

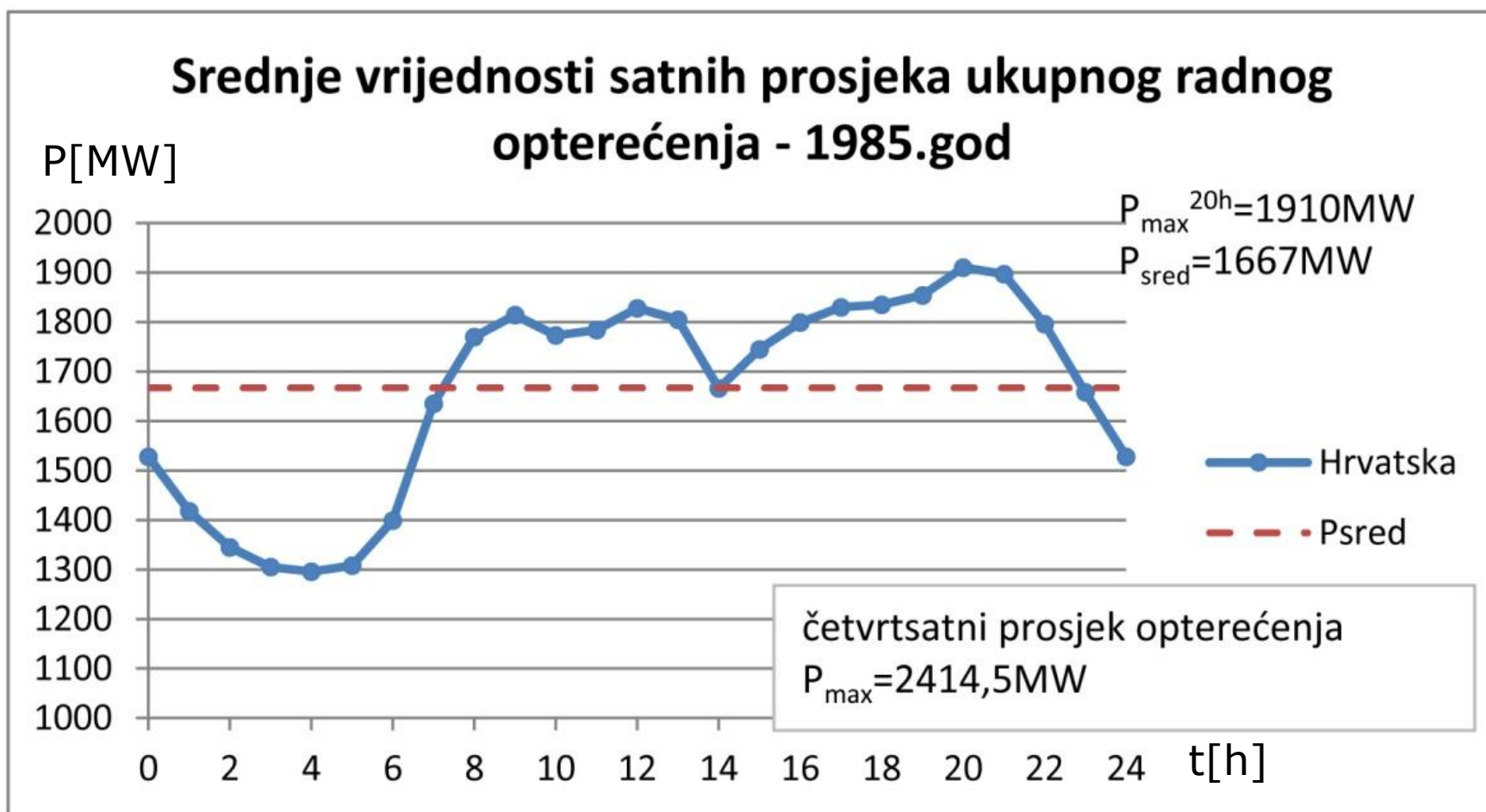
KORIŠTENJE VODNIH SNAGA



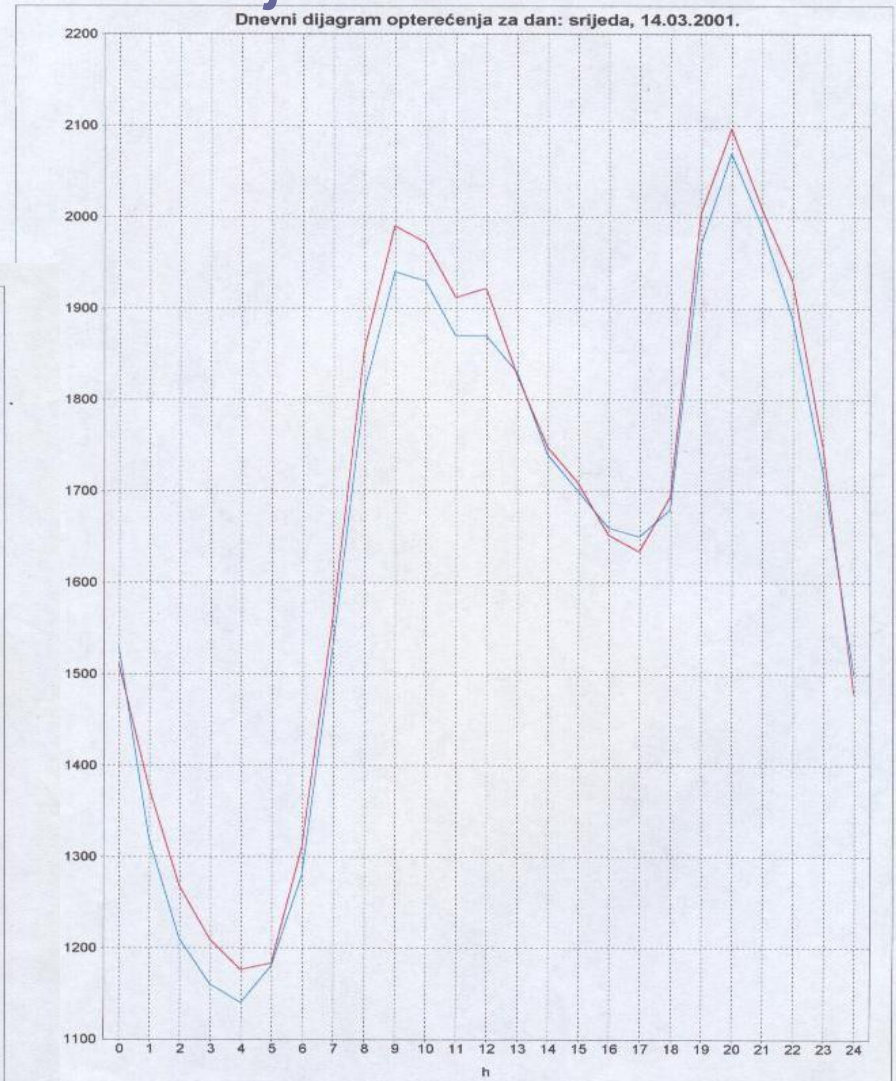
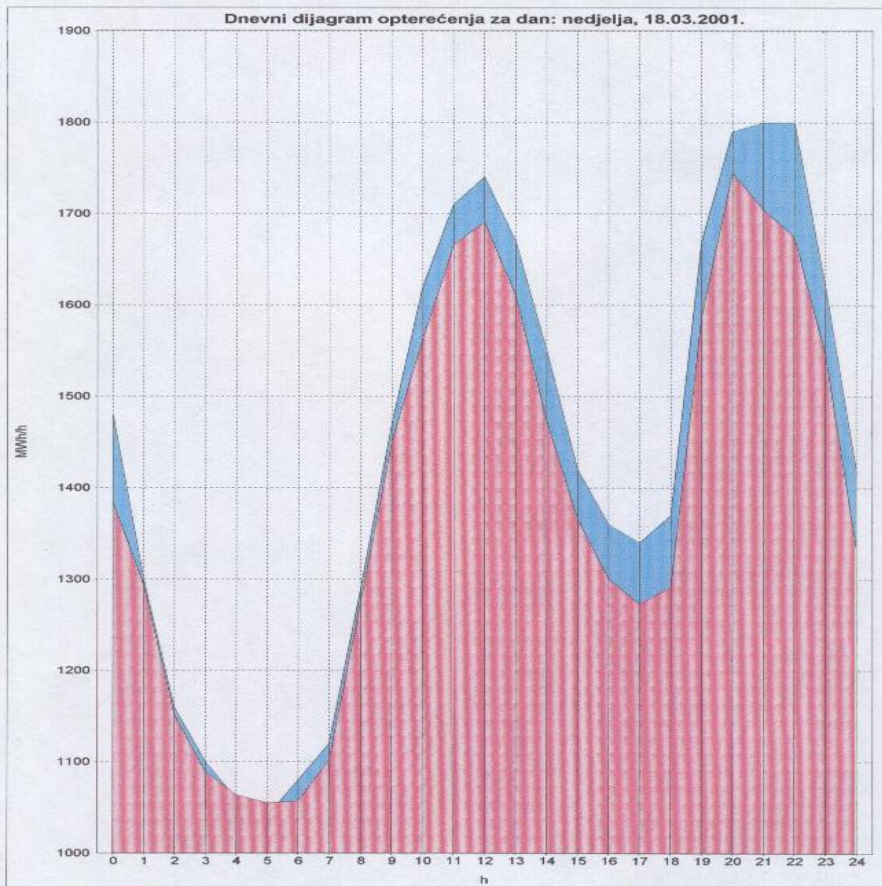
AKUMULACIJE
|
REGULIRANJE PROTOKA

