

- Zadatak:

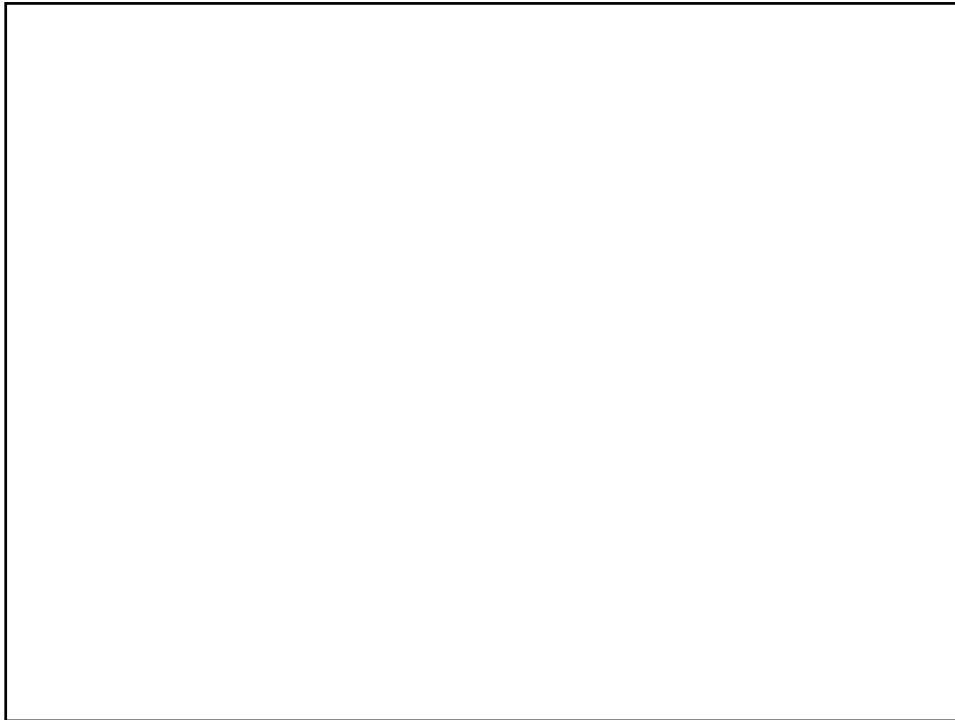
– Status vode danas u svijetu

– Kriteriji i mjere u ocjeni stanja i izboru rješenja

- Koristeći Internet pregledati dostupne dokumente na osnovi kojih se može dati kratak odgovor na pitanja statusa, kriterija i mjera. Mogu se postaviti teritorijalne granice te u četiri grupe raditi na četiri područja (na pr. Europa, Amerika, Rusija, Kina, (eventualno Afrika).
- Nakon pripreme rasprava se održava u terminu predavanja i zajednički daje sinteza.

Ocjena radova

1. Na osnovi kojih kriterija ?
2. Koje su mjere ?



Izbor rješenja
(postupak odlučivanja)
(optimalizacija)

- **Potreba** ljudi za vodom i zaštitom voda **je motiv (pokretač)** ulaganja rada da se priroda i okolina (iskonska i stvorena) prilagode tim potrebama (građevinama, mjerama – ponašanjem, sustavima).
- Pri tome je očigledno da se to prilagođavanje može riješiti na mnogo načina. Jedan je pravac istraživanja (rada) kakva su moguća rješenja u danom prostoru koja mogu zadovoljiti sagledanih potreba.

- Drugo područje istraživanja (rada) koje u procesu rješavanja problema prethodi je definiranje postupka ocjene stanja i izbora rješenja koje će na najbolji način zadovoljiti sagledane potrebe (postupak – način vrednovanja). Polazište je izbor cilja (ciljeva) i njima odgovarajućih kriterija i mjera.
- Sustavi koji se ostvaruju mahom su dugovječni i zbog toga je nužno sagledati potrebe dovoljno daleko u budućnosti, kao i utjecaje i posljedice njihova ostvarenja, jer se jedino tako može donijeti odgovarajuća odluka.

OSNOVNI CILJEVI GOSPODARENJA VODAMA (proizlaze iz ustava i zakona i potreba)

- razumno korištenje voda i zaštita od voda
- stvaranje uvjeta za ostvarenje naših interesa (potreba, htijenja) (održavanje i povećanje kvalitete života)
- očuvanje:
 - prirode (vode kao dijela prirode i prirodnih vrijednosti)
 - čovjeka i kulturne baštine
 - ostalih stvorenih vrijednosti

KRITERIJI

- mogućnost zadovoljenja potreba (količina, kvaliteta) funkcionalnost
 - mogućnost izvedbe (temeljenje, materijali) – stabilnost
 - primjerena rješenja (sigurnost u korištenju, izvedivost)
 - prihvatljive promjene (u vrijeme pripreme i građenja; u vrijeme korištenja i nakon prestanka korištenja)
 - usklađenost s ostalima - razvoj
 - gospodarska opravdanost

- Ciljevi i
 - **kriteriji**
- razumno korištenje voda i zaštita od voda
 - **primjerena rješenja**
 - **usklađenost s ostalima (razvoj)**
 - **gospodarska opravdanost**
- stvaranje uvjeta za ostvarenje naših interesa (potreba, htijenja) (održavanje i povećanje kvalitete života)
 - **mogućnost zadovoljenja potreba**
 - **mogućnost izvedbe**
- očuvanje:
 - prirode (vode kao dijela prirode i prirodnih vrijednosti)
 - čovjeka i kulturne baštine
 - ostalih stvorenih vrijednosti
 - **prihvatljive promjene**

O mjerama

- mjera
 - omogućuje određivanje stupnja postizanja ciljeva rješenjima koja se ocjenjuju i to sa izabраниh stajališta (kriterija)
 - mjera mora odgovarati stajalištu – svako stajalište može imati svoju mjeru
 - u slučaju većeg broja stajališta i njima odgovarajućih mjera teško je pa i nemoguće ocijeniti stupanj ostvarenja cilja (ciljeva) cjelovito

- u tim složenim slučajevima teži se stvaranju jednog stajališta i njemu odgovarajuće mjere
- postoji više danas razvijenih postupaka višekriterijskih vrednovanja, ali ih treba koristiti s odgovarajućom kritičnošću
- često se prema hijerarhiji eliminiraju pojedina rješenja te preostali skup izabire na osnovi jednog kriterija i njegove mjere
- danas se teži da se mjera kvantificira - da količinski prikazuje stupanj zadovoljenja cilja
- ako ne možemo kvantificirati mjeru tada se daju kvalitativne ocjene koje se pretvaraju u brojčane vrijednosti (pridružuje se rang, ponderi i sl)

Postupak odabira najboljeg rješenja

- Općenito postupak ovisi između ostaloga i o stupnju strukturiranosti odluke, koji definira koliko su one rutinske i koliko se učestalo ponavljaju.
 - Visoko strukturirane odluke su one odluke koje su se često donosile. Takve se odluke baziraju na iskustvu donosioca odluke (menadžera) koje obuhvaća znanje o tome koje su informacije i metode potrebne za njihovo donošenje. Varijante između kojih treba odabrati konačno rješenje dobro su poznate i lako procjenjive sa stajališta ciljeva koje treba ostvariti.
 - Polustrukturirane odluke su one kod kojih su neki aspekti odlučivanja dobro poznati, ali postoje i drugi aspekti koji su slabije poznati pa je za njih potrebno skupiti odgovarajuće znanje uz pomoć kojeg bi se odluka mogla donijeti.

- Nestrukturirane odluke su one odluke koje se donose u izvanrednim prilikama, pa se praktički donose jako rijetko ili samo jednom. Takve odluke se donose kod rješavanja loše strukturiranih problema kao što su većina zadataka planiranja i upravljanja vodoprivrednih sustava. Loše strukturirani problemi su oni problemi kod kojih su ciljevi vrlo složeni i nejasno formulirani, kada je sustav izložen brojnim neizvjesnostima i kada se priroda promatranog problema postepeno mijenja tijekom rješavanja. Loša strukturiranost onemogućuje dobivanje jednoznačnog rješenja. Uzroci nejednoznačnosti potiču od ciljne strukture, koja je složena i izražena različitim kvantitativnim (površine, protoci, novac, vrijeme, itd....) i kvalitativnim (kvaliteta vode, socijalni utjecaj, ekološki utjecaj itd...) mjernim jedinicama.

- Posljedica loše strukturiranosti problema su različito-dimenzionalni kriteriji za vrednovanje planiranja i upravljanja, te promjenjiva ograničenja.
- Za pomoć u donošenju odluka koristi se sustavna analiza. Sustavna analiza je racionalni postupak donošenja odluka u odnosu na neki sustav, na osnovi sustavne i efikasne organizacije i analize dostupnih informacija. Umjesto termina sustavna analiza koriste se još: sustavni postupak, sustavno inženjerstvo, operacijska istraživanja, operacijska analiza, upravljačke znanosti i sl.

