

DRUŠTVO ZA ODVODNJAVANJE I NAVODNJAVANJE HRVATSKE  
Z A G R E B

**PRIRUČNIK**  
**ZA HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE**

I KOLO

**ODVODNJAVANJE**

KNJIGA 5.

**GRADENJE**

ZAGREB, 1989. god.

DRUŠTVO ZA ODVODNJAVANJE I NAVODNJAVANJE HRVATSKE - ZAGREB

PRIRUČNIK  
ZA HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE

KNJIGA 5.

*Glavni i odgovorni urednik:*  
Doc.dr. Josip Marušić, dipl.inž.grad.

*Redakcijski odbor:*

Doc.dr. Josip Marušić, dipl.inž. (predsjednik); Branko Vujasinović, dipl.inž.;  
prof.dr. Zorko Kos, dipl.inž.; prof.dr. Frane Tomić, dipl.inž.;  
Ivan Očelić, dipl.inž.; Branko Pejaković, dipl.inž.

Izdavač:  
DRUŠTVO ZA ODVODNJAVANJE I NAVODNJAVANJE HRVATSKE  
Zagreb, Proleterskih brigada 220

*Izdavački savjet:*

Branko Bergman, dipl.inž. (predsjednik); Ivan Cigić, dipl.inž.; Mladen Marić, dipl.inž.;  
Martin Pilar, dipl.inž.; Gianantonio Santin, dipl.inž.; Roko Škegro, dipl.inž.;  
Anton Švarc, dipl.inž.; dr. Josip Zmaić, dipl.inž.

*Recenzenti:*

Doc.dr. Josip Petraš, dipl.inž.grad.  
Gianantonio Santin, dipl.inž.grad.  
Vjekoslav Vlašić, dipl. inž.grad.

*Tehnički urednik:*

Branko Vujasinović, dipl.inž.geod.

*Lektor:*

Dubravko Dosegović, prof.

Naklada 600 primjeraka

*Tisak:*

Copy centar, Zagreb, Cvjetna cesta 13

DRUŠTVO ZA ODVODNJAVANJE I NAVODNJAVANJE HRVATSKE  
ZAGREB

# **PRIRUČNIK**

## **ZA HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE**

I KOLO  
**ODVODNJAVANJE**

KNJIGA 5.  
**GRADENJE**

ZAGREB, 1989 god.





## PREDGOVOR

Društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje Hrvatske je krajem 1982. godine, u sklopu redovnog programa rada, predvidjelo izdavanje Priručnika za hidrotehničke melioracije. Planirano je izdanje šest knjiga iz područja odvodnjavanja po posebnim tematskim područjima hidromelioracija i agromelioracija.

Stupanj, način i opseg do sada obrađenih tema dijelom je opširniji od predviđene početne koncepcije priručnika. Pored praktičkih date su i odgovarajuće teoretske obrade gradiva koje je posebno značajno za iznalaženje optimalnih projektnih rješenja hidromelioracijskih sustava (posebno u knjigama broj 2, 3 i 4). Zbog toga do sada izdate knjige sadrže kako gradivo za potrebe kadrova koji rade na projektiranju hidromelioracijskih sustava, tako i za potrebe redovnog i dopunskog obrazovanja kadrova iz područja hidromelioracija i agromelioracija.

Praksa je potvrdila da je pored iznalaženja optimalnih projektnih rješenja hidromelioracijskih sustava, od posebnog značenja i njihovo građenje.

Za stvaranje i održavanje vodozračnog režima u tlu prema zahtjevima suvremene i stabilne proizvodnje poljoprivrednih kultura bitna je i uspješnost organizacije građenja hidromelioracijskih objekata i sustava. To ima velikog utjecaja i na troškove uređenja poljoprivrednog zemljišta, a na taj način i na troškove proizvodnje hrane - što je od egzistencijalnog značenja za svaku državu.

Za realizaciju projektnih rješenja, pored potrebnih financijskih sredstava, posebnu pažnju treba posvetiti izboru odgovarajućih strojeva za izvedbu pojedinih vrsta i faza poslova u procesu izgradnje pojedinih hidromelioracijskih objekata i kompletnih sustava. Zbog toga je u knjizi 5 dat potreban prikaz kako proizvodnih tako i radnih karakteristika strojeva koji se koriste u građenju hidromelioracijskih sustava za odvodnjavanje poljoprivrednih zemljišta. U sklopu toga date su i važeće norme rada tih strojeva kao i osnovni financijski pokazatelji građenja melioracijskih kanala i sustava podzemnog odvodnjavanja. Posebno su obrađene teme u vezi građenja tipskih i ostalih hidrograđevinskih objekata na mreži melioracijskih kanala.