Potreba snage

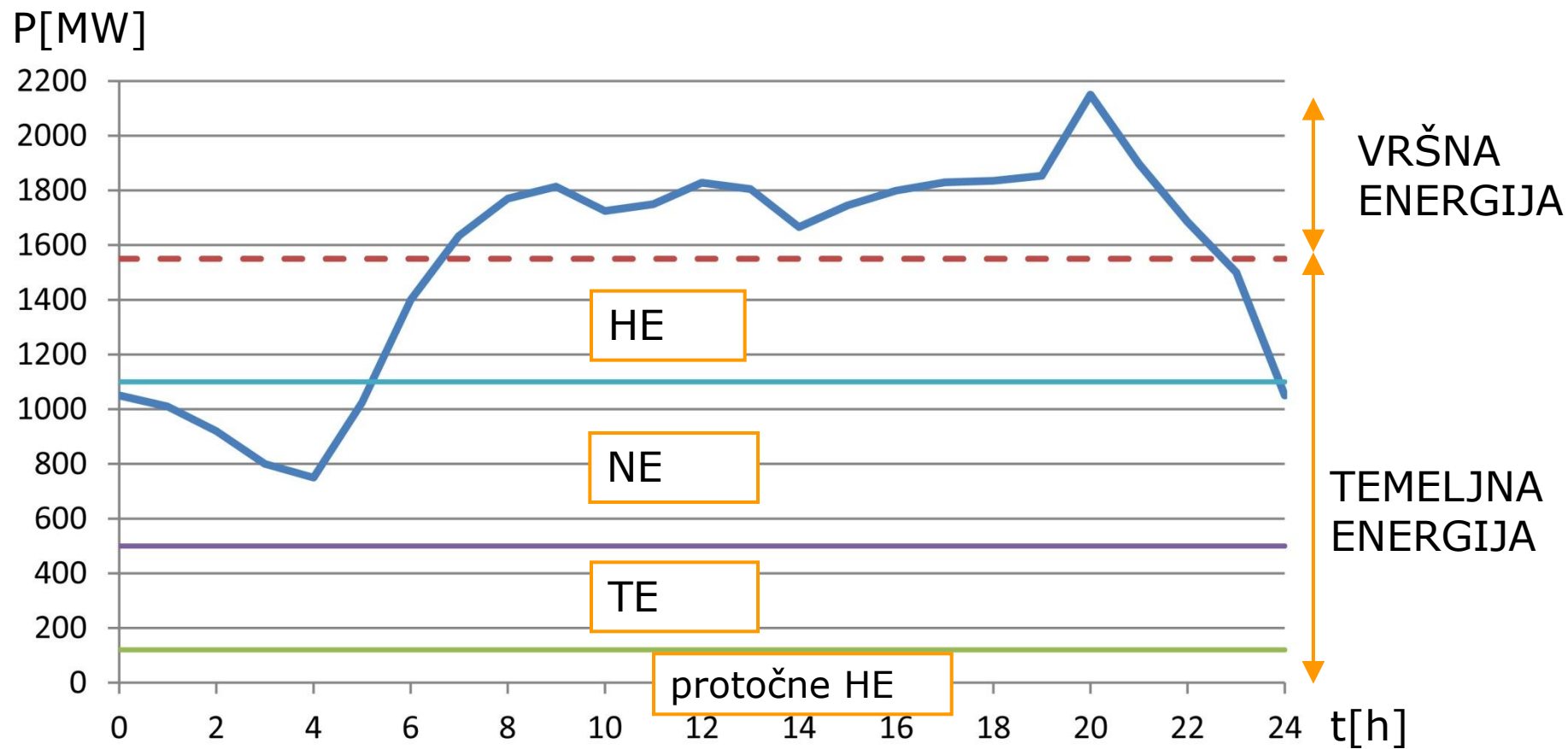
- srednje vrijednosti satnih prosjeka RH



