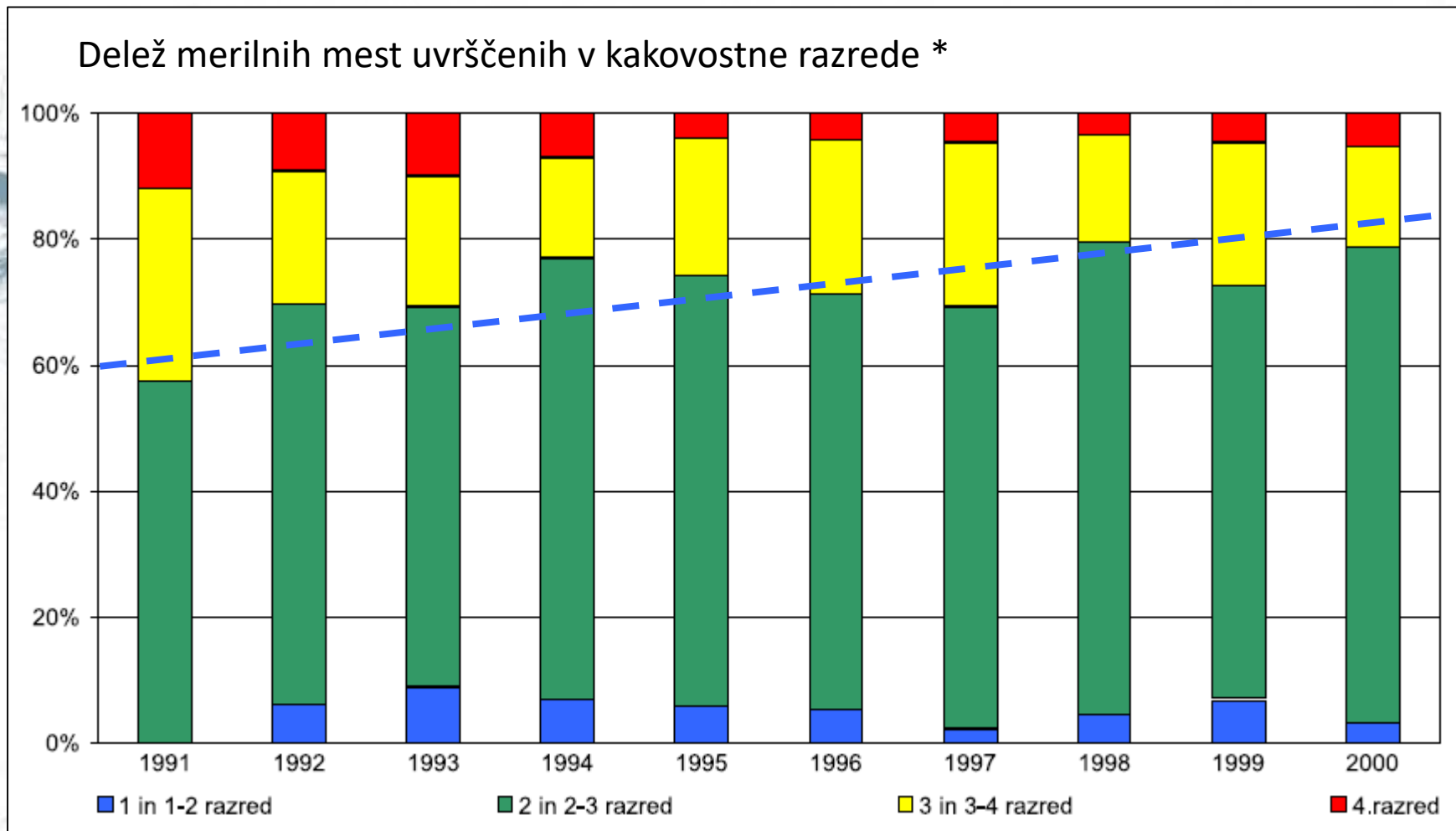


KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

- v 90-tih letih 20. st. se je začelo stanje izboljševati
 - upad industrijske proizvodnje
 - zmanjšanje količine neprečiščenih odplak
 - izboljšanje sistemov čiščenja odpadnih voda
 - še vedno praktično vse reke v srednjem in spodnjem toku zmerno do močno onesnažene
 - najbolj onesnažene manjše reke, prejemnice odpadnih vod, s skromno samočistilno sposobnostjo (zlasti poleti)



KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

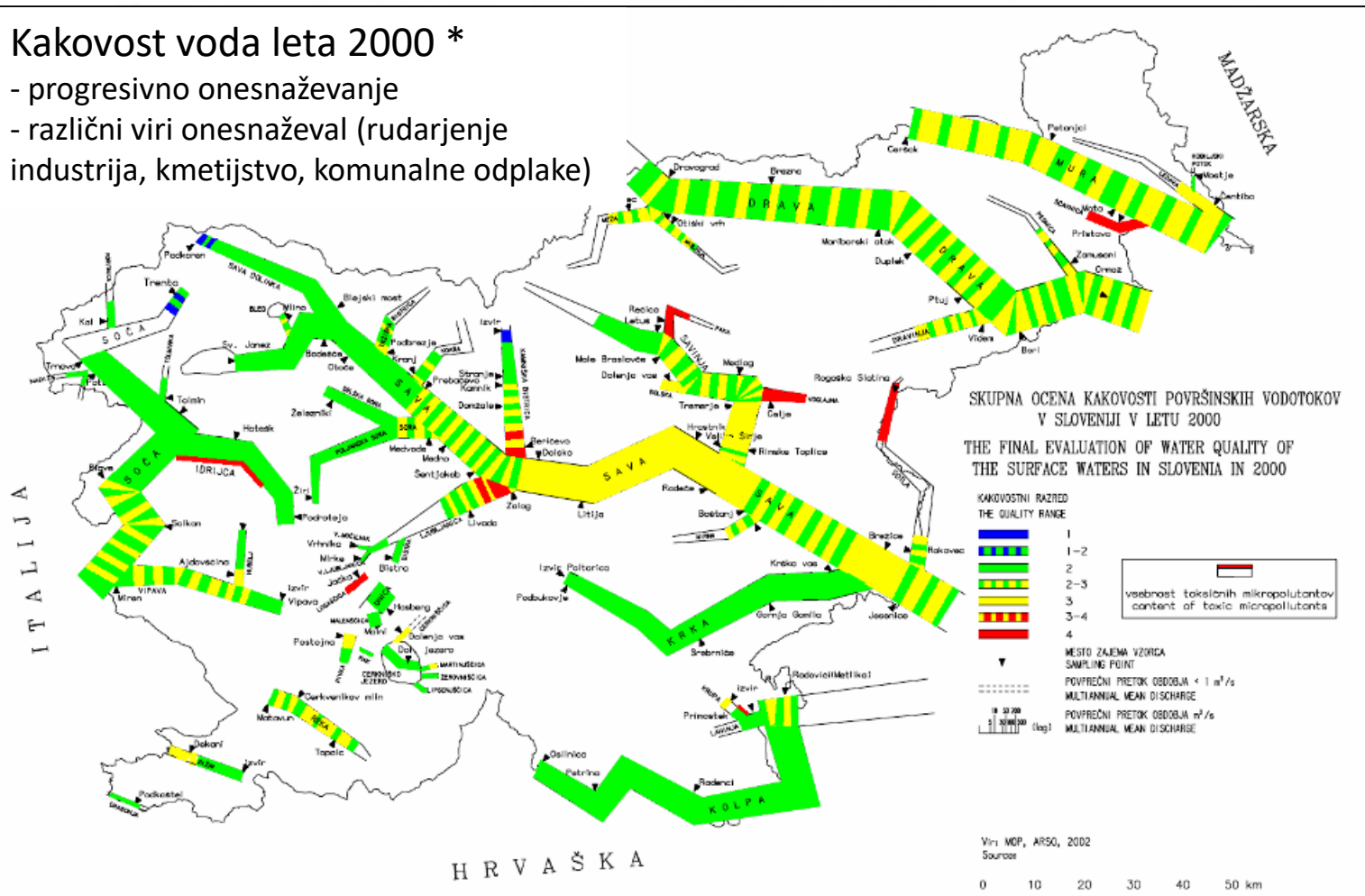


* Skupna ocena kakovosti je izdelana na podlagi osnovnih fizikalnih in kemijskih analiz, analiz težkih kovin, organskih mikropolutantov ter mikrobioloških in saprobioloških analiz.

KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

Kakovost voda leta 2000 *

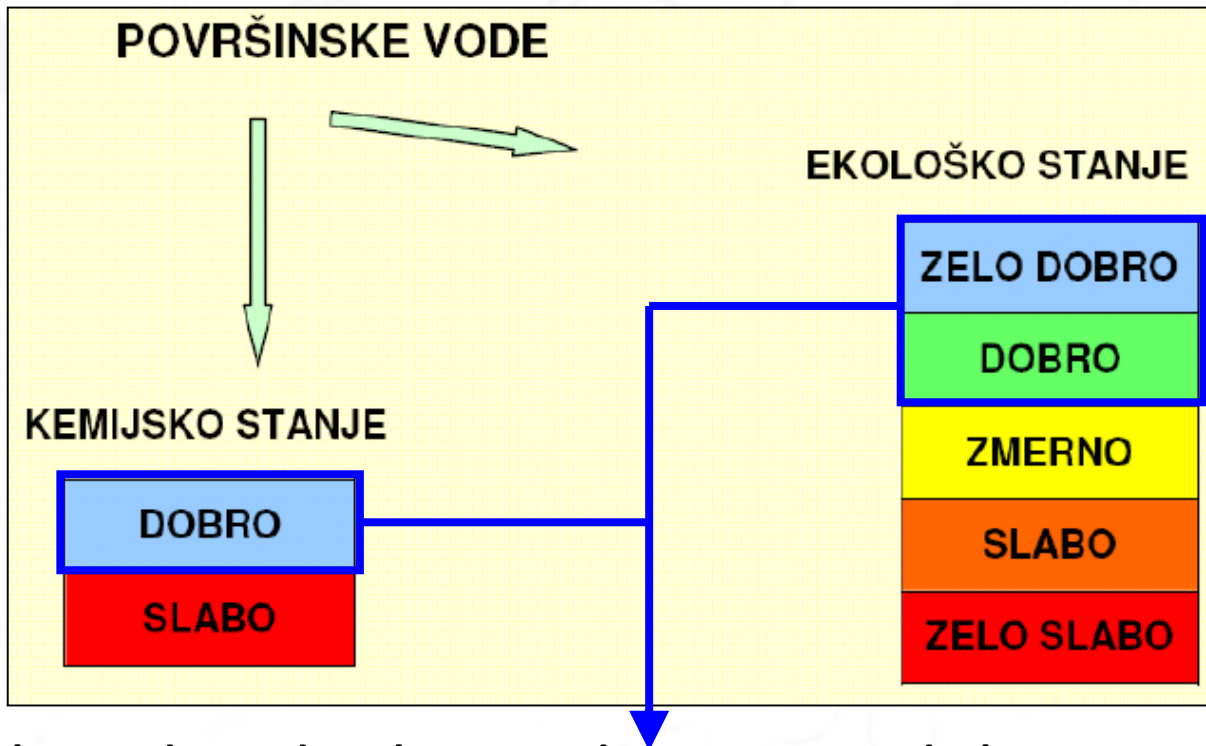
- progresivno onesnaževanje
- različni viri onesnaževal (rudarjenje industrija, kmetijstvo, komunalne odplake)



* Meja med dobrim in slabim stanjem je med 2–3 in 3 razredom. Leta 2000 okoli 20 % merilnih mest slabo kakovostno stanje.

KAKOVOST VODA V SLOVENIJI SKOZI ČAS

- z vstopom v EU se je metodologija ocenjevanja kakovosti voda spremenila

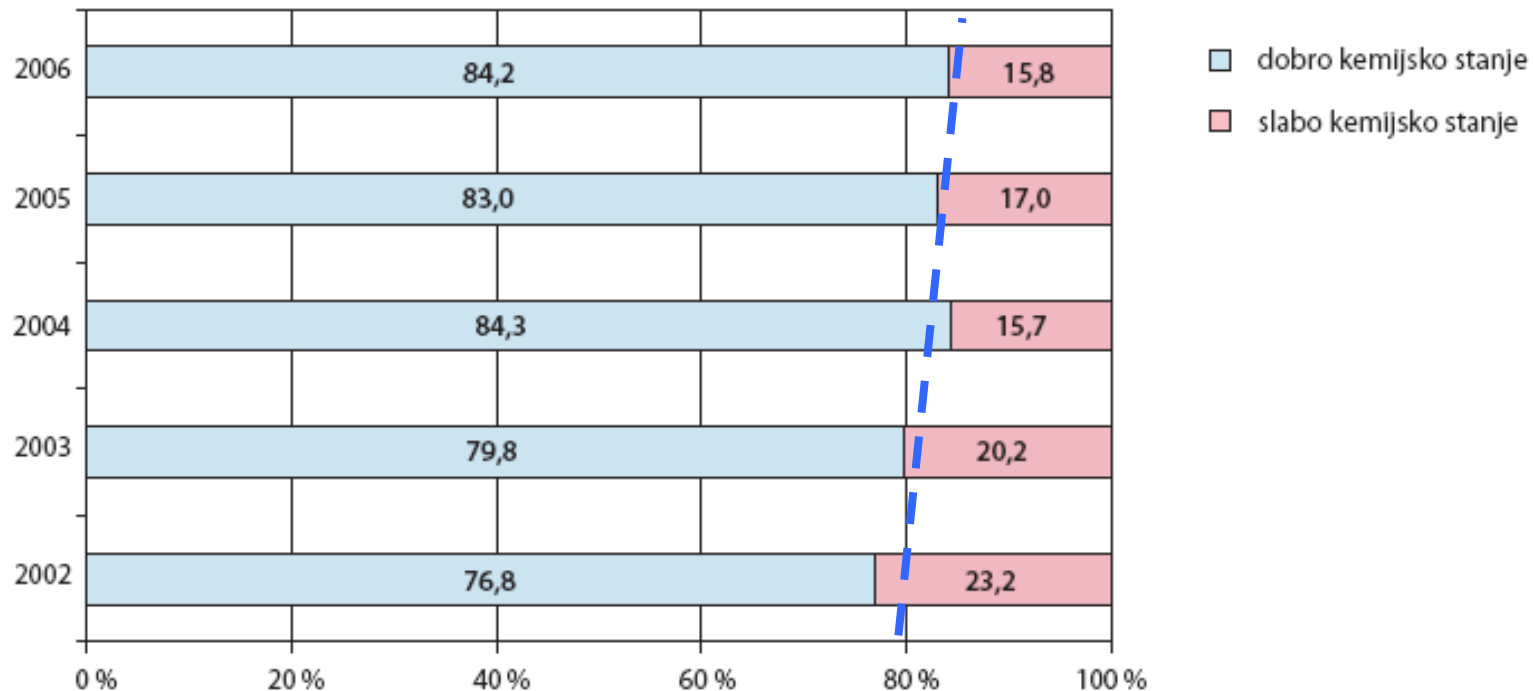


- cilj Vodne direktive: doseganje dobrega stanja (do leta 2015 ...) – Uredba o stanju površinskih voda

KEMIJSKO STANJE VODA

Graf 3: Odstotek merilnih mest v dobrem in slabem kemijskem stanju v letih 2002 do 2006

V tabeli 3 je prikazano kemijsko stanje na posameznih merilnih mestih v letih 2002 do 2006.