Potrebni pokazatelji dati su u vezi utjecaja PVC-drenskih cijevi na troškove kao i značenje primjene filtera u izgradnji sustava podzemnog odvodnjavanja.

Obzirom da predloženi autori (iz Rijeke i Splita) nisu obradili dogovorene teme, u knjizi 5 daje se samo prikaz "Hidrometeoroloških istraživanja neophodnih za projektiranje i izgradnju hidromelioracijskih sustava u kraškim područjima" - iako je ta tema sastavni dio knjige 2.

Posebno obrađena tema je u vezi propisa koji se primjenjuju u procesu građenja vodoprivrednih objekata. Primjena odgovarajućih propisa ima direktnog utjecaja na efikasnost organizacije građenja i održavanja svih vodoprivrednih, a u sklopu toga i hidromelioracijskih objekata i sustava - što je potvrdila i dosadašnja praksa.

Iz sadržaja obrađenih tema vidljivo je i povećanje broja autora u knjizi 5, u odnosu na prethodne izdate knjige Priručnika za hidrotehničke melioracije - a to je u skladu s programom rada DONH-e na području izdavačke djelatnosti.



# ORGANIZACIJA GRAĐENJA HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA ZA ODVODNJAVANJE

---

J. Marušić\*

## 1. Objekti hidromelioracijskih sustava za odvodnjavanje

Hidromelioracijski objekti i uređaji za odvodnjavanje su: otvoreni kanali, tipski cijevni i pločasti propusti na kanalima, betonske stepenice, sifoni, kaskade, crpna postrojenja, ustave, brane, te cijevne drenaže s posebnim objektima. U sklopu planiranja i izgradnje ovih objekata treba imati u vidu i izgrađenost vodoprivrednih objekata za zaštitu od vanjskih (poplavnih) voda a to su u prvom redu: nasipi, obodni kanali, oteretni kanali, regulirani prirodni vodotoci, akumulacije, uređeni brdski vodotoci i retencije i dr.

Iz navedenog je vidljiva raznovrsnost i složenost vodoprivrednih objekata koji su od posebnog značenja za organizaciju građenja i funkcioniranje hidromelioracijskih sustava. U praksi je prisutno prvenstveno naglašavanje značenja otvorene kanalske mreže i dijelom cijevne drenaže, a da se istovremeno ne sagledava u dovoljnoj mjeri značenje izgradnje pojedinih objekata u sklopu funkcioniranja kompletnih hidromelioracijskih sustava.

U procesu izgradnje, održavanja i korištenja hidromelioracijskih objekata od posebnog je značenja korektno vrednovanje i pravovremeno sagledavanje egzistiranja i interakcije prisutnih utjecajnih činilaca i to: prirodnih, tehničkih, ekonomskih i društvenih uvjeta i zahtjeva.

Hidromelioracijske sustave treba promatrati jedinstveno, kako u fazi projektiranja i izgradnje tako i u procesu korištenja i održavanja - bez obzira što su korisnici melioracijskih površina često iz raznih društveno-političkih zajednica, a samo zemljište u društvenom i/ili individualnom posjedu. Nužno je imati u vidu potrebu zajedništva, koje mora egzistirati da bi hidromelioracijski sustavi mogli jedinstveno i komplementarno funkcionirati u cilju stvaranja i održavanja vodozračnog režima u tlu.

Objedinjavanje zajedničkih akcija vezano je ne samo za izgradnju, već i za redovno održavanje i optimalno korištenje svih hidrotehničkih objekata, opreme i uređaja hidromelioracijskih sustava. U sklopu toga treba imati u vidu da se hidromelioracijski objekti i sustavi grade za potrebe funkcioniranja u periodu od 30 do 50 pa čak i 100 godina - s kvalitetnim održavanjem i pravilnim korištenjem tih objekata.

