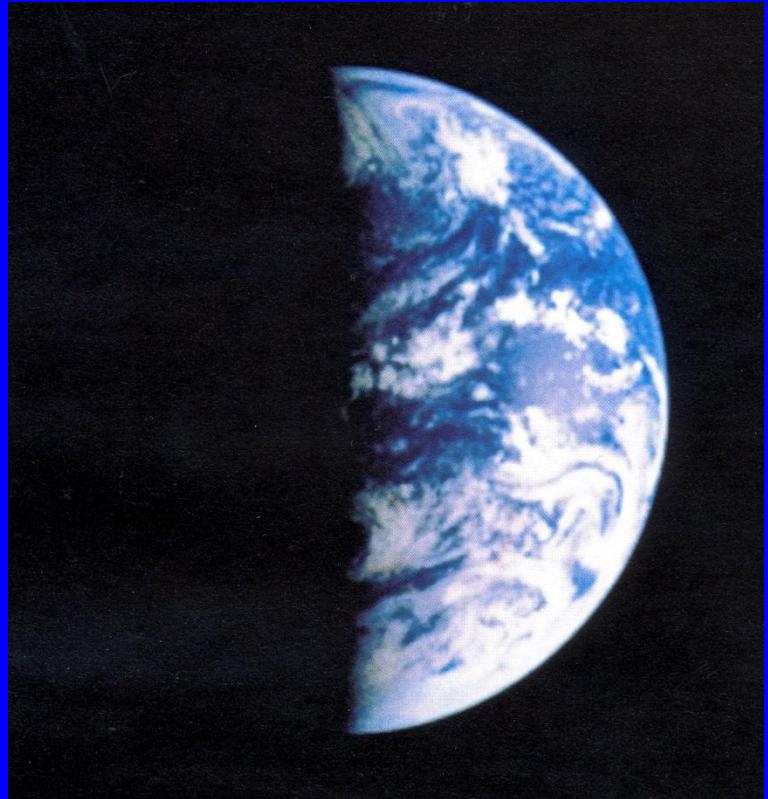


Petrologija s geologijom

II. dio

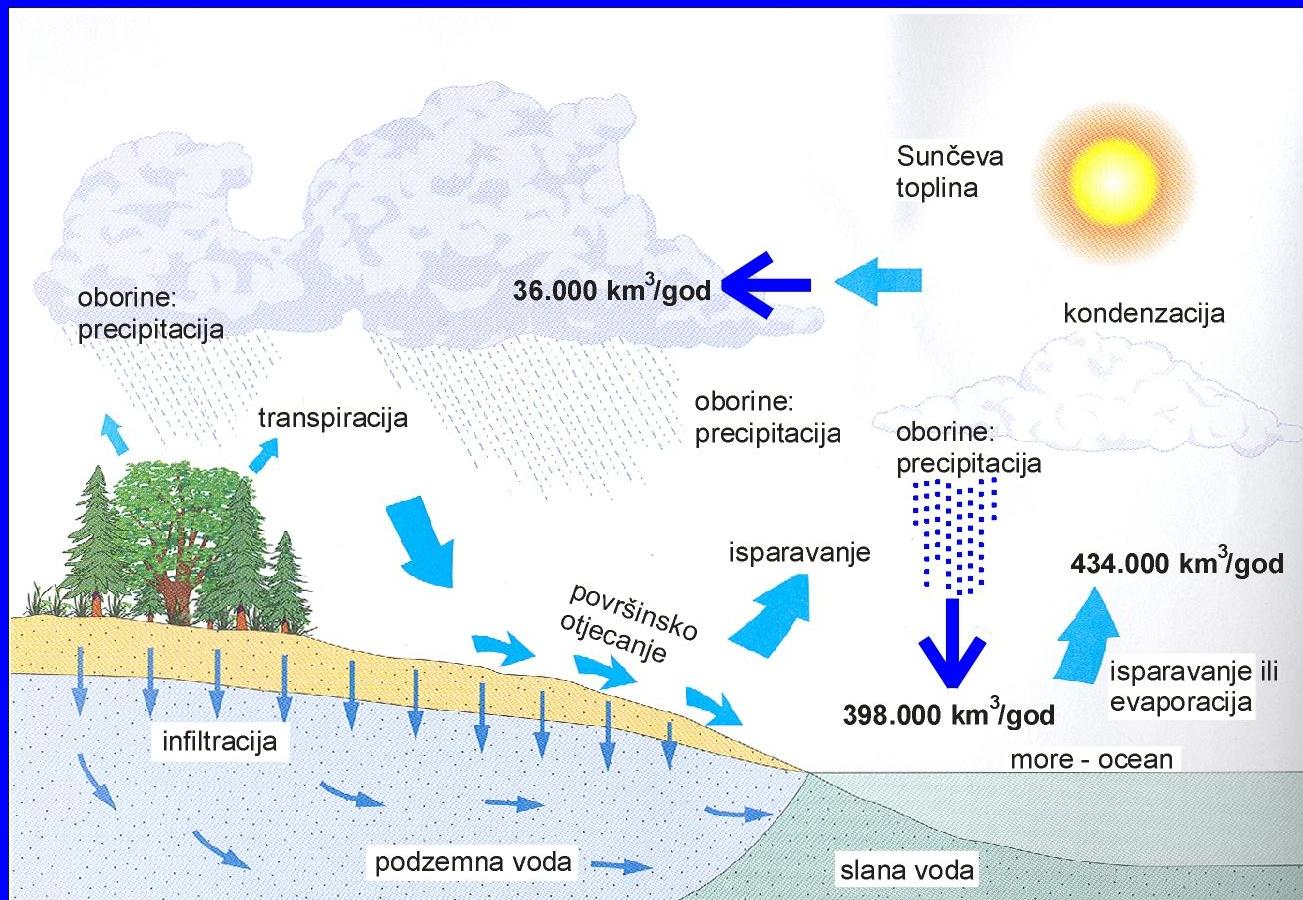
Površinska i podzemna voda
(2. dio)

Dunja Aljinović & Bruno Tomljenović



3. Podzemne vode

Od ukupne količine **SLATKE VODE** na Zemlji
30% se nalazi u podzemlju kamo dolazi infiltracijom ili
gravitacijskim procjeđivanjem s površine

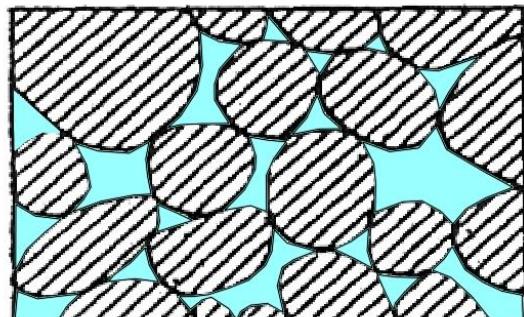


Podzemna voda = voda koja se nalazi ispod površine Zemlje unutar šupljina i pora u tlu i u stijenama

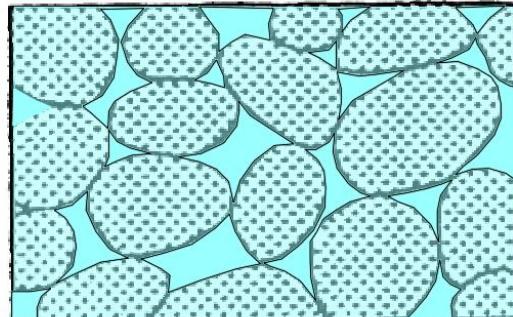
- često je glavni ekonomski resurs, osobito u sušnim (aridnim) područjima gdje u pravilu nedostaje
- u многим gradovima i naseljima velike količine vode dobivaju se iz bušenih bunara ili zdenaca. Čak i u velikim gradovima smještenim na rijekama, voda se najčešće crpi iz podzemlja, jer je uglavnom manje zagađena, pa je i isplativija od one iz riječnih tokova.

U stijenama koje obilježava primarna, međuzrnska poroznost voda ispunjava pore među zrnima, ponekad i unutar zrna (npr. kod klastičnih sedimentnih stijena).

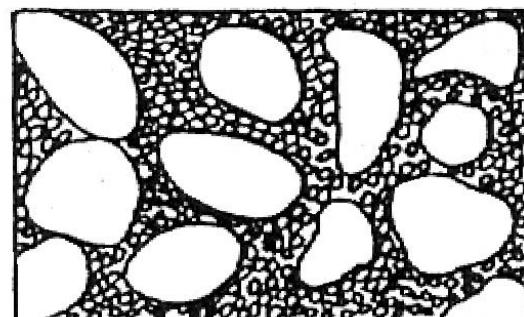
Shematski prikaz osnovnih tipova poroznosti
(prema Freeze & Chery, 1979)



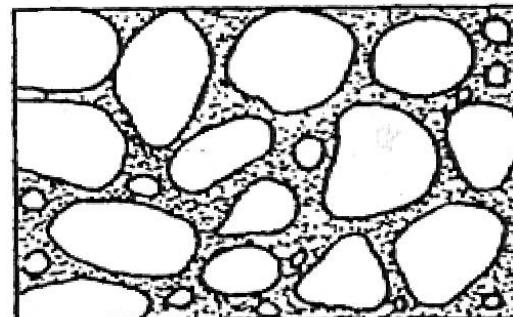
(a)



(c)



(b)



(d)

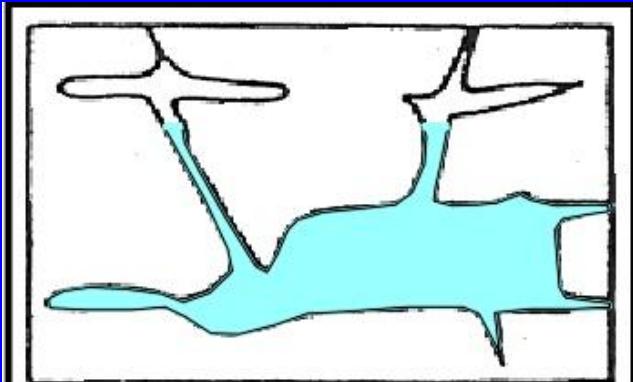
a) poroznost dobro sortiranog sedimenta

b) poroznost slabo sortiranog sedimenta

c) poroznost dobro sortiranog sedimenta s poroznim valuticama

d) poroznost dobro sortiranog sedimenta s vezivom među zrnima

U stijenama koje obilježava sekundarna, pukotinska poroznost voda ispunjava prostor među stijenkama pukotina (npr. u vapnencima, dolomitima, magmatskim i metamorfnim stijenama).

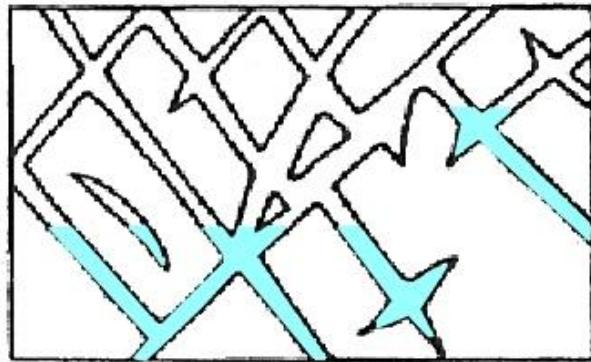


(e)

Shematski prikaz osnovnih tipova poroznosti
(prema Freeze & Chery, 1979)

e) pukotinsko-disolucijska
poroznost

f) pukotinska poroznost



(f)

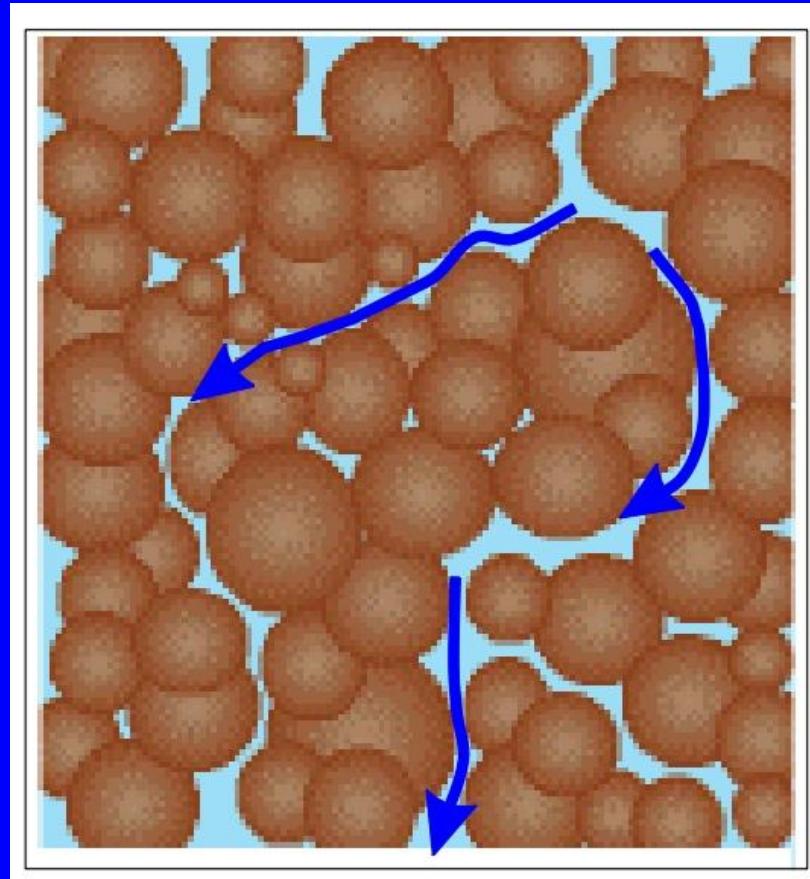
Poroznost (šupljikavost) stijene (n):
predstavlja omjer volumena pora u stijeni
prema ukupnom volumenu stijene.

$$n (\%) = \frac{V_p}{V_s}$$

Tlo, poluvezane i nevezane stijene	Tip poroznosti	Iznos n (%)	Čvrste stijene	Tip poroznosti	Iznos n (%)
tresetno tlo	primarna	60 do 80	pješčenjak	primarna	5 do 30
humus	primarna	50 do 60	glineni škriljevac	primarna	0 do 10
glina	primarna	35 do 70	kompaktni vapnenac	primarna	1 do 10
prah	primarna	34 do 61	kompaktne kristalinske stijene	primarna	0 do 5
pijesak (jednolični)	primarna	26 do 50	okršeni vapnenac	primarna + sekundarna	5 do 50
pijesak (miješani)	primarna	25 do 53	izlomljeni bazalt	primarna + sekundarna	0 do 50
šljunak s pjeskom	primarna	16 do 35	izlomljene kristalinske stijene	primarna + sekundarna	0 do 10
šljunak	primarna	24 do 40			

Tipovi i vrijednosti poroznosti u najčešćim vrstama stijena (iz Mayer, 2004)

Propusnost stijene: mogućnost protjecanja vode kroz stijenu bez narušavanje njene strukture.



Obzirom na propusnost razlikuju se:

1. **Vodopropusne stijene**: stijene koje brzo primaju i otpuštaju vodu te omogućuju protjecanje mjerljivih količina vode u određenom vremenu (npr. **šljunak**, **pjesak**, raspucane karbonatne, magmatske i metamorfne stijene).
2. **Polupropusne stijene**: stijene koje primaju, ali teško i sporo otpuštaju vodu (npr. sitnozrnasti pjesak, **prah**, **zaglinjeni šljunak** i pjesak, slabo razlomljeni karbonati, magmatske i metamorfne stijene).
3. **Vodonepropusne stijene**: stijene koje sporo primaju vodu i praktički je ne otpuštaju (npr. **gline**, **lapori**, kompaktne sed., mag. & met. stijene)

Dakle, vrlo je važno razlikovati porozitet i propusnost stijena. Stijena koja sadržava veliku količinu vode jest **POROZNA**, a stijena koja lagano otpušta vodu je **PROPUSNA**.