Strategije izbora najboljeg rješenja

- Postoji više strategija za izbor konačne varijante rješenja: optimalizacija, zadovoljenje, eliminacija po kriteriju, postupno poboljšanje i uzastopno ispitivanje.
- **Optimalizacija** podrazumijeva da se kao najbolja varijanta odabere ona koja daje optimalnu vrijednost funkcije cilja prema nekom kriteriju (jednokriterijska optimalizacija). Ukoliko je potrebno najbolju varijantu odabrati prema većem broju kriterija tada koristimo višekriterijsku optimalizaciju.
- **Zadovoljenje** predviđa izbor prve varijante koja zadovoljava jedan ili više postavljenih kriterija ili ograničenja. Svaka varijanta se ovisno o zadovoljenju/nezadovoljenju zadanih kriterija i ograničenja prihvaća/odbacuje kao rješenje problema. Redoslijed ispitivanja varijanata određuje se iskustveno. Ovakav pristup naziva se ograničenom racionalnošću, jer donosioci odluke moraju napraviti izbor u situaciji u kojoj imaju više ograničenja: ograničenost količina i točnosti podataka, raspoloživih metoda i vlastite intelektualne sposobnosti.

- **Eliminacija** po kriteriju je postupak koji podrazumijeva eliminaciju varijanata koje ne zadovoljavaju po nekom kriteriju ili ograničenju. Varijante koje ostanu nakon prve eliminacije uspoređuju se s nekim drugim kriterijem ili ograničenjem i opet se provodi eliminacija onih varijanata koje ih ne zadovoljavaju itd. Redoslijed kriterija po kojem ispitujemo varijante formiran je od najvažnijeg kriterija do najmanje važnog da bi se izbjegla eliminacija varijanata koje ne zadovoljavaju po nekom manje važnom kriteriju, a zadovoljavaju bolje od ostalih varijanata po ostalim važnijim kriterijima.

- **Postupno poboljšanje** je postupak u kojem se moguće varijante uspoređuju s varijantom koja je na snazi. Traži se takva varijanta koja otklanja slabosti nađene u varijanti koja je na snazi, ali tako da ne izazove značajne promjene u sustavu. Nova varijanta se dalje analizira, traže se njene slabosti i postupak se ponavlja. Na ovaj način uzastopnim donošenjem odluka u svakom idućem koraku postiže se poboljšanje koje je temeljeno na rastućem iskustvu.
- **Uzastopno ispitivanje** varijanata obuhvaća traženje, sakupljanje, obradu i procjenu značajnih informacija, analiziraju se osnovne značajke svih varijanata i odbacuju se one varijante koje imaju vidljive slabosti. U slijedećem koraku ide se u još detaljniju analizu na osnovi koje se provodi daljnja eliminacija i postupak se ponavlja dok ne preostane samo jedna varijanta koja tada predstavlja najbolje rješenje.

Sustavi za potporu u odlučivanju

- Donositeljima odluka potrebna je potpora u odlučivanju zbog njihovih spoznajnih, ekonomskih i vremenskih ograničenja.
- Dva osnovna pristupa potpori u odlučivanju su:
 - upotreba pojedinačnih metoda modeliranja i
 - upotreba sustava za potporu u odlučivanju.
- Donošenje odluka pojedinačnim metodama modeliranja koristi se u slučajevima kada postoji jedna dominantna metoda za rješavanje problema vezanih za tu vrstu odluke. Većina metoda modeliranja ukomponirano je u računarske programe kojima je olakšano korištenje tih metoda. Primjeri nekih od metoda koje spadaju u ovu grupu su: optimalizacija, simulacija, ekspertni sustavi, neuronske mreže, genetski algoritmi i dr.
- Sustavi za potporu u odlučivanju su računarski sustavi koji objedinjuju korištenje podataka i modela te podupiru proces odlučivanja pomažući donositelju odluka organizirati, identificirati i sakupiti potrebne informacije, provesti analizu i obradu tih informacija, odabrati odgovarajući model (ili više modela) za donošenje odluke, primijeniti model(e) i na osnovu rezultata dobivenih modeliranjem donijeti konačnu odluku.

Postupci modeliranja - optimalizacija

- Optimalizacijskim modeliranjem iz niza mogućih ili povoljnih varijanti odabire se najbolja varijanta u smislu zadovoljenja kriterija koji su odabrani za vrednovanje. Takva najbolja varijanta naziva se optimalna varijanta i ona predstavlja kompromis između ciljeva (kriterija) i mogućnosti (ograničenja).
- Kriterij se može izraziti kriterijskom funkcijom koja bi za najbolju varijantu trebala postići globalni ekstrem vodeći računa o ograničenjima. Ukoliko se optimalizacija provodi prema jednom kriteriju tada je riječ jednokriterijskoj optimalizaciji i to je rješenje egzaktno definirano ekstremom kriterijske funkcije.
- Ukoliko je potrebno odabrati optimalnu varijantu prema više usvojenih kriterija tada rješenje više nije egzaktno definirano jer ukupnu kriterijsku funkciju čine pojedinačne kriterijske funkcije i najčešće nije moguće pronaći takvu varijantu za koju će svi kriteriji postići ekstrem. Za odabir optimalne varijante tada se koriste postupci višekriterijske optimalizacije.

Postupci višekriterijske optimalizacije

- Problem odabira optimalnog rješenja postaje složen ukoliko postoji veći broj kriterija prema kojima treba odabrati optimalno rješenje. U tom slučaju potrebno je odrediti vektorsku kriterijsku funkciju koja je sastavljena od n kriterijskih funkcija čiji ekstrem predstavlja najbolje rješenje. Nemoguće je pronaći takvo rješenje koje će imati ekstrem po svim kriterijskim funkcijama pa se mora zadovoljiti tzv. neinferiornim rješenjem. Rješenje je neinferiorno ako ne postoji neko drugo rješenje među varijantama koje je istovremeno bolje po svim kriterijima. Za problem višekriterijske optimalizacije karakteristično je da se povećavanjem zadovoljenja rješenja po jednoj kriterijskoj funkcije smanjuje stupanj zadovoljenja rješenja po jednoj ili više drugih kriterijskih funkcija.

- Matematički se optimalizacija može prikazati kao preslikavanje:
$$O: (S, G, Q) \rightarrow a^*$$
- tj. preslikavanje trojke u optimalnu točku u prostoru odlučivanja, gdje je S opis sustava, G kriterijska funkcija, Q ograničenja i a^* najbolje rješenje ili odluka. Pomoću kriterija G moguće je vrednovati i uspoređivati moguća rješenja iz skupa A . Također se optimalizacija može prikazati kao preslikavanje:
$$G: A \rightarrow R^n$$
- gdje je konačan n - dimenzionalni prostor čiji element r je n - torka r_1, r_2, \dots, r_n realnih brojeva, a r_i vrijednost i - te kriterijske funkcije. Kod jednokriterijske optimalizacije vrijedi preslikavanje $G: A \rightarrow R$ jer je $n = 1$, što znači da se optimalizacija svodi na izbor maksimalnog elementa iz skupa realnih brojeva (tj. varijante koja ima ekstremnu vrijednost po tom kriteriju). Kod višekriterijske optimalizacije $n > 1$, pa preslikavanje $G: A \rightarrow R^n$ daje kao rezultat n - torku pa optimizacijski postupak nije gotov jer ne postoji opći algoritam po kojem bi se odredila najbolja n - torka, tim više što su elementi vektora r najčešće u različitim jedinicama mjere. Da bi se postupak višekriterijske optimalizacije mogao kompletirati razvijeni su posebni postupci.

- Globalni optimalizacijski kriterij može se formulirati kao vektorska kriterijska funkcija (koja u sebi sadrži pojedinačne kriterijske funkcije) uz koju se može (ali i ne mora) uvesti struktura preferencije. Struktura preferencije sadrži podatke o relacijama uspoređivanja između mogućih rješenja i između kriterijskih funkcija.

- Konačnu i presudnu ulogu u višekriterijskoj optimalizaciji imaju donosioci odluke. Donosilac odluke je najčešće osoba (fizička ili pravna) koja je odgovorna za donošenje konačne odluke, tj. usvajanja konačnog optimalnog rješenja. Osnovna uloga donosioca odluke je da definira kriterije i strukturu preferencije i uz pomoć stručnjaka analitičara, koji će rješavati tehnički nivo optimalizacije, odabere konačno rješenje. Struktura preferencije donosioca odluke bazira se na tehničkim, ekonomskim, socijalnim i političkim kriterijima. Ponekad je ona poznata prije optimalizacije, a ponekad se ona mijenja nakon određenih koraka optimalizacije što jasno čini proces odlučivanja još složenijim. Ovisno o načinu definiranja strukture preferencije postoje tri različita pristupa višekriterijskoj optimalizaciji.

