

**ПРЕДАВАЊА ИЗ
УРЕЂИВАЊА БУЈИЦА
-Подземне воде-**

Проф. др Бранислав Драшковић



Према односу према стијенама подземна вода може бити:

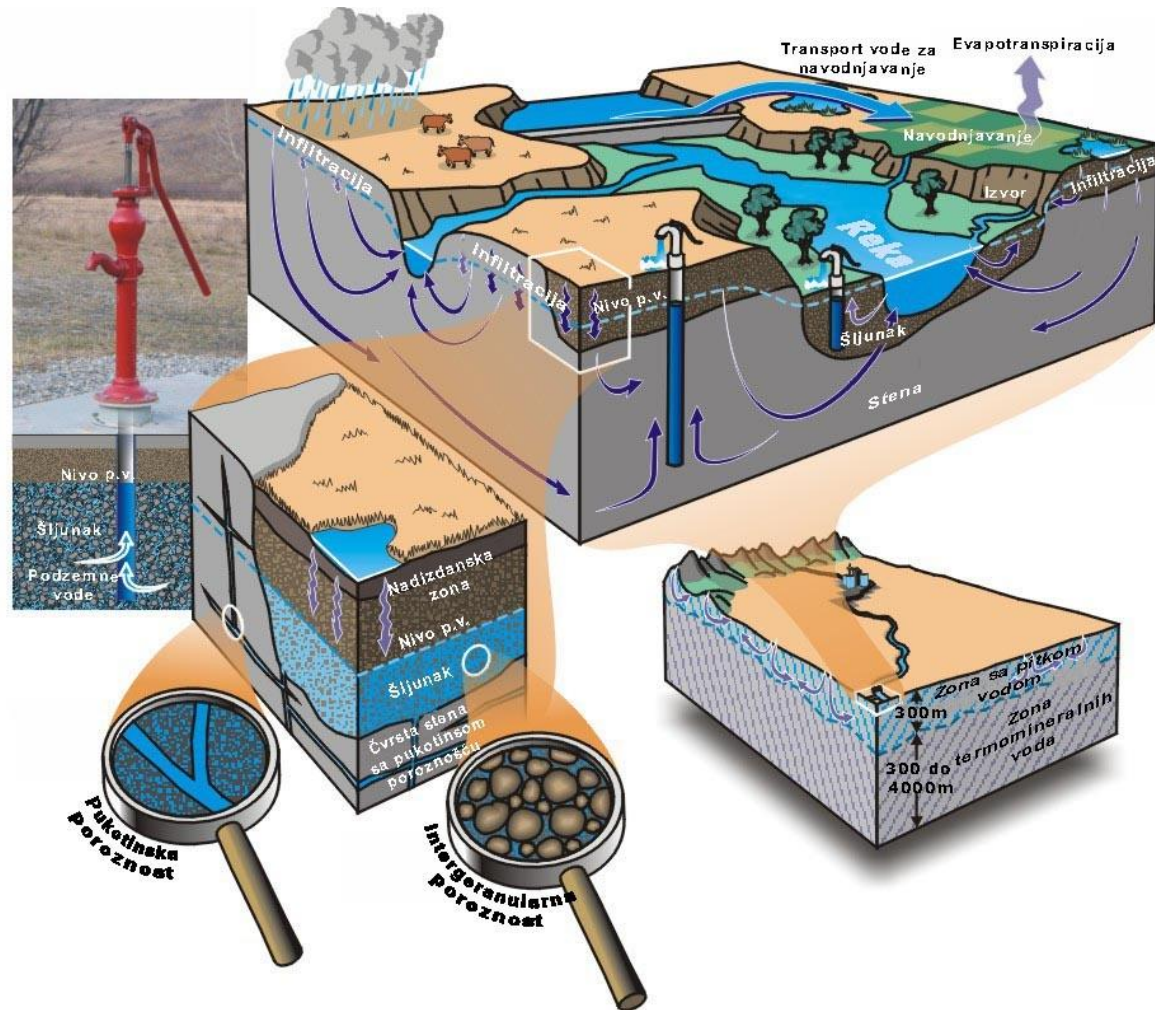
1. Везана (атхезија, осмоза)
2. Слободна (гравитациона)

Слободна вода може бити:

- капиларна (код глина),
 - пукотинска (код кречњака) и
 - изданска (растресите стијене).
-
- Углавном се налази до дубине 1000-1500 метара.
 - Слободне воде дубљих слојева проучавају хидрогеолози

Количина подземне воде зависи од:

- количине падавина односно климе неког подручја,
- zasiћености подземља,
- нагиба терена,
- пропусности стијена и вегетацији (обраслости и типу)

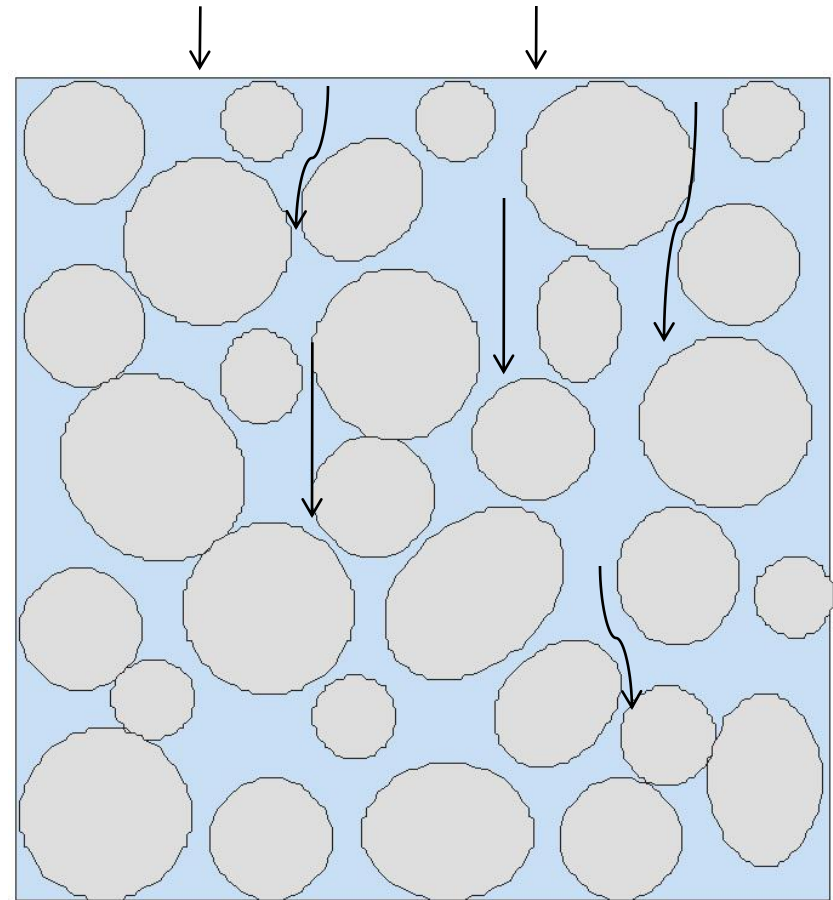


ИЗДАН У НОРМАЛНИМ ТЕРЕНИМА

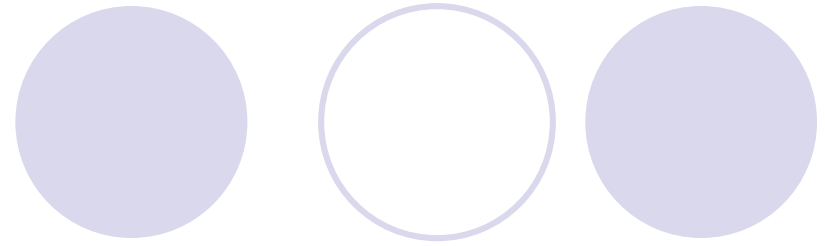
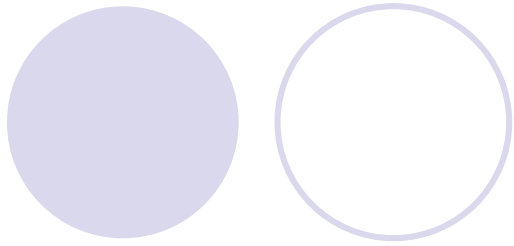
Гравитациона вода –
падавинска вода која се
креће између честица
растреситог слоја.
Њено понирање назива се
филтрација.

Два типа издани:

1. Фреатска (нормална) издан
2. Артешка (укљештена) издан



Интергранурална порозност

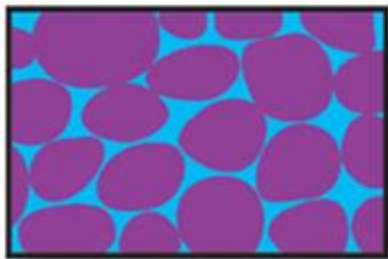


Основна хидрогеолошка својства стијена су:

- порозност или шупљикавост
- водопоропусност или пермеабилност

Главни типови порозности:

Интергрануларна



Пијесак и шљунак

Пукотинска



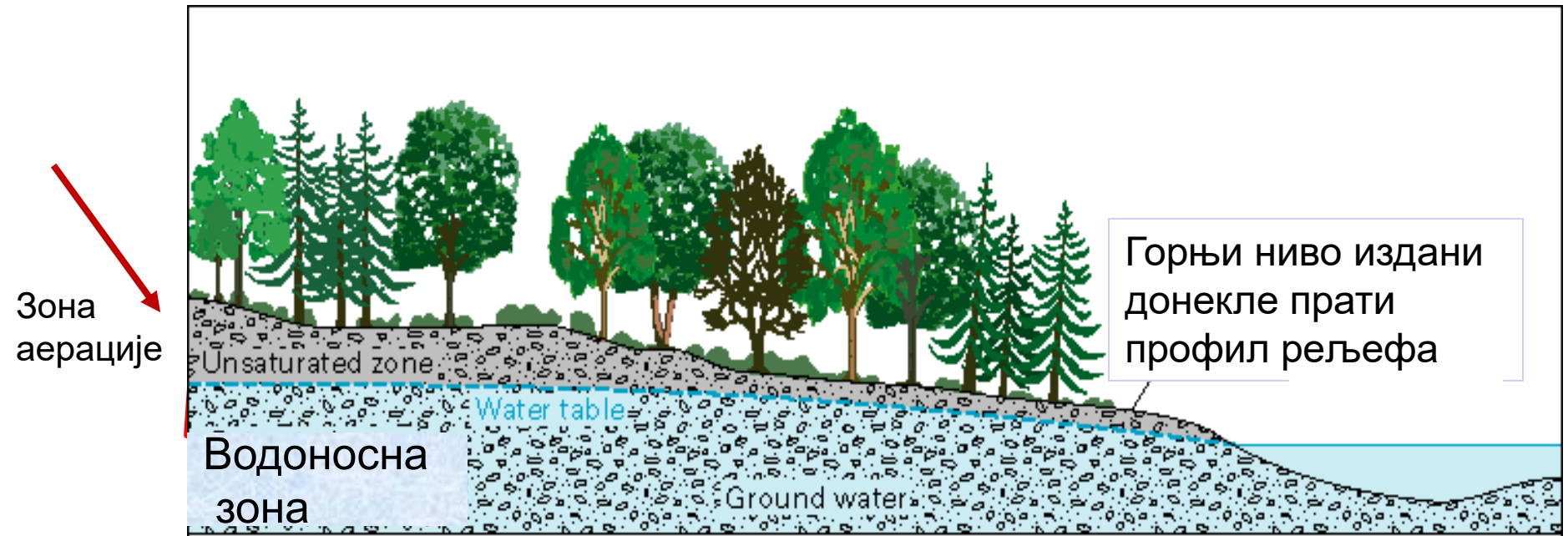
Еруптивне стијене

Пукотинска (отапање)