SEDIMENT	POROZNOST (%)	PROPUSNOST
Šljunak	25 - 40	odlična
Pijesak	30 - 50	dobra do odlična
Prah	35 - 50	umjerena
Glina	35 - 80	slaba
STIJENA		
Konglomerat	10 - 30	umjerena do odlična
Pješčenjak	10 - 20	umjerena do dobra
Šejl	0 - 30	slaba do vrlo slaba
Vapnenac ili dolomit		
- kompaktni	0 - 20	slaba do dobra
- raspucali	do 50	odlična
Intruzivne magmatske st.		
- kompaktne	0 - 5	vrlo slaba
- raspucate	5 - 10	slaba
Efuzivne magmatske st.	do 50	slaba do odlična

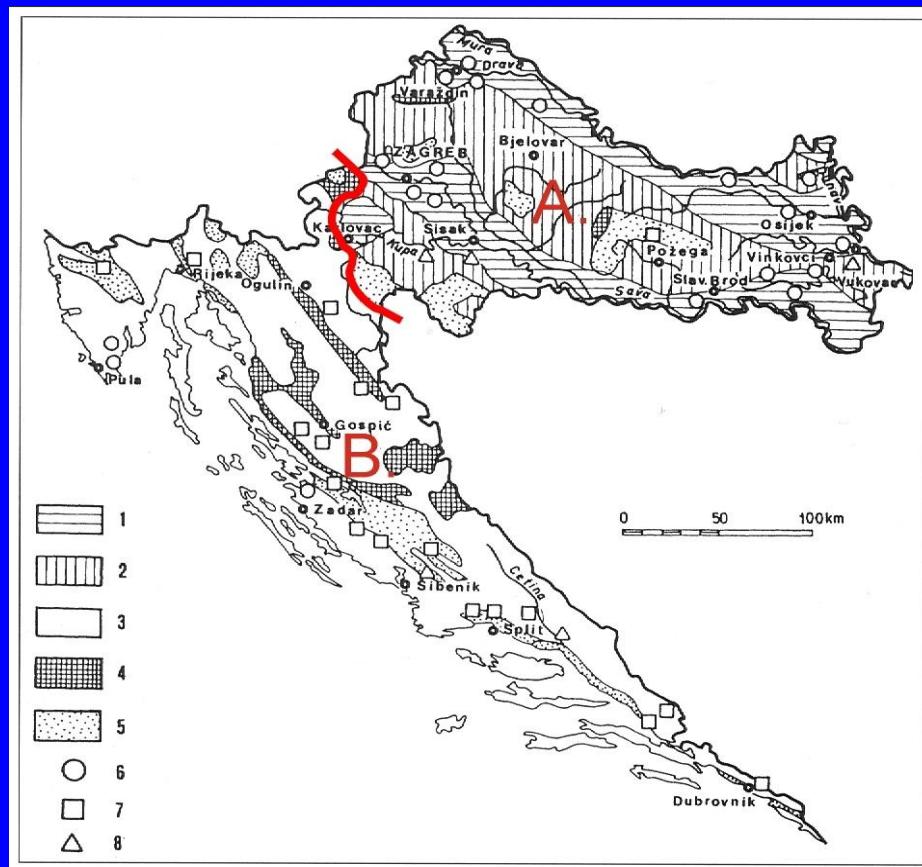
Količina i raspored podzemnih voda u Hrvatskoj uvjetovani su:

- geološkom građom
- klimatskim i hidrološkim uvjetima (količina oborina)
- hidrogeološkim značajkama pojedinih područja (npr. zastupljenost i odnos poroznih, propusnih i nepropusnih stijena)

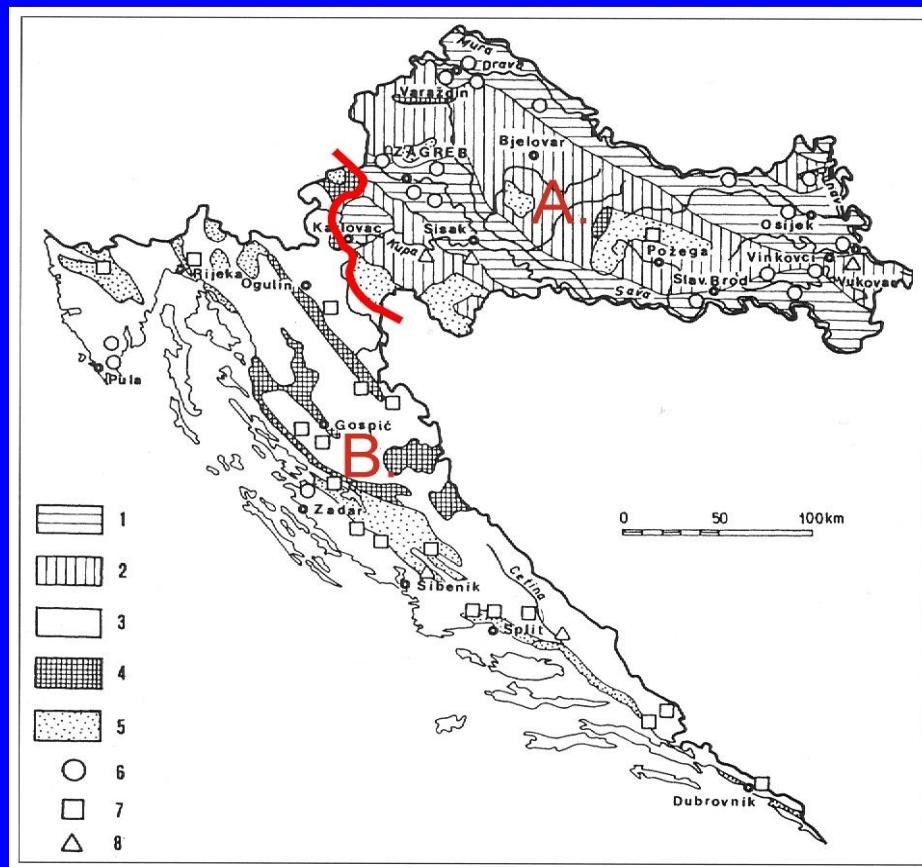
Prema geološkoj građi i hidrogeološkim značajkama područje RH može se podijeliti u **dva potpuno različita dijela**:

A. Područje **sjeverne Hrvatske** koje je pretežito izgrađeno od **klastičnih sedimentnih stijena**:

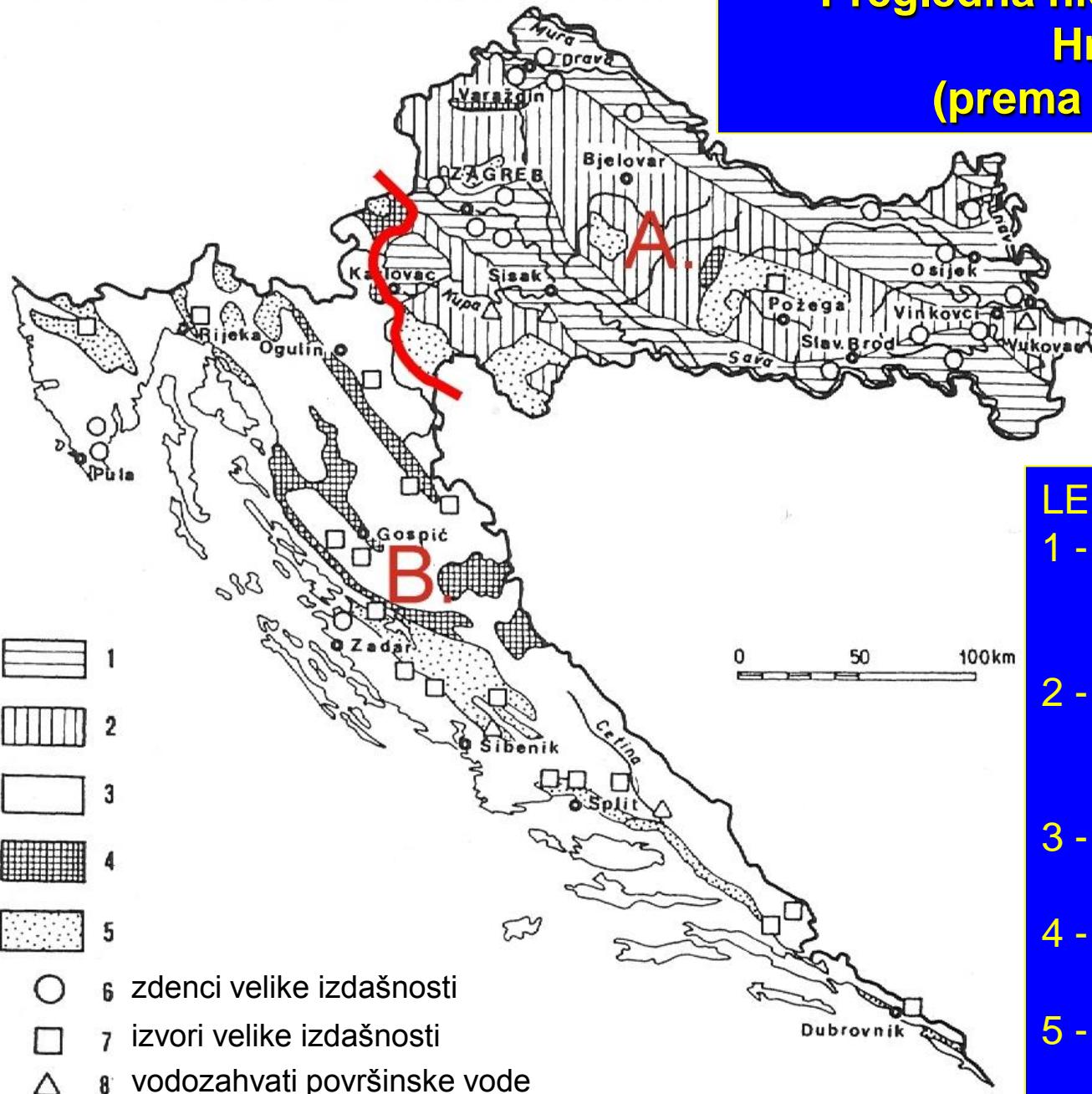
- na hidrodinamiku podzemne vode najjači utjecaj imaju **međuzrnska poroznost i raspored propusnih i nepropusnih naslaga**



B. Područje jugozapadne i južne Hrvatske - hrvatski krš koje je pretežito izgrađeno od karbonatnih stijena (vapnenaca i dolomita): na hidrodinamiku podzemne vode najjači utjecaj imaju **pukotinska i dissolucijska poroznost**, gustoća, raspored i međusobna povezanost pukotina



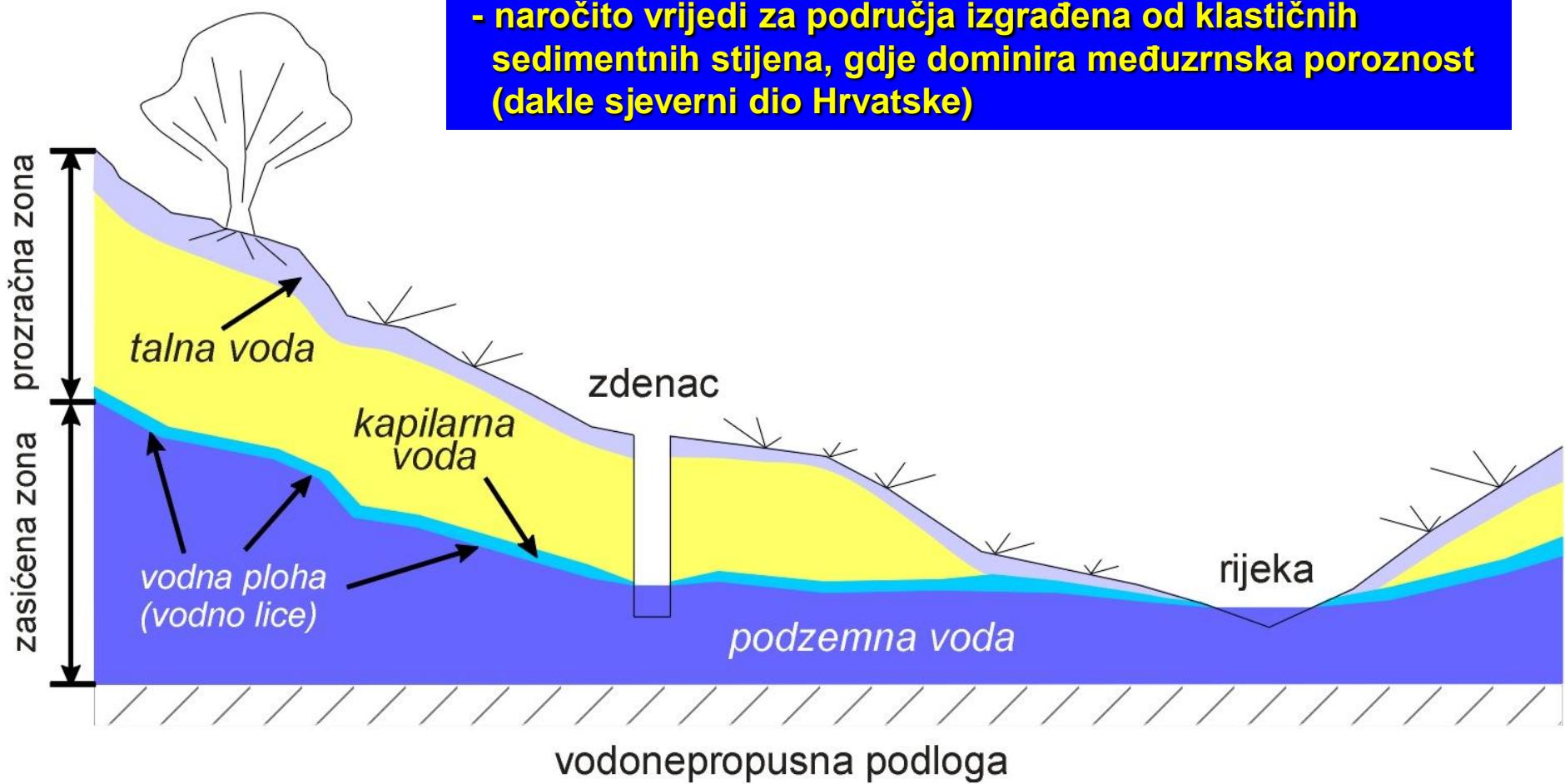
Pregledna hidrogeološka karta Hrvatske (prema Mayer, 1996)



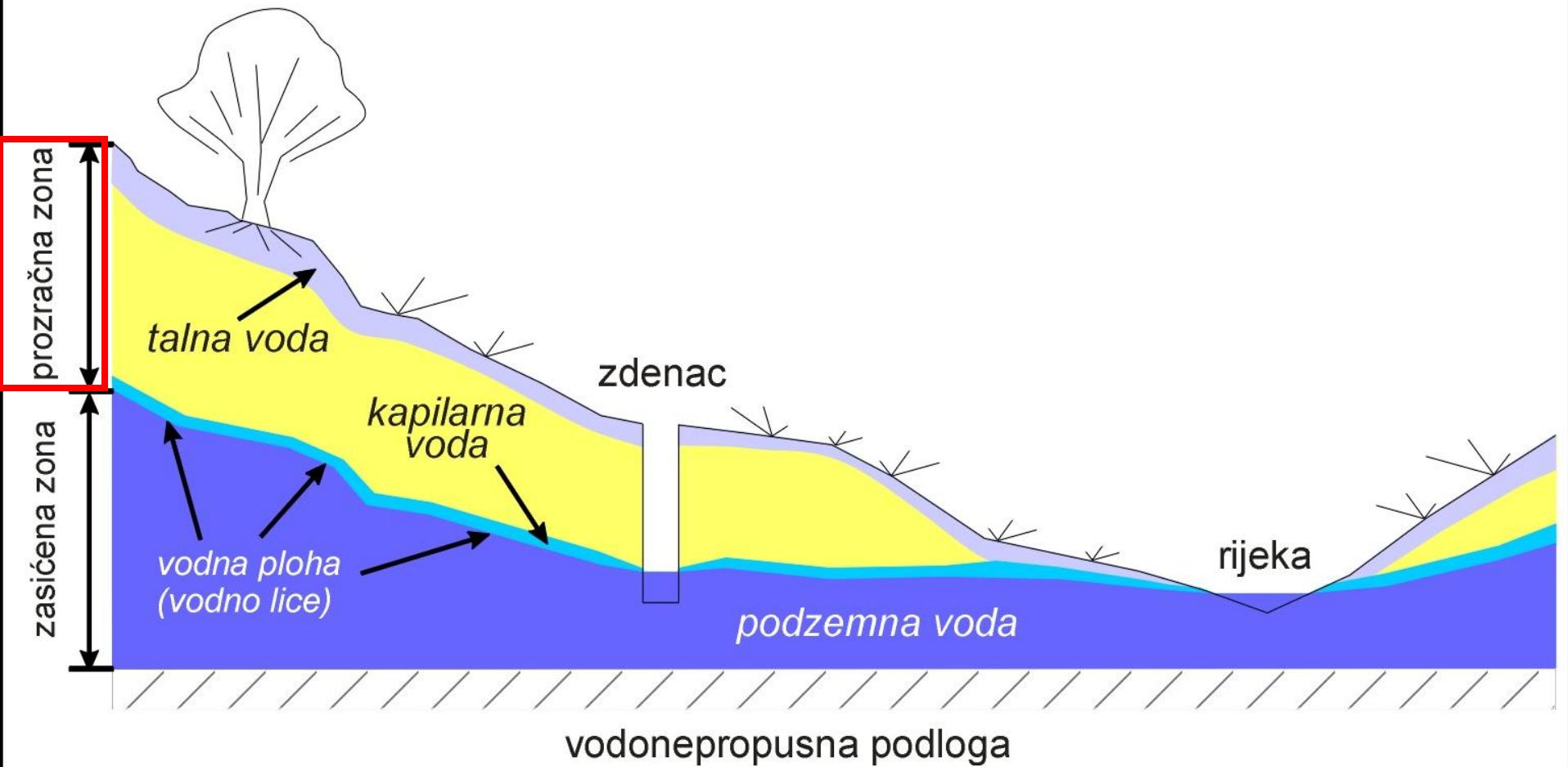
LEGENDA:

- 1 - aluvijalne naslage (šljunci i pijesci), visoko produktivni vodonosnici;
- 2 - zaglinjene naslage, srednje do nisko produktivni vodonosnici;
- 3 - okršeni, vrlo propusni vapnenci i dolomiti;
- 4 - slabije propusni dolomiti i vapnenci;
- 5 - kompaktne stijene, gline i laporji - nepropusni tereni

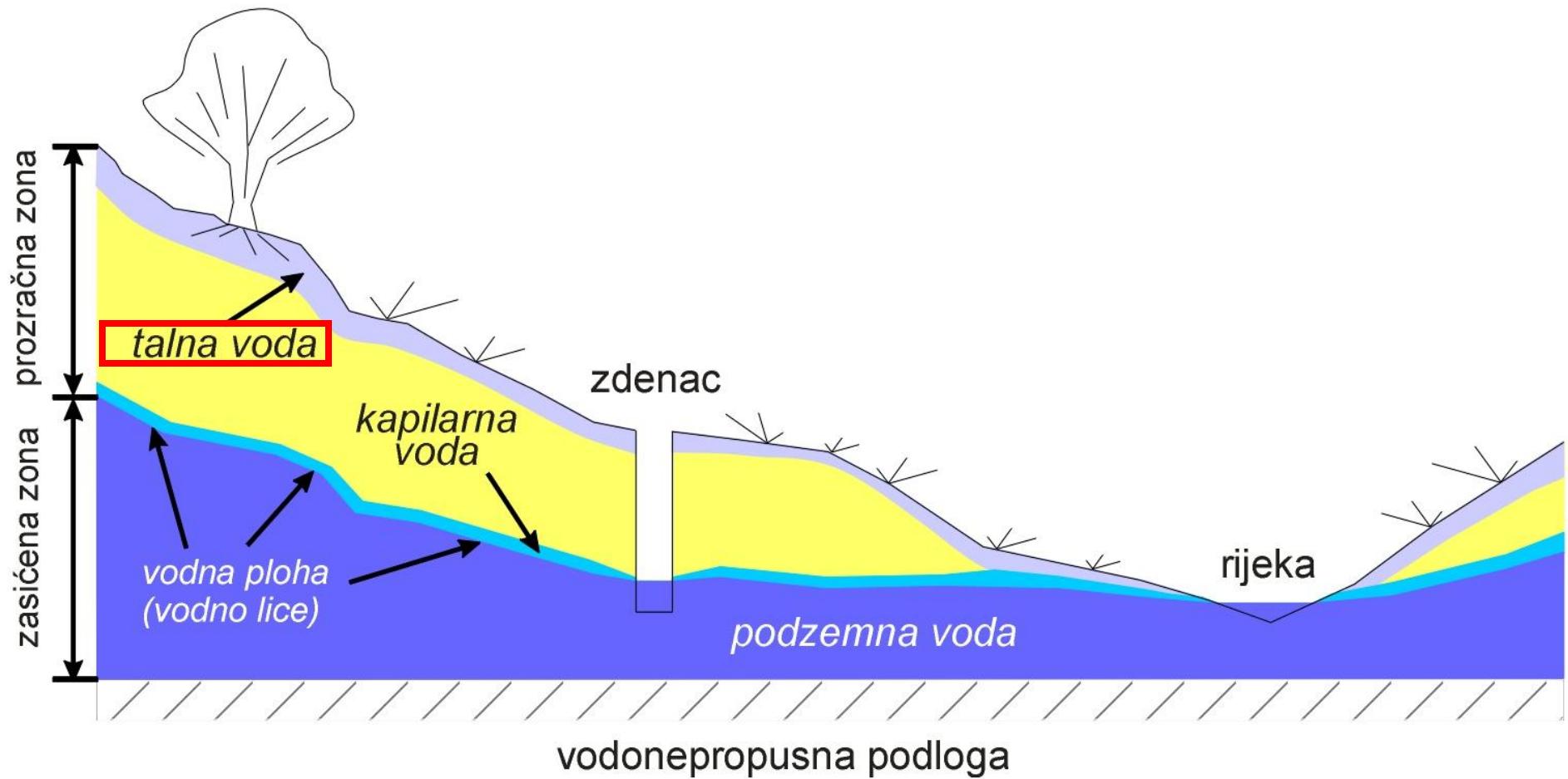
Shematski prikaz načina pojavljivanja vode u podzemlju (pojednostavljeno prema Urumović, 2003).