* Obremenjenost površinskih voda glede na vsebnost 33 prednostnih in prednostno nevarnih (skupin) snovi (na primer: atrazin, benzen, kadmij, živo srebro, ogljikov tetraklorid ...), za katere so na območju držav Evropske skupnosti postavljeni enotni okoljski standardi kakovosti.



KEMIJSKO STANJE VODA

Kemijsko stanje voda leta 2006





KEMIJSKO STANJE VODA

- leta 2006 je bilo slabo kemijsko stanje na 16 % merilnih mest, na primer:
 - **Dravinja** in **Pesnica** => herbicid metolaklor (kmetijstvo).
 - **Krka** => herbicid atrazin (kmetijstvo).
 - **Koren** => detergenti in mineralna olja (odpadne vode iz Nove Gorice).
 - **Voglajna** v Celju => cink (neposredni izpust Cinkarne Celje).
 - **Cerkniščica** => anionaktivni detergenti (verjetno posledica izpusta KČN Cerknica).
 - **Sotla** => bor (verjetno steklarska industrija v Rogaški Slatini).



Tabela 2: Merilna mesta, za katera je ugotovljeno slabo kemijsko stanje v letu 2006, z navedbo parametrov, ki so presejali mejne vrednosti

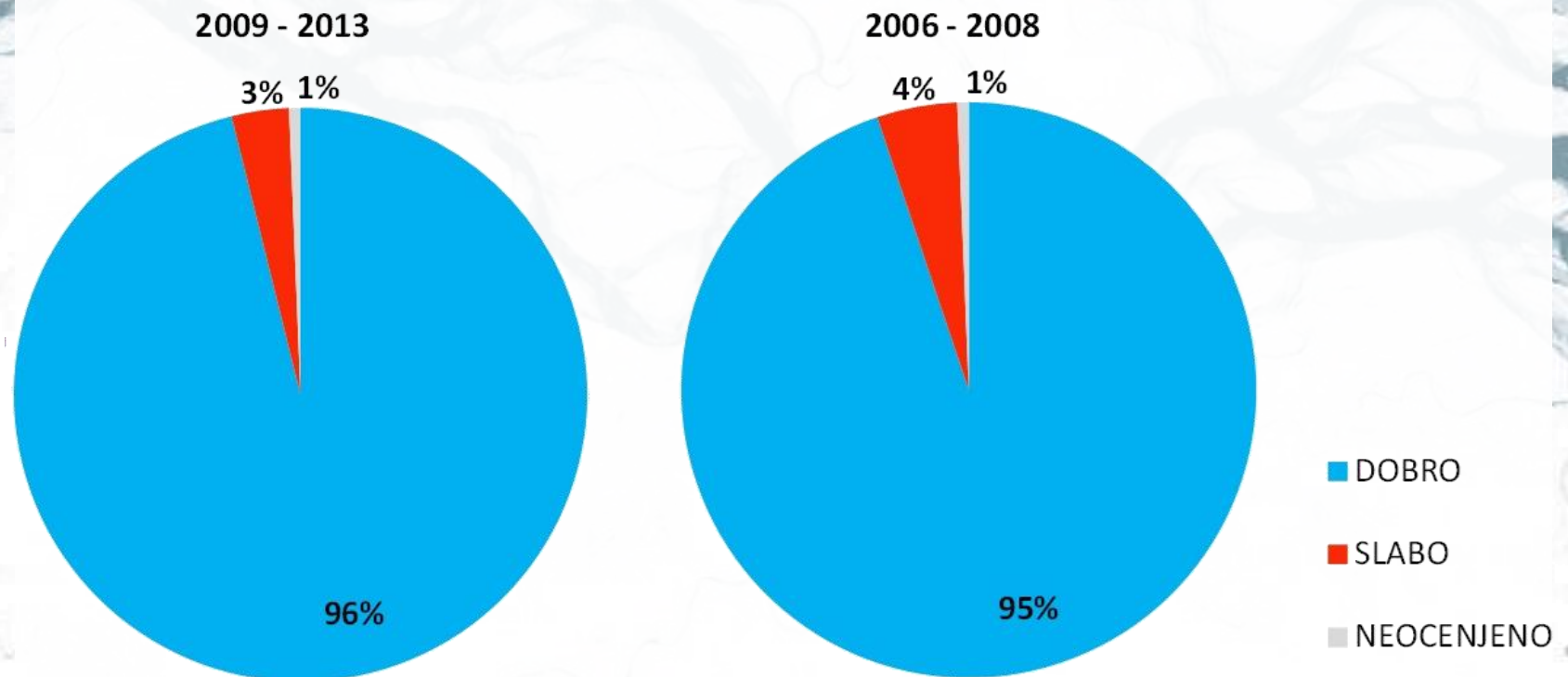
VODOTOK	Merilno mesto	Parameter	Letna povprečna vrednost	Mejna vrednost
MURA	Ceršak	AOX ($\mu\text{g Cl/L}$)	24	20
	Mota	AOX ($\mu\text{g Cl/L}$)	24	20
LEDAVA	Čentiba	AOX ($\mu\text{g Cl/L}$)	24	20
DRAVINJA	Videm pri Ptujju	Metolaklor ($\mu\text{g/L}$)	0,24	0,1
PESNICA	Zamušani	Metolaklor ($\mu\text{g/L}$)	0,43	0,1
		Pesticidi - vsota ($\mu\text{g/L}$)	1	0,5
SAVA	Jesenice na Dolenjskem	AOX ($\mu\text{g Cl/L}$)	57	20
SOTLA	Rogaška Slatina	Bor ($\mu\text{g/L}$)	177	100
CERKNIŠČICA	Cerknica (Dolenja vas)	Detergenti (mg MBAS/L)	0,13	0,10
LOGAŠČICA	Jačka	AOX ($\mu\text{g Cl/L}$)	21	20
VOGLAJNA	Celje	Cink ($\mu\text{g Zn/L}$)	493	100
KRKA	Krška vas	Atrazin ($\mu\text{g/L}$)	0,11	0,1
KOREN	Nova Gorica	Detergenti (mg MBAS/L)	3,05	0,10
		Mineralna olja (mg/L)	0,75	0,05

AOX: Organsko vezani halogeni, sposobni adsorpcije

Detergenti (mg MBAS/L): Anionaktivni detergenti (mg MBAS/L)

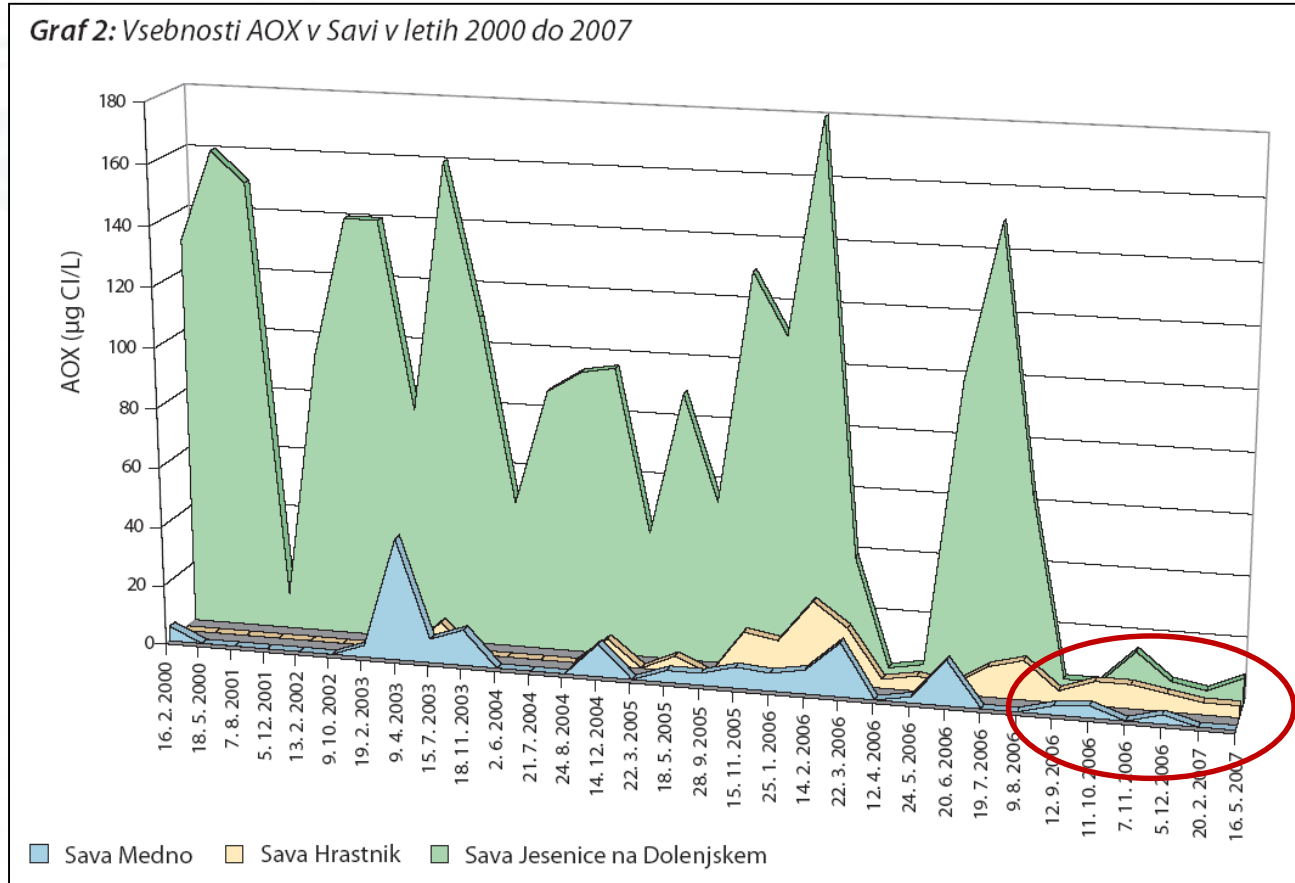
KEMIJSKO STANJE VODA

- v zadnjem desetletju je slabo kemijsko stanje zabeleženo le še na nekaj merilnih mestih



KEMIJSKO STANJE VODA

■ zaustavitev obrata za proizvodnjo celuloze (Krško)



* AOX – adsorbirane halogene organske spojine; merilo za vsebnost organsko vezanih halogenov (klor, brom, jod) preračunanih na klorid.



EKOLOŠKO STANJE VODA

- odraz kakovosti strukture in delovanja vodnih ekosistemov
- odmik ekosistemov od naravnega stanja
- pri vrednotenju se upoštevajo
 - biološki elementi kakovosti (stanje združb vodnih rastlin, alg, nevretenčarjev in rib)
 - posredno ovrednotenje različnih obremenitev (hranila, organska snov, hidromorfološka spremenjenost, degradiranost)
 - splošni fizikalno-kemijski elementi (hranila in parametri obremenjenosti z organsko snovjo)
 - hidromorfološki elementi (hidrološki režim, kontinuiteta toka in morfološke razmere)
 - posebna onesnaževala, ki se odvajajo v vodno okolje

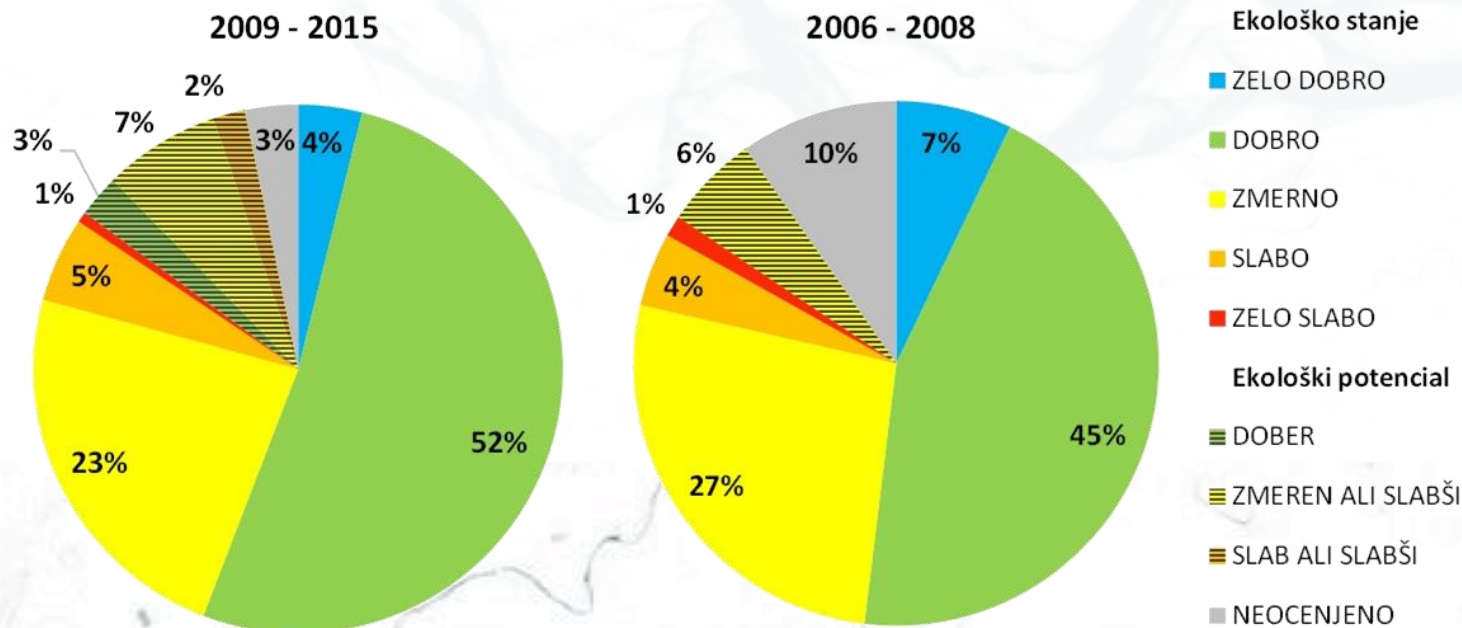


EKOLOŠKO STANJE VODA 2006–2008 (2009–2015)

- skoraj 40 % vodnih teles (referenčnih odsekov) ne dosega ciljev vodne direktive
 - 2 vodni telesi **v zelo slabem** stanju
 - Kamniška Bistrica Študa–Dol, Cerkniščica
 - 7 vodnih teles v **slabem** stanju
 - Pivka Prestranek–Postojnska jama, Sotla Dobovec–Podčetrtek, Rinža, Meža Črna na Koroškem–Dravograd, Kobiljanski potok (2×) in Koren
 - ≈ 1/4 vodnih teles v **zmernem** stanju

