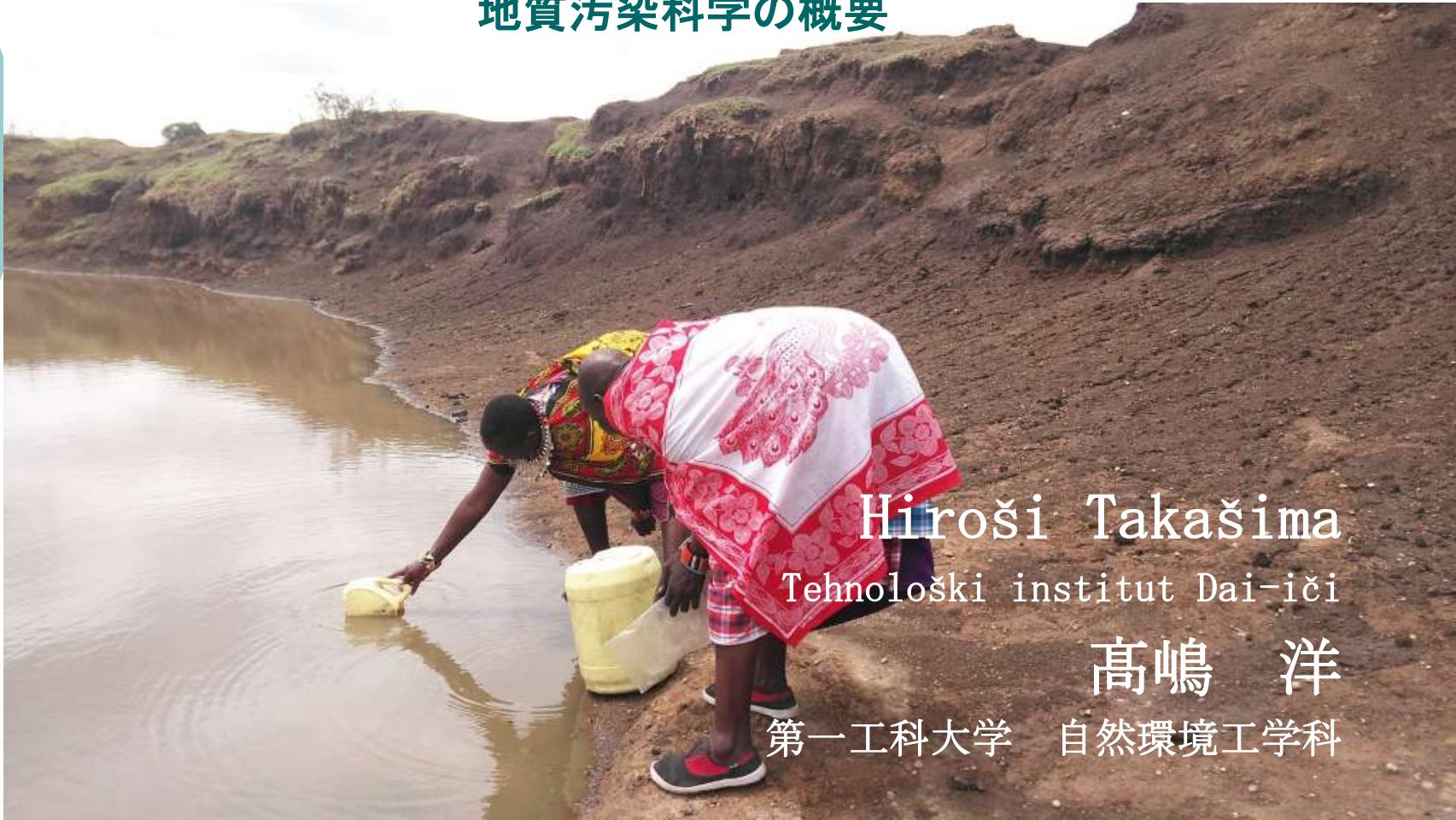


Geološko zagađenje i hidrološki ciklus

Pregled nauke o geološkom zagađenju

水循環と地質汚染
地質汚染科学の概要



Hiroši Takašima
Tehnološki institut Dai-iči
高嶋 洋
第一工科大学 自然環境工学科

COR (SDG's) - Ciljevi održivog razvoja



ЦИЉЕВИ РАЗВОЈА

Predstavljeni su kao međunarodni ciljevi od 2016. do 2030. god. u „Agendi 2030 za održivi razvoj“ usvojenoj na samitu UN u septembru 2015.

1 СВЕТ БЕЗ СИРОМАШТВА



2 СВЕТ БЕЗ ГЛАДИ



3 ДОБРО ЗДРАВЉЕ



4 КВАЛИТЕТНО ОБРАЗОВАЊЕ



5 РОДНА РАВНОПРАВНОСТ



6 ЧИСТА ВОДА И САНИТАРНИ УСЛОВИ



7 ДОСТУПНА И ОБНОВЉИВА ЕНЕРГИЈА



8 ДОСТОЈАНСТВЕН РАД И ЕКОНОМСКИ РАСТ



9 ИНДУСТРИЈА, ИНОВАЦИЈЕ И ИНФРАСТРУКТУРА



10 СМАЊЕЊЕ НЕЈЕДНАКОСТИ



11 ОДРЖИВИ ГРАДОВИ ИЗАЈЕДНИЦЕ



12 ОДГОВОРНА ПОТРОШЊА И ПРОИЗВОДЊА



13 АКЦИЈА ЗА КЛИМУ



14 ЖИВОТ ПОД ВОДОМ



15 ЖИВОТ НА ЗЕМЉИ



16 МИР, ПРАВДА И СНАЖНЕ ИНСТИТУЦИЈЕ



17 ПАРТНЕРСТВОМ ДО ЦИЉЕВА



COR

Ciljevi održivog razvoja br. 6/17



- **Značaj vode**

Od vode zavise svi ekosistemi, a živa bića ne mogu živeti bez vode.

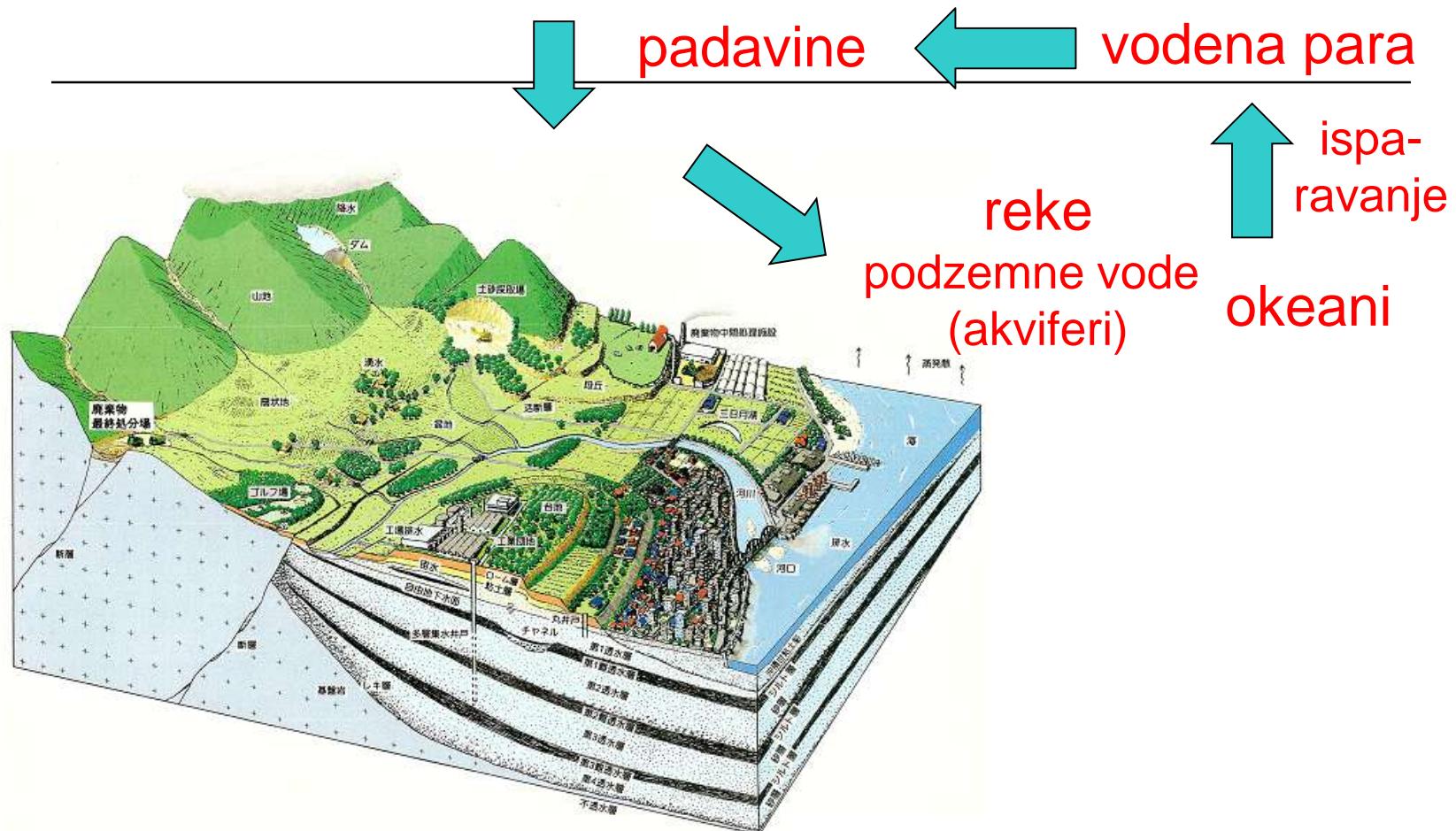


- **Raspoloživost vode kao resursa nije ravnomerna**



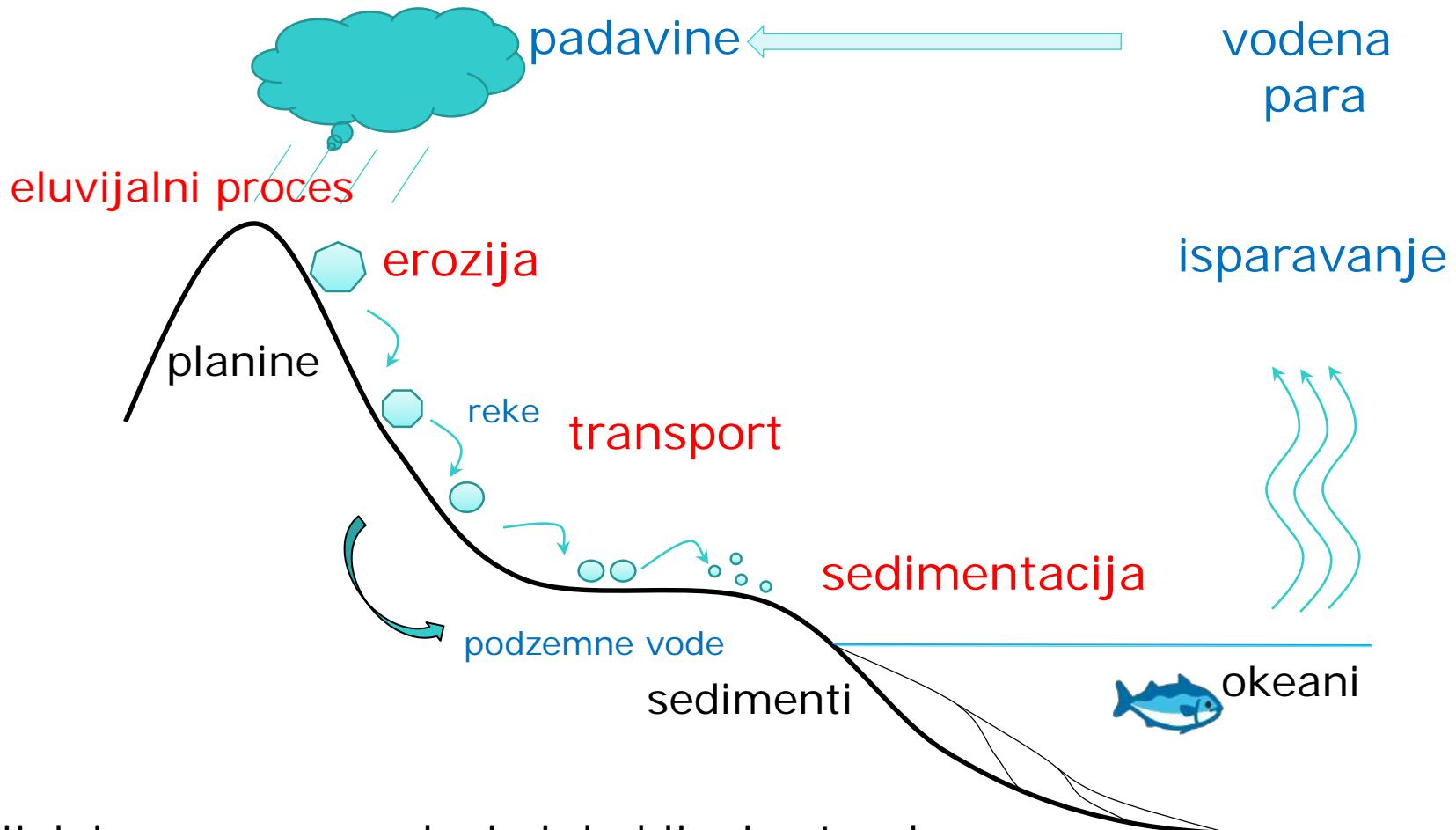
- **Obezbediti svim ljudima mogućnost bezbednog korišćenja vode i saniteta, kao i održivo upravljanje njima.**
- **169 zadataka do 2030. - svim ljudima**

