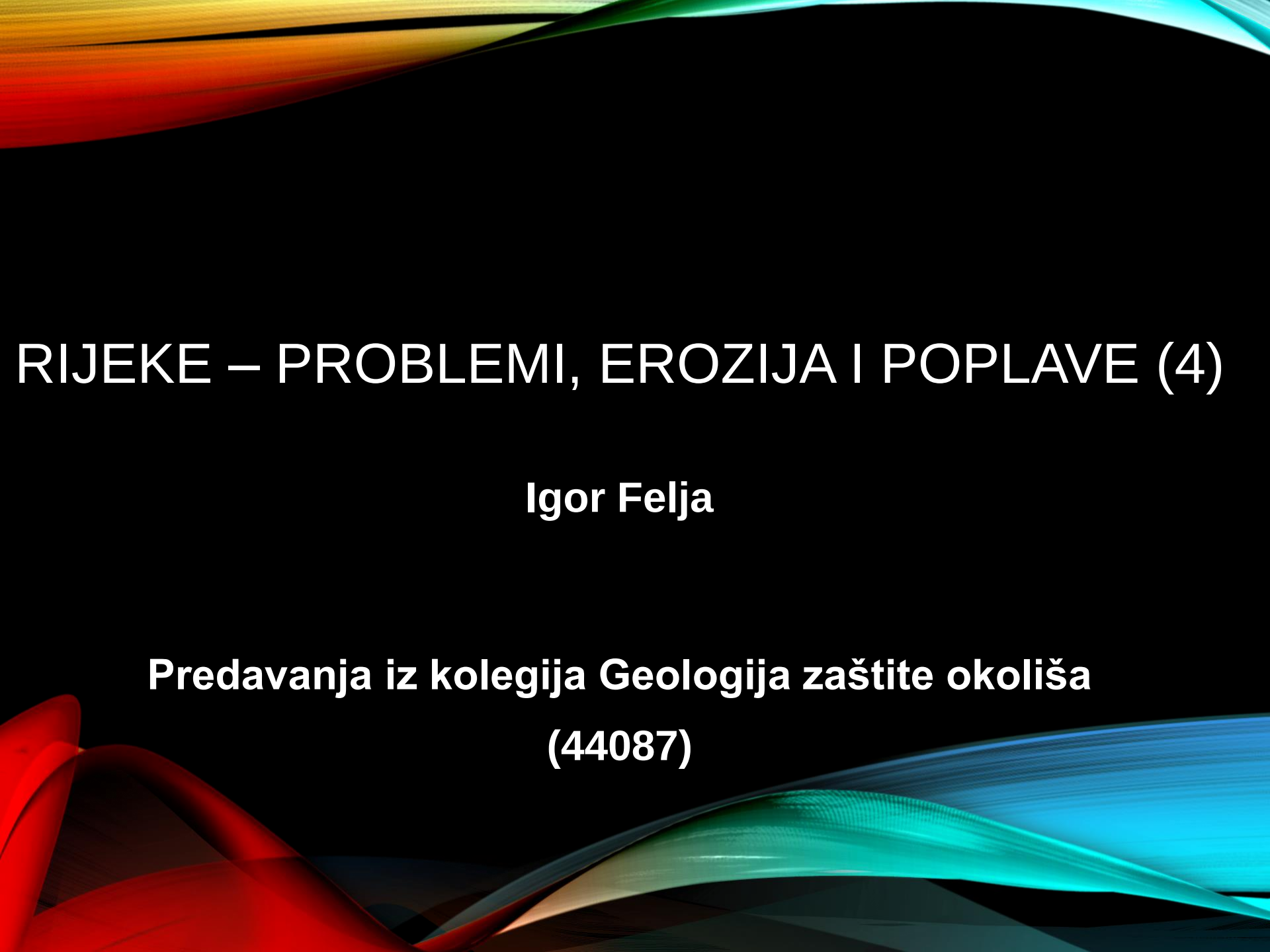




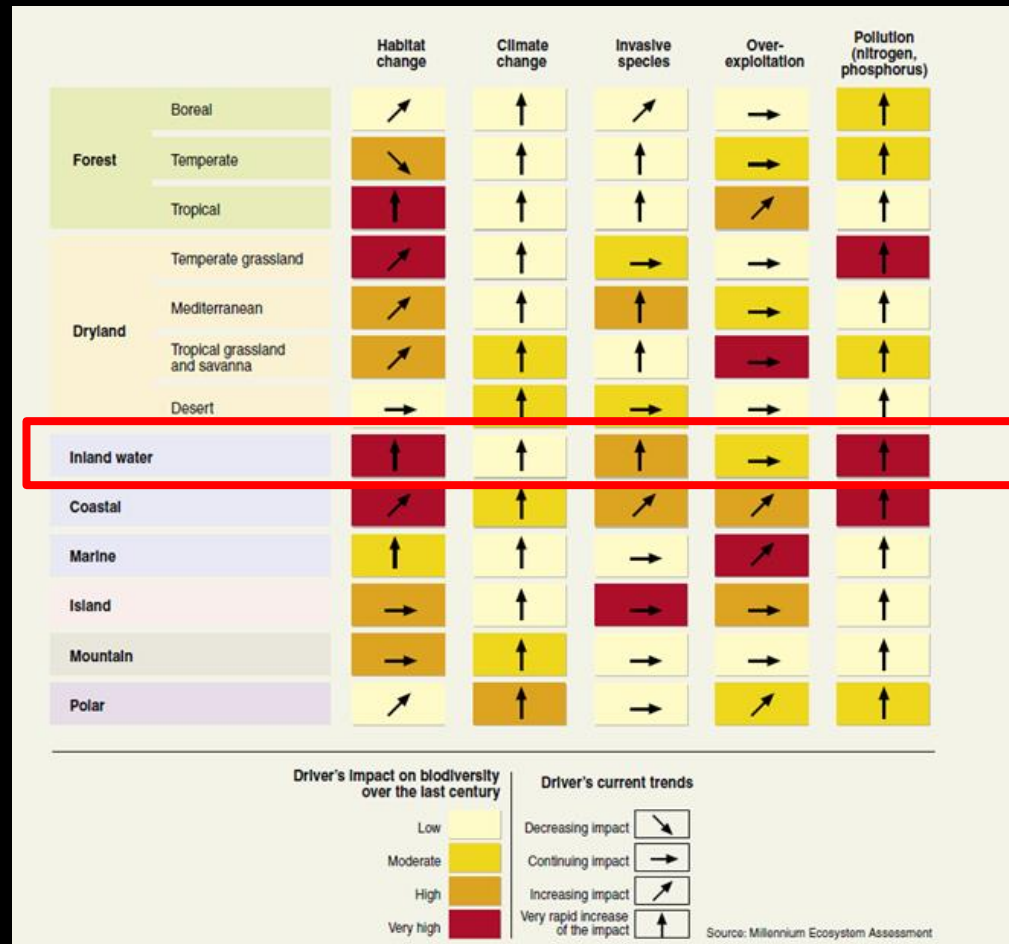
RIJEKE – PROBLEMI, EROZIJA I POPLAVE (4)