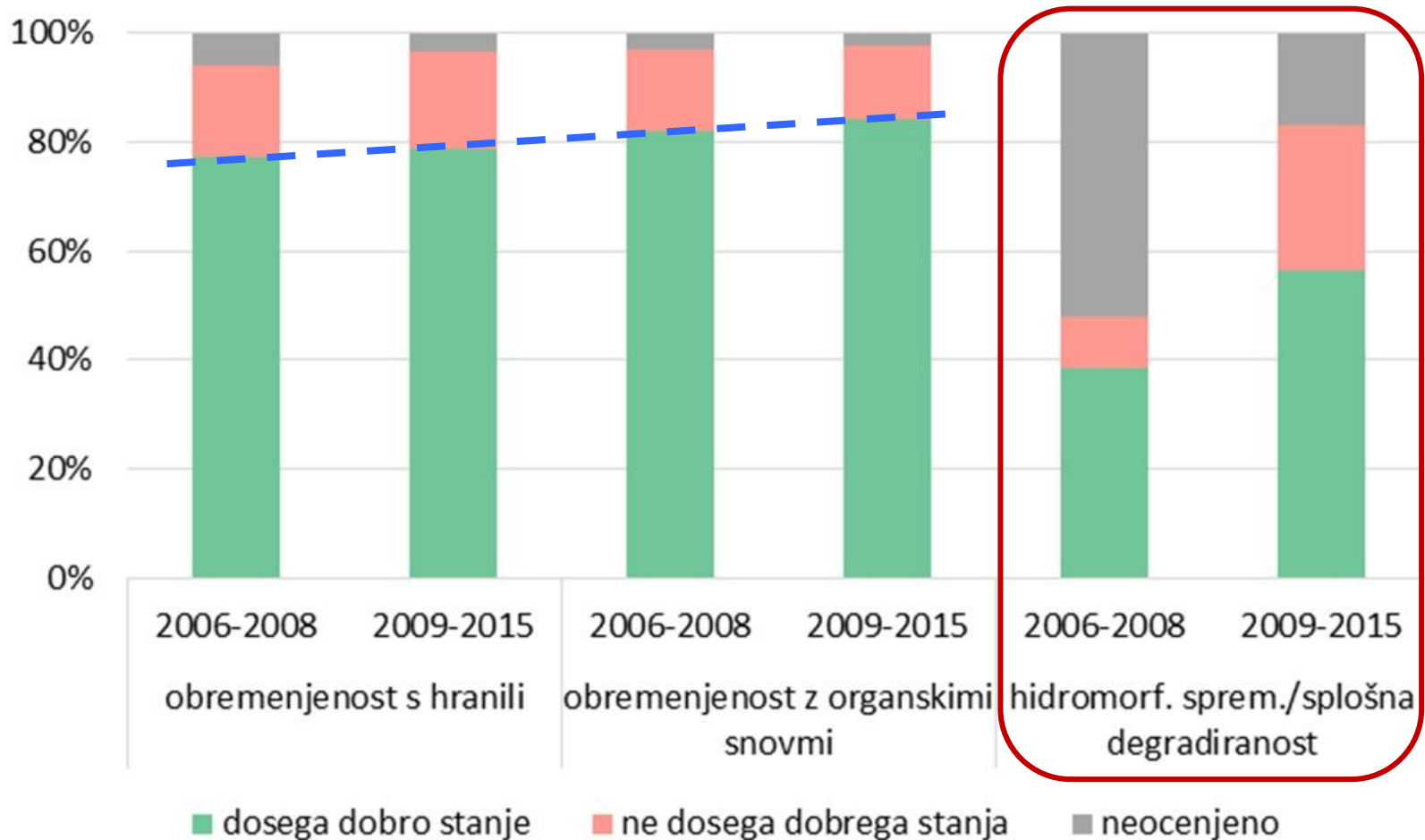
EKOLOŠKO STANJE VODA 2006–2008 (2009–2015)

- dobrih 60 % vodnih teles cilje dosega
 - dobrih 50 % vodnih teles je v **dobrem** stanje
 - le peščica (nekaj %) pa v **zelo dobrem** stanju





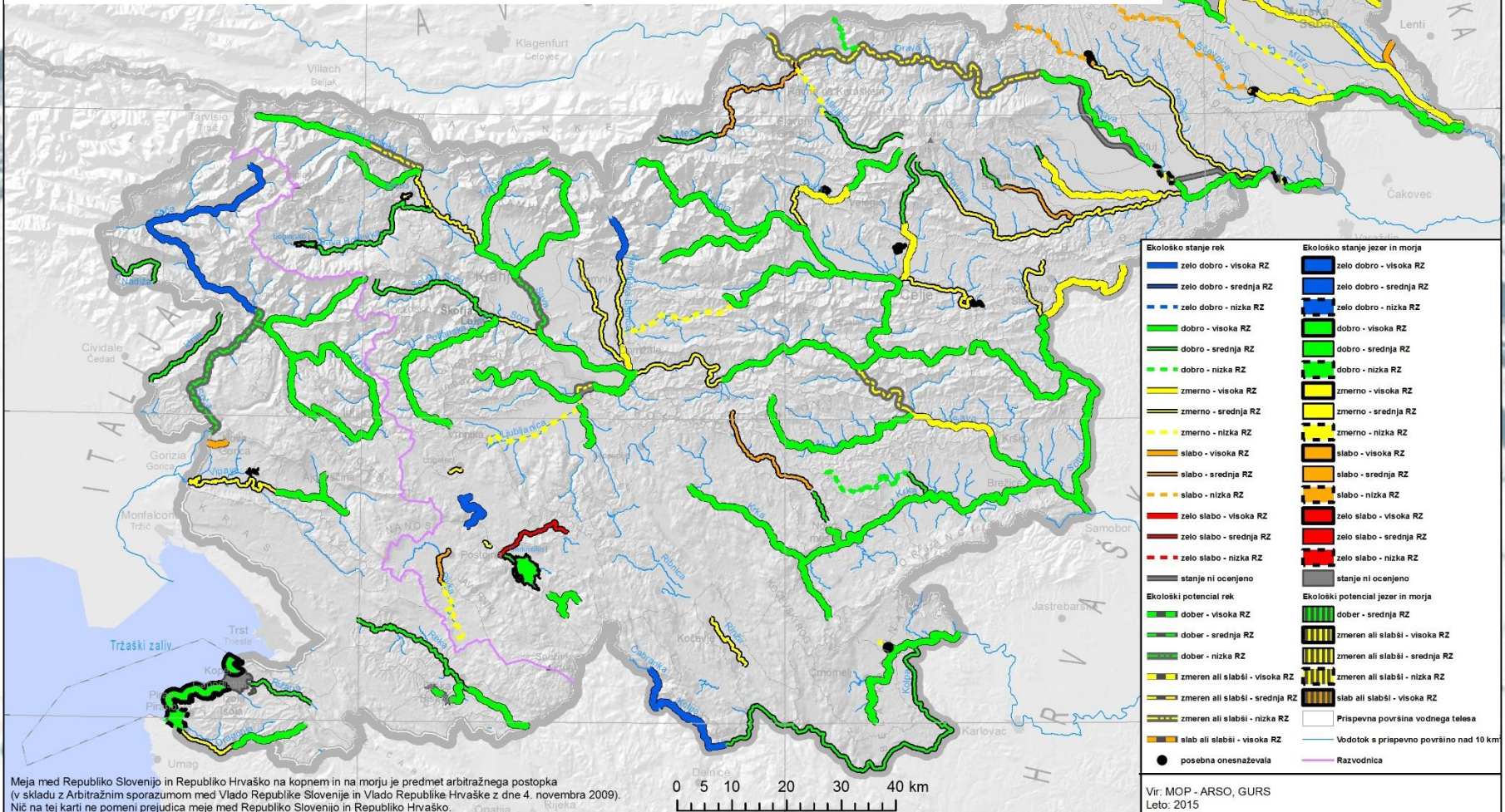
EKOLOŠKO STANJE VODA 2006–2008 (2009–2015)





Ekološko stanje površinskih voda v obdobju 2009 – 2015

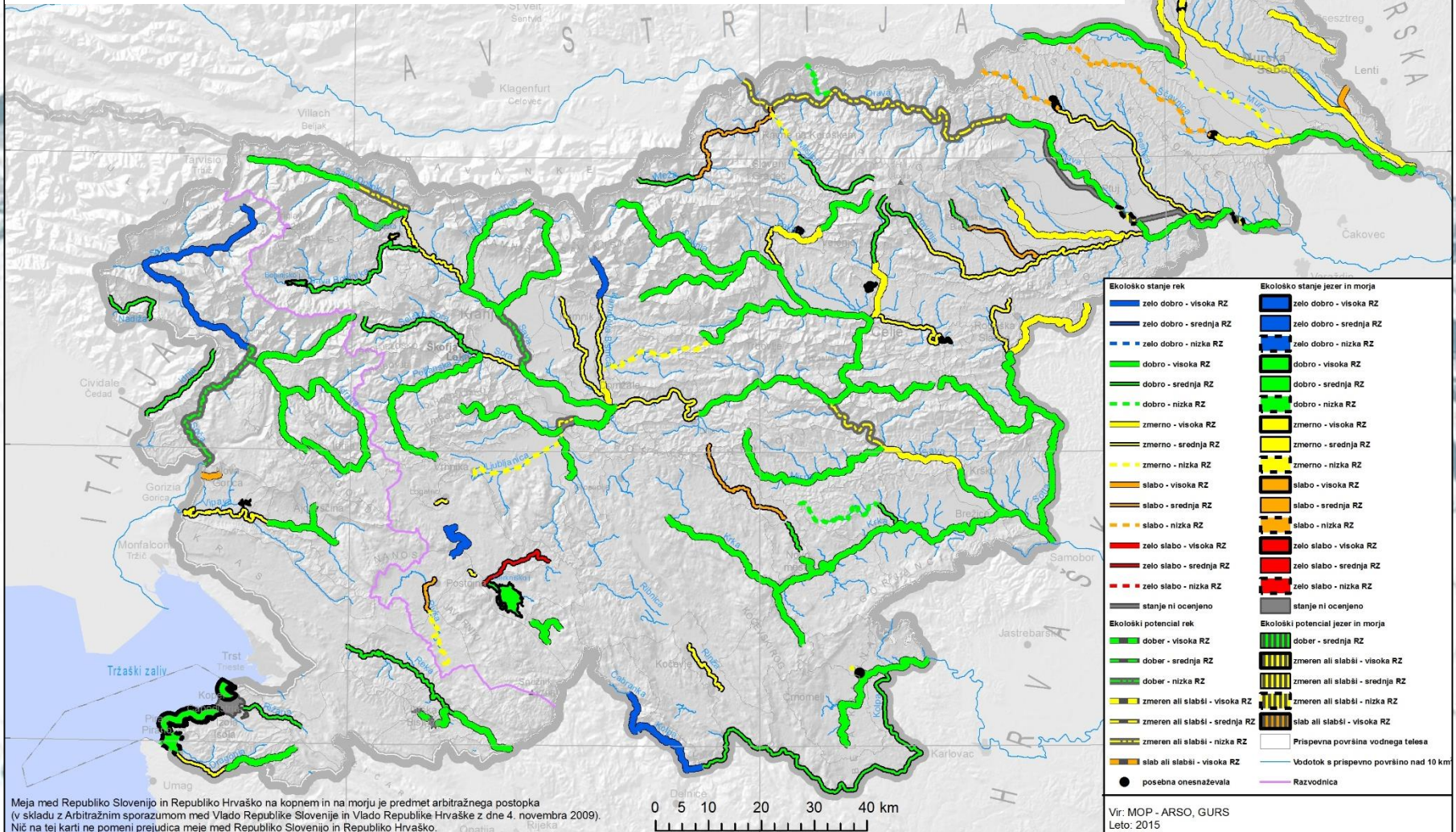
kritično je v **Pomurju** (> 80 % VT ne dosega ciljev) (hranila, organske snovi, pesticidi hidromorfološka spremenjenost, degradiranost) ter v **Podravju** in **osrednjem delu porečja Save** (> 50 % VT)





Ekološko stanje površinskih voda v obdobju 2009 – 2015

najbolje na območju jadranskih rek v Posočju ter v zgornjem delu
porečja Save (> ¾ VT dosega vsaj dobro stanje)





EKOLOŠKO STANJE VODA 2006–2008 (2009–2015)

Tabela 24: Vodna telesa rek v slabem ali zelo slabem ekološkem stanju

Vodno telo	Saprobnost				Trofičnost			HMS	NRS	Ekološko stanje in raven zaupanja
	Fitobentos in makrofiti	Bentoški nevretenčarji	BPK5	Skupaj	Fitobentos in makrofiti	Nitrat	Skupaj	Bentoški nevretenčarji		
VT Kamniška Bistrica Študa – Dol	D	D	Z	Z	ZD	D	D	ZS	D	ZS
	NIZKA	NIZKA	VISOKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	VISOKA	VISOKA
VT Meža Crna na Koroškem – Dravograd	D	D	D	D	D	D	D	S	D	S
	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA
VT Cerknjščica	Z	ZS	Z	ZS	D	ZD	D	-	D	ZS ^a
	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA		VISOKA	NIZKA
VT Pivka Prestrane k – Postojnska jama	D	S	D	S	D	D	D	-	D	S ^a
	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA		VISOKA	NIZKA
VT Sotla Dobovec – Podčetrtje	D	S	D	S	Z	D	Z	D	Z	S
	NIZKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA
VT Rinža	ZD	S	Z	S	ZD	D	D	-	D	S ^a
	SREDNJA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	SREDNJA	VISOKA	VISOKA		VISOKA	NIZKA
VT Kobiljanski potok povirje – državna meja	ZD	S	D	S	ZD	D	D	Z	D	S
	NIZKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	NIZKA	SREDNJA	SREDNJA	NIZKA	VISOKA	NIZKA
VT Kobiljanski potok državna meja – Ledava	ZD	S	D	S	D	D	D	Z	D	S
	SREDNJA	SREDNJA	NIZKA	SREDNJA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	SREDNJA	VISOKA	SREDNJA
VT Koren	Z	S	Z	S	Z	D	Z	D	Z	S
	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA	NIZKA	VISOKA	NIZKA

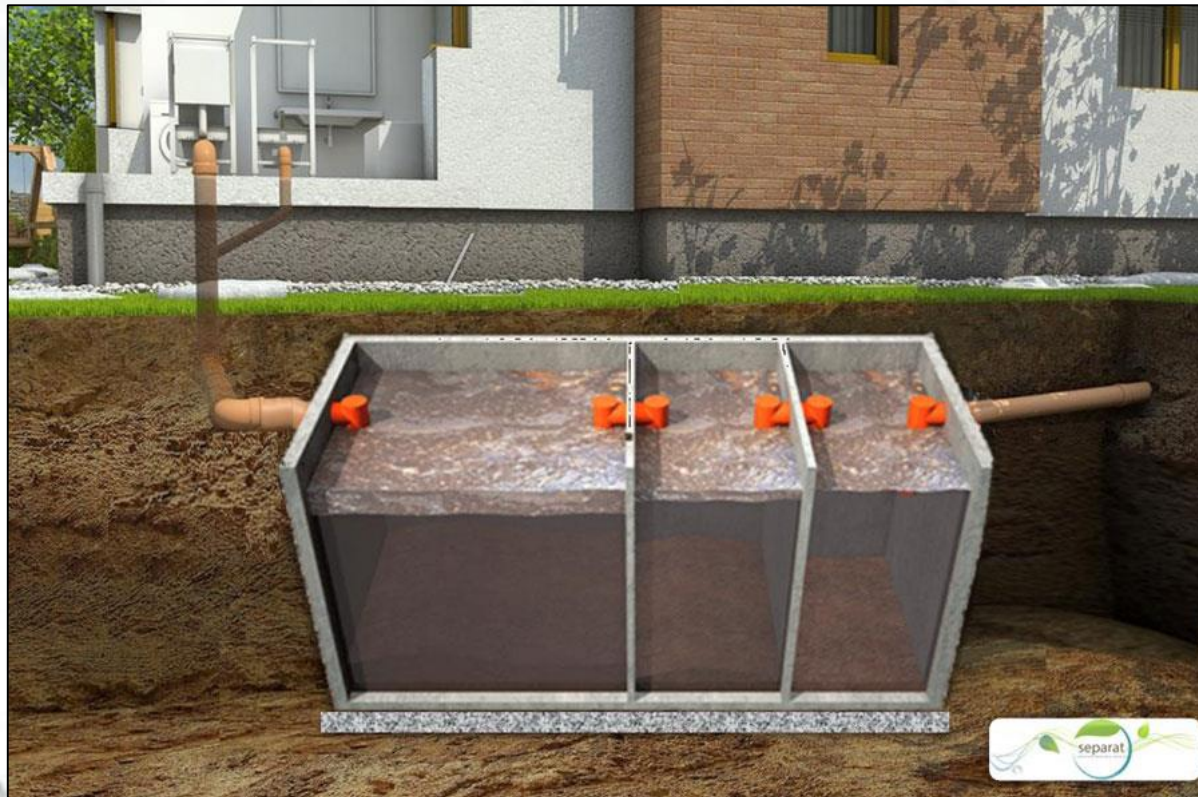
ZD-zelo dobro, D-dobro, Z-zmerno, S-slabo, ZS-zelo slabo; HMS-hidromorfološka spremenjenost; FI-KE-fizikalno-kemijski; NRS-nacionalno relevantne snovi.

a-nerazvrščenost vodnih teles na podlagi HMS, b – na podlagi saprobnosti elementa bentoški nevretenčarji, c-na podlagi saprobnosti elementa fitobentos in makrofiti, d-na podlagi trofičnosti elementa fitobentos in makrofiti, e-na podlagi BPK5, f-na podlagi nitrata;

* - prepisana vrednost stanja drugega vodnega telesa v skupini, ** - povprečne vrednosti drugih vodnih teles v skupini.