Hidrološki ciklus i zemlja



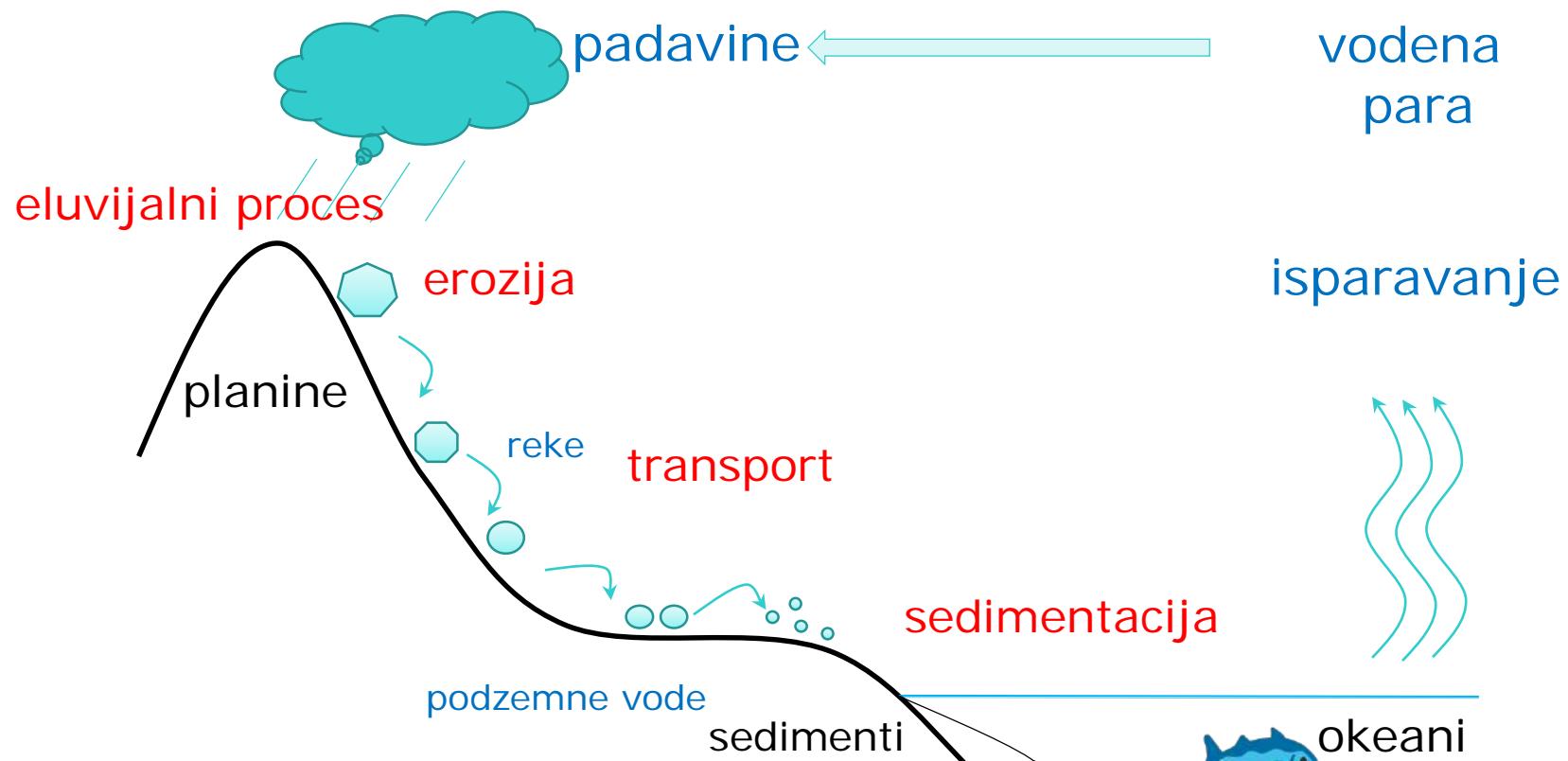
- vodenii resursi i zaštita životne sredine
- (hidro)energija
- pokreće ciklus kruženja materije: ne samo da se snabdeva vodom: geološko stanovište

Fizički prenos materije pri hidrološkom ciklusu



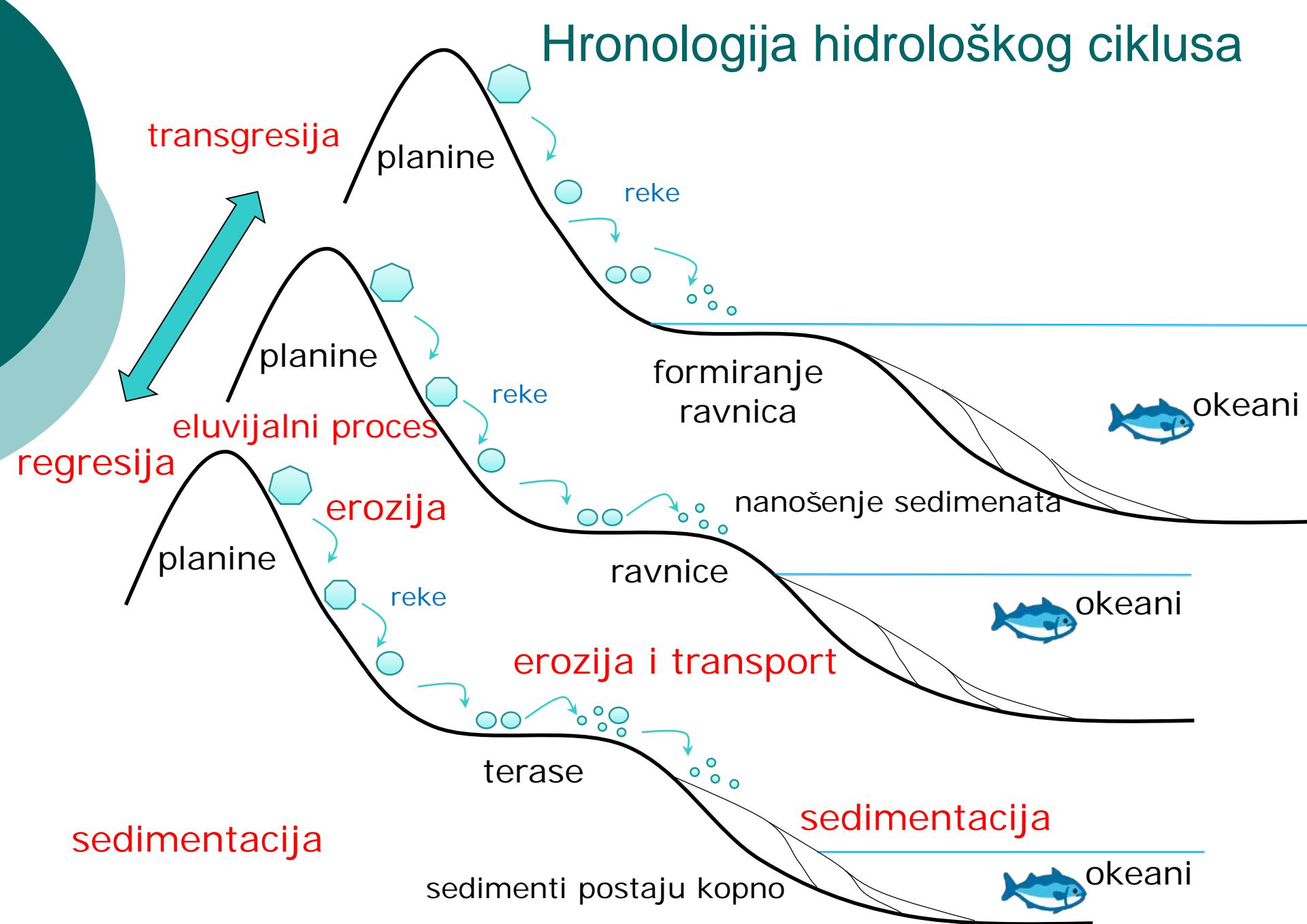
- Eluvijalni proces: raspadanje i drobljenje stenske mase
- Erozivni proces: odronjavanje zemljišta, oticanje peska i šljunka
- Transportni proces: prenos peska i šljunka rečnom vodom i dr.
- Sedimentacioni proces: **formiranje geoloških slojeva**

Hemijiski prenos materije pri hidrološkom ciklusu



- Formiranje zemljišta i oticanje organskih materija iz šume
- Oticanje minerala pri erozivnom procesu
- Transport minerala i organske materije u okean
- Orogenezom sedimenti postaju kopno: prenos materije s mora na kopno

Hronologija hidrološkog ciklusa



Reljef koji stvaraju reke i geološki proces

Geološki proces

erosija i
eluvijalni proces

transport

transport

sedimentacija

sedimentacija

planine

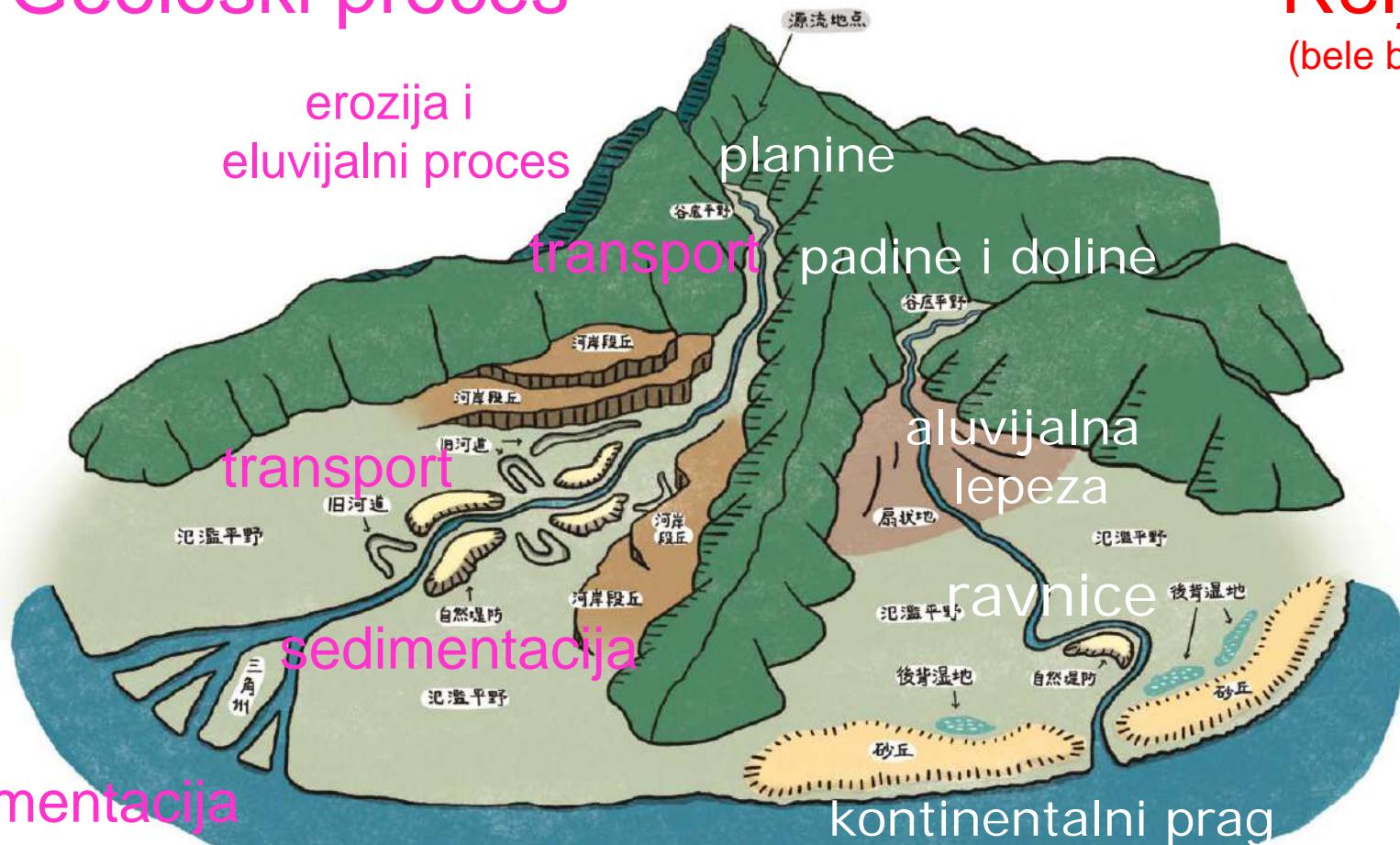
padine i doline

aluvijalna
lepeza

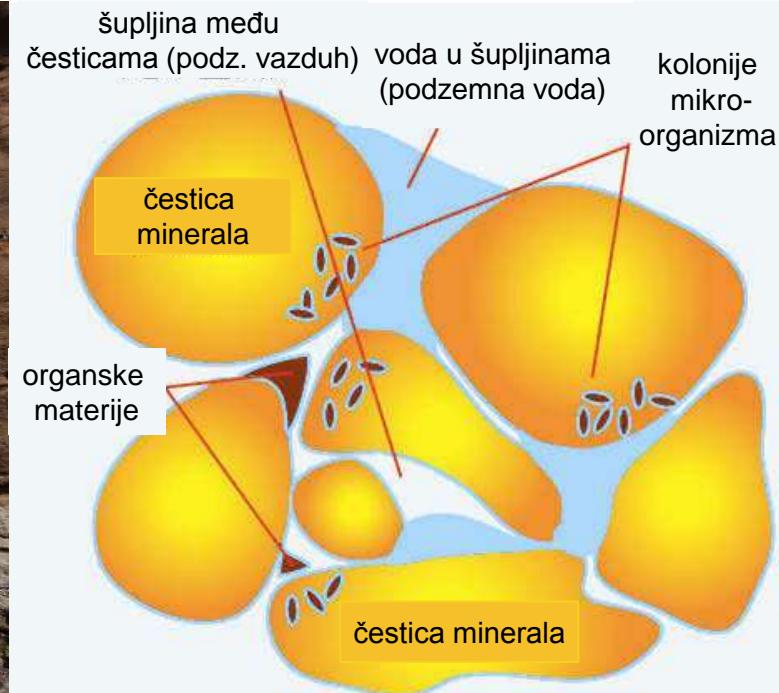
ravnice

kontinentalni prag

Reljef
(bele boje)

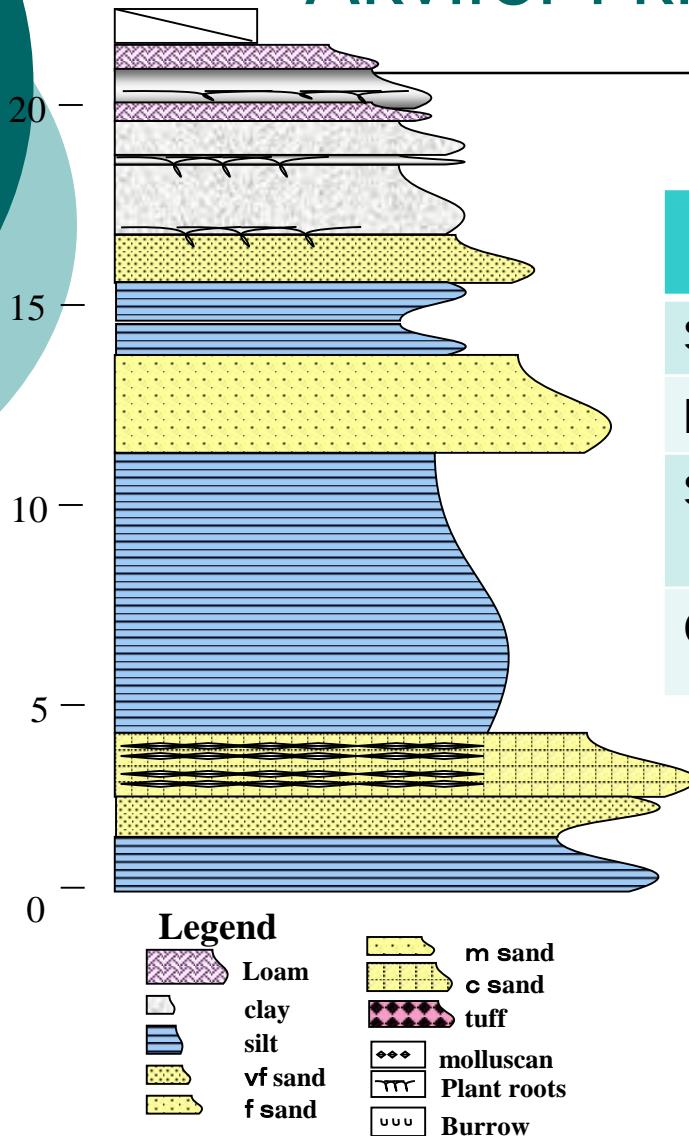


Odnosi između geoloških slojeva i podzemnih voda



- Slojevi (sedimenata) se sastoje od čvrstih čestica minerala (šljunak, pesak, suglina i glina).
- Sastav zemljišta: čestice minerala + podzemne vode + podzemni mikroorganizmi.
- Podzemne vode su vode koje se nalaze u šupljinama u slojevima.
- Poroznost peska je oko 40%: voda čini oko 40% ukupne zapremine sedimenata.