Igor Felja

**Predavanja iz kolegija Geologija zaštite okoliša
(44087)**

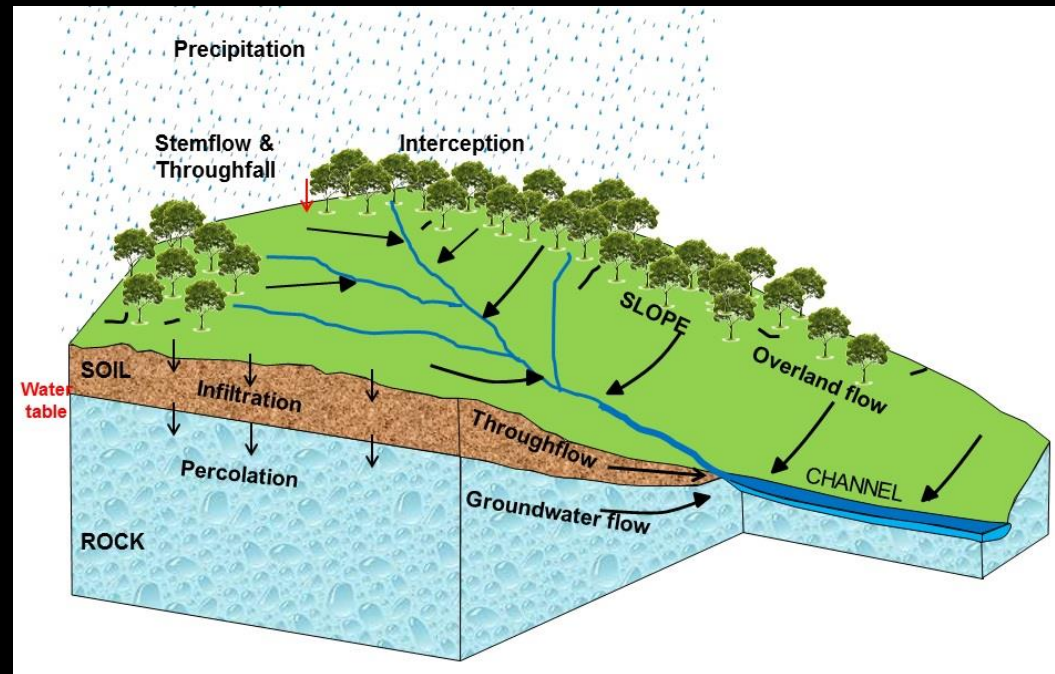
ŽIVOT UZ RIJEKE

- **rijeke** – promet, poljoprivreda, snabdijevanje vodom, ekološka vrijednost, oblikovanje reljefa, donos materijala u oceane...
- **posljedica**: značajne promjene u riječnom ekosustavu
- **riječni ekosustav** – ekosustav kopnenih voda – drugi najugroženiji sustav na Zemlji



OSNOVNE DEFINICIJE

- **rijeka** - dio hidrološkog ciklusa, otvoreni sustav (**ulaz**, **pohranjivanje** i **izlaz** vode i sedimenta)...mehanizmi?
- **ulaz**: padaline, erozija sedimenta
- **pohranjivanje**: tlo i jezera, obale rijeke, riječna dolina
- **izlaz**: evapotranspiracija, otjecanje
- **čimbenici koji utječu na cirkulaciju vode i sediment u sustavu**:
- topografija, tip tla, tip stijenske podloge, klima, biljni pokrov



Kretanje vode i sedimenta rijekama (coolgeography.co.uk)

OSNOVNE DEFINICIJE

- **riječni bazen** (drenažni bazen, sliv) – područje s kojeg voda otječe i dolazi u rijeku
- **granice sliva** – topografske barijere (iznimka su krške rijeke); granica između dva sliva
- **riječni sustav** – glavna rijeka i pritoke
- **riječni kanali** – granaju se iz glavne rijeke najčešće na nižem dijelu toka ili na ušću



Drenažni bazen rijeke (www.tes.com)

POPLAVE I ZAŠTITA OD POPLAVA

- Važan element pri transportu i sedimentaciji su **poplave**, koje su najčešće prirodni proces, u načelu važan i pozitivan, jer donosi nove čestice tj. sitnozrnate sedimente u ravnice i stvaraju plodno tlo! (Nil).
- Poseban su, ali rijedak, problem poplave kao posljedica rušenja brana ili odronjavanja stijena u akumulaciju (Vajont).
- Poplave su najčešći tip prirodne (dijelom geološke) opasnosti s najvećim brojem pogođenih ljudi i uništenih materijalnih dobara.
- Primjer je velika poplava Zagreba u listopadu 1964. g. (17 poginulih), ili velike poplave u središnjoj Europi 2002. g., ili poplava New Orleansa 2005. g. (kao posljedica uragana Katrina), Bangladeš...
- Međutim poplave su opasnost koja se relativno jednostavno može predvidjeti.

