

Основе еколошког инжењства

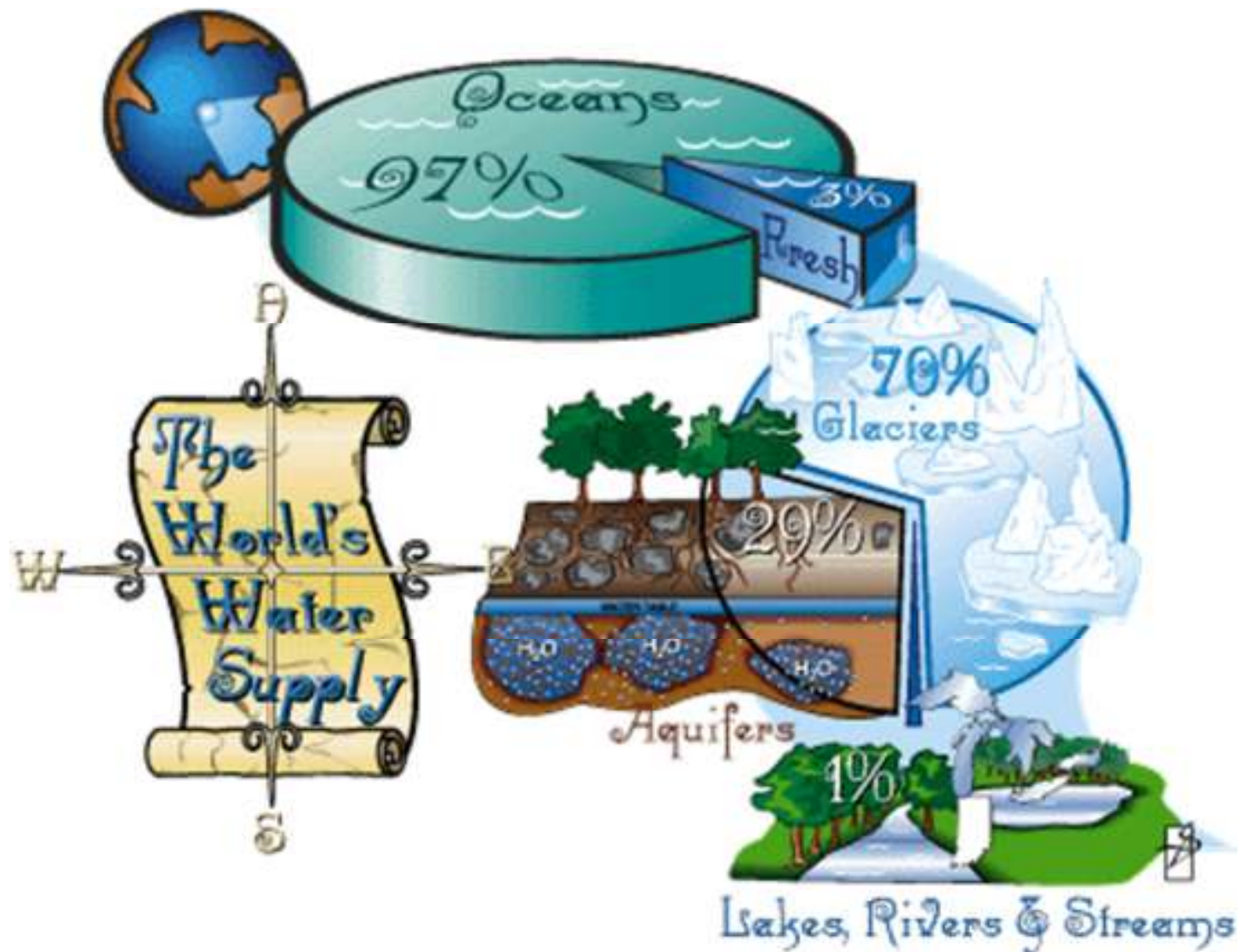
Подземна вода као извор
(ресурс) воде за пиће



Садржај презентације

- Увод - колико је има и где се јавља
- Основне законитости
- Како се захвата и користи
- Загађење
- Заштита подземних вода
- Методe ремедијације

Колико има воде у појединим резрвоарима и колико је воде за пиће





Удео подземних вода у укупној количини воде која се користи за водоснабдевање

Данска - 98%

Португал - 94%

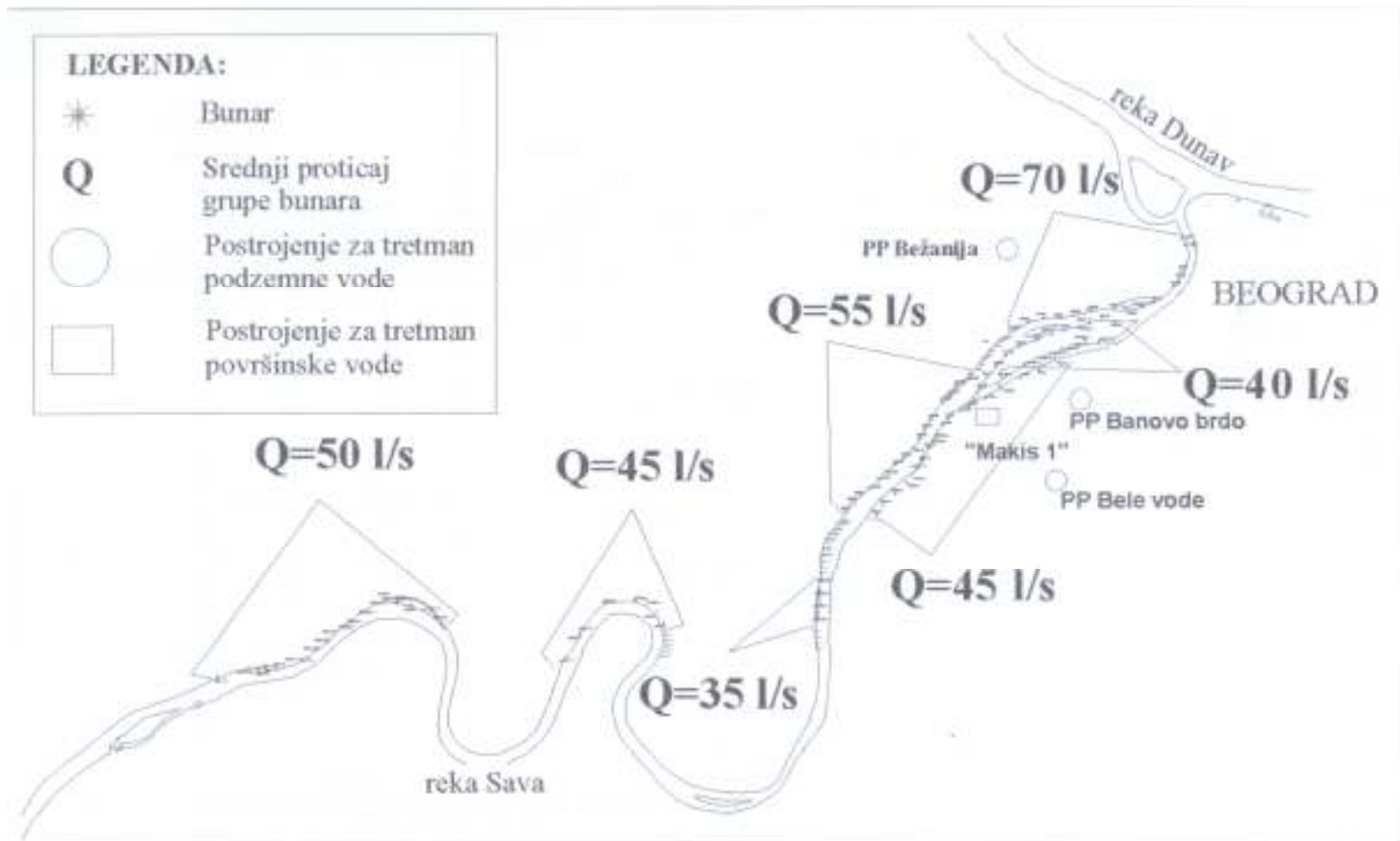
Немачка - 89%

Србија - > 80%

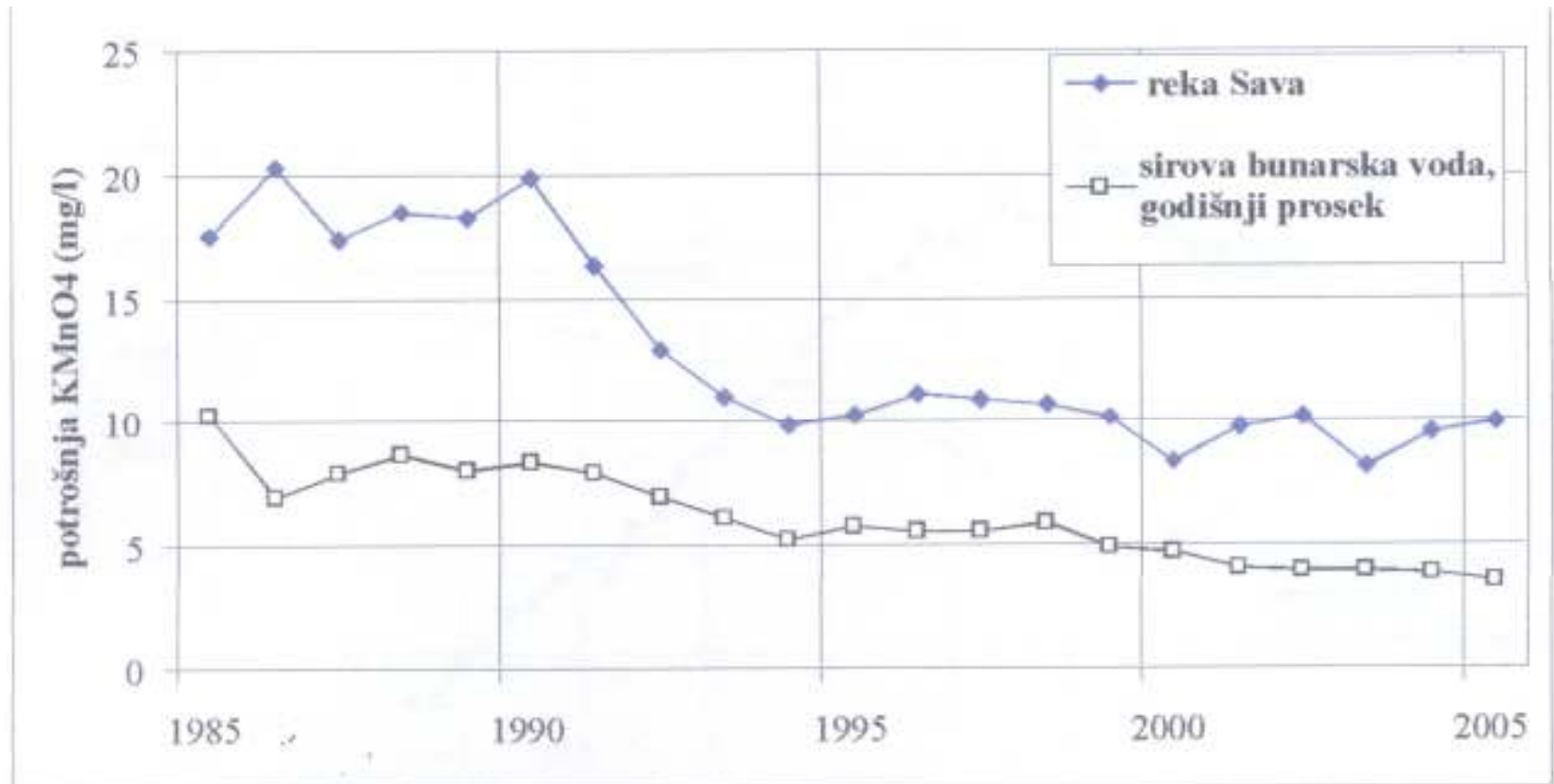
Италија - 88%

Швајцарска - 75%

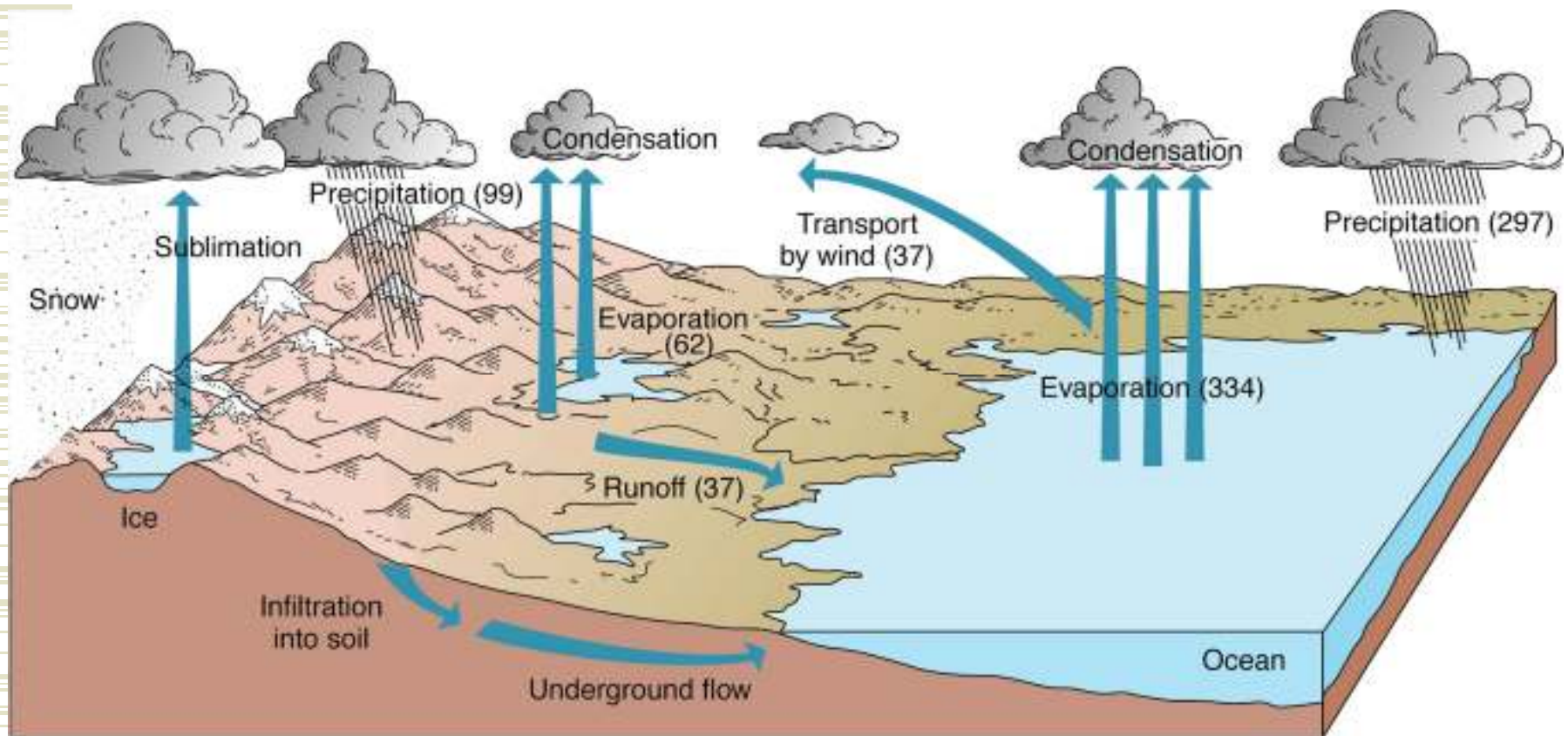
Београдско извориште подземних вода



Београдско извориште подземних вода



Хидролошки циклус - Подземне воде добијају свој део инфилтрацијом

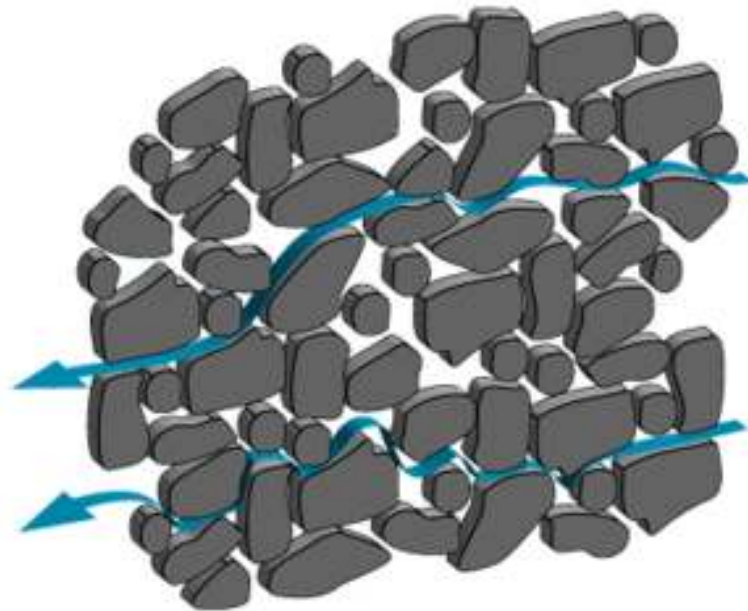


Водни биланс - збир улазних и излазних количина воде (без обзира на агрегатно стање) на одређену површину и у току одређеног временског периода

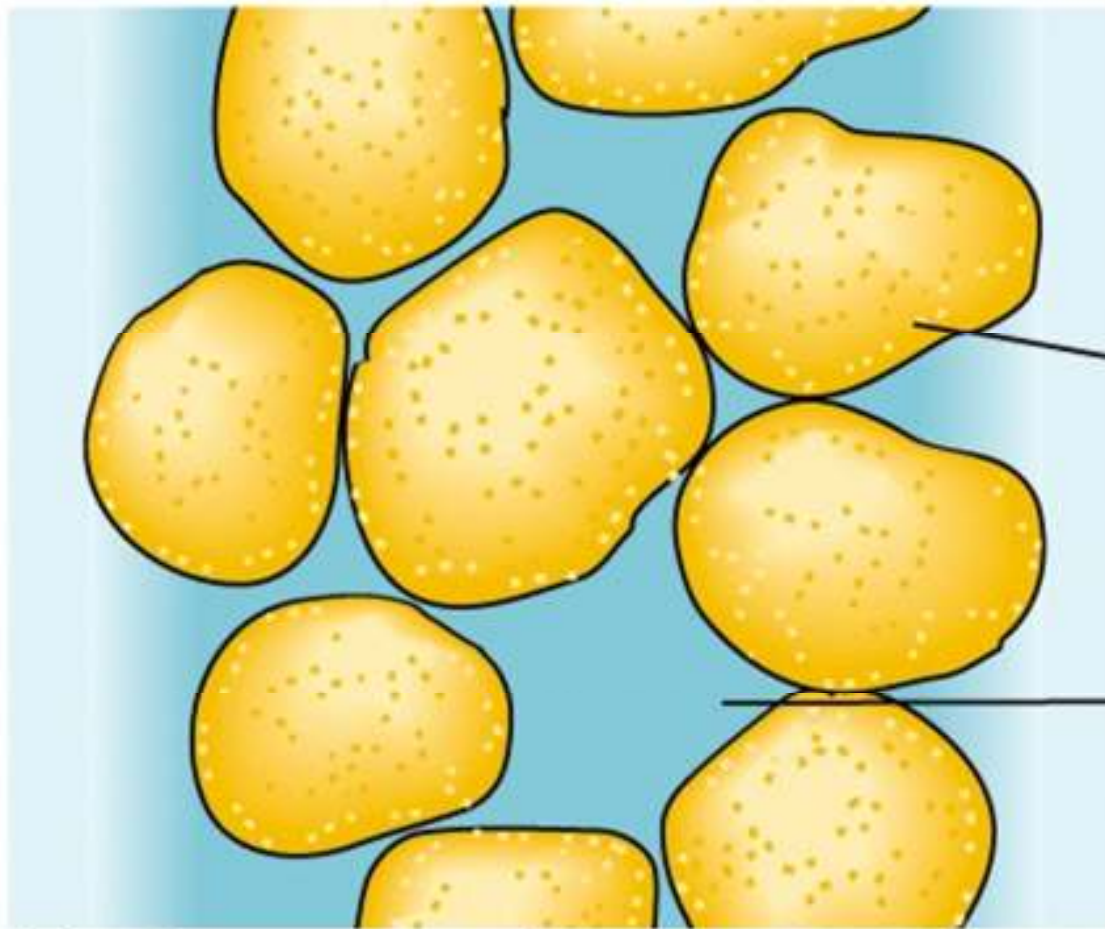


Подземне воде

Вода у порном простору између зрна невезаних геолошких формација или испуцалих стена