- Prvi pristup je korištenje funkcije višeatributivnog utiliteta, koja sadrži kriterije i strukturu preferencije, u obliku jedne matematičke funkcije koja predstavlja kriterijsku funkciju za optimalizaciju. U ovom pristupu maksimizacijom kriterijske funkcije dobije se egzaktno rješenje i problem donošenja odluke se svodi na usvajanje odnosno odbacivanje dobivenog rješenja.
- Drugi pristup je postupak optimalizacije u dva koraka. U prvom koraku se korištenjem vektorske kriterijske funkcije određuje skup neinferiornih rješenja, dok se u drugom koraku iz tog skupa na osnovi preferencije usvaja konačno optimalno rješenje.
- Treći pristup predstavlja iterativni postupak optimalizacije u kojem se struktura preferencije uključuje postepeno i iterativno. Ako omogućimo on-line vezu sa donosiocem odluke tada je moguće donositi odluku nakon svake iteracije što jasno olakšava sam proces donošenja konačne odluke.

Postupci višekriterijske optimalizacije se dijele na :

- postupci za određivanje neinferiornih rješenja
- postupci sa unaprijed izraženom preferencijom
- interaktivni postupci
- stohastički postupci
- postupci za "isticanje" podskupa neinferiornih rješenja
- postupci za višekriterijsko rangiranje varijantnih rješenja

- postupci za određivanje neinferiornih rješenja
 - metoda težinskih koeficijenata
 - metoda ograničenja u prostoru kriterijskih funkcija
 - višekriterijska simplex metoda

- postupci sa unaprijed izraženom preferencijom
 - metoda višeatributnog utiliteta
 - ciljno programiranje
 - ELECTRE (ELimination and (Et) Choice Translating REality)
 - PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations)
 - AHP (Analytic Hierarchy Process)
 - i druge.

- interaktivni postupci
 - *STEM* (STEp Method)
 - *SEMOPS* (Sequential Multiple Objective Problem Solving)
- stohastički postupci
 - *PROTRADE* (PRObabilistic TRAde-off DEvelopment)
- postupci za "isticanje" podskupa neinferiornih rješenja
 - kompromisno programiranje
- postupci za višekriterijsko rangiranje varijantnih rješenja
 - ELECTRE, PROMETHEE, AHP i IKOR (Iterativno Kompromisno Rangiranje).

- Prvu formulaciju problema višekriterijske optimalizacije dao je Pareto u svojem radu 1896 godine.
- Metode optimalizacije su do danas postigle vidnu poziciju u području donošenja odluka u raznim područjima primjene pa tako i u različitim granama građevinarstva uključivo i gospodarenje vodama gdje mogu pomoći u odabiru optimalne: strategije gospodarenja voda, općenito (Multicriteria methodology for decision making, Roy, Mc Cord) i podzemnih voda, u užem smislu (Ranking Ground water ... Alternatives Duckstein, Treichel), varijante sustava za natapanje (MC irrigation system, Raju, Pillai), varijante korištenja akumulacija (vrednovanje alternativa korišt. akumul. s AHP Srđević, Jandrić), lokacije za dispoziciju otpadnih voda (Margeta), MC selection of Wastewater management alternatives) ili gradnju malih hidroelektrana.

- Zaključno se može reći da postoji cijeli niz postupaka koji se mogu koristiti i koji mogu pomoći pri selekciji i izboru složenih rješenja.
- Bitno je uočiti da je za primjenu svakog postupka presudno pripremiti odgovarajuću podlogu – definirati ciljeve, kriterije i mjere, te prihvatljiva rješenja, čemu je u ovom kolegiju dano težište.

Općenito

Pri izboru rješenja (ocjeni, vrednovanju) u pravilu se sve svodi na

bilanciranje koristi i troškova

koje su posljedica (rezultat) svih aktivnosti vezanih na određen poduhvat.

Pri tome se koristi i pripadajući troškovi mogu iskazati na različite načine.

Koristi

- Koristi se mogu iskazati kao:

- A)
 - izravne (direktne)
 - količinom proizvoda (kWh, m³...)
 - zaštitom (sprečavanje šteta) i
 - povećanjem produktivnosti
 - neizravne (indirektne)
 - poticanje razvoja
 - povećanje društvenog proizvoda

- B)
 - novčano
 - nenovčano
 - socijalna korist
 - povećanje vrijednosti okoline i sl.
- Obzirom na složenost najčešće se ocjenjivanje provodi na osnovi izravnih koristi i onih koje se mogu novčano iskazati

Troškovi

- Troškovi su u pravilu sva ulaganja koja su potrebna da se ostvare očekivane (planirane) koristi. Ta se ulaganja mogu podijeliti u dvije osnovne grupe:
 - *ulaganja u izgradnju hidrotehničkog sustava, te njegovo korištenje i održavanje i*
 - *troškovi koji nastaju smanjenjem vrijednosti prostora, okoline i prirode, te smanjenjem socijalnih i kulturoloških vrijednosti, (vrijednost uložениh dobara u ostvarenje novog stanja).*

- Troškovi *ulaganja u izgradnju hidrotehničkog sustava, te njegovo korištenje i održavanje iskazuju se u pravilu novčano*, a sastoje od tri grupe troškova:
 - **Troškovi izgradnje**, (direktni: građevinski radovi; troškovi dobave i montaže opreme; troškovi otkupa i odšteta za zemljište, građevine i ljetinu; indirektni: troškovi investitora; troškovi istraživanja i projektiranja; nepredvidivi troškovi).
 - **Troškovi održavanja i korištenja** (godišnji direktni troškovi: osobni dohoci; održavanje građevina, opreme i njihovih dijelova; troškovi pogona sustava (gorivo, mazivo i sl); opći troškovi (uređi, telefoni grijanje, itd); različita davanja (osiguranja, fondovi, doprinosi itd); posebni troškovi (tehnička promatranja, čišćenje nanosa, aktivnosti u vrijeme velikih voda, leda i sl)). Iznose između 1,5 i 4 % troškova izgradnje.
 - **Troškovi obnove** (zamjene) (pojedini dijelovi sustava i sustav u cjelini imaju ograničeno vrijeme trajanja, nakon kojeg se sustav ili dijelovi više ne mogu racionalno koristiti (veliko redovito održavanje) te se ulažu sredstva koja se koriste za obnovu elemenata ili ulaganje u novi objekt). Kod HE se uzima (na pr) zamjena elektrostrojarske opreme (ESO) nakon 25 godina, a hidromehaničke opreme (HMO) nakon 35 godina.

- Troškovi koji nastaju smanjenjem vrijednosti prostora, okoline i prirode, te smanjenjem socijalnih i kulturoloških vrijednosti, (vrijednost uloženih dobara u ostvarenje novog stanja) ne mogu se najčešće iskazati jednostavno novčano. Danas se sve više razvijaju postupci procjene tih vrijednosti novčano, te se teži stvaranju mogućnosti razumljivije procjene vrijednosti koje se ulažu u neki poduhvat. Slično se odnosi i na pitanje koristi, koje se ne mogu jednostavno iskazati novčano.
- Obzirom na složenost najčešće se ocjenjivanje provodi na osnovi bilance koristi i troškova koji se iskazuju novčano.

Financijska matematika

- U prvoj polovici prošlog stoljeća razvijen je ekonomski model ocjenjivanja poduhvata usporedbom koristi i troškova iskazanih novčanim vrijednostima (1936, USA). U cilju razumijevanja daju se osnove modela koji se i danas koristi.
- Osim toga hidrotehnički sustavi karakterizirani su relativno dugim vremenom trajanja. Ulažu se značajna sredstva prije početka korištenja, provode se obnavljanja u nekim vremenski trenucima, te se kao problem pojavljuje usporedba različitih tokova koristi i troškova.

- Kamatnjak se najkraće može opisati kao mjera za naplatu kapitala onome tko ga nema a treba mu (iznajmljivanje kapitala).
- Kamatnjak ovisi o dva faktora:
 - stanju ekonomije i
 - riziku.
- Velika ekspanzija – investicijska ulaganja uzrokuju veću potražnju kapitala te se mogu naplatiti veće kamate (tražiti veća kamatna stopa). Očito da se različitim kamatnim stopama (kamatnjakom) može utjecati na razvoj određenih projekata (zahvata).
- Jasno je da veći rizik naplate uloženog kapitala uzrokuje i veću kamatnu stopu.