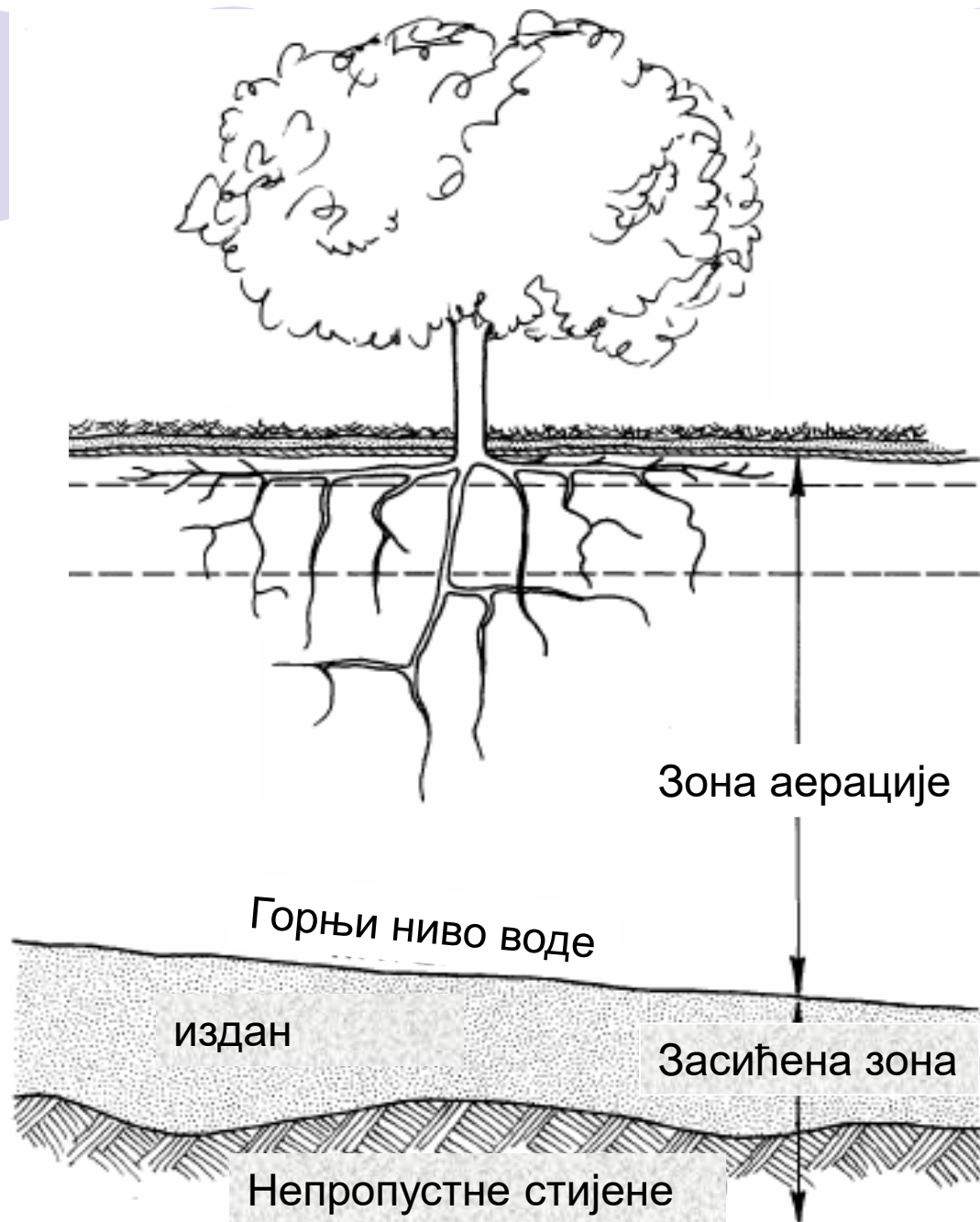


Кречњаци

Фреатска (нормална) издан

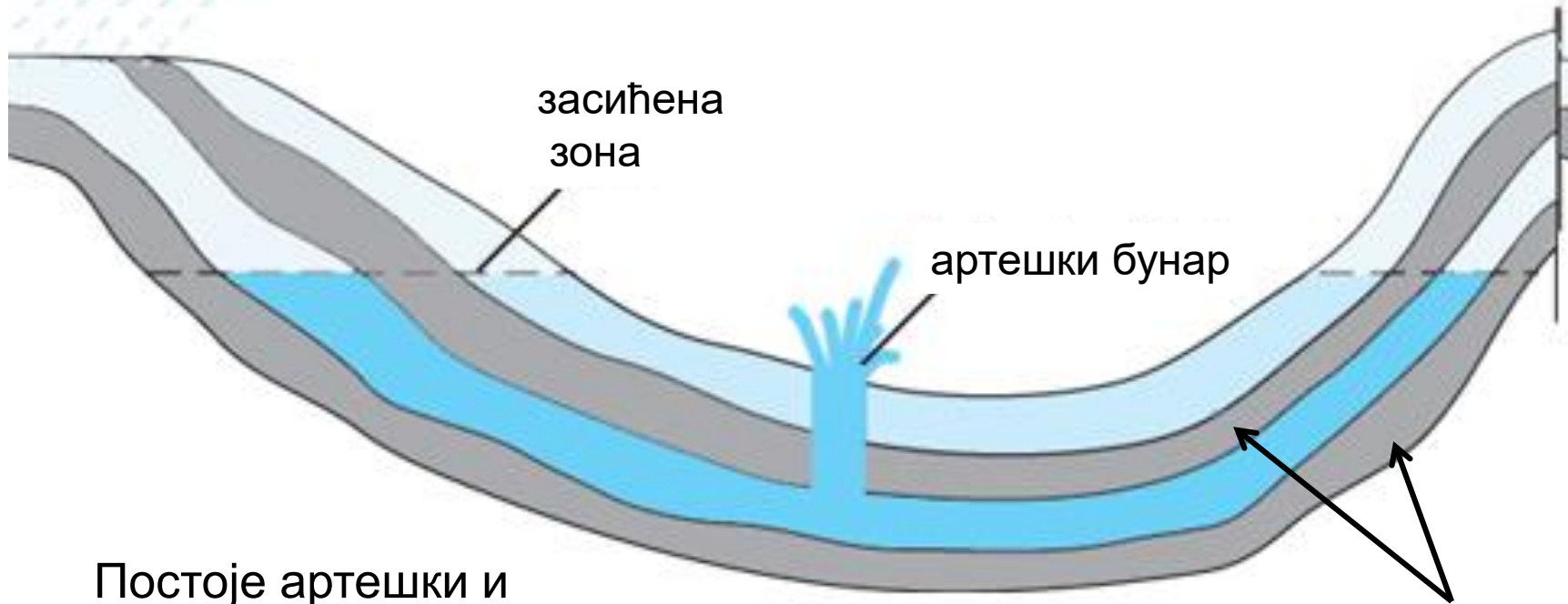


Гравитациона вода понире до водонепропустљивог слоја који може бити, хоризонталан, нагнут, испупчен, удубљен... Изнад вододржљивих стијена формира се слој подземне воде – **издан**.



Артешка издан

Подземна вода се налази под притиском, између два водонепропустљива слоја – тзв. “укљештена издан”



Постоје артешки и субартешки бунари

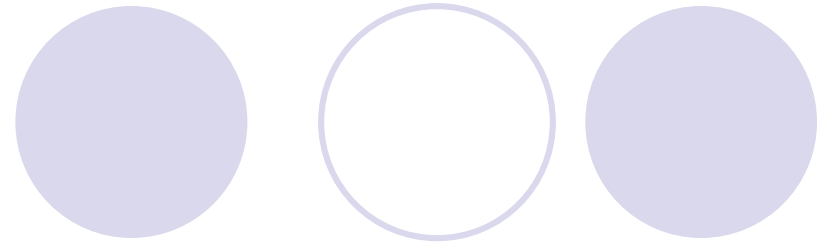
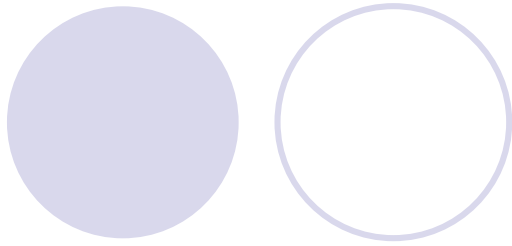
Водонепропустљиви слојеви

Режим издани

Основни елементи режима:

- Ниво издани
 - Издашност
 - Температура
 - Хемијски и гасни састав
- У Србији мјерења трају од 1948.
- Ниво издани мјери се у специјалним бушотинама – **пијезометрима**
 - Мјерења се врше три пута мјесечно (10, 20, и 30. у мјесецу) или чешће.



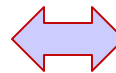
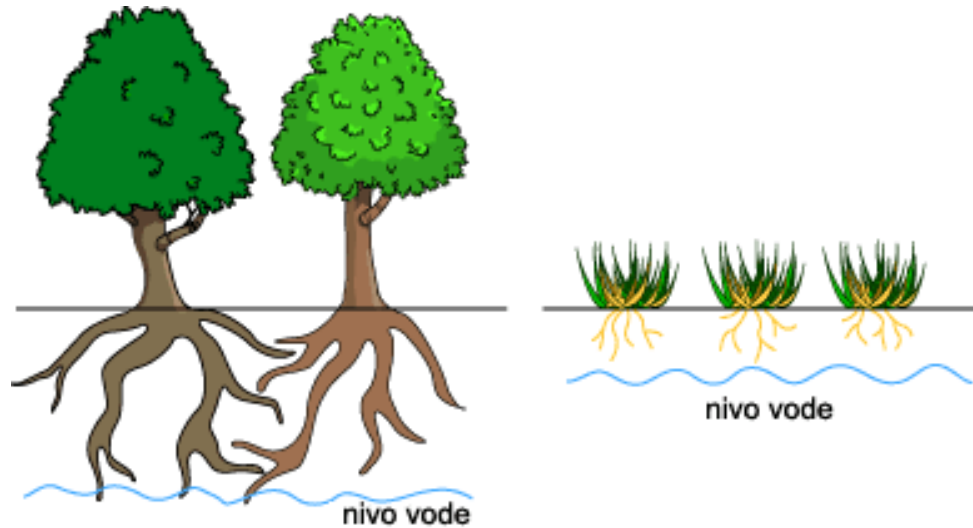


Подземне воде имају три извора храњења:

1. Атмосферске падавине
2. Површинске воде
3. Воде из дубљих хоризоната

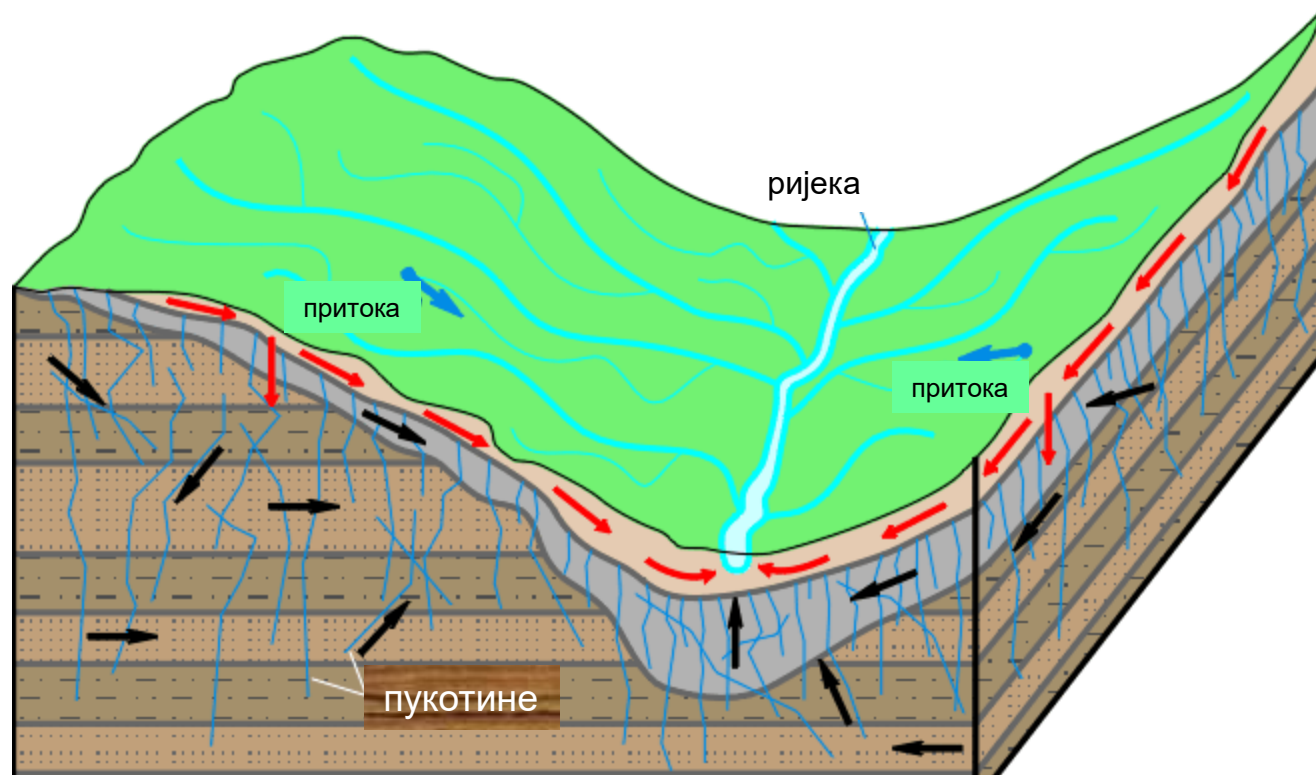
Основни фактори режима:

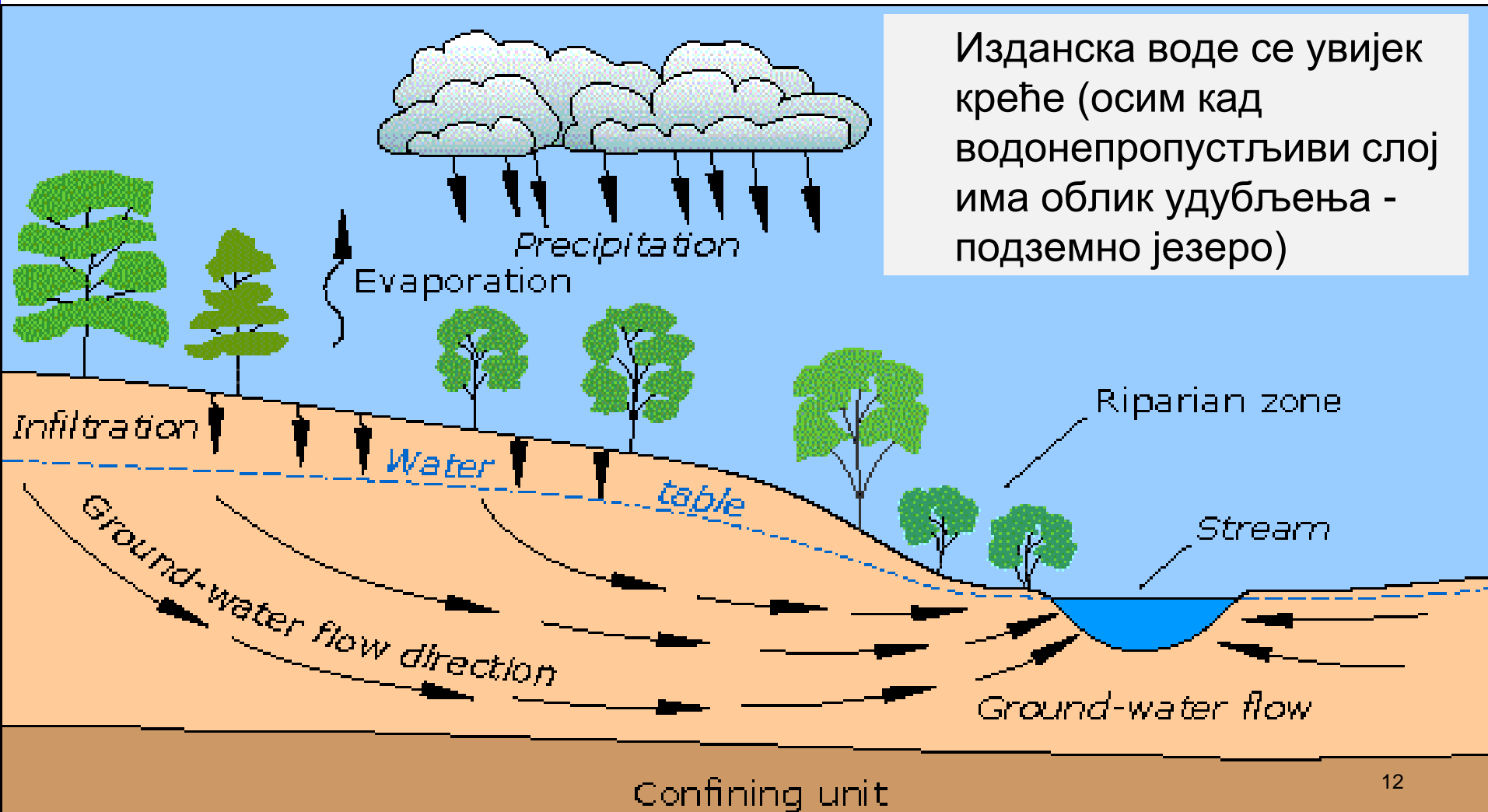
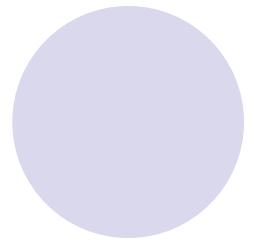
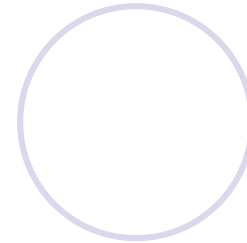
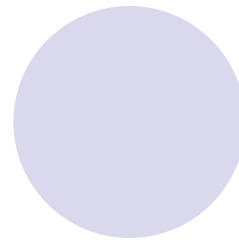
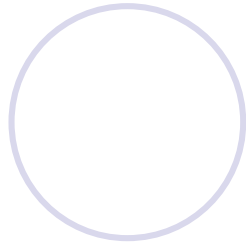
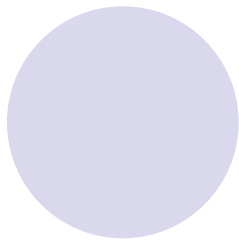
- Климатски (падавине, темп..)
- Геолошки (састав стијена)
- Хидролошки (режим ријека)
- Биолошки (вегетација)
- Вјештачки (хидротех. објекти)



Утицај појединих фактора је различит у времену и простору

Издани које су
ближе ријекама
имају већу
амплитуду
нивоа (до 5-6 м)
јер их осим
падавина храни
и ријека
процјеђивањем
кроз корито.





Изданска воде се увијек креће (осим кад водонепропустљиви слој има облик удубљења - подземно језеро)

Брзина кретања изданске воде

$$v = 5,63 \sqrt{id}$$

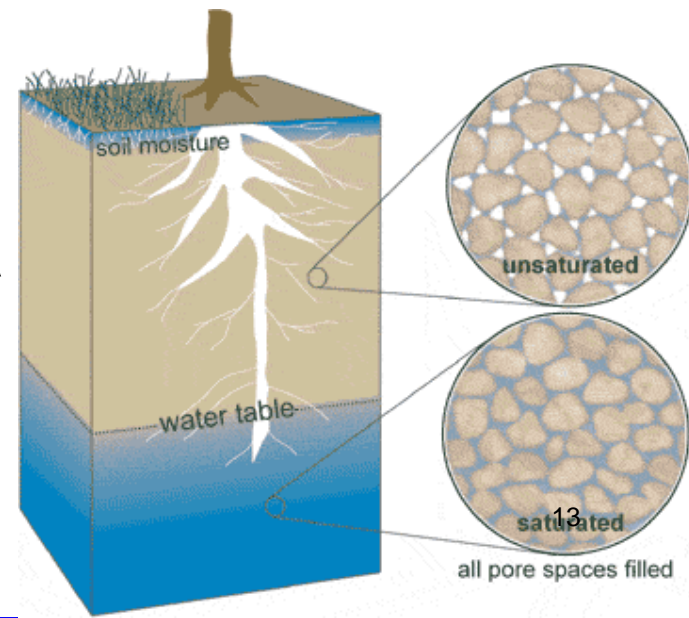
i = пад непропустљивог слоја

d = средњи пречник честица растреситог слоја

Кретање подземне воде прати се осматрањем нивоа воде у бунарима (помоћу тзв. трасера)

Брзина кретања подземне воде варира од неколико центиметара до неколико стотина метара дневно (изданска ријека) што зависи од грануларности стијена.

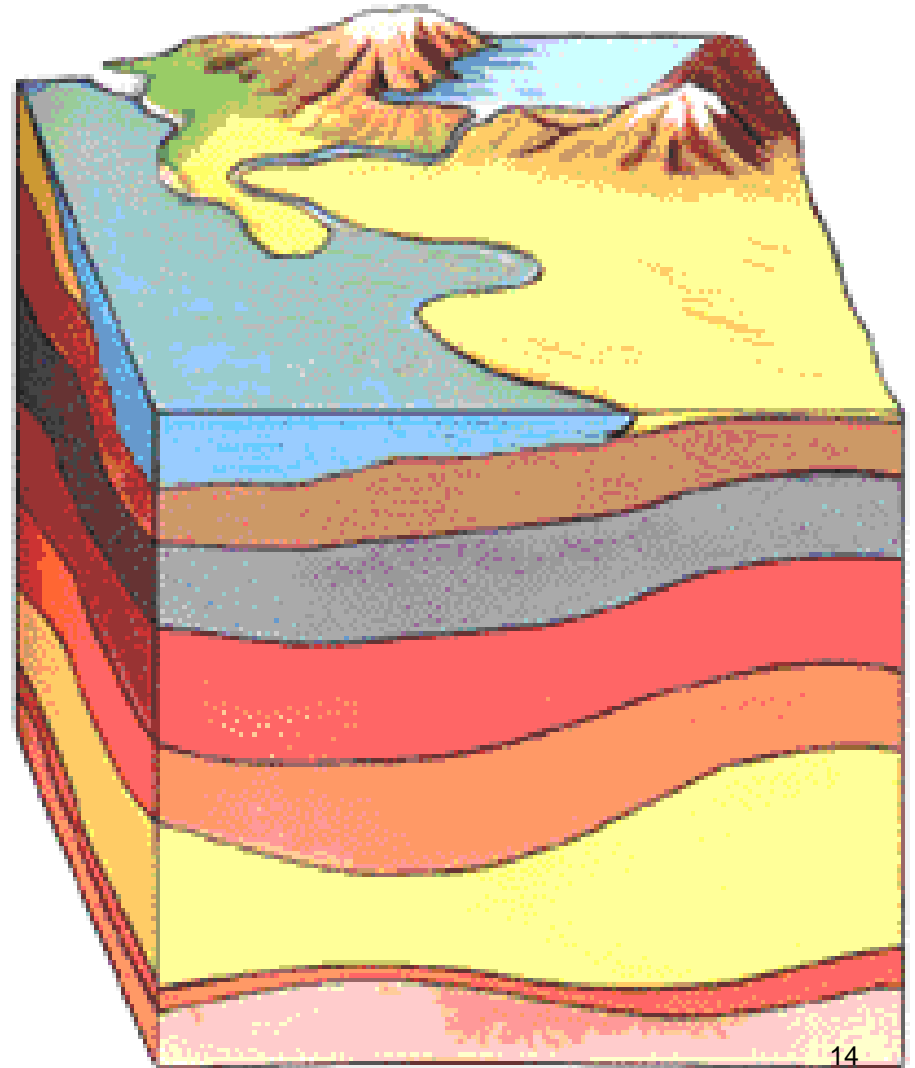
Кроз ситан пијесак изданска вода се креће 1 м дневно, кроз крупнији 5 м.



ИЗДАН У КРАШКИМ ТЕРЕНИМА

Распрострањеност карста

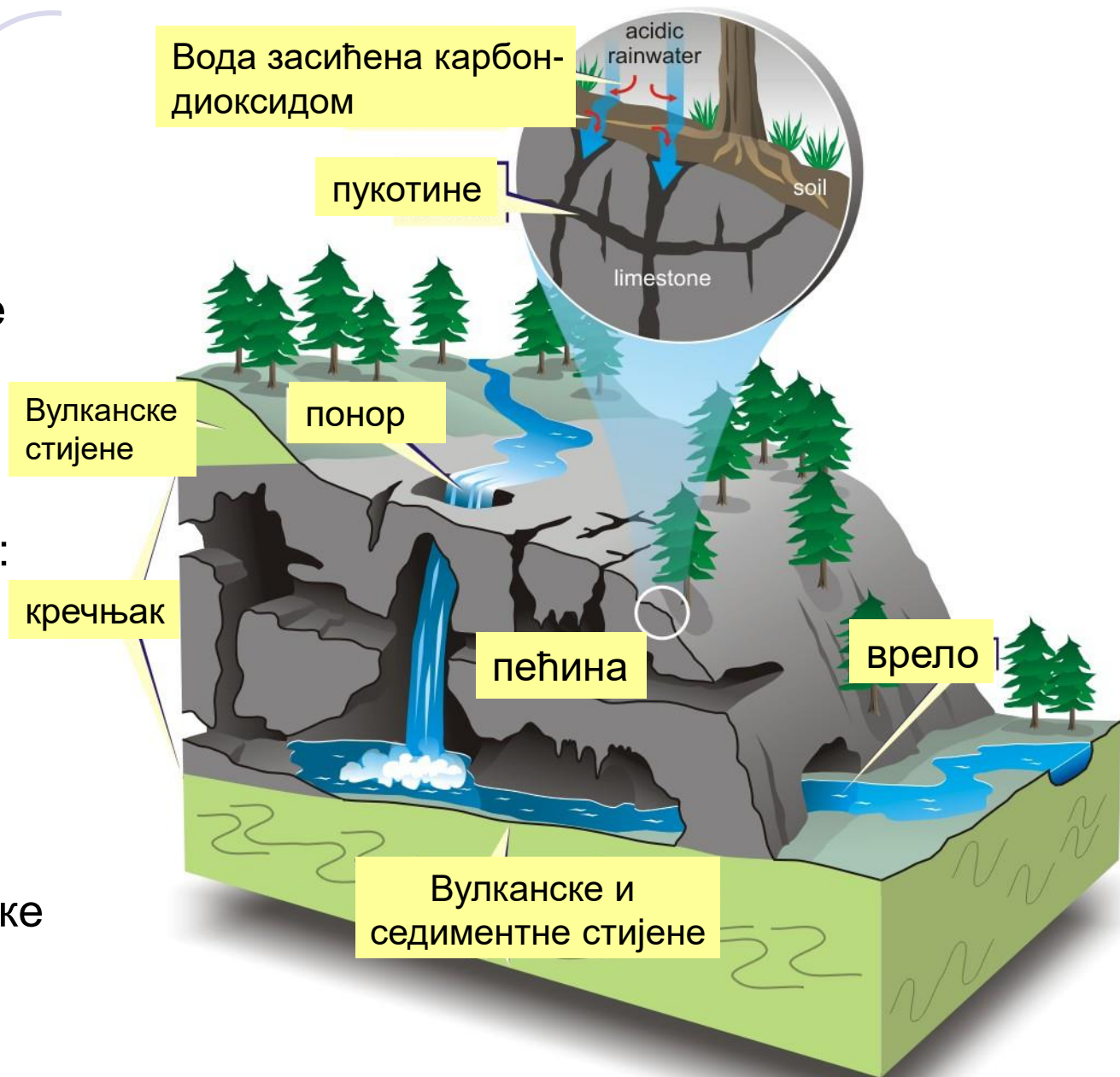
- Терен у којем преовлађују карбонатне стијене (углавном кречњаци)
- Свијет – 40 мил. км² (1/3 укупне површине)
- БиХ – 20 000 км²
или 39%



Преовлађује вертикална циркулација воде кроз пукотине у стијенама.