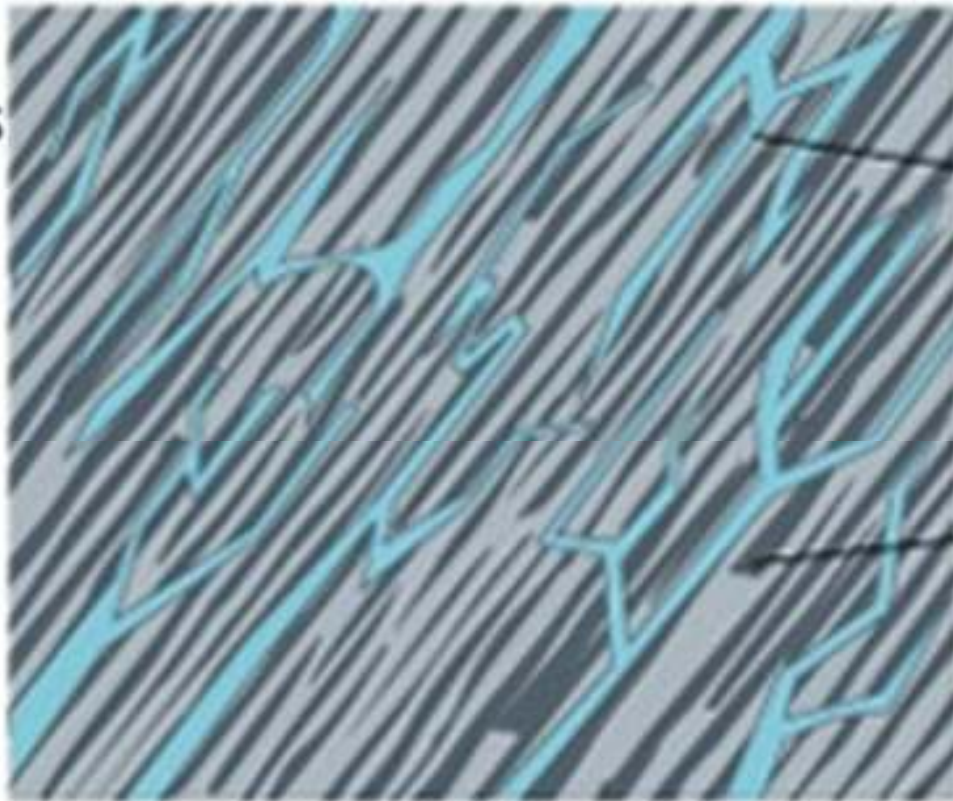
Где се налази - пескови и шљункови



Зрно
песка
Sand grain

Pore space
Порни
простор

Испуцале стенске масе

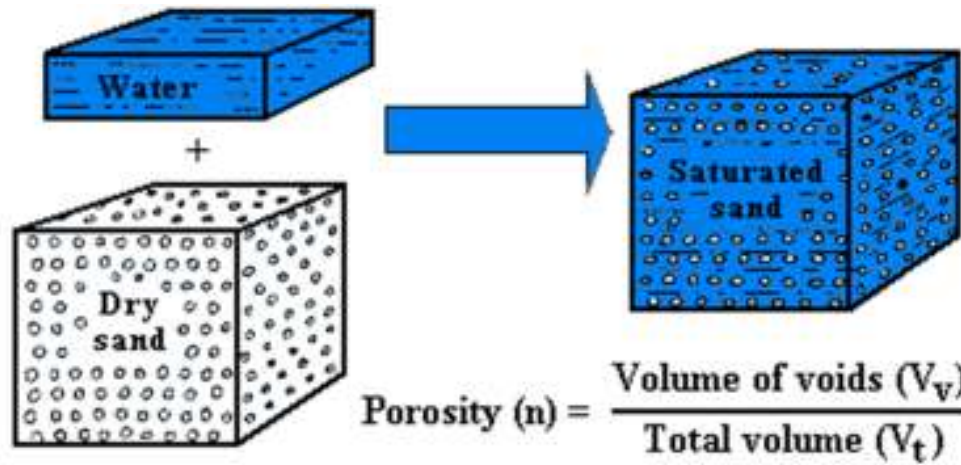
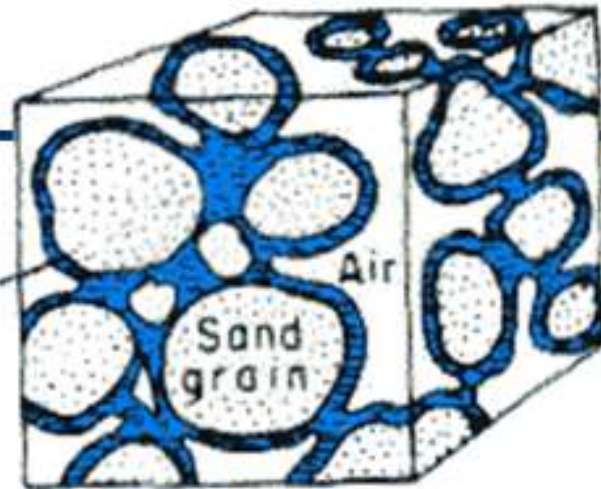


Small amounts of
pore space along
cracks

Impermeable rock

Порозна средина

Water
Вода



Порозност

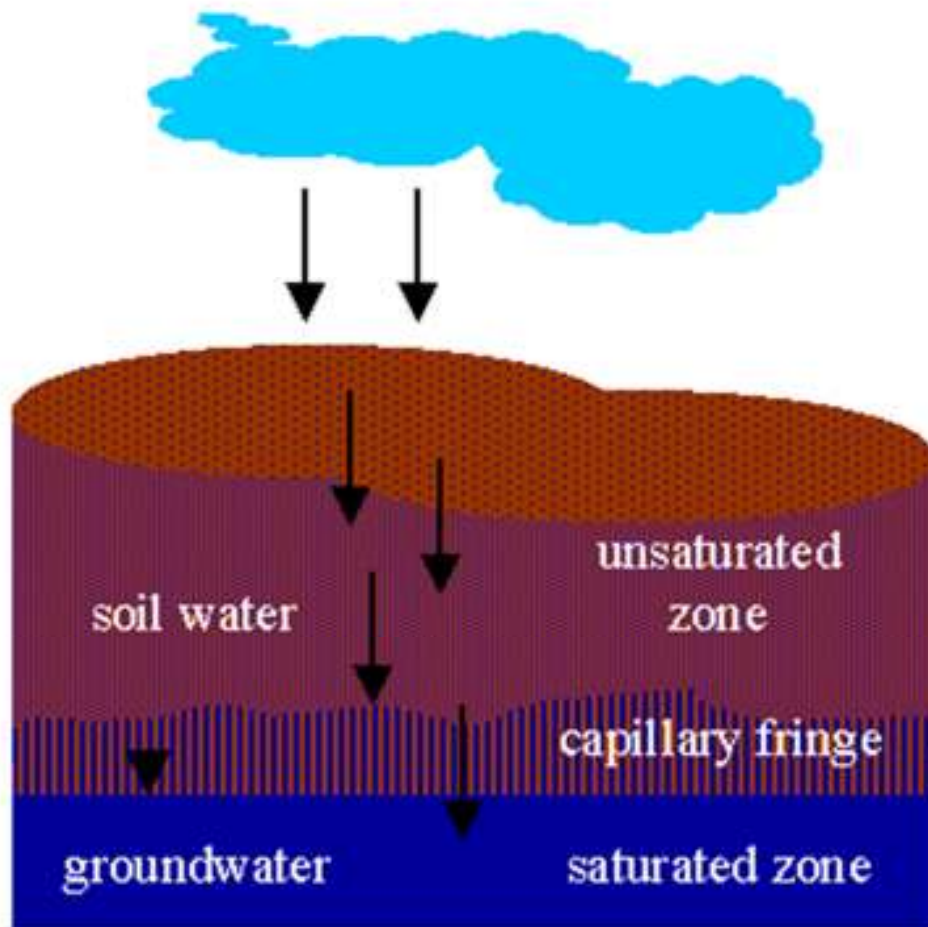
Резерве подземне воде и њено кретање (струјање)

Важно:

порозност – уствари, ефективна порозност, запремински удео порног простора међусобно повезаног песак и шљунак – порозни, глина - мало

пропусност – способност материјала да пропусти флуид песак – пропусан; глина - непропусна

Вода испод површине терена није исто што и подземна вода



падавине
precipitation

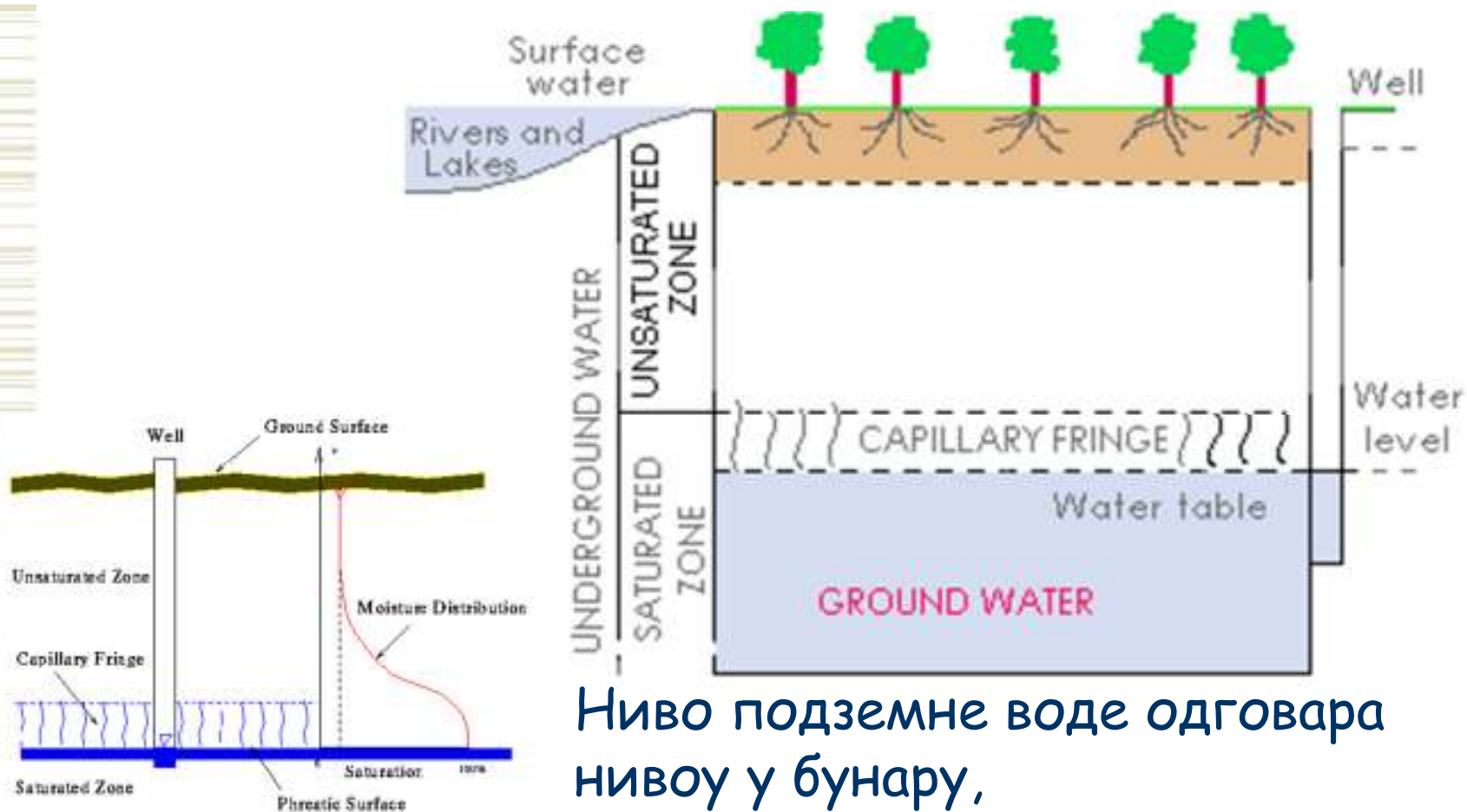
infiltration

инфилтрација

recharge

прихрањивање

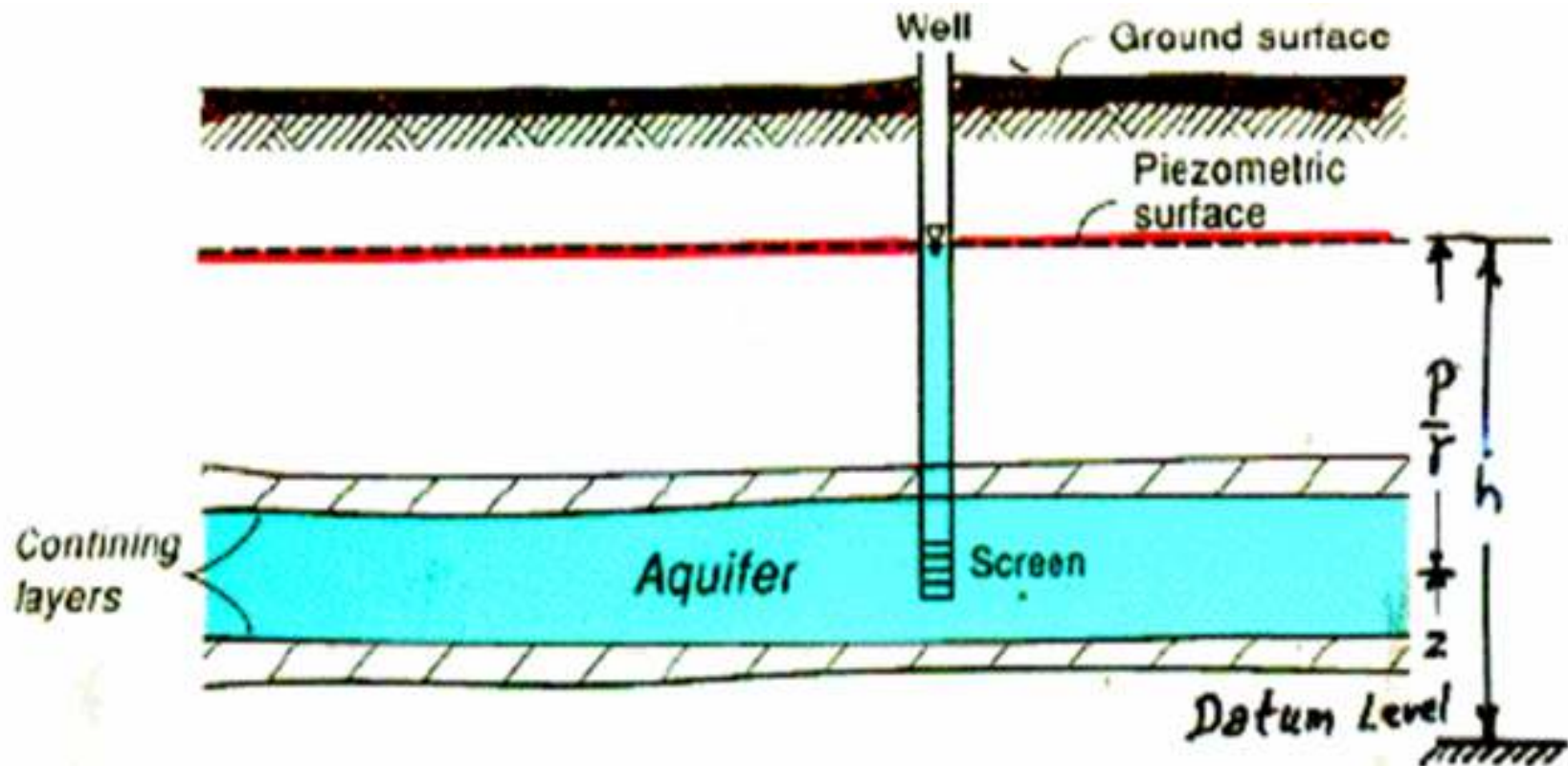
Профил влажности и подземне воде



Ниво подземне воде одговара нивоу у бунару,

Профил влажности нема дисконтинуитет на коти нивоа

Пижезометарска кота - или, како заједно приказати потенцијалну енергију услед положаја и притиска



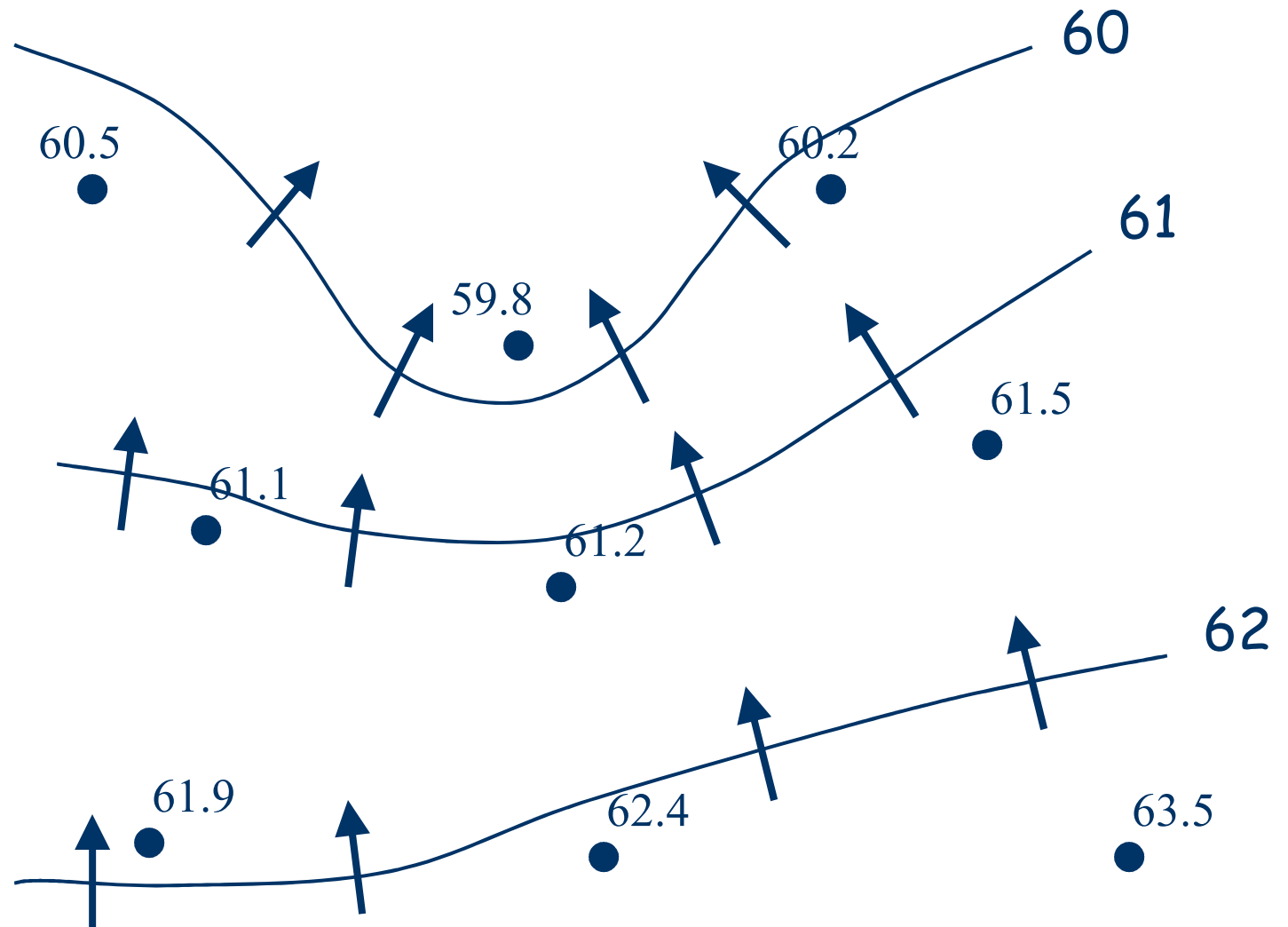
Најлакше, П- кота је ниво до кога би се ниво у бунару попео.