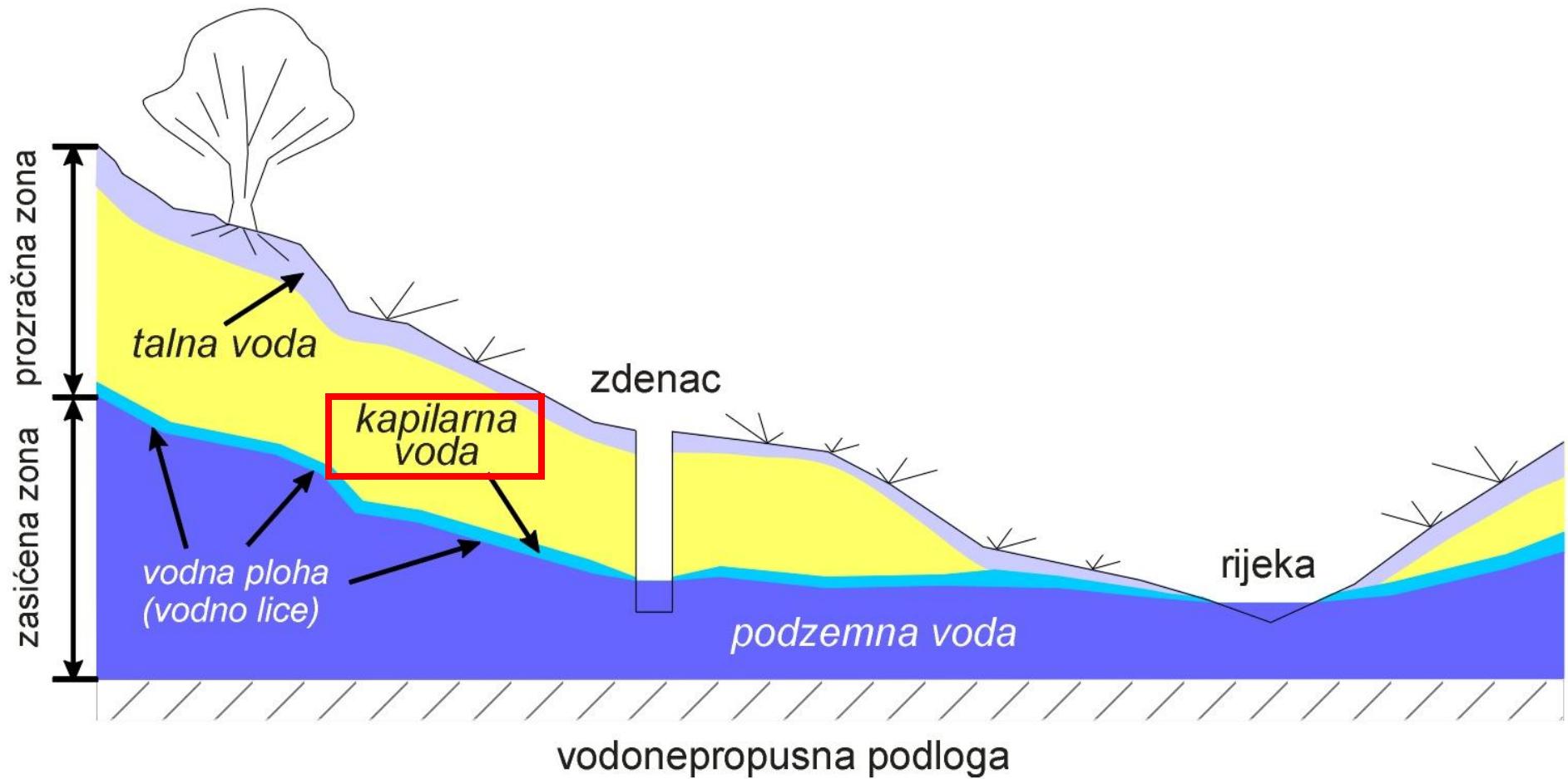
Prozračna zona ili zona aeracije je prostor ispod površine pa sve do vodne plohe. Kroz ovu zonu prolazi voda s površine koja napaja podzemnu vodu. Dio tih voda ostaje zadržan u prozračnoj zoni molekularnim i kapilarnim silama - **talna i kapilarna voda**.



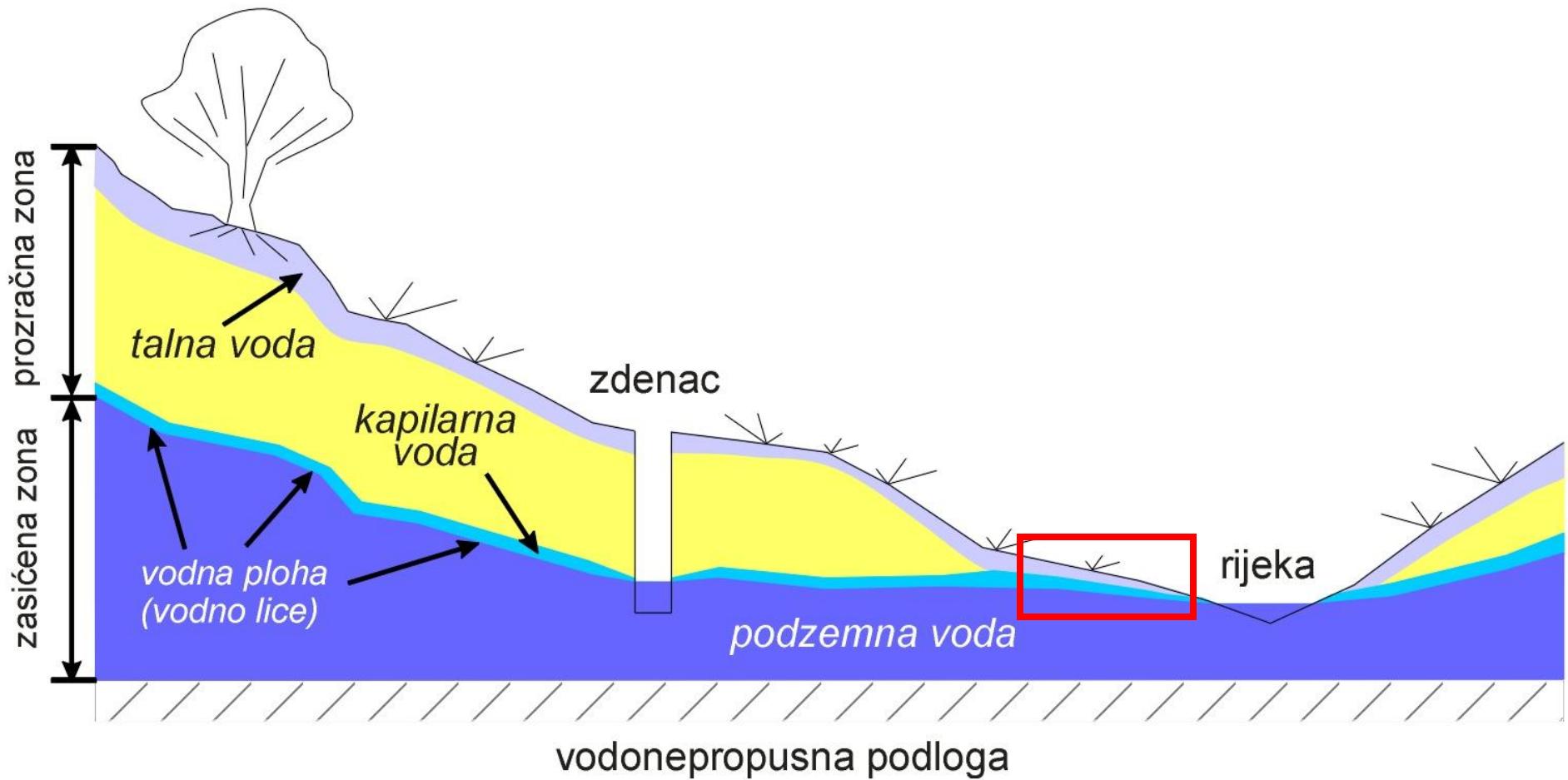
Talna voda je vлага koja se zadrži u tlu nakon gravitacijskog procjeđivanja vode s površine u podzemlje. Pojas **talne vode** obično se proteže kroz pojas korijenja biljaka.



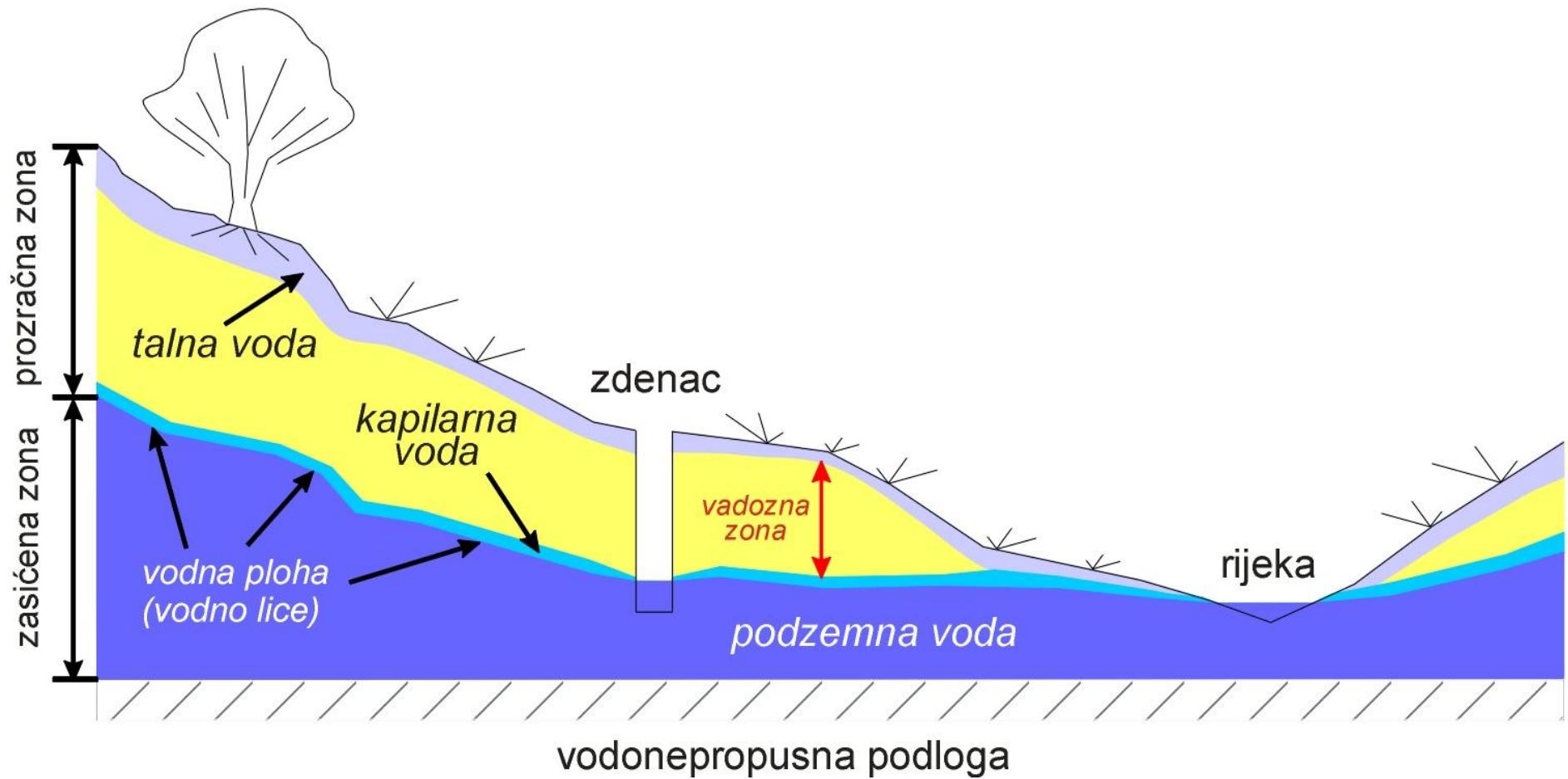
Kapilarna voda je voda u pojasu neposredno iznad vodne plohe, u kojem kapilarne sile (sile površinske napetosti) nadmašuju gravitacijske sile, pa drže vodu iznad vodne plohe. Visina kapilarnog dizanja najčešće je do 1 m, a najveće je u naslagama gline gdje doseže i do 4 m.



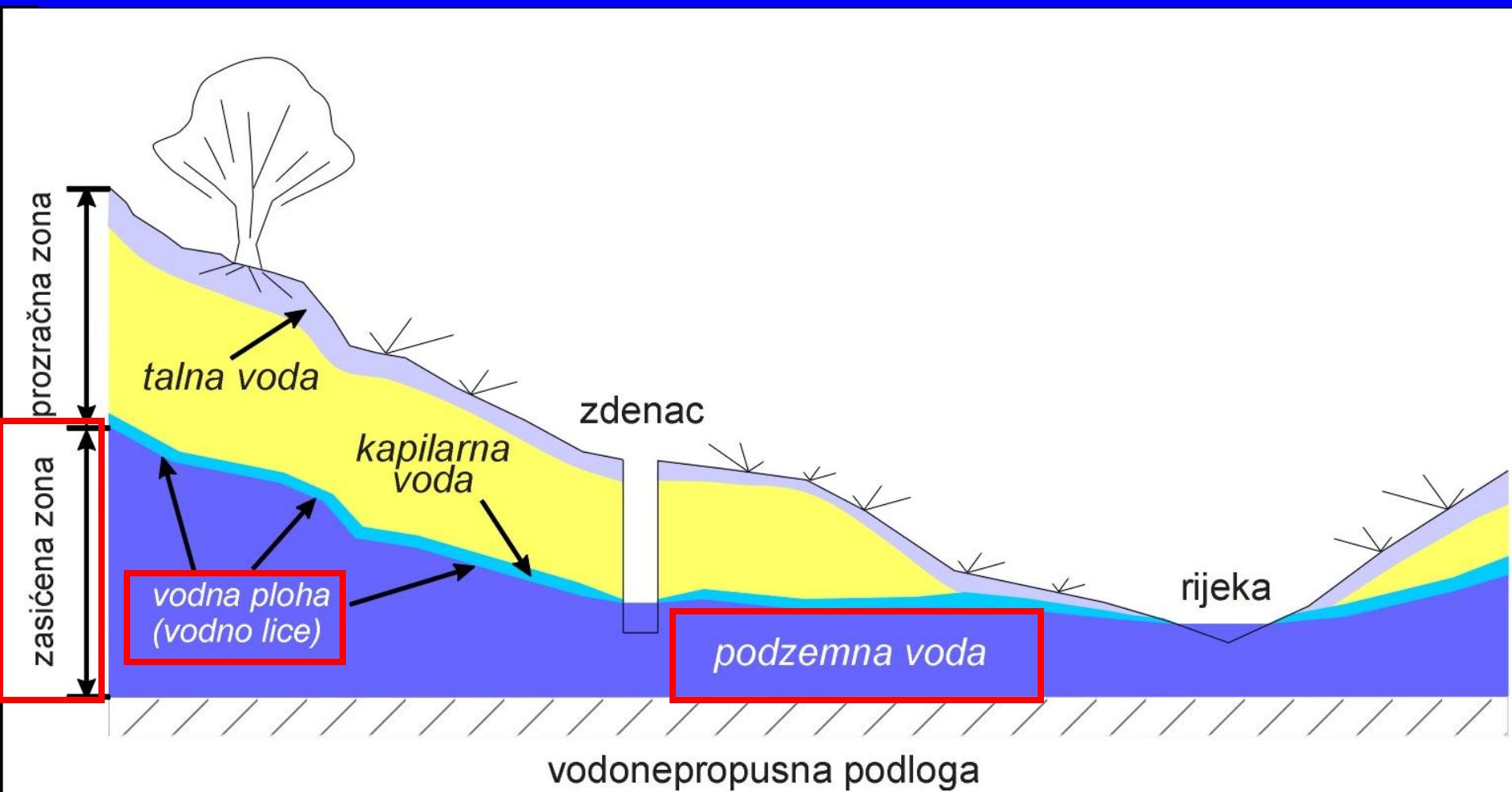
**U terenima gdje je podzemna voda plitko ispod površine
(uz potoke, rijeke i na poplavnim ravnicama u kišnom razdoblju)
talne i kapilarne vode se dodiruju i prožimaju.**