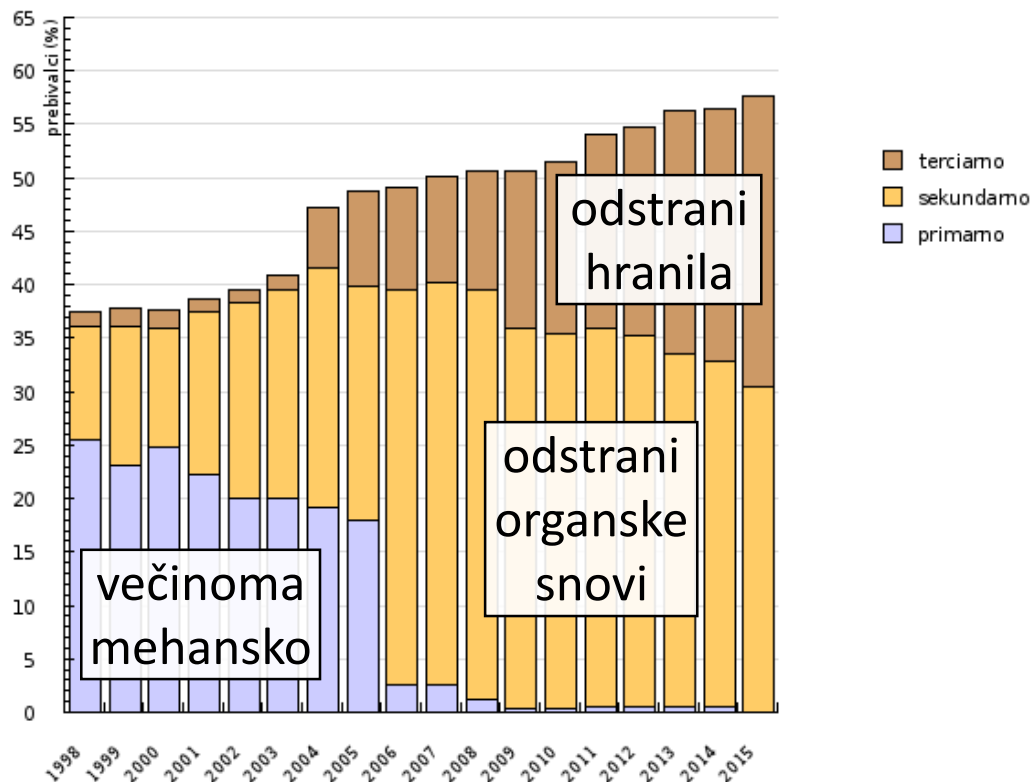
KAKOVOST VODA V SLOVENIJI

- ostaja pa še kar nekaj prostora za izboljšave ...
 - slaba polovica prebivalcev še vedno uporablja greznice
 - mehansko čiščenje



KAKOVOST VODA V SLOVENIJI

- ostaja pa še kar nekaj prostora za izboljšave ...
 - le 58 % prebivalcev je priključenih na ČN
 - le okrog 60 % odplak se prečisti na ČN





... spomnimo se od prej ...

KAKOVOST VODE SE DOLOČA GLEDE NA

- ... različne fizikalne, kemijske in biološke parametre
 - temperatura
 - količina raztopljene snovi
 - količina raztopljenih plinov
 - količina ionov H
 - količina suspendiranih snovi
 - količina neraztopljenih snovi in sedimentov
 - prisotnost patogenih organizmov
 - ...



... preučevali bomo **le izbrane, ključne parametre** ...

KAKOVOST VODE SE DOLOČA GLEDE NA

- ... različne **fizikalne, kemijske** in biološke parametre
 - **temperatura**
 - **količina raztopljene snovi**
 - **količina raztopljenih plinov**
 - **količina ionov H**
 - količina suspendiranih snovi
 - količina neraztopljenih snovi in sedimentov
 - prisotnost patogenih organizmov
 - ...

NAMEN/POMEN MERJENJA IZBRANIH F. IN K. PAR.

- namen ni ugotoviti če je izbrani vodni vir piten
 - zunaj našega dometa
 - oprema, čas, denar, ... tega ne omogočajo
 - ali bi bilo to sploh smiselno/relevantno?



NAMEN/POMEN MERJENJA IZBRANIH F. IN K. PAR.

- namen **je** ugotoviti vrednosti **ključnih** f. in k. parametrov za izbrani vodni vir
 - opraviti meritve (na različnih mestih?)





NAMEN/POMEN MERJENJA IZBRANIH F. IN K. PAR.

- **razložiti/ovrednotiti** dobljene vrednosti
 - iz spleta fizičnogeografskih dejavnikov (+ iz poznavanja teorije) sklepati na okvirno naravno ozadje
 - okvirno ovrednotiti samočistilne sposobnosti vira
 - ugotoviti pomembnejša odstopanja od naravnega ozadja
 - identificirati potencialne onesnaževalce
 - najti razloge za odstopanje meritev od naravnega ozadja
 - povezati rezultate dobljenih meritev/analiz s potencialnimi onesnaževalci ...
 - najti razloge za morebitne trende (če je več meritev)
- ... skratka, (hidro)geografsko interpretirati dobljene vrednosti in povezave med njimi

FIZIKALNE IN KEMIJSKE LASTNOSTI VODE

- vrednosti fizikalnih in kemijskih parametrov vode je moč meriti na različne načine in z različnimi metodami
 - terensko (različni prenosni merilci in terenski testerji)
 - laboratorijsko (uporaba različnih kemikalij)



MERILCI FIZIKALNIH IN KEMIJSKIH PARAMETROV

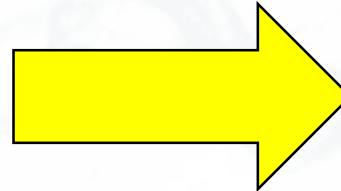
- obstaja veliko različnih elektronskih merilcev
 - pH meter
 - oksimeter
 - konduktimeter
 - refraktometer
 - ...
 - (termometer)

≈100–500 €



VEČ PARAMETRSKI MERILCI FIZ. IN KEM. PARAM.

- prednost pred eno parametrsкими merilci => združujejo več senzorjev v enem instrumentu



VEČ PARAMETRSKI MERILCI FIZ. IN KEM. PARAM.

- merilci višjega cenovnega razreda – npr.: Hanna HI9829
 - 13 + 1 parametrov
 - pH, redoks potencial
 - prevodnost, upor, slanost
 - gostota morske vode
 - vsota raztopljenih trdnih snovi
 - vsebnost kisika
 - motnost
 - amonij, nitrati, kloridi,
 - temperatura,
 - tlak (atmosferski)
 - + GPS

≈2.000–5.000 €



VEČ PARAMETRSKI MERILCI FIZ. IN KEM. PARAM.

- merilci nižjega cenovnega razreda – npr.: Hanna HI9811-5
 - 2 + x parametrov
 - pH, redoks potencial
 - prevodnost, upor, slanost
 - gostota morske vode
 - vsota raztopljenih trdnih snovi
 - vsebnost kisika
 - motnost
 - amonij, nitrati, kloridi,
 - temperatura,
 - tlak (atmosferski)
 - + GPS

≈200–500 €



VEČ PARAMETRSKI MERILCI FIZ. IN KEM. PARAM.

- naš merilec Hanna HI98194 => višji srednji razred
 - 9 + 1 parametrov
 - pH, redoks potencial
 - prevodnost, upor, slanost
 - gostota morske vode
 - vsota raztopljenih trdnih snovi
 - vsebnost kisika
 - motnost :(
 - amonij, nitrati, kloridi :(
 - temperatura
 - *tlak (atmosferski)*
 - GPS :(

≈1.500 €



FIZIKALNE IN KEMIJSKE LASTNOSTI VODE

- meritev motnosti/prosojnosti lahko v stoječih vodah nadomestimo z uporabo secchi diska



- amonij, nitrate, kloride ... nadomestimo s terenskimi testerji (lahko tudi lab.)



- GPS imamo na oddelku + pametni telefoni – aplikacije (1. delavnica ;))



FIZIKALNE IN KEMIJSKE LASTNOSTI VODE

- preostala parametra, ki ju je pri ugotavljanju onesnaženosti vode smotrno meriti sta še:
 - trdota vode
 - pri nas se v njej odraža večji del v vodi raztopljenih snovi
 - terensko / laboratorijsko
 - bio(kemijsko) potrebo po kisiku
 - predvsem organsko onesnaženje vodotoka
 - laboratorijsko



TEMPERATURA

- pomen temperature
 - agregatno stanje
 - gostota
 - kroženje vode v stoječih vodah
 - vpliva na prisotnost/odsotnost vodnih organizmov
 - različne zahteve in toleranca
 - raztapljanje plinov (zlasti O₂) in trdnih snovi
 - samočistilne sposobnosti

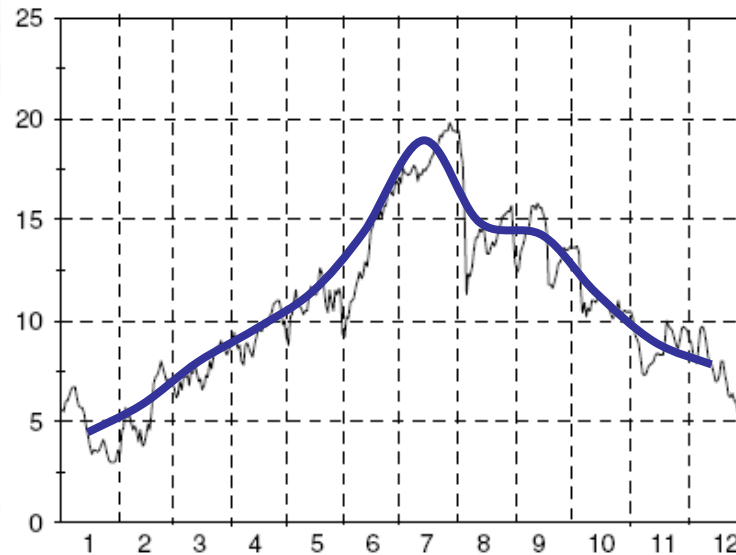
TEMPERATURA

A.7. Mesečne in letne srednje temperature vode s konicami (l. 2006)

Št.	Tip	Postaja Šifra Vodotok	minimalna srednja temperatura v °C maksimalna												Zabeleženi ekstremi v obdobju			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	leto	datum	°C	datum
132	A	Solkan I 8180 Soča	3	3.4	6.2	7.8	8.8	9.2	16.8	11.3	11.6	10.1	7.3	5.5	3	27.01.	1.2	10.01.1985
			4.6	5.6	7.5	9.4	10.9	13.8	18.2	14.5	13.8	11.1	8.8	7.6	10.5		19.8	27.07.
			6.7	8	9	11	12.6	17.1	19.8	19.4	15.8	13.7	10.4	9.7				

Št.: 130 SOLKANI SOČA												
Šif: 8180 Tip: A Kota°0': 51.844												
Dan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.6	3.4	6.8	8.7	9.2	9.2	16.8	19.4	12.4	13.6	10.4	9.5
2	5.5	4.5	6.7	8.8	8.8	10.2	17.6	18.3	12.6	13.6	10.1	9.1
3	6	4.7	6.2	9.4	10.2	10.1	17.3	17.8	13.4	13.7	9.3	8.9
4	6	5.7	6.3	9	10.3	10.9	17.3	15.4	13.7	13.4	9.1	8.4
5	6.3	5.2	7	8.6	11	11	17.2	11.3	14	11.7	8.9	8.1
6	6.6	5.4	6.6	8.8	11.5	11.1	17.3	12.3	14.6	10.4	8.1	7.9
7	6.7	4.9	7.2	8	10.8	11.7	17.5	12.2	14.5	10.9	7.4	8.8
8	6.7	4.6	7.2	7.8	10.7	12	17.7	12.7	15	10.2	7.3	9.6
9	6.2	4.8	7.3	8.8	10.6	12.4	17.5	13.5	15.7	10.6	7.4	9.7
10	5.8	4.5	6.8	8.9	10.3	12.1	16.9	14.1	15.7	10.5	7.7	9.5
11	5.7	4	7.5	8.6	10.5	12.3	17.3	14.1	15.5	11	7.8	9
12	5.7	4.6	7.4	8.4	10.5	12.9	17.2	14.5	15.8	11	7.9	8.2
13	5.4	3.8	7.9	8.2	11.2	12.7	17.5	14.4	15.6	10.9	8	7.9
14	4.7	3.9	7.5	8.9	11.7	13.4	17.4	14.7	15.6	11.1	8.3	7.8
15	4.3	4.3	7	9.2	11.4	14.4	17.6	14	15.3	11.2	8.4	7.4
16	3.8	4.9	7.1	9.7	11.3	14.7	17.7	13.3	15	11.1	8.3	7
17	3.4	4.6	6.6	9.5	11.3	15.1	18	13.3	14.2	11.1	8.3	7
18	3.6	5.5	6.8	9.5	11.9	15.6	18.2	13.6	11.8	11.1	8.3	7.3
19	3.6	6.9	7.3	10	12.6	15.1	18.4	13.9	11.8	11	9	8
20	3.5	7.2	7.2	9.7	12.3	15.5	18.6	13.7	11.6	10.7	10	8
21	3.6	7.3	8	9.8	11.6	15.1	18.8	14	11.9	10.4	9.7	7.3
22	3.8	7.6	7.6	10.2	10.8	15.7	19.2	14.4	12.3	10.1	9.6	6.9
23	4.1	8	8.2	10.4	10.4	15.7	19.1	14.7	12.8	10.2	9.5	6.3
24	3.9	7.7	8.6	10.8	11.5	16.2	19.4	15.1	12.9	10.5	9.1	6.2
25	3.5	7.3	8.7	10.9	11	16.6	19.4	15.2	13.1	11	8.8	6.4
26	3.1	7	8.7	11	10.5	16.3	19.4	15.3	13.6	10.5	8.6	6.1
27	3	7.1	9	11	11.5	16.2	19.8	15.4	13.5	10.2	9.1	5.9
28	3	6.9	8.7	10.6	11.3	16.9	19.6	15.4	13.5	10.5	9.6	5.5
29	3	8.6	9.8	11.6	16.8	19.4	15.7	13.6	10.5	9.7	5.7	
30	3.1	8.3	10	11.2	17.1	19.4	14.3	13.7	10.4	9.6	5.6	
31	3.6	8.5	9.3	9.3	9.3	19.3	12.9	10.5	5.6			
Dan	27	1	3	8	2	1	1	5	20	22	8	28
Tnk	3	3.4	6.2	7.8	8.8	9.2	16.8	11.3	11.6	10.1	7.3	5.5
Ts	4.6	5.6	7.5	9.4	10.9	13.8	18.2	14.5	13.8	11.1	8.8	7.6
Tvk	6.7	8	9	11	12.6	17.1	19.8	19.4	15.8	13.7	10.4	9.7
Dan	7	23	27	26	19	30	27	1	12	3	1	9
Tnk	3											
Ts	10.5											
Tvk	19.8											

nihanje temperature na profilu preko leta (na dnevni in na mesečni ravni)