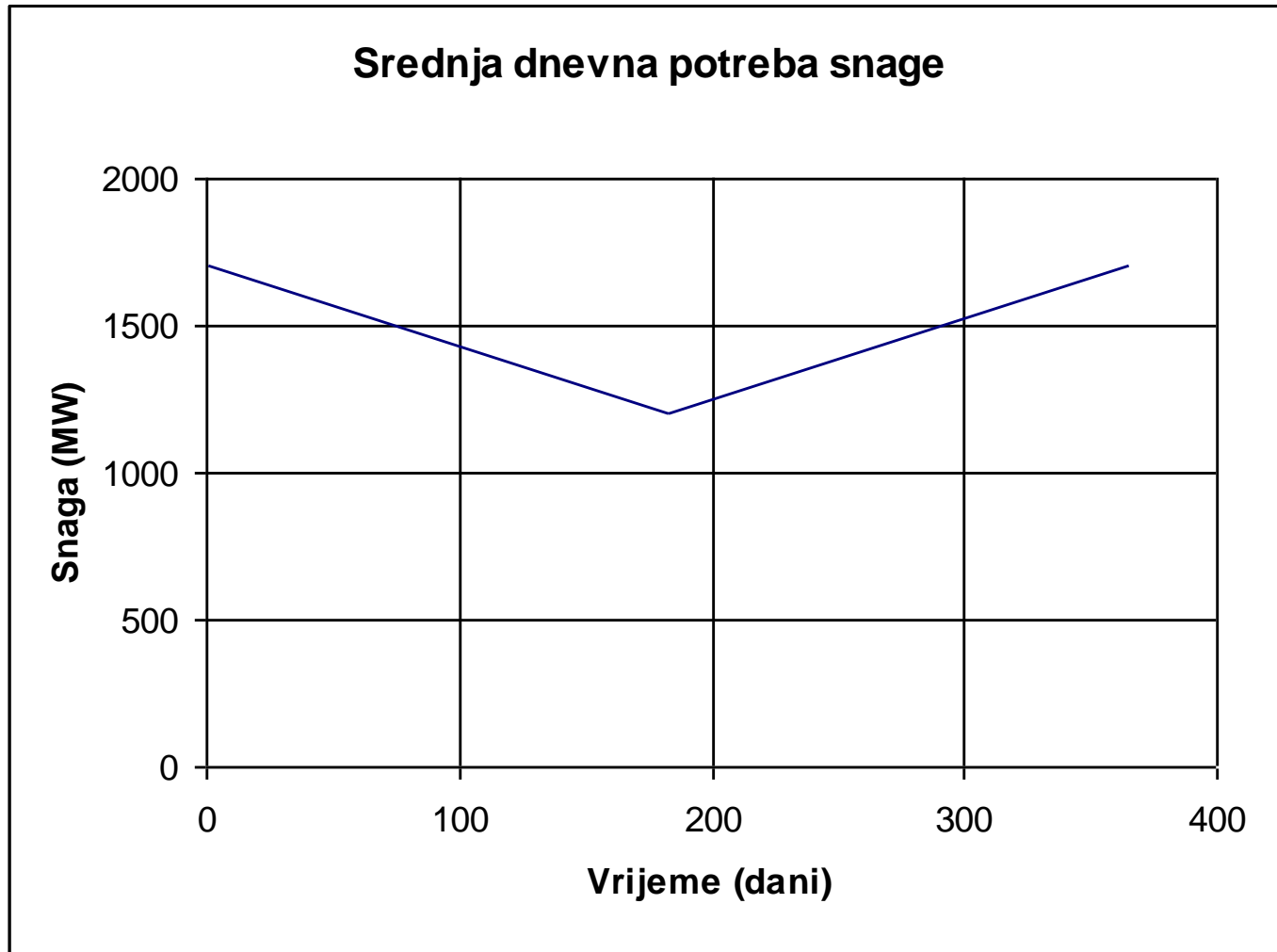
Primjer potreba snage u RH tijekom dana



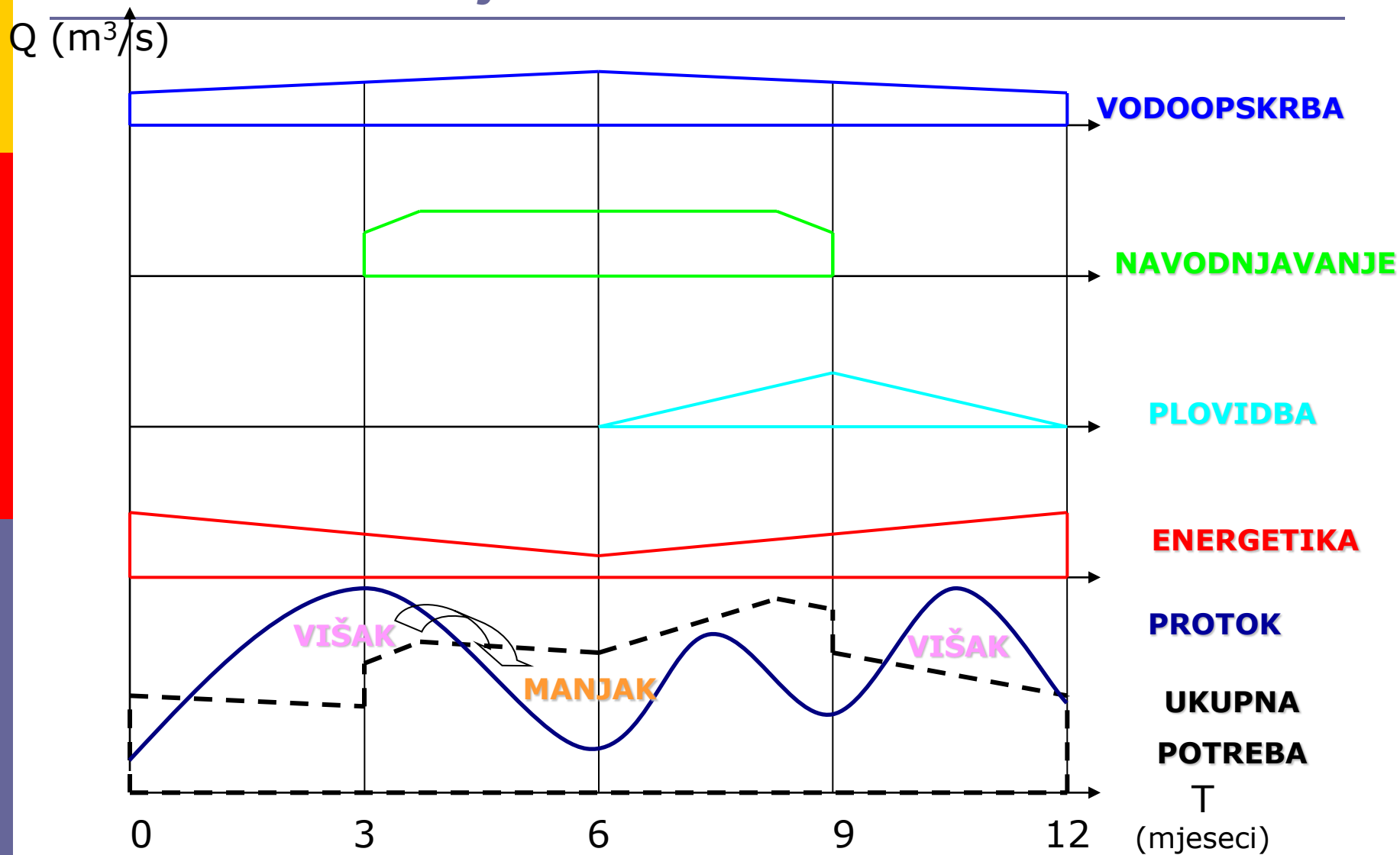
Osnovna podjela izvora opskrbe



Srednja dnevna potreba snage kroz godinu

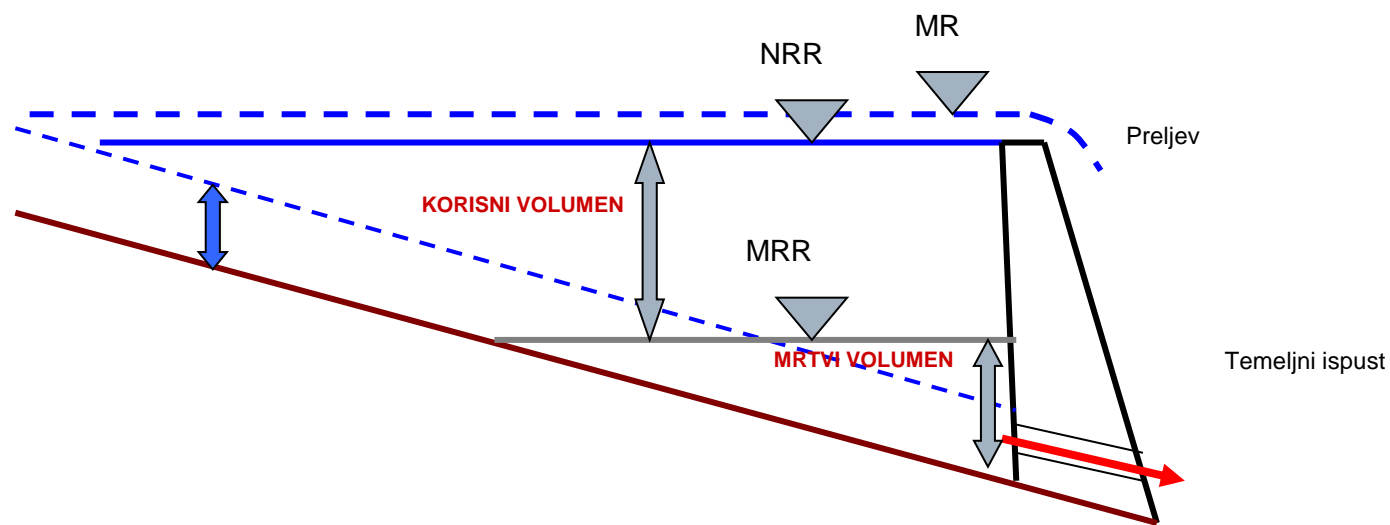


Akumulacije



Osnovni parametri akumulacije

- **Kota normalnog uspora (NRR)**
 - kota kod koje je ispunjen korisni volumen akumulacije
- **Kota minimalnog radnog nivoa (MRR)**
 - kota ispod koje se ne uzima voda za korisnika
- **Kota maksimalnog radnog nivoa (MR)**
 - maksimalna kota nivoa vode u akumulaciji.



Osnovni parametri akumulacije

□ Korisni volumen akumulacije

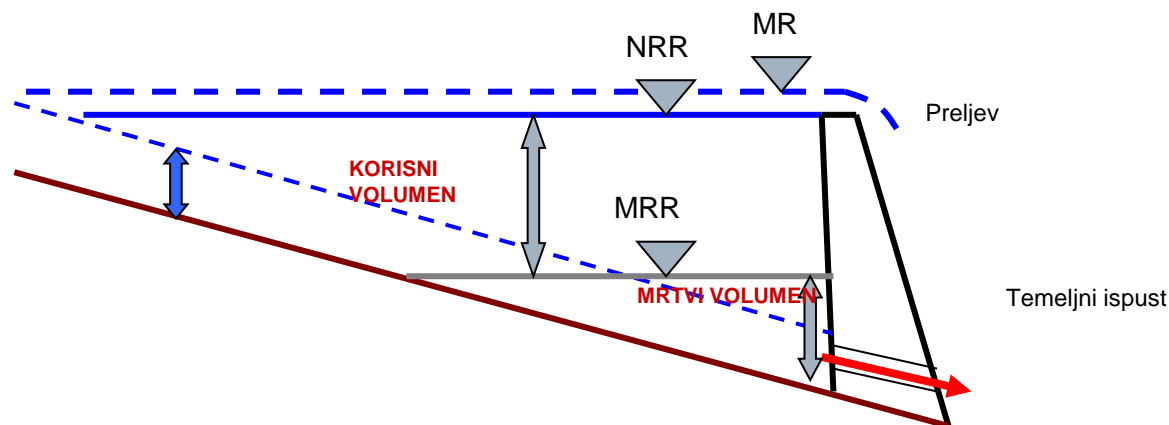
- volumen potreban da osigura zadovoljenje potreba korisnika, za poznati hidrogram dotoka.

□ Mrtvi volumen akumulacije

- volumen koji se ne koristi za reguliranje protoka, prostor koji prihvaća nanos.

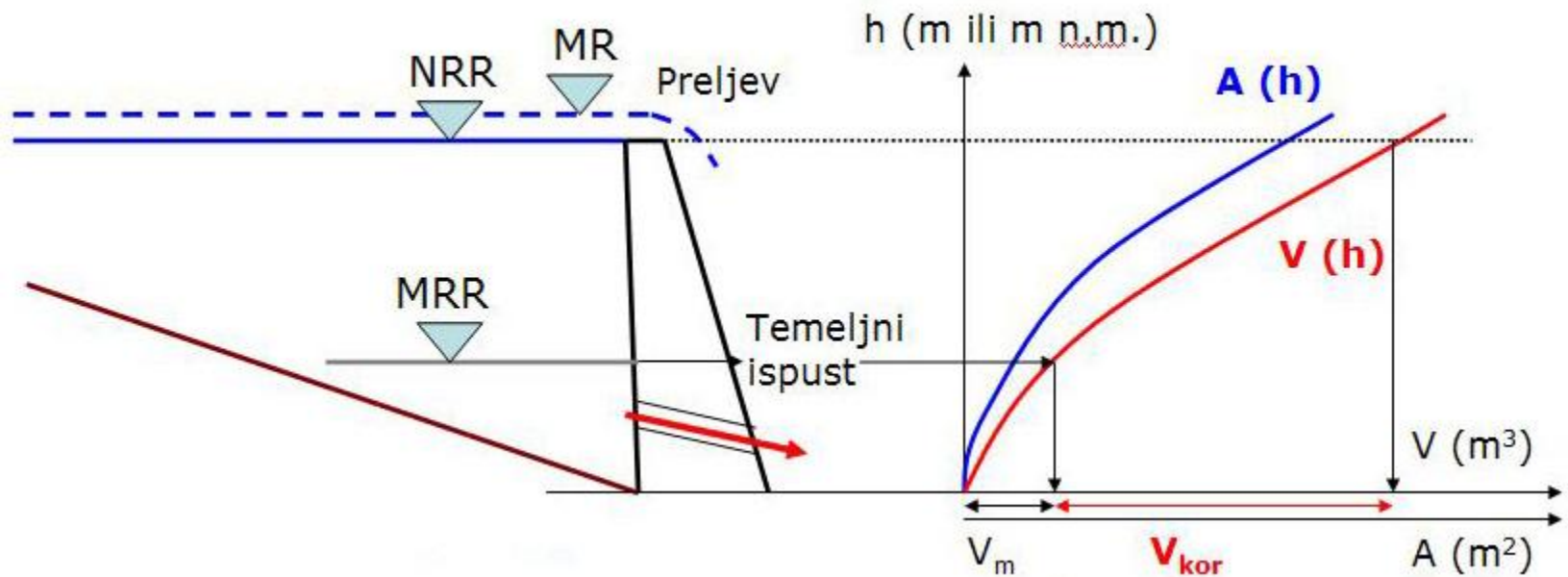
□ Volumen rezervnog prostora

- volumen za prihvaćanje vodnog vala.



Osnovni parametri akumulacije

- **Krivulja volumena i površine akumulacije**
 - definira ovisnost volumena akumulacije i površine vodnog lica o nivou vode u akumulaciji.



Osnovni parametri akumulacije

□ Hidraulički režim brane

- opisuju krivulja protoka kroz evakuacijske objekte i krivulja protoka zahvata u ovisnosti s nivoom vode u akumulaciji.

□ Krivulja protoka donje vode

- opisuje ovisnost protoka i nivoa vode u nizvodnom koritu vodotoka.

□ Režim upravljanja akumulacijom

- definira način korištenja akumulacije u radnim i izvanrednim uvjetima.