POPLAVE

- **Mehanizmi poplava**
- **Hidrometeorološki:**
 - otapanje snijega
 - obilne i dugotrajne kiše
 - kiša + snijeg
 - blokiranje ledom
- **Prirodne prepreke u rijekama:**
 - zemljane prepreke (klizišta)
 - ledene prepreke (klizanje leda)
- pojavljuju li se poplave momentalno?

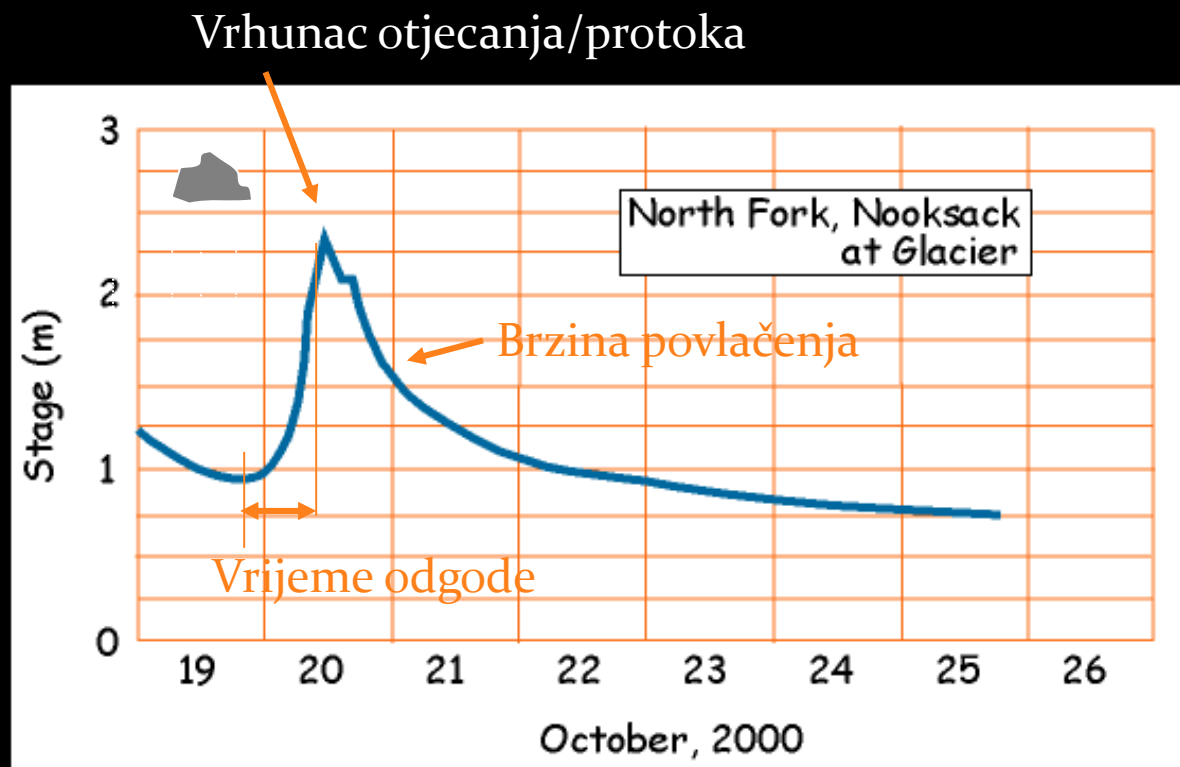


Rijeka blokirana komadima leda (www.weather.gov)

POPLAVE

- pojavljuju li se poplave momentalno nakon kiše?

Primjer hidrograma



POPLAVE

Protok rijeke (jednadžba kontinuiteta):