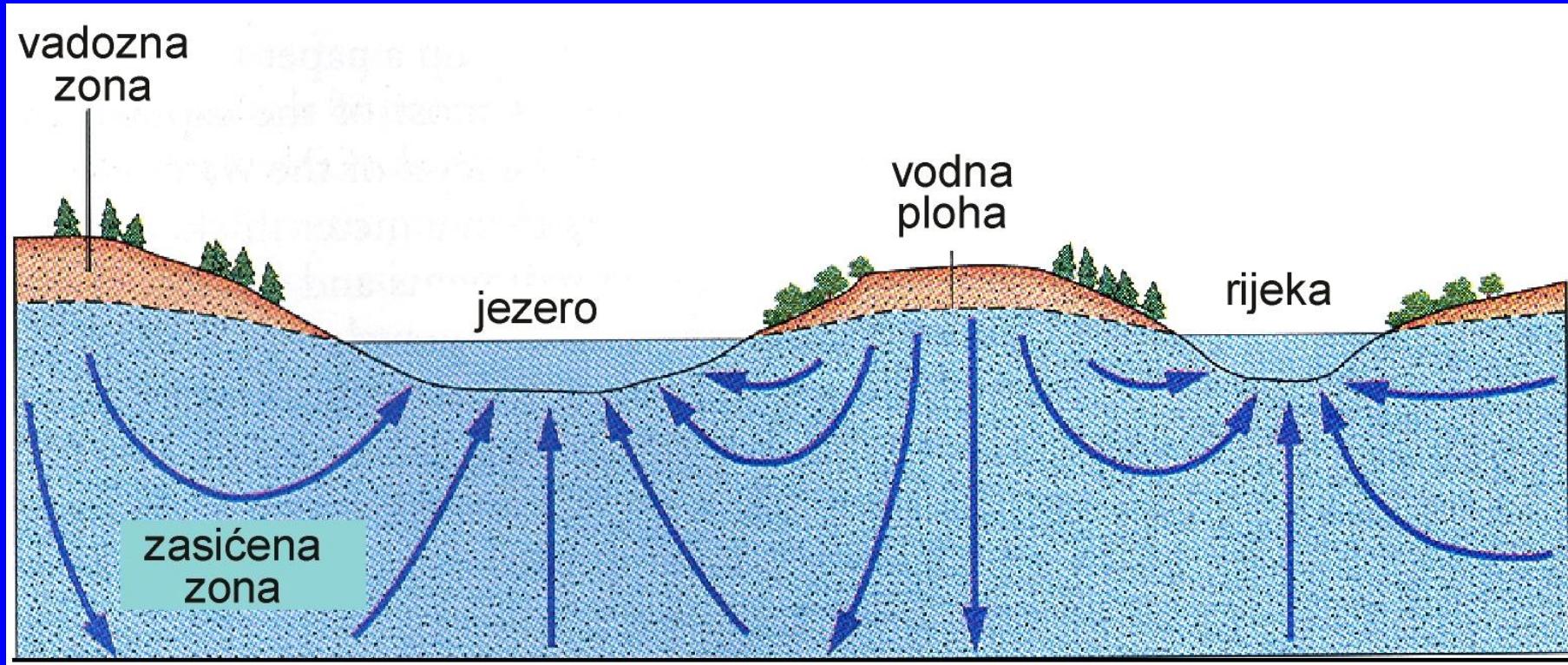
Ako je vodna ploha **toliko duboko** ispod površine da kapilarna voda ne doseže do talne vode, između njih postoji medupojas, odnosno vadozna zona, kroz koju se povremeno procjeđuje voda s površine u podzemlje.



Zasićena zona ili **zona saturacije** je zona ispod vodne plohe u kojoj su sve pore i pukotine u stijenama ispunjene vodom. Ovu vodu nazivamo **podzemna voda** ili **voda temeljnica**. Dakle, gornju granicu podzemne vode čini **vodna ploha** ili **vodno lice** = razina vode u zdencima ili bunarima.



KRETANJE PODZEMNE VODE:



U usporedbi s brzim tečenjem površinskih tokova, većina podzemne vode kreće se relativno sporo kroz pore u stijenama. S obzirom da njezino kretanje ovisi o razlici u razini vodne plohe i vodnim pritiscima, voda iz viših dijelova zasićene zone kreće se prema dolje, pri čemu prati nagib vodne plohe

KRETANJE PODZEMNE VODE:

Brzina kretanja podzemne vode ovisi o:

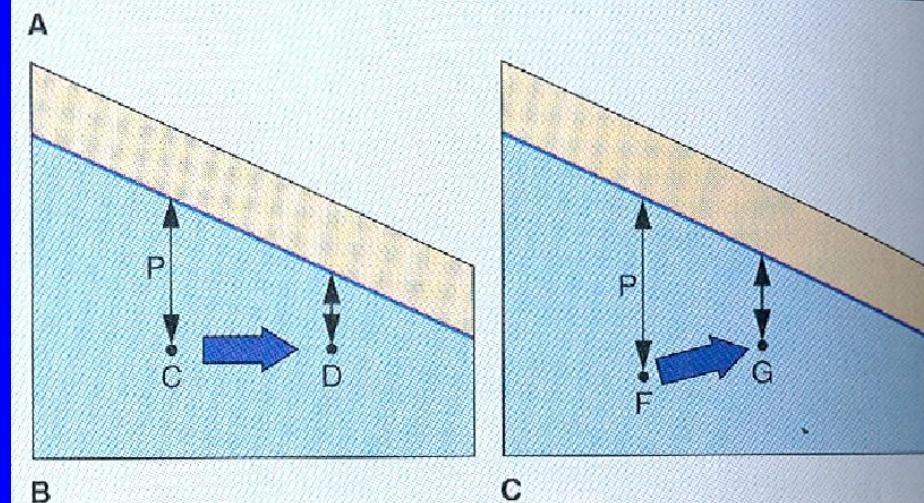
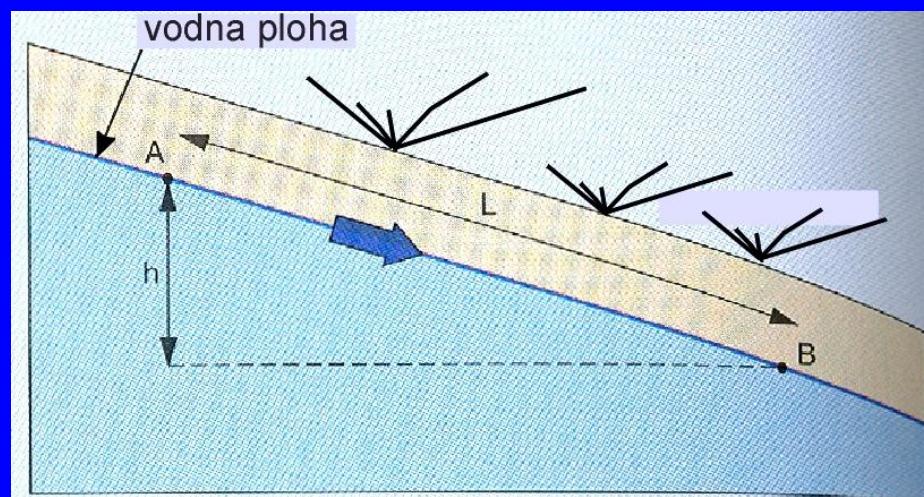
1. **nagibu vodne plohe** (strmiji nagib veća brzina);

VODNA PLOHA RAVNA = NEMA KRETANJA
PODZEMNE VODE!!!

2. **propusnosti stijene**

Primjeri kretanja podzemne vode:

- voda se kreće iz točke A u prema B zbog razlike u visini točaka;
- voda se kreće iz točke C prema D, odnosno iz F prema G zbog razlike pritisaka



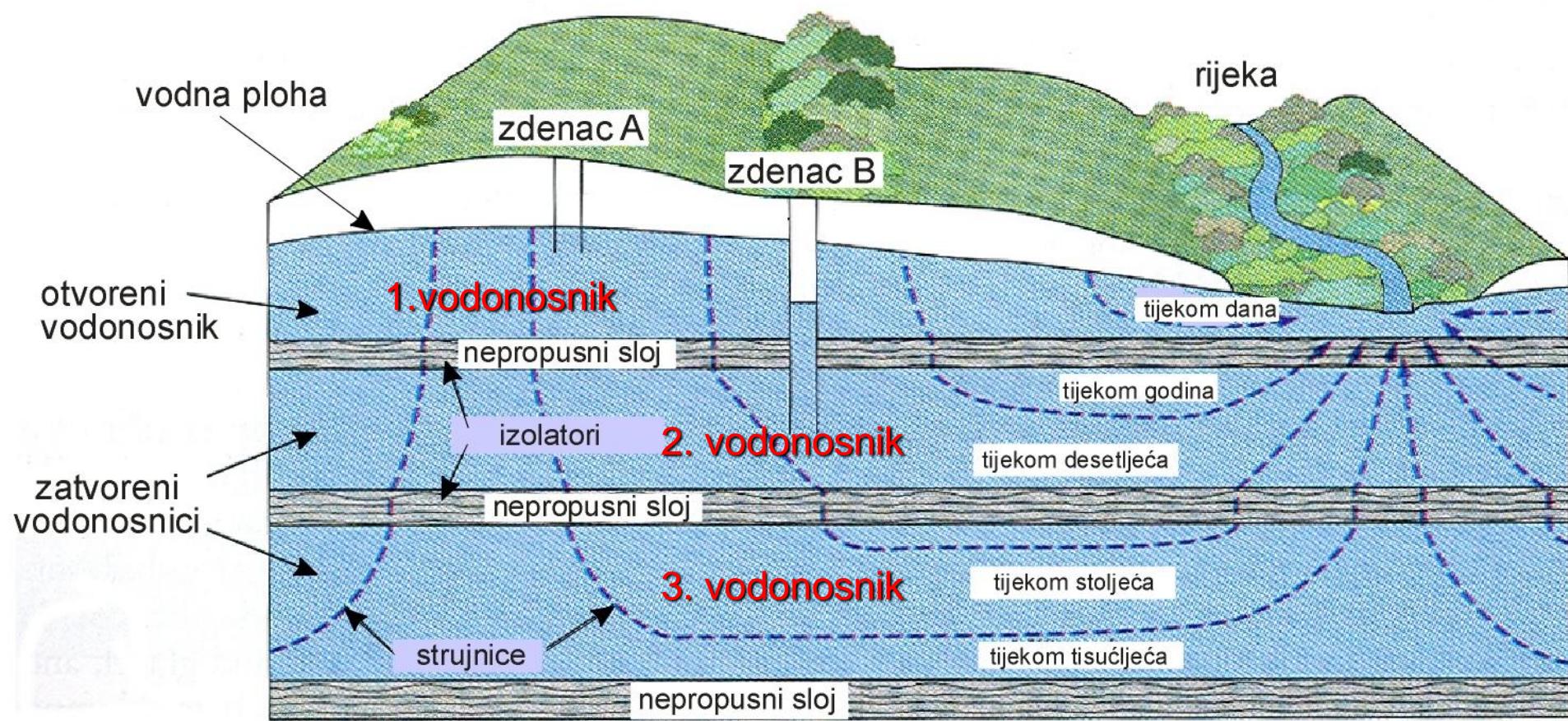
KRETANJE PODZEMNE VODE:

Jedan od načina mjerjenja brzine podzemne vode provodi se metodom **trasiranja**, tj. puštanjem trasera u vodu (npr. boje) i zatim opažanjem njegova pojavljivanja na nekoj drugoj točki (npr. u nekom bunaru ili na izvoru).

U nepropusnim stijenama voda se može kretati brzinom od tek **par centimetara na godinu**, no u jako propusnim stijenama, kao što su šljunci ili okršeni vapnenci, brzine mogu deseciti i do **metar ili čak i više desetaka metara na dan**.

VODONOSNICI:

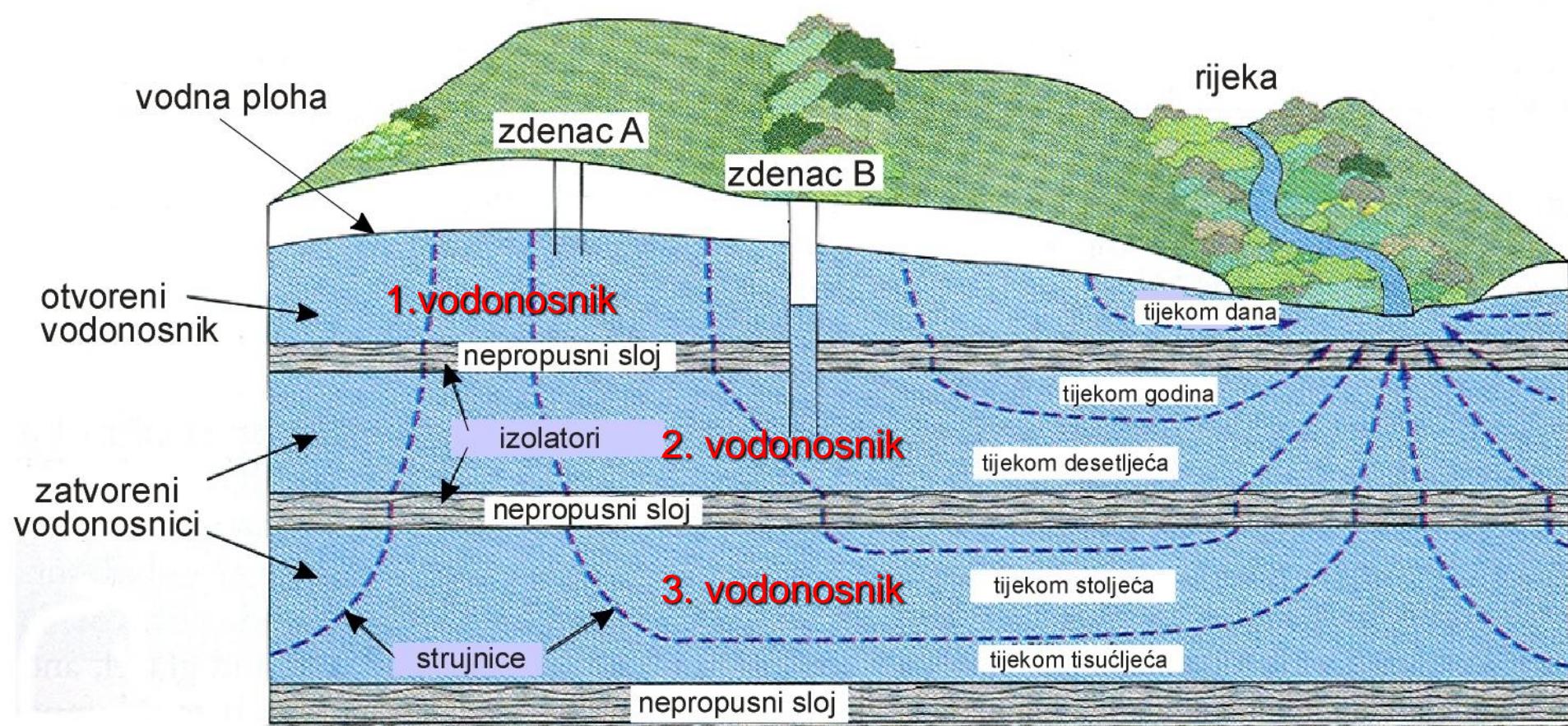
Sediment ili stijena (odn. propusni sloj ili skupina propusnih slojeva) koja sadrži vodu i kroz koju u prirodnim uvjetima mogu protjecati znatne količine vode naziva se **vodonosnik** ili **vodonosni sloj**.



