

ANALIZA VELIKIH VODA

- Velike vode
 - naglo povećanje protoka/vodostaja, dostizanje maksimuma i postepeno opadanje
 - hidrogram velike vode = talas velike vode = poplavni talas
- Uzroci nastanka velikih voda
 - jake kiše
 - topljenje snega
 - nagomilavanje leda
 - rušenje brane
- Objekti/sistemi za zaštitu od velikih voda projektuju se tako da obezbede određeni stepen zaštite (tj. postoji dozvoljeni rizik)
- Merodavna velika voda – najveći talas velike vode koji objekat/sistem može da bezbedno primi

Merodavne VV za projektovanje

- Merodavne (računske) veličine
 - obično Q_{\max} ili H_{\max}
 - takođe zapremina, vreme do pojave maksimuma...
- Merodavna VV određuje se na osnovu
 - regulative, standarda ili preporuka
 - analize dopustivog rizika
 - ekonomske analize (najpovoljniji odnos troškova izgradnje / održavanja objekta za zaštitu od VV i potencijalnih šteta)

Rizik od velikih voda

Verovatnoća godišnjeg prevazilaženja $p(x)$

- ili: verovatnoća prevazilaženja tokom jedne godine
- predstavlja verovatnoću da će godišnji maksimum prevazići vrednost x
- dobija se iz raspodele verovatnoće niza godišnjih maksimuma:

$$p(x) = P\{X_{\text{gm}} > x\}$$

Povratni period $T(x)$

- recipročna vrednost verovatnoće prevazilaženja

$$T(x) = 1/p(x)$$
- može se shvatiti kao način izražavanja verovatnoće prevazilaženja:

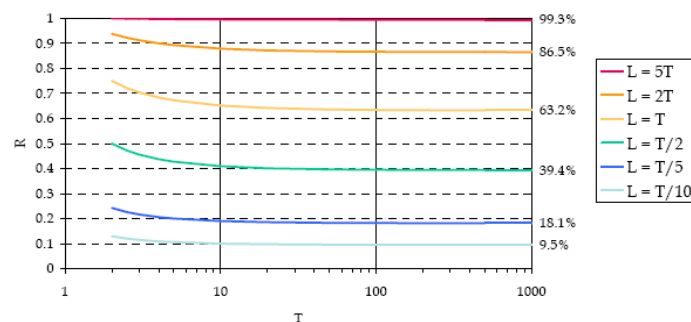
$$p(x) = 1/T(x)$$
 - npr. $p(x) = 0.02 = 1/50 \rightarrow T(x) = 50$ god.
- predstavlja prosečan broj godina između dva prevazilaženja vrednosti x

Rizik od velikih voda

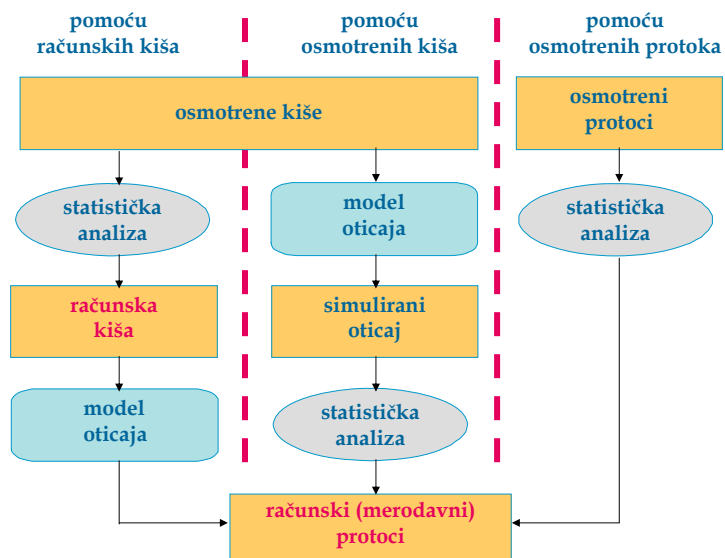
Verovatnoća prevazilaženja tokom veka objekta $R(x)$