- $Q = W \times D \times V$

- Q – protok
- W – širina rijeke
- D – dubina rijeke
- V – brzina toka

- **Poremećaj protoka rijeke:** suše ili poplave

- $PR = (ET + P)$

- PR – precipitacija
- ET – evapotranspiracija
- P – pohranjivanje

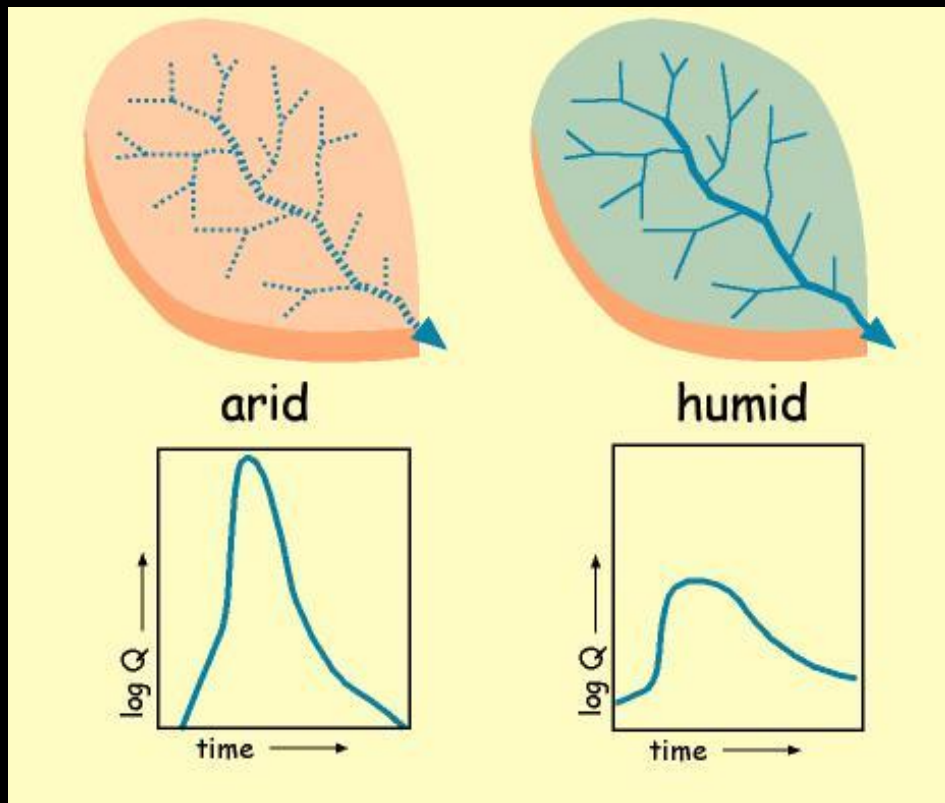
- u pravilu otjecanje > precipitacija

- ukoliko je precipitacija > otjecanje –
POPLAVA

- **poplave** – prirodan proces u riječnim bazenima; očekivani proces
- pojavljuju se sezonski

UTJECAJ KLIME NA POJAVU POPLAVE

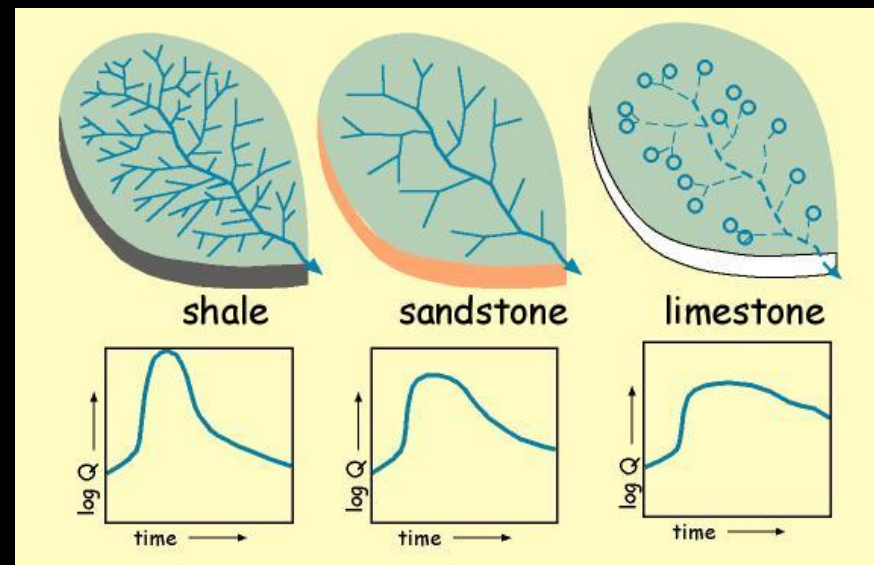
- veća pojavnost poplava u aridnim krajevima
- pr. nakon iznenadnih kiša u pustinjama
- mala upojnost tla
- nepravilan period pojavljivanja padalina
- prirodno nema retencijskih bazena
- nema sustava obrane od poplava



Primjer hidrograma za suha i vlažna područja
(Slideplayer)

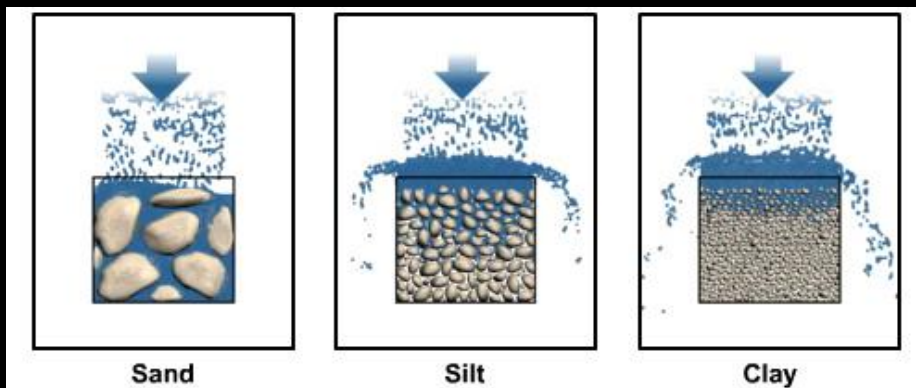
UTJECAJ PODLOGE NA POJAVU POPLAVE

- ovisi o propusnosti podloge
- **glinovite podloge** – prirodno nepropusne: kratko vrijeme odgode
- **pješčenjaci** – propusnost različita: različito vrijeme odgode
- **vapnenac** – propustan: dulje vrijeme odgode – ovisno o brzini punjenja podzemlja, začepljivanju ponora...
- ulogu igra i sastav tla (veličina i pakiranje čestica)