- Ako je ***k*** kamatnjak (kamatna stopa) – koji se obračunava godišnje, a ***S*** sadašnja vrijednost (kapitala, ulaganja i sl), a ***n*** broj godina, tada je trošak kapitala na kraju prve godine ***kS***.
- Uz obračun kamate na kamatu tada je:
 - početno stanje *S* (sadašnja vrijednost)
 - nakon 1. godine $kS + S \longrightarrow S (1+k)$
 - nakon 2. godine $S (1+k)^2$
 -
 - nakon *n* godina $B = S (1+k)^n$
 gdje je *B* buduća vrijednost u *n*-toj godini.

- Sadašnja vrijednost se može iskazati preko buduće:
 - **$S = B / (1+d)^n$**
 - (gdje je *d* diskontna stopa)
- Sadašnja vrijednost omogućuje usporedbu koristi i troškova koji se javljaju u različita vremena. Račun se zove diskontni račun a faktor $1 / (1+d)^n$ diskontni faktor. U praksi je
- $d \geq k$. U našim obradama u pravilu koristimo
- $k = d = p$ (*k* – kamatna stopa; *d* – diskontna stopa; *p* – postotak)

- Sadašnja (S) ili buduća (B) vrijednost mogu se iskazati i prosječnom godišnjom vrijednosti (A):
 - $S = A [(1+p)^n - 1]/[(1+p)^n p]$
 - $A = S [(1+p)^n p]/[(1+p)^n - 1]$
- ili
 - $B = A [(1+p)^n - 1]/p$
 - $A = B p/[(1+p)^n - 1]$
- U ekonomskoj praksi u pravilu se koristi sadašnja vrijednost, dok se u hidrotehničkoj praksi najčešće koristi prosječna godišnja vrijednost (anuitet; anuitetni faktor - $[(1+p)^n p]/[(1+p)^n - 1]$)
- .

Gospodarski pokazatelji

- Najčešće se koriste slijedeći gospodarski pokazatelji (kriteriji), koji bi trebali prezentirati rezultate cjelovitog i svestranog pristupa vrednovanju rješenja:
- neto dobit (korist)
 - $k_n = k_b - t$ |maksimum
- omjer koristi i troškova (rentabilnost)
 - $\beta = k_b / t$ |maksimum
- interna kamatna stopa (internal rate of return IRR)
 - IKS (maksimum) kamatna stopa kod koje je $k_b = t$

Očigledno je da je rješenje isplativo ako je

$$k_n > 0 \quad \text{i} \quad \beta > 1.$$

- U gospodarskim pokazateljima elementi su:

k_b	bruto korist
t	troškovi

Pri gospodarskim procjenama izabire se gospodarski vijek poduhvata, koji je u pravilu kraći od njegovog životnog vijeka. U hidrotehničkoj se praksi često koristi 50 godina kao gospodarski vijek ali je moguće dogovoriti i drugo razdoblje.

- **Bruto korist (k_b) je iskazana novčano i predstavlja sadašnju (ili buduću ili prosječnu godišnju) vrijednost svih koristi u gospodarskom vijeku.** To znači da se iskazuju koristi svih korisnika zahvata, koji su u pravilu višenamjenski u cijelom izabranom gospodarskom vijeku.
- **Troškovi (t) su također iskazani novčano i predstavljaju sadašnju (ili buduću ili prosječnu godišnju) vrijednost svih troškova, koji su potrebni da se ostvare očekivane (planirane) koristi.**

- Prikazani je postupak jednokriterijski, a najbolje je rješenje ono kod kojeg se ostvaruje maksimalni gospodarski pokazatelj. Rezultati po prikazanim gospodarskim pokazateljima se u pravilu razlikuju, te ovisno o tome čemu se daje prednost – ukupnoj dobiti ili brzini povrata uloženi sredstava izabire se rješenje.
- Ekstremne vrijednosti bez obzira da li se iskazuju koristi i troškovi sadašnjom ili budućom ili prosječnom godišnjom vrijednosti daju isti rezultat.

Koristi

Korist korištenja vodnih snaga (KVS)

- Kod KVS neposrednu korist možemo iskazati kroz količinu proizvedene energije i garantiranu snagu i njihovu vrijednost na tržištu.
- Karakteristično je da se proizvedena električna energija u pravilu može u potpunosti plasirati na tržištu, što znači da u osnovi nema problema s tržištem.
- Proizvedena energija je neposredna korist i može se izraziti neposredno preko vrijednosti proizvodnje ili posredno preko vrijednosti zamjenjujućeg(ih) izvora energije.

- Kao i kod ostalih korisnika zahvata postoji niz teškoća u procjeni koristi iako je kod KVS naizgled jednostavno to učiniti.
- Pretpostavke se odnose na relativno dugo razdoblje u budućnosti, koje neposredno utječu na koristi i to:
 - buduća struktura energetskeg sustava i uloga HE
 - budući konzum (struktura korisnika)
 - cijene goriva termoelektrane, nuklearne
 - buduće stanje u svijetu i Europi (u području elektroenergetike ali i šire),
 - stanje voda (raspoloživosti voda).

KVS - neposredno određene koristi

- Vrijednost godišnje proizvodnje može se iskazati
- $k^0 = c_{\text{tem}}^0 W_{\text{tem}} + c_{\text{var}}^0 W_{\text{var}} + c_{\text{p}}^0 P$ [kn/god]

gdje je c^0 – početna cijena energije [kn/kWh]

tem – temeljna energija

var – varijabilna energija

W - prosječna godišnja proizvodnja [kWh/god]

P - garantirana snaga (pri $Q_{95\%}$) [kW]

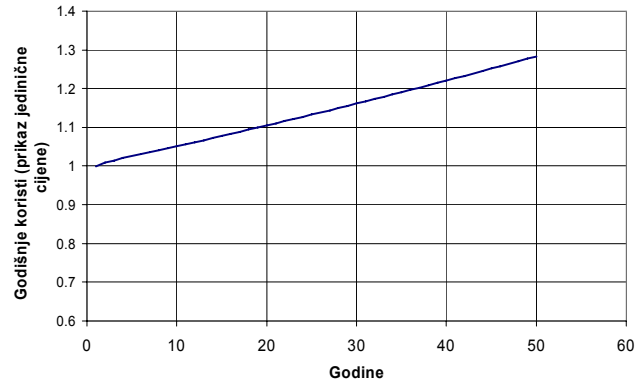
c_{p}^0 – početna cijena garantirane snage [kn/kW]

c^i - cijena u i – toj godini ($0 \leq i \leq$ kraj gospodarskog vijeka; (recimo 50 godina)

$c^i = c^0 (1+e)^i$

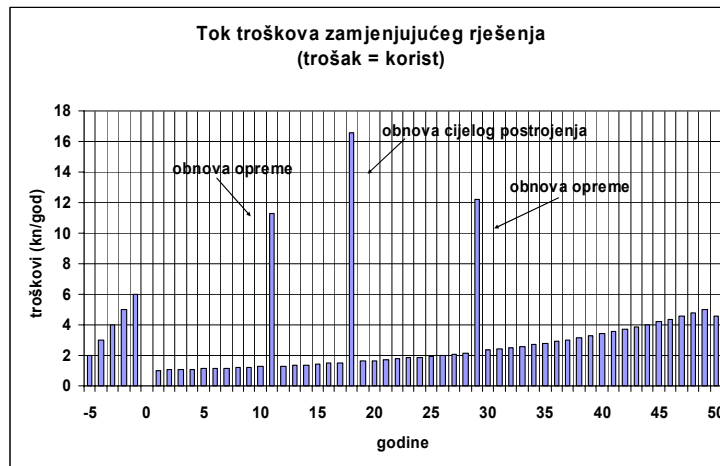
e - stopa eskalacije vrijednosti energije (u nas se uzima od 0 % do 1 % godišnje)

Tijek koristi (cijene uz pretpostavku njene eskalacije)
eskalacija cijene 0,5% godišnje
početna cijena 1 novčana jedinica



KVS - posredno određene koristi

- Kao kontrola vrijednosti hidroenergije moguće je procijeniti troškove zamjenjujućeg rješenja, kojim se ostvaruje jednaka količina energije i garantirana snaga uz pretpostavku da koristi hidroenergije ne prelaze iznos tih troškova.
- Zamjenjujuće rješenje može biti termoelektrana na tekuće gorivo, ugljen ili plin. Troškovi izgradnje su u pravilu manji u odnosu na HE, ali je održavanje i korištenje skuplje posebno jer se pojavljuje i značajna stavka – gorivo (čija vrijednost može također eskalirati). Također je životni vijek termoelektrane kraći, te se treba uzeti u obzir i izgradnja još jednog postrojenja.