Мерењем до показатеља струјања ПОДЗЕМНИХ ВОДА

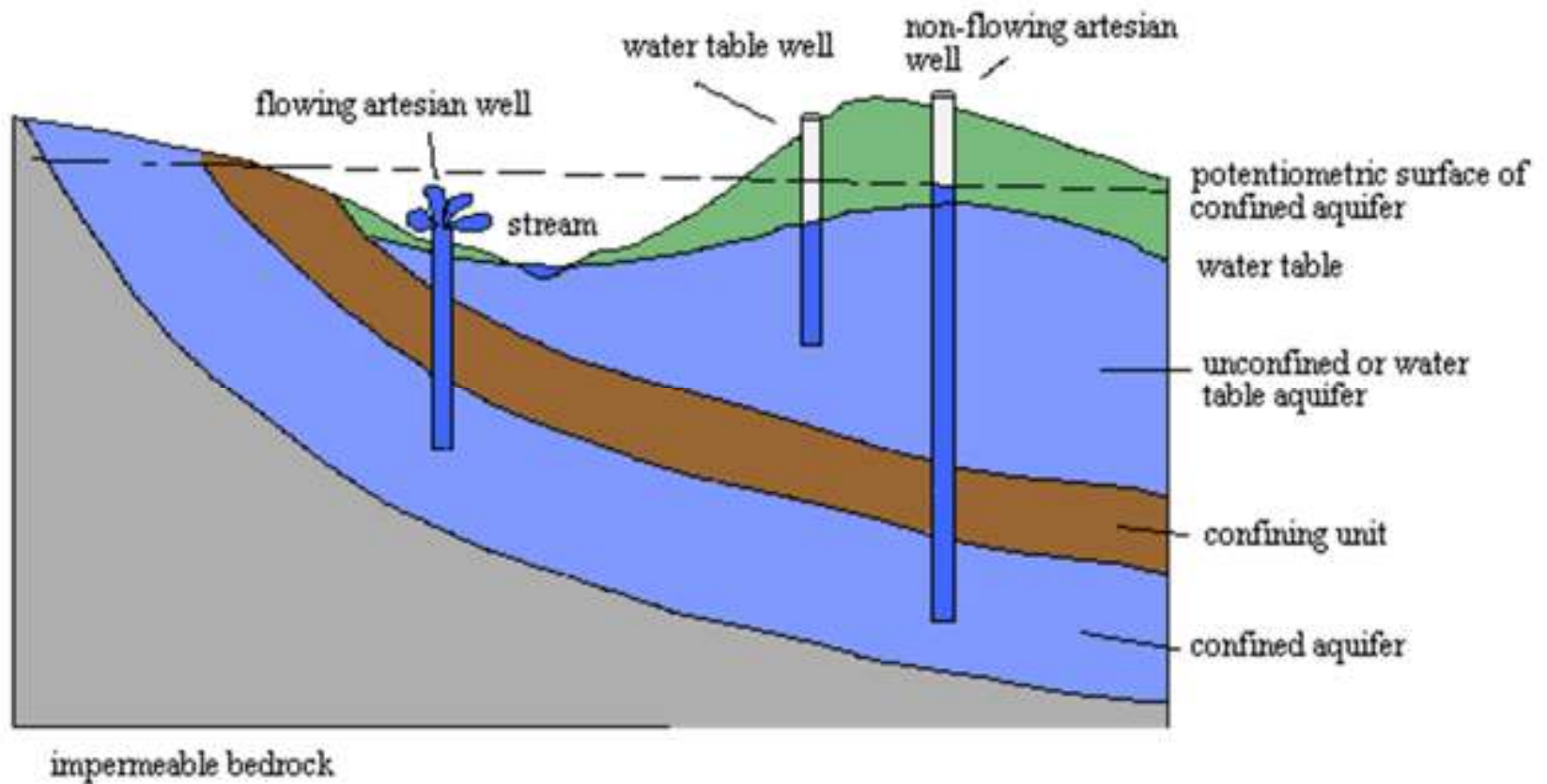


⇒ Ниво подземне воде,
⇒ коефицијент филтрације

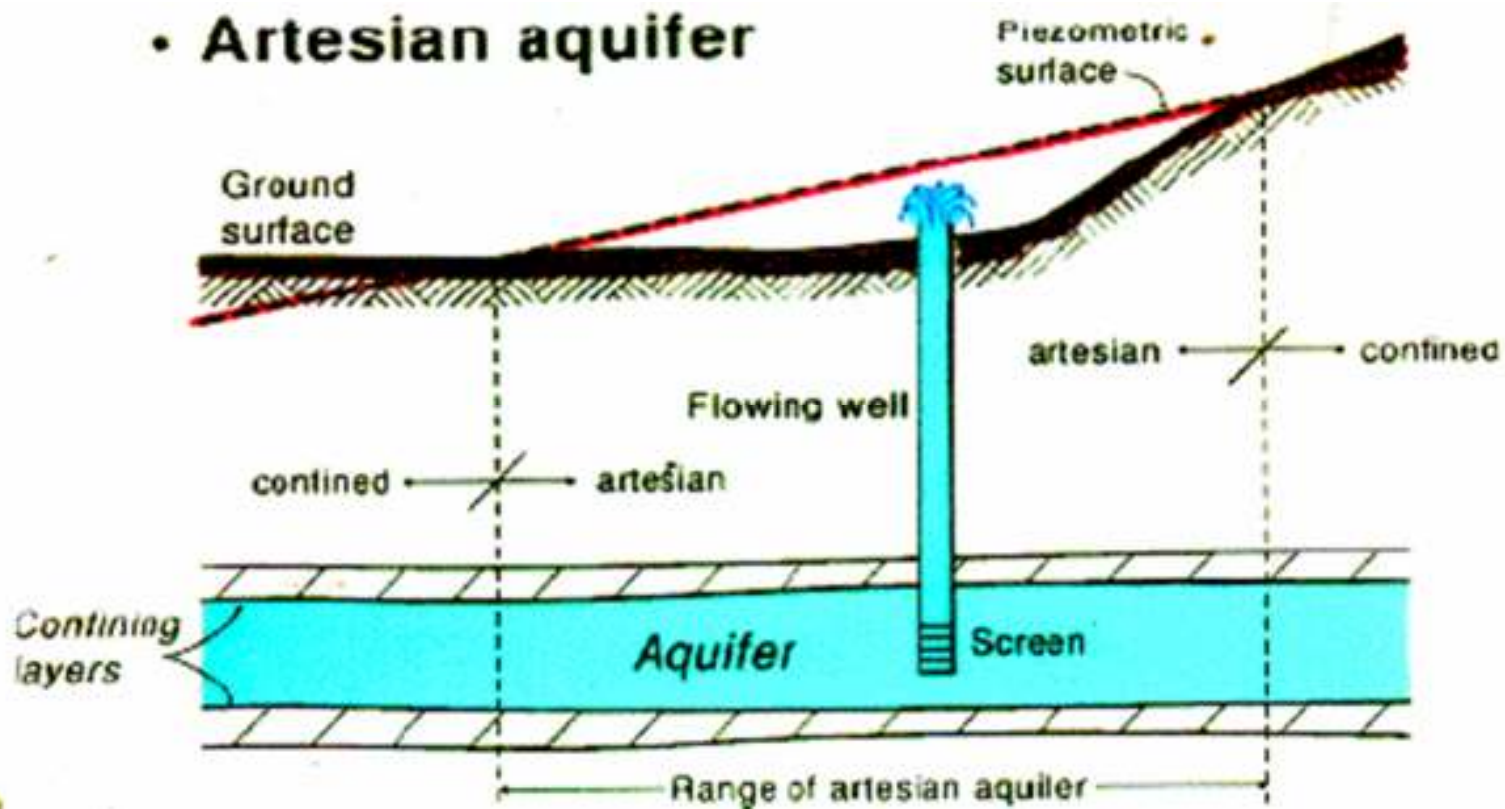
Смер тока подземних вода се може одредити на основу распореда пијезометарских нивоа



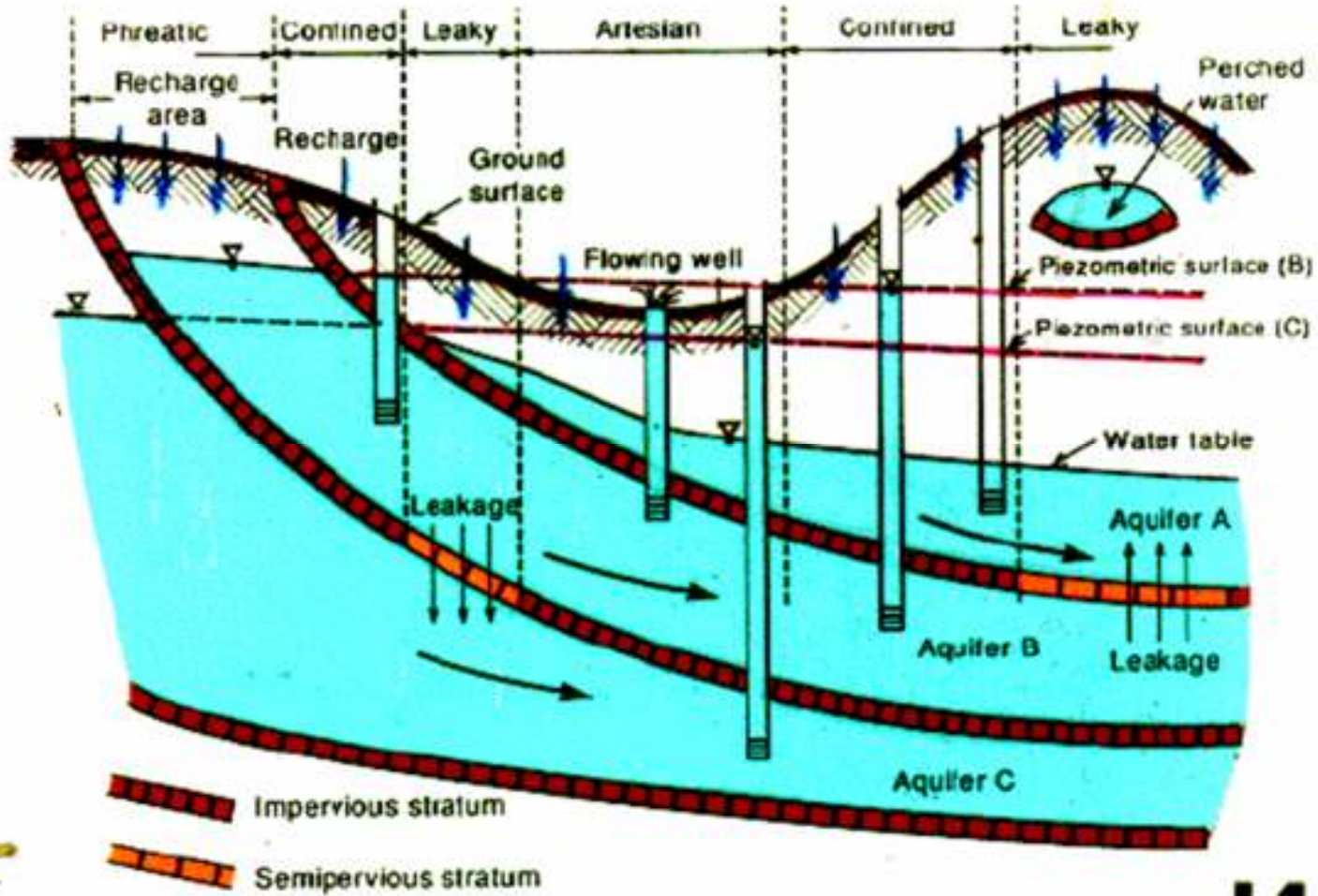
Издан под притиском и издан са слободном површином



Артешка издан и артешки бунар



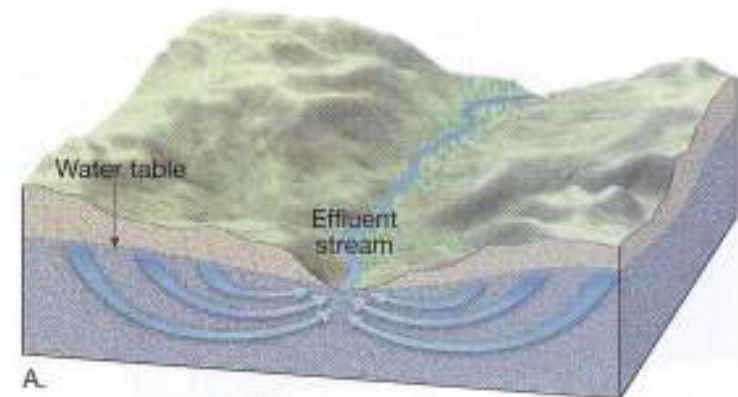
Стварни хидрогеолошки профил може да буде јако компликован



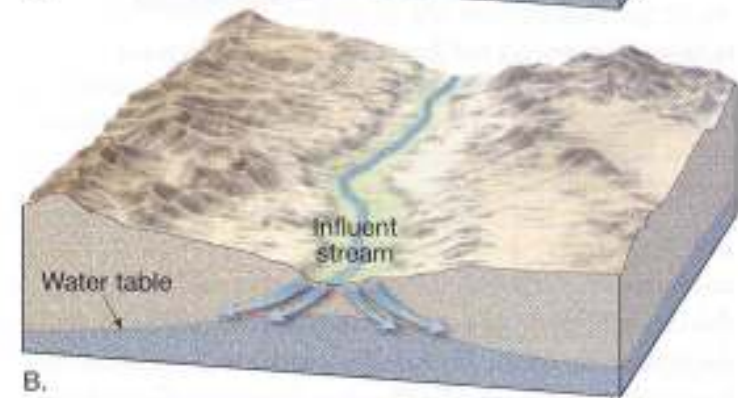
Веза подземних и површинских вода

◆ Ниво подземне воде и облик линије нивоа зависе од тога да ли површински ток дренира или прихрањује подземну воду.

◆ дренирање



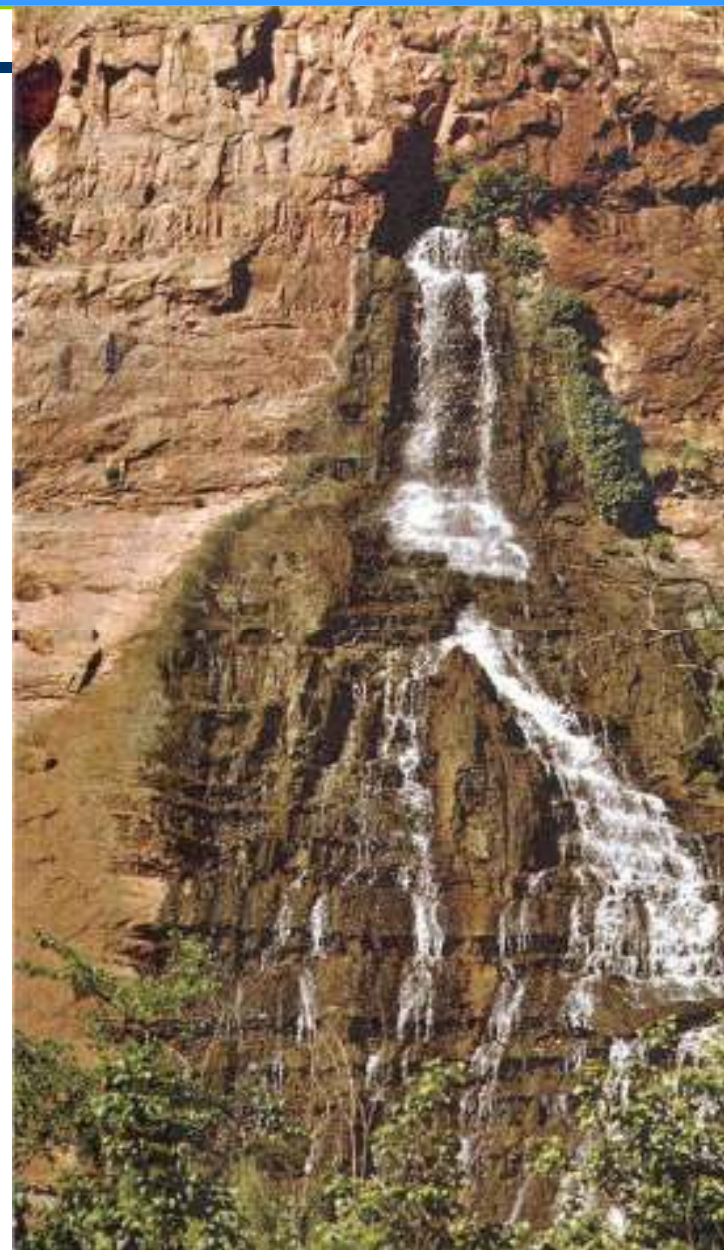
◆ Суви регион



Извор:

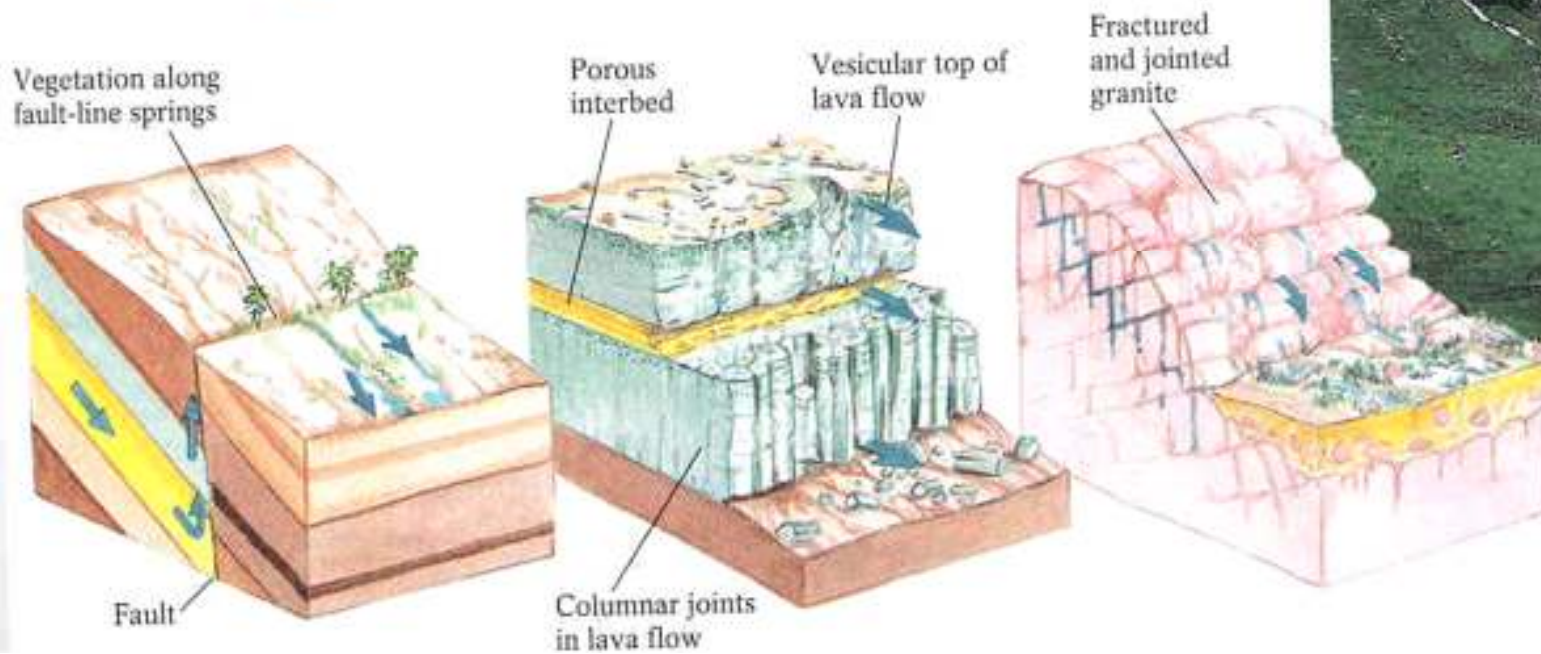
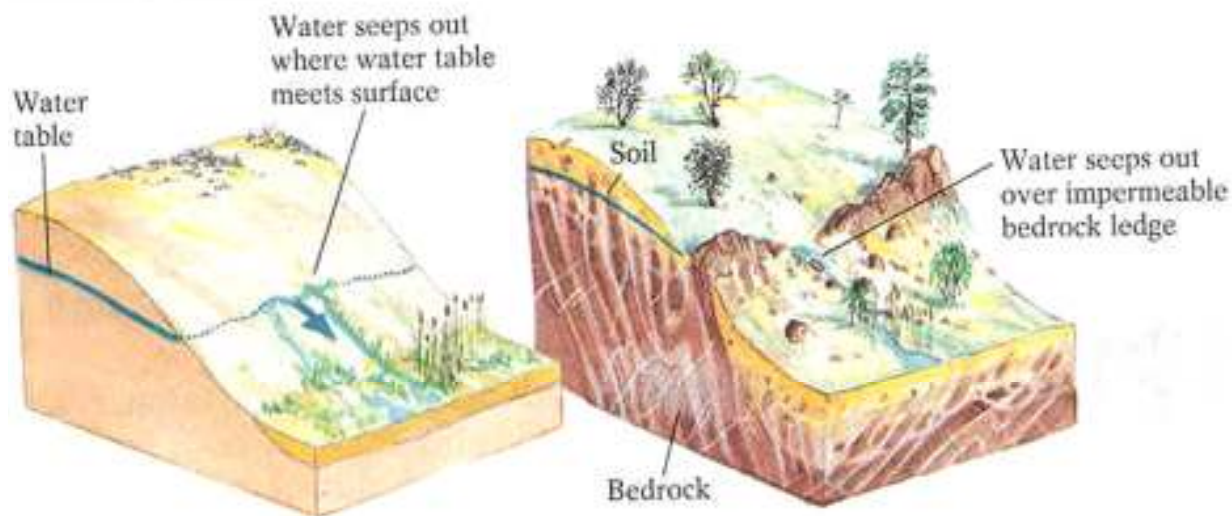
Излаз подземне воде на
површину,
На месту где ниво
подземне воде сече терен

Marble Canyon AZ

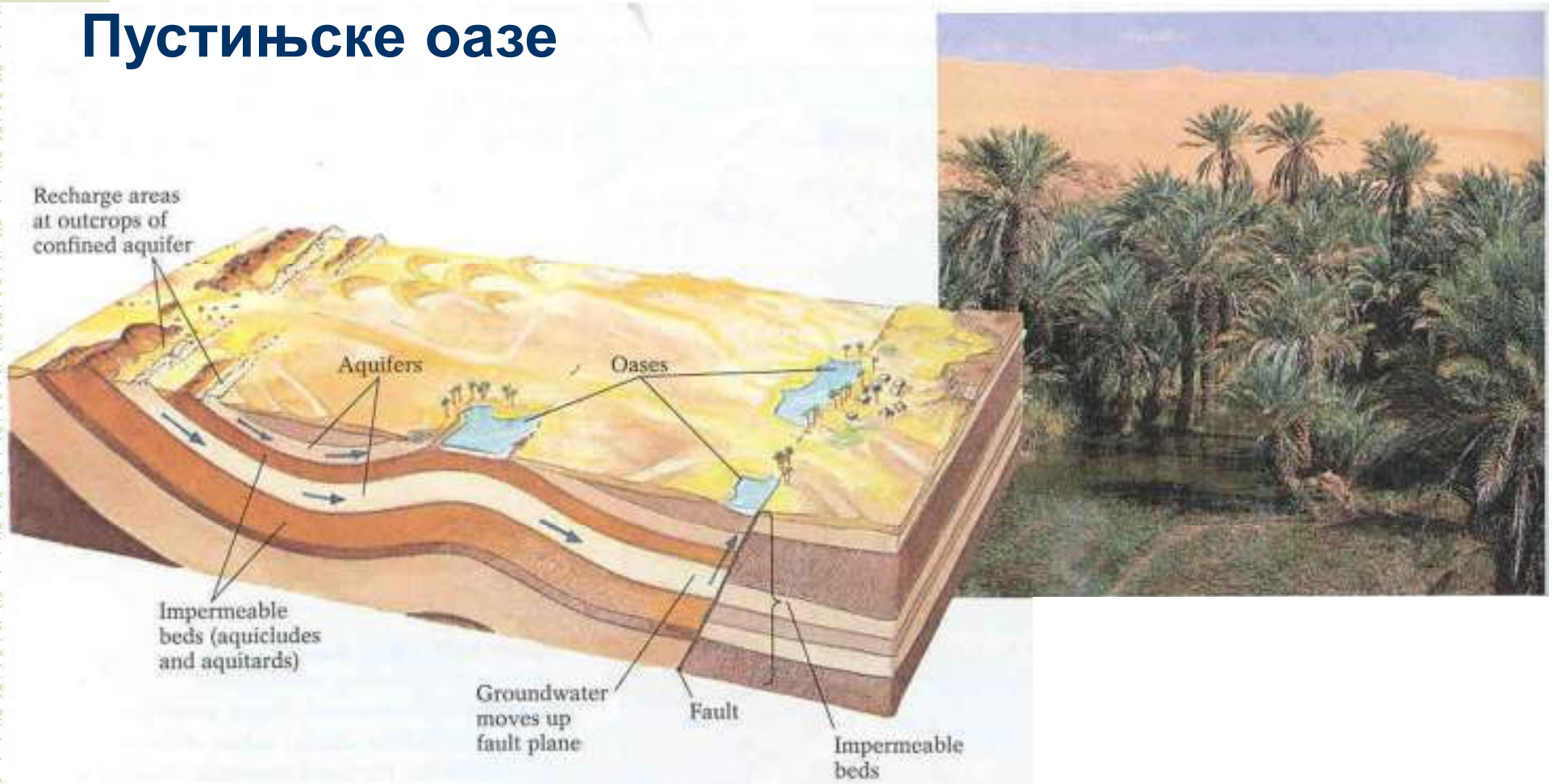


GROUNDWATER

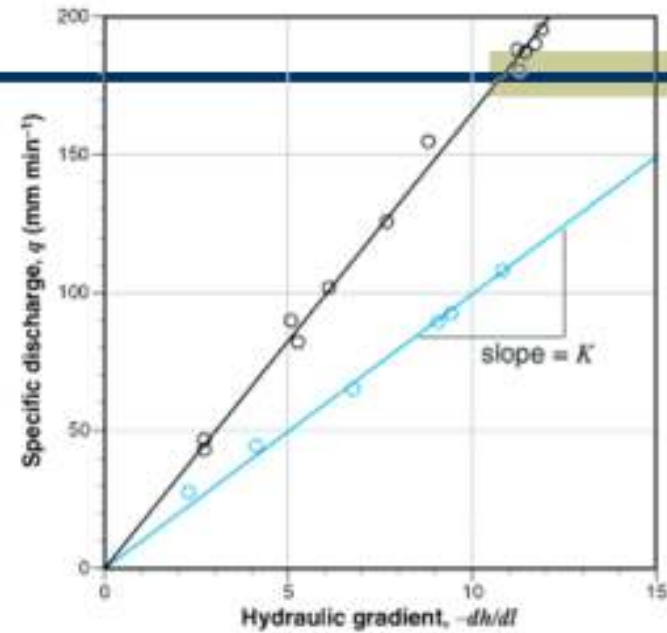
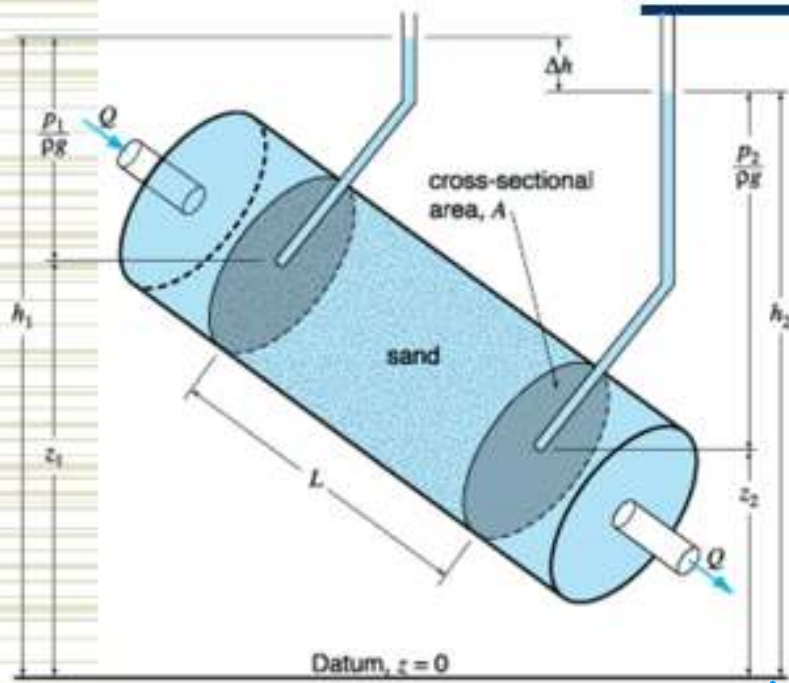
Извори



Пустињске оазе



Дарсијев (Darcy) експеримент



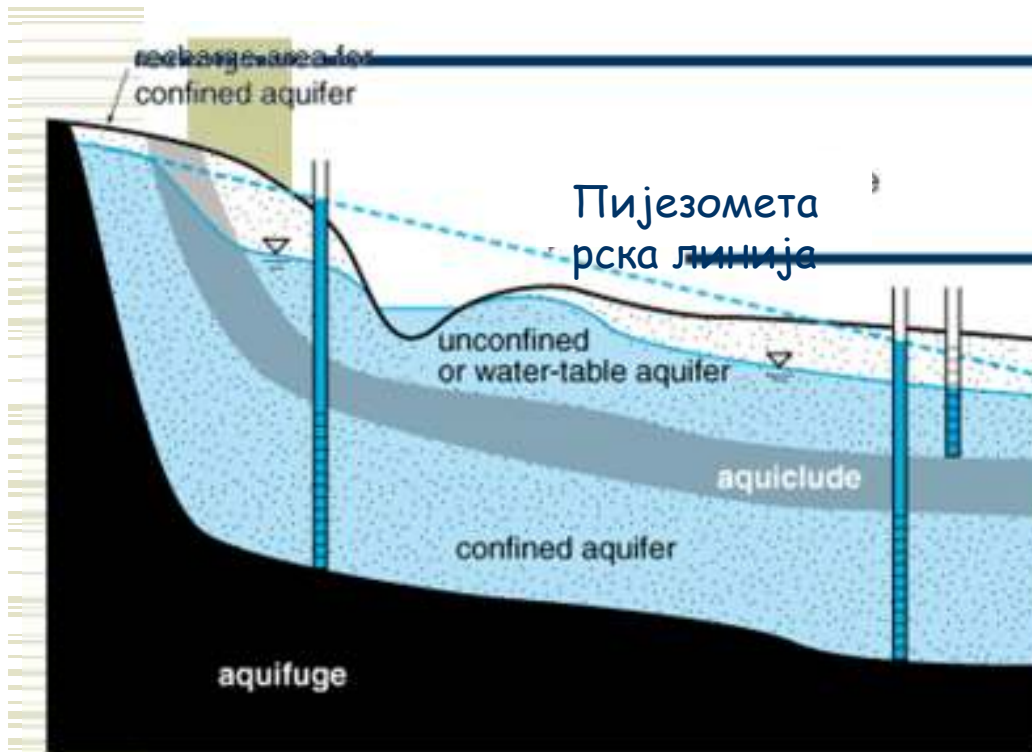
Коефицијент филтрације

Дарсијев закон:

$$q = \frac{Q}{A} = -K \frac{h_2 - h_1}{x_2 - x_1}$$

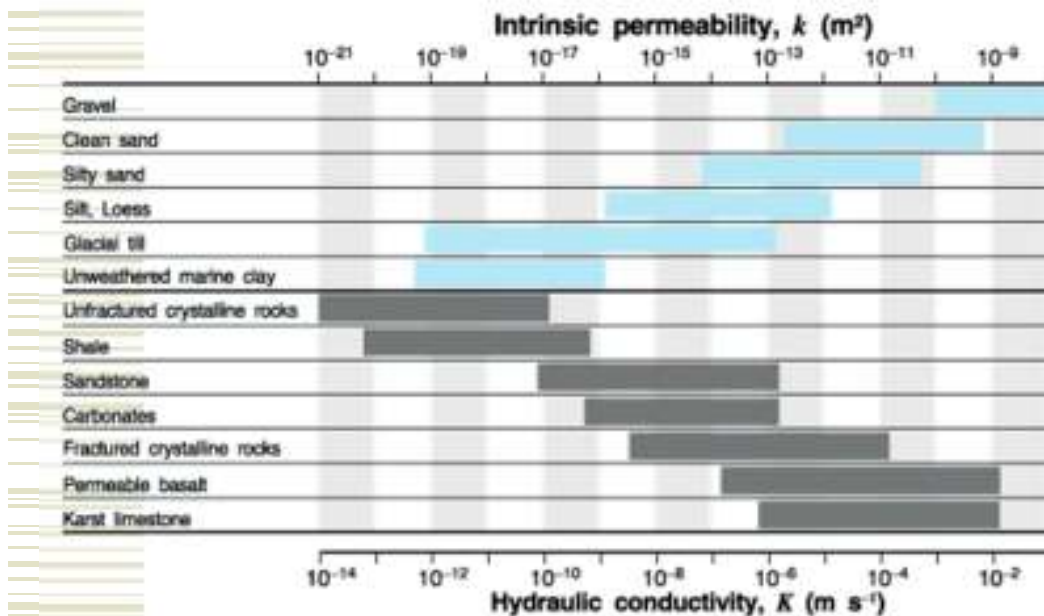
Пи - кота

$$h = z + \frac{p}{\rho g}$$



◆ Кретање подземне воде зависи од:

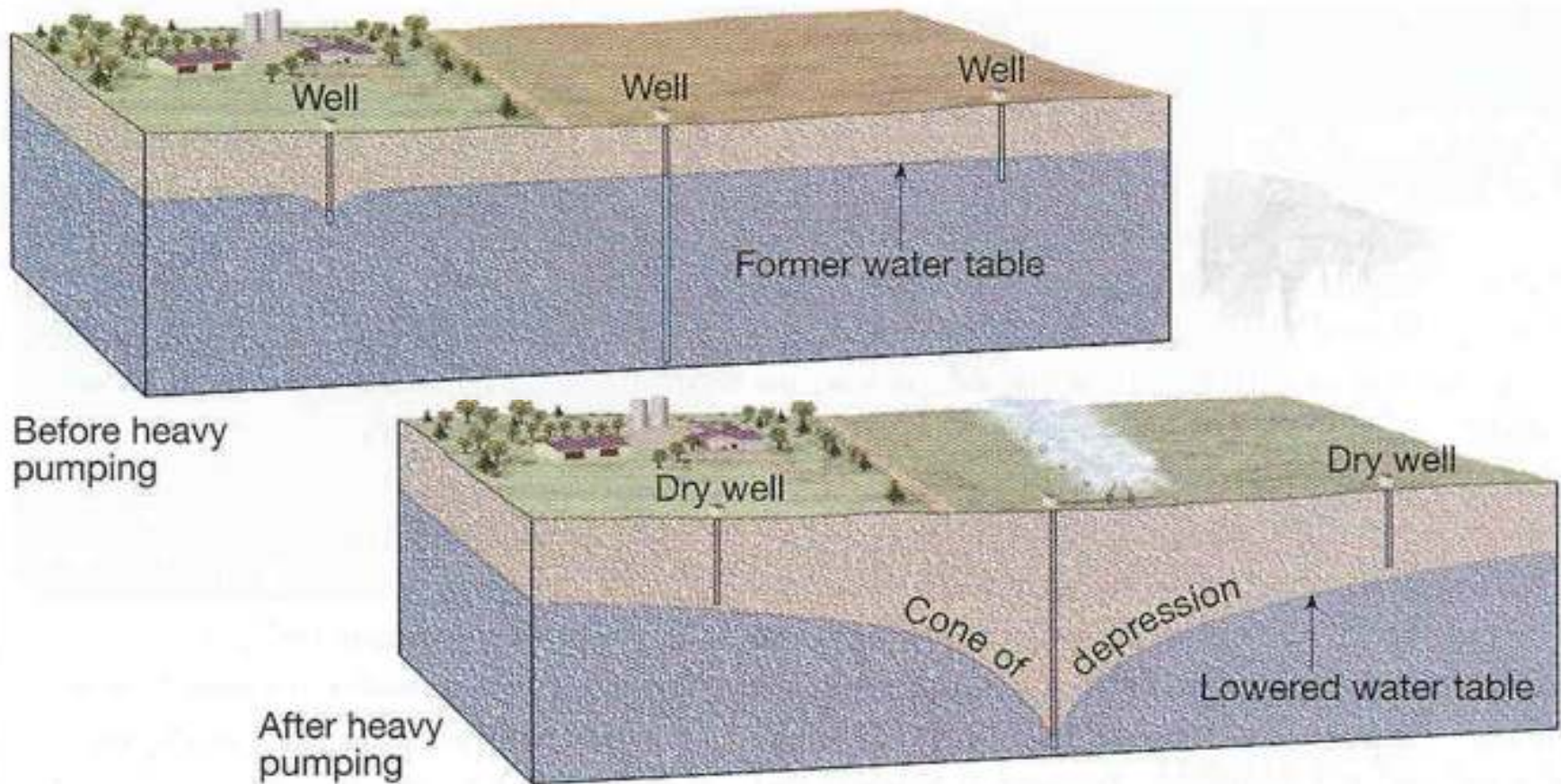
- Разлике нивоа воде (нагиб пијезометарске линије)
- Коефицијента филтрације (веза спец. протицаја и нагиба П линије)
- Коефицијент филтрације зависи од флуида (вискозности) и од порозности материјала
- Специфична пропусност