Хипотезе о красу:

1. О подземним токовима
2. О издани у крашким теренима
3. Три хидрографске зоне (Цвијићева хипотеза)



Хипотеза о три хидрографске зоне

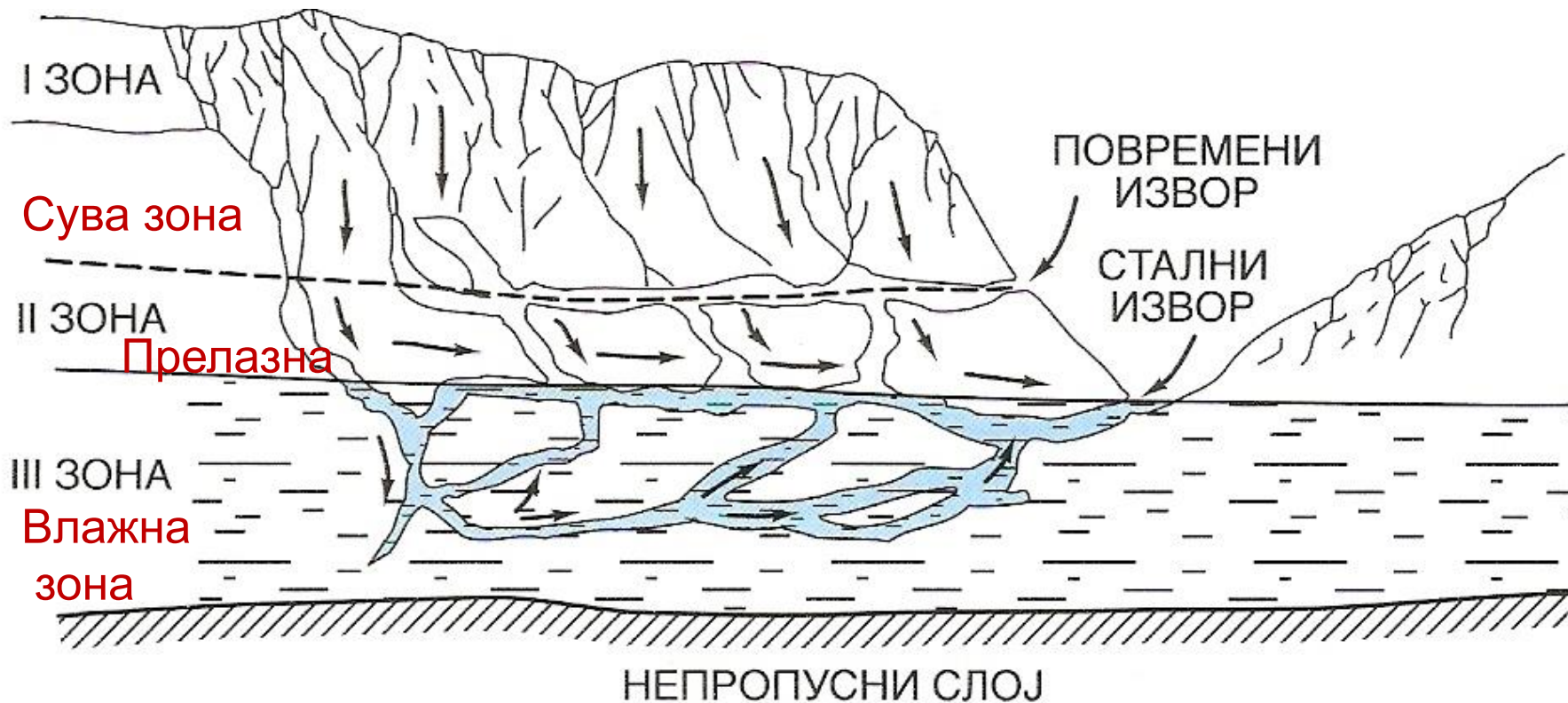
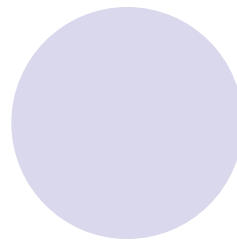
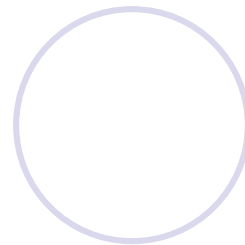
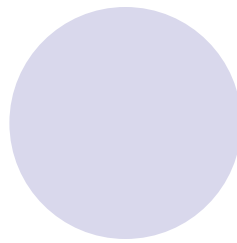
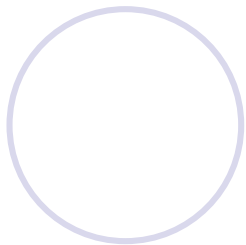
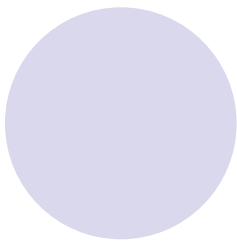
Три фазе у скрашћивању кречњачке масе и три зоне:

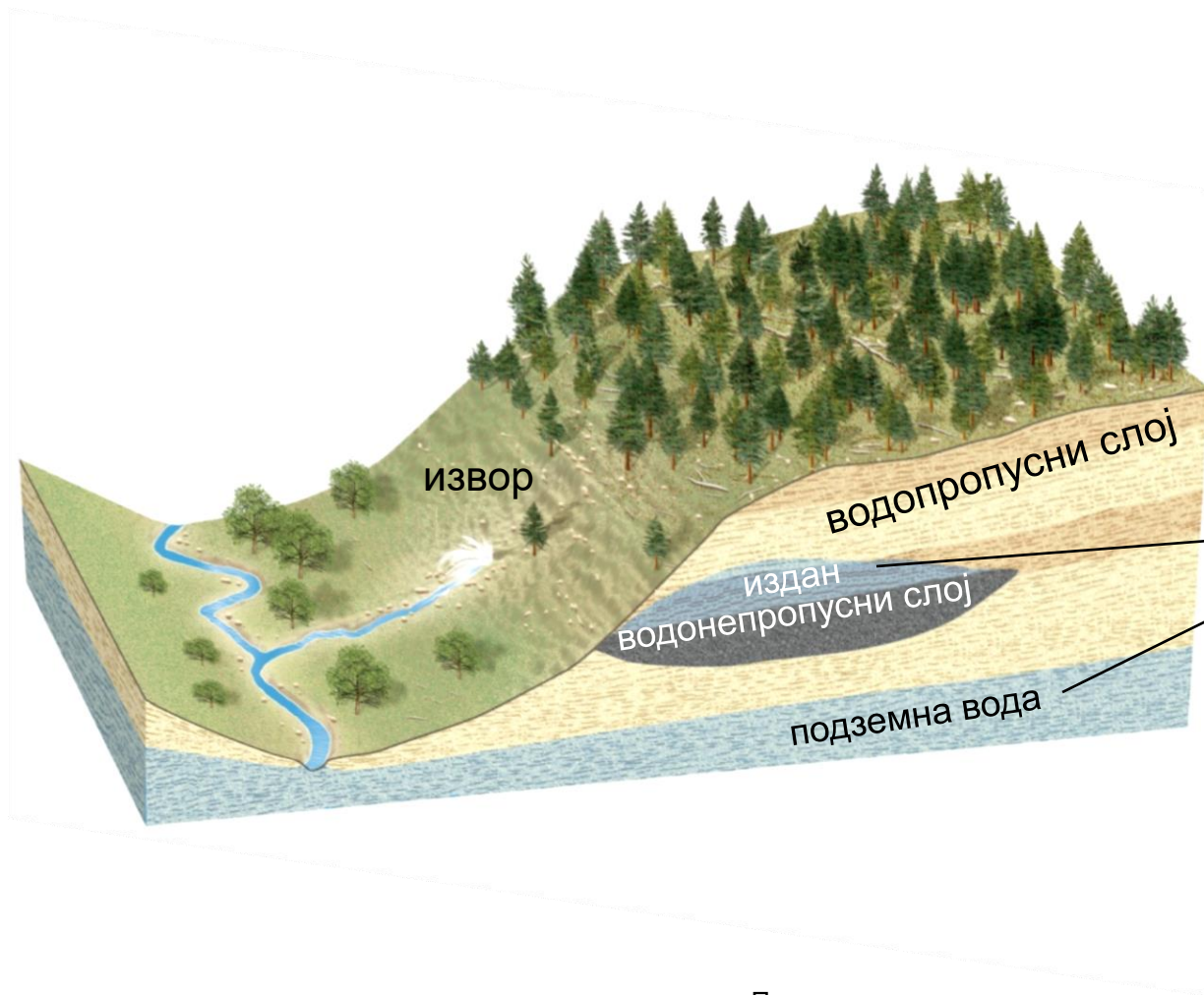
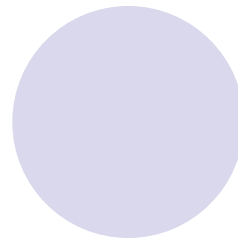
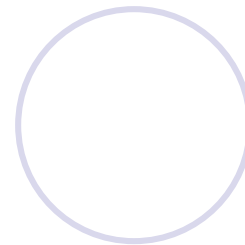
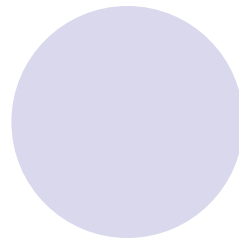
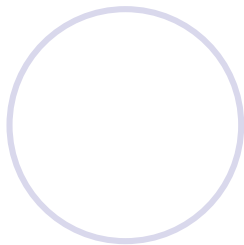
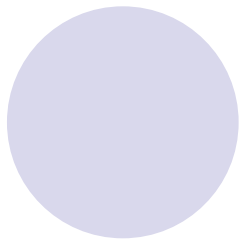
- Сува зона
- Прелазна
- Зона којом стално отиче вода (влажна зона)

Сува зона се налази одмах испод топографске површине и кроз њу вода брзо протекне у кишном периоду.

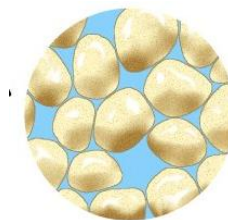
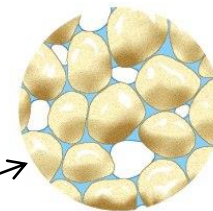
Прелазна зона се налази испод суве и карактерише је стално слијевање воде кроз пукотине а понегдје и подземни токови. Током кишног периода у овој зони се појављују и асцедентни (узлазни) токови.

Зона којом стално отиче вода се налази испод прелазне зоне и највећи дио воде ове зоне отиче према непропустљивом слоју.





незасићена зона

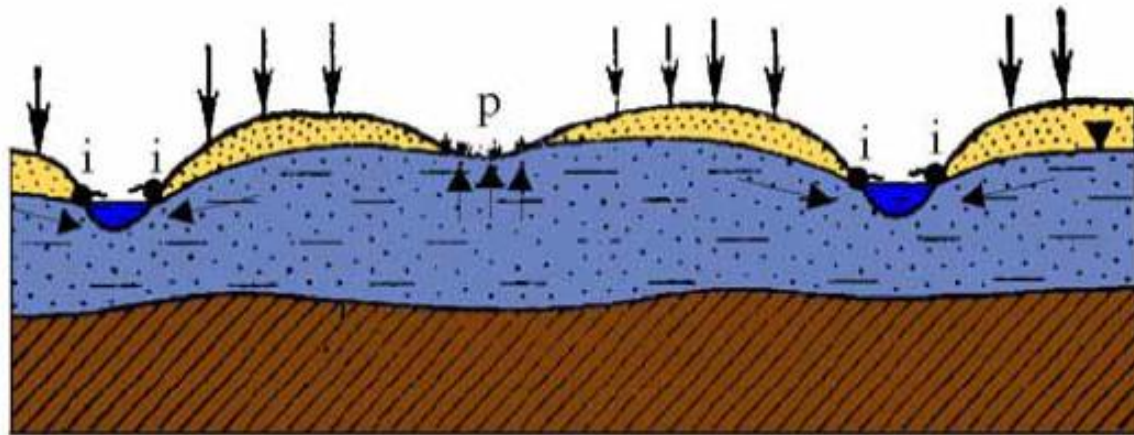


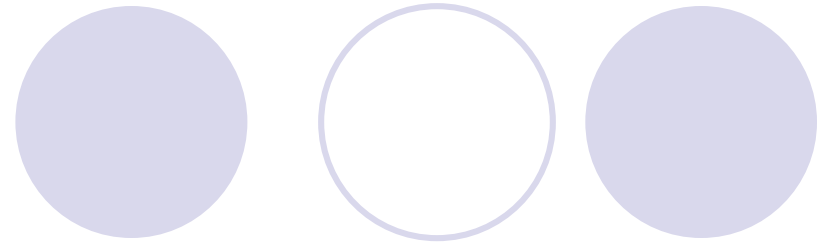
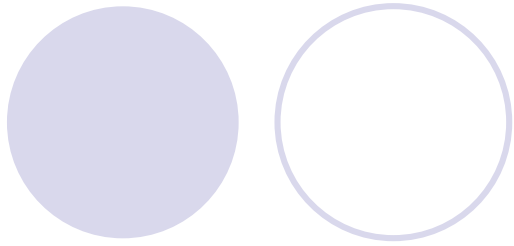
засићена зона

Извори и врела

- Извор је појава **природног** излаза изданске воде на топографску површину (вјештачке бушотине и бунари се не сматрају изворима).
- Код млазних (прави) извора вода избија у виду млазева
- Дифузни извори представљају избијање подземне воде на већој површини (мочварне "пиштевине").