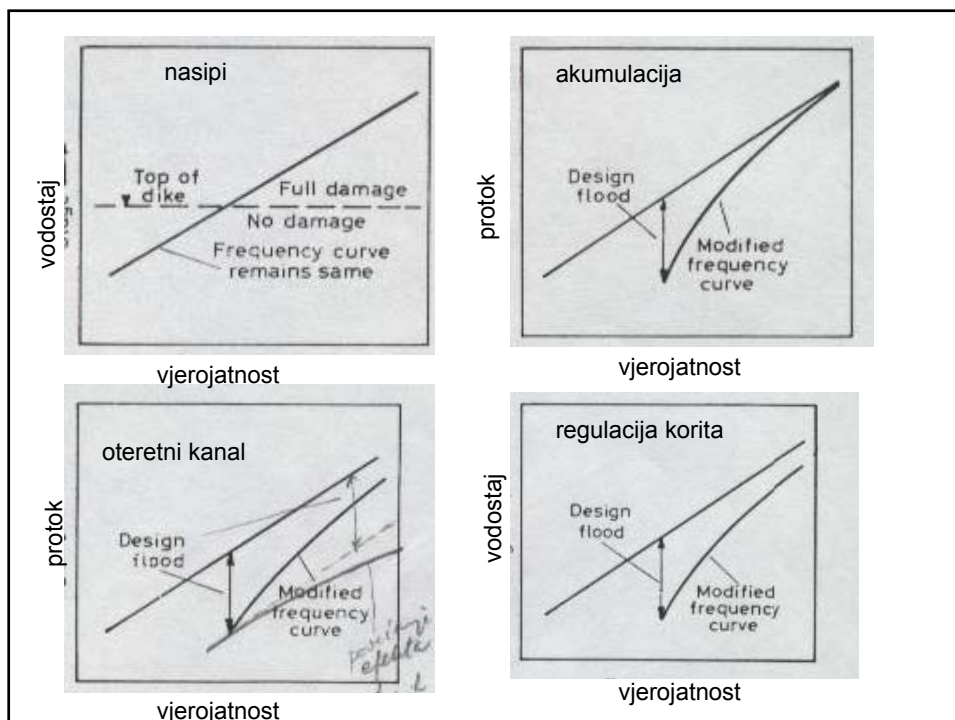


Koristi

Korist obrane od poplava

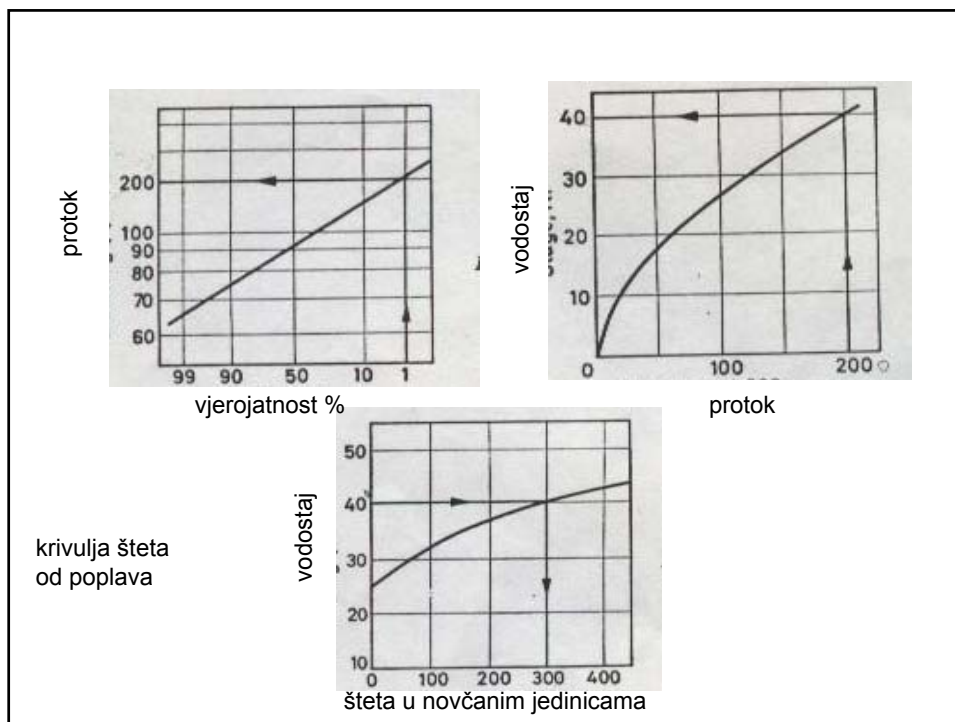
- Koristi obrane od poplava mogu se sagledati kroz:
 - sprečavanje šteta od poplava i
 - stimuliranje povećanja proizvodnje u branjenom području.
- Najčešće se koristi iskazuju prvenstveno sa stajališta sprečavanja šteta, dok je u drugom planu korist povećanja proizvodnje u branjenom području (mada ta korist može biti znatno veća). U kolegiju se daje primjer iskazivanja koristi sprečavanjem šteta.

- U principu se koristi procjenjuje smanjenjem šteta provedbom obrane od poplava. Za procjenu je potrebno sagledati koje se mjere primjenjuju i sagledati koje su štete danas.
- Učinak različitih mjera obrane od poplava:
 - nasipi obrane od poplava
 - akumulacija
 - oteretni kanal i
 - uređenje korita (regulacijski radovi u koritu).



- Godišnje koristi različitih mjera obrane od poplava su po definiciji razlika između prosječne godišnje šteta u prirodnim uvjetima i prosječne godišnje štete koja se može ostvariti sa svakom mjerom pojedinačno ili kombinirano.
- Posebno je osjetljiva procjena šteta koja se u osnovi daje na osnovi očekivane razine poplavne vode. U slučaju da poduzete mjere različito djeluju duž toka tada se procjena daje prema dionicama sličnih utjecaja.

- Štete koje se očekuju mogu biti:
 - fizička oštećenja građevina i sadržaja koji se nalaze u njima; oštećenja mostova, cesta, željezničkih prometnica i sl (troškovi popravaka i zamjena);
 - gubici u poljoprivrednoj proizvodnji;
 - gubici u poslovanju;
 - troškovi radova u vrijeme poplava na tzv aktivnoj obrani od poplava.
- U cilju procjene prosječnih godišnjih šteta koriste se:
 - krivulja šteta u zavisnosti od vodostaja,
 - protočna krivulja i
 - krivulja vjerojatnosti maksimalnih godišnjih protoka.

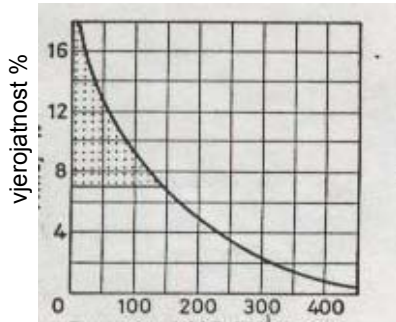


- Na osnovi prikazanih krivulja može se načiniti krivulja šteta u zavisnosti od vjerojatnosti prekoračenja velikih voda

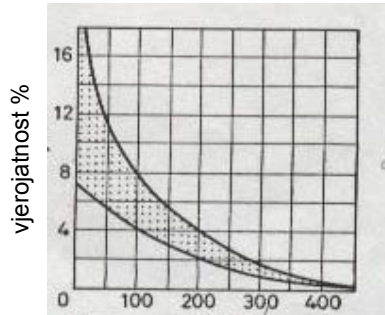


Šrafirana površina u određenom mjerilu predstavlja prosječnu godišnju štetu u današnjim uvjetima

- Uz odgovarajuće mjere obrane od poplave mogu se očekivati manje štete



štete u novčanim jedinicama
šrafirana površina u određenom mjerilu predstavlja smanjenje štete nakon izgradnje nasipa



štete u novčanim jedinicama
šrafirana površina u određenom mjerilu predstavlja smanjenje štete nakon izgradnje akumulacije ili uređenja korita

- Očigledno je da postoji niz teškoća u procjeni koristi što utječe na pouzdanost (rizik) procjene. Zbog toga se pri daljnjem proučavanju analizira rizik i ocjenjuje raspon u kojem se mogu očekivati koristi.
- Moguće je procjenu koristi obrane od poplava načiniti tako da se jednonamjenski zahvat smatra kao nužda, zahvat koji se mora izvesti i tada je korist jednaka trošku, i ta vrijednost se usvaja kao korist u višenamjenskom zahvatu kojim se jednakom pouzdanošću rješava i obrana od poplava. Time se posredno određuje interes korisnika obrane od poplava u višenamjenskom rješenju i omogućuje ukupna ocjena zahvata.

Koristi

Korist melioracija

- Branjeno poljoprivredno zemljište moguće je urediti odvodnjom, navodnjavanjem ili s obje mjere ovisno o stanju tog zemljišta. Uređivanje vodozračnog režima ostvaruju se veći i sigurniji prinosi, te se korist ovog zahvata računa

$$\bullet k_{\text{polj}} = k_{\text{polj}}^{\text{nakon}} - k_{\text{polj}}^{\text{prije}}$$

- Uređenje poljoprivredno zemljišta rijetko je vezano samo s vodama, te se moraju uzeti u obzir i drugi aspekti.
- Ova procjena daje direktne koristi. Indirektne koristi (utjecaj na ekonomiju) mogu biti i značajnije od direktnih, ali ih je složeno procijeniti, te se u pravilu s njima ne računa.