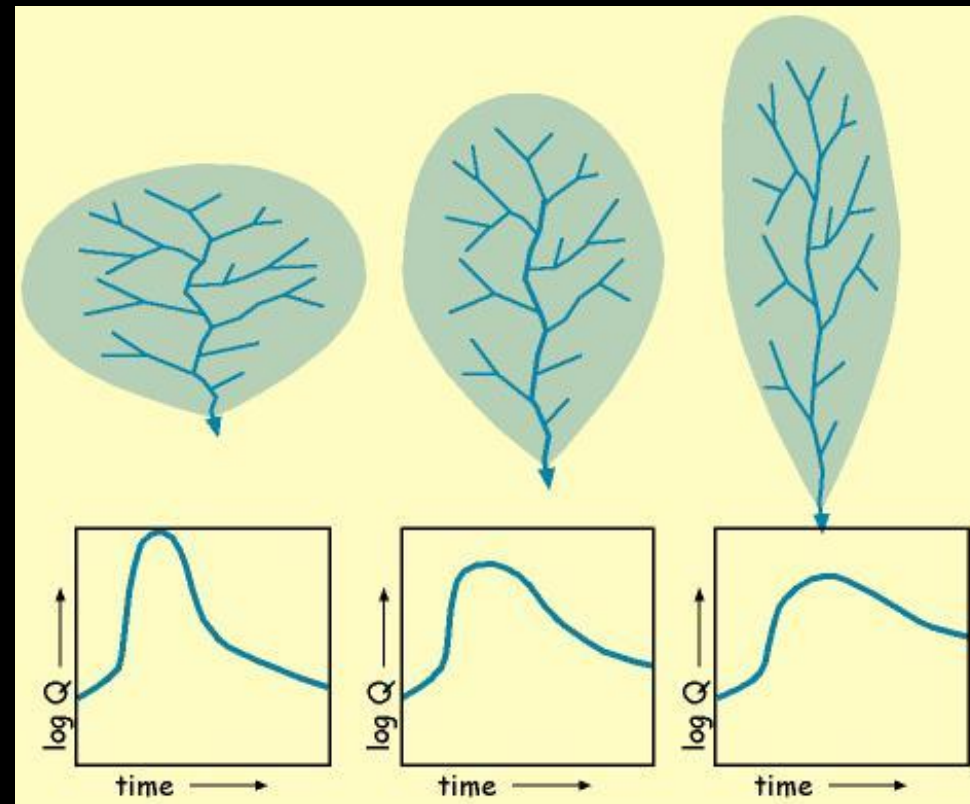
Gore: Primjer hidrograma za litološki različita područja (Slideplayer)

Dolje: Poroznost i upojnost različitih vrsta sedimenta/stijena



UTJECAJ GEOMETRIJE BAZENA NA POJAVU POPLAVE

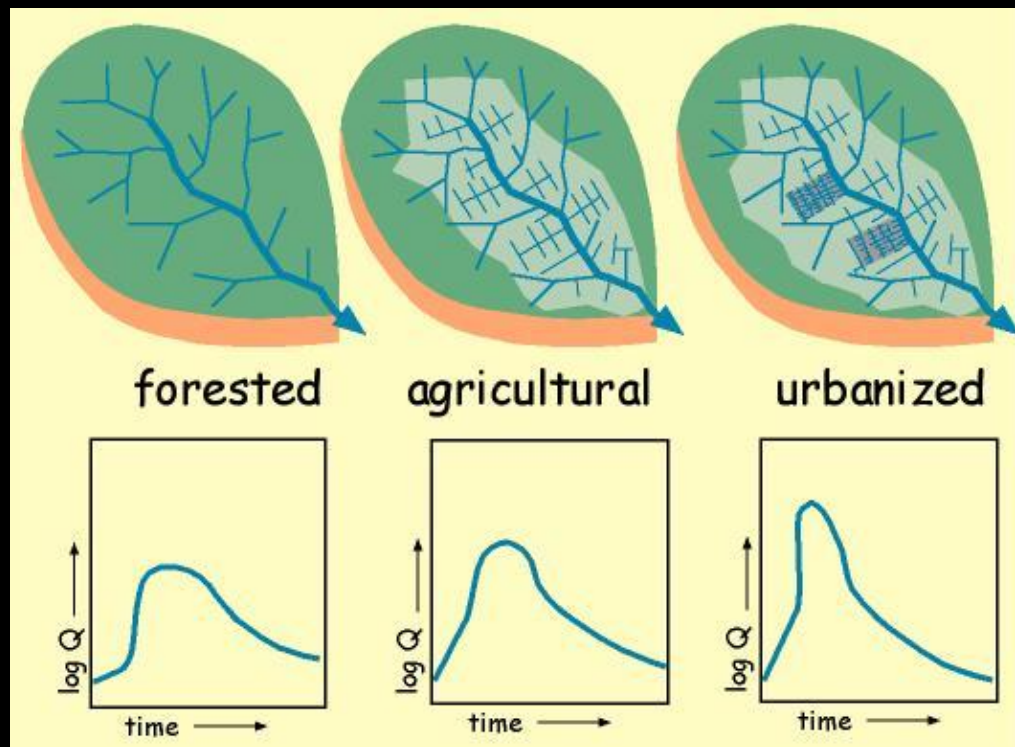
- brža pojava poplave ako je manja udaljenost od izvora do ušća rijeke – kružni drenažni bazeni
- dulje vrijeme odgode ako je bazen izdužen



Primjer hidrograma različitu geometriju bazena
(Slideplayer)