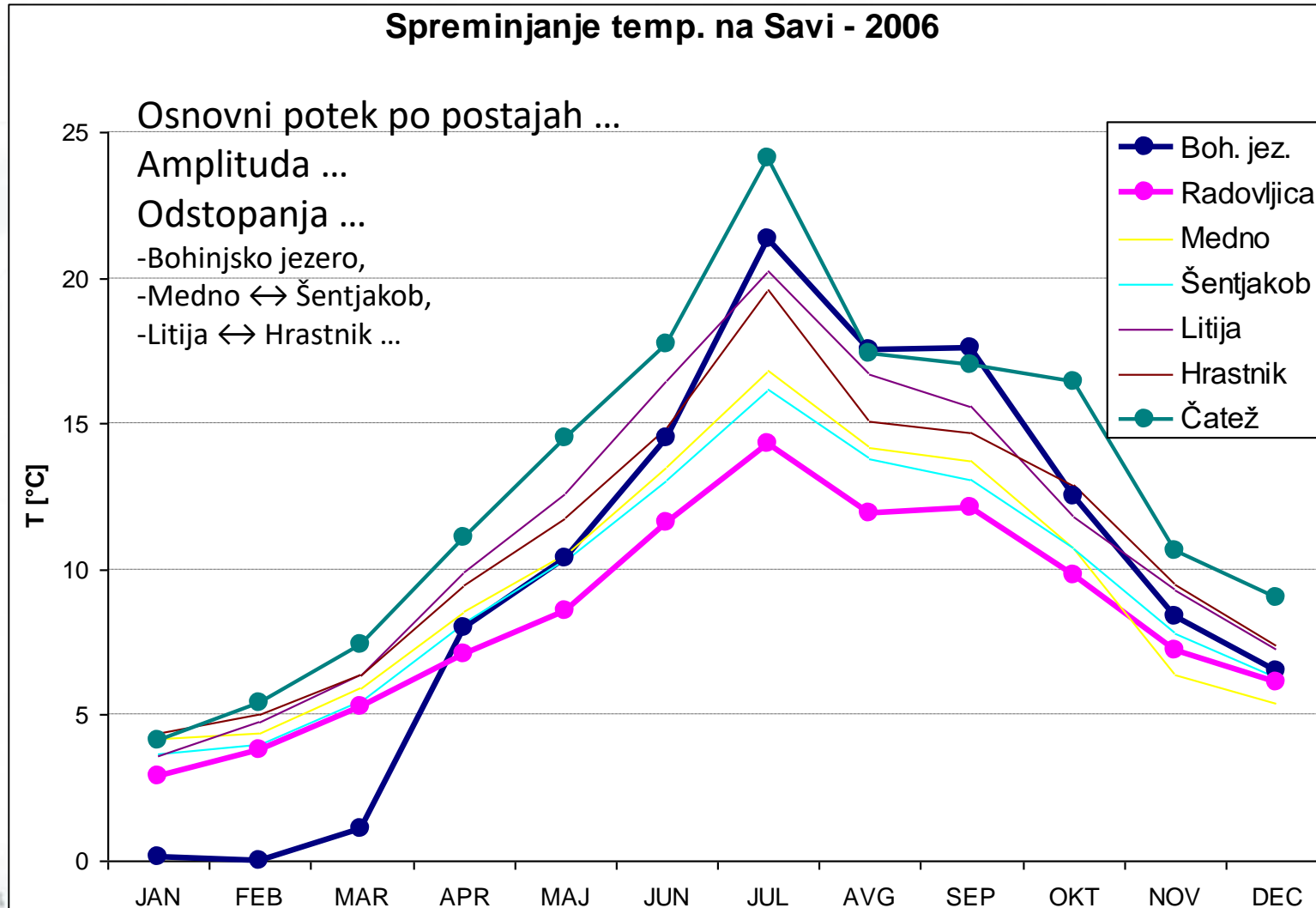
TEMPERATURA

- nihanje temperature vode preko dneva





TEMPERATURA

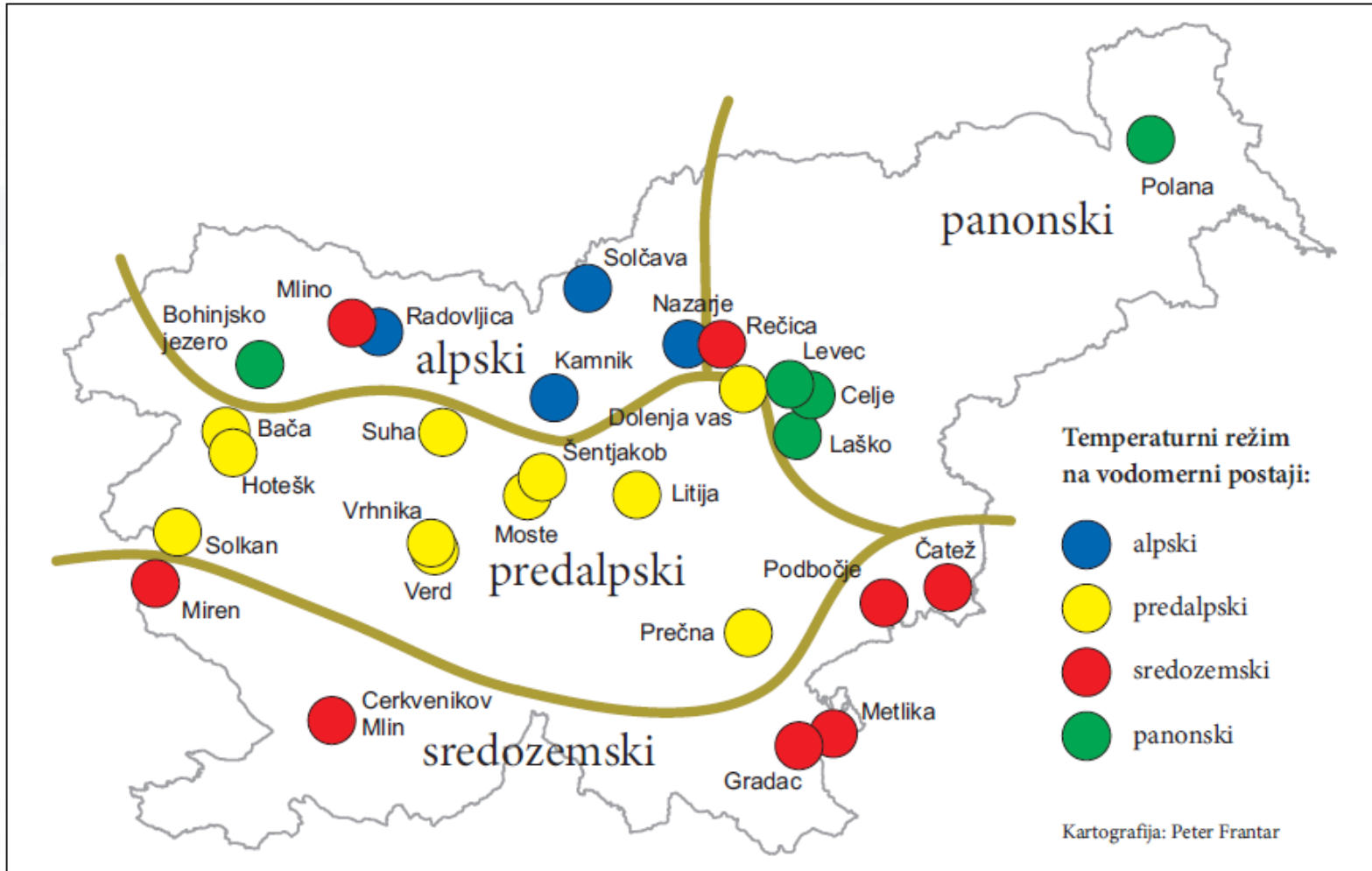




TEMPERATURA

- na temperaturo vode vpliva vrsta dejavnikov:
 - razporeditev temp. zraka preko leta / dneva
 - kamninska sestava (kras)
 - nadmorska višina
 - vodostaj / pretok (v odvisnosti od temperaturnih nihanj)
 - odsotnost hidrofilne obrežne vegetacije
 - regulacije
 - jezera in zaježitve
 - odvzem vode
 - izpusti hladilne industrijske vode
 - hiporeična izmenjava s podzemno vodo
 - poletne meteorne vode ...

TEMPERATURA



Slika 12: Skupine vodomernih postaj po razvrščanju temperaturnih režimov v obdobju 1991–2005. Nakazan je domneven potek meje med dvema glavnima skupinama temperaturnih režimov.

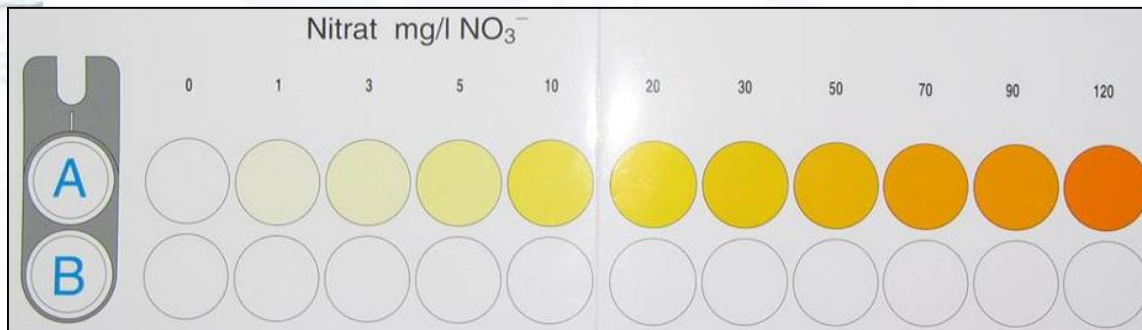


HRANILA (NUTRIENTI)

- hranila so dušikove (N) in fosforjeve (P) spojine
- glavni vir hranil predstavljajo spiranje s kmetijskih površin (N in P), pralna sredstva (P)
- prekomeren vnos hranil lahko ob ↓ hitrost vodnega toka, ↓ vodostaju in ↑ T vode v reki povzroči bujno rast vodnih organizmov (predvsem alg)
 - eutrofikacija, cvetenje
 - + cvetenje na vodnih zadrževalnikih poleti

HRANILA

- vsebnost nitratov (NO_3^-) in ortofosfata (PO_4^{3-}) lahko merimo s terenskimi testerji
 - nitrate precej natančneje/uspešneje kot fosfate
 - skala za fosfate je namreč vsaj 100-krat premalo občutljiva



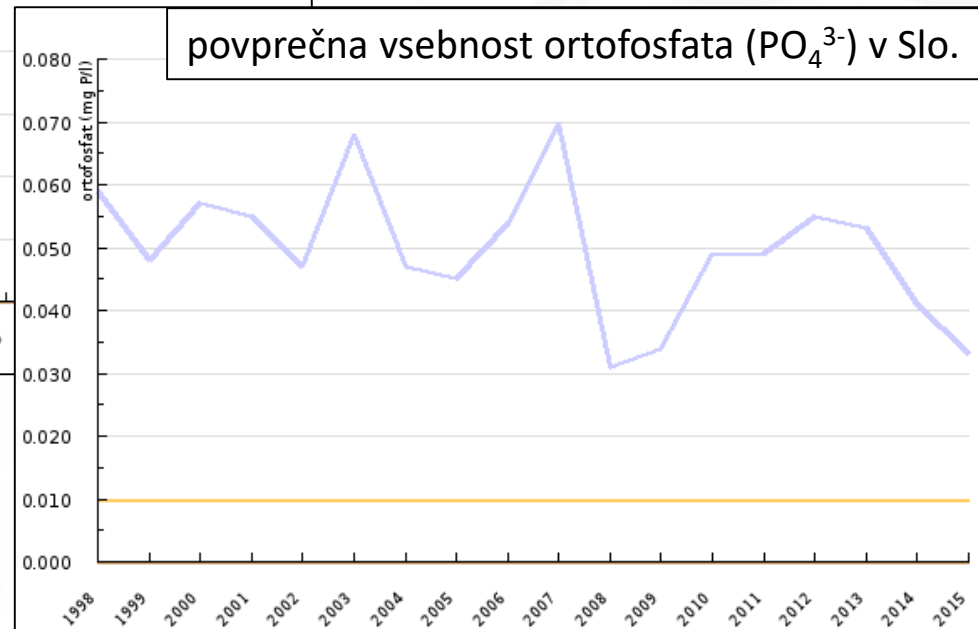
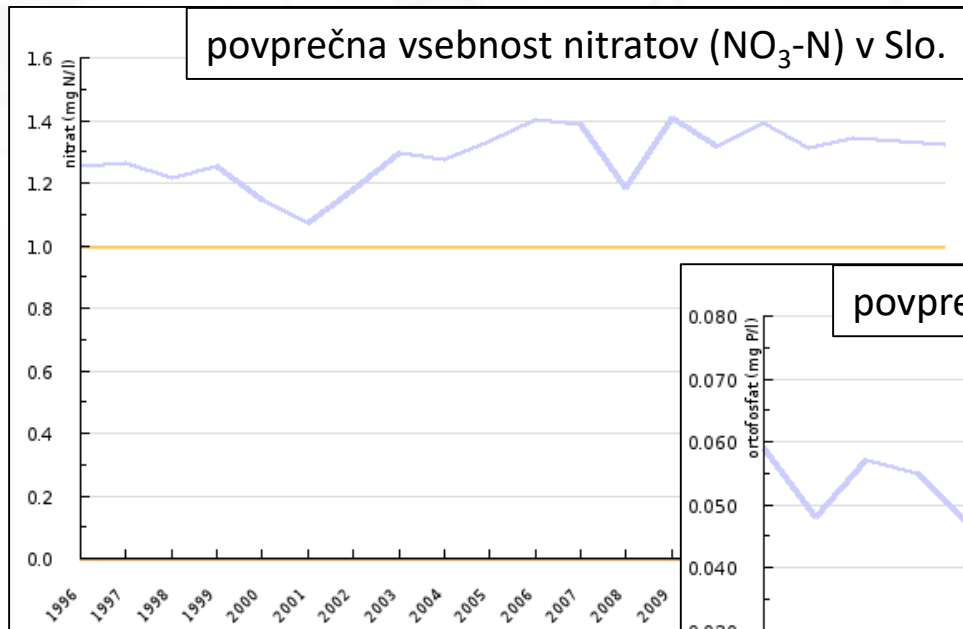
naravno ozadje za nitrate
(NO_3^-) \approx 1–4 mg/l
($\text{NO}_3\text{-N}$) \approx 0,2–0,9 mg/l
slabo kemijsko stanje
(NO_3^-) > 25 mg/l
slabo ekološko stanje
(NO_3^-) > 9,5 mg/l



naravno ozadje za fosfate
($\text{PO}_4\text{-P}$) \approx 0,001 – 0,003 mg/l,
(PO_4^{3-}) \approx 0,002–0,008 mg/l

HRANILA

- obremenjenost slovenskih rek s hranili je razmeroma majhna





NEKATERA PREOSTALA ONESNAŽEVALA

- nitriti (NO_2^-) in amonij (NH_4^+)
 - povečane vrednosti nakazujejo na spiranje s kmetijskih površin in komunalne/industrijske odplake
 - oba sta že v majhnih količinah strupena za vodne organizme
 - amonij nakazuje tudi na povečano potrebo po kisiku (organsko onesnaženje)
 - oksidacija ob nitrifikaciji (razpadu) v nitrit in nitrat

NEKATERA PREOSTALA ONESNAŽEVALA

- sulfati (SO_4^{2-})
 - povečane vrednosti nakazuje na industrijske odpadne vode
- kloridi (Cl^-)
 - povečane vrednosti nakazujejo na komunalne odplake, spiranje s kmetijskih površin ali soljenje cest



kot zanimivost ...

naravna mineralna voda Radenska Classic vsebuje:

kationi v mg/L: natrij 400, kalcij 220, magnezij 95, kalij 70,

anioni v mg/L: hidrogenkarbonat 2000, sulfat 72, klorid 44, fluorid 0,35,

CO_2 minimalno 3500 mg/L.