Бунари

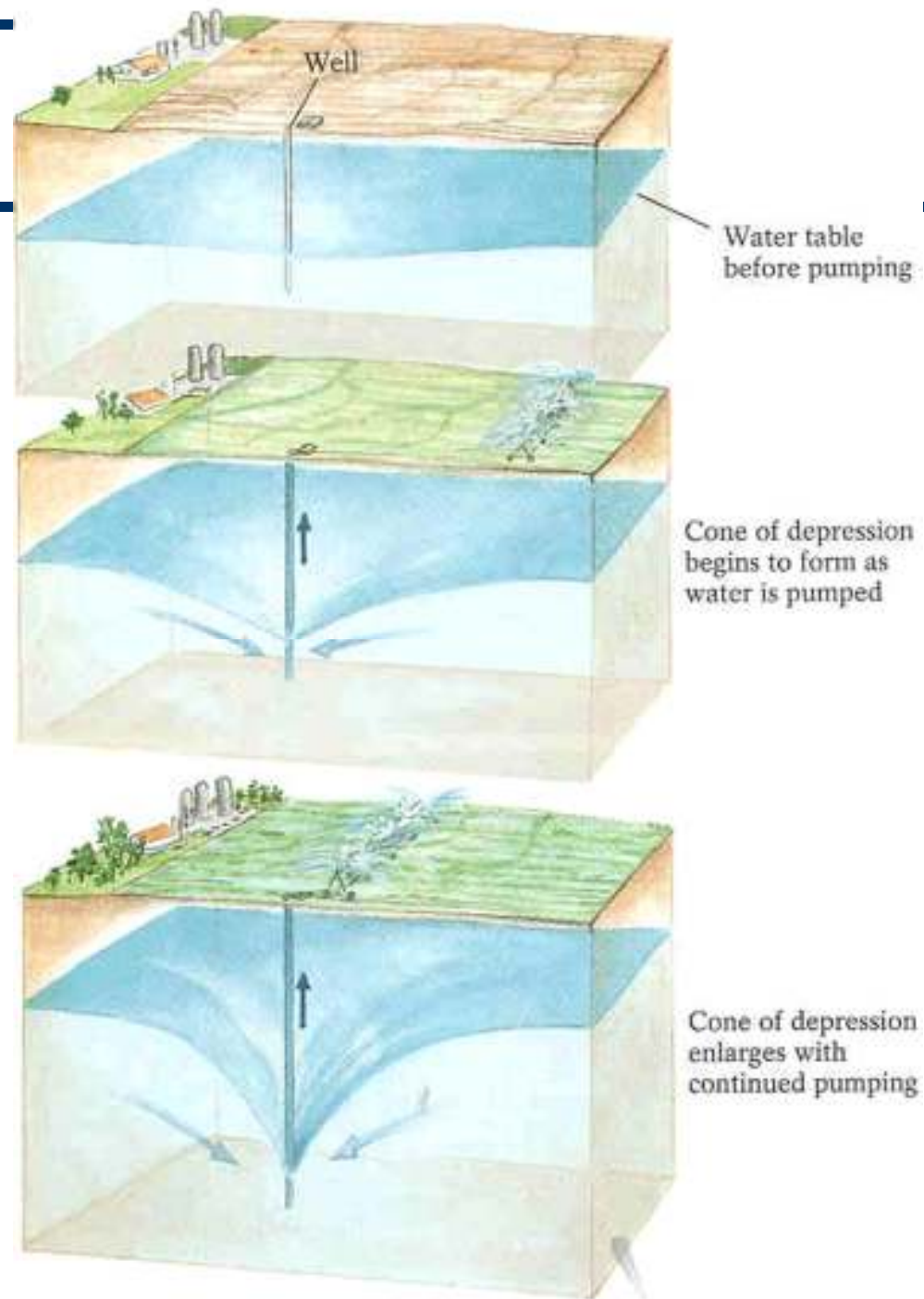
Бунар: Бушен или копан отвор који долази до засићеног слоја

Депресија, изазвана црпљењем воде из бунара

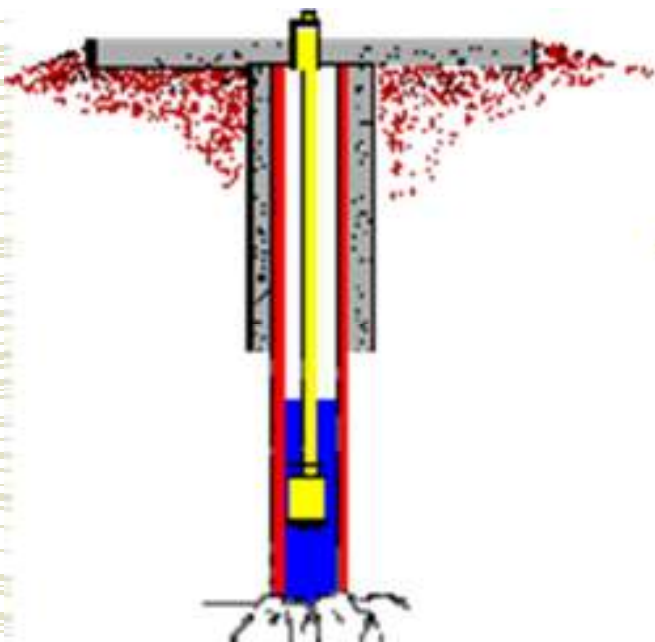


Подземна вода

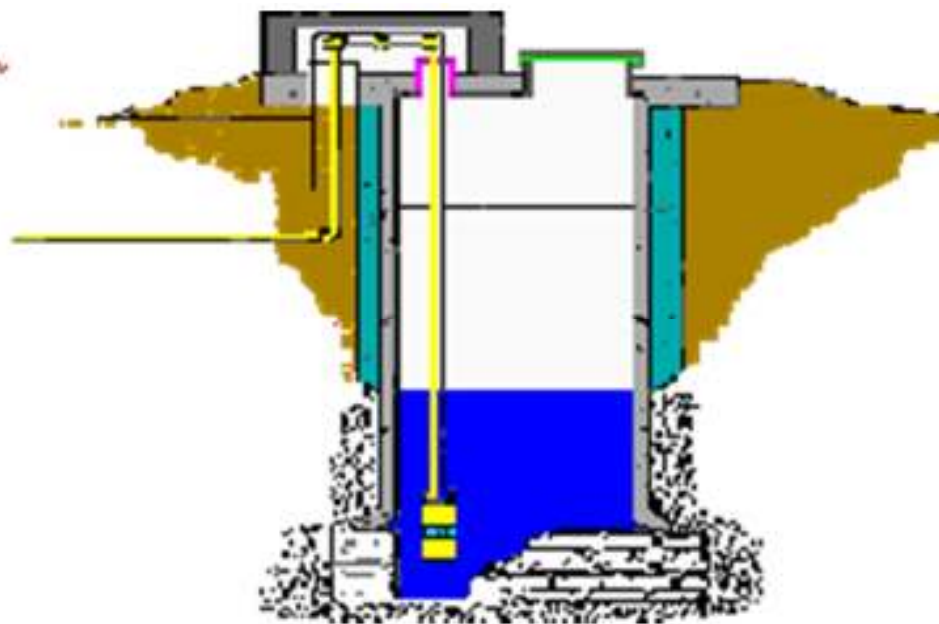
Бунари



Захватање подземне воде Бунари



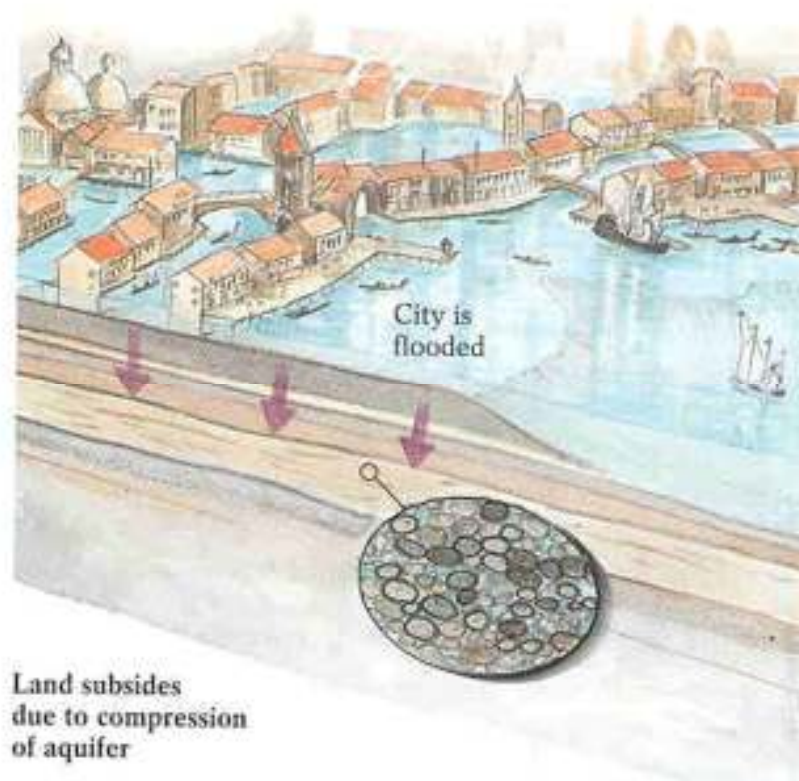
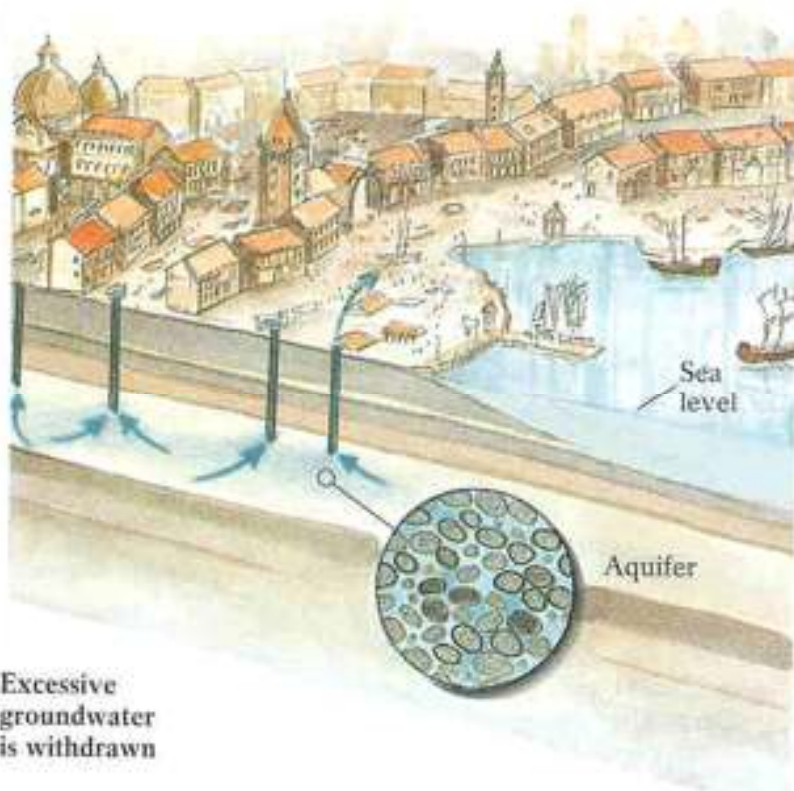
Bušeni



Koprani

Слегање земљишта услед црпљења

- Слегање (црпљење брже од прихрањивања)



Слегање земљишта услед црпљења

Слегање земљишта

- ◆ Механика тла
- ◆ Хидраулика
- ◆ The removal of water allows the aquifer sediments to compact.
- ◆ Once compacted, the overlying unsaturated zone sediments will also drop in elevation.

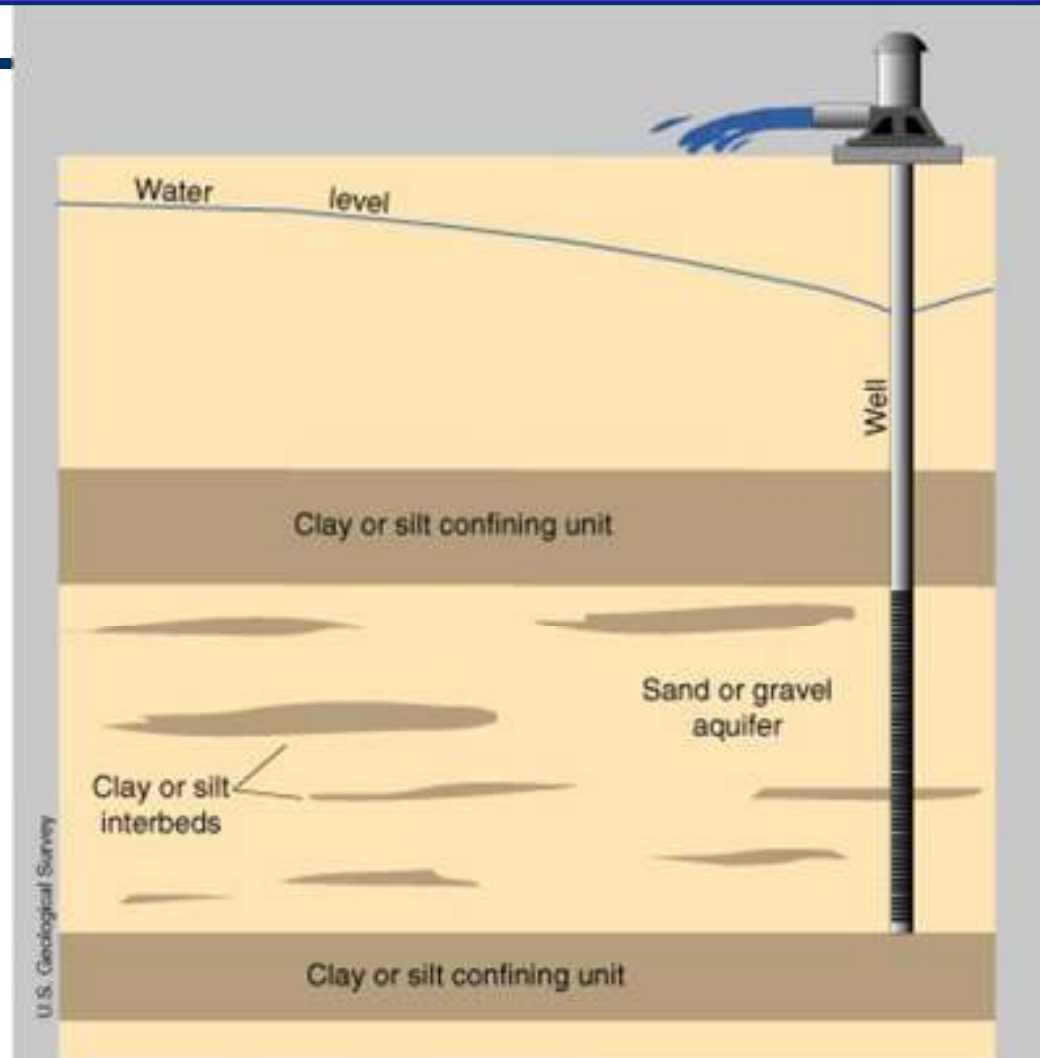


Figure 2. An aquifer system susceptible to compaction that results in land subsidence. Release of water from clay and silt confining units and interbeds causes a reduction in thickness of these compressible sediments.

Слегање земљишта услед црпљења



Извори загађења подзених вода

- Индустија (отпадне воде, депоније)
- Пољопривреда (вештачка ђубрива: азот, амонијак, сулфати, хлориди...; пестициди: арсен, бакар, флуор, бакар, цинк...)
- Отпадне воде (комуналне, кишне)
- Екссесна загађења (уз путеве и железничку пругу)
- Депоније чврстог отпада

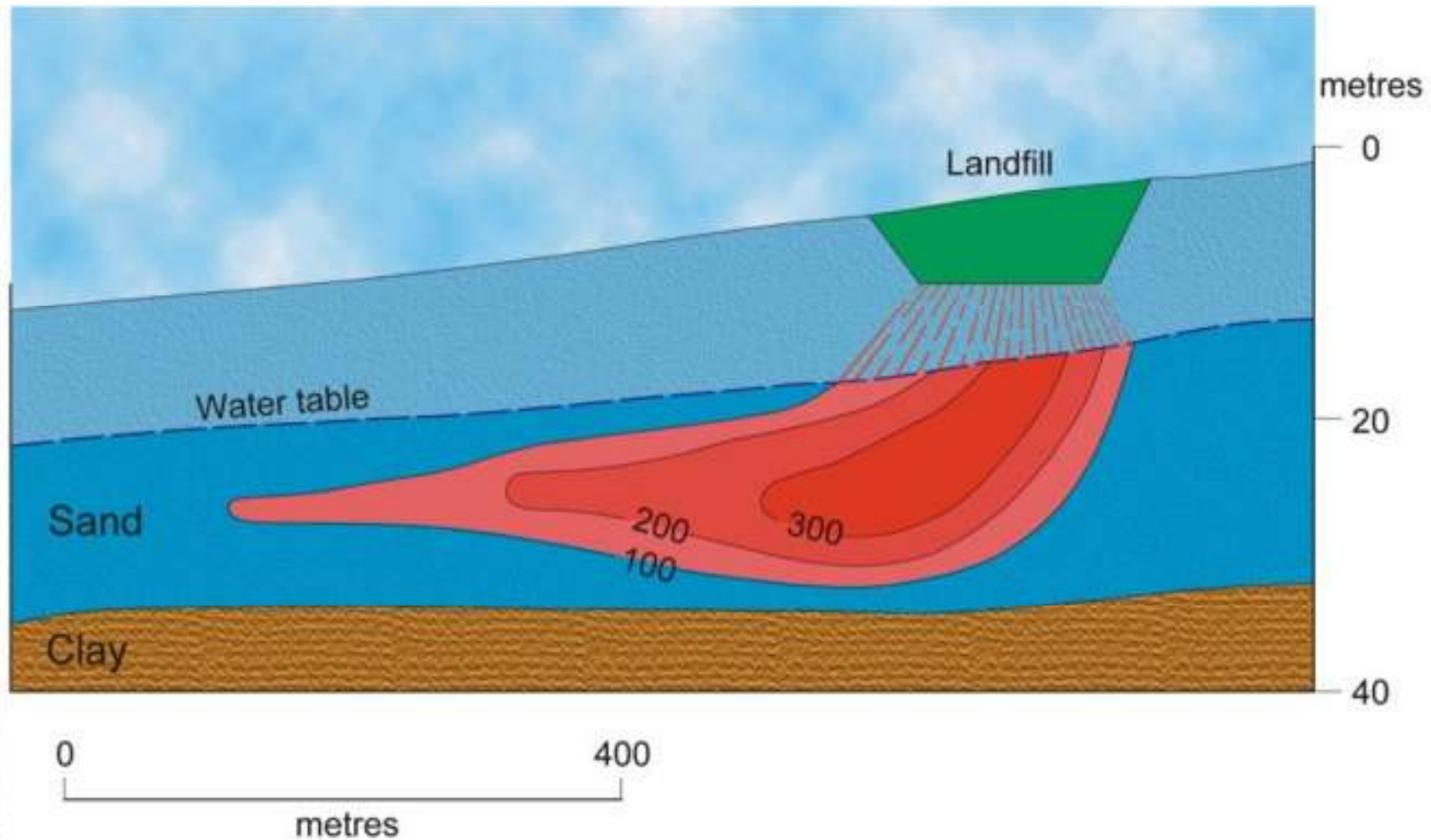
Извори загађења подзених вода

- Пољопривреда и неодговарајуће одлагање отпада)