UTJECAJ UPOTREBE ZEMLJIŠTA NA POJAVU POPLAVE

- dulje vrijeme odgode u prirodnim uvjetima
- brža pojava poplave kod značajno izmijenjenih drenažnih bazena, pr. u urbaniziranim područjima
- razlozi...?
- začepljeno tlo, sužena riječna dolina, kanaliziranje rijeka, gradnja nasipa



Primjer hidrograma za područja različite upotrebe zemljišta (Slideplayer)

TIPOVI, MEHANIZMI I KONTROLNI FAKTORI POPLAVA

- dva su tipa poplava vezana za rijeke:
- **1. poplava doline rijeke**
 - u sredini ili donjem toku rijeke
 - nakon dugih i intenzivnih kiša
 - vrijeme odgode: nekoliko dana do tjedana
 - **Mississippi 1993.** – katastrofalna poplava (*Great Flood 1993*)
 - padaline počele još 1992. – saturacija tla
 - puno snijega + kontinuirane oluje
 - 15 mlrd \$ štete; 830 000 km² poplavljeno



Satelitska snimka poplave doline rijeke Mississippi 1993 g.
(earthobservatory.nasa.gov)

TIPOVI, MEHANIZMI I KONTROLNI FAKTORI POPLAVA

- dva su tipa poplava vezana za rijeke:
- **2. bujična poplava**
 - u višim dijelovima toka
 - nakon kratkih i intenzivnih kiša
 - uske doline – naglo povećavanje razine vode
 - dolazi naglo i stvara tzv. **flashflood**
 - teško ih se predviđa
 - vrijeme odgode: u minutama!
- velika razorna moć (pokreće šljunak, klizišta...)
- naročito opasna u gradovima



Gore i dolje: *Flash flood*; USA, primjer
(www.nbcphiladelphia.com; <http://floodlist.com>)



ANTROPOGENI UTJECAJ

- povećanje opasnosti od poplava:
- **izgradnja brana i njihovo pucanje**
- pr. pucanje **Malpasset** brane 1959. u Francuskoj tijekom faze punjenja – direktni propusti u gradnji; 423 poginula
- pr. **Vaiont 1963. u Italiji** – indirektan utjecaj čovjeka; 2000 poginulih

ANTROPOGENI UTJECAJ

- povećanje opasnosti od poplava:
- **začepljivanje tla**
- urbanizacija
- brža pojava poplave što je stupanj urbanizacije veći
- nefunkcionalan sustav odvodnje – čest u našim gradovima
- **deforestacija**
- u ruralnim krajevima
- gubitak tla – gubitak mjesta za pohranu
- erozija tla – zatrpavanje korita nizvodno



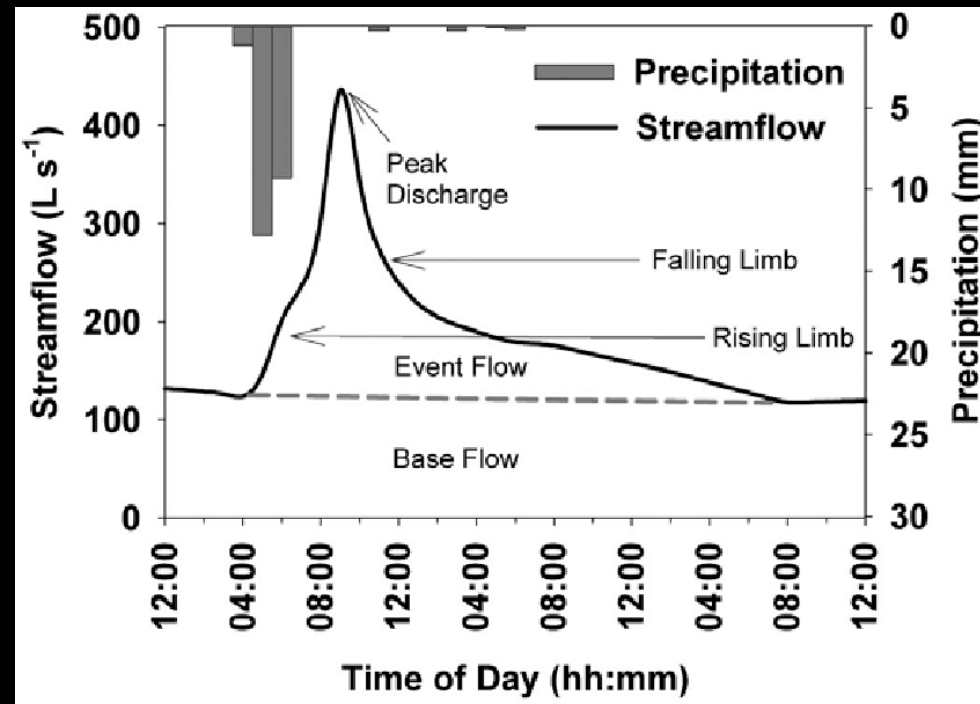
Poplava u Dubrovniku, listopad 2018. (www.vecernji.hr)

MOGUĆE STRATEGIJE ZA SMANJENJE OPASNOSTI OD POPLAVA

- Budući da nije moguće izbjeći korištenje poplavne ravnice, različiti su pristupi kojima se može smanjiti opasnost od šteta izazvanih poplavama.
- Osim određivanja zona opasnosti od poplava i ograničavanja određenih gradnji u pojedinoj zoni moguća je i upotreba posebnih propisa za gradnju u vodopoplavnom području.