- ili rizik (u užem smislu)
- verovatnoća da će vrednost x biti prevaziđena (bar jednom) tokom projektnog veka objekta od L godina:

$$R(x) = 1 - [F(x)]^L = 1 - [P\{X \leq x\}]^L = 1 - [1 - 1/T]^L$$

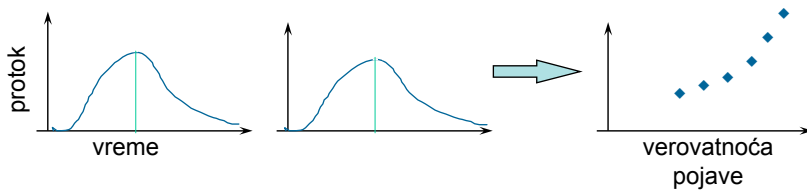


Analiza velikih voda



Analiza VV na osnovu osmotrenih protoka

■ Statistička analiza osmotrenih protoka



■ Metode

- nizovi godišnjih maksimuma
- nizovi prekoračenja preko praga (parcijalne serije; metoda pikova)
- regionalna statistička analiza velikih voda

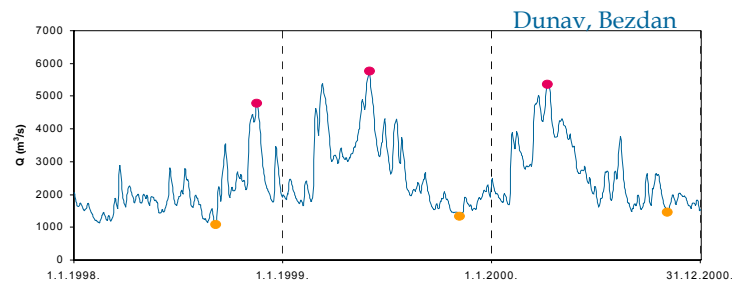
■ Uslovi koje hidrološki nizovi moraju da ispune:

- nezavisni podaci (slučajnost uzorka)
- jednako raspoređeni podaci (podaci koji prate istu raspodelu), "istorodni" podaci (homogenost uzorka)

Statistička analiza velikih voda

Metoda godišnjih maksimuma

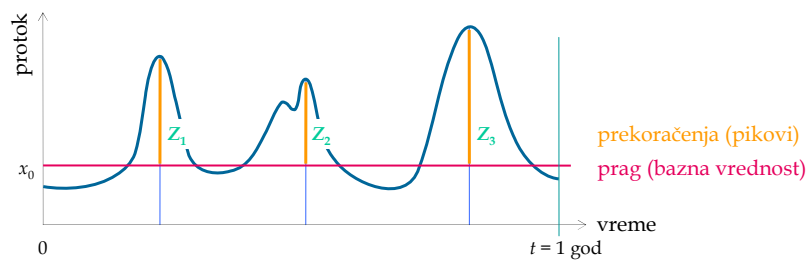
- niz čini po jedna (najveća) vrednost godišnje
- standardan postupak najzastupljeniji u praksi
- tipične teorijske raspodele: log-normalna (2 i 3 par.), Pirson III, log-Pirson III, Gumbelova



Statistička analiza velikih voda

Metoda prekoračenja iznad praga

- niz čine "pikovi" (maksimumi talasa) koji prelaze izabrani prag
 - prednost: uzima u obzir sve relevantne događaje