KISIK

- izmenjava plinov (voda \leftrightarrow ozračje) in (voda \leftrightarrow prst)
- kisik v vodo prehaja iz zraka (raztapljanje) ali kot proizvod fotosinteze (alge in vodne rastline)
 - koncentracija O_2 v zraku je 21 %, v vodi pa le \approx 1 %
 - raztapljanje intenzivnejše v tekočih (deročih) vodah
 - raztopljen O_2 nastopa v mikroskopskih mehurčkih, ki jih organizmi potrebujejo za dihanje
- koncentracijo O_2 v vodi merimo v (mg/l) in/ali v % nasičenosti
 - večini ribje populacije ustrezajo vrednosti nad 5 mg/l



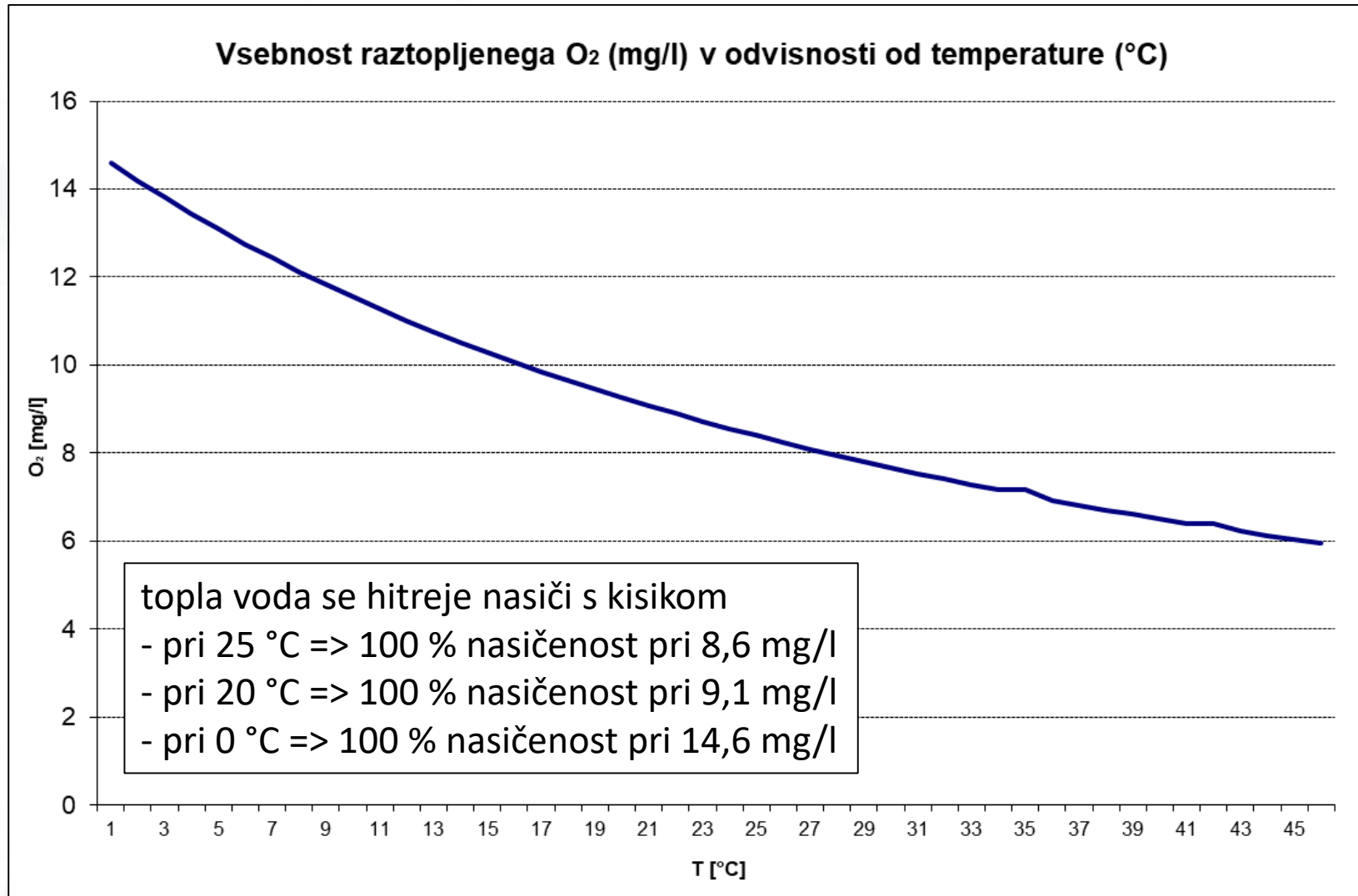
KISIK

- vsebnost O_2 v neonesnaženi vodi (majhna poraba/proizvodnja) je odvisna od temperature in tlaka
 - \uparrow temperatura vode \Rightarrow \downarrow vsebnost kisika





KISIK



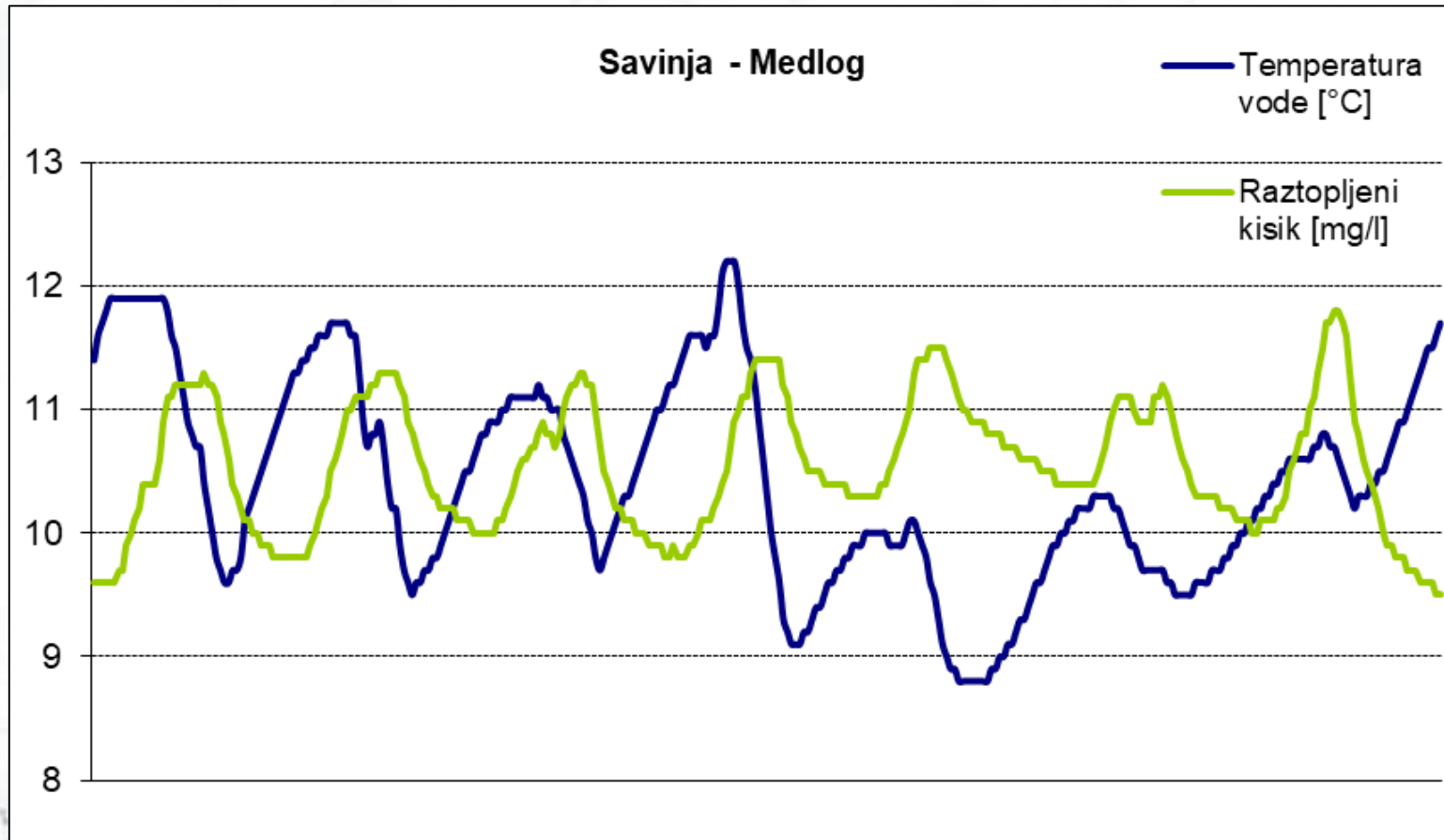
KISIK

- porabniki O_2
 - živali (dihanje, metabolizem)
 - kemične reakcije (oksidacija)
 - mikroorganizmi (razkrajanje org. snovi)
- nižje vsebnosti O_2 od potencialne 100 % nasičenosti lahko nakazujejo na organsko onesnaženje
 - občutljive živali se umaknejo ali poginejo
 - zmanjšana biotska pestrost
- nasičenost ja lahko (na krajši rok) večja od 100 %
 - izrazito prezračevanje
 - pretiran vnos hranil => rast rastlin => fotosinteza



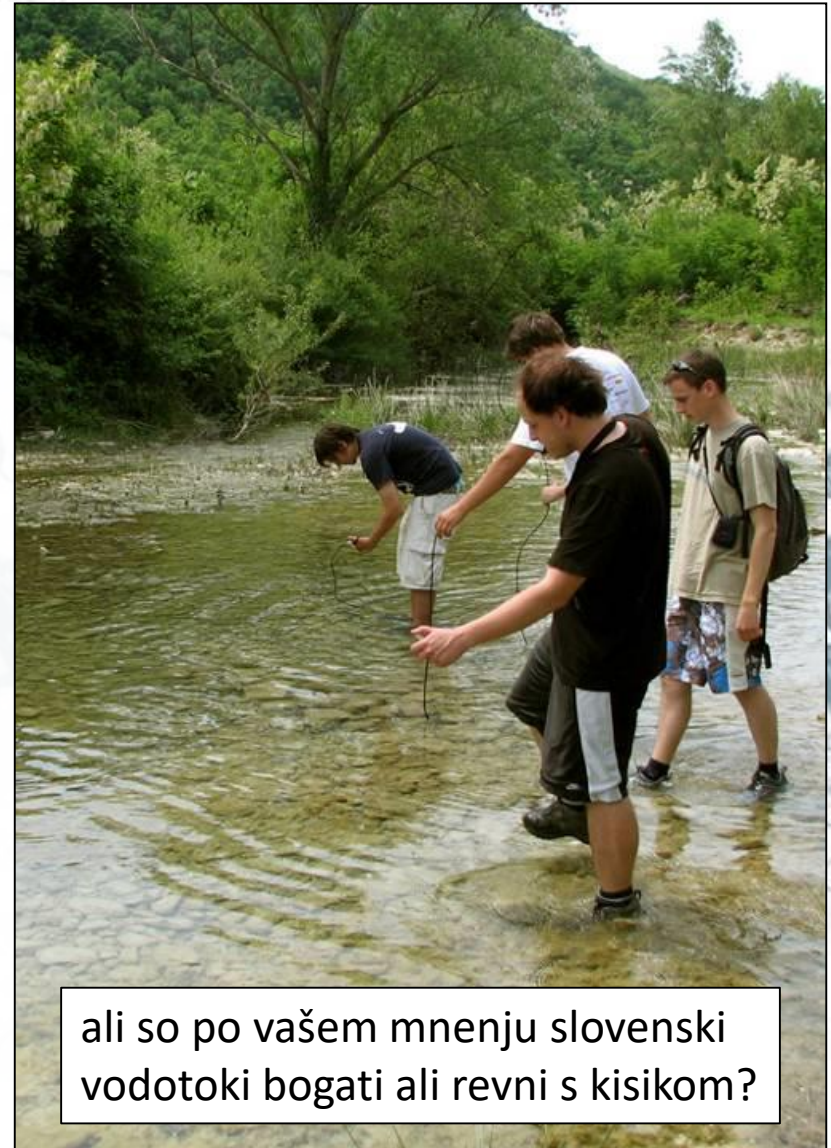
KISIK

- vsebnost O₂ lahko niha med dnevom in nočjo (fotosinteza/dihanje/ ΔT)



KISIK

- vsebnost O_2 navadno merimo na mirnejših odsekih, kjer se ribe večinoma zadržujejo in tudi drstijo
 - pod brzicami, slapovi ter za manjšimi jezovi vsebnost kisika praviloma nekoliko naraste
- ali se vsebnost kisika po toku navzdol praviloma povečuje ali zmanjšuje?



ali so po vašem mnenju slovenski vodotoki bogati ali revni s kisikom?