KLASIFIKACIJA VODONOSNIKA:

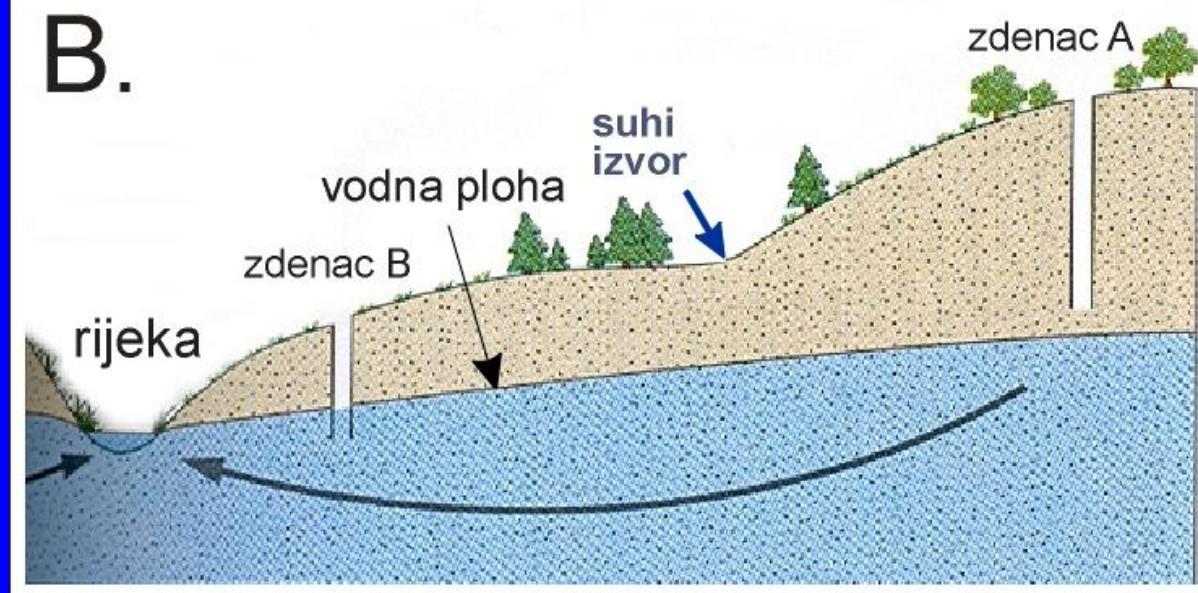
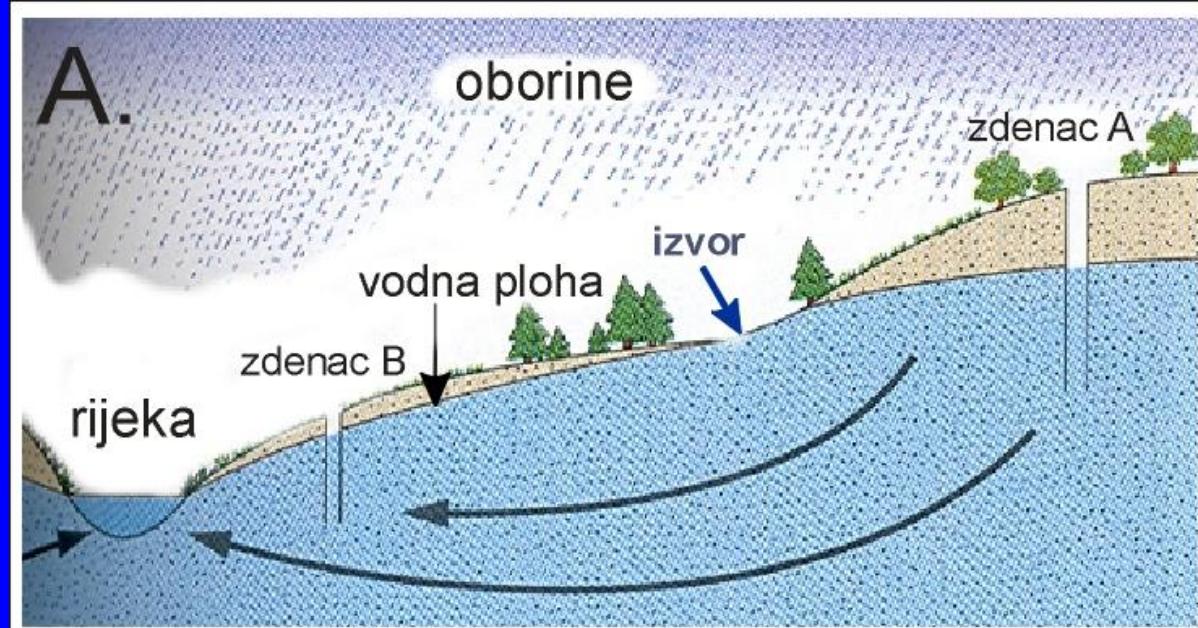
Otvoreni vodonosnik je vodonosnik koji je prema gore omeđen vodnom plohom, a prema dolje nepropusnim slojem (izolatorom).

Zatvoren vodonosnik je vodonosnik omeđen nepropusnim slojevima (izolatorima).



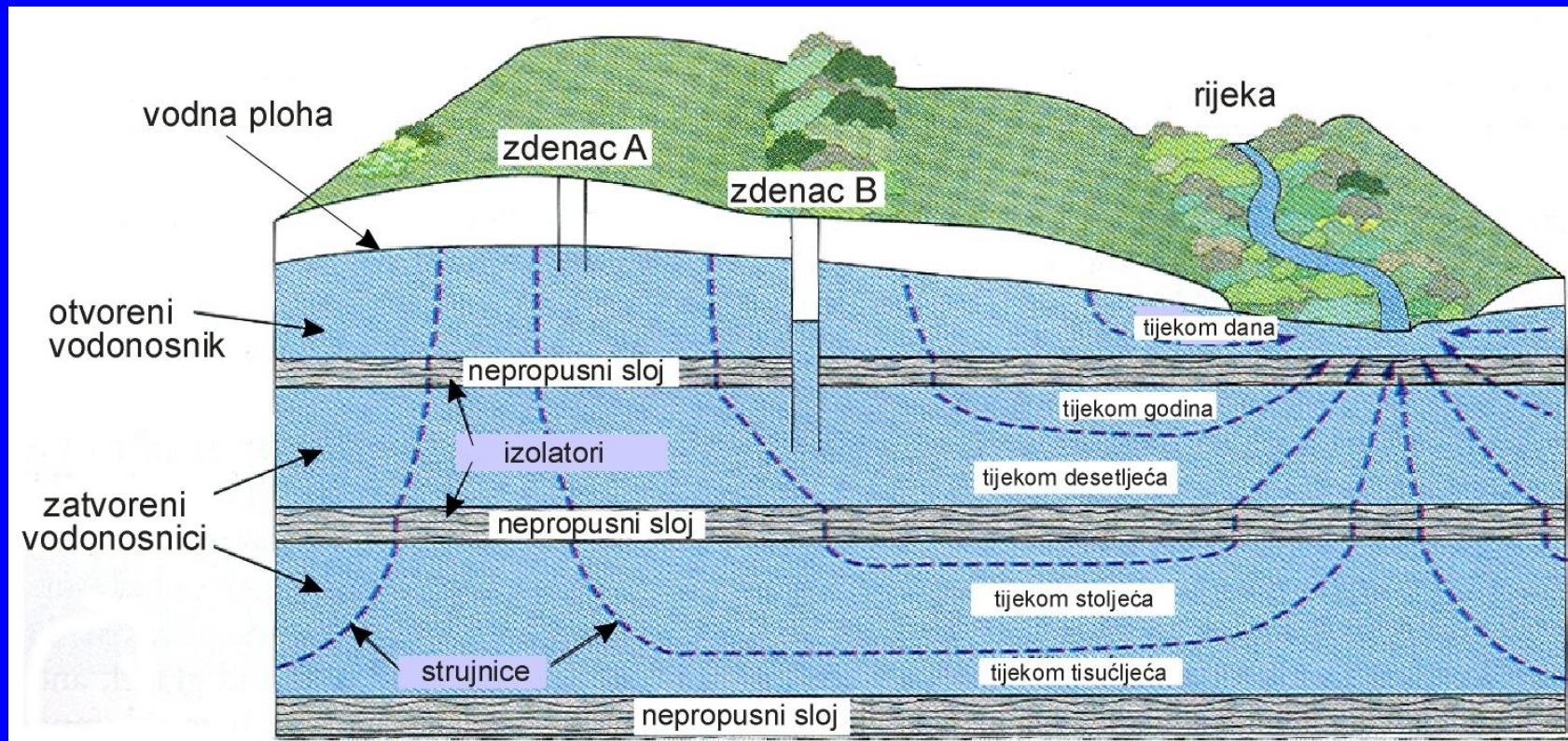
Otvoreni vodonosnici:

- brzo se obnavljaju putem oborina i procjeđivanjem s površine;
- obilježava ih značajno variranje nivoa vodne plohe ovisno o količini oborina, odnosno izmjeni sušnih i kišnih razdoblja;
- relativno brzo kretanje podzemne vode



Zatvoreni vodnosnici:

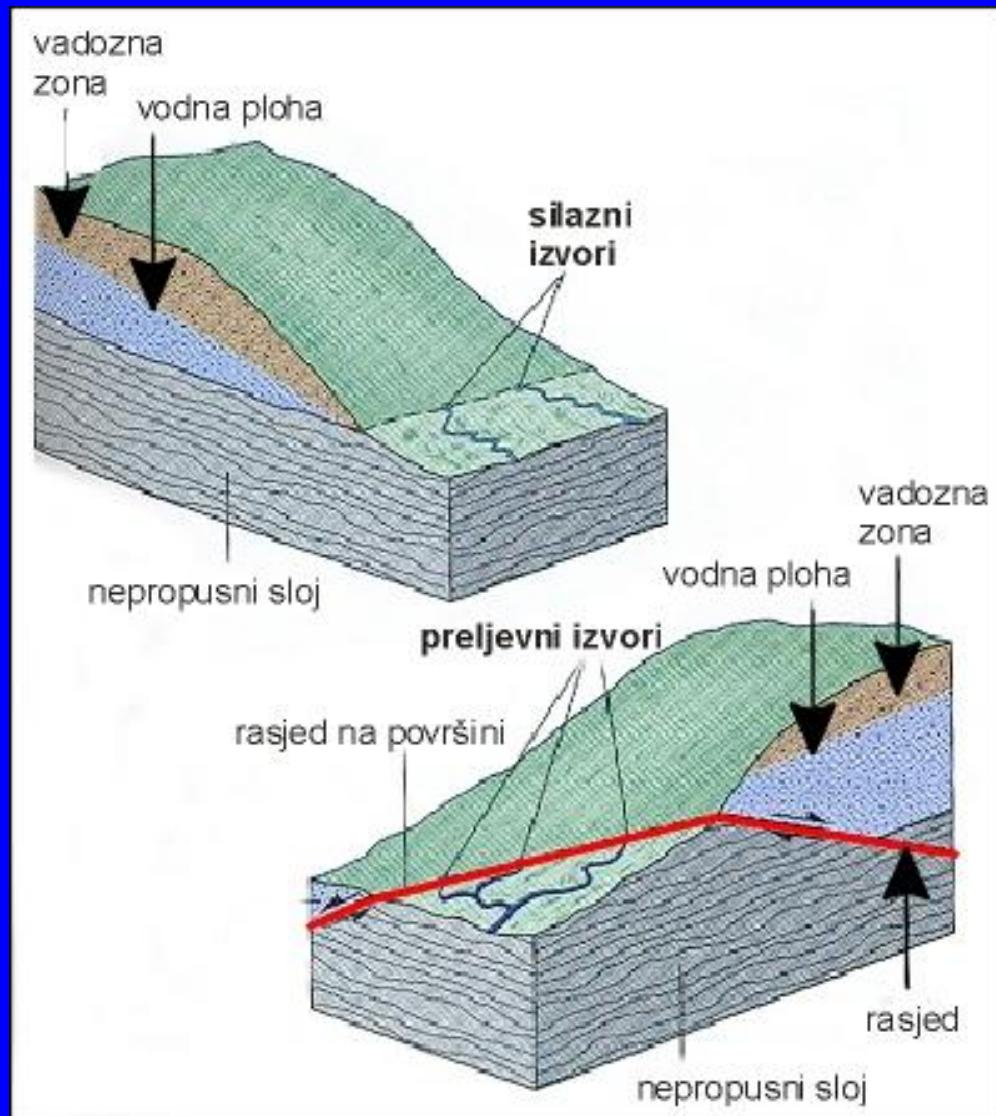
- obnavljaju se vrlo sporo procjeđivanjem vode kroz polupropusne i nepropusne slojeve;
- praktički ne reagiraju na izmjenu kišnih i sušnih perioda (zbog vrlo sporog kretanja podzemne vode)



KLASIFIKACIJA IZVORA:

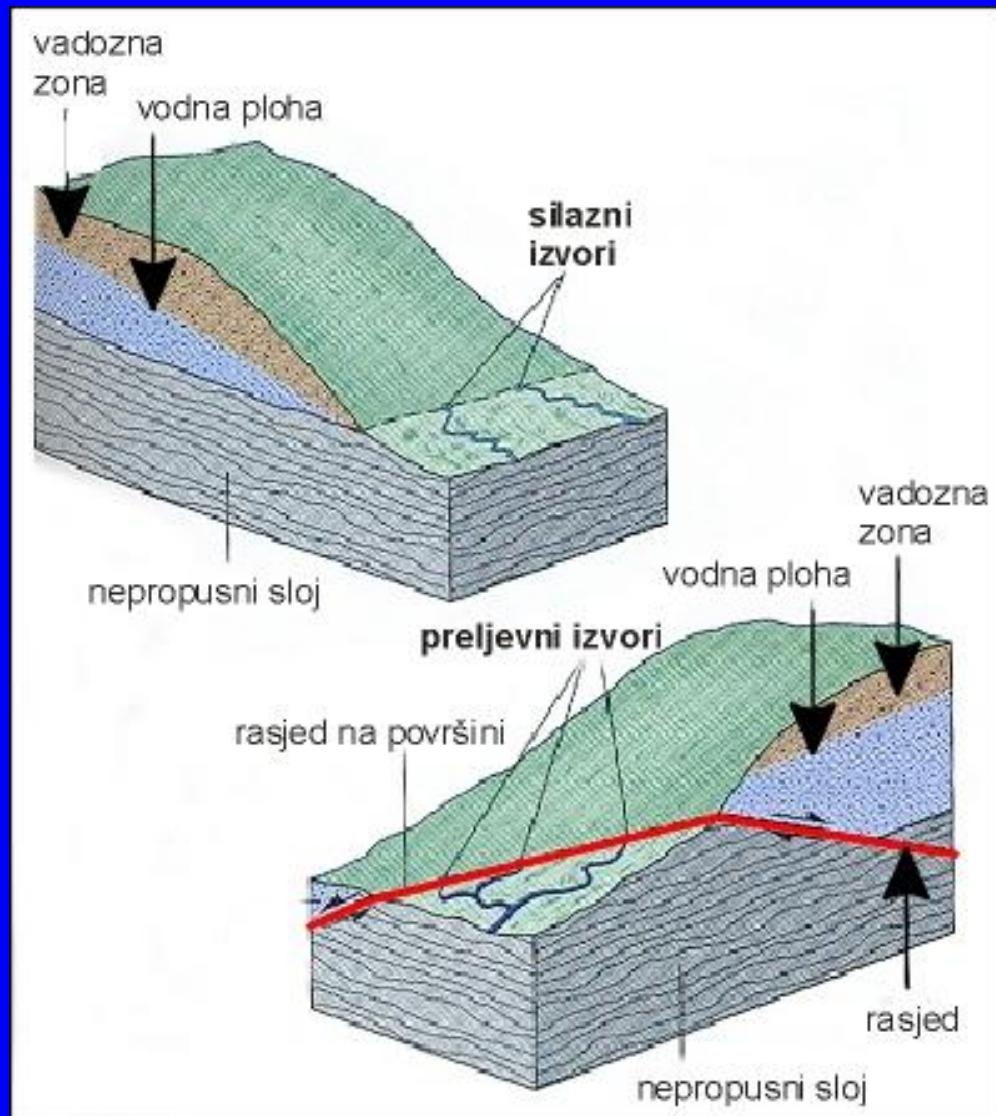
Izvori = mesta gdje voda prirodnim putem izlazi iz podzemlja na površinu i to:

- (1) na mjestima gdje vodno lice presijeca površinu zemlje, odnosno
- (2) na mjestima gdje voda istječe iz pukotina, po ploham rasjeda ili po geološkim kontaktima.



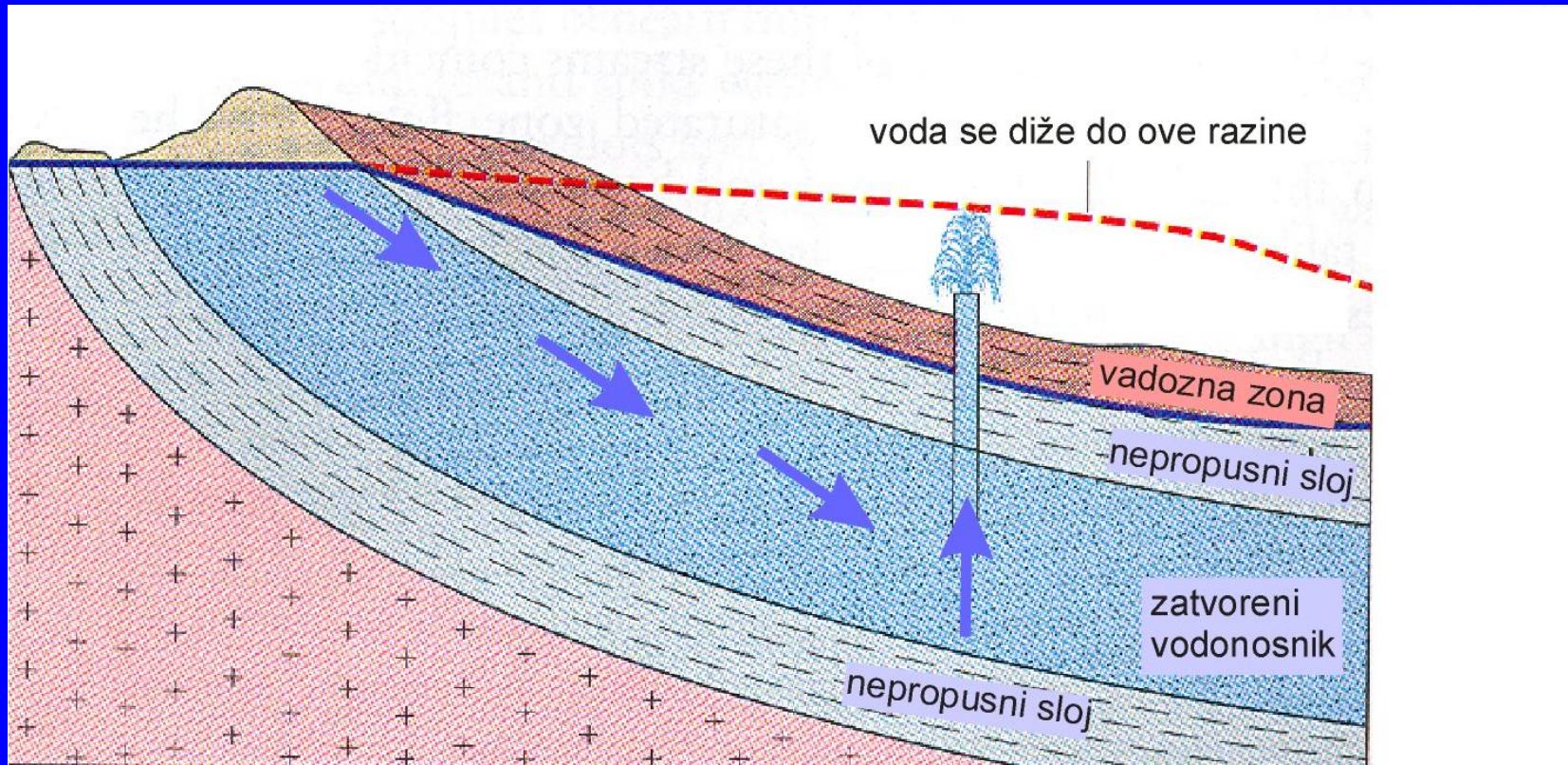
KLASIFIKACIJA IZVORA:

- **Silazni izvori** = podzemna voda izljeva se na površinu pod utjecajem gravitacije
- **Preljevni izvori** = podzemna voda se preljeva preko nepropusne ili slabo propusne barijere



KLASIFIKACIJA IZVORA:

- **Arteški izvori** = podzemna voda izbija iz zatvorenog vodonosnika na površinu pod utjecajem hidrostatskog i geostatskog tlaka



KLASIFIKACIJA IZVORA:

- **Termalni izvori** = izvori na kojima je temperatura vode viša od temperature ljudskog tijela.