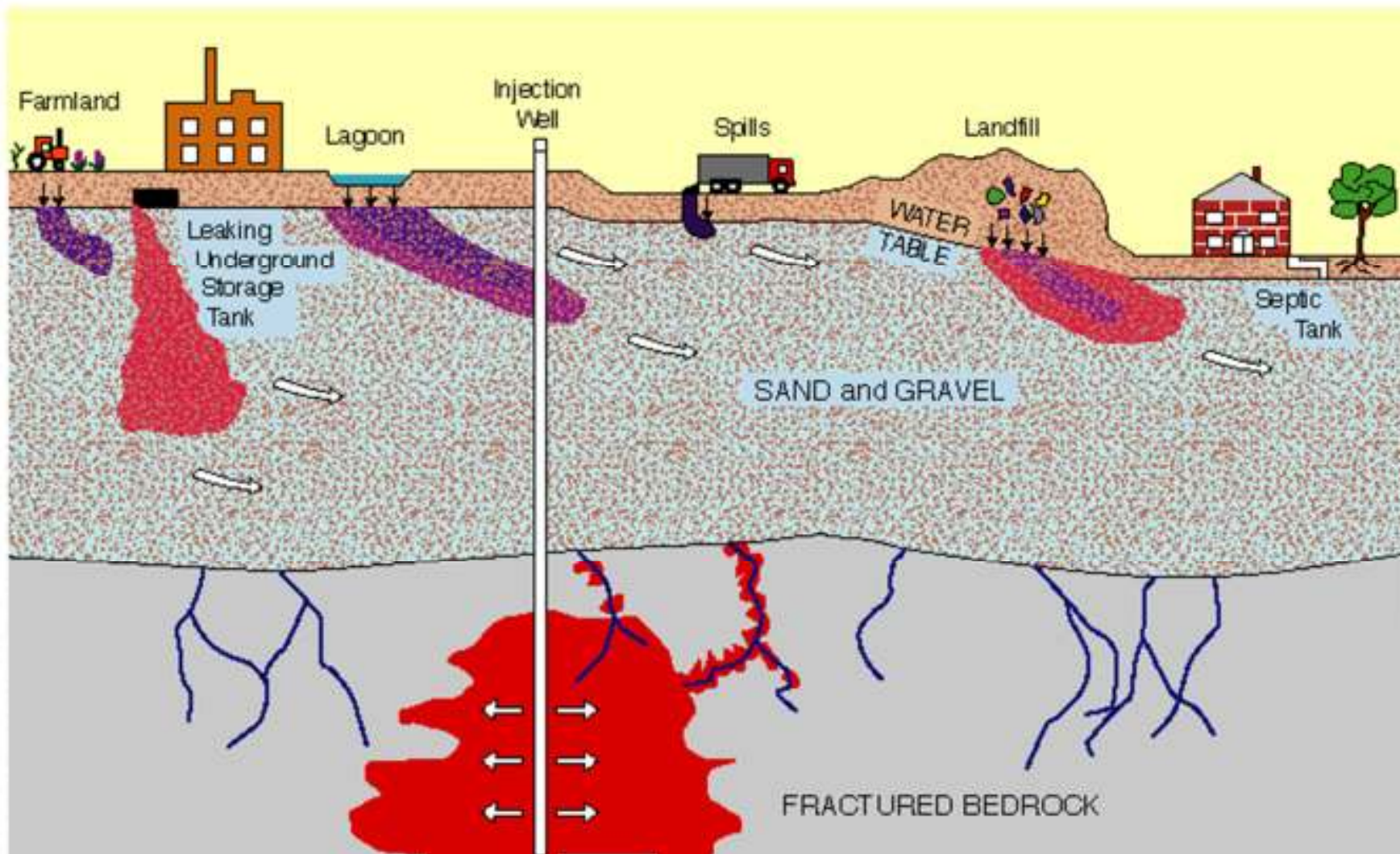


Када загађење дође до подземне воде, оно зна пут – иде где и вода

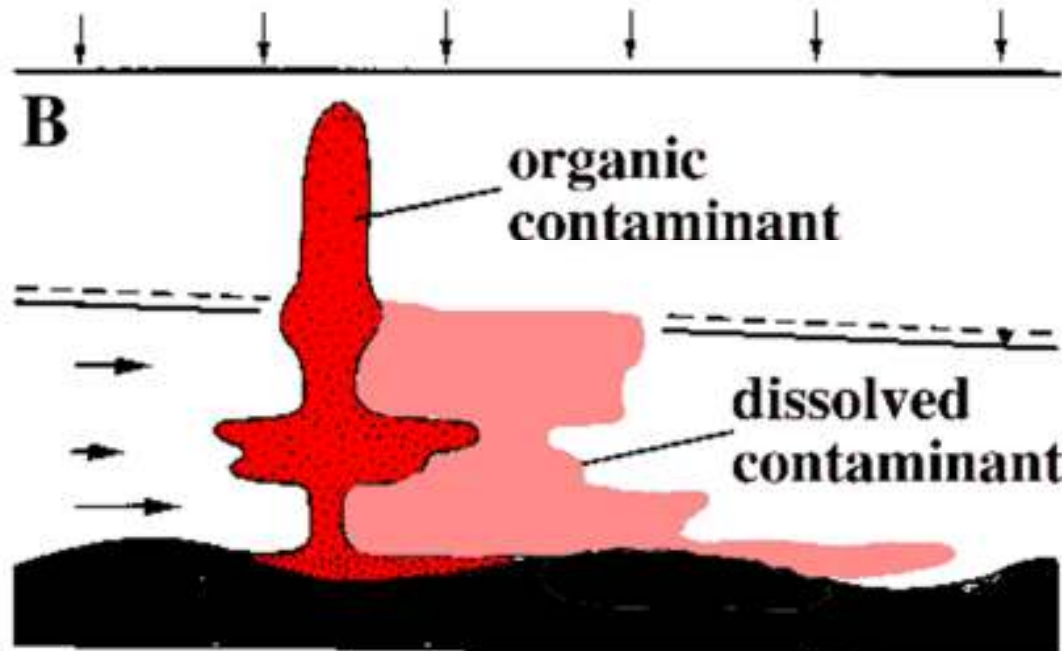
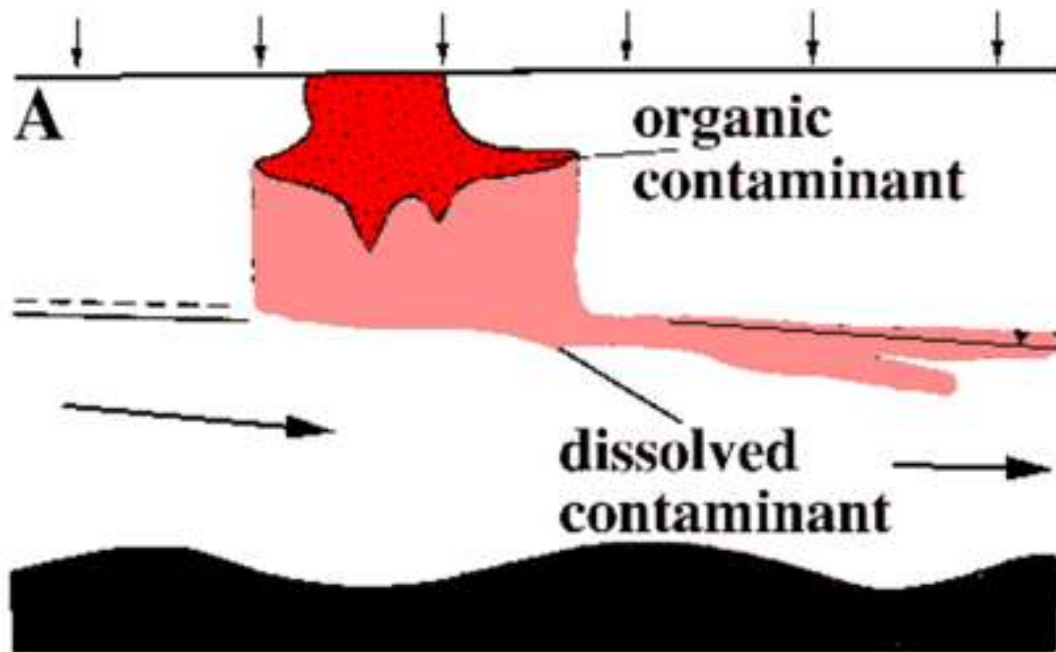
Депонија (landfill) која нема заштитни слој (глина и фолија)



Антропогени извори загађења подземних ВОДА



Густина
мања од
густине
воде
(LNAPL)



Густина
већа од
густине
воде
(DNAPL)

Неке најпознатије загађујуће материје

A18 www.caller.com

Corpus Christi Caller Times

Sunday, June 3, 2001

Napoleon's hair had arsenic content

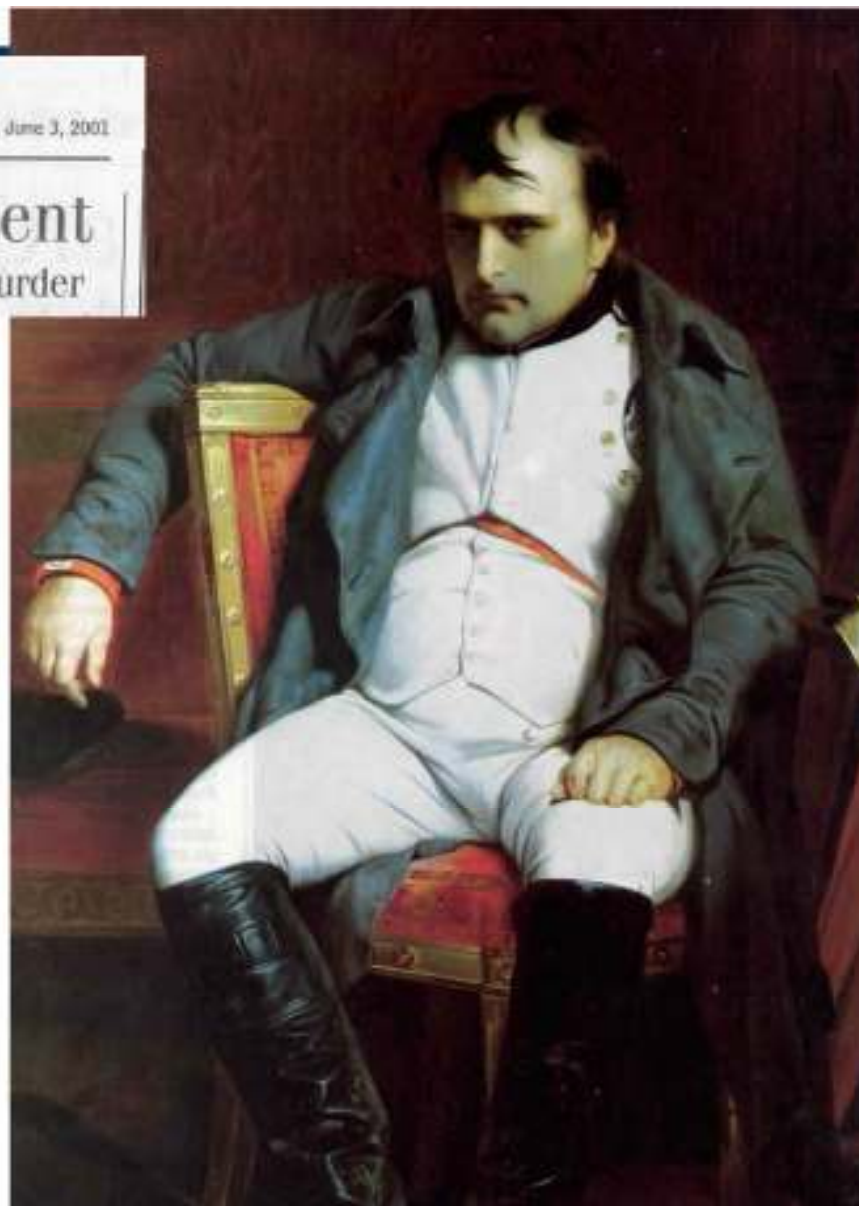
Researchers claim emperor was killed by slow, planned murder

Наполеонова коса и старе чипке (А. Кристи)...

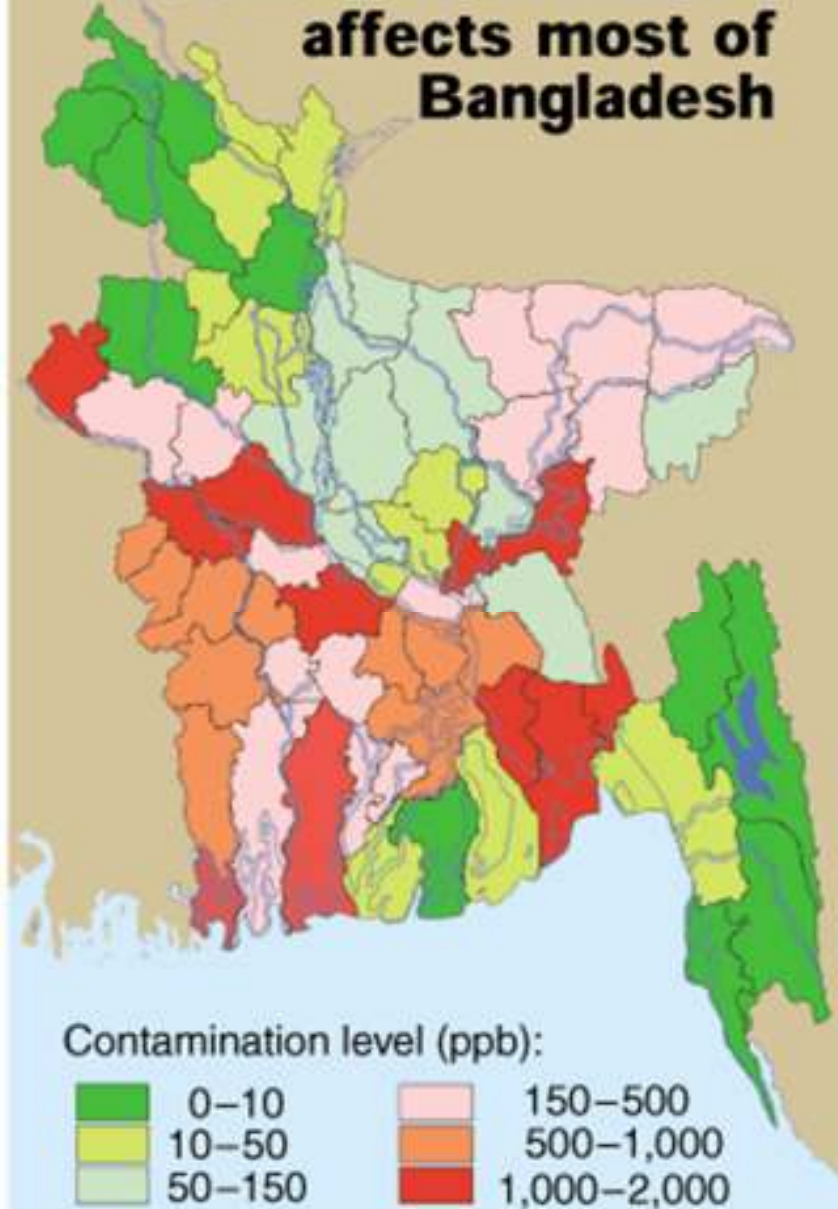
"Nivo arsena u Napoleonovoj kosi je bio visi 10-40 puta od normalnog. Trovanje amounts and is an unmistakable sign of poisoning"

Pascal Kintz,

Strasbourg Forensic Institute



Arsenic contamination affects most of Bangladesh



Source: Dainichi Consultant, Japan

Тешки метали
(arsen, kadmium, hrom)

As



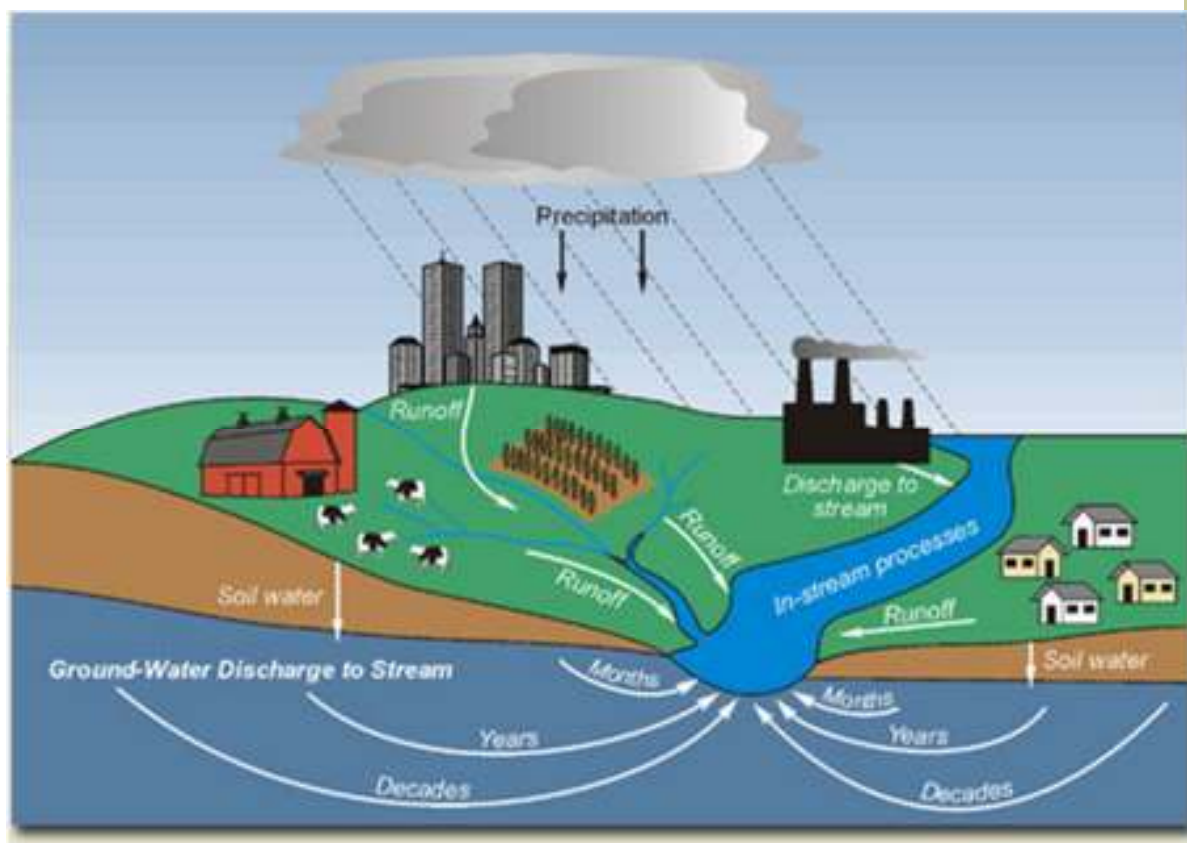
Kako zaštititi izvorišta od zagađenja ?

Na osnovu Zakona o vodama R. Srbije, ustanovljene su tri zone zaštite izvorišta podzemnih voda:

- Šira zona zaštite obuhvata širu zonu područja na kojima se nalaze izvorišta i obuhvata teritoriju koja služi za napajanje izvorišta. U ovoj zoni neophodno je vršiti kontinualno osmatranje kvaliteta vode.
- Užu zonu zaštite čini površina pod sanitarnim nadzorom i ona mora biti tolika da obezbedi zaštitu podzemnih voda od mikrobiološkog, hemijskog, radiološkog i drugih vrsta zagađenja.
- Zona neposredne zaštite obuhvata same objekte na izvorištu podzemne vode. Zabranjuje se neovlašćeno prisustvo, što se obezbeđuje odgovarajućom ogradom, stražom, alarmom, itd.