Akvifer i kretanje podzemnih voda

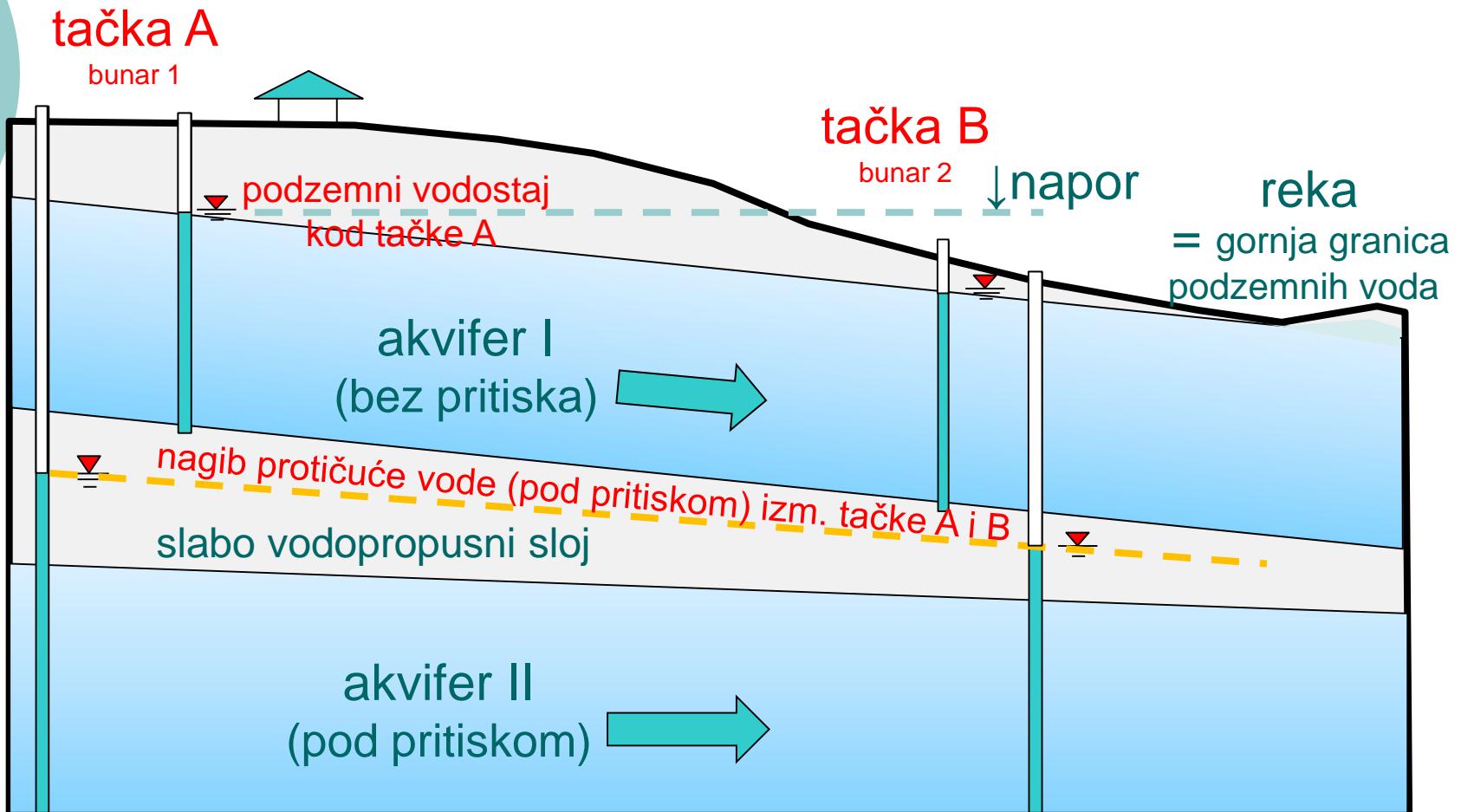


- Slažu se slojevi sa različitim veličinama čestice

| | Prečnik čestice | Vodopropusnost | Kategorija |
|---------|-----------------|----------------|----------------|
| Šljunak | >2 mm | Velika | Propusni |
| Pesak | 2-0,074 mm | Srednja | Propusni |
| Suglina | 0,074-0,005 mm | Slaba | Slabo propusni |
| Glina | <0,005 mm | Min. | Slabo propusni |

- Vodopropusnost = fluidnost
Voda protiče kroz vodopropusne slojeve
- Razlika u potencijalnoj energiji usled topografije = formiranje hidrauličnih gradijenata → kretanje podzemnih voda
- Fluidnost i cirkulisanje = cirkulišući resurs

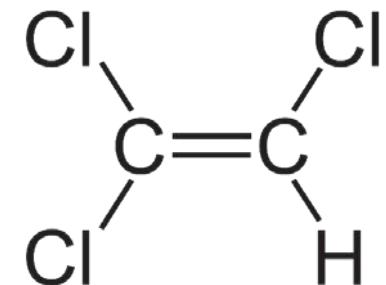
Prikaz kretanja podzemnih voda (presek reljefa)



Hidraulički gradijent = hidraulički pritisak (A-B) / rastojanje između A i B

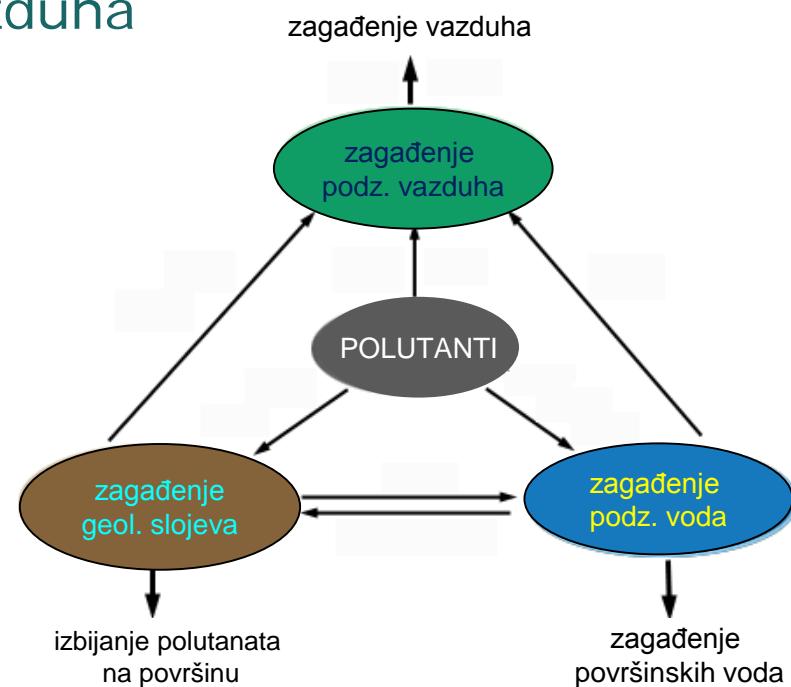
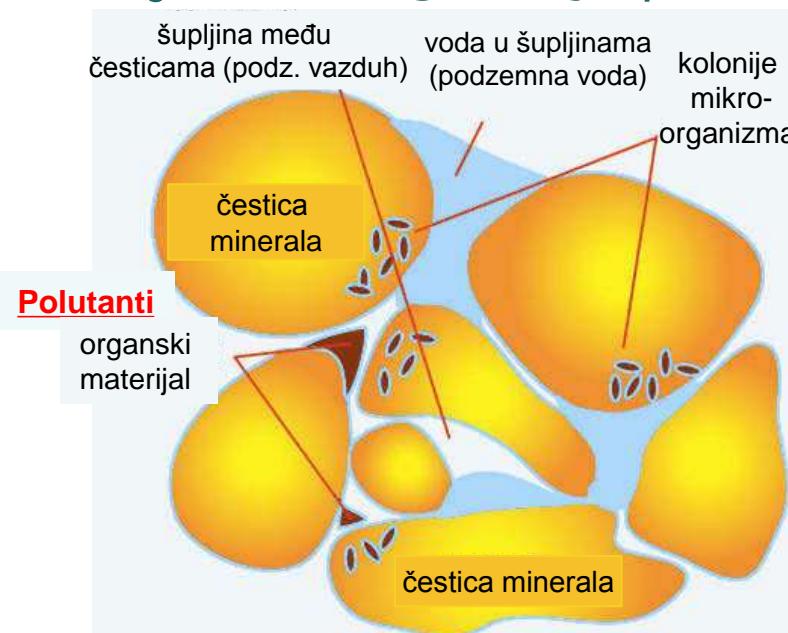
Zagađenje podzemne vode CVOC-ima

- CVOC (Isparljiva hlorovana organska jedinjenja, Chlorinated Volatile Organic Compounds) = DNAPL (Teška nevodena faza, Dense Non-Aqueous Phase Liquid)
- 1981. – Industrija visoke tehnologije prouzrokovala je zagađenje (tzv. high-tech pollution, Silikonska dolina, SAD)
- 1986. – Ustanovljeno je zagađenje CVOC jedinjenjima i u Japanu (Ministarstvo za zaštitu živ. sredine)
- Naročito: Trihloroetilen (TCE)
- Tečnost bezbojna, providna, isparljiva, nezapaljiva, niskoviskozna i teško rastvorljiva u vodi
- Koristi se za pranje poluprovodnika
- Dozvoljeni sadržaj u vodi prema jap. standardu: 0,01mg/L