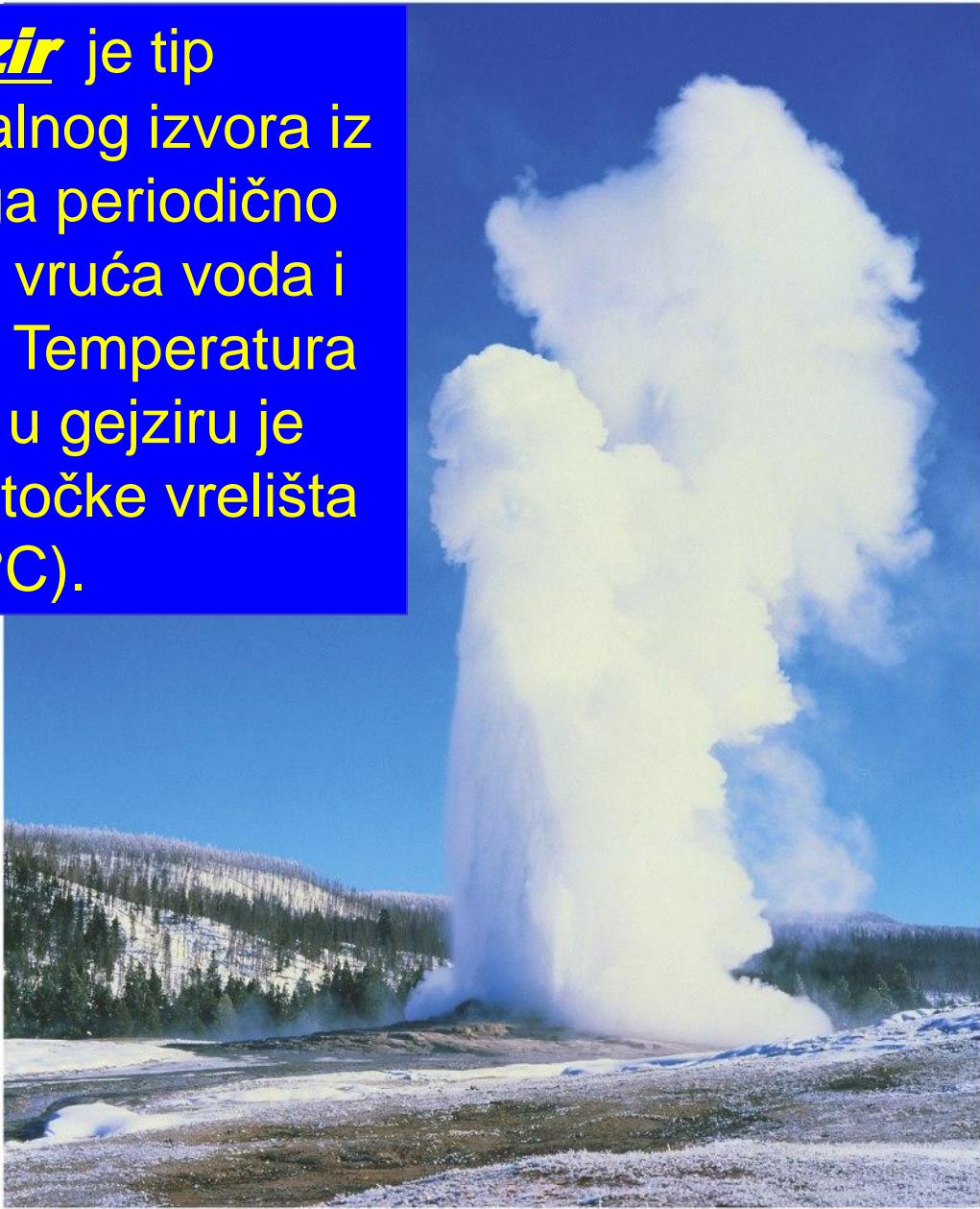
Nastaju zbog:

A) cirkulacije podzemne vode na velikim dubinama. Normalni geotermalni gradijent (povećanje temperature s dubinom) je oko $25^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Voda koja cirkulira na dubini do 2-3 km zagrijava se iznad prosječne temperature površinske vode. Vruća voda je lakša od hladne vode pa se stoga uspinje prema površini najčešće po ploham rasjeda, kroz pukotine i duž geoloških kontakata (npr. naše toplice u Zagorju, oko Zagreba, uz Žumberak i u Slavoniji).

B) zagrijavanja podzemne vode u zoni kontakta s intruzivnim magmatskim tijelima.

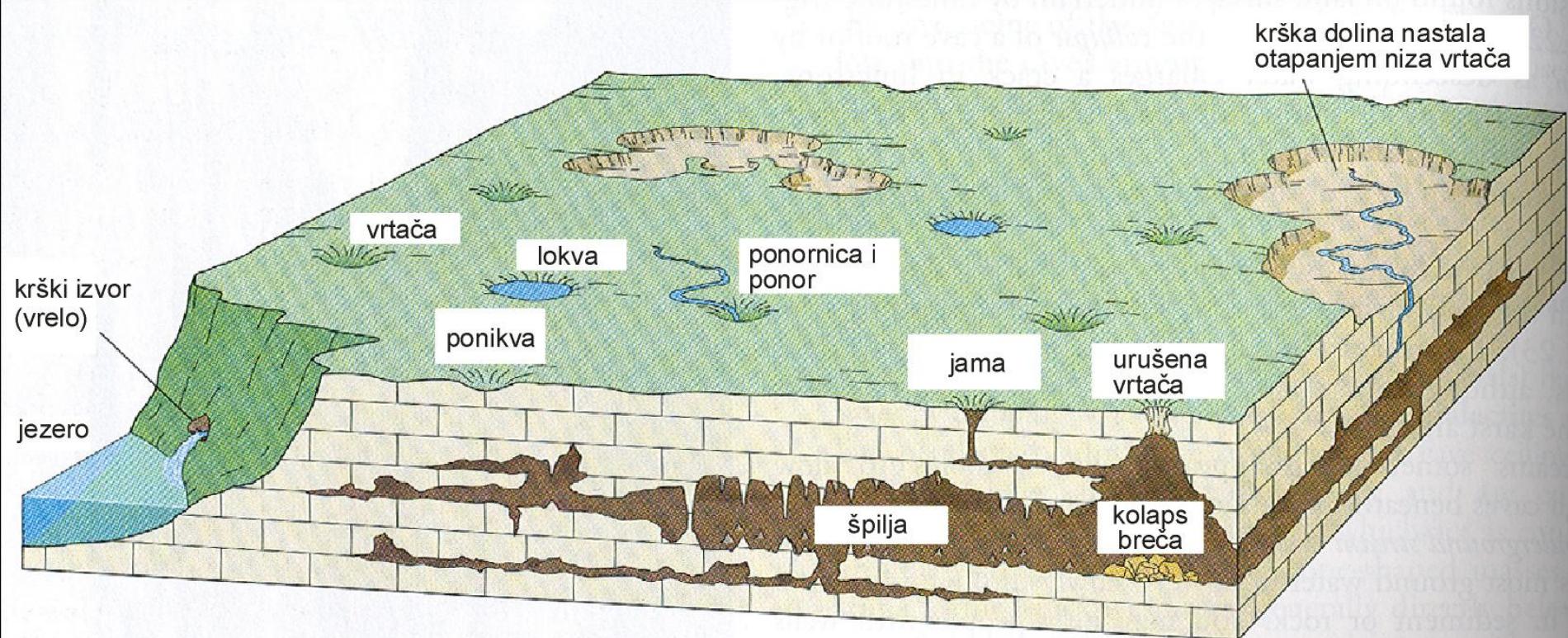
KLASIFIKACIJA IZVORA:

Gejzir je tip termalnog izvora iz kojega periodično izbija vruća voda i para. Temperatura vode u gejzиру je blizu točke vrelišta (100°C).



VODA U KRŠU:

Pod pojmom **krša**, **karsta** ili **krasa** podrazumijeva se teren izgrađen od čvrstih stijena gdje na površini nalazimo krške doline, polja, ponikve, vrtače, ponore i izvore, a u podzemlju kanale, kaverne, spilje i jame stalno ili povremeno, djelomice ili u cijelosti ispunjene podzemnom vodom.



VODA U KRŠU:

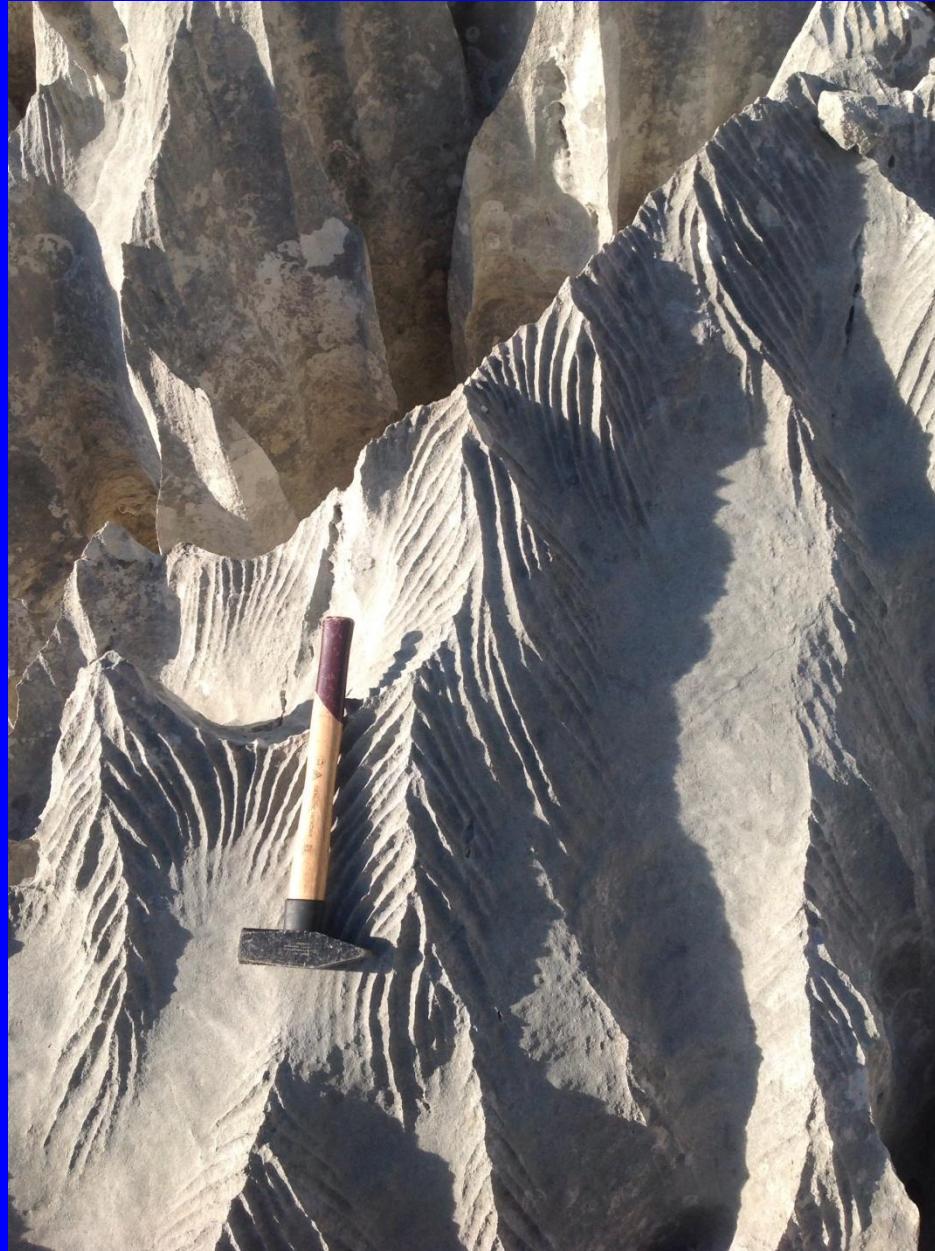


Pogled na Krasnarsku dolinu i Sjeverne Velebita

VODA U KRŠU:

Škape:

žljebovi ili brazde u
vapnencu nastali pod
utjecajem oborinske
vode (otapanjem i
abrazijom).



VODA U KRŠU:



Škape i korozija vapnenca po pukotinama

VODA U KRŠU:



Krški reljef na području Tulovih greda na Velebitu

VODA U KRŠU:



Krško polje Baških Oštarija na Velebitu

VODA U KRŠU:



Vrtača i ponor u okolini
Baških Oštarija na
Velebitu

VODA U KRŠU:



Ponikve i vrtače na planini Dinari

VODA U KRŠU:



Izvor (vrelo) Cetine pod Dinarom

VODA U KRŠU:



Vukovića vrelo pod Dinarom

VODA U KRŠU:

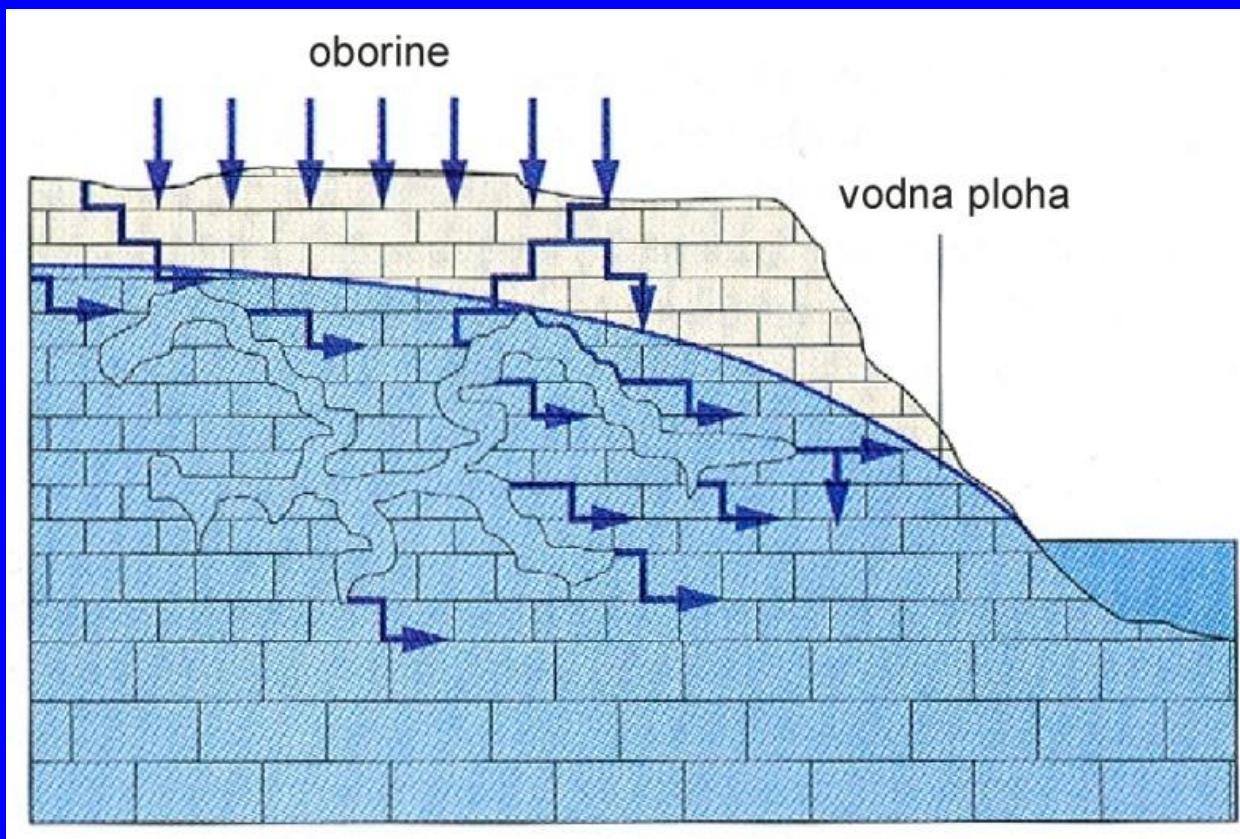
Za postanak krša nužna su tri uvjeta:

- (1) teren mora biti izgrađen od stijena relativno lako topivih u vodi (npr. karbonatne stijene i evaporiti);
- (2) stijene moraju biti raspucane kako bi voda mogla prodrijeti u podzemlje;
- (3) područje se mora nalaziti u klimatskom pojasu s relativno velikom količinom oborina.