Шта треба знати

Хидрогеологија
Хидраулика подземних вода



Загађење

Било шта што својим присуством
ограничава употребу воде

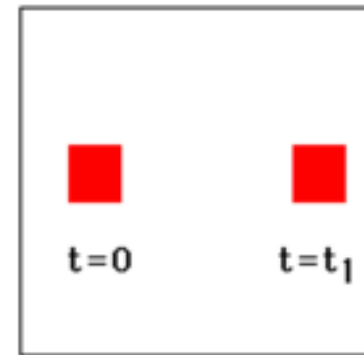
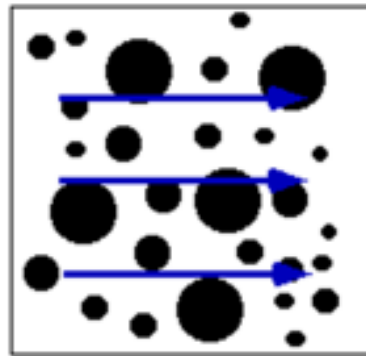
Процеси који утичу на распрострањање загађујуће материје у подземној води

- адвекција
- хидродинамичка дисперзија
- сорпција
- хемијске реакције
- биохемијски процеси
- радиоактивно распадање
-
-

Транспорт материје у подземној води

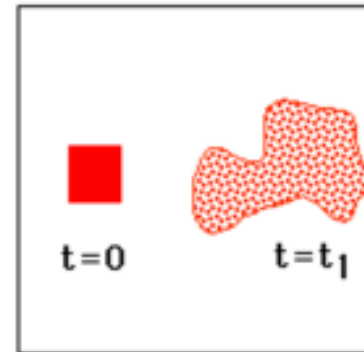
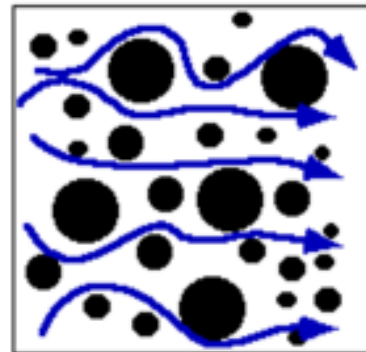
Advective transport of a solute:

адвекција

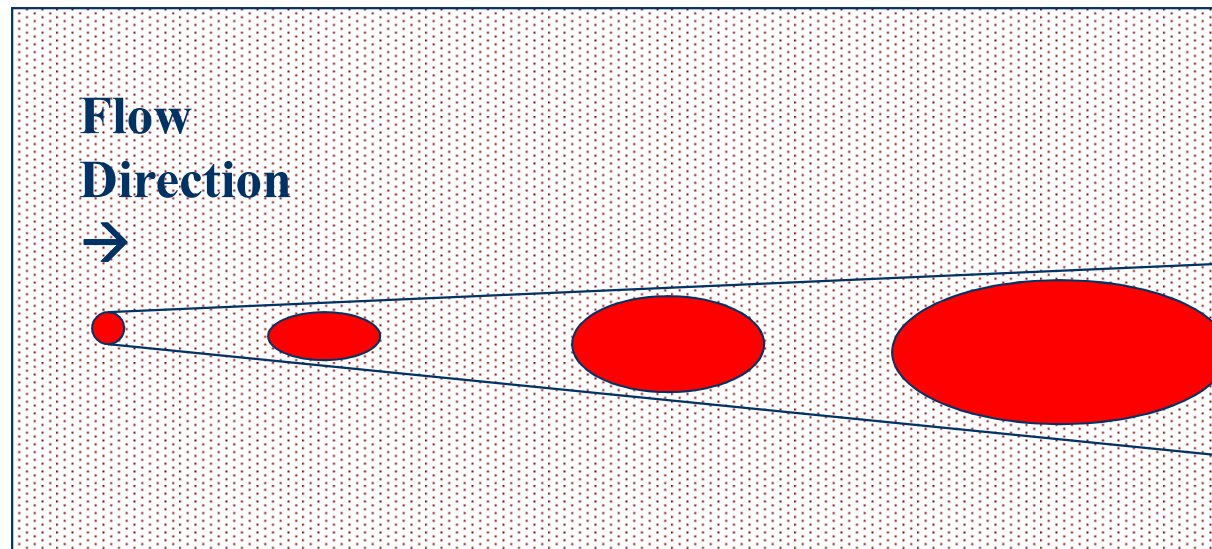


Actual transport of a solute:

реалност



Хидродинамичка дисперзија = механичка дисперзија + молекуларна дифузија



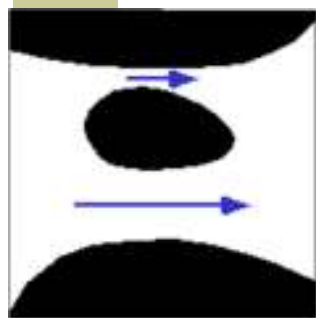
Подужна – у правцу струјања



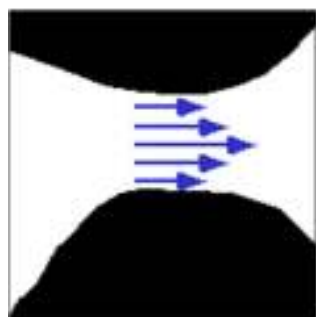
Попречна – управна на правац струјања



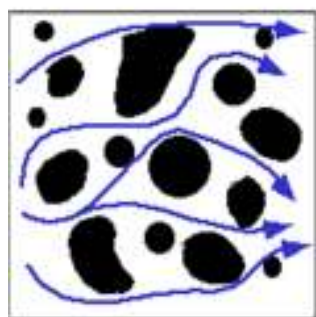
Диспрезија -



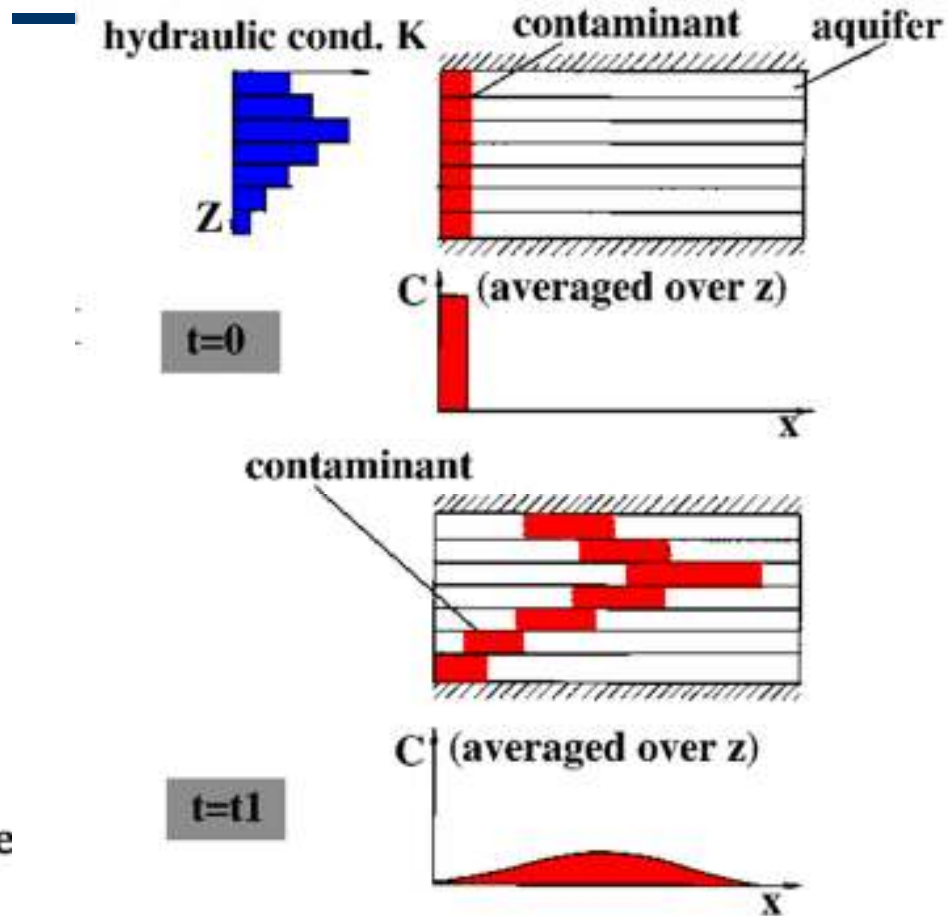
different pore sizes



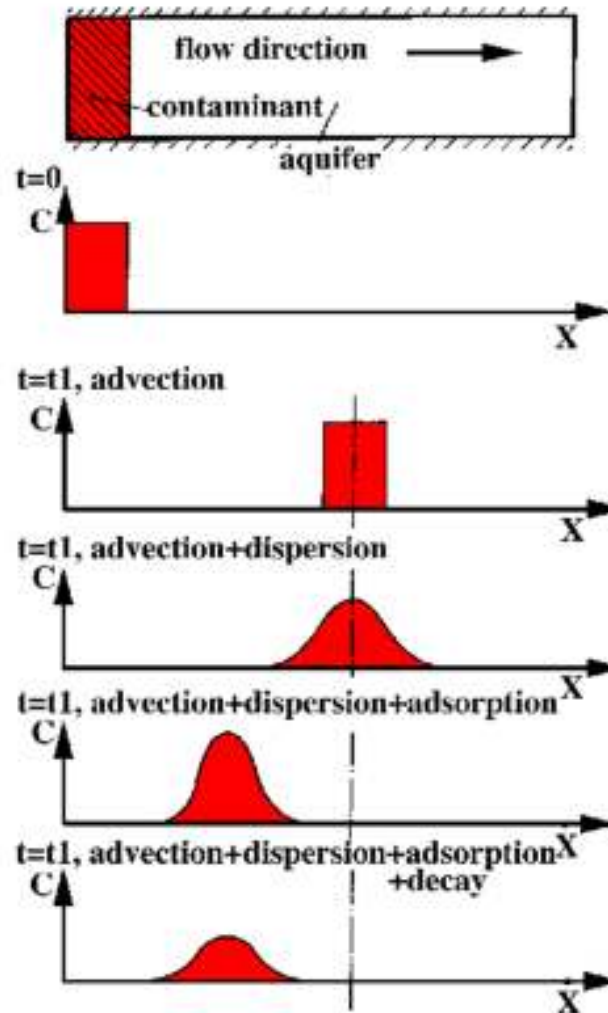
different velocities in a pore



different pathways around the grains



Транспорт материје (загађења) подземном ВОДОМ



Само конвекција

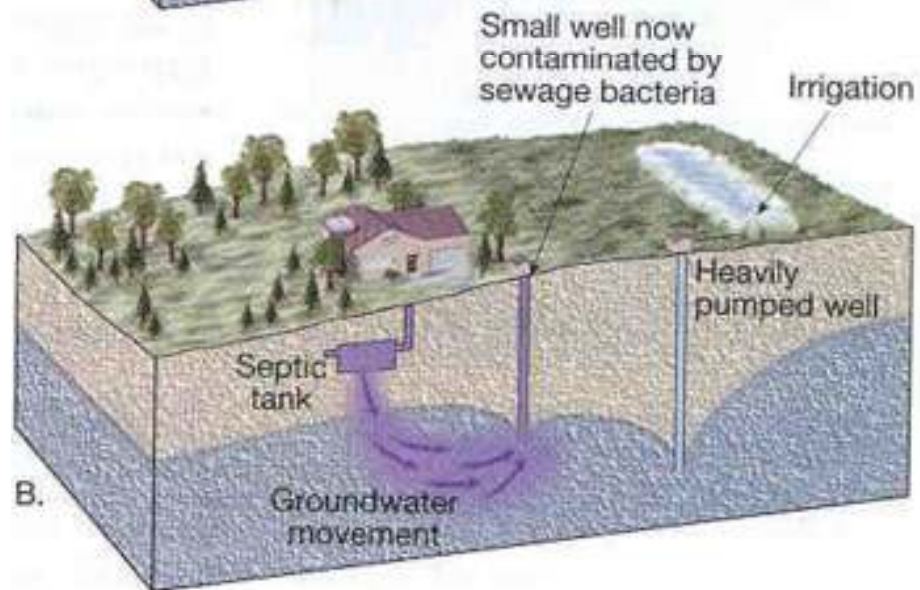
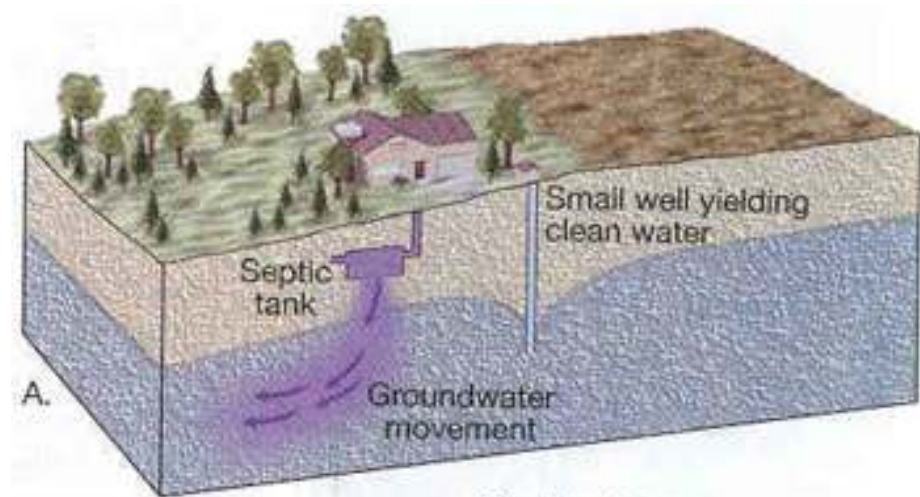
Конвекција и дисперзија

Конвекција, дисперзија и адсорпција

Конвекција, дисперзија, адсорпција и распадање

Загађење зависи и од начина експлоатације

- Црпљење не мења битно струјну слику

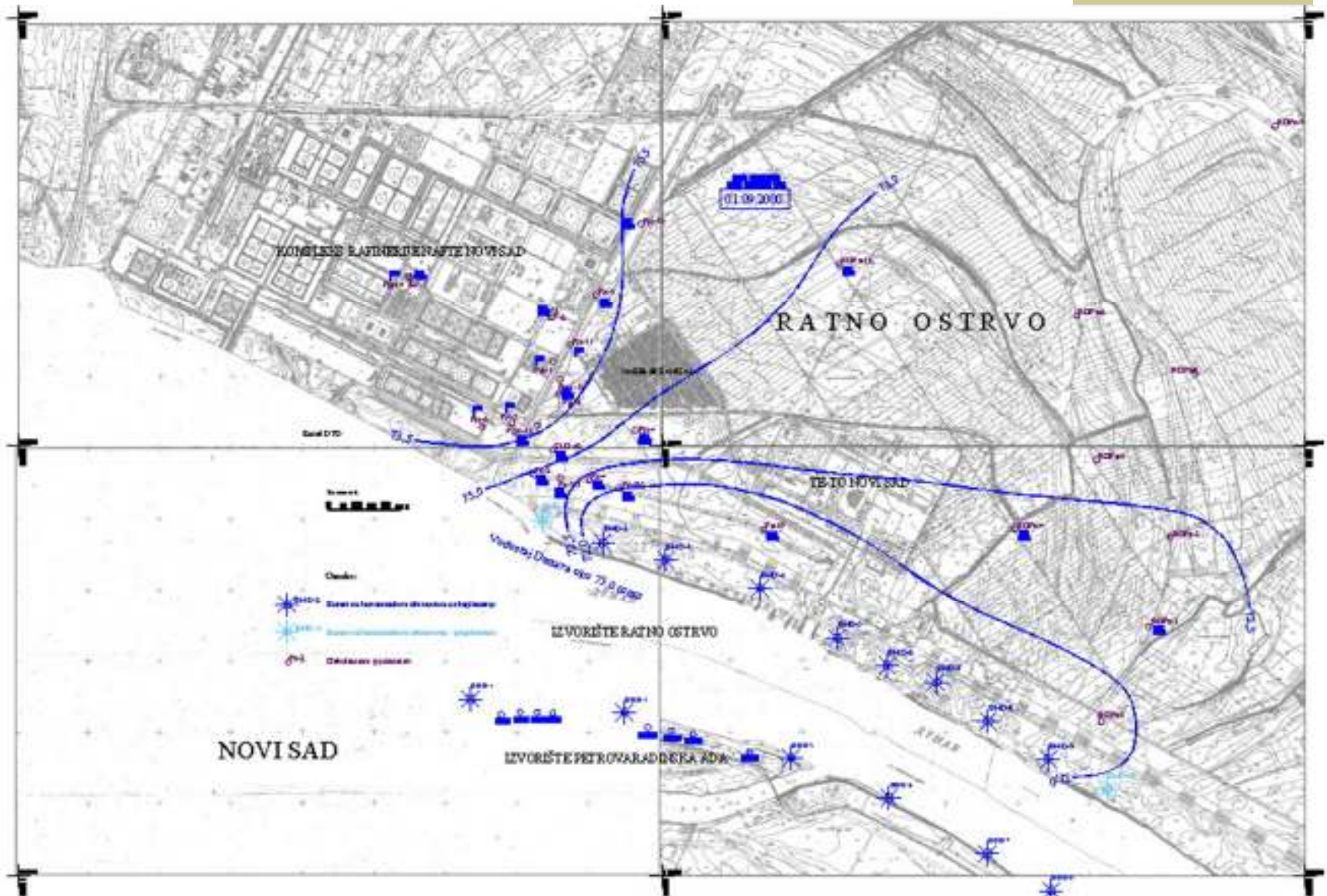


Црпљење
мења
струјну
слику

PRIMER 1: Izvorište Ratno Ostrvo - Novi Sad



PRIMER 1: Izvorište Ratno Ostrvo - Novi Sad



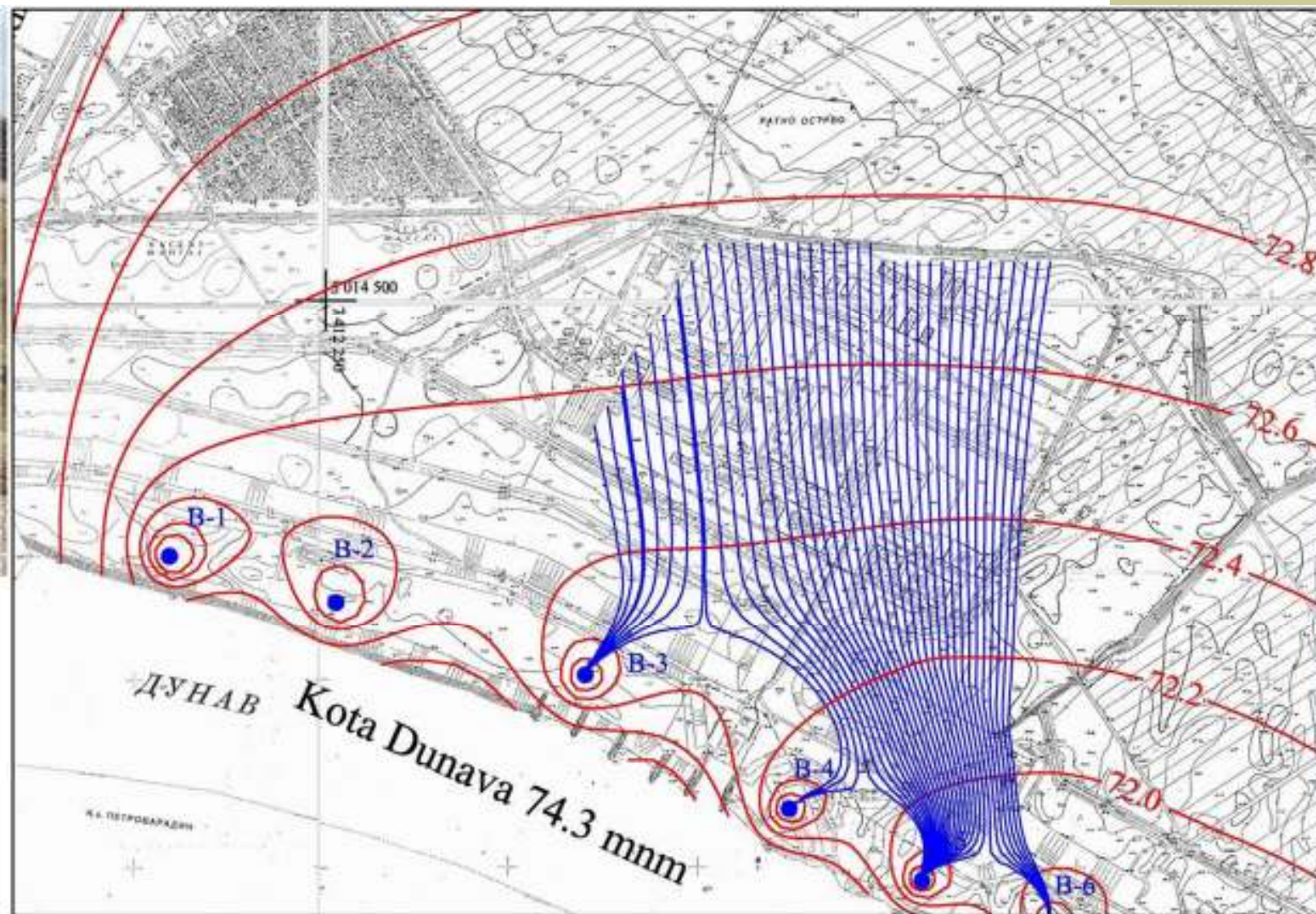
PRIMER 1: Izvorište Ratno Ostrvo - Novi Sad