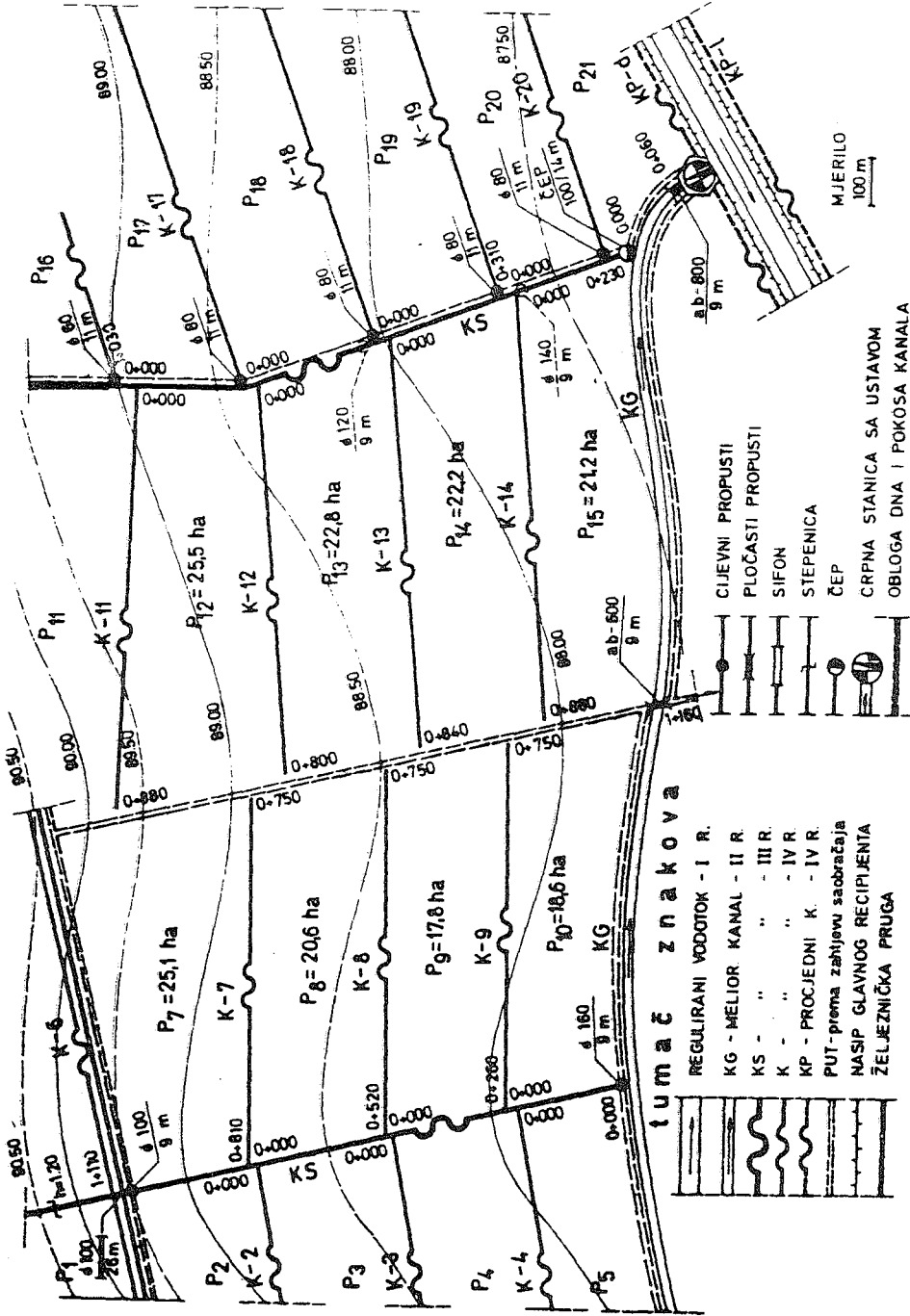
Problemi izgradnje hidromelioracijskih sustava uvjetovani su, kako prirodnim obilježjima, tako i projektno-tehničkim rješenjima pojedinih objekata. S obzirom na osnovna prirodna obilježja i moguća rješenja, te složenost i raznovrsnost samih hidromelioracijskih objekata odvodnjavanja, organizacija njihove izgradnje vrši se prema slijedećoj podjeli:

- izgradnja otvorene kanalske mreže (MK-IV i III reda)
- izgradnja tipskih objekata na kanalima
- izgradnja crpnih postrojenja
- izgradnja sustava cijevne drenaže

Ovdje je bitno sagledati i utjecaj projektnih elemenata na cijenu izgradnje pojedinih hidromelioracijskih objekata i cijelih sustava. Dosadašnja iskustva ukazuju na nedovoljno sagledavanje značenja pravovremene organizacije građenja hidromelioracijskih sustava. To ima direktanog utjecaja na trajanje i troškove građenja hidromelioracijskih objekata i sustava. Vrste i položaj glavnih hidromelioracijskih objekata prikazan je na slici 1.