KEMIJSKA POTREBA PO KISIKU (KPK)

- količina O_2 , ki se pri porabi za **oksidacijo** organskih (in anorganskih) substanc, ki se lahko oksidirajo.
 - s tem parametrom določamo onesnaženost vode predvsem z organskimi snovmi
- večji kot je KPK, slabša je kvaliteta vode
 - 1. razred do 10 mg
 - 2. razred do 12 mg
 - 3. razred do 20 mg
 - 4. razred nad 20 mg

BIOLOŠKA POTREBA PO KISIKU (BPK)

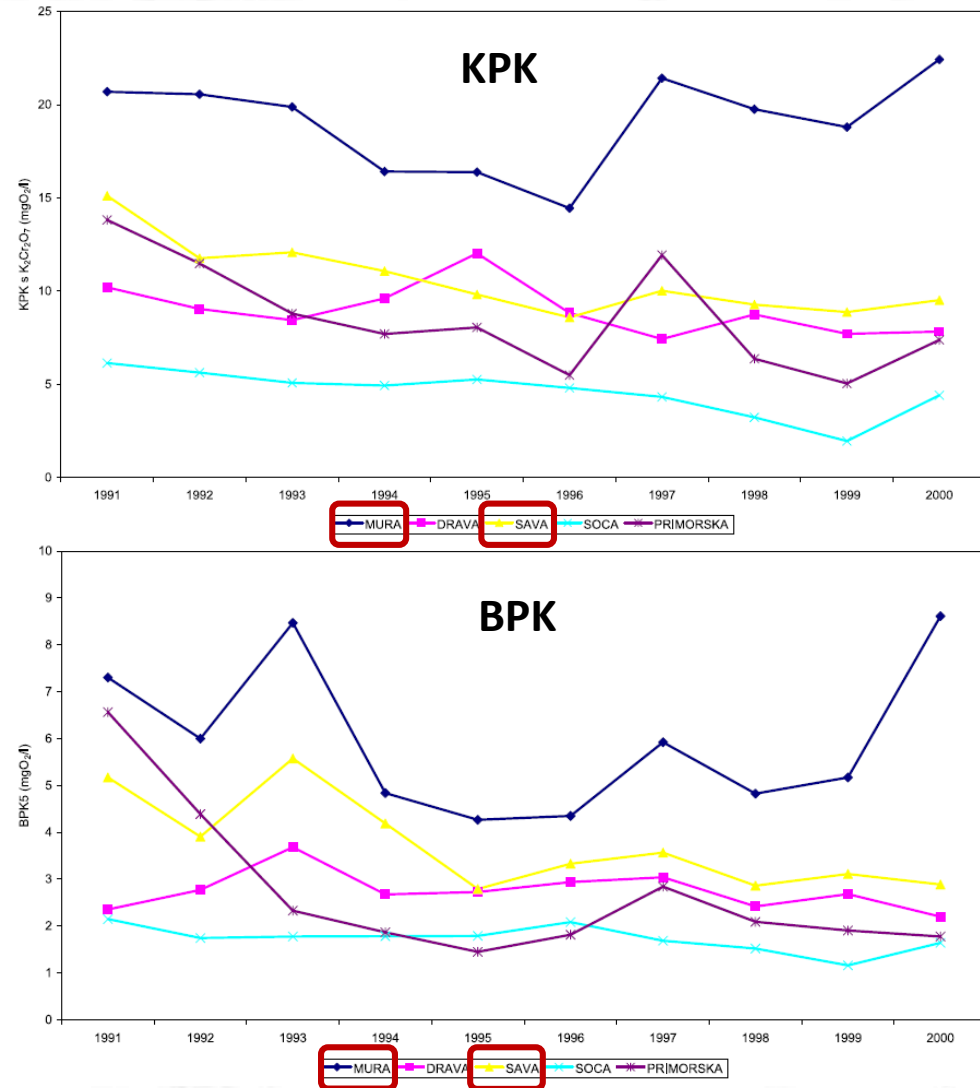
- količina O_2 , ki ga mikroorganizmi (bakterije) porabijo za **razgradnjo** organskih (in anorganskih) snovi.
 - tudi s tem parametrom določamo onesnaženost vode predvsem z organskimi snovmi
- večji kot je BPK, slabša je kvaliteta vode
 - 1. razred do 2 mg
 - 2. razred do 4 mg
 - 3. razred do 7 mg
 - 4. razred nad 7 mg
- kako \uparrow T in \uparrow vsebnost hranil vplivata na BPK?





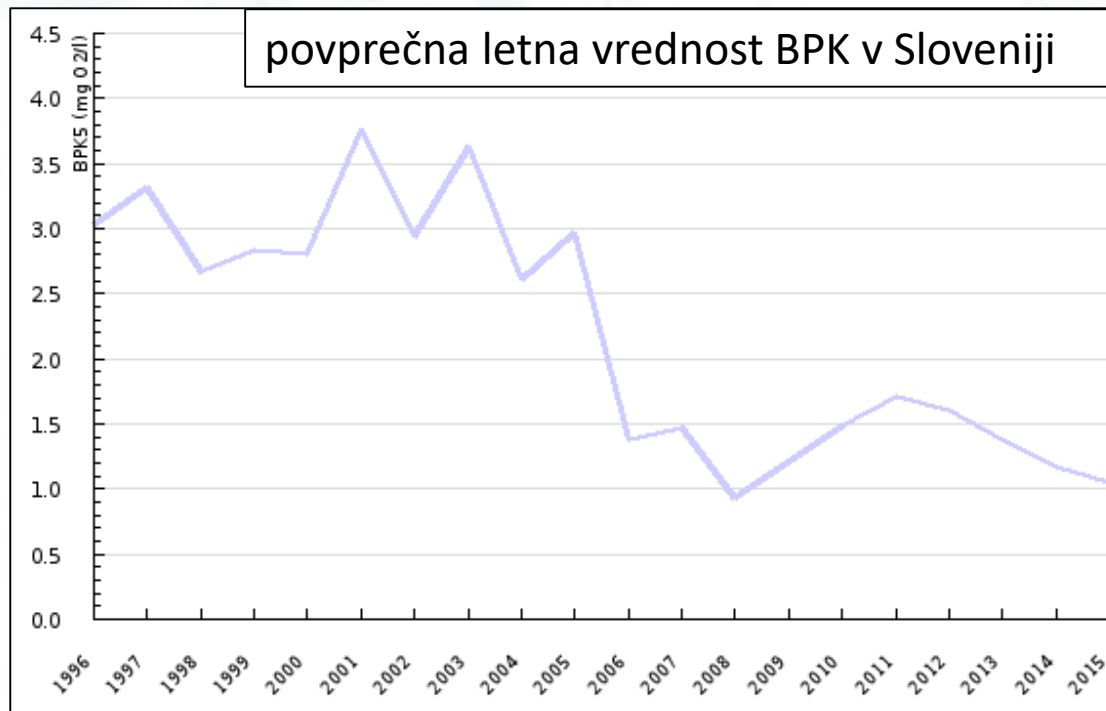
ONESNAŽENOST Z ORG. SNOVMI V SLOVENIJI

- onesnaženje vode z organskimi (in anorganskimi) snovmi je posledica neprečiščenih komunalnih in nekaterih industrijskih odplak
- vrednosti KPK in BPK v preteklosti najvišje v porečju Mure in Save



ONESNAŽENOST Z ORG. SNOVMI V SLOVENIJI

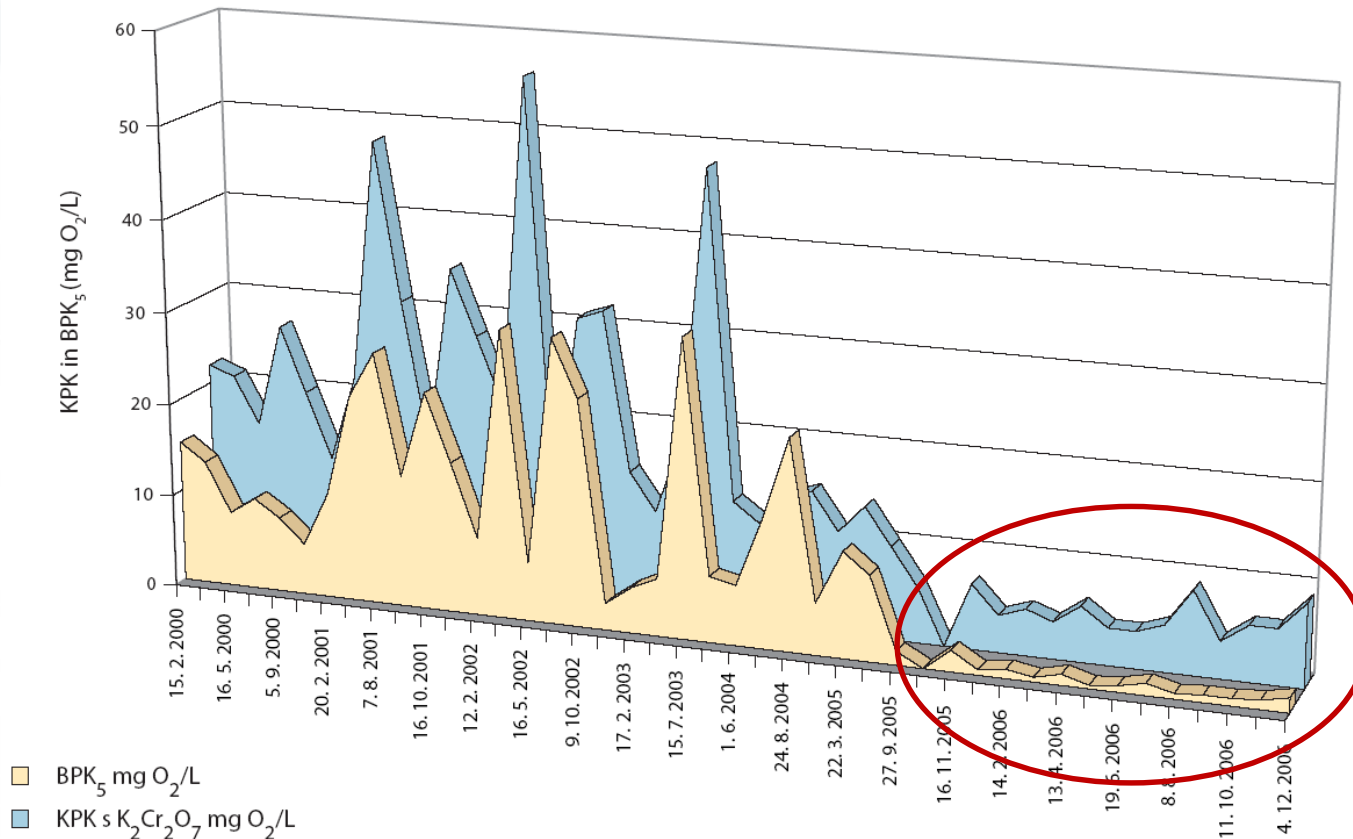
- po letu 2005 se je onesnaženost z org. snovmi v Sloveniji v povprečju bistveno zmanjšala
 - upad se ujema s povečevanjem deleža prebivalcev priključenih na čistilne naprave



ONESNAŽENOST Z ORG. SNOVMI V SLOVENIJI

■ vpliv začetka delovanja CČN Ljubljana, julij 2005

Graf 6: Kakovost Ljubljanice v Zalogu v letih 1991 do 2006 glede na kemijsko in biokemijsko potrebo po kisiku





TRDOTA

- trdoto vode predstavljajo raztopljene kalcijeve (Ca) in magnezijeve (Mg) soli
- v veliki meri je posledica kamninske sestave porečja
 - praviloma so vode na karbonatnih kamninah trše
- trdoto merimo v nemških trdotnih stopinjah
 - $1 \text{ }^\circ\text{NT} = 10 \text{ mg CaO/l} = 17,8 \text{ mg CaCO}_3/\text{l} = 4,35 \text{ mg MgO/l}$
 - obstajajo tudi francoske in angleške



TRDOTA

- skupna trdota je seštevek
 - karbonatne (prehodna) + nekarbonatne (stalna) trdote
 - karbonatna => $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ in $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
 - nekarbonatna => sulfati, nitrati in kloridi kalcija in magnezija
- skupna trdota je tudi seštevek
 - kalcijeve + magnezijeve trdote
 - omogočata okvirno računanje razmerja med apnenci in dolomiti v porečju
 - če Mg trdota predstavlja $\frac{1}{4}$ skupne => \approx enako obeh vrst kamnin



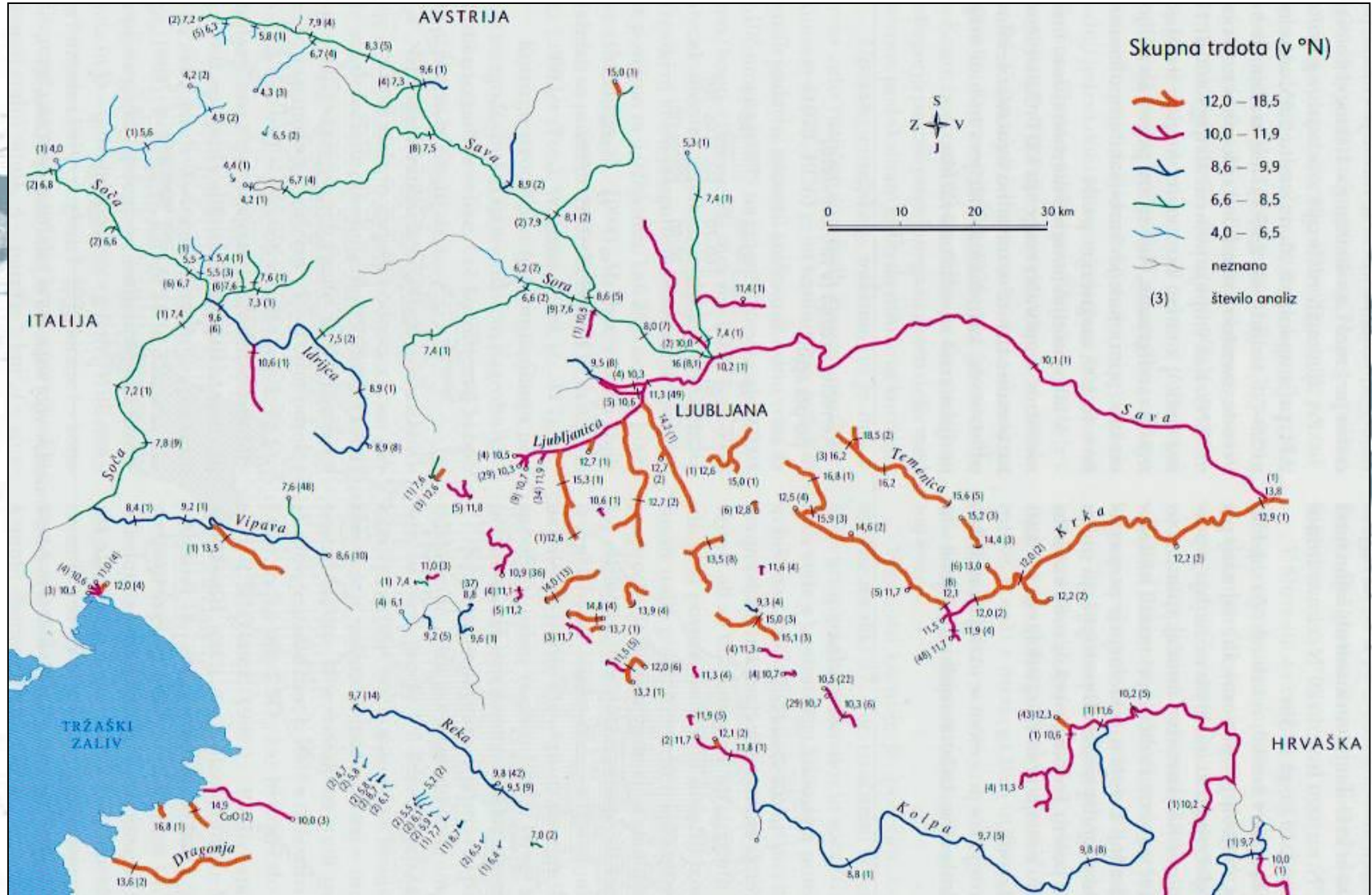
TRDOTA

- okvirni razredi skupne trdote vode

TRDOTA v °NT	RAZRED TRDOTE
0–6	zelo mehka voda
6–11	mehka voda
11–17	srednje trda voda
17–22	trda voda
22–30	zelo trda voda
nad 30	izjemno trda voda