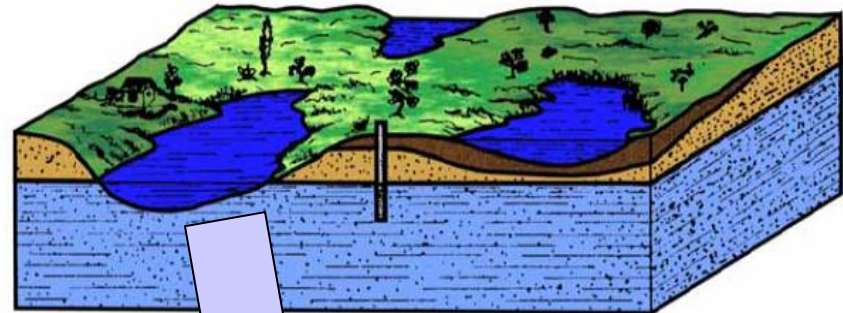
i=извор; p=пиштевина

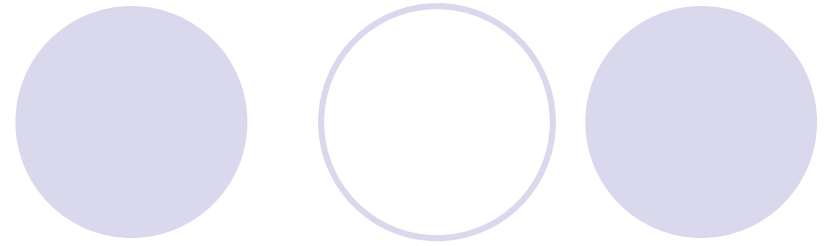
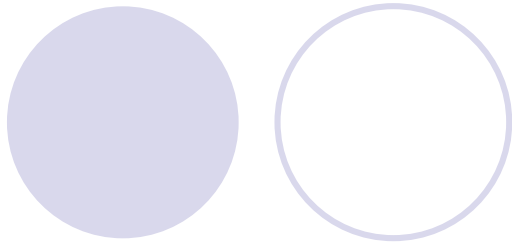




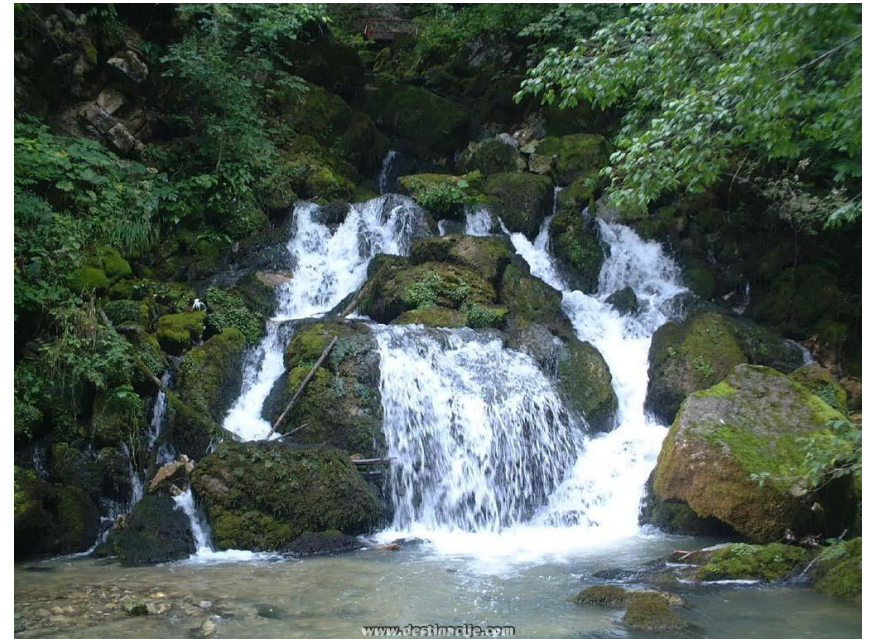
Изданско око и обична бара

- Изданско око је појава изданске воде у локалним депресијама равничарских терена чије је порозно тло ниже од површинске издани
- Од баре се разликује по томе што је повезана са издани и реагује на сваку промјену нивоа издани
- Примјер природног изданског ока је Палићко језеро у Србији





- Основни узрок појаве извора је гравитационо кретање подземних вода
- Ови извори су најчешћи у природи и називају се **гравитациони**
- Изворски низ настаје дуж контакта различитих слојева стијена
- Изворски хоризонт настаје када је линија контакта хоризонтална или благо нагнута



Типови извора

Класификација извора може се извршити према више критеријума:

По времену трајања:

1. стални
2. периодични
3. повремени



По хидрауличном механизму:

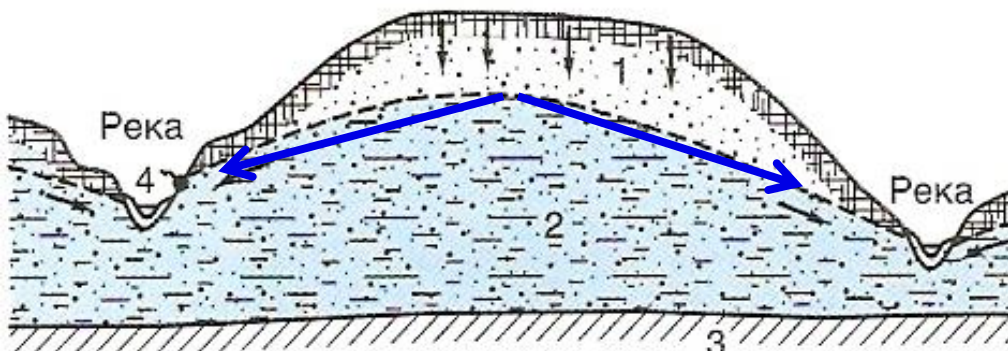
Гравитациони (силазни):

- оцједни (депресиони)
- преливни (баријерни)
- контактни
- крашки

Узлазни:

- артешки
- пукотински
- гасни
- гејзири

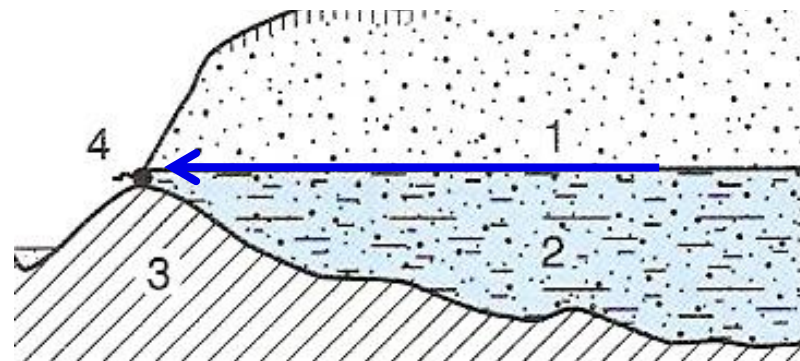
Оцједни (депресиони) се јављају на мјестима гдје је ерозивним процесима откривена изданска вода



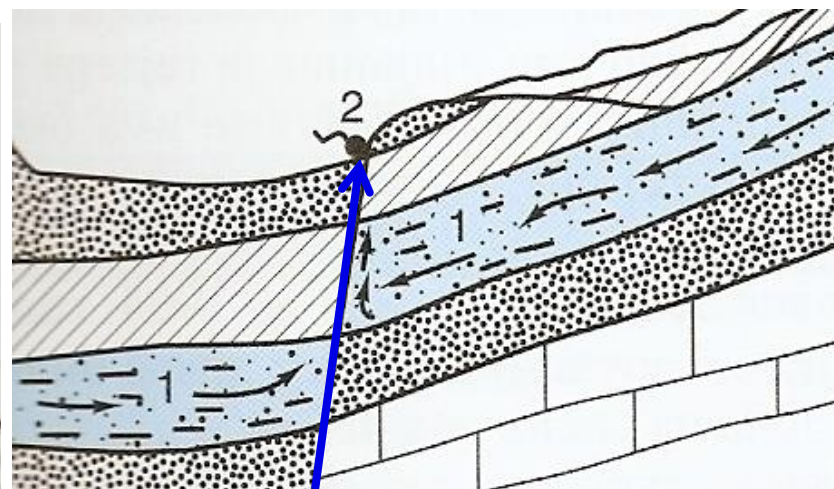
Контактни (на контакту два слоја)

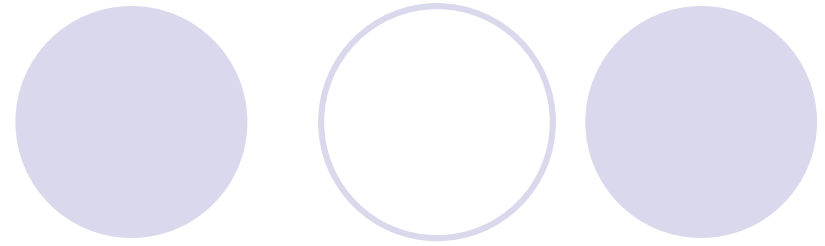
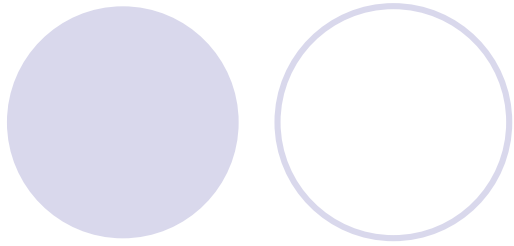


Преливни (баријерни) настају када се водонепропусна баријера нађе на путу изданске воде



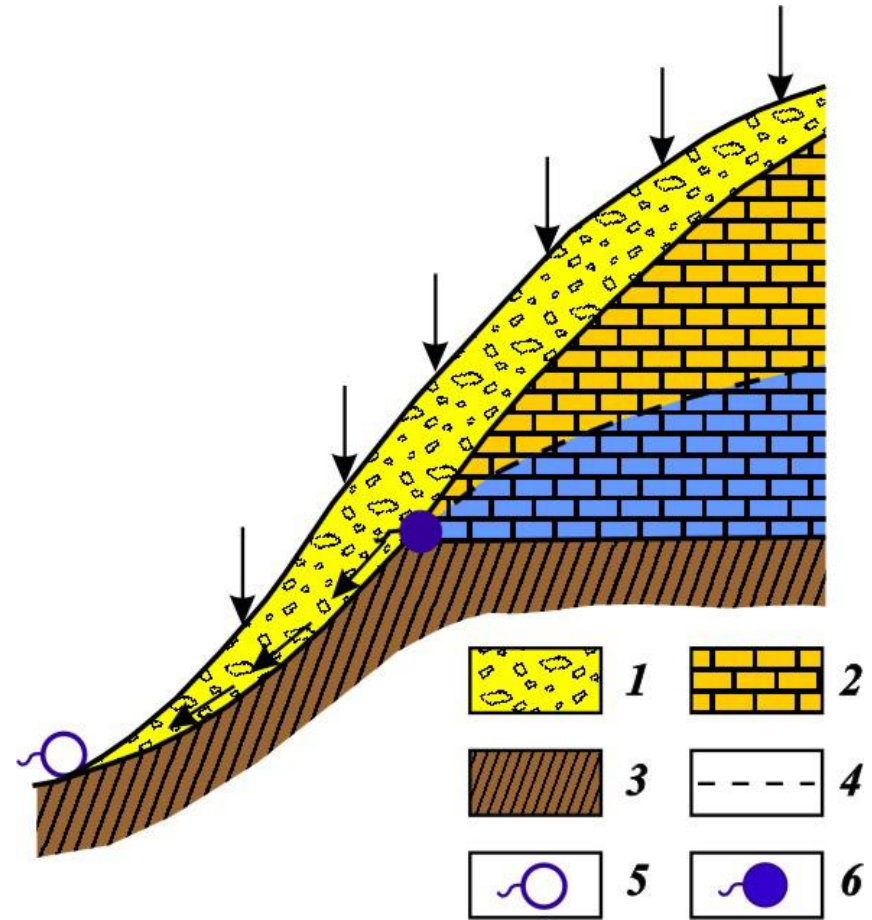
Пукотински (везани за расједе)

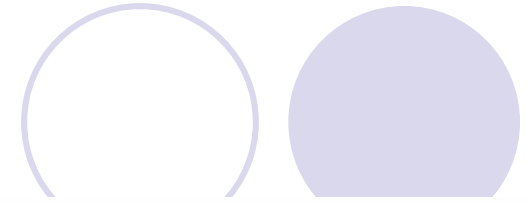
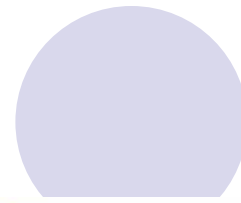
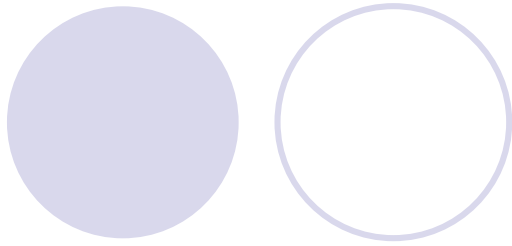




- Честа је појава да су мјеста истицања изданских вода на површини терена маскирана дробинским материјалом

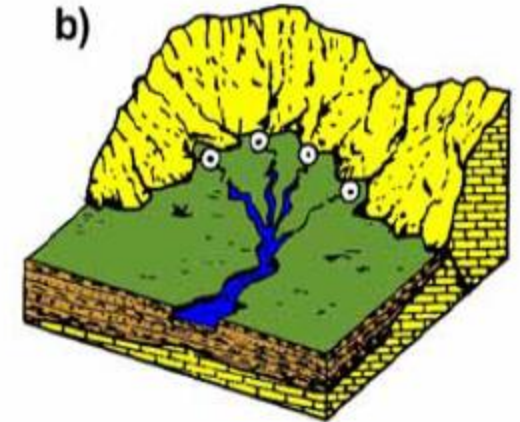
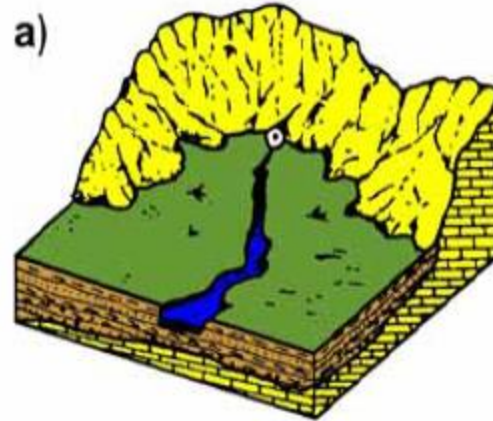
- 1 - делувијум;
- 2 - водоносне стијене;
- 3 - водонепропусне стијене;
- 4 - ниво издани;
- 5 - извор (секундарни);
- 6 - извор (примарни).