---

\* *Doc.dr. Josip Marušić, dipl.inž.grad., GRADEVINSKI INSTITUT - ZAGREB  
OOUR FAKULTET GRADEVINSKIH ZNANOSTI - ZAGREB*



Sl. 1. HIDROMELIORACIJSKI SUSTAV POVRŠINSKOG ODVODNJEVANJA

## 2. Glavni utjecajni činioci pri izgradnji hidromelioracijskih sustava

U sklopu izgradnje hidromelioracijskih sustava, od posebnog značenja je pravovremeno sagledavanje i vrednovanje glavnih utjecajnih činilaca prema slijedećem redoslijedu:

- Lokacija izvedbe radova (katastarska općina).
- Površina, odnosno veličina područja izvedbe radova (ha).
- Udaljenost lokacije izvedbe radova od sjedišta radne organizacije koja izvodi radove..
- Udaljenost lokacije izvedbe radova od mjesta stanovanja radnika koji sudjeluju u izvršavanju hidromelioracijskih i ostalih poslova.
- Topografska obilježja melioracijskih područja.
- Klimatska i hidrološka obilježja područja.
- Pedološka i geomehanička svojstva tla.
- Hidrografska obilježja melioracijskih područja.
- Stupanj postojeće odvodnje - prirodne ili umjetne - prije izgradnje novih ili dogradnje postojećih hidromelioracijskih objekata i sustava.
- Stupanj izgrađenosti, održavanja i funkcioniranja hidrotehničkih objekata za zaštitu od vanjskih poplavnih voda.
- Udaljenost lokacije izvedbe radova od najbližeg naselja (s električnom energijom, pitkom vodom, trgovinama živežnih namirnica).
- Vrste i mogućnost korištenja saobraćajnica od najbližeg naselja do lokacije izvedbe radova..
- Uvjeti i mogućnost transporta teških strojeva (bageri, dozeri, drenopolagači) kao i ostalih strojeva i vozila potrebnih za izvedbu hidromelioracijskih i ostalih radova.
- Mogućnosti i način dopreme ugradbenog i potrošnog materijala od mjesta nabave, kao i od javnih saobraćajnica, do lokacije izvedbe radova.
- Mogućnost smještaja i organizirane prehrane radnika te organizacije življenja radnika u terenskim uvjetima melioracijskih područja.
- Mogućnost prijenosa informacija od sjedišta radne organizacije do i unutar samih (g)radilišta.
- Primjena zaštitnih mjera u izvedbi pojedinih vrsta i faza poslova.
- Organizacija rada terenskih mehaničkih radiona u cilju efikasnijeg otklanjanja kvarova na strojevima i vozilima.
- Odnos, položaj i veličina melioracijskih površina u društvenom i individualnom posjedu.
- Rješenje imovinsko-pravnih, odnosno posjedovnih odnosa na trasi kanala i lokaciji hidromelioracijskih objekata
- Položaj postojećih objekata (cesta, željeznica, dalekovoda, plinovoda, naftovoda, industrijskih, stambenih i ostalih objekata) u odnosu na trasu kanala i lokaciju hidromelioracijskih objekata (i potreban pojas za kretanje strojeva i vozila)
- Vrsta i odnos površina zasijanih pojedinim poljoprivrednim kulturama
- Izmjene na terenu, od vremena izrade projektne dokumentacije do vremena izvedbe pojedinih vrsta objekata (pa i samih faza hidromelioracijskih poslova)
- Suradnja odgovornih predstavnika projektanta, investitora i izvođača hidromelioracijskih radova

- Kontinuirano vođenje i praćenje dokumentacije u procesu izgradnje pojedinih hidromelioracijskih objekata (građevinski dnevnik, građevinska knjiga, izmjene i dopune izvedbenog projekta i dinamički plan izvedbe radova).

U sklopu navedenih utjecajnih činilaca bitno je pravovremeno uskladiti izvedbu pojedinih vrsta i faza poslova s racionalnim korištenjem strojeva i vozila te što većim efektivnim radom svih profila stručnih radnika.