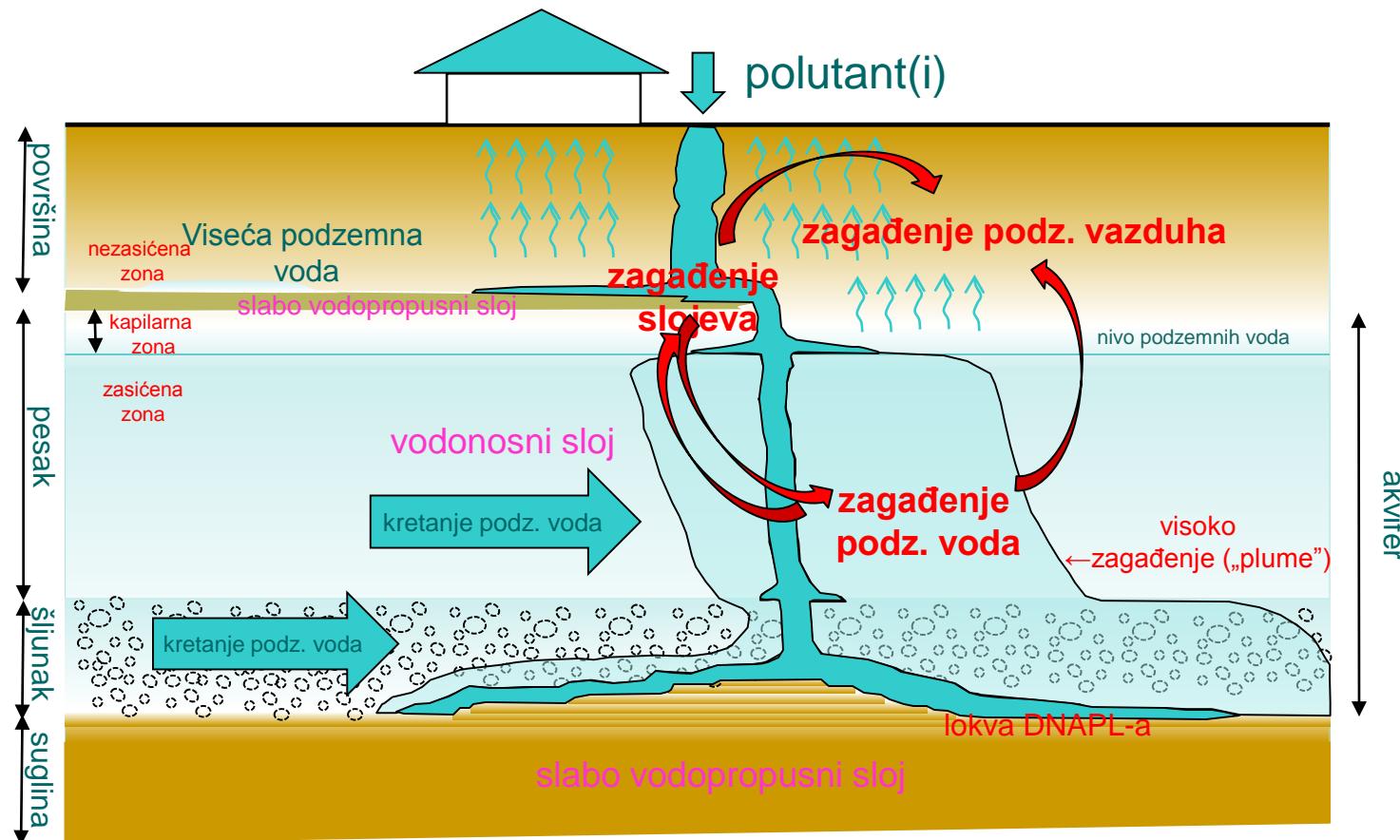


Aggregatna stanja i geološko zagađenje

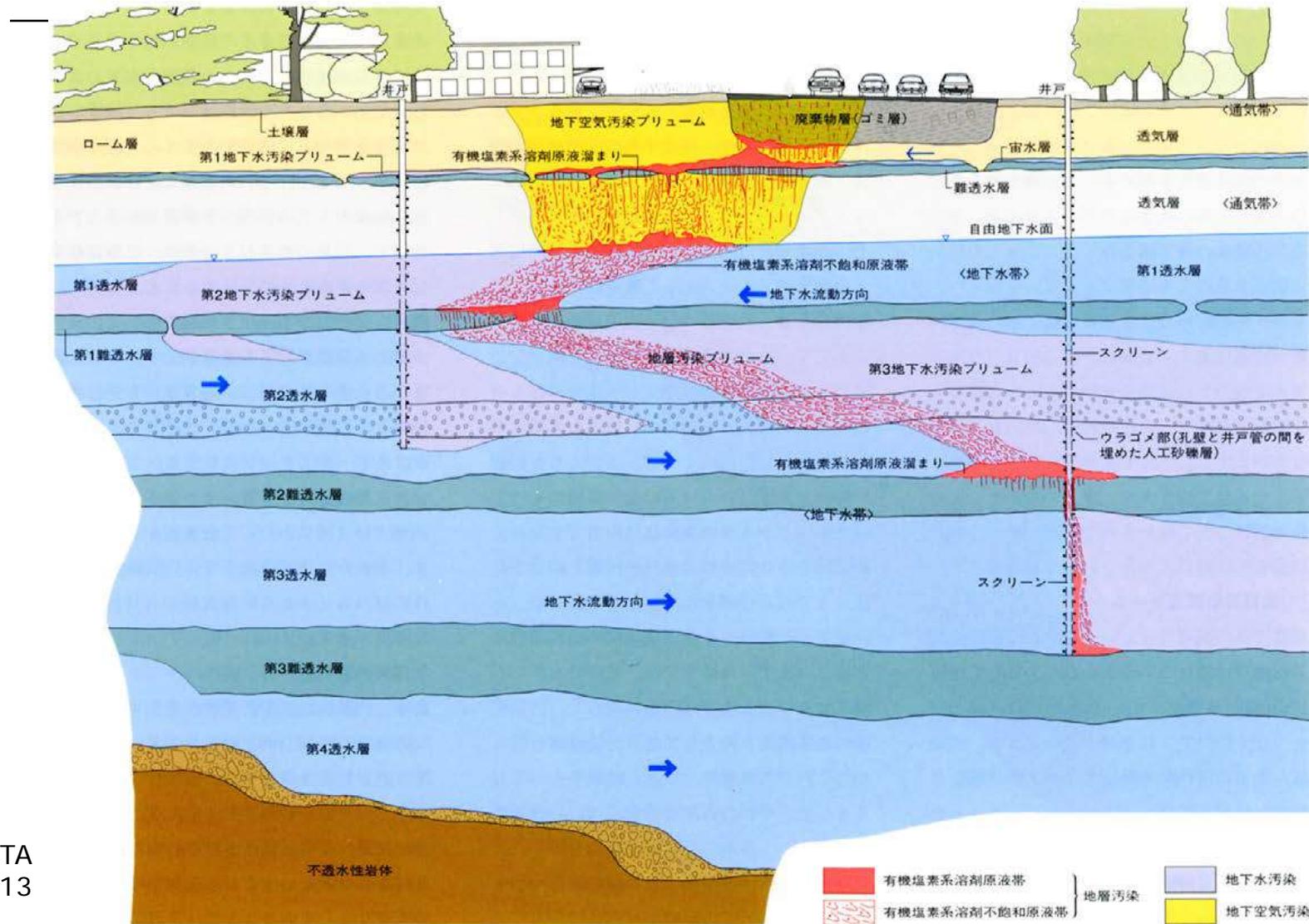
- Zemljište je kompleksni sistem: ne sastoji se od jedinstvenog medijuma.
- Podzemne vode → Zagađenje podzemnih voda;
Slojevi → Zagađenje slojeva;
Podzemni vazduh → Zagađenje podzemnog vazduha
- Geološko zagađenje = zagađenje podz. voda + zagađenje slojeva + zagađenje podz. vazduha



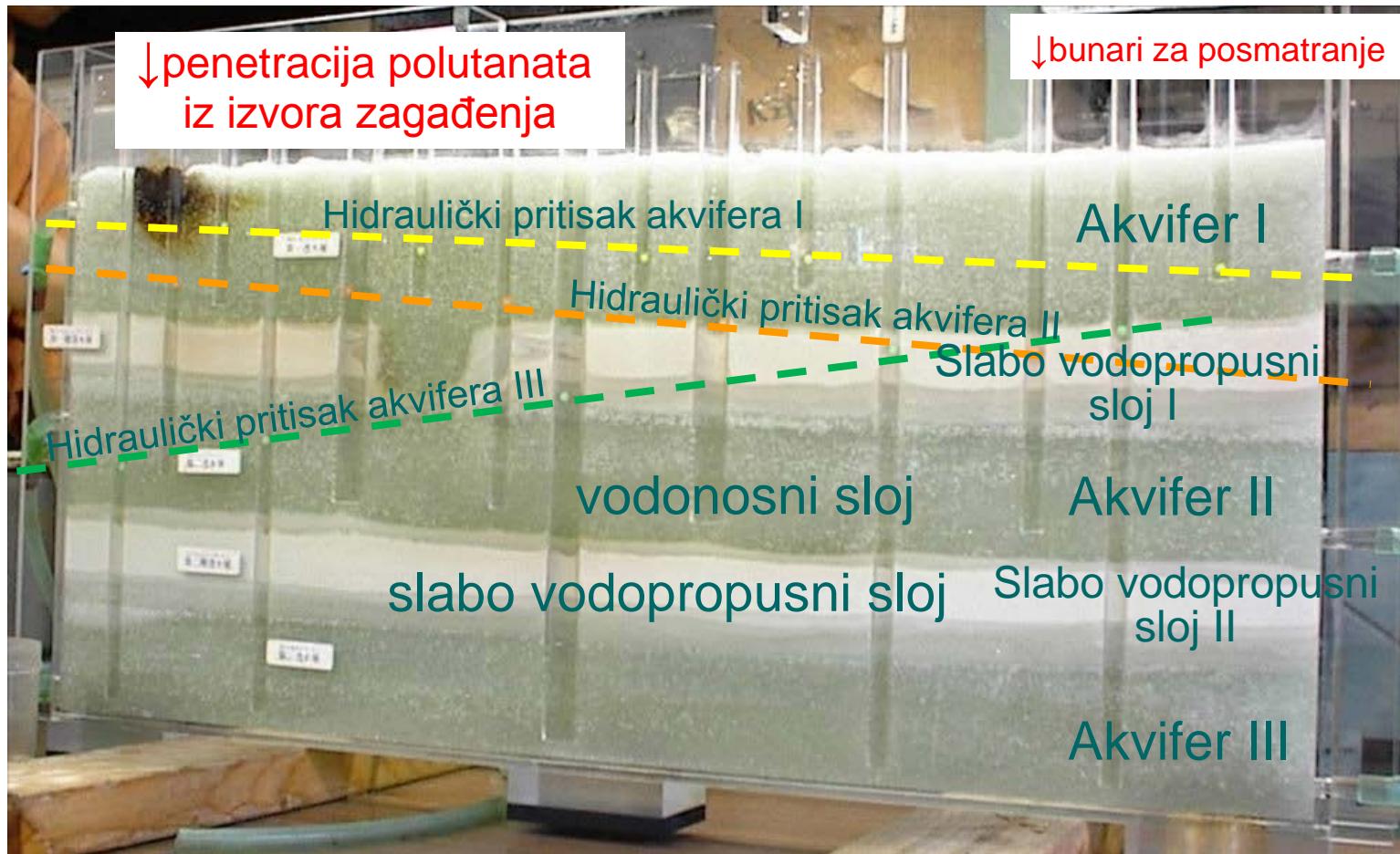
Stanje zagađenja podzemnih voda CVOC-ima



Šematski prikaz geološkog zagađenja CVOC-ima (Nirei, 1994)

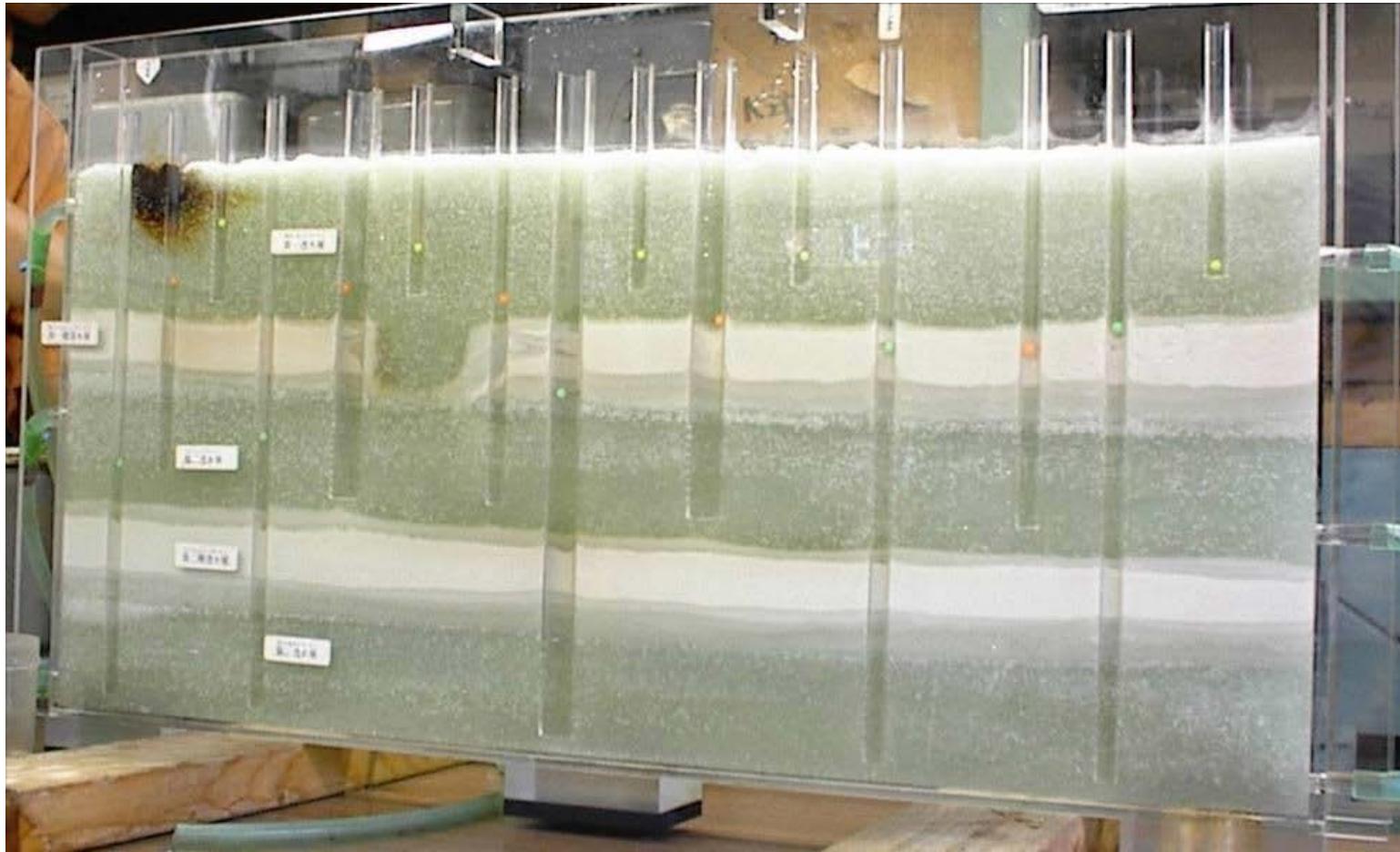


Reprodukcia zagađenja podz. voda u laboratorijskoj kadi



Reprodukcia zagađenja podz. voda u laboratorijskoj kadi 1

↓ prođor polutanata



Reprodukcia zagađenja podz. voda u laboratorijskoj kadi 2

↓Širenje zagađenja u akviferu I



Reprodukcia zagađenja podz. voda u laboratorijskoj kadi 3

↓prodor polutanata u akvifer II



Reprodukcia zagađenja podz. voda u laboratorijskoj kadi 4

↓Širenje zagađenja u akviferu III

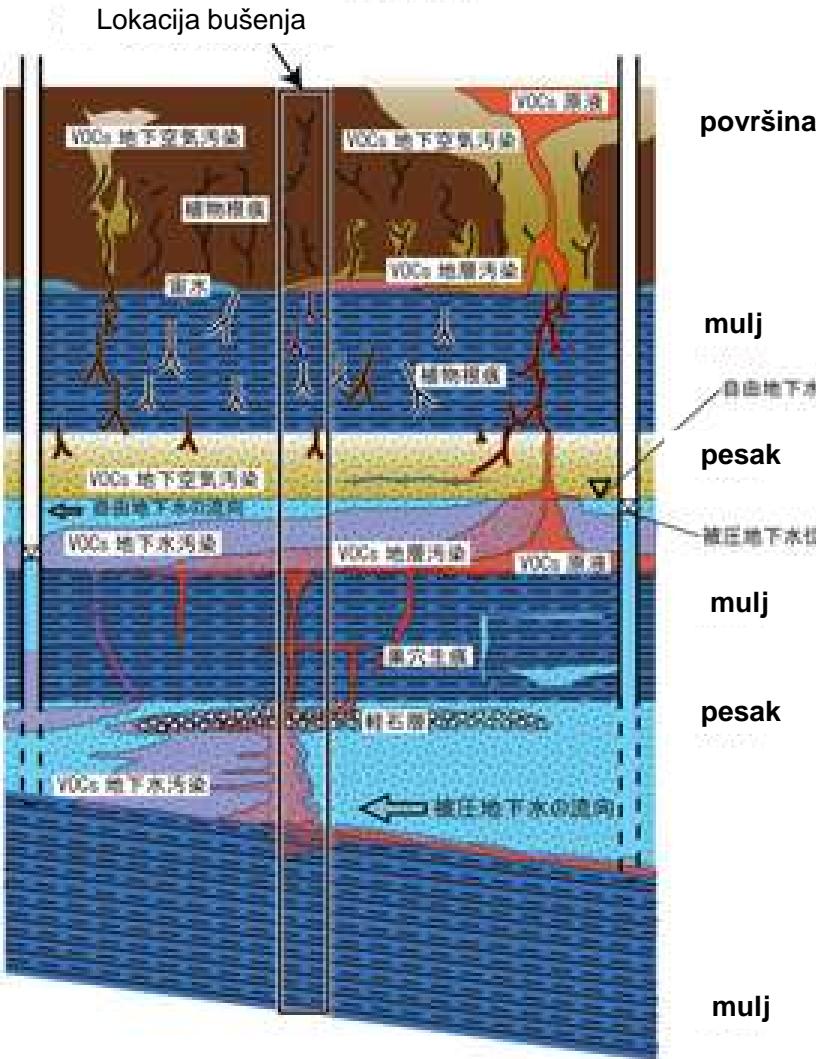
preko bunara sa dvostrukim filterima



↑polutanti niske koncentracije ostaju na putanji širenja

Istraživanje geol. zagađenja metodom uzorkovanja svih jedinica

Geološko zagađenje (presek)