Pokazatelji karakteristika akumulacije

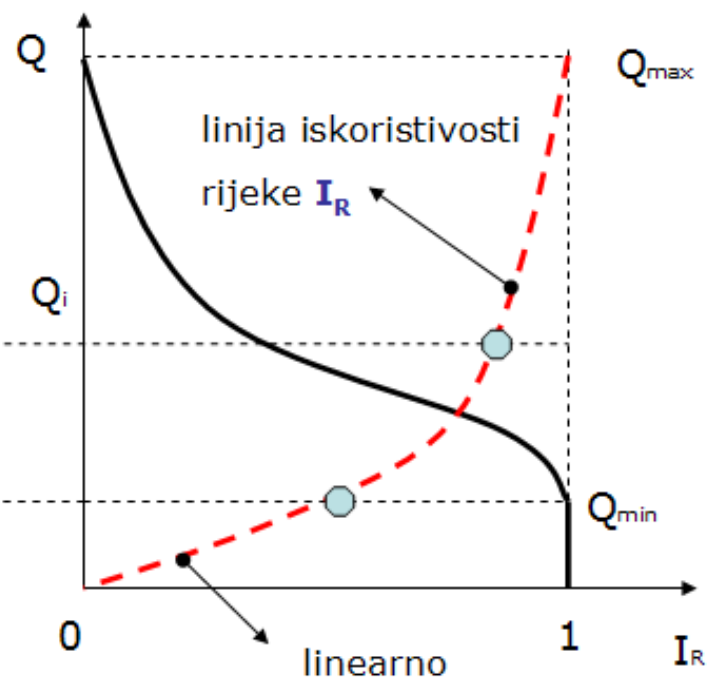
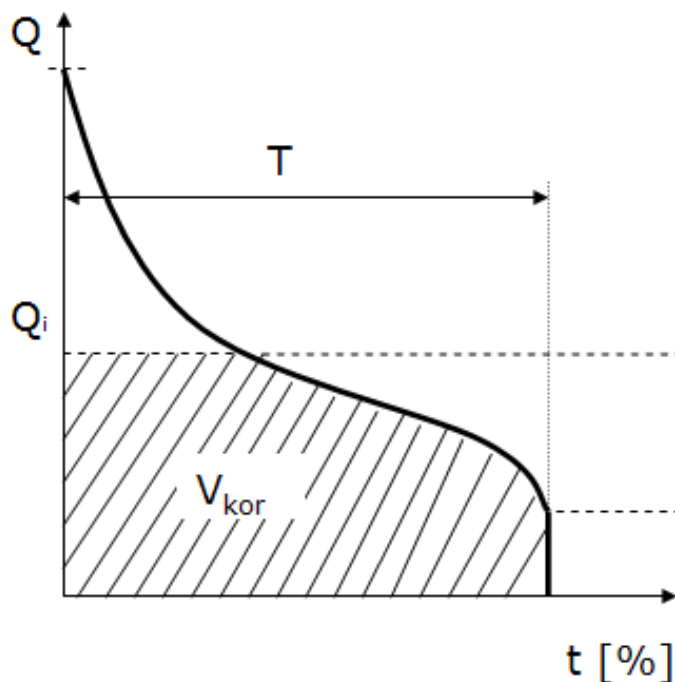
- Doprinos akumulacije
- Bonitet akumulacije
- Bonitet usporne građevine
- Odnos korisnog volumena i ukupnog godišnjeg dotoka
- Energetska vrijednost akumulacije

Pokazatelji karakteristika akumulacije

Doprinos akumulacije

ISKORISTIVOST RIJEKE (I_R)

$$I_R = V_{kor} / V$$

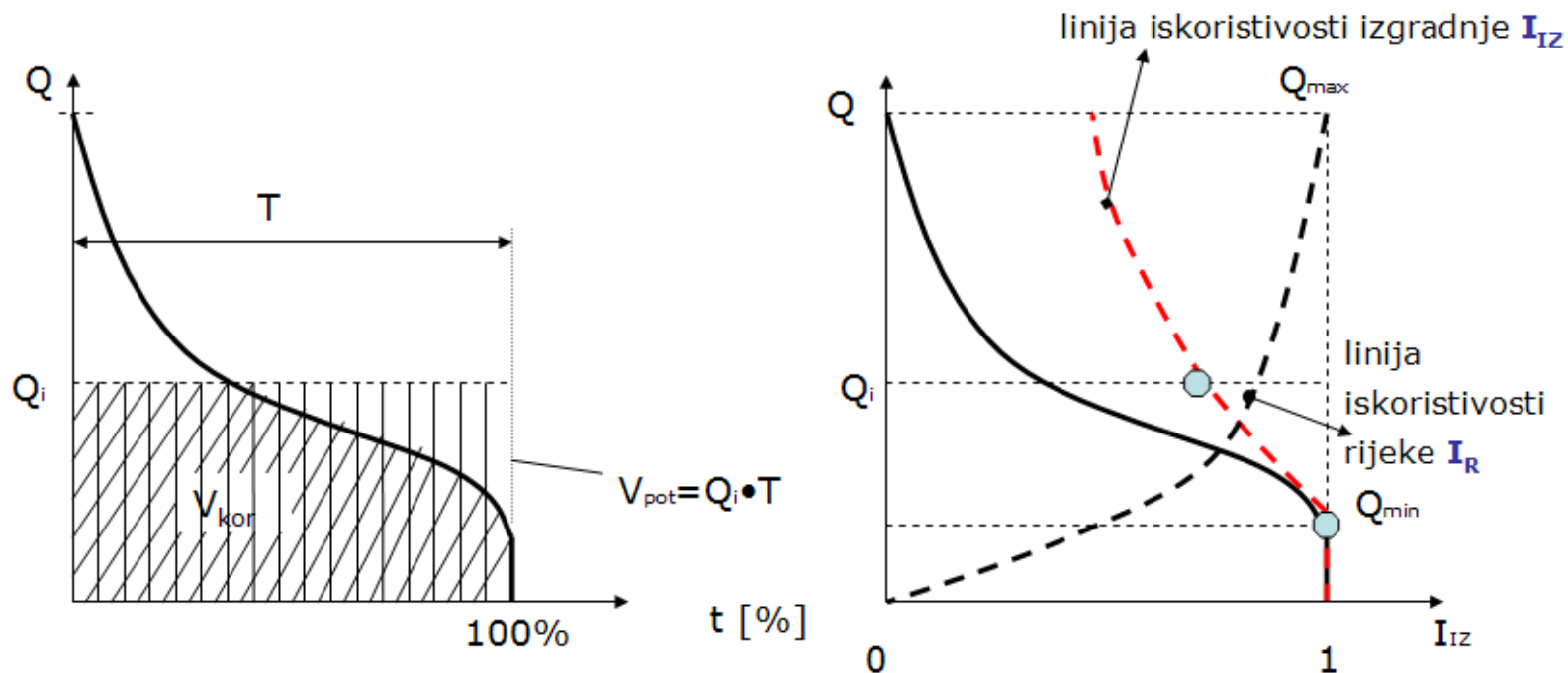


Pokazatelji karakteristika akumulacije

Doprinos akumulacije

ISKORISTIVOST IZGRADNJE (I_{IZ})

$$I_{IZ} = V_{kor} / V_{pot} = V_{kor} / (Q_i \cdot T)$$

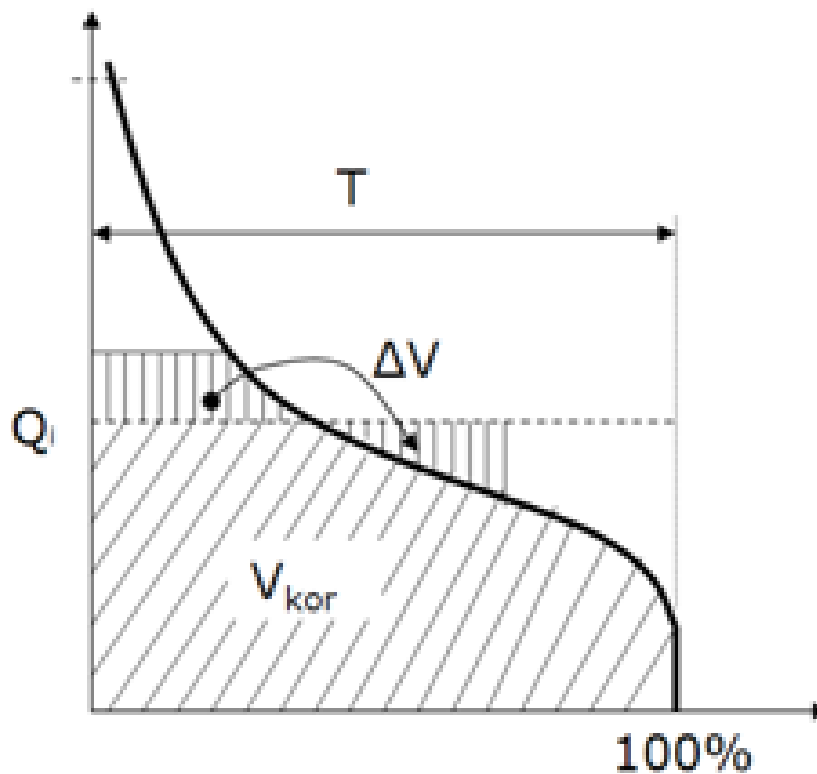


Pokazatelji karakteristika akumulacije

Doprinos akumulacije

- ISKORISTIVOST RIJEKE S AKUMULACIJOM (I_R^A)

$$I_R^A = (V_{kor} + \Delta V) / V_{UK}$$



Pokazatelji karakteristika akumulacije

Doprinos akumulacije

- **DOPRINOS AKUMULACIJE** (D_{ak})
 - omjer dodatnog prema iskorištenom volumenu

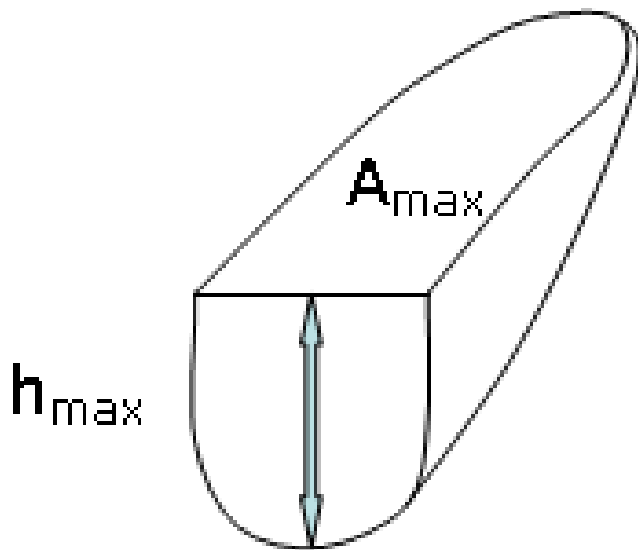
$$D_{ak} = (\mathbf{I}_R^A - \mathbf{I}_R) / \mathbf{I}_R = \Delta \mathbf{V} / \mathbf{V}_{kor}$$

Pokazatelji karakteristika akumulacije

Bonitet akumulacije

□ BONITET AKUMULACIJE (β)

- pokazatelj vrijednosti akumulacije.
- što je bonitet akumulacije veći napraviti ćemo veću akumulaciju na istom prostoru.



$$\beta = \frac{V_{\text{ak}}}{A_{\max} h_{\max}}$$

Pokazatelji karakteristika akumulacije

Bonitet usporne građevine

□ BONITET USPORNE GRAĐEVINE ($\beta_{ak/g}$ / $\beta_{g/ak}$)

- pokazatelj ugrađenog materijala u akumulacije.

$$\beta_{ak/g} = \frac{V_{ak}}{V_g}$$

koliko je m³ akumulacije ostvareno ugradnjom za 1m³ materijala u građevinu.