TRDOTA





pH

- vrednosti pH so odvisne od
 - matične podlage,
 - izpustov v vodotoke,
 - spiranja s kmetijskih površin,
 - kislega dežja,
 - fotosinteze,
 - dihanja organizmov...
- vnos hranil => pospešeno rast alg/rastlin =>=> fotosinteza (poraba CO_2) => \uparrow pH vrednost
 - pH se lahko posledično po tok navzdol povečuje

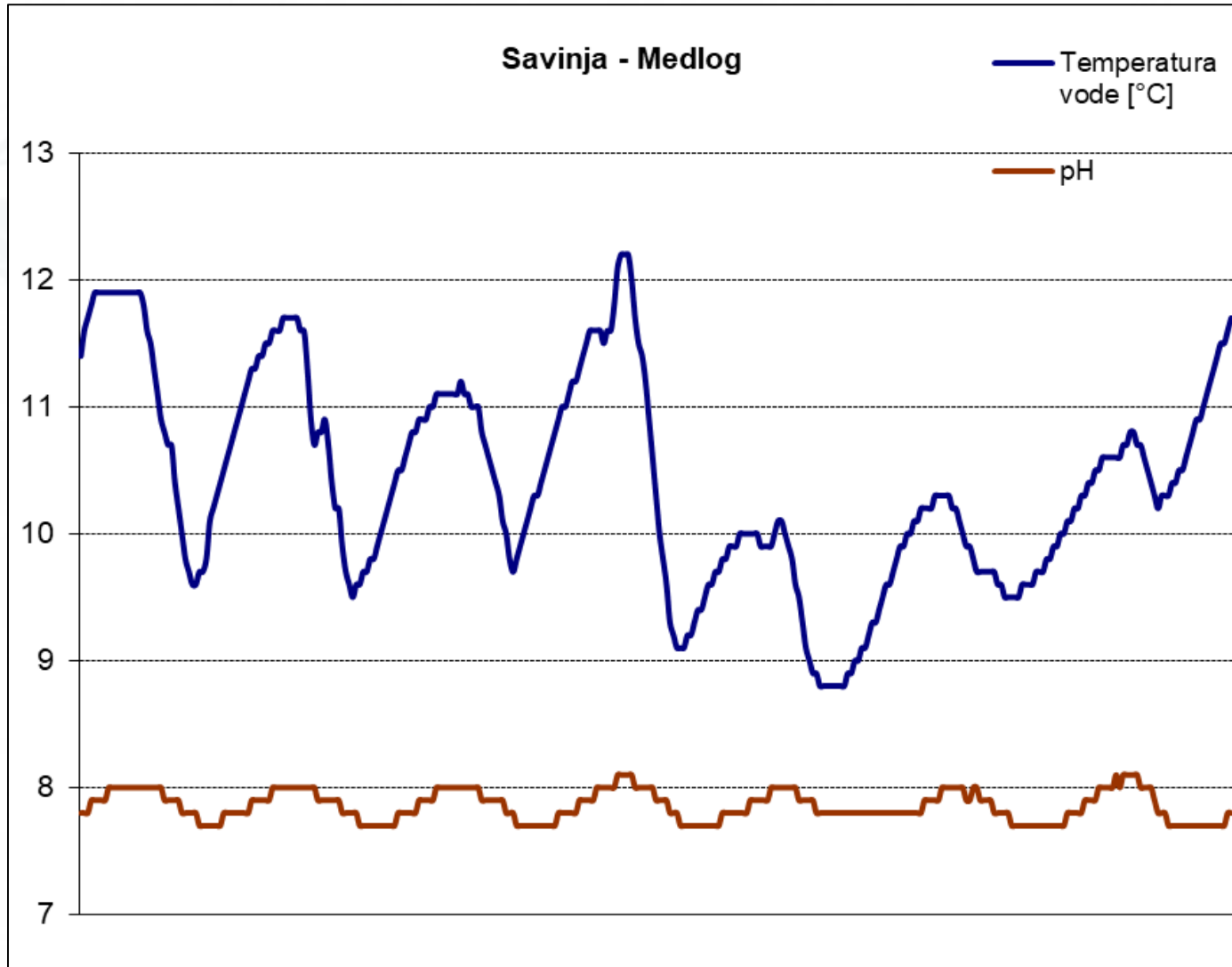


pH

- večini organizmov ustrezajo vrednosti med 6,5 in 8.
- ↓ vrednosti pH vplivajo na ↑ topnost toksičnih elem. (še zlasti težkih kovin), ki postanejo 'dostopni' vodnim organizmom in jim lahko škodujejo
- podnevi je pH praviloma višji kot ponoči
 - podnevi prevladuje poraba CO₂ (fotosinteza)
 - ponoči prevladuje proizvodnja CO₂ (dihanje organizmov, dejavnost mikroorganizmov)
 - CO₂ + H₂O => H₂CO₃ (kislina)
- vodotoki v Slovenij so večinoma bazični



pH





SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST (SEP/EC)

- sposobnosti vode za prevajanje električnega toka
- povzročajo jo v vodi raztopljene snovi (elektroliti)
 - kloridi, nitrati, sulfati, fosfati ... (anioni)
 - natrij, magnezij, kalcij, železo, aluminij ... (kationi)
- na prevodnost v velik meri vplivata tip in kemična sestava matične podlage v porečju + prst
 - na granitu je prevodnost nižja
 - na topnih (karbonatnih) kamninah je prevodnost višja
- meri se v enotah [$\mu\text{S}/\text{cm}$] (preračunano na 25 °C)



SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST (SEP/EC)

- večini ribje populacije ustrezajo vrednosti med 150 in 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - 0,5–3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – destilirana voda
 - do 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – močno onesnažena, neprečiščena industrijska odpadna voda
- vodotoki imajo ob povpr. pretoku na posameznem odseku neko okvirno, značilno vrednost
 - večje odstopanje nakazuje na vir onesnaževanja
- predstavlja osnovo za izračun Σ raztopljenih trdnih snovi



VSOTA RAZTOPLJENIH TRDNIH SNOVI (TDS)

- raztopljene trdne snovi se nanašajo na
 - anorganske soli (predvsem kalcij, magnezij, kalij, natrij, karbonati, kloridi, sulfati, nitrati)
 - + minimalne količine org. snovi, ki se raztopijo v vodi
- vsota se lahko določa laboratorijsko ali približno izračuna s pretvorbo vrednosti za specifično električno prevodnost
 - $TDS [mg/l; ppm] = f \times SEP [\mu S/cm]$
 - $f \approx 0,5$
 - $mg/l = ppm$

VSOTA RAZTOPLJENIH TRDNIH SNOVI (TDS)

- z vrednostma TDS in karbonatne trdote lahko ugotovimo okvirno skupno vsoto preostalih raztopljenih trdnih anorganskih snovi (v mg/l)

- potencialna anorganska onesnaževala

- $TDS [mg/l] = (\text{karb. trd. } [mg/l CaCO_3] + \sum \text{ostalih razt. snovi } [mg/l])$

VSOTA RAZTOPLJENIH TRDNIH SNOVI (TDS)

■ primer:

- SEP = 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- karb. trd. = 10 $^{\circ}\text{NT}$
- nitrati = 10 mg/l
- kloridi = 5 mg/l
- ...

vsota raztopljenih trdnih snovi
 $\text{TDS} = f \times \text{SEP} = 0,5 \times 400 \mu\text{S}/\text{cm} = 200 \text{ mg}/\text{l}$

karbonatna trdota preračunana na CaCO_3
karb. trdota (mg/l CaCO_3) = $f \times \text{karb. trdota } [^{\circ}\text{NT}] =$
 $= 17,8 \times 10 [^{\circ}\text{NT}] = 178 \text{ mg}/\text{l}$

vsota raztopljenih trdnih snovi (brez karbonatne trdote)
 $= \text{TDS} - \text{karb. trdota (mg/l CaCO}_3) =$
 $= 200 \text{ mg}/\text{l} - 178 \text{ mg}/\text{l} = 22 \text{ mg}/\text{l}$

vsota izmerjenih raztopljenih trdnih snovi
 $\sum (\text{izmerjene snovi}) = \sum (\text{nitrati, kloridi, ...})$
 $= 10 \text{ mg}/\text{l} + 5 \text{ mg}/\text{l} = 15 \text{ mg}/\text{l}$

vsota neizmerjenih raztopljenih trdnih snovi
 $\sum (\text{neizmerjene snovi}) =$
 $= \text{TDS} - \text{karb. trdota (mg/l CaCO}_3) - \sum (\text{izmerjene snovi}) =$
 $= 200 \text{ mg}/\text{l} - 178 \text{ mg}/\text{l} - 15 \text{ mg}/\text{l} = 7 \text{ mg}/\text{l}$

vsota potencialnih
anorganskih
onesnaževal

vse preostale v vodi
raztopljene trdne snovi



OSNOVNE INFORMACIJE O TERENSKIH TESTERJIH

MN
 Since 1911

MACHEREY-NAGEL
 Filtration · Rapid Tests · Water Analysis · Chromatography · Bioanalysis
 Filtration · Schnellteste · Wasseranalytik · Chromatographie · Bioanalytik

Home Filtration Medical Diagnostics Testpapers Water Analysis Technical Service Catalogues

back to VISOCOLOR®

Literature
 Leaflets
 german
 english
 french
 italian
 spanish
 dutch
 hungarian
 polish
 Test instructions
 VISOCOLOR® ECO
 de/en/fr/es
 MSDS
 all languages
 Flyer / Catalogues
 de/en/fr/es
 Certificates
 de/en
 Validation data
 de/en
 (No FTP access?)

VISOCOLOR® ECO

VISOCOLOR® ECO presents a product group of colorimetric and titrimetric test kits which avoids hazardous substances wherever possible. With VISOCOLOR® ECO even water constituents with low limiting values can be determined with sufficient accuracy. All VISOCOLOR® ECO test kits are packed in an environment-friendly box and contain easy to understand instructions in 6 languages.

Colorimetric Tests
 Principle:
 Colorimetry with color comparison card

Titration Tests
 Principle:
 Titration with drop counting

■ visual and photometric evaluation (PF-12^{Plus} / PF-3)
 ■ environment-friendly
 ■ economically priced
 ■ convenient handling
 ■ higher accuracy and sensitivity
 ■ with pictographic instructions
 ■ reagent bottles with clear dosing instructions
 ■ compensation of turbidities and colors
 ■ refill packs available

■ visual evaluation
 ■ environment-friendly, without toxic reagents
 ■ economically priced
 ■ convenient handling
 ■ higher accuracy and sensitivity
 ■ sharper color change due to separated
 ■ dropping reagents
 ■ reagent bottles with clear dosing instructions

VISOCOLOR® ECO test kits:

Alkalinity TA	Copper	Iron	Silica
Aluminium	Cyanuric acid	Manganese	Sulphate
Ammonium	Calcium	Nickel	Sulphide
Bromine	Cyanide	Nitrate	Sulphite
Carbonate hardness	DEHA	Nitrite	Swimming pool
Chloride	Detergents	Oxygen	Zinc
Chlorine	Fluoride	pH	
Chlorine dioxide	Hardness (total)	Phosphate	
Chromium (VI)	Hydrazine	Potassium	

≈ 40 €/tester
 1 tester za ≈ 100 testov
 rok trajanja ≈ 1–2 leti
 pri nas prodaja Micro Polo

TERENSKI KOVČKI

- zdijo se cenejši, ampak ...
 - v vsakem kovčku praviloma 'pogrešamo' vsaj kakšen tester, spet kak drug pa je za naš namen povsem odveč
 - če kupimo več kovčkov se testerji prično podvajati

MN **MACHEREY-NAGEL**
Since 1911
Filtration · Rapid Tests · Water Analysis · Chromatography · Bioanalysis
Filtration · Schnellteste · Wasseranalytik · Chromatographie · Bioanalytik

Home Filtration Medical Diagnostics Testpapers Water Analysis Technical Service Catalogues

[back to VISOCOLOR® reagent cases](#)

Literature

Leaflet
german
english
french
italian
spanish
dutch
hungarian
polish

MSDS
german
english
french
italian
spanish
dutch

Certificate of analysis
de/en
(No FTP access?)

VISOCOLOR® reagent case

Reagent case for water analysis

Reagent cases with VISOCOLOR® test kits give fish breeders, anglers and other interested parties the possibility to carry out fast and simple analyses of the most important constituents which are important for evaluation of the water quality. No previous knowledge of chemistry is required for proper performance of the tests.

Data and ordering information

REF	931 304
Type	reagent case

This VISOCOLOR® reagent case contains the following test kits:

Parameter	Range	Refill
Alkalinity AL 7	0.2 - 7.0 mmol/l OH ⁻	915 207
Ammonium 3	0.2 - 3 mg/l NH ₄ ⁺	931 208
Hardness (total) H 20 F	0.5 - 20.0 °d	915 205
Nitrite	0.02 - 0.5 mg/l NO ₂ ⁻	931 244
pH	4.0 - 9.0	931 266
Phosphate	0.2 - 5 mg/l P	931 284
Oxygen SA 10	0.2 - 10.0 mg/l O ₂	915 209



NABOR MATERIALA IN OKVIRNI (ZAČETNI) STROŠKI €

parameter	kratica/simbol	merilec	terenski tester	zgolj labor. analiza	okv. cena €
temperatura	T	X			vključ. v SEP
nitriti	NO ₃ ⁻		X		37
nitriti	NO ₂ ⁻		X		38
fosfati	PO ₄ -P		X		37
sulfati	SO ₄ ²⁻		X		61
kloridi	Cl ⁻		X		44
amonij	NH ₄ ⁺		X		43
kisik	O ₂	(X)	X		47 (tester)
% kisik		(X)	prerač. iz O ₂ , T		/
biokemijska potreba po kisiku	BPK/KPK			X	/
skupna trdota			X		39
karbonatna trdota			X		39
pH		(X)	X		39 (tester)
prevodnost	SEP	X			200 (merilec)
Σ raztopljenih trdnih snovi	TDS		prerač. iz SEP		/
vsota					≈ 650

ŠE NEKAJ SPLOŠNIH PRIPOROČIL ZA IZVEDBO ANALIZ

- če je le mogoče, je verjetno najbolje izvesti učilnico v naravi (terensko delo)
 - meritve je smiselno izvajati v toplejšem delu leta (ko se tudi dejansko pojavlja največ problemov z onesnaženjem)
 - majhni pretoki
 - večje koncentracije onesnaževal
 - manj turbulenten tok + velika temperatura vode
 - manjša vsebnost kisika
 - slabše samočistilne sposobnosti vode





ŠE NEKAJ SPLOŠNIH PRIPOROČIL ZA IZVEDBO ANALIZ

- možno je tudi individualno vzorčenje in kasnejša analiza vode med poukom
 - vzorci naj bodo zajeti in shranjeni v neprodušno zaprti plastenki v hladnem in temnem prostoru (hladilnik)
 - upočasnite proces, ki potekajo v vodi
 - pri odvzemu vzorca pokrovček plastenke po možnosti zavite pod vodno gladino
 - preprečite dostop kisika
 - ne odvezemajte kalnih vzorcev
 - oteženo razločevanje barv





POVRATNE INFORMACIJE O DELAVNICI

- ob koncu delavnice vas prosim tudi za vaše mnenje o izvedbi delavnice v obliki odgovorov na vprašalnik
 - povezava: <https://goo.gl/forms/y8ETaqGtTLCVvL8l1>
 - prosim, odgovarjajte ločeno za oba dela delavnice (meteorološki in hidrološki del)



HVALA ZA POZORNOST!