Koristi

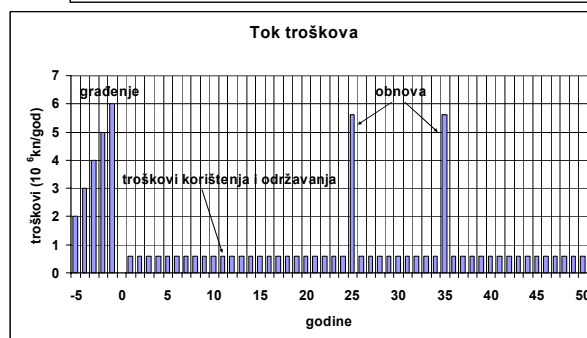
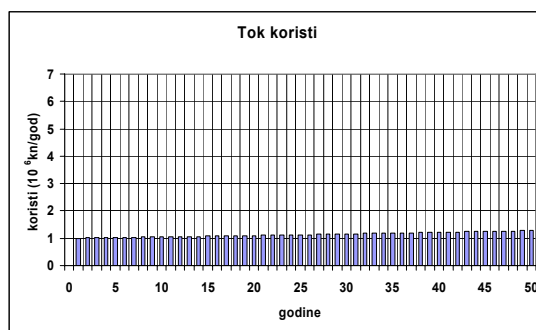
Korist unutarnje plovidbe

- Direktne koristi se procjenjuju na osnovi ušteta u transportu roba plovnom putem u odnosu na zamjenjujuće transporte (cestovni, željeznički itd).
- Proučavaju se mogućnost izvedbe i korištenja plovnog puta, procjenjuju robe (postojeći tokovi i nove robe) te procjenjuju troškovi transporta raznim oblicima.
- Indirektne se koristi također najčešće ne iskazuju, iako mogu biti značajne.

Koristi

Korist od snabdijevanja vodom

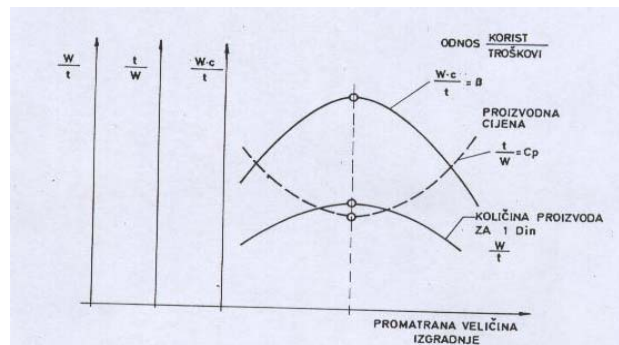
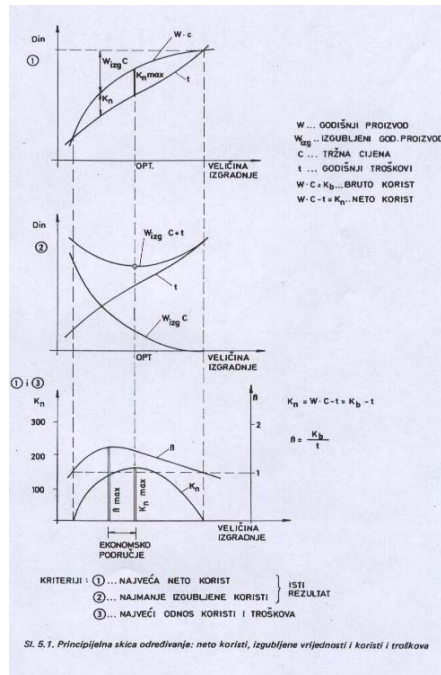
- Snabdijevanje stanovništva vodom je prioritetno, te se polazi od rješenja koje zadovoljava potrebe po količini i kvaliteti i traži se najjeftije rješenje.
- U tržišnoj ekonomiji moguća je procjena koristi na osnovi mogućnosti naplate isporučene vode.



- Na osnovi tokova koristi i troškova izračunava se sadašnja vrijednost svih koristi u gospodarskom vijeku i sadašnja vrijednost njima odgovarajućih troškova (buduća ili prosječna godišnja).
- Uobičajeno se kao sadašnji trenutak usvaja početak korištenja sustava, a kao budućnost kraj gospodarskog vijeka.
- Sa stajališta troškova izgradnje tako izabrana “sadašnja vrijednost” predstavlja buduću vrijednost i odgovarajuće se tome i računa.

- “Sadašnja vrijednost” troškova izgradnje u tom se slučaju sastoji od ukupno procijenjenih troškova izgradnje i kamata koje se plaćaju na taj iznos prema dinamici angažiranja sredstava. Te se kamate nazivaju interkalarnim kamatama i zajedno s troškovima izgradnje čine zajmovnu obvezu ako se sveukupna ulaganja ostvaruju zajmom.

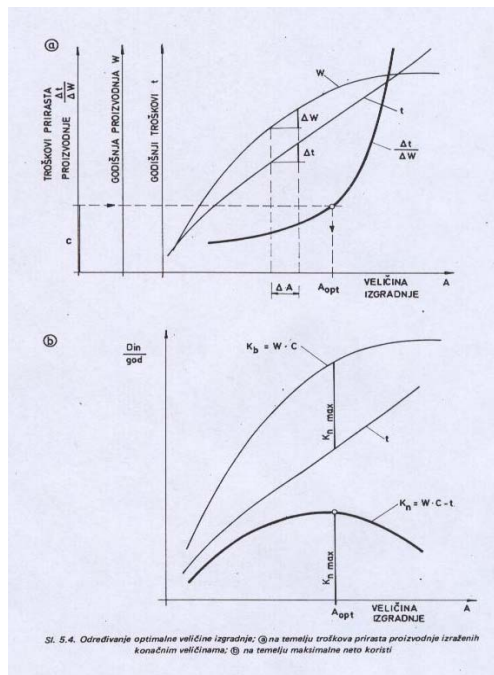
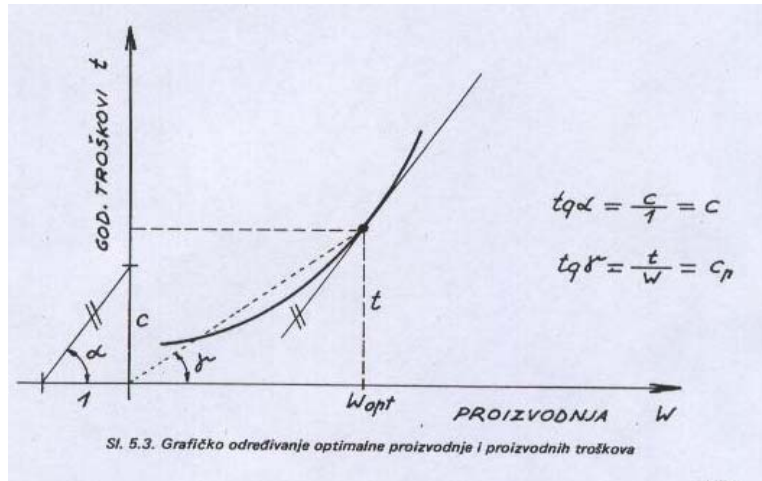
Mladen Žugaj
 Posebne analize u hidrotehnici
 GI Zagreb, Monografije
 Zagreb, 1981