$$\beta_{g/ak} = \frac{V_g}{V_{ak}}$$

koliko je m³ materijala ugrađeno u građevinu za 1m³ akumulacije

V_{ak} – volumen akumulacije

V_g – volumen građevine

Pokazatelji karakteristika akumulacije

Odnos korisnog volumena i ukupnog godišnjeg dotoka

□ ODNOS KORISNOG VOLUMENA I UKUPNOG GODIŠNJEG DOTOKA

- daje nam predodžbu o stupnju moguće transformacije (izravnanja).

$$\gamma^{\text{GOD}} = \frac{V_{\text{AK}}}{V_{\text{GOD}}}$$

- $\gamma > 0,5$ - izjednačavanje volumena u nekoliko godina
- $\gamma \sim 0,25$ – izjednačavanje volumena u tijeku jedne godine

Pokazatelji karakteristika akumulacije

Odnos korisnog volumena i ukupnog godišnjeg dotoka

- Godišnja regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma = 2-3\%$ (0.02-0.03)
 - Potpuna (moguće osigurati srednju godišnju protoku) $\gamma = 20-30\%$ (0,20-0,30)
- Višegodišnja regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma \sim 50\%$ godišnjeg protoka
 - Potpuna $\gamma \geq 100\%$ godišnjeg protoka
- Dnevna regulacija:
 - Nepotpuna $\gamma \sim 5\%$ potrebe
 - Potpuna $\gamma \sim 25\%$ potrebe

Dimenzioniranje akumulacije

Bilancna jednažba

$$\int_{t_0}^t Q_{\text{DOT}} dt = \int_{t_0}^t Q_{\text{IZ}} dt \pm \Delta V$$

ULAZ U AKUMULACIJU

$$Q_{\text{DOT}} * \Delta t = Q_{\text{IZ}} * \Delta t \pm \Delta V \longrightarrow \text{VOLUMEN KOJI OSTAJE U AKUMULACIJI}$$

V_{DOT}

V_{IZ}

VOLUMEN KOJI
KORISTIMO V_{K}

VOLUMEN KOJI SE GUBI
NA PRELJEVU V_{PR}

$$V_{\text{DOT}} = V_{\text{IZ}} \pm \Delta V$$

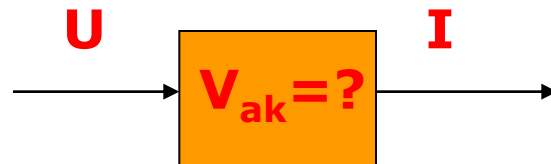
Dimenzioniranje akumulacije

PRISTUPI:

- DETERMINISTIČKI PRISTUP
 - grafički
 - analitički
- STOHAISTIČKI PRISTUP (određuje vjerojatnost)
 - bolje i kvalitetnije

TIPOVI ZADATAKA:

1) Poznati ulaz i izlaz, kolika mora biti akumulacija?

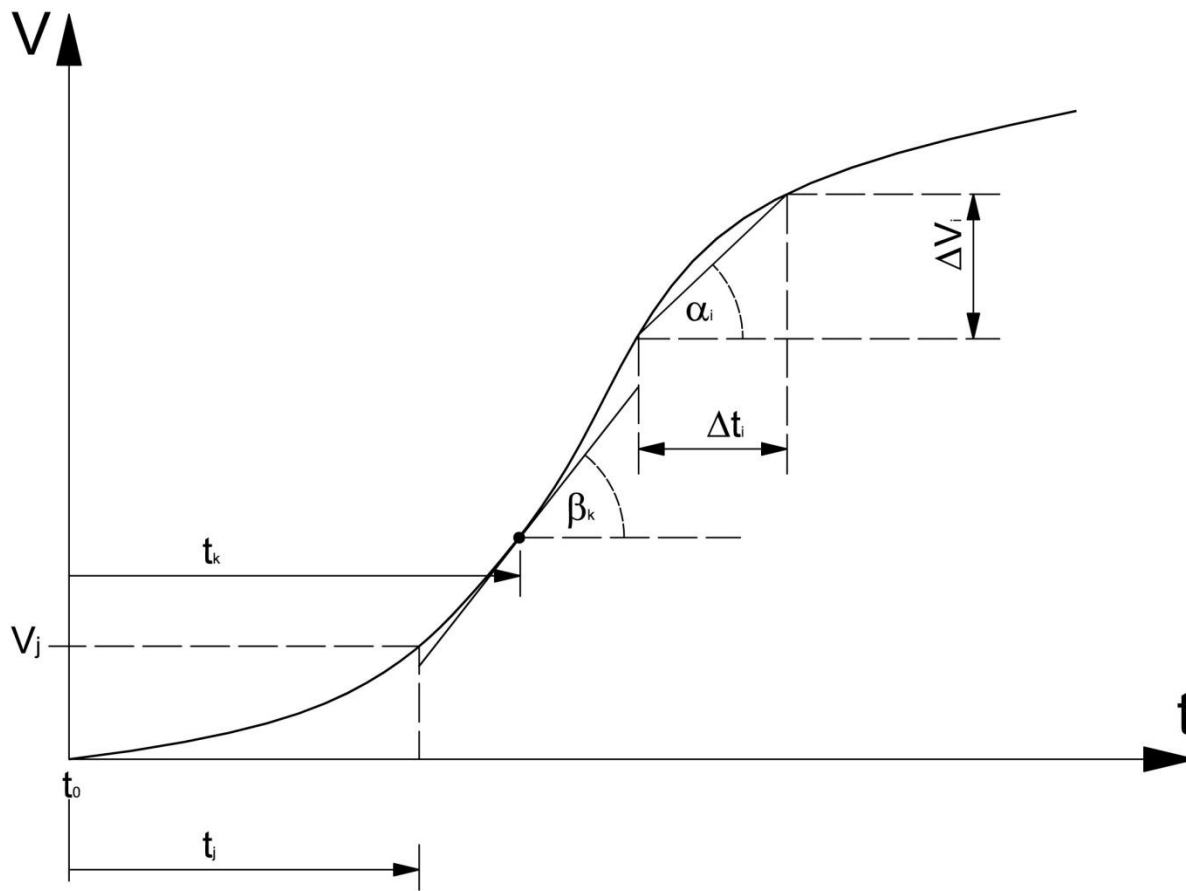


2) Poznati ulaz i akumulacija, koliki mora biti izlaz?



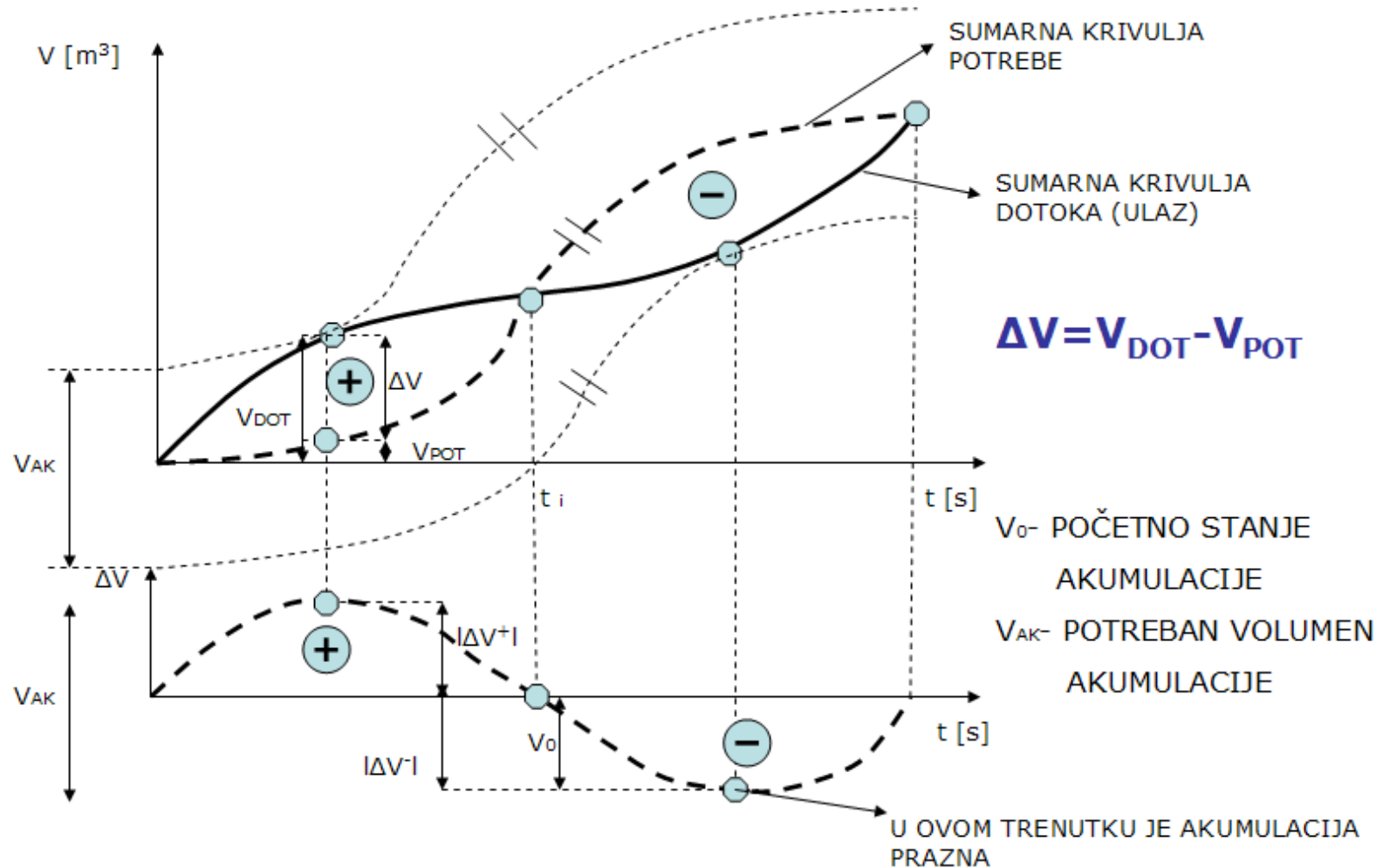
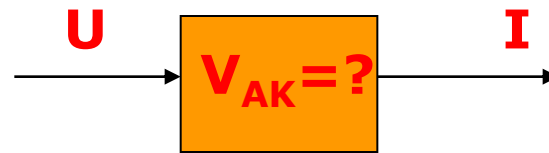
Dimenzioniranje akumulacije