VODA U KRŠU:

Za sve krške terene je zajedničko da:

- (1) veći dio oborinskih voda se brzo procjeđuje u podzemlje kroz raspucanu i okršenu površinu (kroz ponore, vrtače, ponikve i jame) pa nema značajnijih površinskih vodotoka;

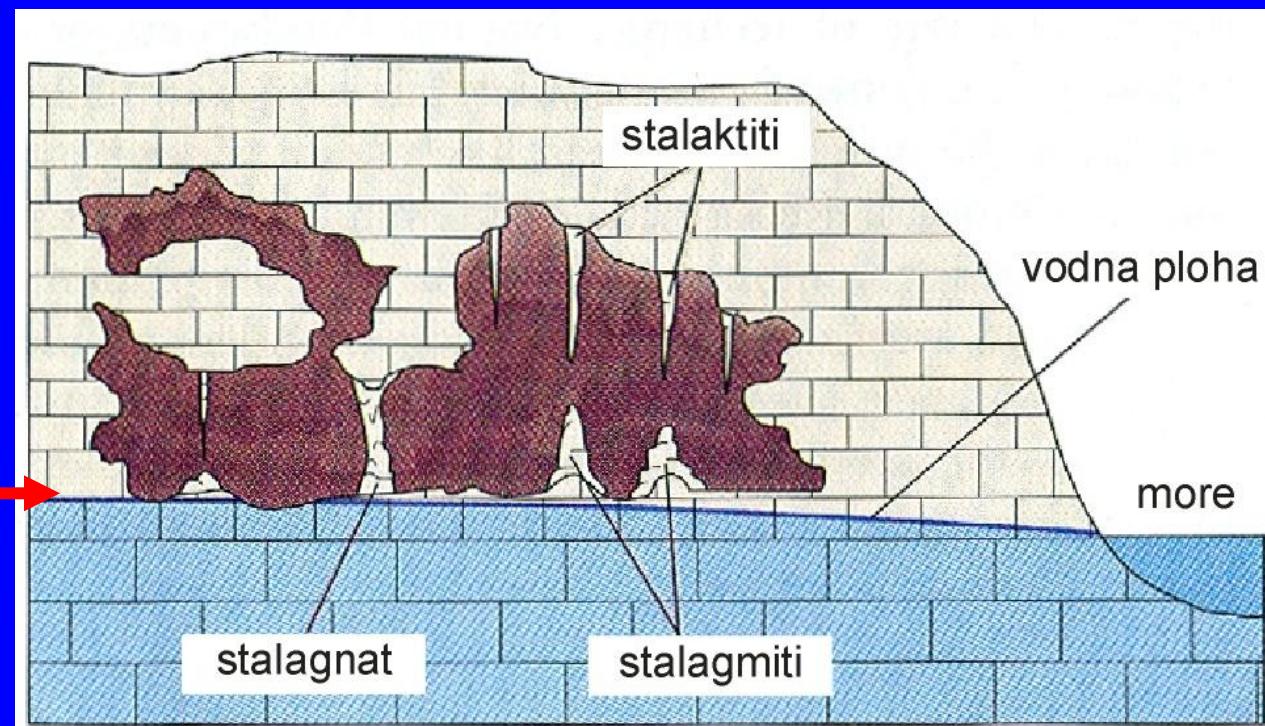


VODA U KRŠU:

Za sve krške terene je zajedničko da:

- (2) površinski vodotoci (rijeke i potoci) postoje samo tamo gdje u kršu postoje dijelovi terena izgrađeni od nepropusnih ili slabije propusnih naslaga (npr. od lapora, gline i kompaktnih vapnenaca i dolomita) ili ako je riječno korito erozijom spušteno do baze okršavanja, tj. do razine ispod koje u podzemlju više nema značajnijeg praznog prostora koji bi mogao primiti vodu

baza okršavanja



VODA U KRŠU:



Vrelo (crvena strelica) i ušće Omble kod Dubrovnika

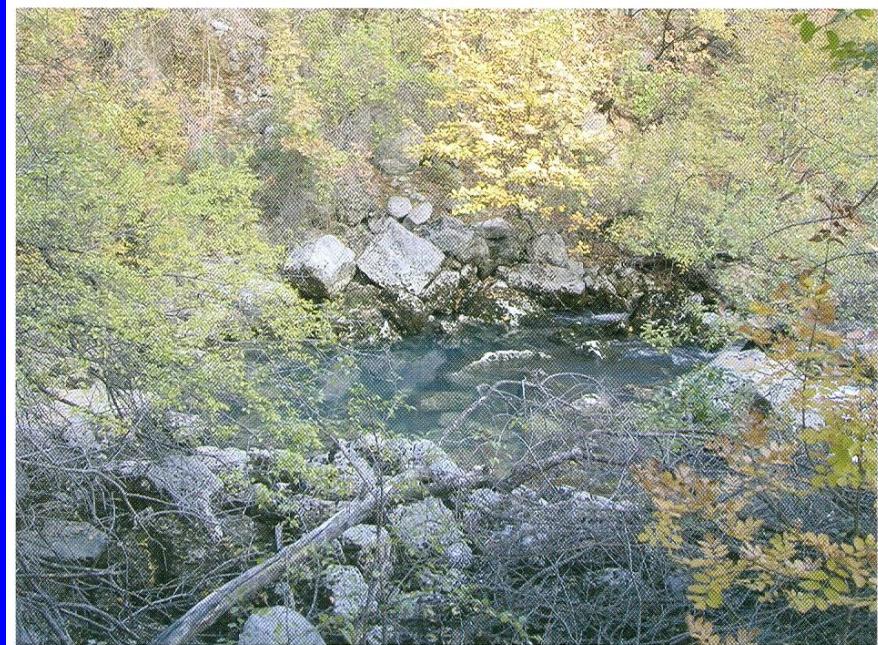
46

VODA U KRŠU:

Za sve krške terene zajednička je:

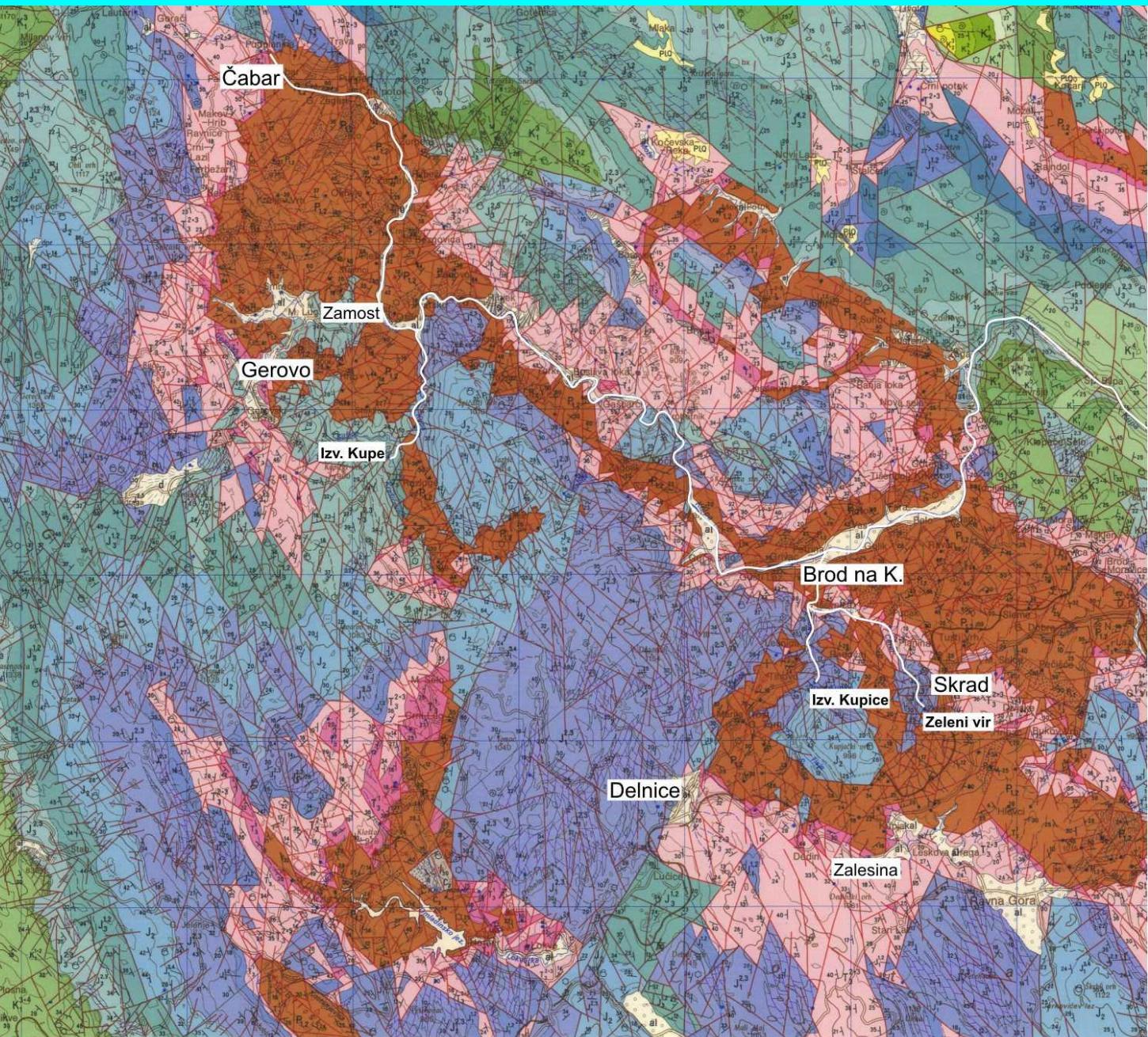
(3) pojava krških izvora (vrela) velike izdašnosti (čak i više 10-taka tisuća litara u sekundi) i promjenjivog režima istjecanja (tj. postoji velika razlika između količina istjecanja tijekom kišnog i sušnog perioda)

Izvor Zrmanje: lijevo u lipnju (suhi izvor) i desno u listopadu 2003. god. (izvor s oko 200 l/s)



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

STAROST KVARTAR PLIOCEN	GRAFIČKI PRIKAZ	TEKSTUALNI PRIKAZ	ŠIRINA u m									
				100	200	300	400	500	600	700	800	900
	PLO	00 Dolske gline										
	M.PI	100 Gline, lapor, pješčenjak, upij i ugnjeni glinac, pevni i lejke										
	M ₂	180 Vapnenati konglomerat: breka, kalkarenit i drži										
	K ₂	350 Vapnenici i dolomiti bijele i svjetloboje Bouronia dinarica, Gorjanovićevia costata										
	K ₂	250 Vapnenici areniti s lećama dolomita Durenia istriana										
	K ₂	420 Dolomiti breča										
	K ₂	Dolomiti s vapnencima										
	K ₂	Vrakanske naslage: vapnenici, dolomiti i breče										
	K ₂	500 Sivi i tamnosični areniti Cuneolina pavonia parva i likijski tanki ljuštura										
	K ₂	Vapnenici sa iktikama										
	K ₂	700 Vapnenici sa pojasevinama vapneničkih breča										
	K ₂	Vapenci										
	K ₂	140 Vapneničke breče										
	K ₂	Dolomiti										
	K ₂	Vapnenici i dolomiti										
	K ₂	Vapnenici i dolomiti										
	J ₃	360 Srednjemazenski sivomedi dolomit Sivi i svijetlosivi vapnenci, pješčne pizmine i amonitski stupci Clypeina jurassica										
	J ₃	600 Sivi do svijetlosivi vapnenci arenitni i riječno oddišne strukture Macroporella sellii										
	J ₃	Dolomiti										
	J ₂	50 Vapnenici										
	J ₂	Mrijasti vapnenci										
	J ₂	Tamnosični do crni vapnenci Orbitospira precorsa										
	J ₂	Dolomiti										
	J ₂	100 Tamnosični i sivi srednjemazenski dolomiti										
	J ₂	300 Dolomiti s megalodontidama										
	J ₂	150 Konglomeratni vapnenički breči i gline-upravni, pješčani-tinjaste i dolomito-lapeoviti-pješčane naslage										
	J ₂	Pješčenjaci										
	J ₂	Konglomerati i konglomeratno-pješčane stijene										
	J ₂	1000 Glinene stijene s prestonicama pješčenjaka i vapneca										
	C ₂	Pješčenjaci										
	C ₂	Konglomerati										
	C ₂	Glinene stijene s prestonicama pješčenjaka										
KARBON		300										



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

STAROST	GRAFIČKI PRIKAZ	TEKSTUALNI PRIKAZ
PLO	20	Diskalne gline
M.PI	180	Gлина, lepar, sjeklenjak, upaj i ujavniji glinac, pevni i škoje
M.2	100	Vapnenatki konglomerat: breka, kalcarenit i drobit
	350	Vapenaci i dolomiti bijele i svijetloboje <i>Bouronia dinarica, Gorjanovice costata</i>



Rijeka Kupa



TRIJAS	G o r n i	T 2
P E R M	T 1	100 Tamnošni i sivi srednjezrnuti dolomiti
KARBON	T 1	300 Dolomiti s megadolomitima
	T 2	150 Konglomeratni vapnenatki bledo i plavo-izgornjati, sjeklenjani-tljastavi i dolomito-liposito-sjekljane nastigne
	T 3	1000 Glinene stijene s prestonicama pješčenjaka i vapnence
		Pješčenjaci
		Kvarcni konglomerati i konglomeratno-pješčenjaci stijene
		300 Pješčenjaci
		Konglomerati
		300 Glinene stijene s prestonicama pješčenjaka

nepropusno

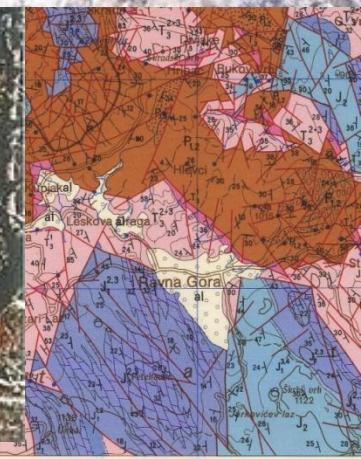
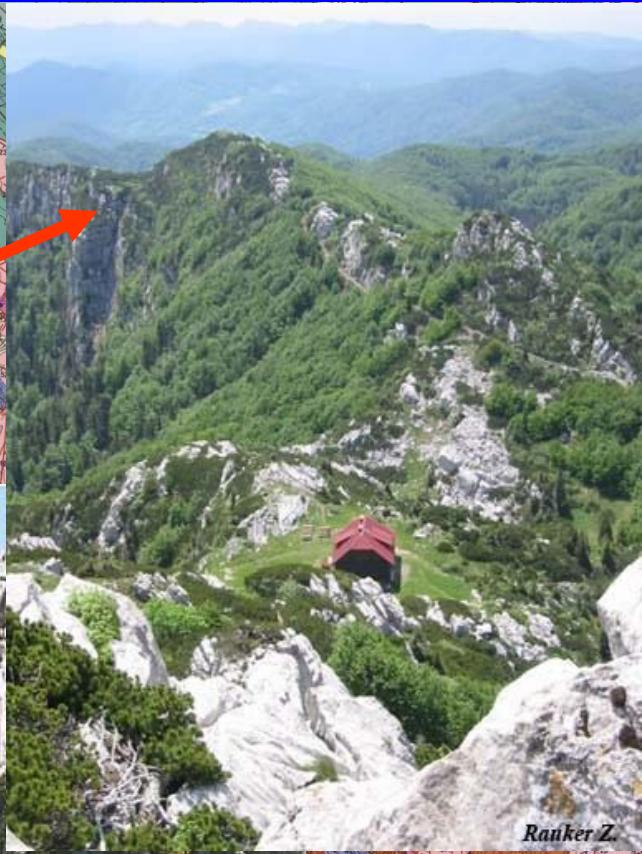


Izmjena slojeva šejlova i pješčenjaka



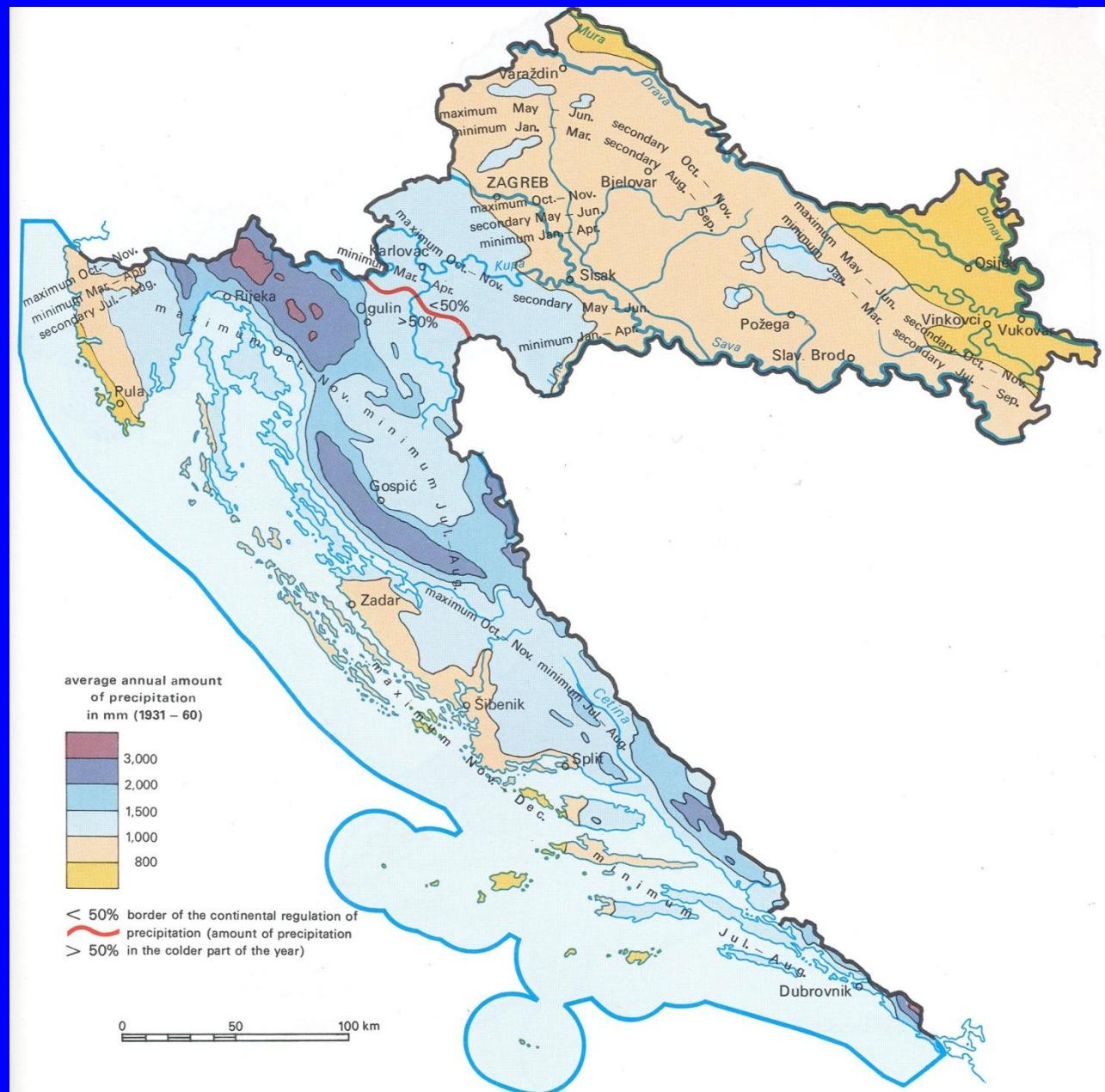
VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