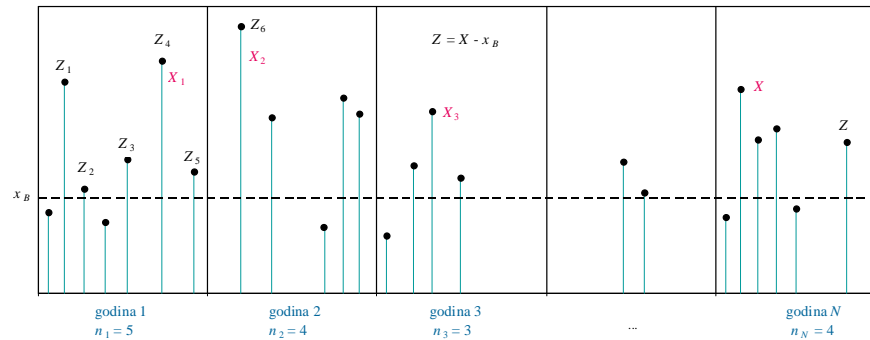


- Promenljive koje se posmatraju u jednoj godini:

- n - broj prekoračenja u godini dana
- Z_1, Z_2, \dots, Z_n - niz svih prekoračenja u godini dana
- $X = \max \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ - najveće prekoračenje tj. godišnji maksimum

Statistička analiza velikih voda

Metoda prekoračenja iznad praga

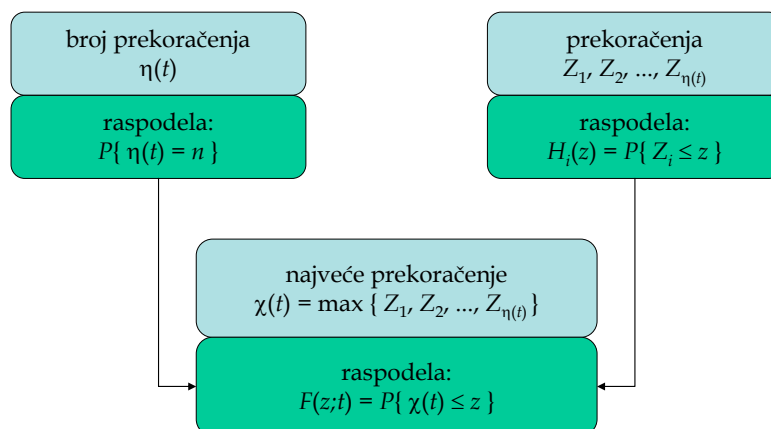


Za N godina:

1. niz brojeva prekoračenja u godini dana n_1, n_2, \dots, n_N
(ukupan broj prekoračenja M ; prosečan broj prekoračenja godišnje $\Lambda = M/N$)
2. niz prekoračenja Z_1, Z_2, \dots, Z_M
3. niz godišnjih maksimuma X_1, X_2, \dots, X_N

Statistička analiza velikih voda

Metoda prekoračenja iznad praga



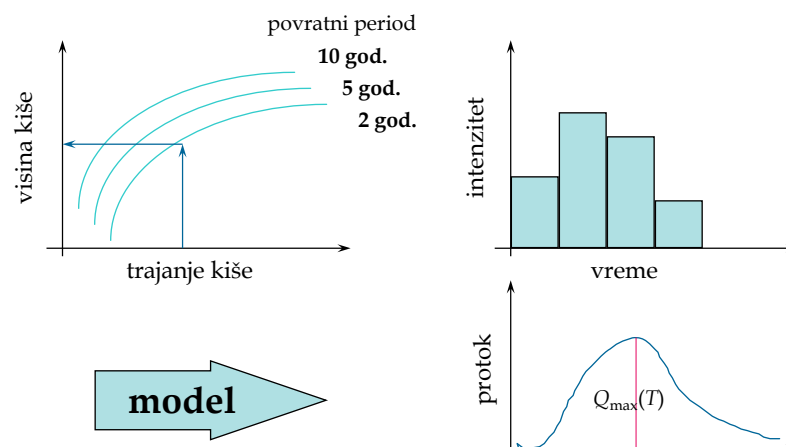
Statistička analiza velikih voda

■ Regionalna statistička analiza velikih voda

- različiti pristupi, na osnovu podataka o VV sa M stanica u regionu
- osnovna pretpostavka: homogenost regiona
- najjednostavnija metoda: "godina-stanica"
 - formiraju se nizovi po stanicama $Q_{i,j}/Q_{sf,j}$, $j = 1, 2, \dots, M$ za N godina osmatranja
 - nizovi sa svih stanica formiraju jedinstven niz dužine MN koji se statistički obrađuje
 - bezdimenzionalni rezultati jedinstvenog niza množe se srednjom VV za odgovarajuću stanicu