Sumarna krivulja

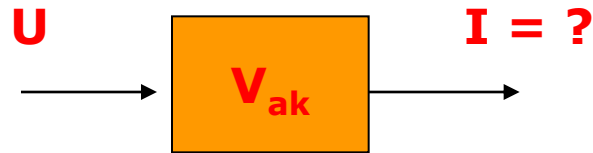


DOTOKA
ULAZA
IZLAZA
POTREBA

1. TIP ZADATKA:

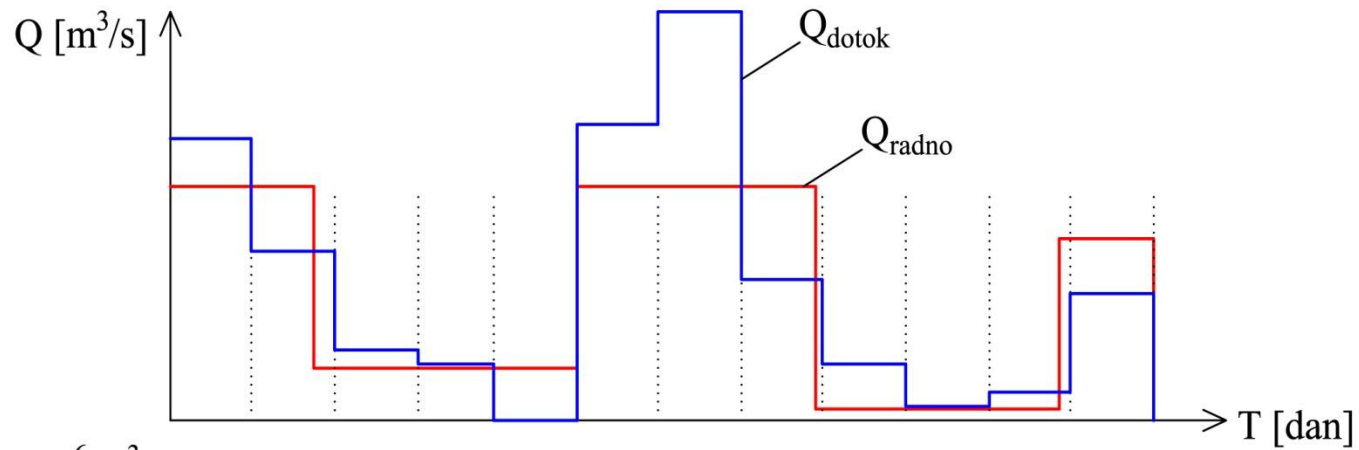
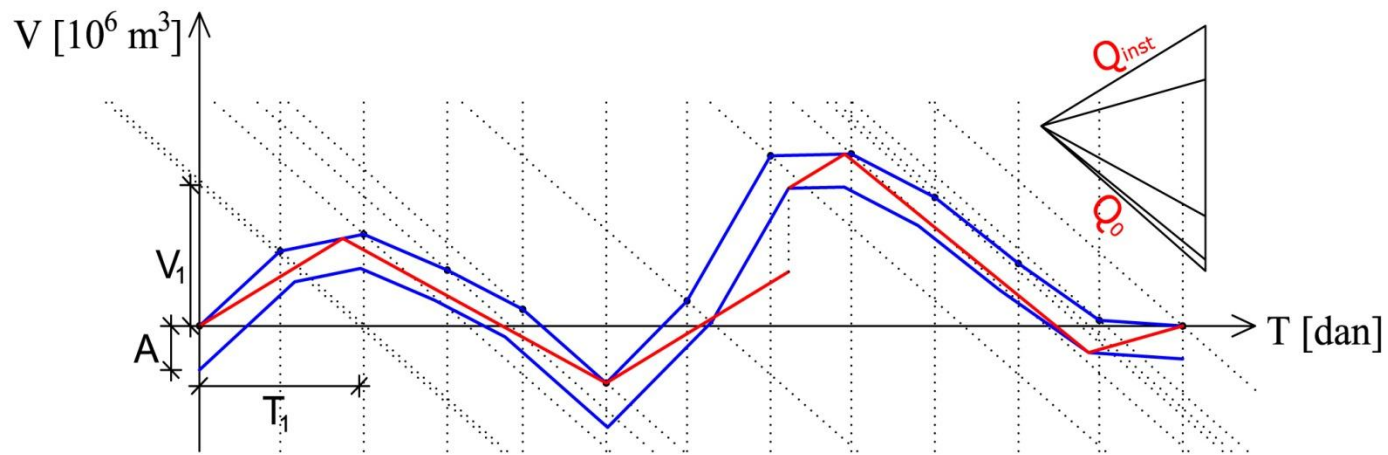


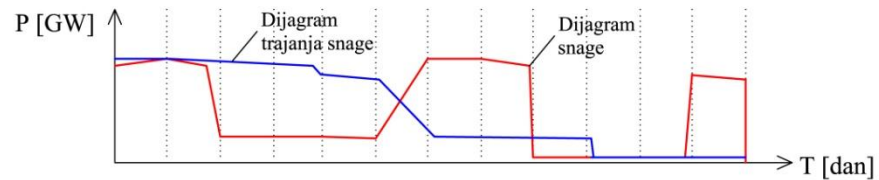
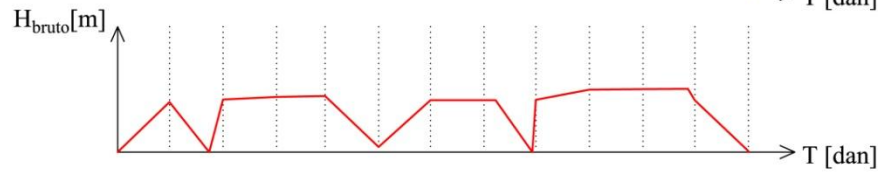
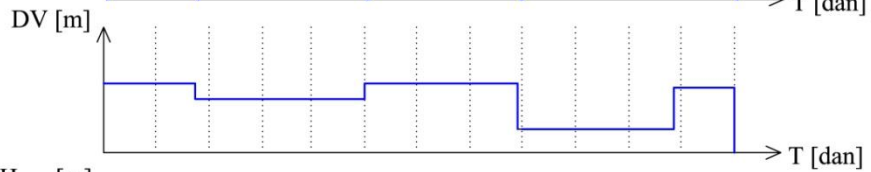
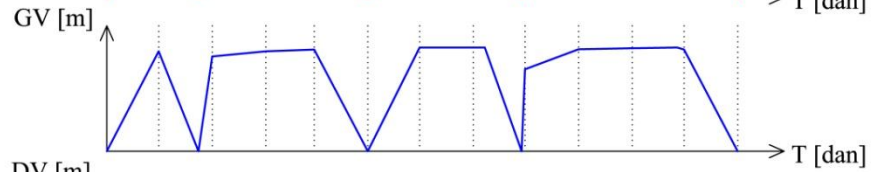
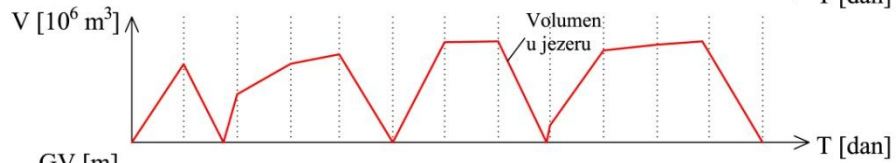
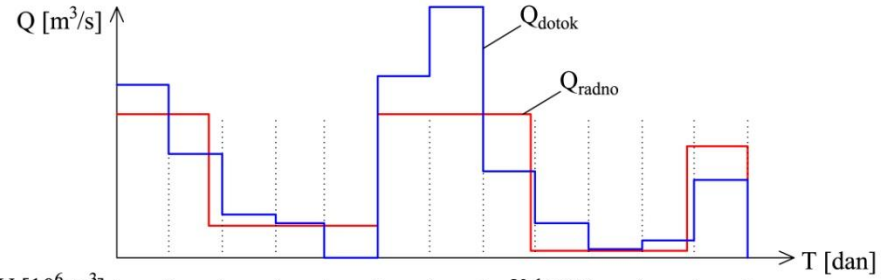
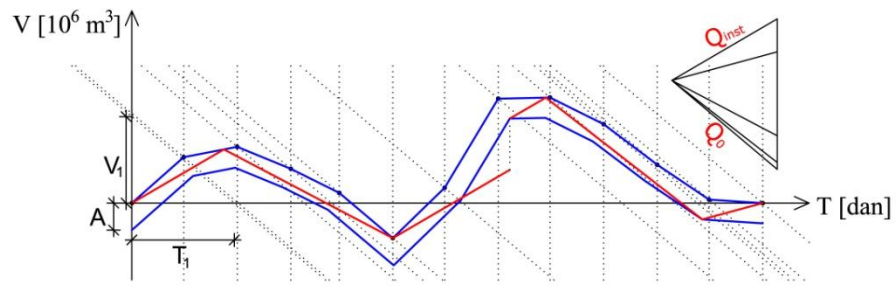
2. TIP ZADATKA:



Kriteriji regulacije

1. $Q_{\text{radno}} \leq Q_{\text{instalirano}}$
2. $V_{\text{preljeva}} \mid \text{minimum}$
3. $\text{minimum } Q_{\text{radno}} \mid \text{maksimum}$
4. Ujednačen režim rada (minimalan broj promjena radnog protoka)





Vrste reguliranja dotoka

□ višegodišnje izravnanje

- omogućava da se višak vode iz vodnih godina prebaci u period sušnih godina

□ godišnje ili sezonsko izravnanje

- omogućava da se voda iz vodnih perioda u toku jedne godine prebacuje u sušne periode iste godine

□ tjedno izravnanje

- uravnotežuje neravnomjernost potrošnje tokom tjedna

□ dnevno izravnanje

- uravnotežuje neravnomjernost potrošnje u toku jednog dana.