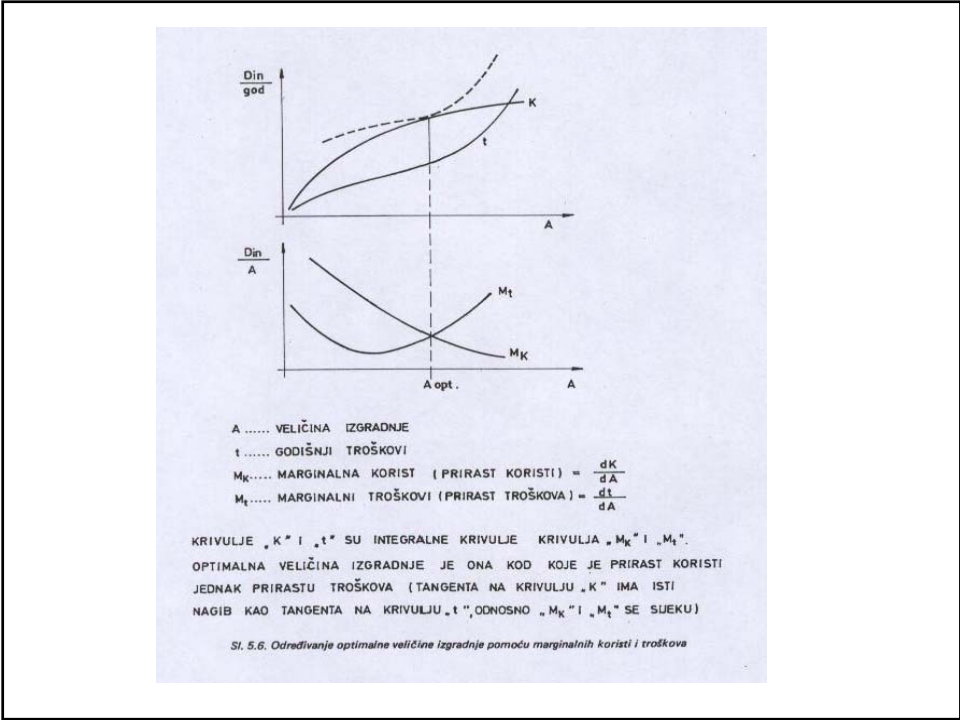
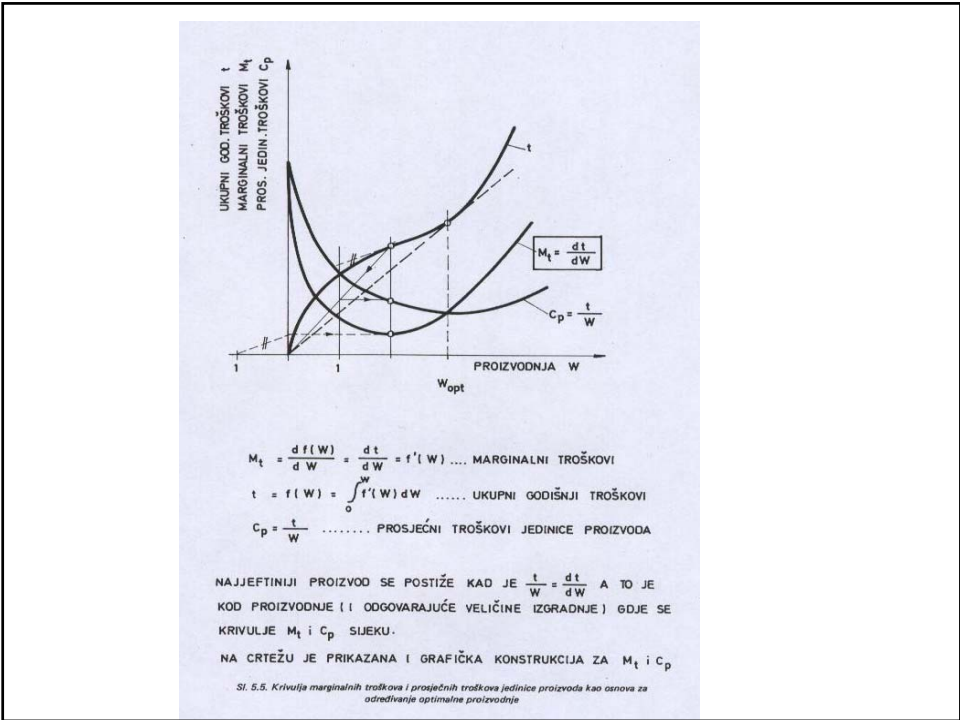


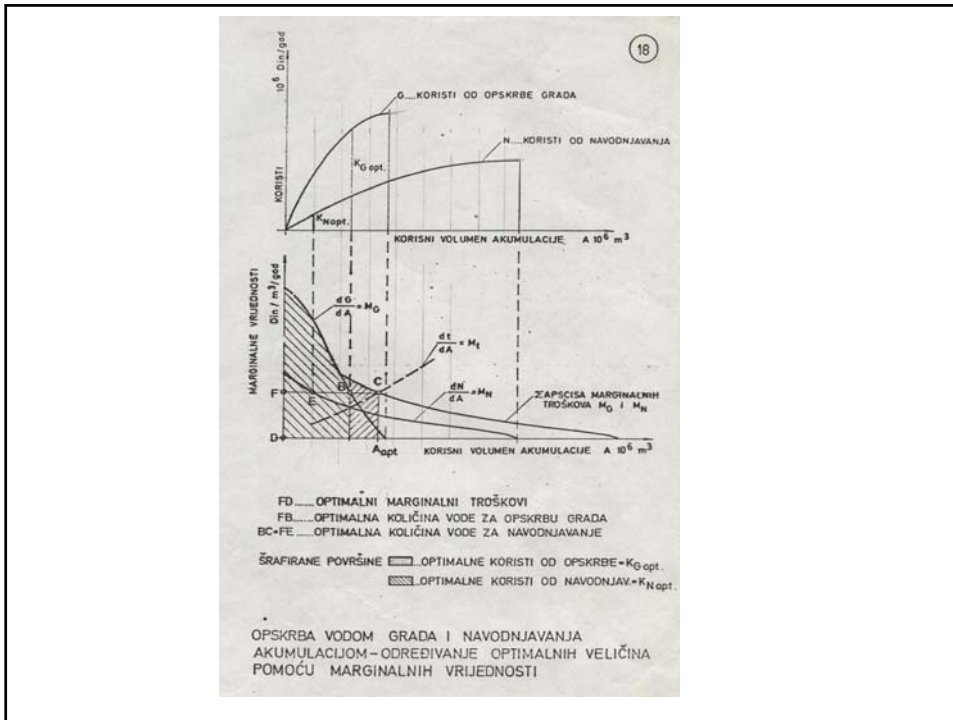
W..... KOLIČINA PROIZVODA
 C..... VRIJEDNOST JEDINICE PROIZVODA (TRŽNA CIJENA)
 t..... GODIŠNJI TROŠKOVI

POSTOJI PODUDARNOST MAX. VRIJEDNOSTI ODNOSA $\frac{KORIST}{TROŠKOVI} = B$
 I MINIMALNE PROIZVODNE CIJENE T.J. KOD ISTE VELIČINE IZGRADNJE IMAJU NAJPOVOLJNIJE VRIJEDNOSTI.
 OVO VRIJEDI SAMO KAD JE VRIJEDNOST PROIZVODA ISTA ZA SVE VELIČINE IZGRADNJE. TO NE MORA BITI (NPR. POVEĆANJEM AKUMULACIJE POVEĆAVA SE PROIZVODNA ENERGIJE, ALI I VRIJEDNOST TE ENERGIJE.)

Sl. 5.2. Usporedba odnosa $\frac{korist}{troškovi}$ i minimalne proizvodne cijene







RASPODJELA TROŠKOVA NA KORISNIKE

19

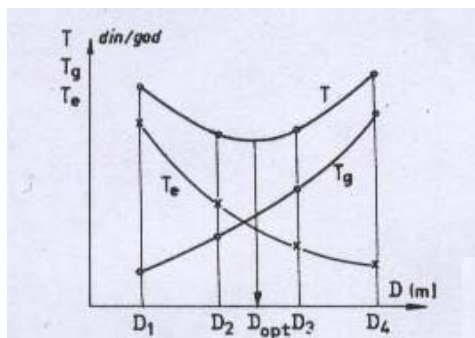
T_u ... ukupni troškovi
 T_s ... ukupni separadni troškovi (troškovi koji terete samo jednu namjenu - npr. strojarnice HE i sl.)
 T_z ... ukupni zajednički troškovi ($T_z = T_u - T_s$)

		D I N			Ukupno
		Obrana od poplava	Energija	Navodnjavanje	
(1)	Separadni troškovi (terete samo jednu namjenu)				T_s
(2)	Koristi				
(3)	Alternativni troškovi (kad bi se pojedinačne namjene gradile zasebno)				
I	(4)	Koristi III alternativni troškovi (2 III 3 - ono što je manje)			
	(5)	Preostale koristi 4 - 1			$\Sigma 5$
	(6)	Raspodijeljeni zajednički troškovi $\frac{T_z}{\Sigma 5} \cdot 5$			T_z
	(7)	Ukupna raspodjela 1 + 6 Din %			T_u
II	(8)	Alternativni troškovi umanjeni za separatne 3 - 1			$\Sigma 8$
	(9)	Raspodijeljeni zajednički troškovi $\frac{T_z}{\Sigma 8} \cdot 8$			$\Sigma 8$
	(10)	Ukupna raspodjela 1 + 9 Din %			

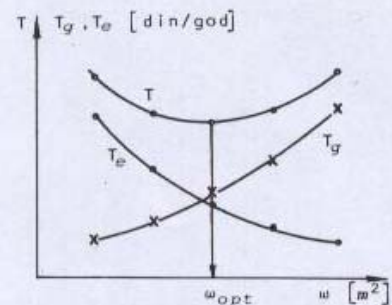
I ... Metoda preostalih koristi
 II ... Metoda troškova pojedinačnih projekata