### 3. Efikasnost funkcioniranja hidromelioracijskih sustava

Posebno se vrši analiza utjecaja projektnih elemenata (parametara) rješenja hidromelioracijskih sustava na izgradnju pojedinih hidromelioracijskih objekata.

S ekonomskog stajališta bitno je osigurati funkcioniranje kompleksnih i jedinstvenih hidromelioracijskih sustava, kako na slivnim i vodnim područjima, tako i na nivou šire društveno-političke zajednice. Efikasnosti funkcioniranja hidromelioracijskih sustava iskazuju se prema slijedećim pokazateljima:

- |  |                |
|--|----------------|
| ● veličini odvodnjavanih (i navodnjavanih) površina                            | ha             |
| ● troškovima izgradnje   | din/ha         |
| ● troškovima održavanja i korištenja   | din/ha         |
| ● veličini zasijanih i žetvenih površina                                       | ha             |
| ● visini priroda poljoprivrednih kultura                                       | t/ha           |
| ● troškovima u procesu proizvodnje pojedinih poljoprivrednih kultura           | din/ha         |
| ● stupnju korištenja hidromelioracijskih sustava                               |                |
| ● povećanju nacionalnog dohotka s učešćem povećanja poljoprivredne proizvodnje | din/stanovniku |

Osnovni cilj investicija jest da se sadašnjim trošenjem proizvodnih resursa ostvare u budućnosti što veće koristi i efekti, a to važi i za izgradnju hidromelioracijskih sustava. Realizacija vodoprivrednih i poljoprivrednih projekata je skup i dugotrajan proces, a povećane koristi u pravilu se javljaju u toku niza godina što ovisi o vrsti, namjeni i veličini pojedinih objekata. Investicijska aktivnost u procesu realizacije odgovarajućih objekata u stvari je trošenje kapitala u cilju stvaranja novih proizvodnih sredstava i/ili novih uvjeta za proizvodnju od koje se u određenom vremenskom razdoblju očekuje realizacija dobiti i samog dohotka.

Ekonomska opravdanost realizacije projektnog rješenja ovisi i o nizu tehničkih i tehnoloških elementa. Pri tome treba voditi računa da li će i koliko koristi biti veće od ukupnih troškova kompletnih hidromelioracijskih sustava.

Odnos koristi i troškova moguće je odrediti analizom svih troškova izgradnje, održavanja i korištenja hidromelioracijskih sustava sa troškovima i povećanim prinosima u procesu proizvodnje pojedinih poljoprivrednih kultura. S tehničkog aspekta postoje različita rješenja hidromelioracijskih sustava, što ovisi o nizu prirodnih činilaca i zahtjeva suvremene poljoprivredne proizvodnje.

U procesu iznalaženja optimalnih projektno-izvedbenih rješenja potrebno je izvršiti sistematizaciju i analizu raspoloživih podataka primjenom suvremenih metoda i modela. Kompletan uvid u obim poslova na izvođenju može se dobiti nakon definiranja svih vrsta i faza radova u procesu tog izvođenja. U svrhu valorizacije rješenja potrebno je pravovremeno determinirati slijedeće međusobno zavisne pokazatelje:

- hidrološke i hidrauličke projektne parametre
- tehničko-tehnološke elemente izgradnje i održavanja hidromelioracijskih objekata i sustava,

- vremensku i financijsku dinamiku izvođenja pojedinih vrsta i količina radova,
- ekonomske uvjete korištenja i trajanja realiziranog projekta
- određivanje visine prihoda i troškova u svakoj godini u toku ekonomskog vijeka korištenja objekata i sustava,
- determiniranje osnovnih ekonomskih pokazatelja kao što su izvori financiranja, obujma radova i proizvodnje, realizacije projekta i same poljoprivredne proizvodnje na hidromelioriranim površinama,
- svođenje svih budućih prihoda i troškova na vrijednost početne godine proizvodnje odnosno nakon završetka izgradnje objekata i cijelih sustava,
- određivanje prihoda i troškova koji nastaju realizacijom projekta, odnosno sa i bez izgrađenih objekata i sustava
- pravovremeno utvrđivanje parametara rizika i (ne)pouzdanosti kod procjene i/ili proračuna budućih hidrološko-hidrauličkih, konstruktivno-tehničkih, tehnoloških i ekonomskih veličina odnosno pokazatelja,
- komparaciju tehničko-tehnoloških i ekonomsko-financijskih pokazatelja na osnovu čega se ocjenjuje prihvatljivost odgovarajuće varijante projektno-izvedbenih rješenja hidromelioracijskih objekata i sustava.