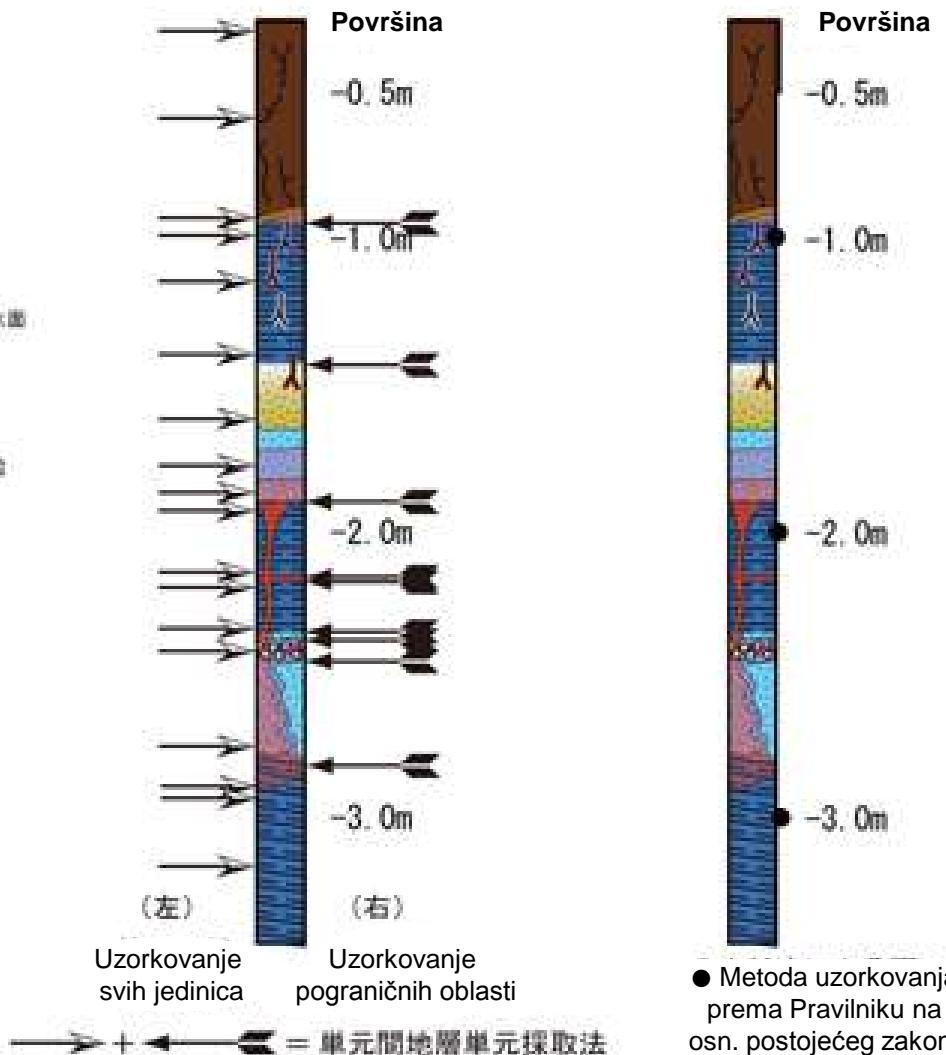


U slučaju Isparljivih organiskih jedinjenja (VOC-a)

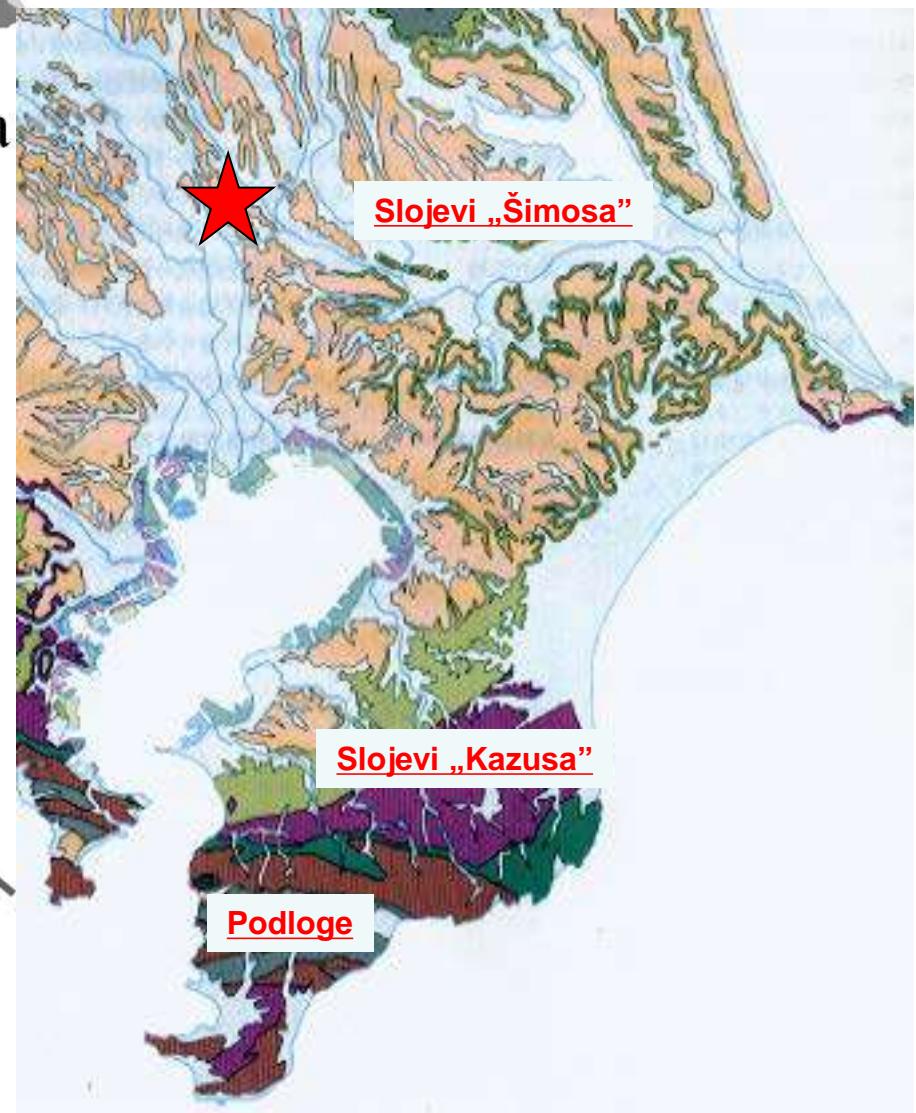
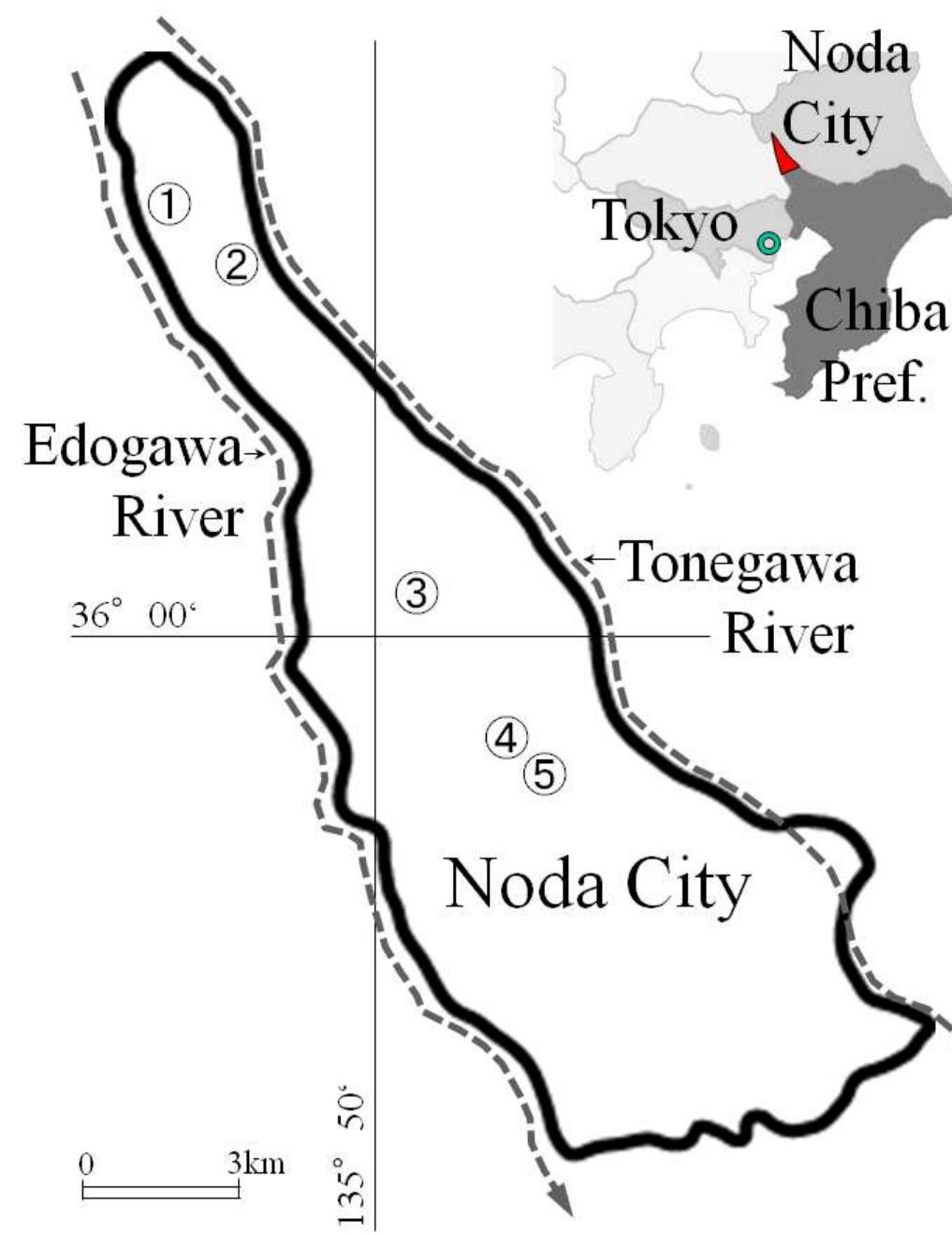
Stupačni uzorak uzet geol. bušilicom (jezgra)

Metoda uzorkovanja svih jedinica

Klasična metoda prema zakonu



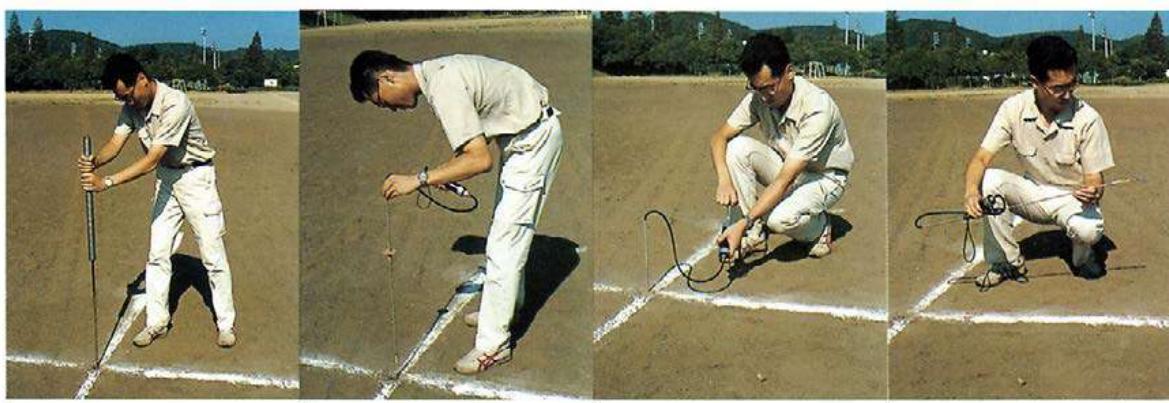
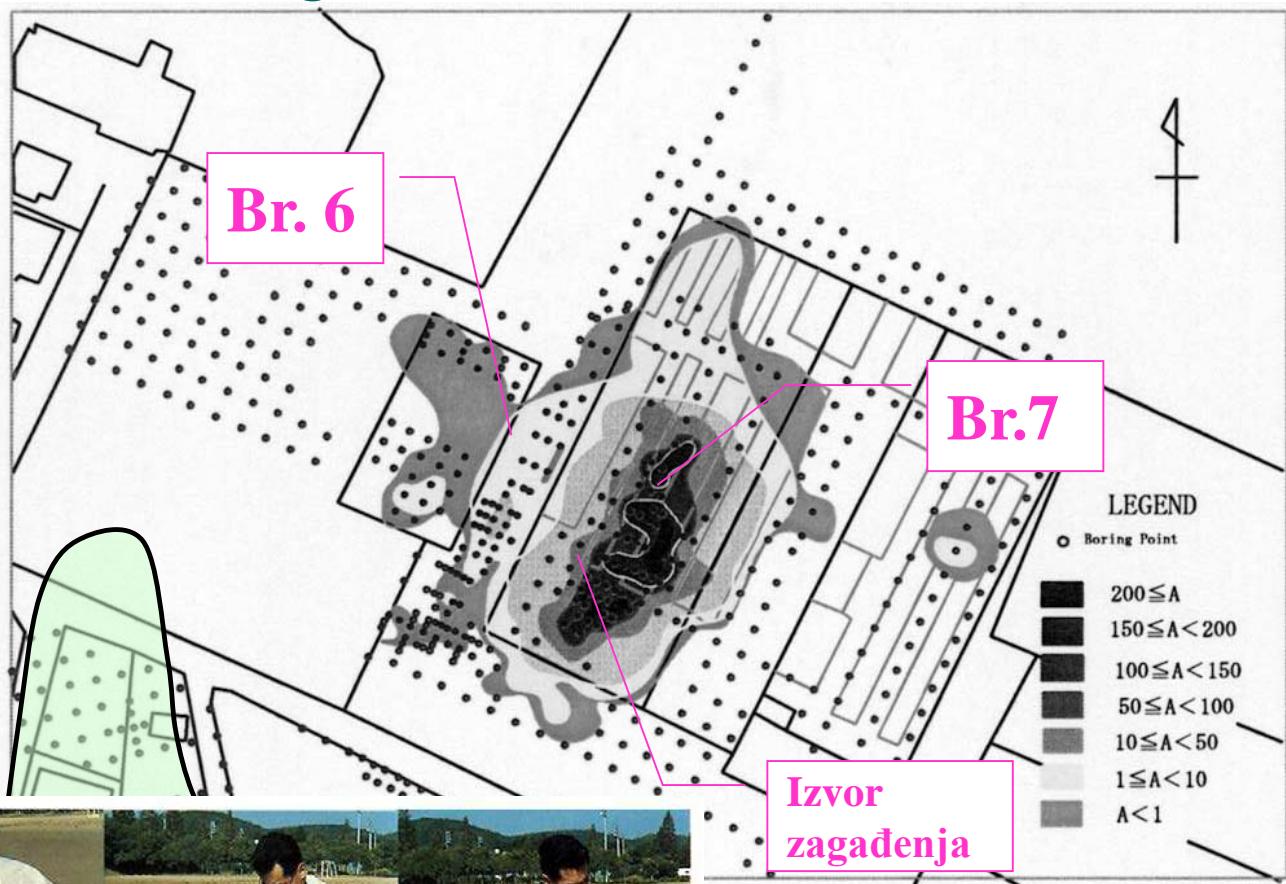
Geografsko-geološki položaj grada Noda i lokacije istraživanja