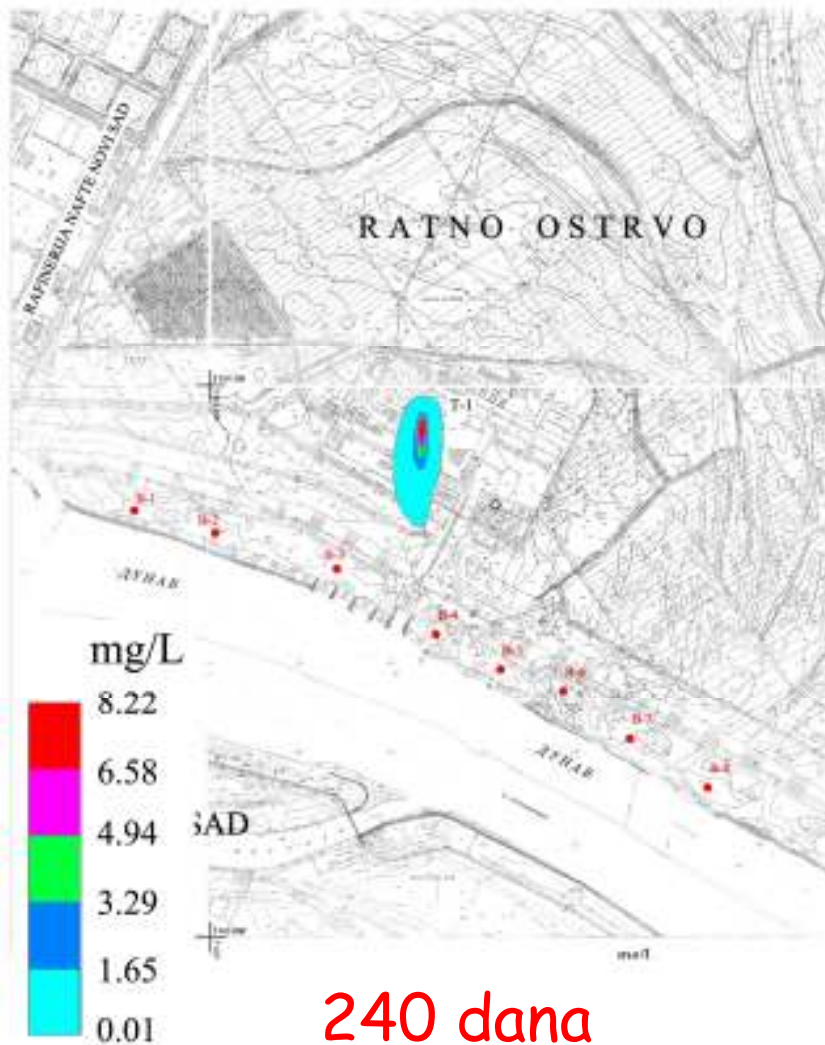
PRIMER 1: Izvorište Ratno ostrvo - Novi Sad



PRIMER 1: Izvorište Ratno Ostrvo - Novi Sad



Simulacija havarije na jednom od rezervoara u TE-TO Novi Sad



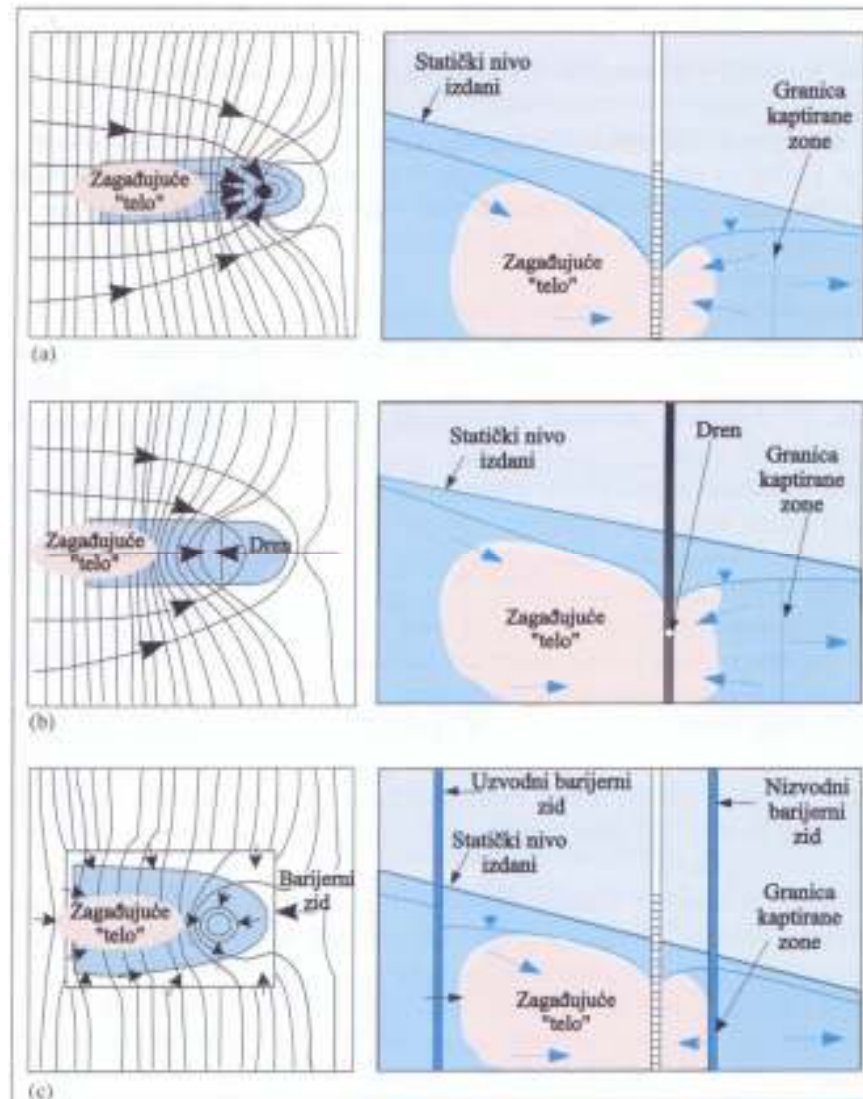
240 dana



605 dana

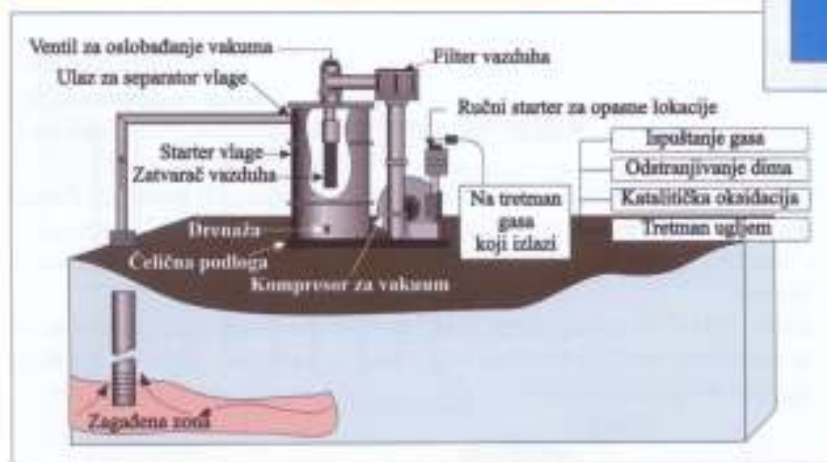
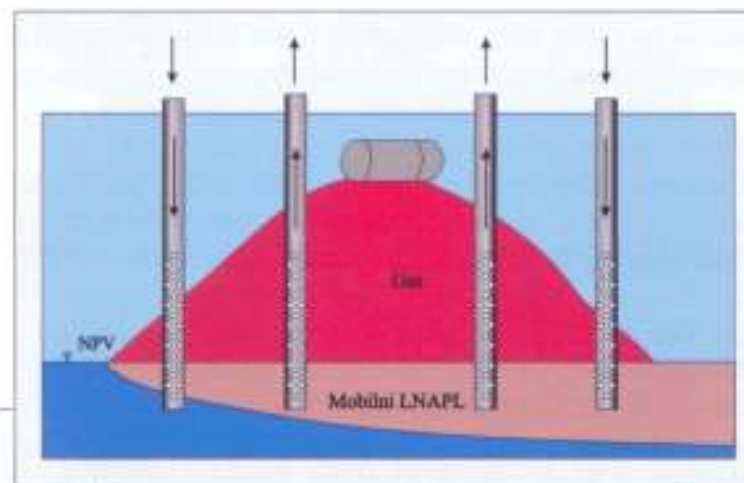
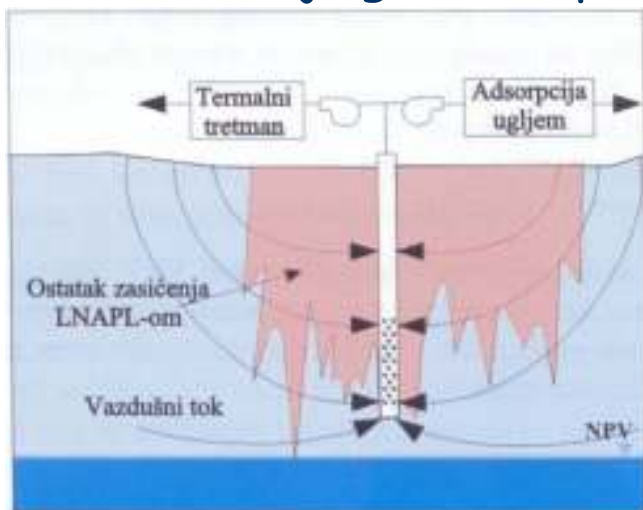
Неке од методе ремедијације

- Pump & Treat



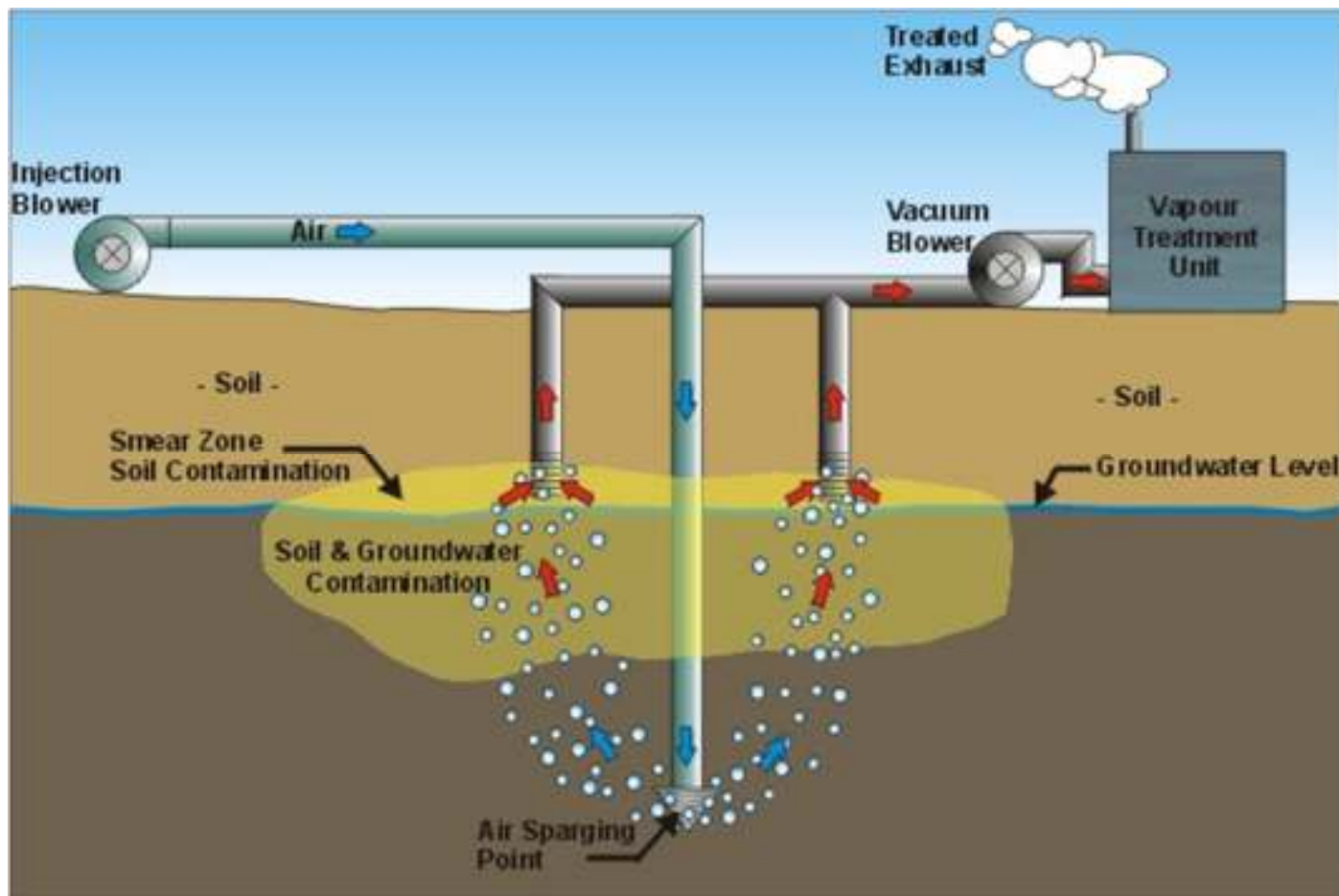
Неке од методе ремедијације

- Ekstrakcija gasnih isparenja



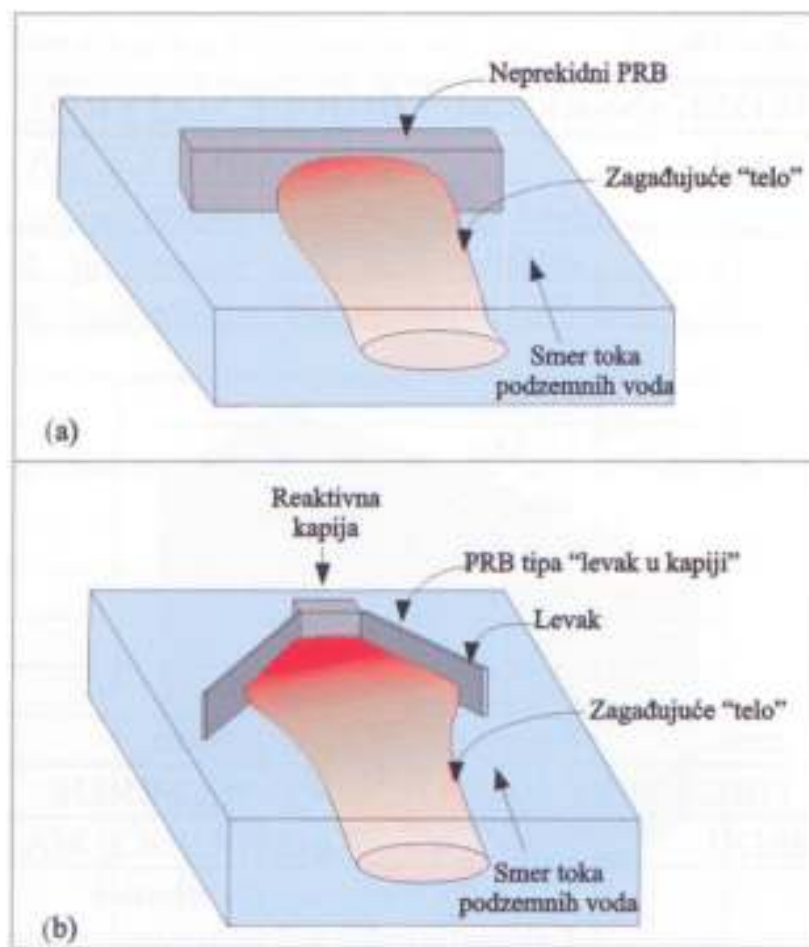
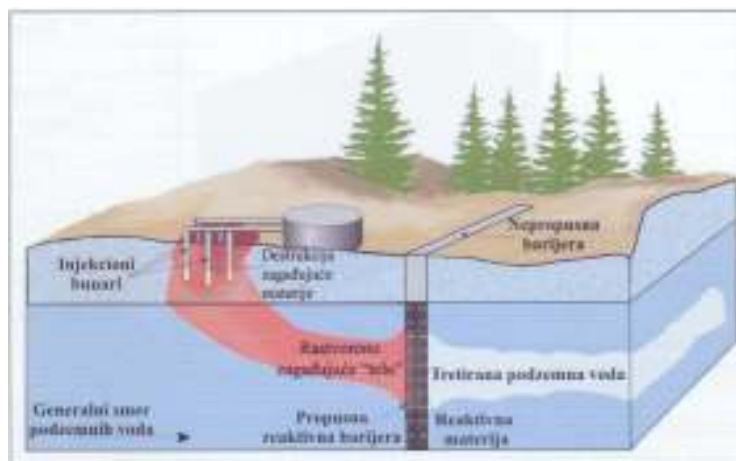
Неке од методе ремедијације

- Aerisanje



Неке од методе ремедијације

- Ремедијација помоћу пропусних реакционих баријера



ТЕСТ 1

- ◆ Брзина кретања подземне воде зависи од:
 1. Разлике нивоа воде (нагиб пијезометарске линије)
 2. Коефицијента филтрације (веза спец. протицаја и нагиба П линије)
 3. Врсте бунара, да ли је копани или бушени.
 4. Од намене воде, да ли се користи у пољопривреди или у индустрији

ТЕСТ 2

- ◆ Транспорт загађења у порозној средини зависи од:
 1. Стварне брзине кретања воде, која је мања од Дарсијеве брзине.
 2. Стварне брзине кретања флуида, која је већа од Дарсијеве.
 3. Врсте загађења, односно, загађујуће материје.
 4. Од тога да ли се разграђује, или има интеракције са средином.