Izbor veličine izgradnje pojedinih građevina

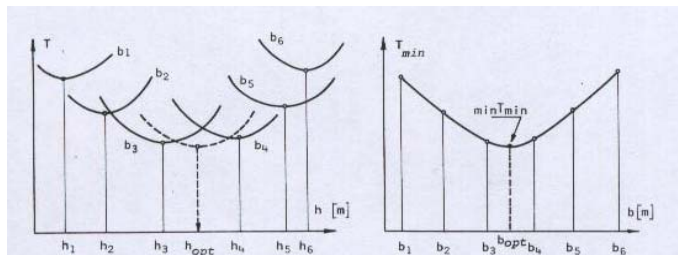
- Pojedine građevine moguće je i poželjno optimirati zasebno, budući da ta optimizacija daje samo najbolje rješenje za taj dio i uklapanjem u cjelovito rješenje dobiva se najbolje rješenje sa stajališta tog dijela građevine (cjevovod, tunel il sl)



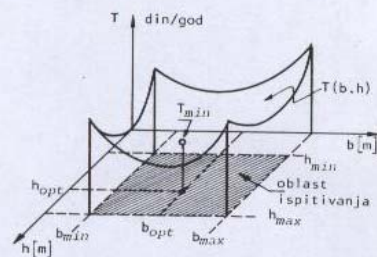
Slika 15.38. Princip određivanja D_{opt}



Slika 15.14. Optimizacija preseka kanala kada je zadat jedan parametar



Slika 15.15. Optimizacija parametara preseka kanala kada se variraju širina dna i dubina vode u kanalu

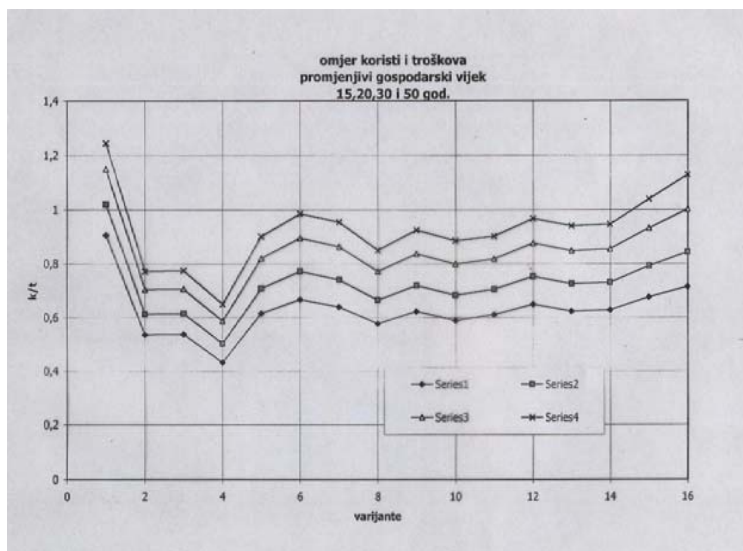
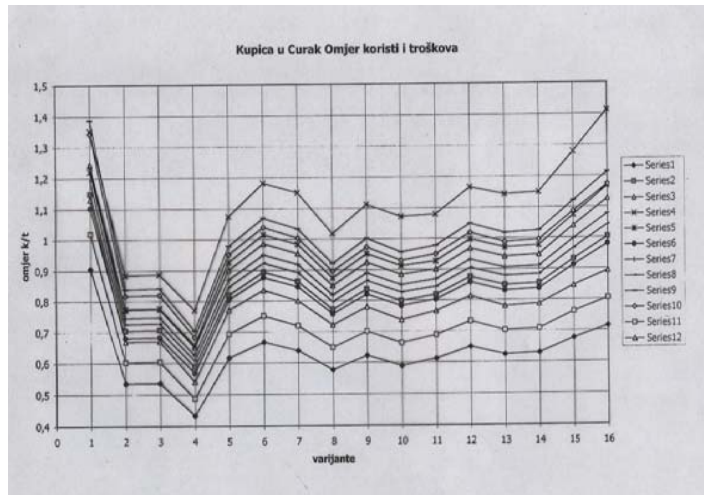


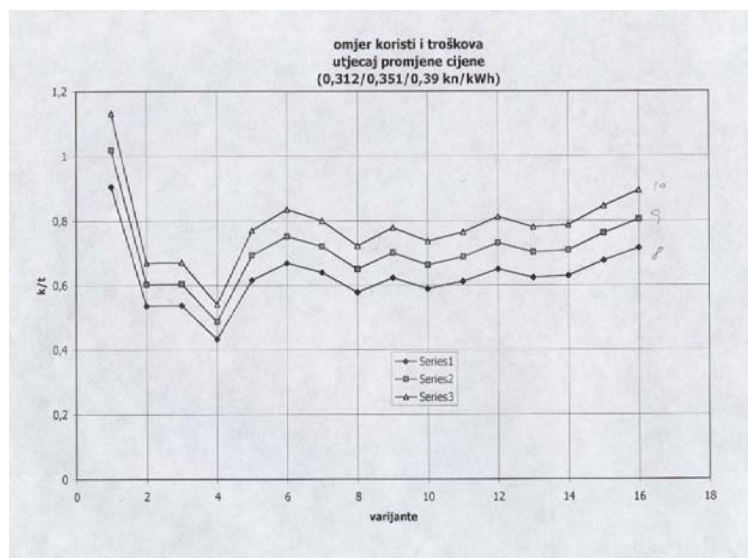
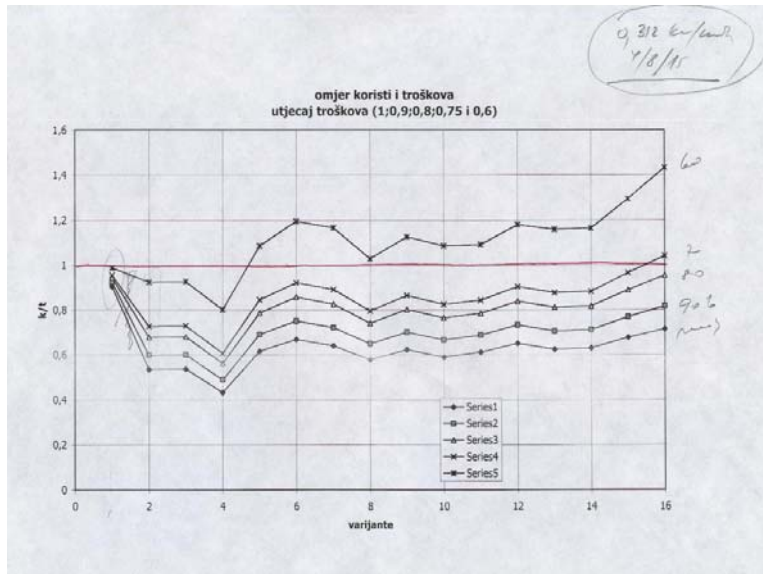
Slika 15.16. Rešavanje zadatka odredjivanja najpovoljnije kombinacije parametara preseka kanala

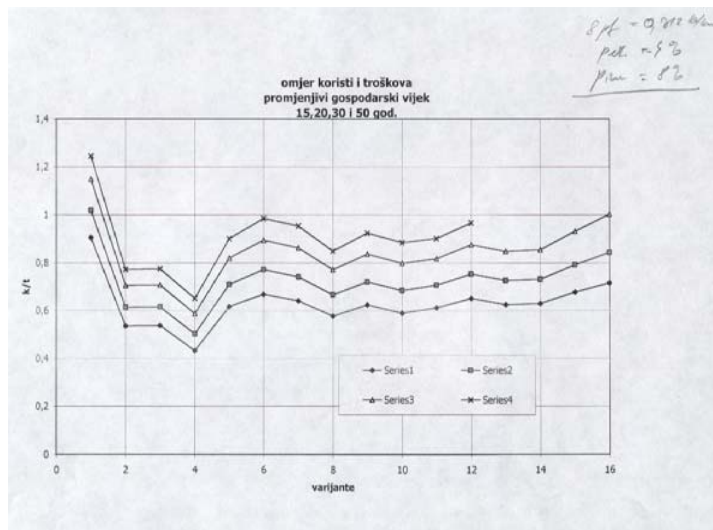
Primjer zahvata Kupica - Curak

- Serije

serija	Cijena kn/kWh	Kamatna stopa	Kamatna stopa	Gospodarski
		Vlastita sredstva	zajam	vijek (godina)
1	0,312	4	8	15
2	0,312	4	8	30
3	0,312	4	8	50
4	0,312	0	0	15
5	0,312	1	2	15
6	0,312	2	4	15
7	0,312	0	8	30
8	0,312	2	8	30
9	0,351	0	8	30
10	0,351	2	8	30
11	0,351	4	8	15
12	0,394	4	8	15







- Kraj