| Site No. | MC: dichlorometan (Methylene Chloride) ↓ | | PCE: perhloroetilen ↓ | | |
|--|---|--|--|---------------------------------|---------------------------------|
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| Pollutant | PCE, MC, (TCE) | TCE, MC | MC, (TCE) | TCE, MC, PCE | TCE |
| Time passing | 26years over | 22years over | 26years over | 38years over | 36years over |
| Pollution source plants | Chemical manufacturing | Metal processing | Oil refining | Metal processing | Metal plating |
| Pollution mechanism | Leakage of raw materials | Improper handling Leakage from washing facilities | Leakage from the distillation facility | Leakage from washing facilities | Leakage from washing facilities |
| Pollutants reach depth (Aquifer) | 40m (4th) | 29m (3rd) | 25m (3rd) | 80m (6th) | 22m (3rd) |
| Investigating start year | 1990 | 1990 | 2004 | 1989 | 1999 |
| Investigation period (years) | 7 | 8 | 3 | 6 | 5 |
| Boring quantity (No.) | 5 | 5 | 11 | 13 | 32 |
| Boring extend (m) | 336.4 | 265.16 | 330 | 685 | 576 |
| Observation well (No.) | 41 | 28 | 36 | 46 | 79 |
| Specifications survey (No. of Private wells) | 62 | 45 | 44 | 12 | 55 |

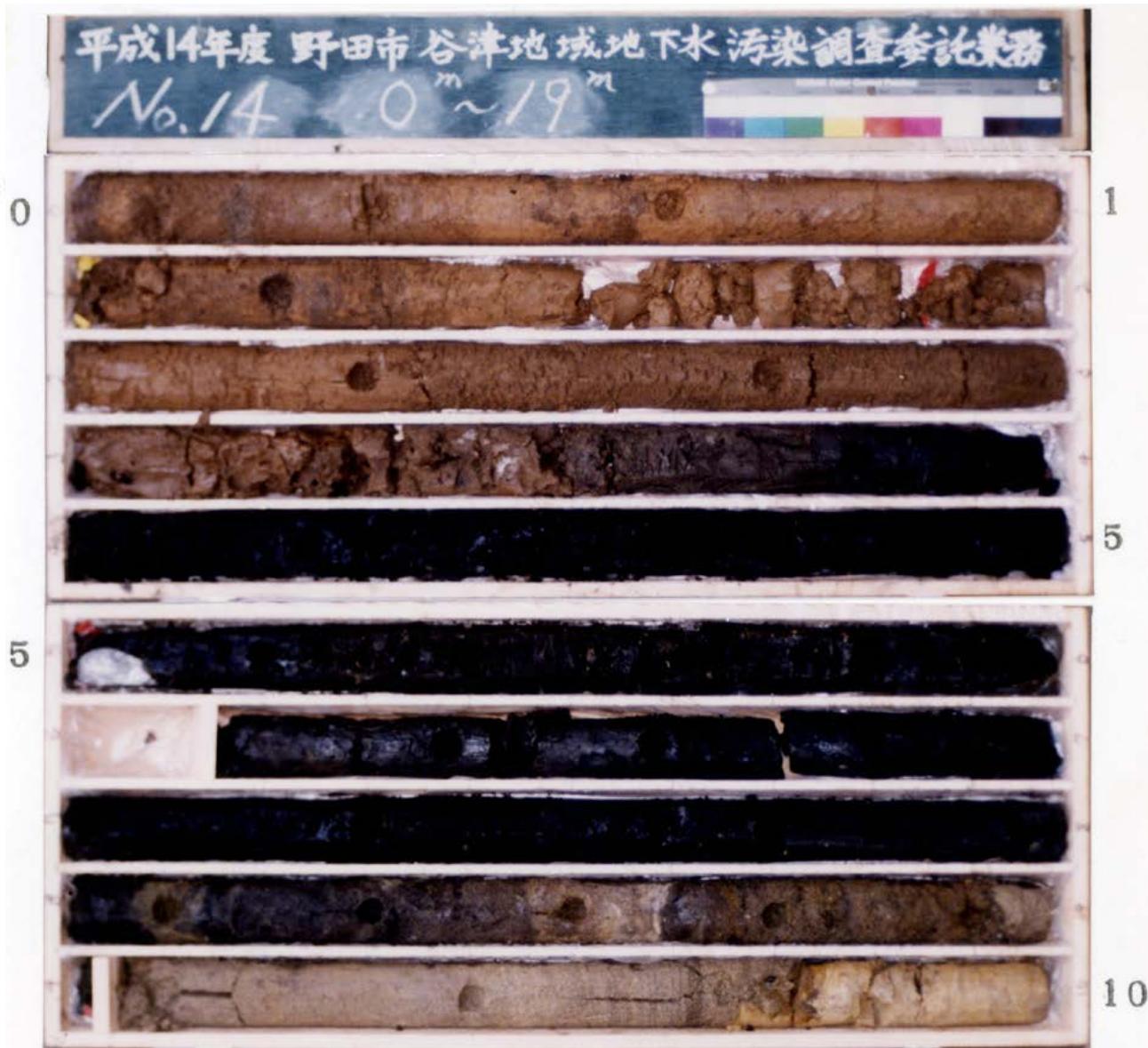
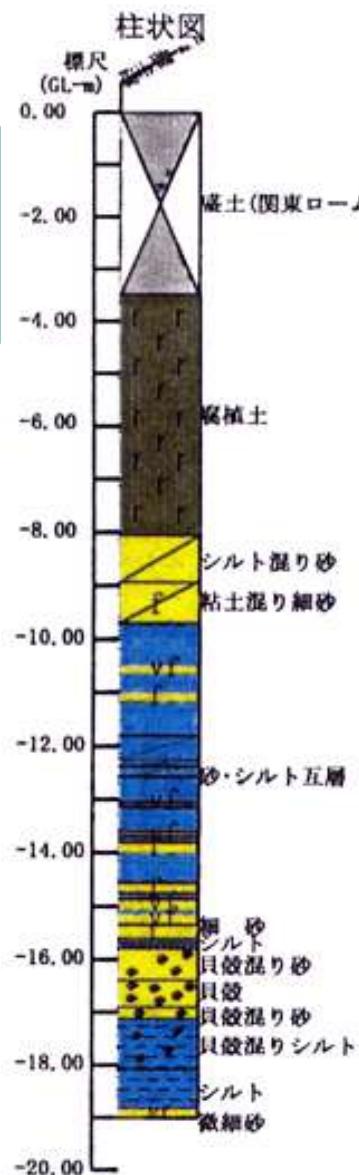
Table 2 The groundwater contaminations and geological characteristics of each investigation site

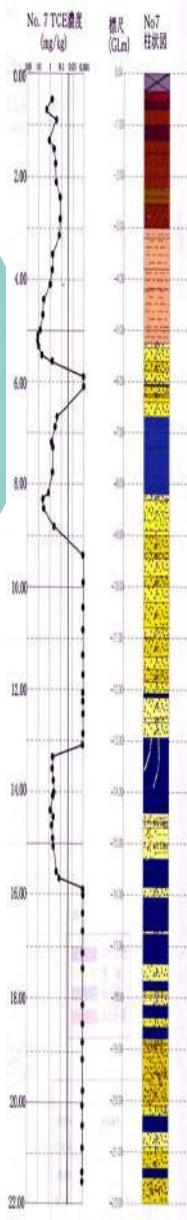
Rezultat istraživanja zagađenja površinskim gasom CVOC-a



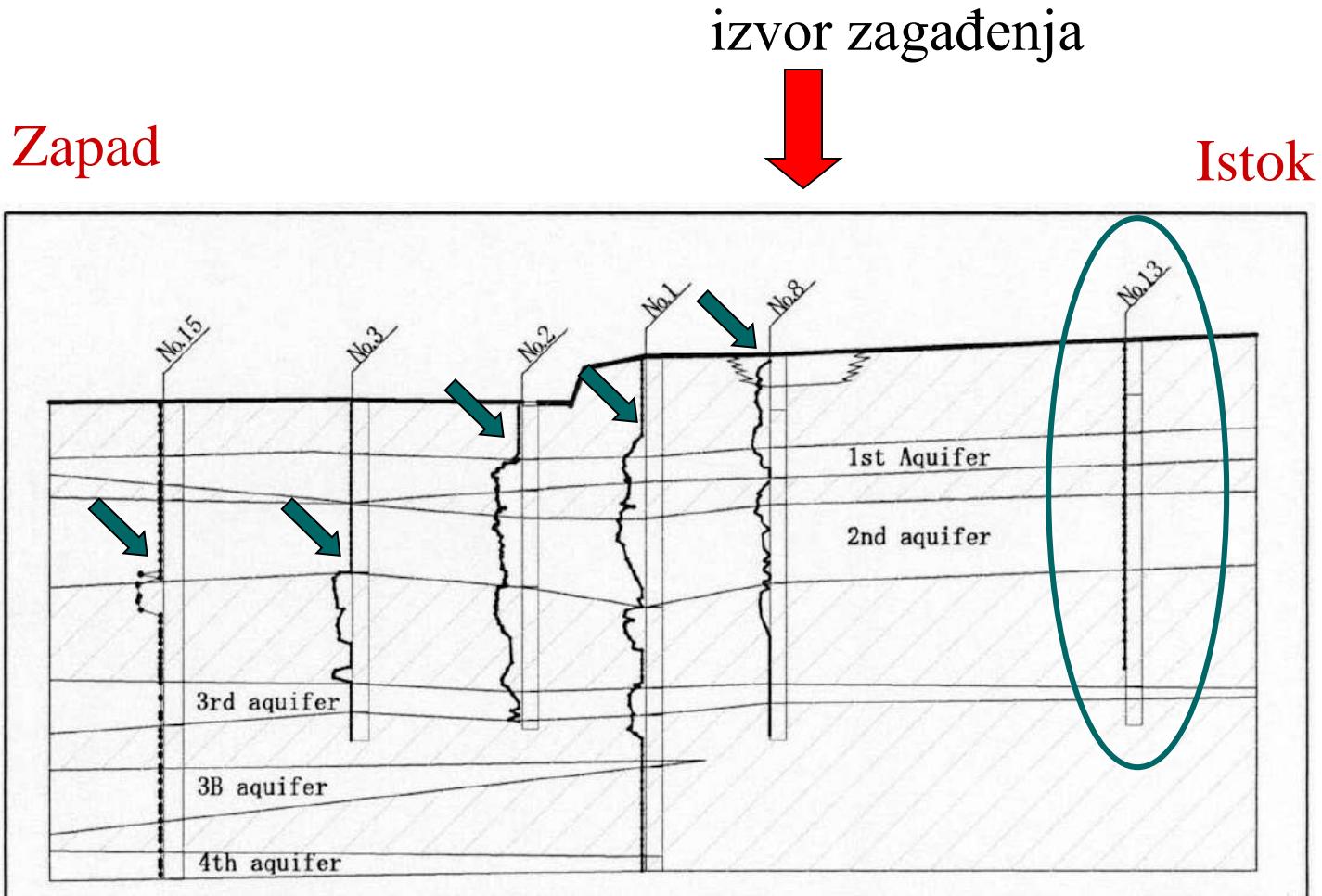
Ispitivanje pomoću vretena bušilice

Posmatranje pomoću bušenja s potpunim jezgrovanjem





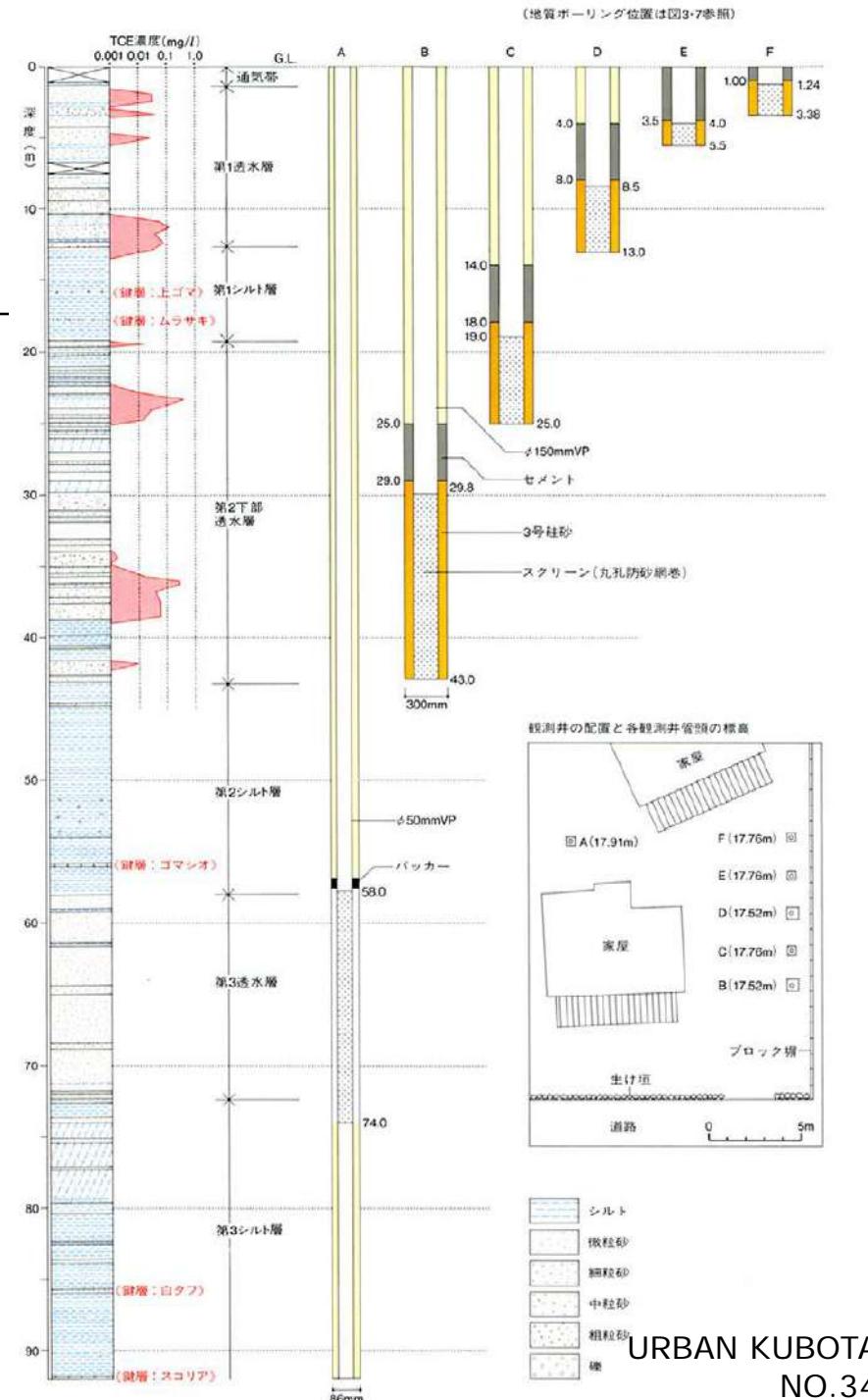
Presek geol. slojeva i distribucija geol. zagađenja na osnovu bušenja sa potpunim jezgrovanjem