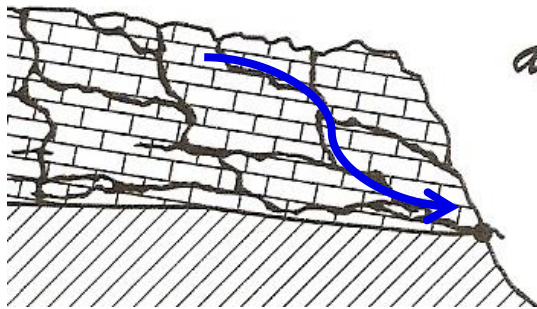


Концентрисано (а) и
разбијено (б)
истицање подземне
воде.

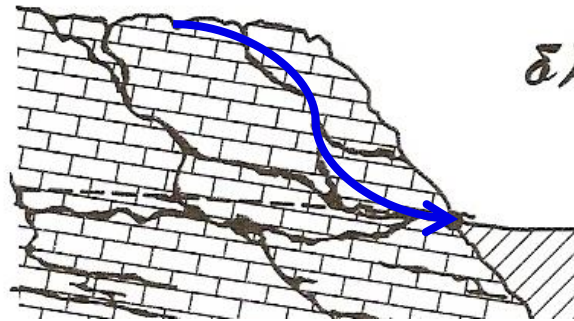
Концентрисано је често
у крашким теренима.



Крашки извори силазног (а, б) и узлазног типа (в)



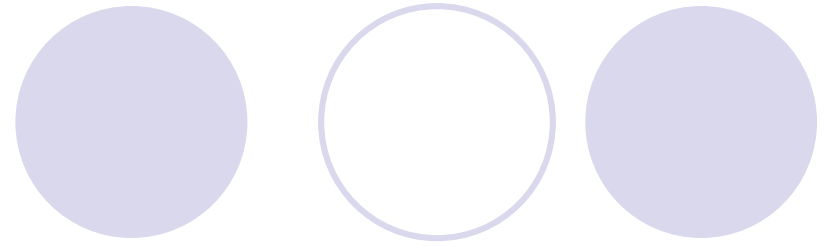
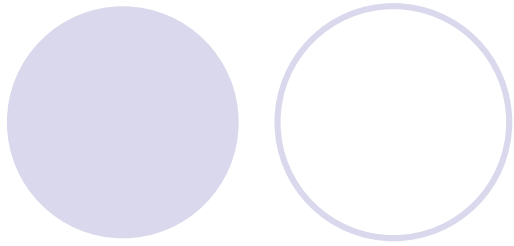
a)



б)



в)



Према мјесту појављивања извори могу бити:

1. Долинско-котлински (у кориту ријека, у долинској равни или на странама долина и котлина)
2. Планинско-падински (најчешће извори из пукотинске издани)
3. Подводни: субмарински (вруље) и сублакустријски (у виду ока)



Подјела извора по издашности (по Мајнцеру)

Издашност извора се изражава средњом вриједношћу количине вода које извори дају у одређеном временском интервалу.

Мјери се по обрасцу:

$$Q=V/t$$

Q - издашност извора (l/s, l/min),
V - запремина суда (l) и
t - вријеме за које се суд запремине (V) напуни водом (s, min)

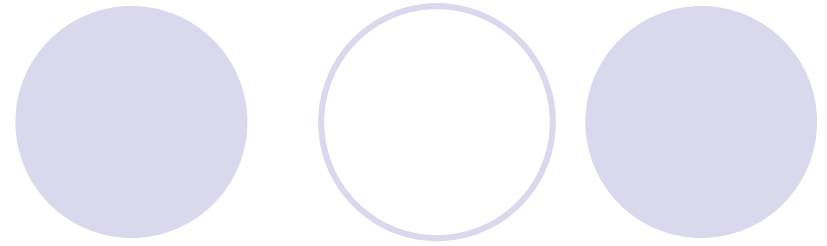
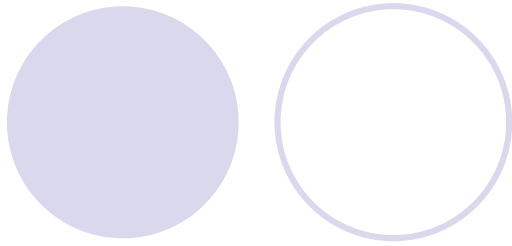
| Група | Просјечна издашност извора |
|-------|-------------------------------|
| I | 10 m ³ /s и више |
| II | 1 - 10 m ³ /s |
| III | 0,1 – 1 m ³ /s |
| IV | 10 – 100 l/s |
| V | 1 – 10 l/s |
| VI | 0,1 – 1 l/s |
| VII | 10 – 100 cm ³ /s |
| VIII | мање од 10 cm ³ /s |



- Мало је извора који стално дају исту количину воде (постојани). Много чешће је колебање издашности.

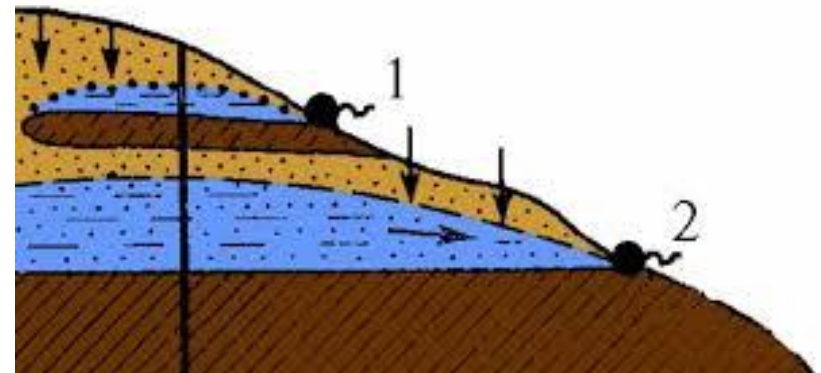
| Постојаност извора | Издашност извора |
|---------------------------|-------------------------|
| Веома постојани | 1:1 |
| Постојани | 1:2 |
| Промјенљиви | 1:2 до 1:10 |
| Веома промјенљиви | 1:10 до 1:30 и више |

- Према неким ауторима сви извори се могу подијелити у 4 групе: дубински (постојана издашност), нормални (мало колебање), пукотински (промјенљива издашност) и карстни (веома промјенљива издашност).



За издашност извора значајну улогу имају:

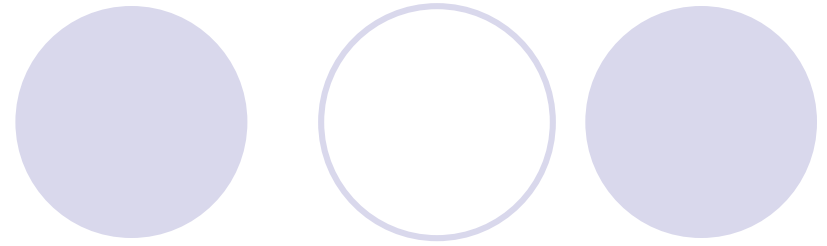
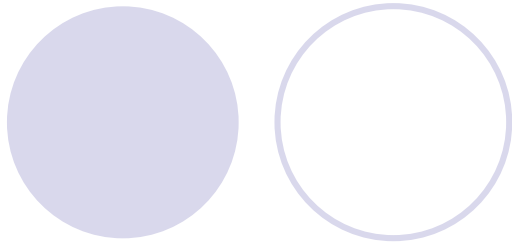
1. Клима, рељеф, хидрологија, геолошко-литолошке особине терена
2. Хидрогеолошке карактеристике водоносне средине
3. Величина и правац подземног отицаја
4. Величина и правац површинског отицаја
5. Биогени (вегетација) и
6. Вјештачки фактори



Подјела извора према температури

- Термалне воде имају температуру вишу од средње годишње температуре у мјесту гдје се налазе
- Дијеле се на релативне и апсолутне
- Код првих је темп. виша од средње год. темп. у њиховом мјесту а код других од најтоплијег мјеста на Земљи – изнад 34 °C.
- Обично лоцирани на расједима
- Вадозна или јувенилна вода (или помјешане)

| Група | Температура (°C) |
|---------------------|------------------|
| 1. Врло хладни | 0 – 4 |
| 2. Хладни | 4 - 20 |
| 3. Топли (термални) | 20 - 37 |
| 4. Врели | 37 - 42 |
| 5. Веома врели | 42 - 100 |
| 6. Изузетно врели | преко 100 |



Подјела извора по хемизму:

1. Слатководни
2. Минерални

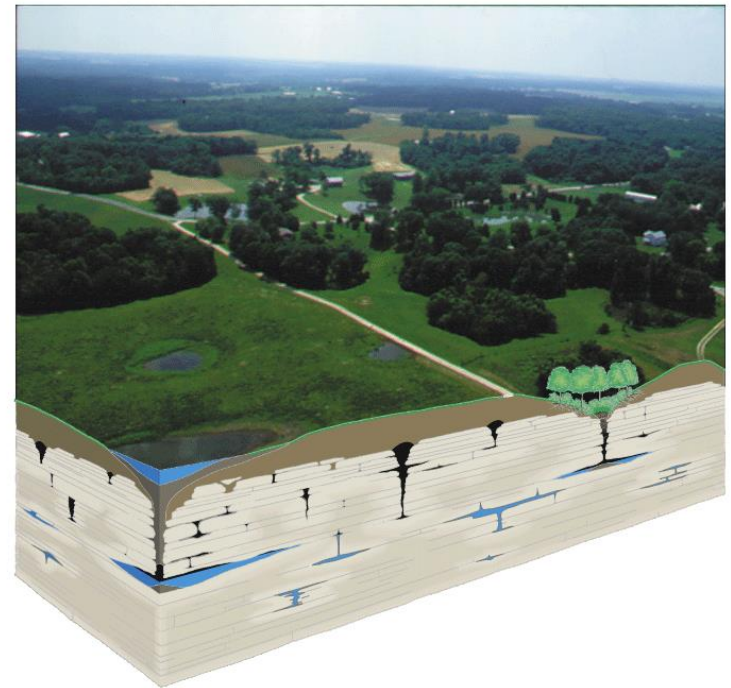


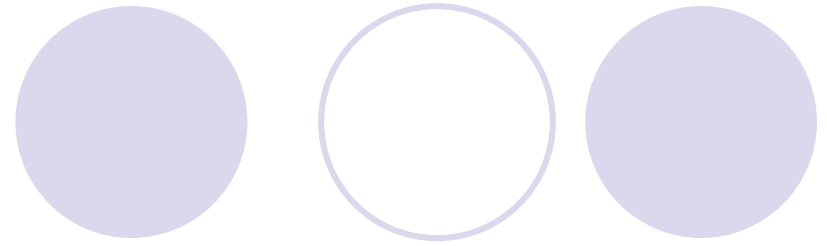
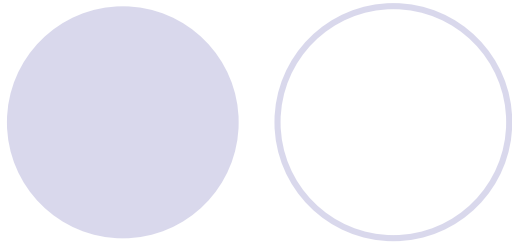
Према степену минерализације извори се дијеле на:

- Слатке (до 1 g/l)
- Сланасте (1-10 g/l)
- Слане (10-50 g/l)
- Растворе (преко 50 g/l)