STAROST KVARTAR/ PLIOCEN	GRAFIČKI PRIKAZ	TEKSTUALNI PRIKAZ	SLOVNI OPIS
			NEBESKE u m
PLO	100	Dolinske gline	
M.PI	180	Gline, lepar, pješčenjak, upij i ugnjivi glinac, pevni i šljake	
M ₂	100	Vapnenatki konglomerat: breka, kalcarenit i drži	
K ₂	350	Vapnenici i dolomiti bijele i svjetloboje <i>Bouronia dinarica, Gorjanovićev costata</i>	
K ₂	250	Vapnenici areniti s lećama dolomita <i>Durenia istriana</i>	
K ₂	420	Dolomiti breči	
K ₂	500	Vratninske naslage: vapnenici, dolomi i breči	
K ₂	500	Sivi i tamnosični areniti <i>Cuneolina pavonia parva</i> i šljakasti ljuštura	
K ₂	700	Vapnenici sa ikljukama	
K ₂	140	Vapnenatke breči	
K ₂	360	Srednjezemski sivesmeđi dolomit <i>Spiriferidae</i> , pješčnica i amonitski stupci <i>Clypeina jurassica</i>	
JUR	800	Sivi do svjetlosivi vapnenici areniti i riječno odilne strukture <i>Micropora sellii</i>	
JUR	50	Dolomi	
JUR	50	Sivi do tamnosivi vapnenici <i>Pfenderia salernitanus</i>	
JUR	400	Mrijasti vapnenici	
JUR	400	Tamnosični do crni vapnenici <i>Oolithopeltae praecursori</i>	
JUR	100	Dolomiti s megalodontidama	
JUR	100	Konglomeratni vapnenatki breči i gline-ijsoperne, pješčano-sljakaste i dolomito-ijsoperne-pješčane naslage	
JUR	1000	Pješčenjaci	
JUR	1000	Konglomeratni i konglomeratno-pješčane stijene	
PERM	300	Gline stijene s preostojima pješčenjaka i vapnenaca	
KARBON	300	Pješčenjaci	
KARBON	300	Konglomerati	
KARBON	300	Gline stijene s preostojima pješčenjaka	



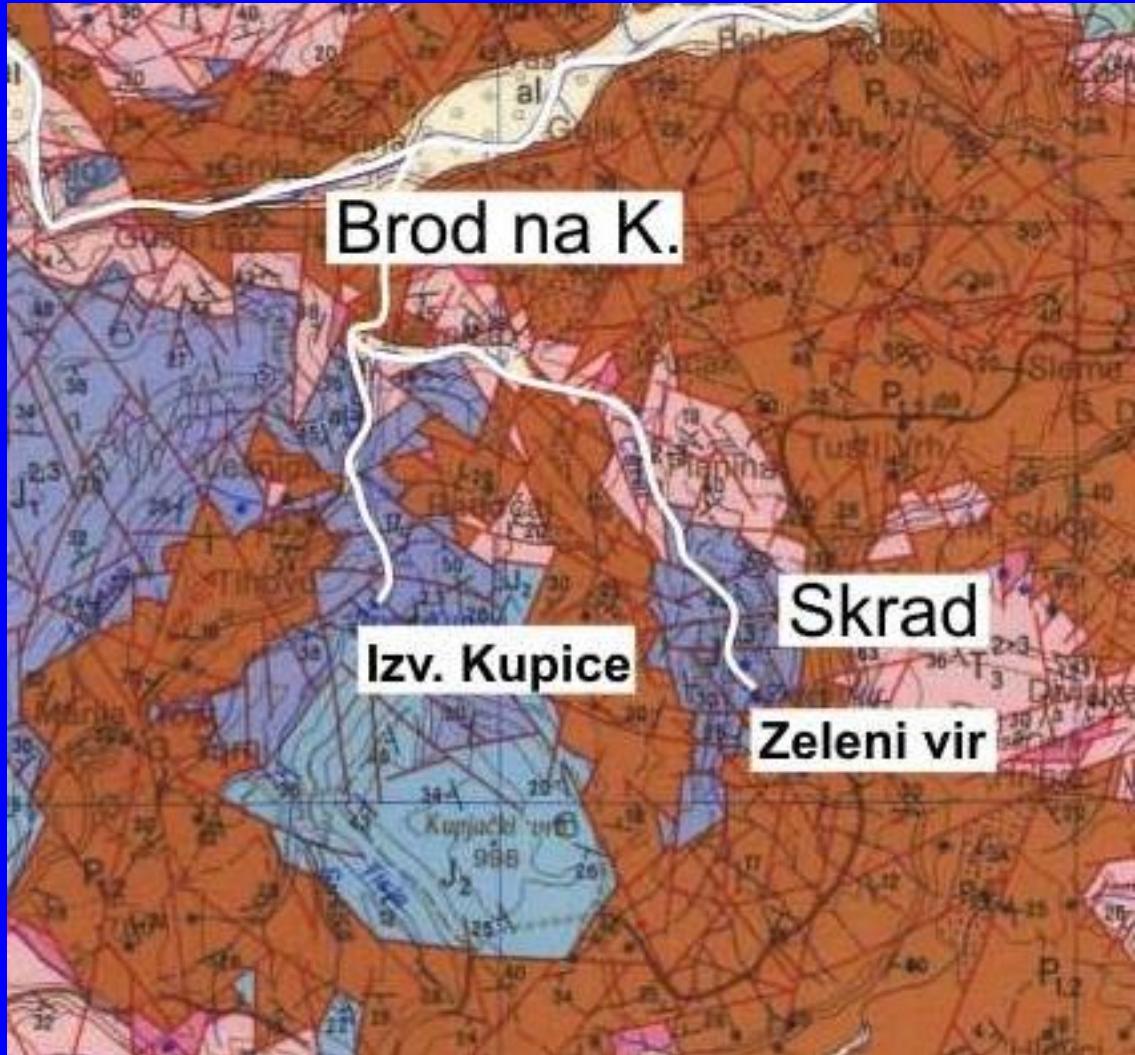
VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Raspored
srednjih
godišnjih
količina
oborina na
području RH



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Rijeka Kupa i Čabranka duž cijelog toka čine bazu istjecanja podzemne vode s pojavama izdašnih krških vrela do Broda na Kupi. Na tom su području utvrđeni tokovi podzemne vode čiju podlogu čine vodonepropusne naslage (šejlovi paleozoika), a osobito dobar primjer su izvor **Kupice** i izvor **Zeleni vir** koji su na površini okruženi tim klastičnim stijenama (iz Mayer, 2004)



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Izvor Kupice kod Broda na Kupi



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Špilja Lokvarka



Helena Kruljac

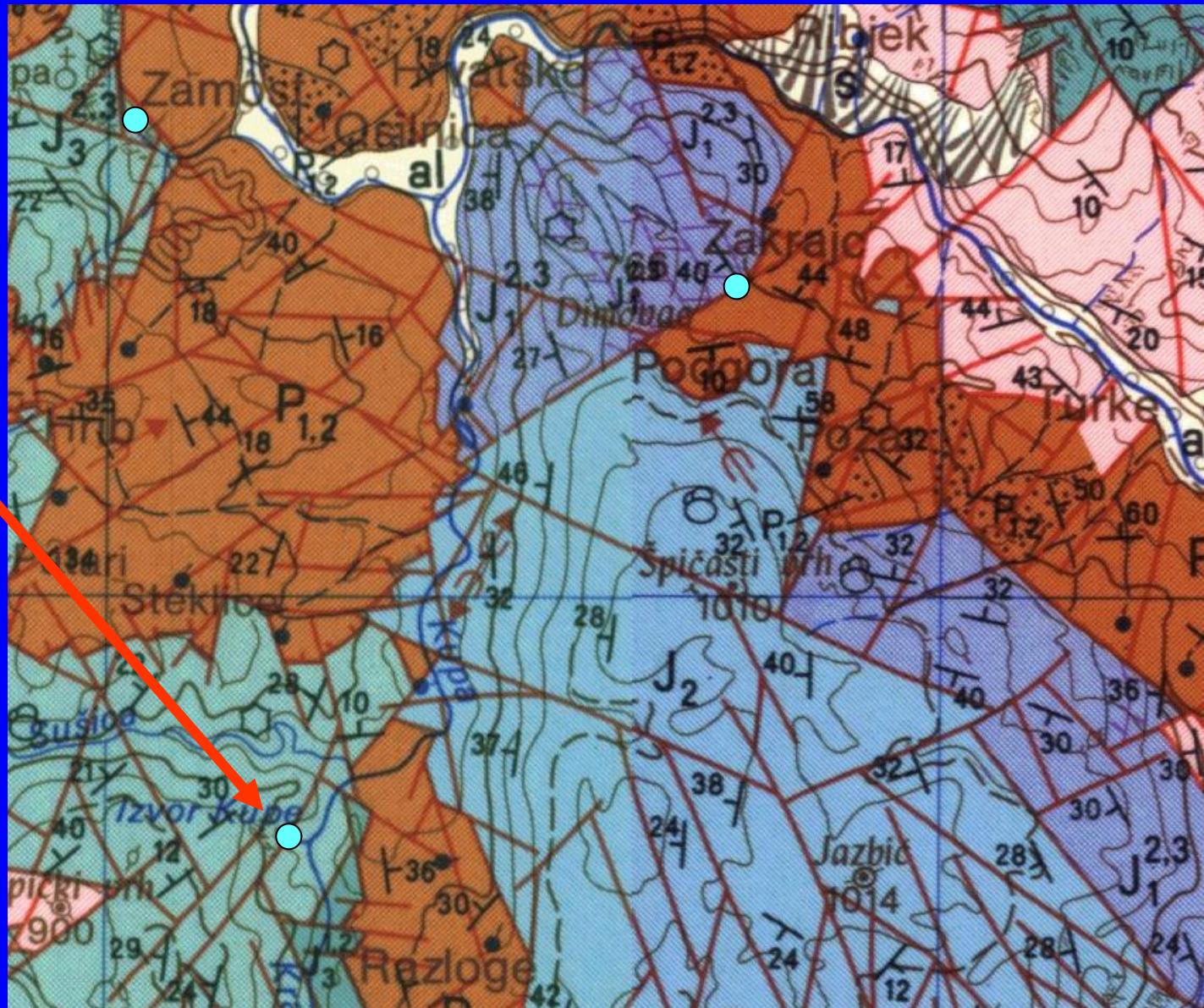
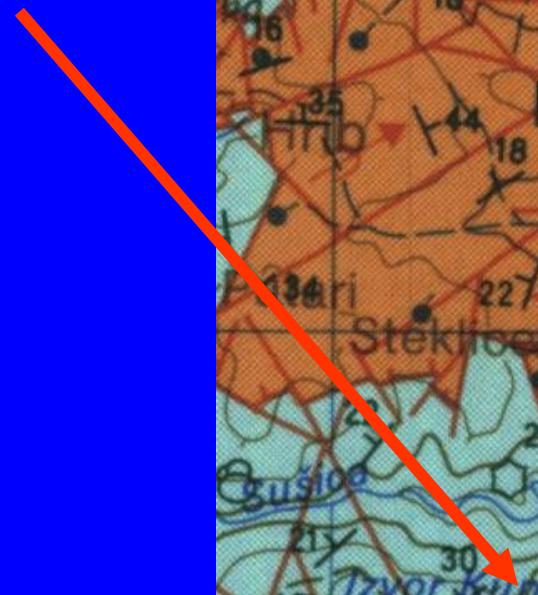


Slap
iznad
Zelenog
vira kod
Skrada

© Blažica Svetički

VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

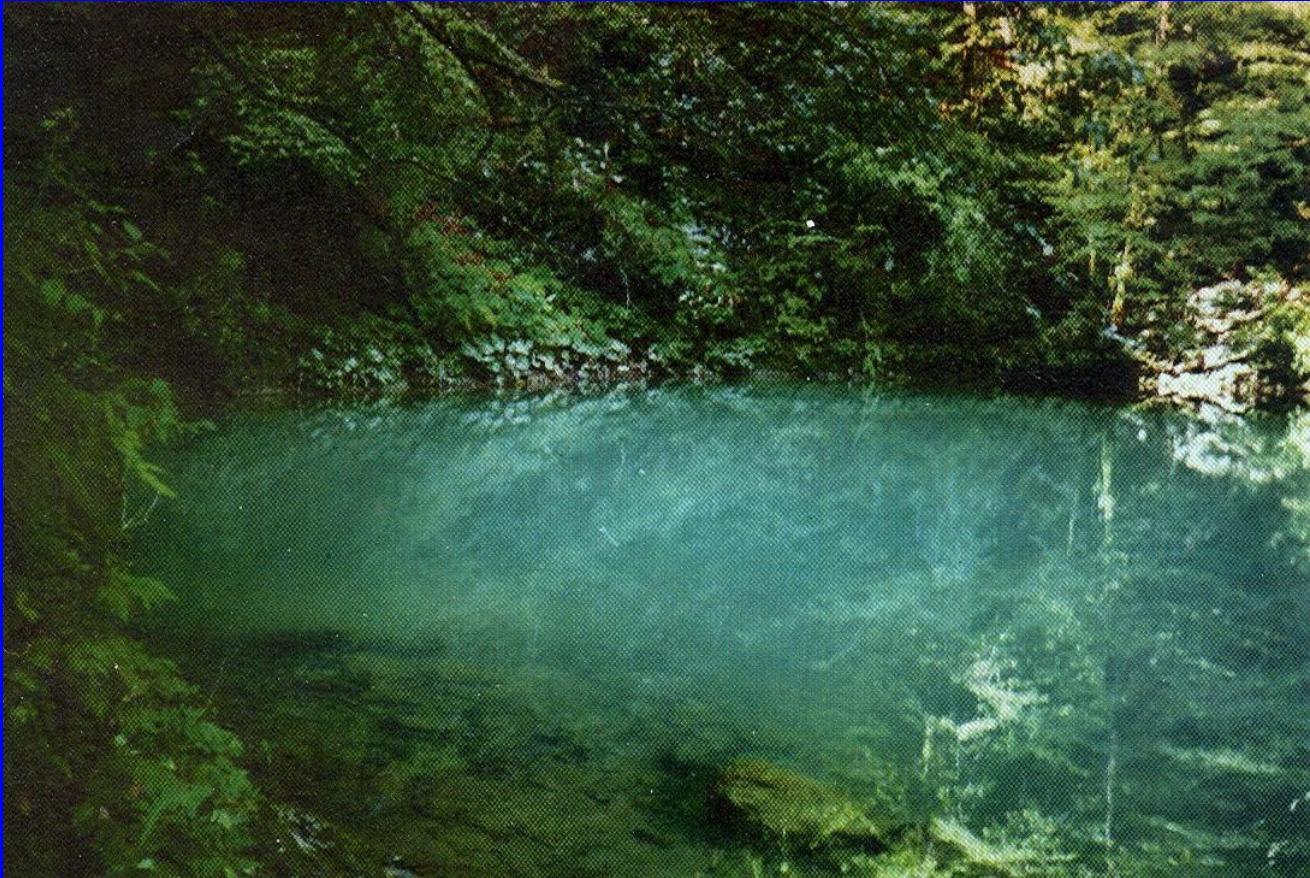
Izvor Kupe



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Izvor Kupe:

je najizdašnji izvor u slivu rijeke Kupe. Čine ga dva vertikalna kanala visine preko 80 m kojim podzemna voda izlazi na površinu, gdje čini vrelo u obliku jezera promjera oko 40 m. Izdašnost vrela doseže i do 525 l/s.



VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Vodozaštitna područja i zone u krškim područjima

Tablica 1. Kriteriji za određivanje vodozaštitnih područja izvorišta vodoopskrbe u kršu (prema NN br. 55/02)

	ZAŠTITNE ZONE	TOK PODZEMNE VODE PREMA OBJEKTIMA CRPILIŠTA	PRIVIDNA BRZINA PODZEMNE VODE (cm/s)	KOLIČINA NAPAJANJA IZVORA
ZONA STROGOG REŽIMA ZAŠTITE	IA	NEPOSREDNO PODRUČJE CRPILIŠTA	MORA BITI OZNAČENO	MORA BITI OZNAČENO
	IB	NEPOSREDNI POVRŠINSKI SLIV		
ZONA STROGIH OGRANIČENJA	II	24 SATA	ZONA ISTJECANJA SLIVA > 3 cm/s	UNUTARNJI DIO KLASIČNOG PRILJEVNOG PODRUČJA – 50% Napajanja prema h-g strukturama i statističkoj analizi
ZONA OGRANIČENJA I KONTROLE	III	1 – 10 DANA	1 – 3 cm/s Prepostavljena retencijska zona	PRETEŽITI DIO PRILJEVNOG PODRUČJA
ZONA OGRANIČENE ZAŠTITE	IV	10 – 50 DANA	< 1 cm/s	UKUPNO PRILJEVNO PODRUČJE – neovisno o dijelu napajanja koje sudjeluje u obnavljanju voda izvorišta

VODA U KRŠU: primjer Gorskog kotara

Vodozaštitne zone u krškom području

Vodozaštitne zone u slivnom području izvora Kupe (iz Biondić & Biondić, 2002).