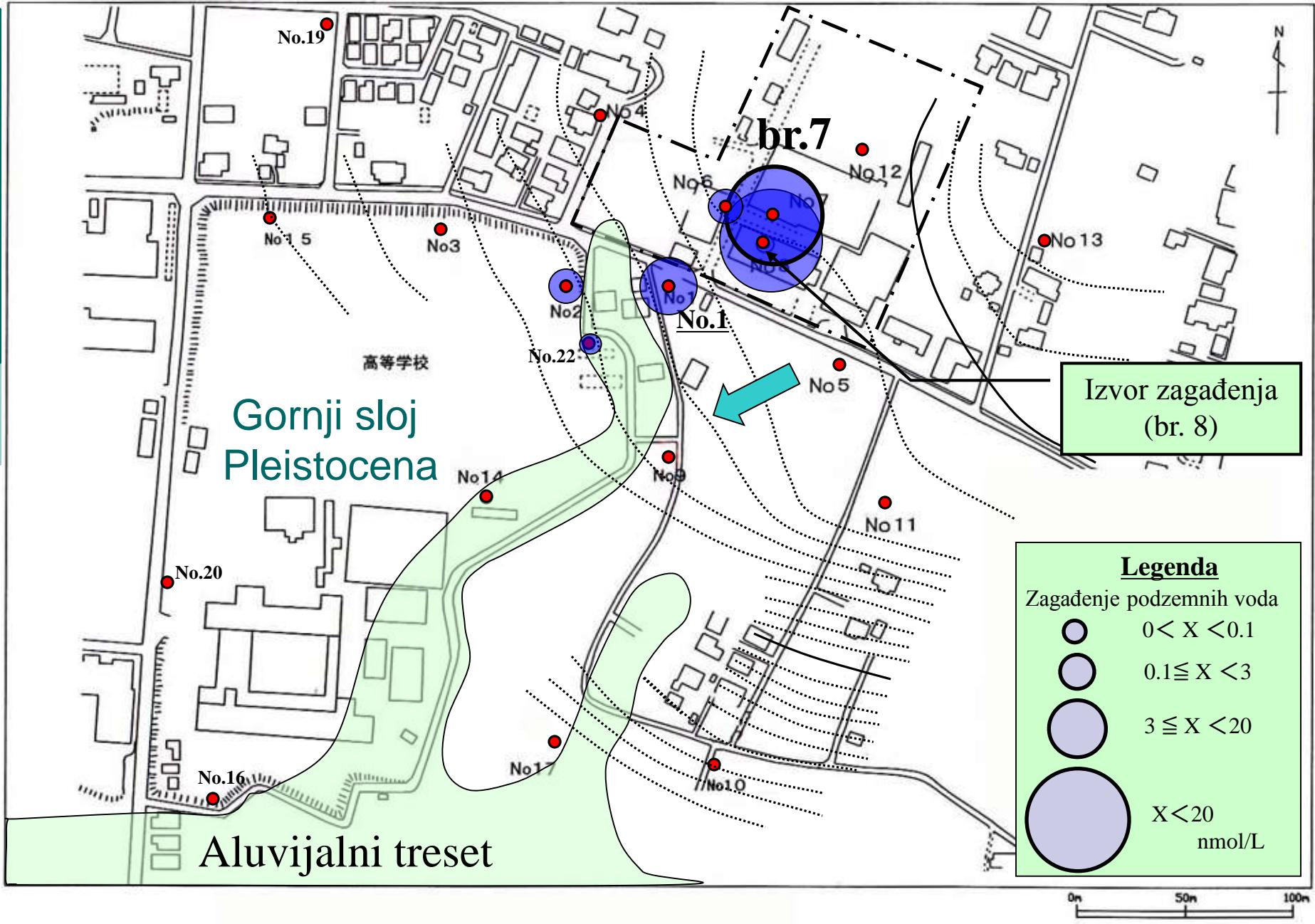
Stubični prikaz kod lokacije br. 7 i geološko zagađenje

Postavljanje bunara za posmatranje na osnovu geol. jedinica

- Definisanje geoloških jedinica i podele akvifera
- Postavljanje bunara za posmatranje na osnovu podele akvifera i distribucije geološkog zagađenja
- Proveravanje tačne dubine filtera i zaštite od spoljne vode
- Definisanje gradijenta hidrauličkog pritiska pojedinačnih akvifera i kretanja podzemnih voda

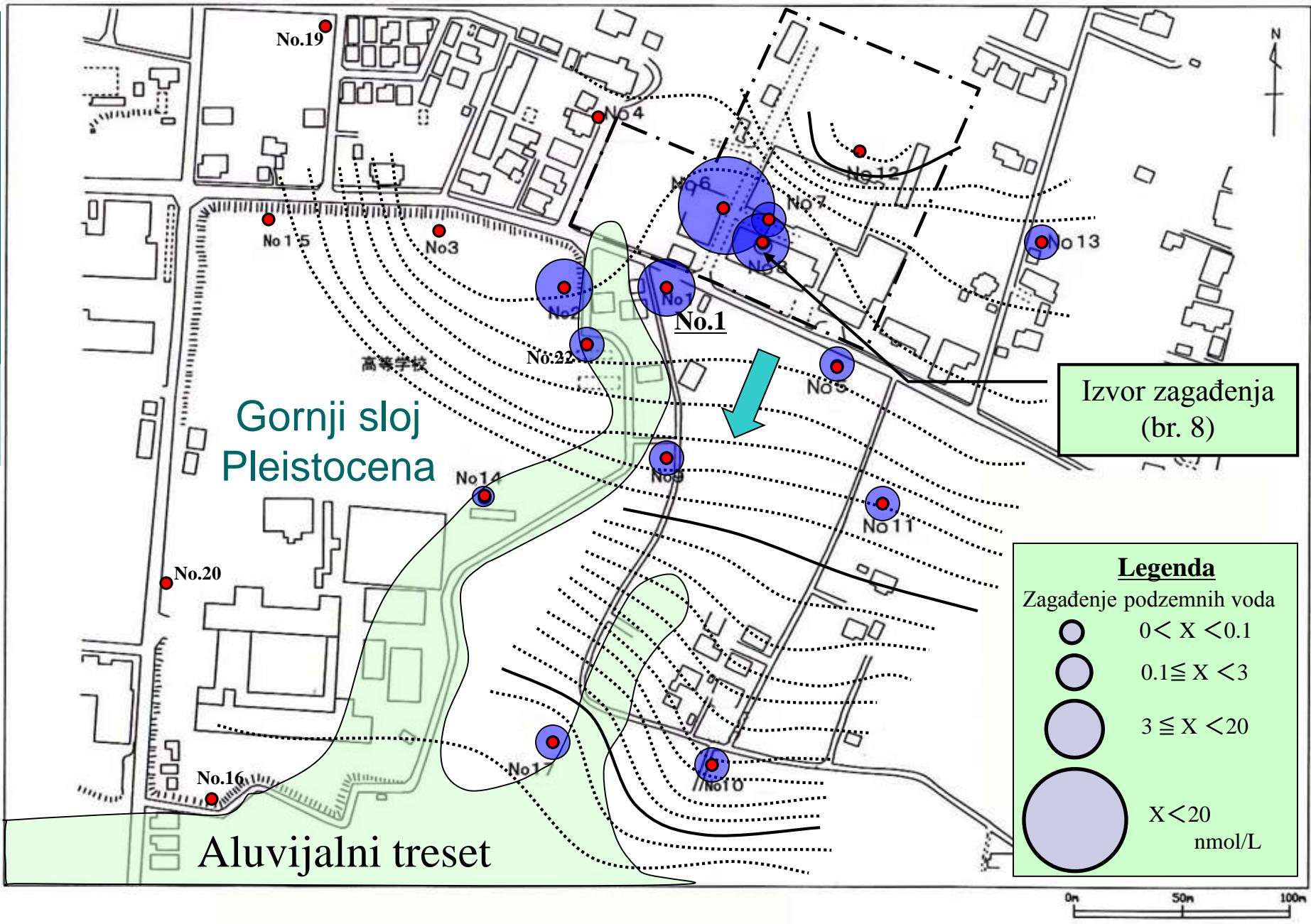


Kretanje podz. voda i distribucija zagađenja podz. voda (Akvifer I)