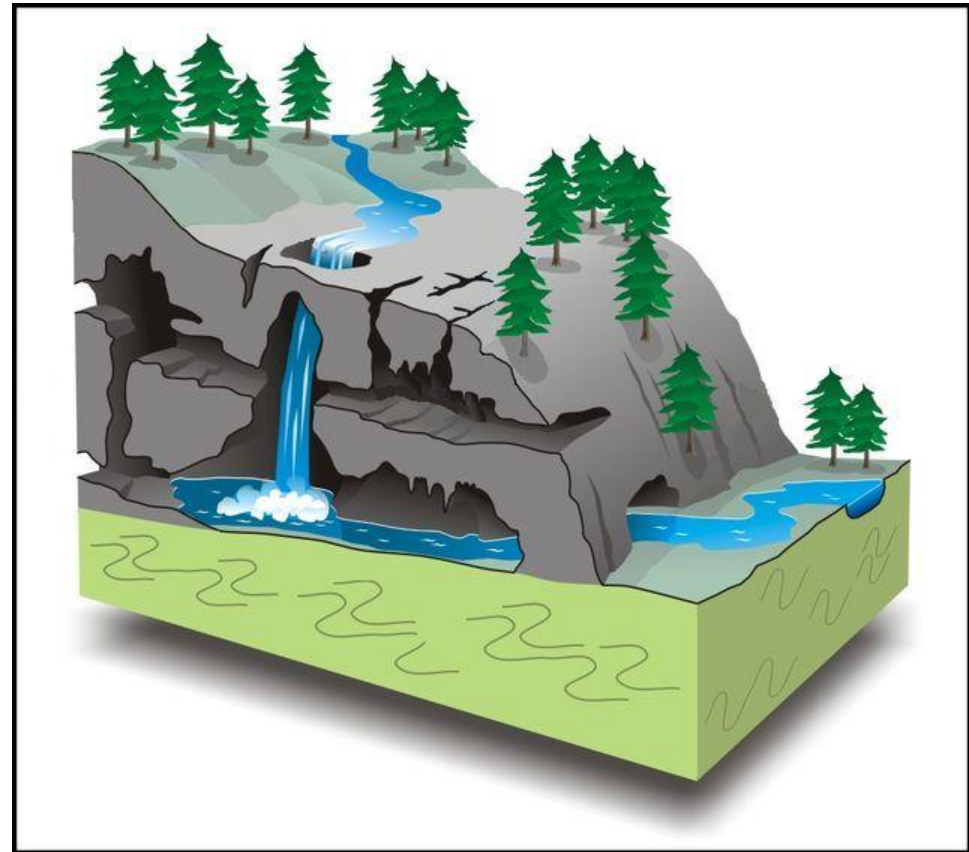
Крашка врела

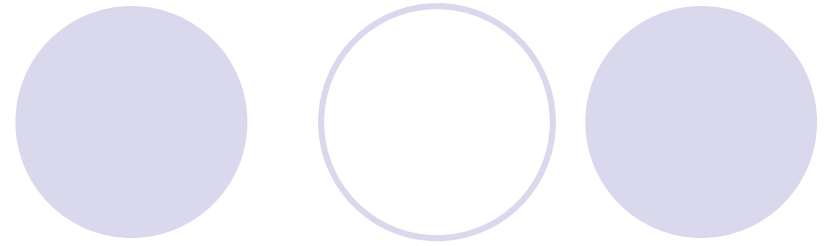
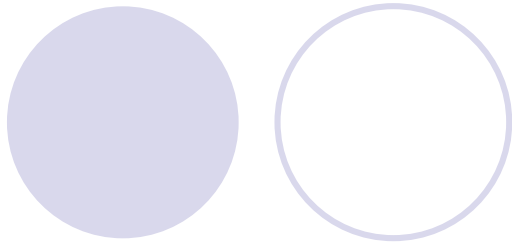
- Кречњаци су једнородне стијене јер се састоје од минерала калцита који може бити заступљен и са 99 %
- Минерал калцита је растворљив у води (поготово оној која садржи угљену, хумусну и друге киселине) због чега је и подложен растварању
- Растворени калцијум воде носе у мора и океане и тамо га таложе
- Кречњачке стијене су крте, лако ломљиве и често пуцају, због чега се одликују великом густином различитих типова пукотина





- Крашки терени се одликују посебном расподелом подземних вода и њиховим специфичним кретањем
- У њима се не образује издан фреатског (нормалног) типа већ се воде крећу (слободно или под притиском) пукотинама и пећинским каналима
- На тај начин воде образују подземне токове који избијају на површину у различитим видовима





Заједничке одлике крашких врела су:

1. велика издашност,
2. изразито колебање издашности,
3. велика тврдоћа воде.

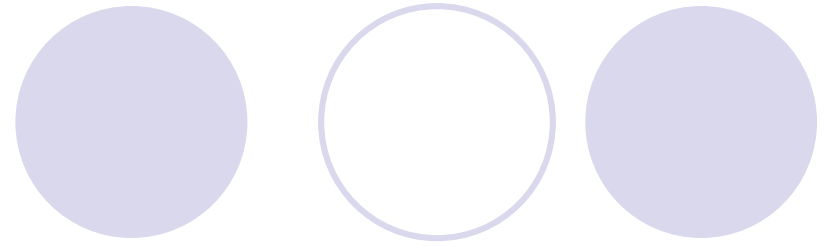
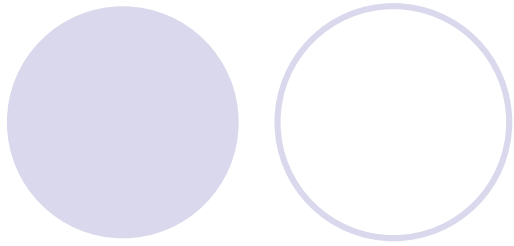


Нека јака врела избијају из отворених пећина (крај подземног и почетак површинског тока). Имају често велику издашност (чак и преко $100 \text{ m}^3/\text{s}$, врело Воклиз $25 \text{ m}^3/\text{s}$) али са знатним колебањима.

Основни начини уређења извора

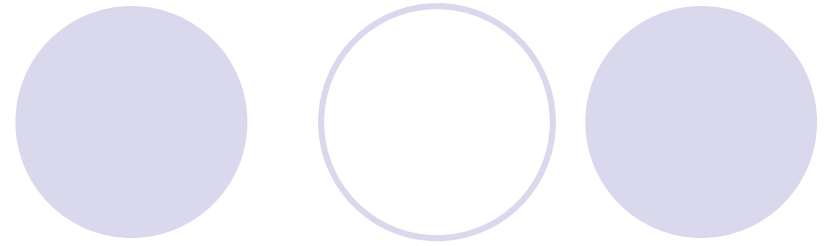
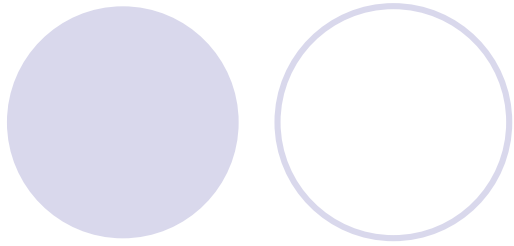
Извори у брдско-планинским подручјима се најчешће налазе на вододрживој геолошкој подлози, гравитационог су типа, релативно мале издашности, углавном стални, због чега представљају важан ресурс и дио животне средине који је неопходно заштитити и уредити у циљу добијања новог квалитета шумских подручја





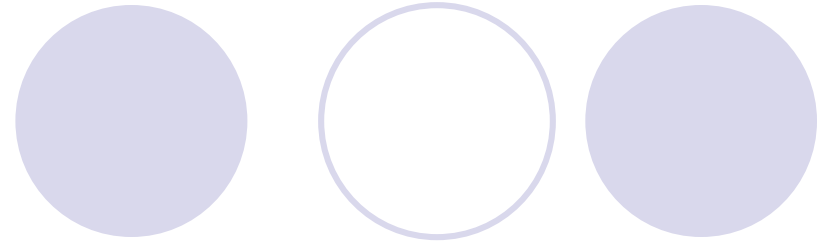
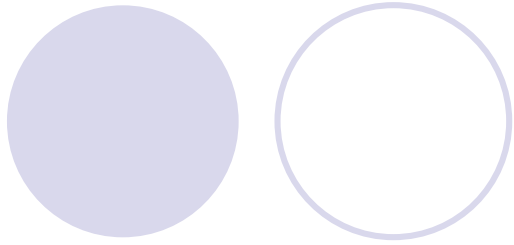
- Извори се каптирају да би се вода из њих могла користити, односно скупити на једно мјесто и заштитити од загађења
- Каптирање извора зависи од начина истицања воде:
 - а) на једној тачки гдје је истицање на уско лоцираном простору (пукотина у стијени)
 - б) ширем простору када се извор јавља као дифузни





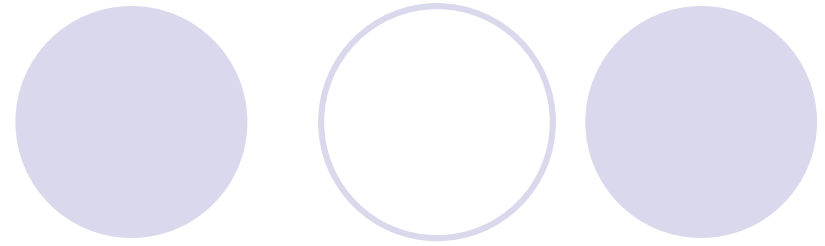
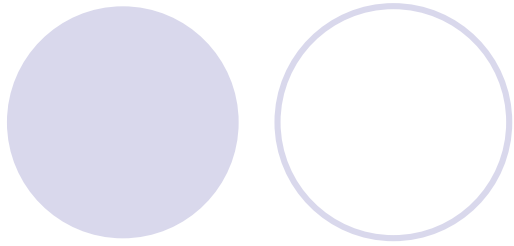
- Прихватање воде треба да буде обавезно на nižем нивоу од мјеста извирања, што се постиже на два начина:
 1. Каптажни зид – кроз њега се поставља одводна цијев чији се улаз штити каменом и шљунком у филтерском слоју (ниво цијеви одређује висину успора у каптажи)
 2. Каптажна грађевина (базен) – служи за акумулацију дотока, обезбјеђује се посебним поклопцем који омогућава контролу и чишћење базена и уграђује изливна цијев





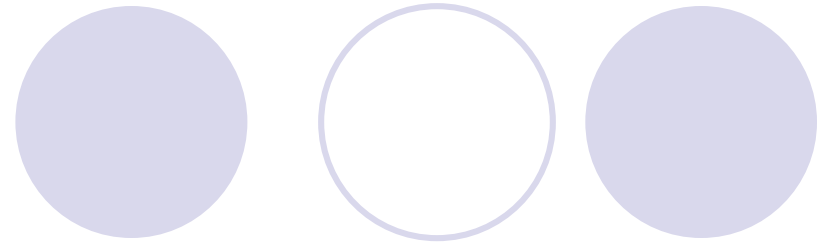
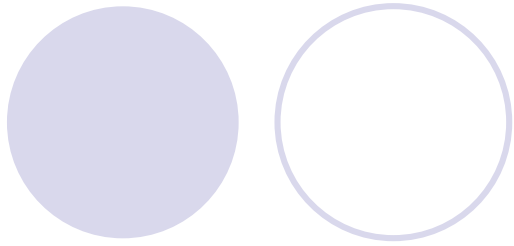
- Каптажна грађевина код гравитационих извора изводи се на два начина:
 - Једноставан начин када се каптажа гради као обичан резервоар од природног материјала (камен, шљунак, пијесак, глина, дрво и сл.)
 - Савремен, од бетона, који је сложенији и ефикаснији





- Заједничко код оба начина каптирања је:
 - Обезбјеђење неометаног истицања воде
 - Изградња каптажне грађевине
 - Обезбјеђење неометаног отицања
- Неометано истицање воде из пукотине односно водоносног слоја остварује се његовим засјецањем, чишћењем и постављањем филтера или дрена од камена и шљунка, који спречава обрушавање слоја



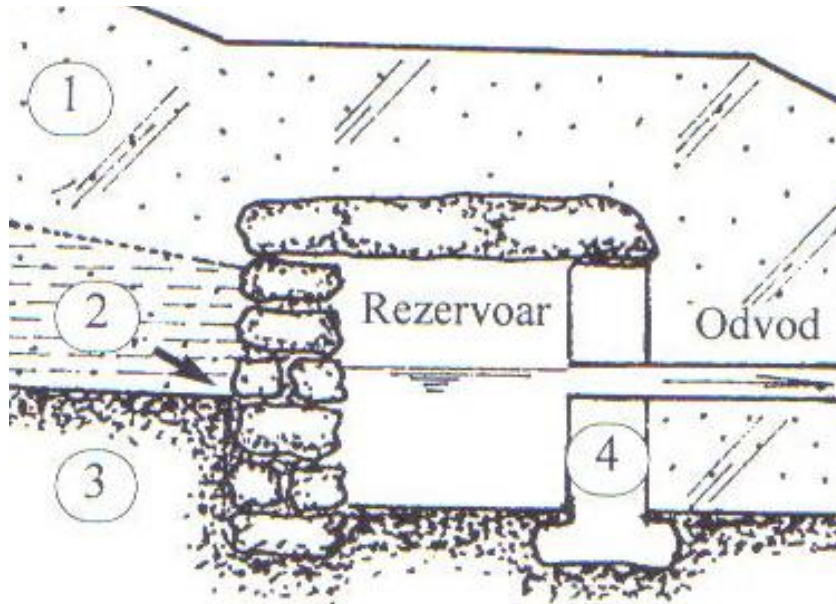


- Каптажна грађевина се ослања на стијенски масив из кога извире вода, тако да је ниво успора воде који се остварује у њој испод нивоа извирања, што се регулише сигурносним зазором и правилно димензионисаним евакуационим органима
- Каптажне грађевине је неопходно снабдјети вентилационим отвором који омогућава аерацију воде и искључује стварање вакуума у тим објектима

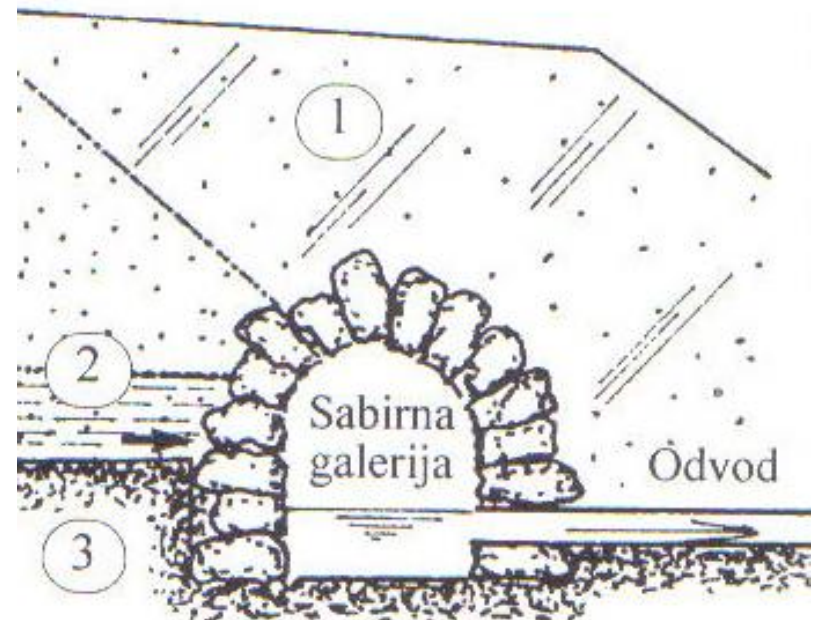


Једноставне каптаже

- Раде се од камена са лица мјеста, и то спољашни зид и свод каптаже (базен или галерија), док се непропустност за спољне воде и неконтролисано истицање остварује глиновитим материјалом
- Исти прозор базена има функцију таложника и раздјелне коморе, јер из њега цијев (са мрежицом) одводи воду а висина њеног положаја изнад дна одређује капацитет таложника.