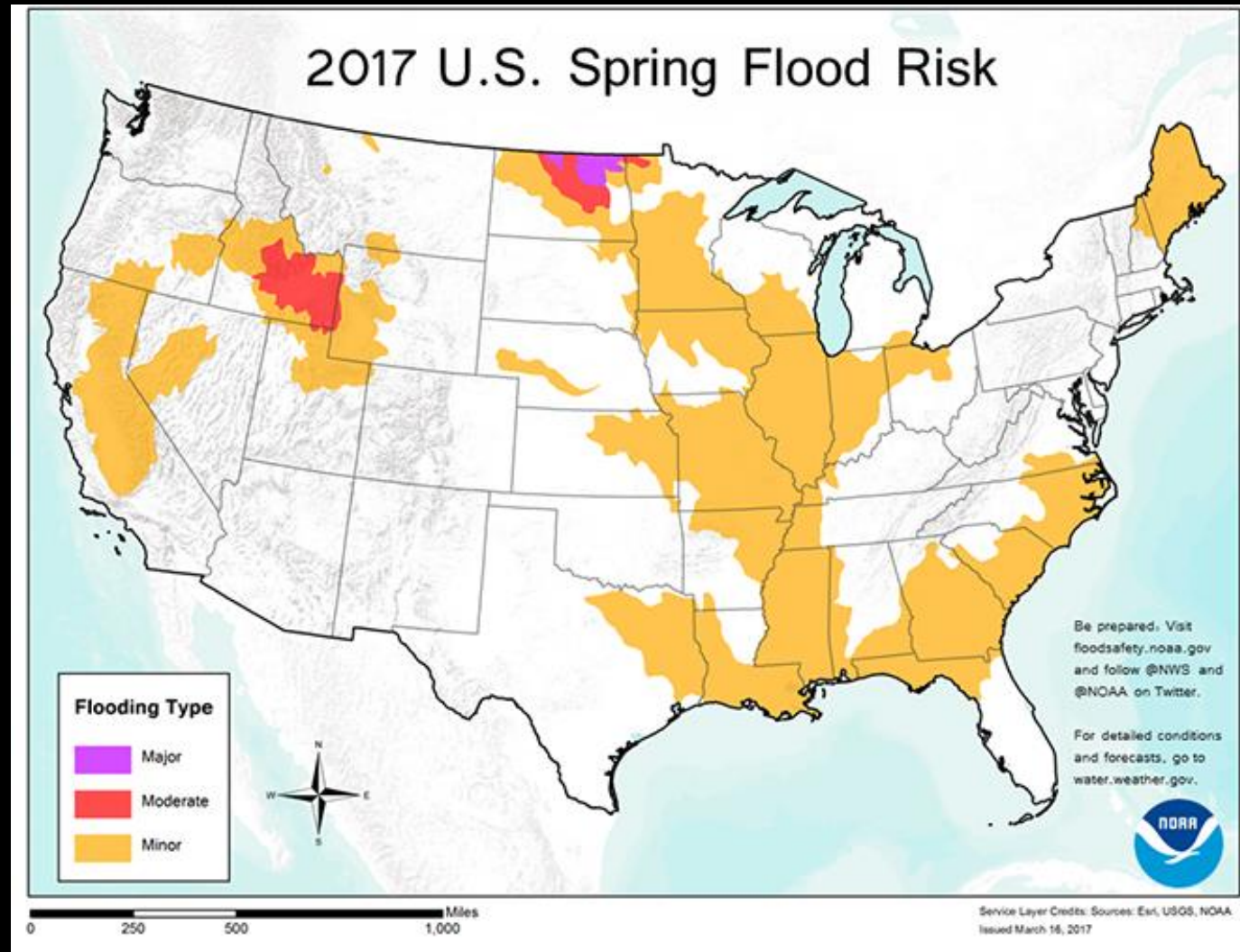
PREDVIĐANJE POPLAVA

- **preduvjeti:**
- poznavanje prirodnih karakteristika drenažnog bazena
- poznavanje povijesnih događaja
- **izrada karate opasnosti od poplava** – na temelju geomorfoloških i geoloških karakteristika, satelitskih snimaka i povijesnih podataka
- izrada preciznih **hidrograma**...?
- ...histogram/graf koji pokazuje dinamiku poplave, počevši od padalina, mjesta početka poplave, intenziteta maksimuma poplave i karakteristike faze opadanja poplavnog vala



Primjer hidrograma (Pierson i Williams, 2016)

PREDVIĐANJE POPLAVA



Primjer karte poplava za USA za 2017. g.
(www.noaa.gov)

MOGUĆE STRATEGIJE ZA SMANJENJE OPASNOSTI OD POPLAVA

- Dimenzioniranje vodozaštitnih objekata značajno je i tu se upotrebljava vrijeme **povratnog perioda velikih voda** (1, 10, 100, 1000 g).
Vjerojatnost da će se određena razina vode pojaviti u jednoj godini.
Povratni period od godinu znači da će se s 100% vjerojatnošću javiti određeni vodostaj, PP 100 g, znači da je 1% vjerojatnosti da će se u bilo kojoj godini pojaviti taj vodostaj. PP 1000 g znači da je 1‰ vjerojatnosti da će se u bilo kojoj godini pojaviti taj vodostaj.
- To je područje koje pokrivaju specijalizirane struke hidrolozi, hidrotehničari.

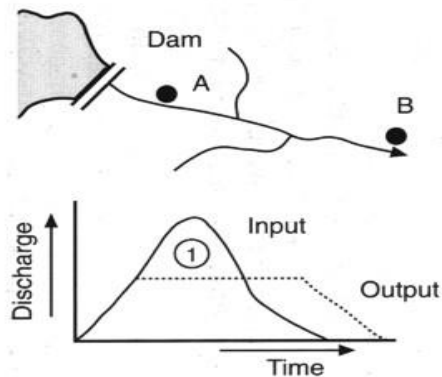
Na koji povratni period su
dimenzionirani Savski nasipi
u Zagrebu?