Vrste reguliranja dotoka

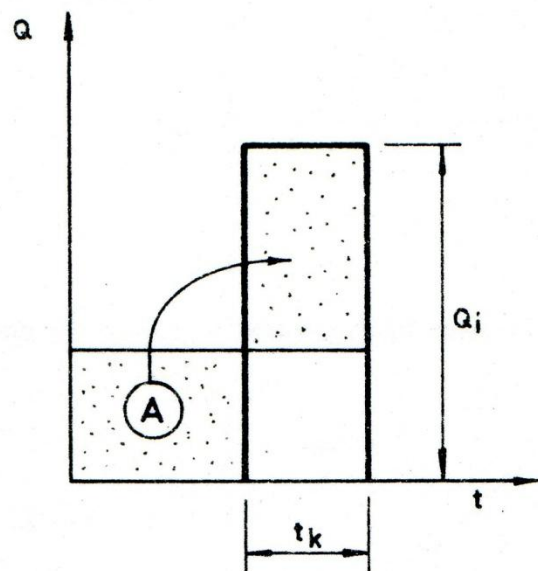
Dnevna regulacija

- Polazeći od potreba koje su neujednačene u odnosu na ujednačen dotok tijekom dana akumulacija se koristi za odgovarajuću transformaciju dotoka.
- U proučavanju potrebne veličine akumulacije, padova, snage i energije koriste se svi protoci.
- Pri proučavanju akumulacija utvrđuju se ekstremna stanja, što omogućuje upravljanje raspoloživom količinom vode u svim uvjetima rada.

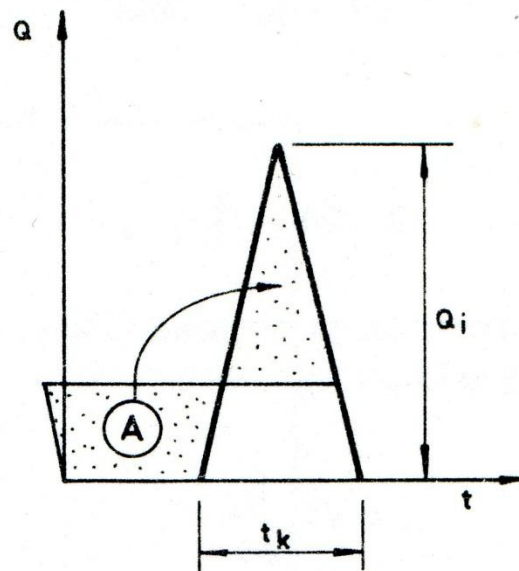
Vrste reguliranja dotoka

Dnevna regulacija

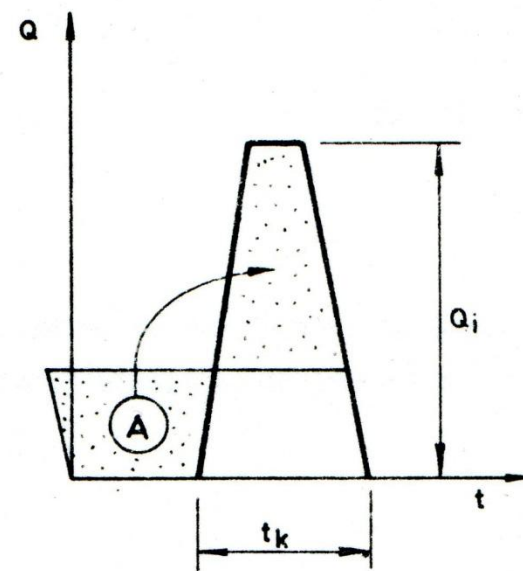
a)



b)



c)

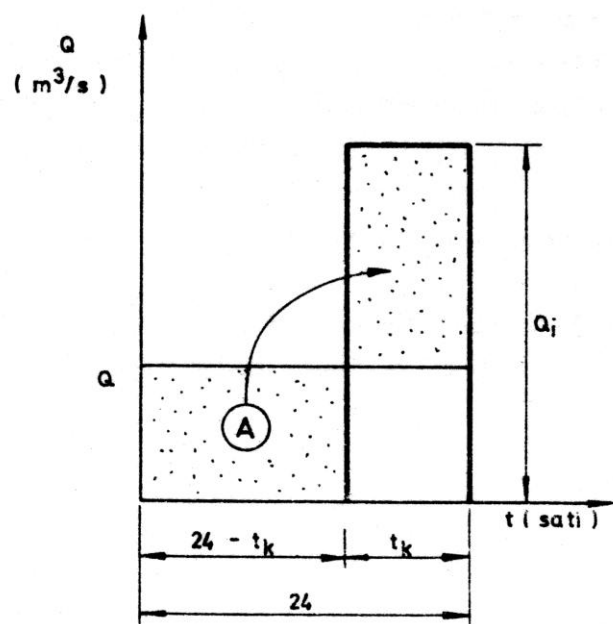


Vrste reguliranja dotoka

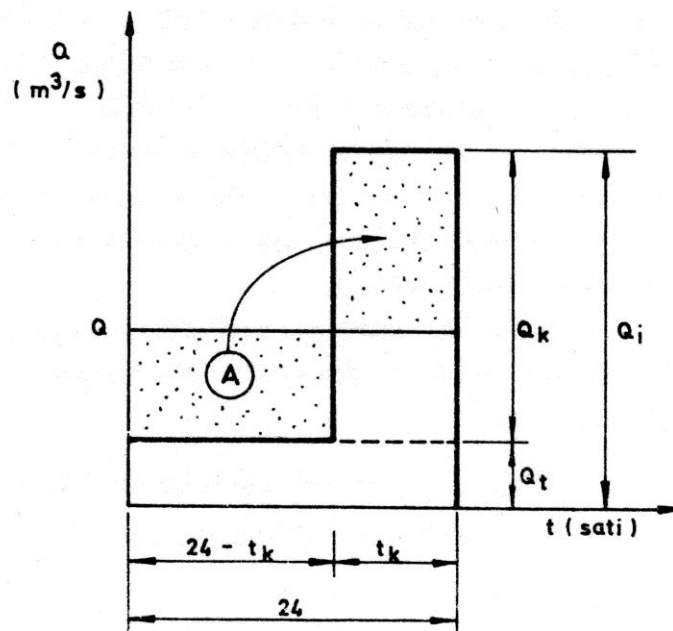
Dnevna regulacija-raspodjela koncentracija

protoka po pravokutniku

a) UKUPNI DOTOK KONCENTRIRAN
NA VRIJEME t_k



b) DIO DOTOKA KONCENTRIRAN
NA VRIJEME t_k



Vrste reguliranja dotoka

Dnevna regulacija

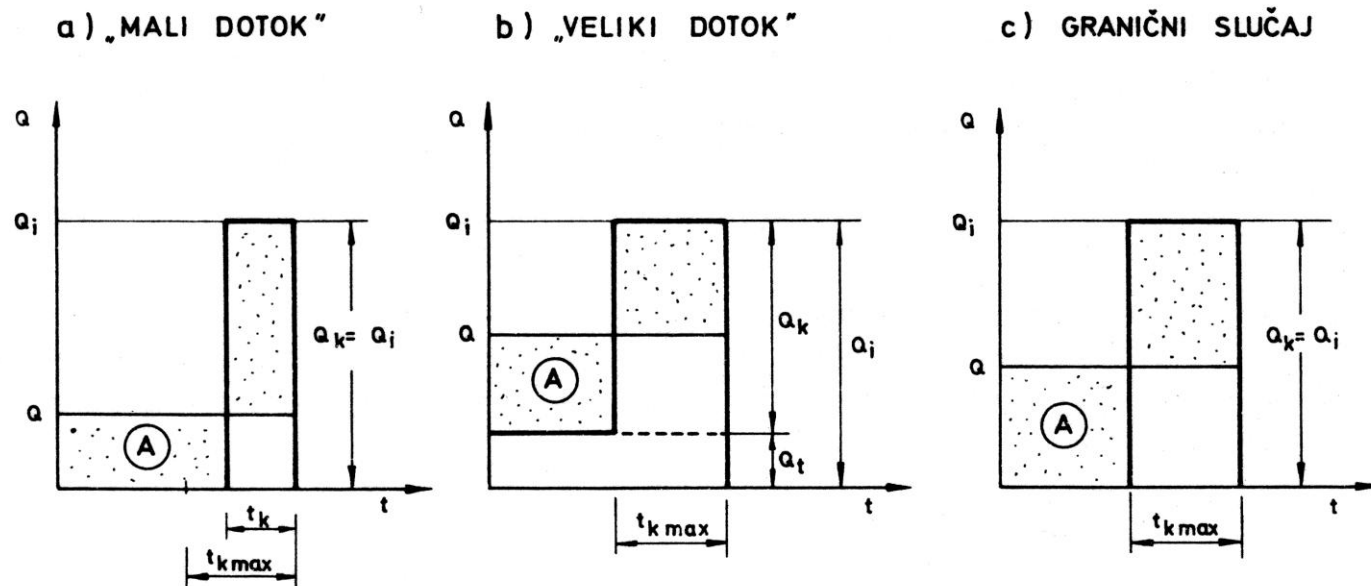
Raspoloživi dnevni protok koncentrira se na maksimalni protok kroz dio dana najvećih potreba u trajanju ovisnom o raspoloživom dotoku

Raspoloživi dnevni dotok raspoređuje se tako da se do najvećeg mogućeg protoka koncentrira na fiksno vremensko razdoblje

Vrste reguliranja dotoka

Dnevna regulacija

Raspoloživi dnevni protok koncentrira se na maksimalni protok kroz dio dana najvećih potreba u trajanju ovisnom o raspoloživom dotoku



a) RAZDOBLJE KONCENTRACIJE $t_k < t_{k \max}$

b) q_t PREOSTALA JEDNOLIČNA PROTOKA PREKO CIJELOG DANA
 q_k KONCENTRIRANI DIO PROTOKE IZNAD JEDNOLIČNE q_t

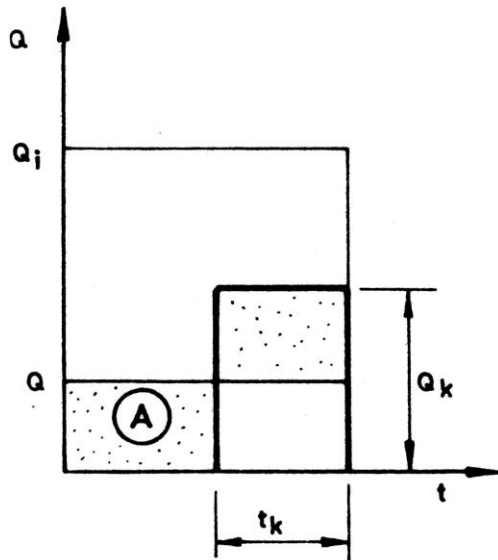
c) GRANIČNE PRILIKE IZMEĐU a) i b) - SAV DNEVNI DOTOK SE
 KONCENTRIRA U RAZDOBLJE $t_{k \max}$