Koncentrisan izvor



Rasut izvor

1-глина

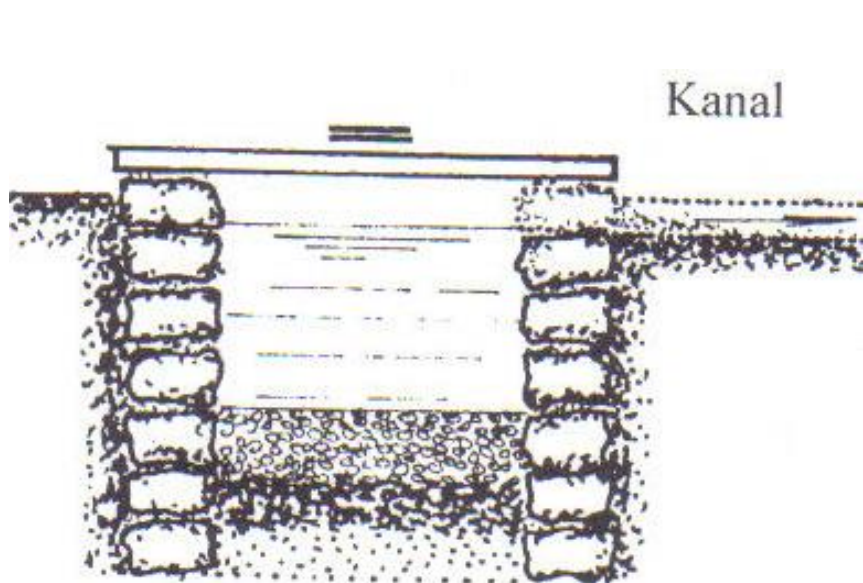
2-водопропусни слој

Подземне воде

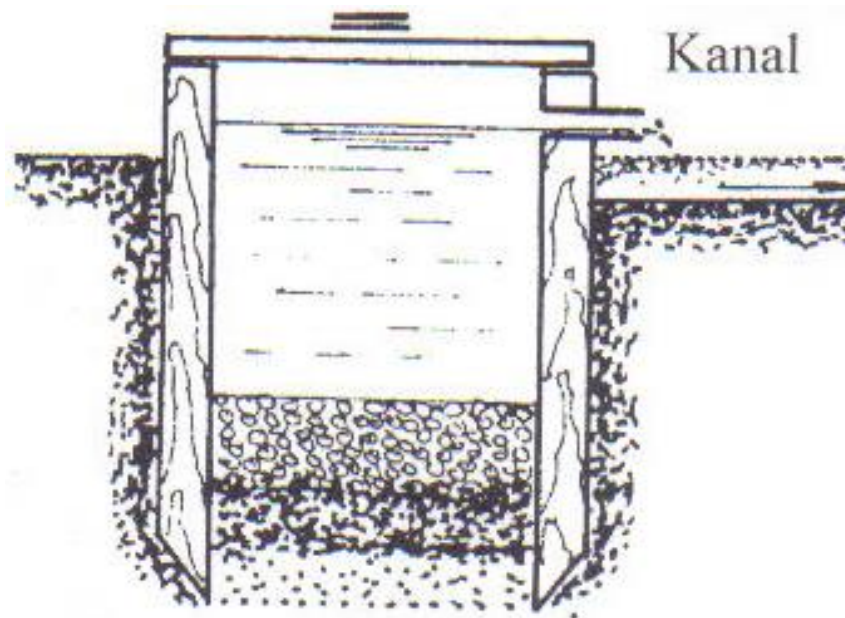
3-водонепропусни слој

4-непропусни зид

- Поред гравитационих, могу се на једноставан начин уредити и сифонски извори код којих вода излази узлазно (асцедентно), разлива се и замочварује терен
- У ту сврху мјесто извирања воде се очисти и издуби, озида каменом на суво, на дно се постави филтерски слој од пијеска и шљунка кроз који извире вода и излива се на површину тла одакле се одводи плитким каналом.



↑ ↑ ↑
Kladenac sa suvozidom



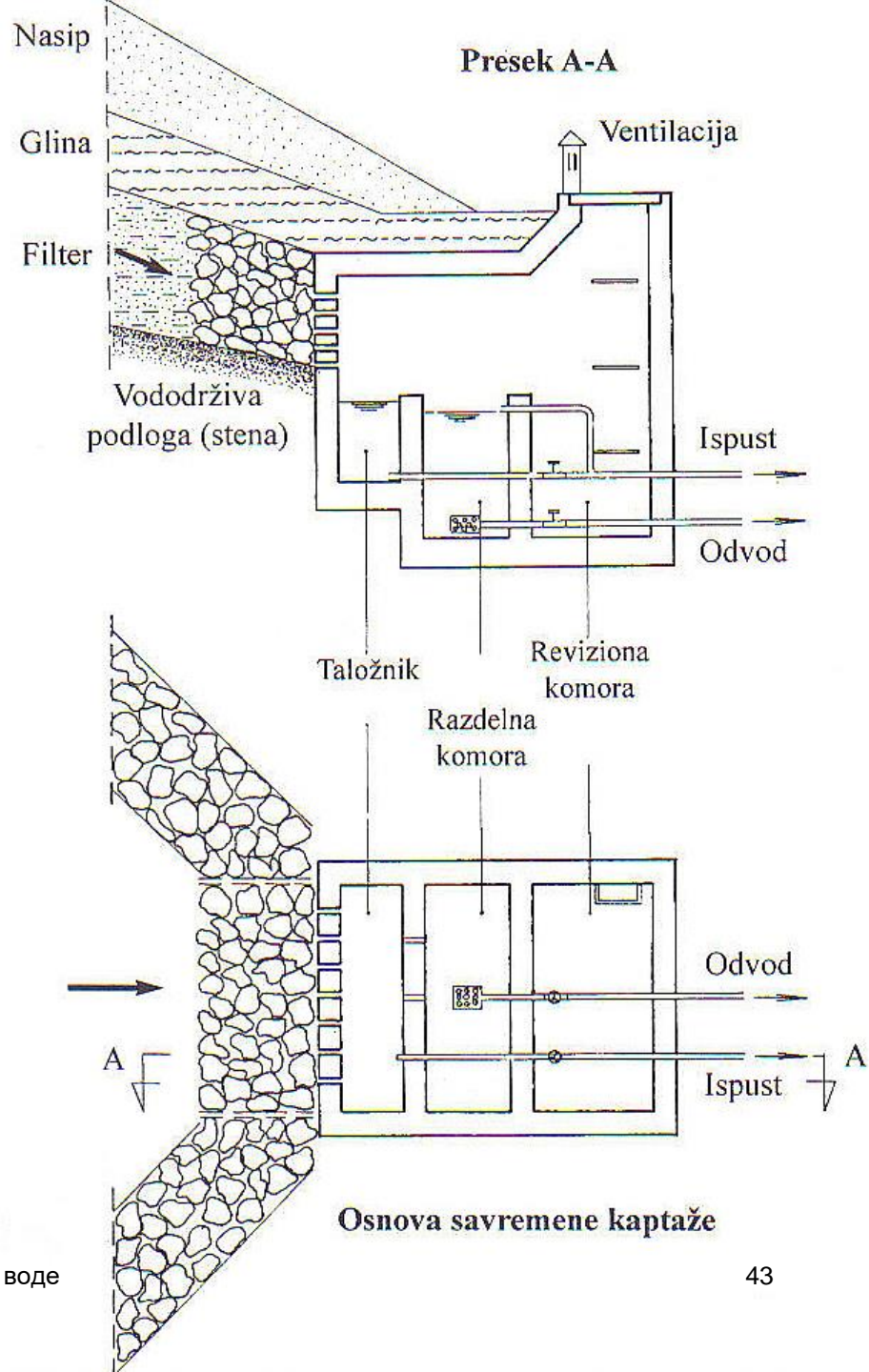
Подземне воде

↑ ↑ ↑
Kladenac sa stublinom

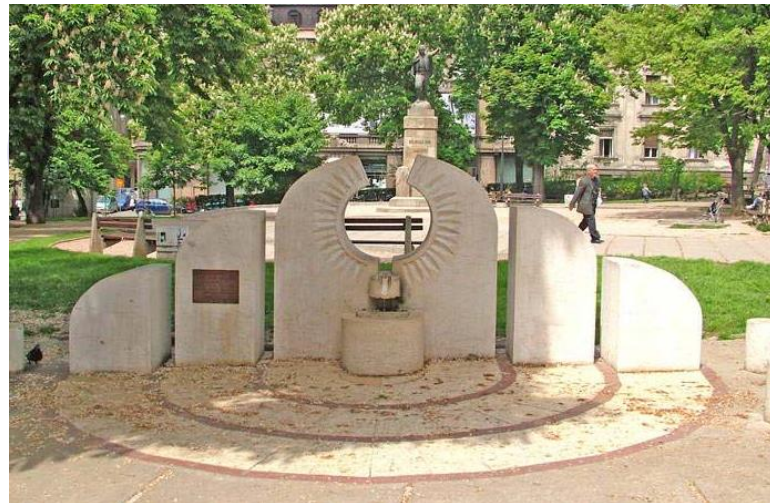
Савремена каптажа

- Гради се од бетона (најчешће армираног). Садржи:
 1. Филтерску облогу
 2. Таложник
 3. Раздјелну комору
 4. Ревизионо окно
 5. Водоводну арматуру (цијеве за одвод, испуст, прелив и др.)
 6. Вентилационе отворе или канале
- Ова грађевина се укопава у земљу, осим поклопца улаза у ревизиони шахт који се маскира на адекватан начин

Подземне воде



- савремено уређење гравитационих извора обухвата поред израде каптажне грађевине и изградњу чесме и уређење простора око чесме, објекта из кога вода слободно отиче.



- чесма мора бити такав објекат да се уклапа у амбијент извора, а служи за прихватање воде из извора и њену дистрибуцију у уређеном простору



чесма се састоји од:

1. портала
2. прихватне коморе
3. изливне цијеви
4. сливника
5. одвода



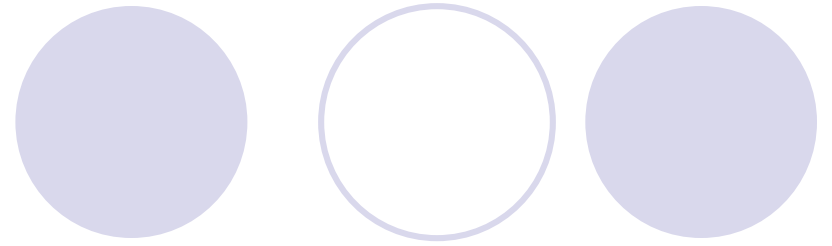
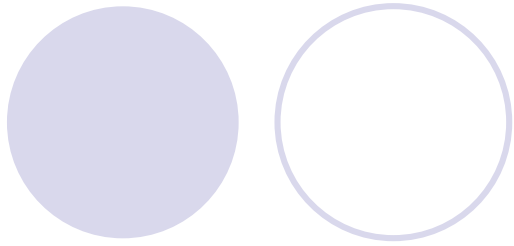
Подземне воде



- Уређење простора око чесме представља такође значајан захват као и каптирање и изградња чесме
- Непосредна околина чесме се поплоча природним каменом, а на погодном мјесту се поставе клупе за одмор.



- Испод чесме, на удаљености од 20-30 м може се уредити појилиште за стоку и дивље животиње, које се снабдјева водом која отиче из чесме
- Изградња чесме и уређење простора садњом одговарајућих врста дрвећа и жбуња не смије нарушити амбијент локалитета на коме се осмишљава простор за одмор и предах



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