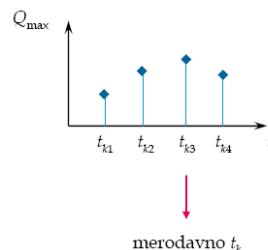
Analiza VV na osnovu računskih kiša

- ### ■ osmotrene padavine - računski kiša - simulacija oticaja - merodavni protok



Analiza VV na osnovu računskih kiša

- Osnovna pretpostavka: povratni period računske VV isti je kao povratni period računske kiše
 - može se prihvatiti samo za male povratne periode (do 10 godina)
- Potrebno odrediti merodavno trajanje kiše
 - racionalna metoda:
merodavno trajanje kiše = vreme koncentracije
 - ostale metode: "probanje" (merodavno trajanje je ono za koje se dobija najveća VV)
- Model padavine-oticaaj mora biti kalibrisan
 - kalibracija modela: podešavanje vrednosti parametara modela tako da simulirani hidrogram odgovara opaženom

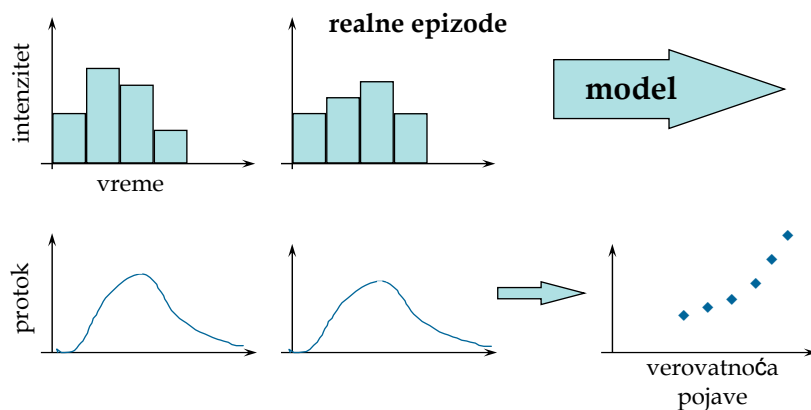


Analiza VV na osnovu računskih kiša

- Verovatno maksimalne padavine (VMP) i verovatno maksimalne vode (VMV)
 - engl. *probable maximum precipitation (PMP)* i *probable maximum flood (PMF)*
- VMP su padavine koje su rezultat najnepovoljnijih meteoroloških uslova za datu lokaciju
- VMV se dobija pomoću VMP i kalibrisanog modela oticaja za najnepovoljnije hidrološke uslove
- Smatra se da je rizik od pojave VMV praktično jednak 0

Analiza VV na osnovu osmotrenih kiša

- osmotrene padavine - simulacija oticaja - statistička analiza - merodavni protok



Analiza VV na osnovu osmotrenih kiša

- Prednost: povratni period VV nije usvojen da je isti kao povratni period računske kiše
- Model padavine-oticaaj mora biti kalibrisan
 - model treba kalibrisati tako da odgovara velikim vodama i jakim kišama, a ne svim vrstama oticaja
 - biraju se kiše koje istovremeno imaju i veliku visinu i veliki intenzitet

Računske kiše i računski protoci

- Računska kiša
 - kišna epizoda koja se koristi za proračun oticaja u projektovanju hidrotehničkih objekata
 - definisana visinom kiše i hijetogramom (oblikom)
 - određuju se na osnovu podataka osmatranja
- Računski protoci, nivoi, zapremine...
 - merodavne veličine za projektovanje
 - kontrola velikih voda: maksimalni protoci, maksimalni nivoi, zapremine otekle vode
 - korišćenje voda: prosečni proticaji, male vode