500 godina

MOGUĆE STRATEGIJE ZA SMANJENJE OPASNOSTI OD POPLAVA

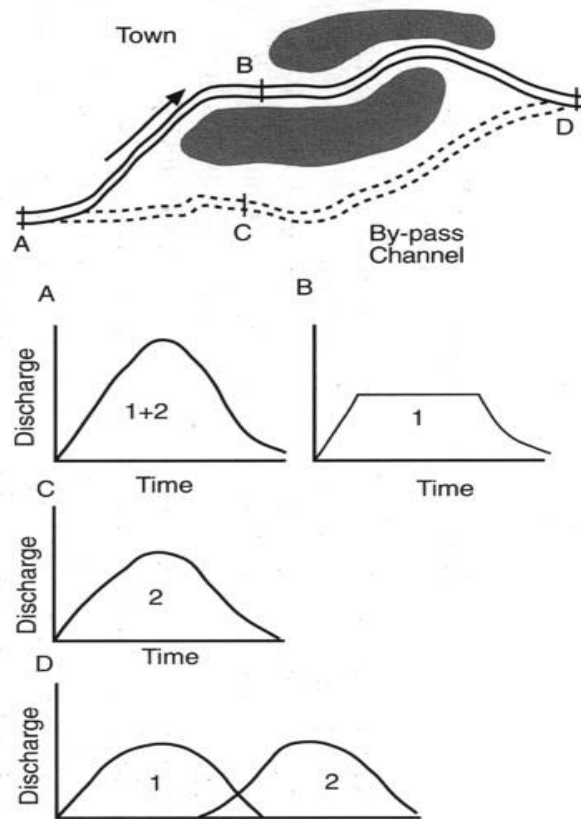
Glavni način da se smanje štete od poplava je regulacija vodotoka, gradnja nasipa, sustava retencija, odteretnih kanala, velikih bazena...

A Dams & reservoirs

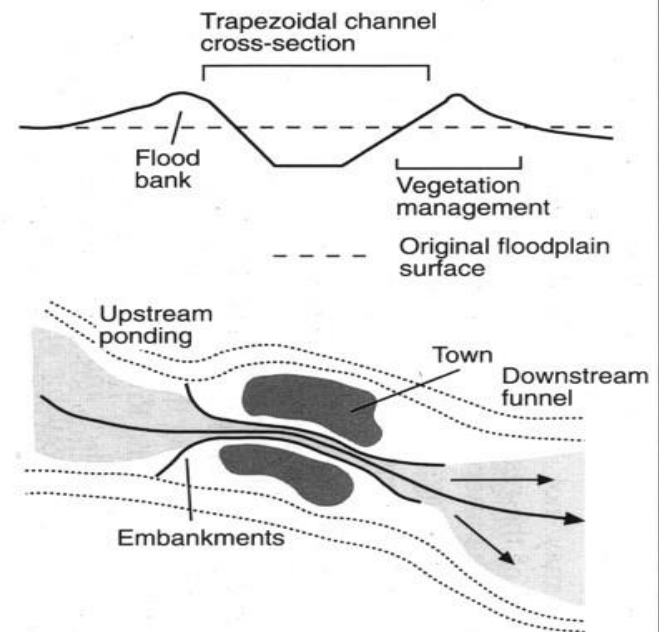


① Volume of water stored in reservoir

B Cut-off channels



C Embankments



PREVENCIJA POPLAVA

- kanaliziranje rijeka
- proširivanje i produbljivanje prirodnih kanala
- odteretni kanali
- reguliranje otjecanja
- urbana područja:
 - nasipi
 - pumpne stanice...
- ...napuštanje područja

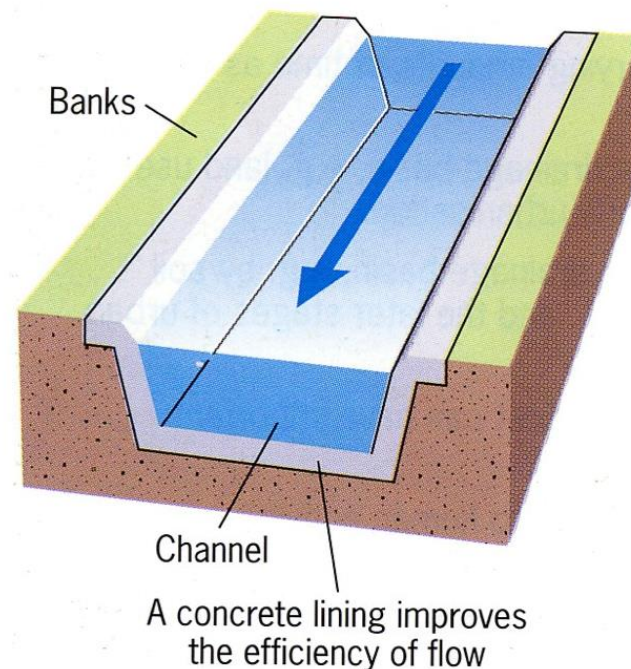


Figure 6.1 Resectioning the channel
(Source: Knapp et al, 1989)

Kanaliziranje rijeka radi poboljšanja protoka

MOGUĆE STRATEGIJE ZA SMANJENJE OPASNOSTI OD POPLAVA

- Nažalost, često intervencije na sprečavanju poplava u jednom području dovode do povećanja opasnosti u drugom (obično nizvodnom) području.
- Brojne poplave u Hrvatskoj 2014! Gunja.
- Poplave oko Velike Gorice u rujnu 2010!