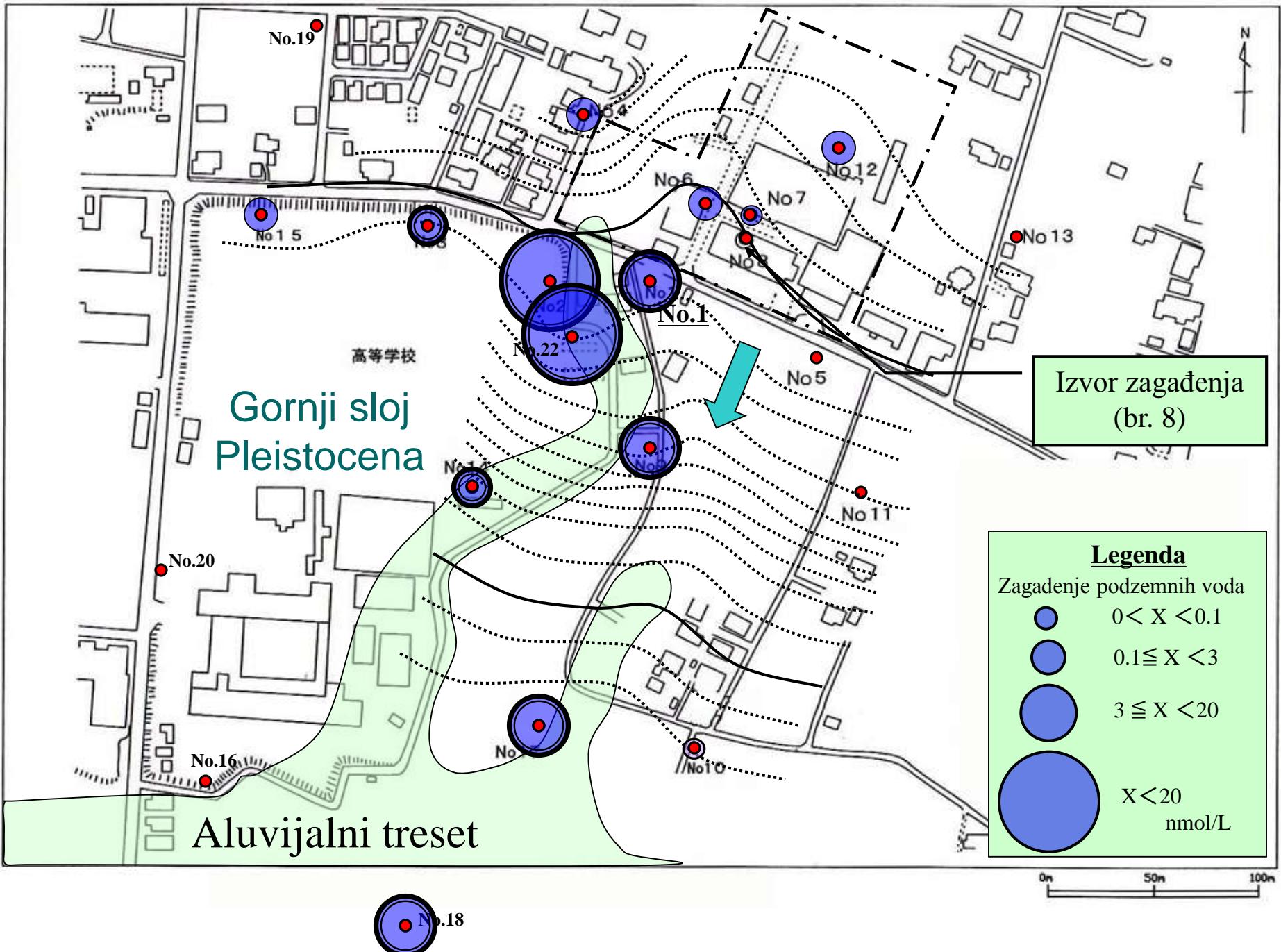


No.18

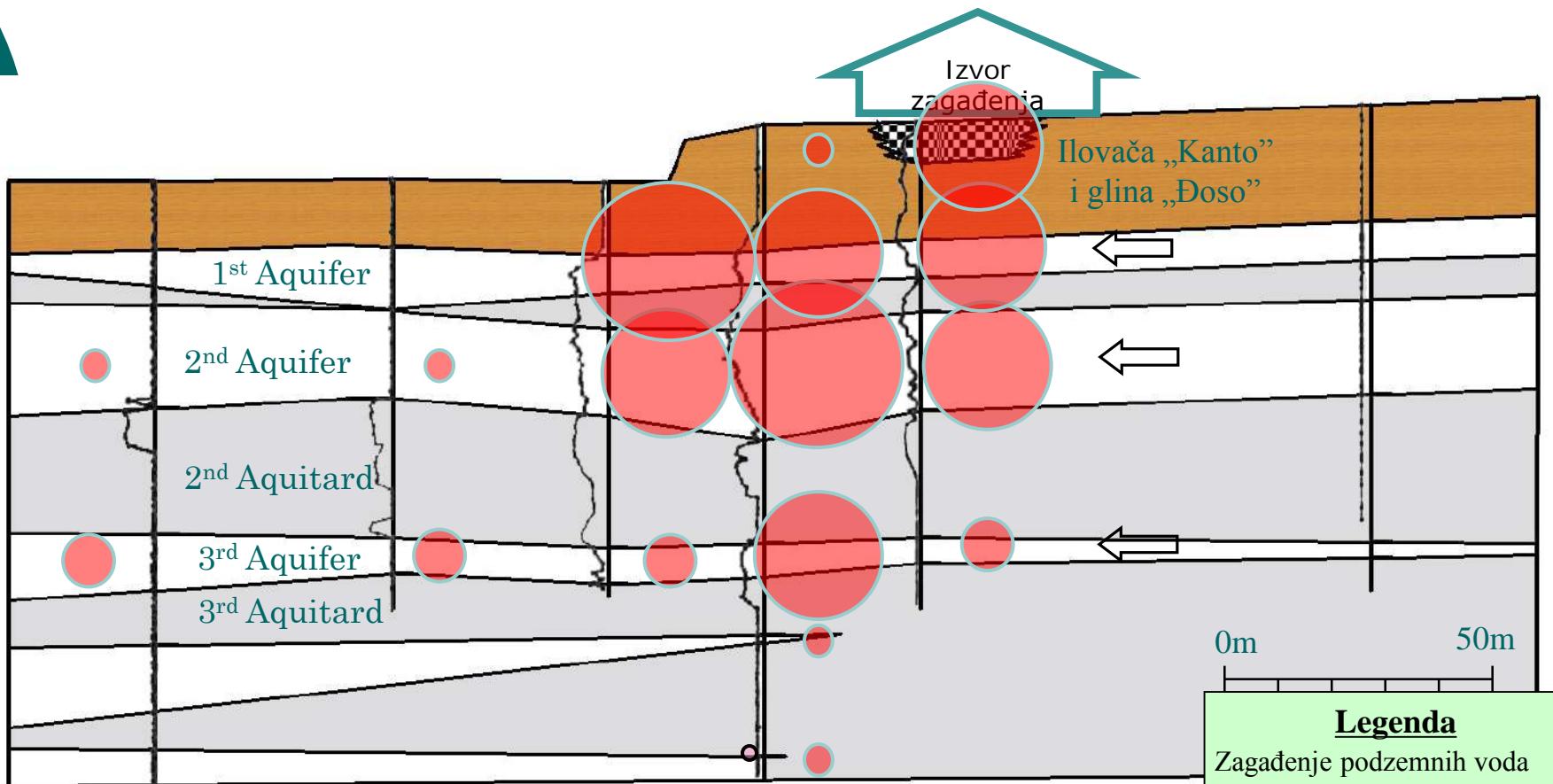
Kretanje podz. voda i distribucija zagađenja podz. voda (Akvifer II)



Kretanje podz. voda i distribucija zagađenja podz. voda (Akvifer III)

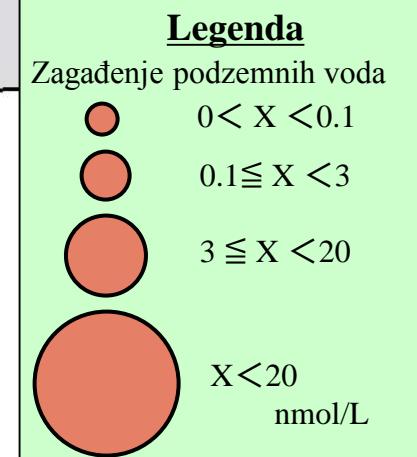


Ispumpana zapremina: 100m^3 na dan

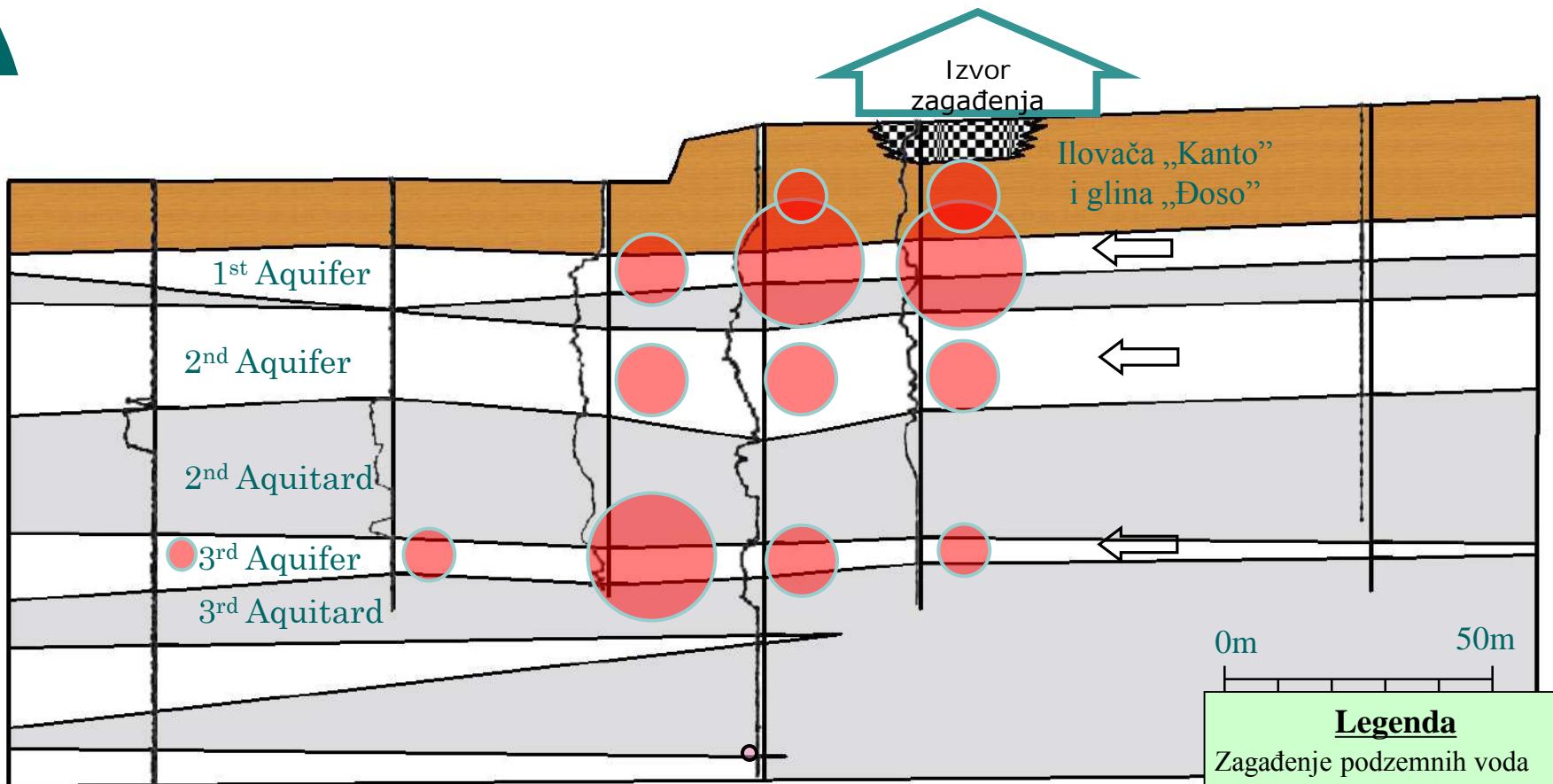


1.1. - dihloroetilen, C1.2. - dihloroetilen
trihloroetilen, tetrahloroetilen

Distribucija i koncentracija
zagađenja podzemnih voda – 2003.

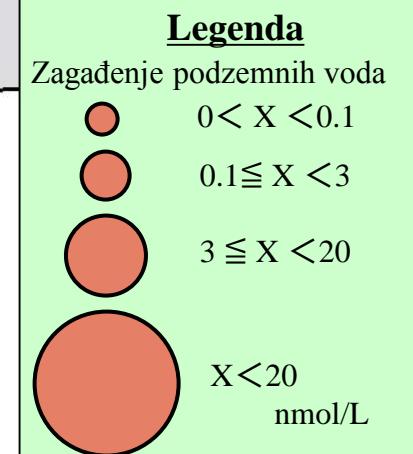


Ispumpana zapremina: 100m^3 na dan

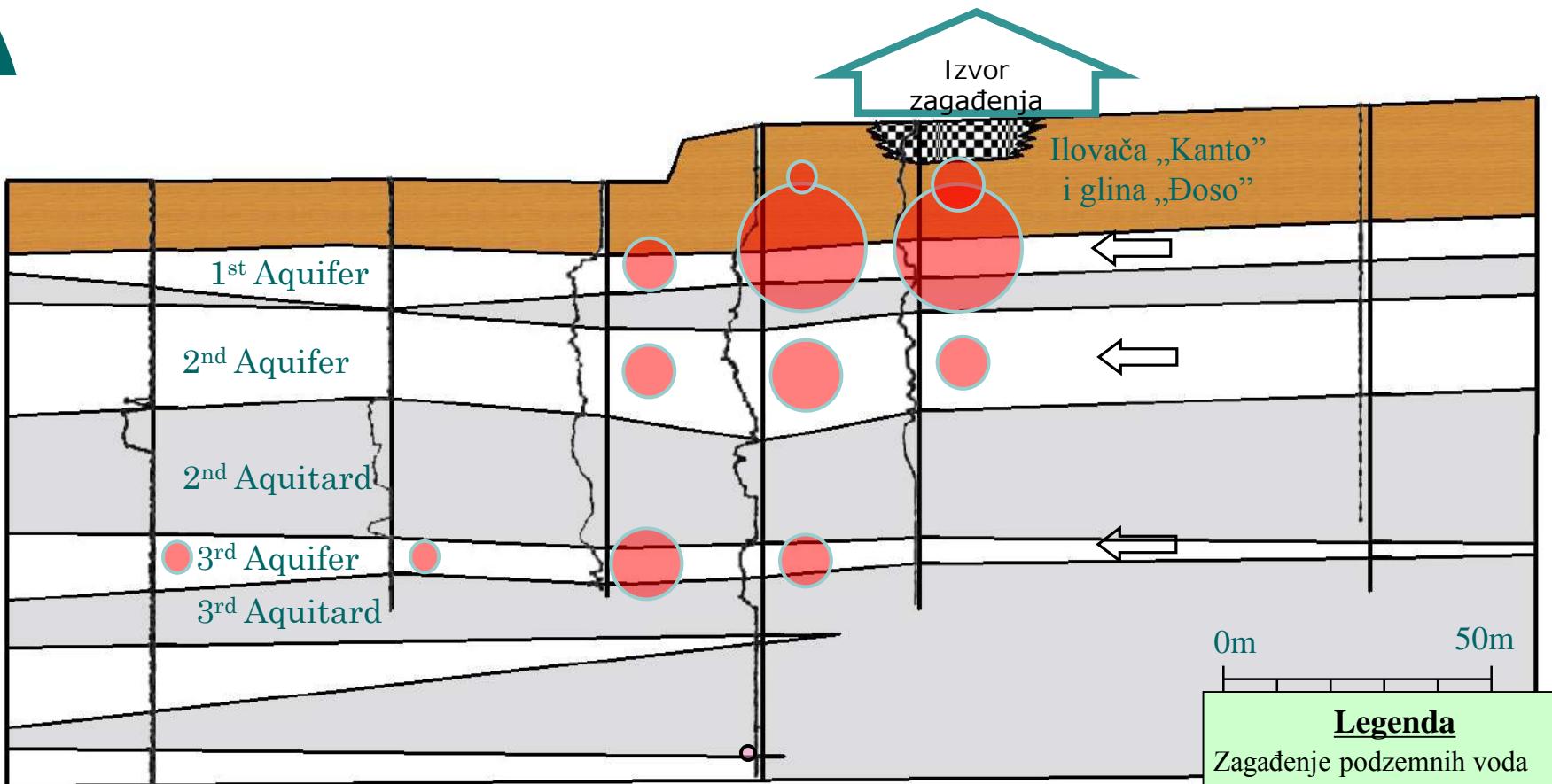


1.1. - dihloroetilen, C1.2. - dihloroetilen
trihloroetilen, tetrahloroetilen

Distribucija i koncentracija
zagađenja podzemnih voda – 2010.

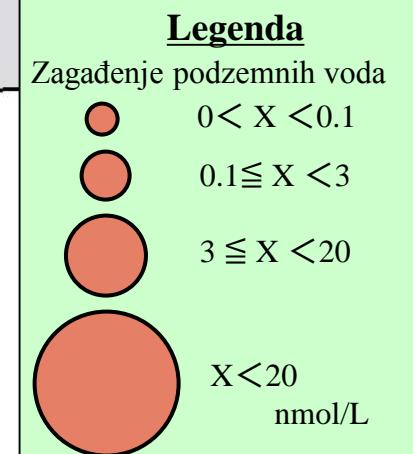


Ispumpana zapremina: 122m^3 na dan



1.1. - dihloroetilen, C1.2. - dihloroetilen
trihloroetilen, tetrahloroetilen

Distribucija i koncentracija
zagađenja podzemnih voda – 2019.



Zaključak

- Podzemne vode su **cirkulišući resurs** koji iziskuje adekvatno upravljanje i korišćenje.
- Geološko zagađenje je **složeni sistem**, i važno je naučno razmatranje geološkog okruženja.
- Polutanti cirkulišu **sledeći sistem kruženja materije u prirodi**.
- Geološko zagađenje ostavlja **svoje tragove u geološkim slojevima**.
- Da bi se ustanovili tragovi zagađenja među slojevima, neophodno je **detaljno ispitivanje bušenjem sa potpunim jezgrovanjem i identifikovanje geoloških jedinica** (metoda uzorkovanja svih jedinica).
- Istraživanje mehanizma zagađenja omogućuje zaustavljanje putanje polutanata i upravljanje njima.
- Potreban je dugotrajni proces čišćenja i sakupljanja polutanata.
- Za čišćenje je neophodno dugoročno nadgledanje i upravljanje.