Vrste reguliranja dotoka

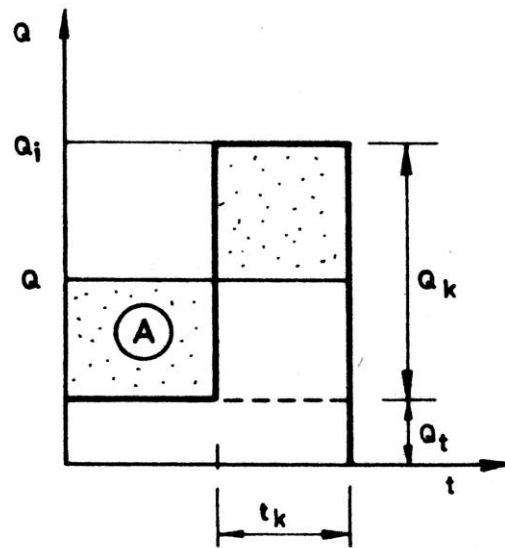
Dnevna regulacija

Raspoloživi dnevni dotok raspoređuje se tako da se do najvećeg mogućeg protoka koncentrira na fiksno vremensko razdoblje

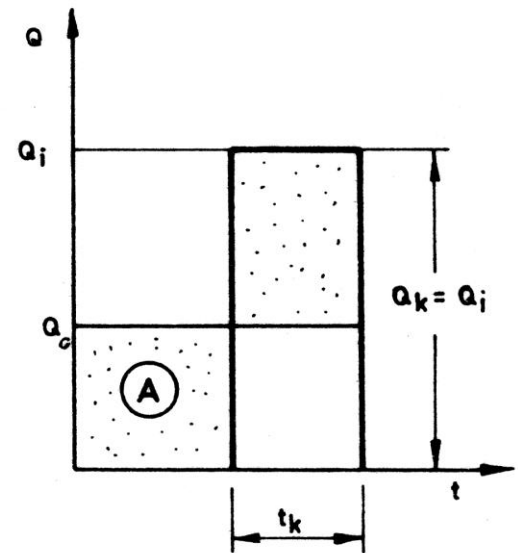
a) „MALI DOTOK “
 $q < q_0$



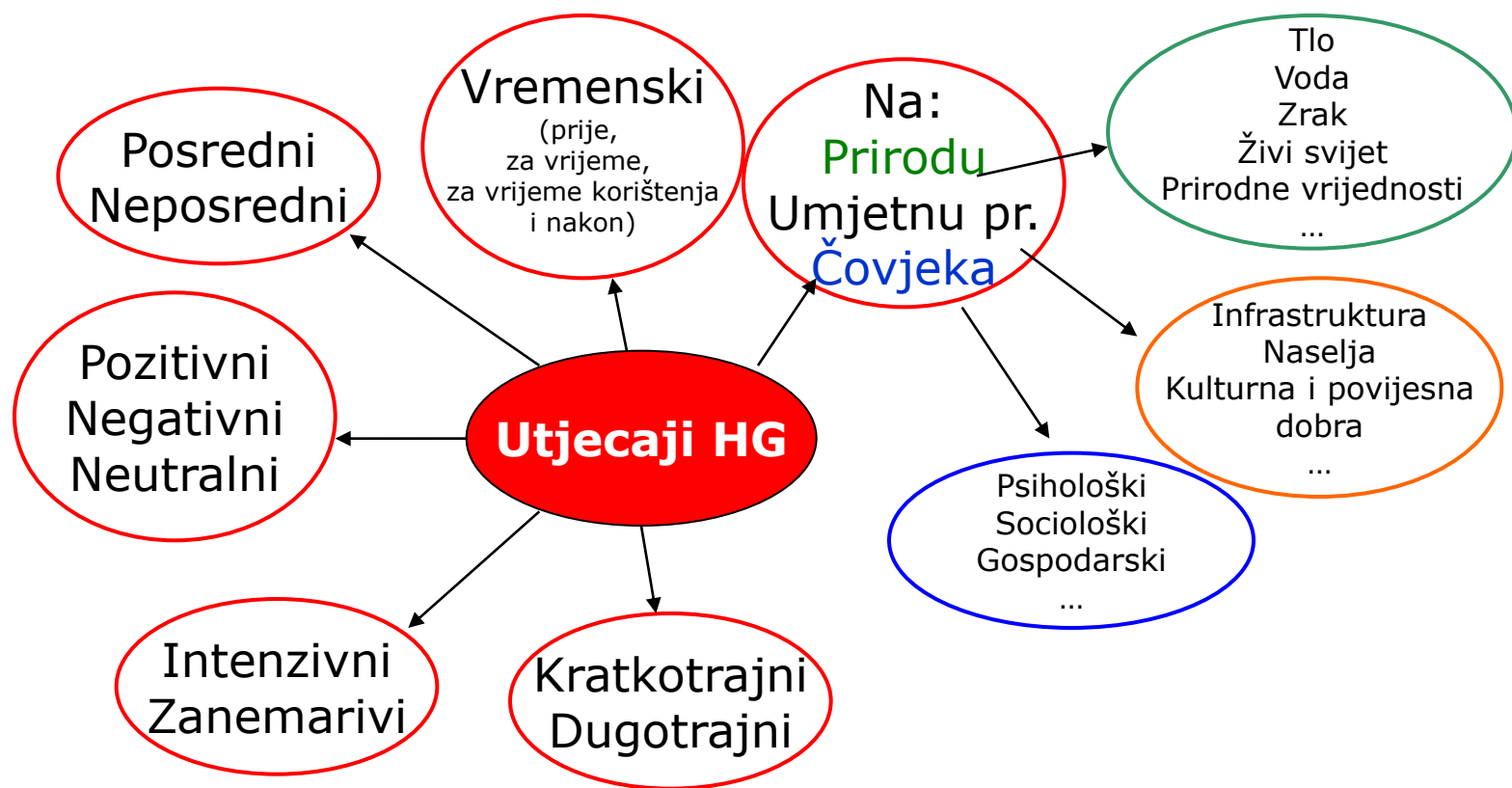
b) „VELIKI DOTOK “
 $q > q_0$



c) GRANIČNI SLUČAJ



Promjene u okolini izgradnjom HG (formiranjem akumulacija)



Promjene u okolini izgradnjom HG

- Rijeka Drava:
 - HE Varaždin (1971-75) – nije trebala studija utjecaja na okoliš
 - HE Čakovec (1975-85) – trebala je studija utjecaja na okoliš (Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš temelji se na iskustvima gradnje HE Čakovec, napravljena malo prije puštanja u rad)
 - HE Dubrava (1982-89) - trebala je studija utjecaja na okoliš
- HE Vinodol (1952):
 - Akumulacija Bajer – sva voda ide na HE
 - Ličanka je presušila
- Lika i Gacka - “stara” korita su suha

Neposredne promjene:

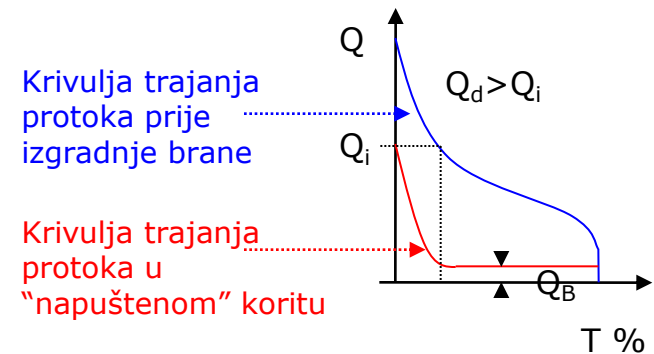
- tlo** { prenamjena površine
za uzimanje zemljišta
- vode** { površinske
podzemne



Lokvarsko jezero (prazno)

□ **Površinske vode**

- Promjene u protocima - krivulja trajanja protoka (prije i nakon izgradnje brane)



□ **Podzemne vode**

- Povišenje/sniženje razine podzemnih voda

Posredne promjene

- PRIRODA:
 - zrak, živi svijet i prirodne vrijednosti
 - Mijenjanje mikroklimе
 - BIOCENOZA (skup živih organizama-suživot) + BIOTOP (životna sredina)
 - EUTROFIKACIJA

- STVORENE VRIJEDNOSTI I UMJETNA PRIRODA:
 - Infrastruktura
 - Naselja
 - Kulturna i povijesna dobra (arheološki lokaliteti)

- ČOVJEK:
 - Psihičke
 - Sociološke
 - Gospodarske

Problemi vezani uz akumulacije:

- **Zatrpavanje nanosom uzvodno od brane:**
 - erozija korita nizvodno
 - mrtvi prostor
 - vijek trajanja akumulacije (50-200 godina)
 - potrebno je smanjiti količinu nanosa koji dolazi u akumulaciju (pregrade na pritocima)
 - osigurati ispiranje nanosa kroz temeljne ispuste i preko preljeva
 - osigurati čišćenje nanosa iz akumulacije (ako je moguće)

- **Vododrživost akumulacije**
 - procjeđivanje kroz bokove doline i dno

- **Očuvanje kvalitete akumulirane vode**

Problemi vezani uz akumulacije:

- ❑ Gubitak uslijed **isparavanja**
- ❑ **Utjecaj akumulacije** na klimu, ekologiju, kulturno naslijeđe i kvalitetu vode
- ❑ **Plavljenje površina** (naselja, poljoprivredne površine, infrastruktura,...)
- ❑ **Porast/sniženje razine podzemnih voda**
- ❑ Potpuno ili djelomično rušenje brane može uzrokovati **katastrofalne posljedice**
- ❑ Punjenje i pražnjenje akumulacije može uzrokovati **inducirane potrese**
- ❑ **Očuvanje kvalitete akumulirane vode**

Problemi vezani uz akumulacije:

- Naglo pražnjenje može izazvati **klizišta**
- U korištenju akumulacije postoji **sukob interesa** različitih korisnika
- Priprema površina koje će se potopiti nakon izgradnje potapanja
- ...