Nakon utvrđivanja navedenih parametara iz međusobno povezanih poslova i faza potrebno je izraditi analizu toka novca, koja pokazuje likvidnost projekta i investitora kroz cijeli ekonomski vijek, mogućnost otplate kredita, izdvajanje sredstava za proširenje materijalne osnove rada i povećanje standarda.

Ekonomski vijek projekta je vrijeme u kojem se mogu sagledati svi efekti projekta, a to je i razdoblje u kojem se očekuje rentabilno poslovanje. Međutim, za definiranje ekonomskog vijeka projekta od posebnog je značenja sama organizacija i cijena izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava - što u dosadašnjoj praksi nije dovoljno akceptirano.

## **4. Osnovne postavke i blok dijagram izgradnje hidromelioracijskih sustava**

### **4.1 Hidromelioracijski sustavi površinskog odvodnjavanja**

U procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava bitno je imati u vidu cilj kojeg treba ostvariti kroz maksimiranje dohotka, kako na melioracijskom, tako i širem društvenom području. Planiranje, projektiranje i izgradnja hidromelioracijskih i agromelioracijskih sustava sastavni su dijelovi cjelokupnog društveno-ekonomskog planiranja i razvoja. Zbog toga trebaju biti usko povezani s planovima razvoja svih privrednih i društvenih subjekata razvoja.

U procesu iznalaženja optimalnih rješenja metode ili modeli valorizacije se trebaju osnivati na objektivnim i realnim prvenstveno ekonomskim kriterijima vrednovanja projekta hidromelioracijskih sustava. U sklopu primjene odgovarajućih metoda i modela osnovni zadatak je definiranje kriterija i mjerila, te korektno vrednovanje svih prirodnih činilaca i zahtjeva suvremene proizvodnje poljoprivrednih kultura. To treba biti usklađeno s realnim tehničko-financijskim mogućnostima i u sklopu privredno-društvenog razvoja šire zajednice. Pri tome treba imati u vidu da sudionici i autori projekta trebaju znati kriterije vrednovanja ili kriterijsku funkciju prije nego se pristupi samoj izgradnji projekta hidromelioracijskih sustava.

Proces planiranja i organizacije izgradnje hidromelioracijskih sustava treba sadržavati i ocjenu alternativnih mogućnosti uključujući mjere i radove koje treba izvesti po odgovarajućoj vremenskoj i financijskoj dinamici. Broj alternativnih rješenja, koja treba razraditi u pojedinom procesu planiranja i realizacije, ovisi o komplementarnosti ili sukobu između utvrđenih komponenata ciljeva, o kapacitetima resursa te o tehničkim i ekonomskim mogućnostima. Ekonomsko-financijska opravdanost realizacije projektnog rješenja ovisi o nizu tehničkih i tehnoloških elemenata. Osnovno je da pri tome



treba voditi računa da li će i koliko koristi biti veće od ukupnih troškova izgradnje i održavanja hidromelioracijskih sustava.

U procesu realizacije hidromelioracijskih sustava potrebno je izvršiti slijedeće vrste i faze poslova:

- utvrđivanje ciljeva,
- provedbu istražnih radova i izradu podloga,
- izradu varijantnih projektno-izvedbenih rješenja,
- definiranje tehničko-financijskih pokazatelja izgradnje hidromelioracijskih sustava,
- izradu blok-dijagrama proizvodnog procesa kod izgradnje hidromelioracijskih sustava.

U izvršavanju navedenih poslova potrebna je stalna suradnja planera, projektanata, izvođača radova, investitora i korisnika hidromelioracijskih sustava.

Dosadašnja iskustva potvrđuju opravdanost i značenje timskog rada u svim fazama realizacije hidromelioracijskih sustava. Obzirom da projektne organizacije izrađuju projektna rješenja u različito vrijeme prije izvedbe radova, potreba je aktivno sudjelovanje projektanata i u procesu izvođenja odgovarajućih vrsta i faza poslova.

Praksa je potvrdila da izvedbena rješenja često odstupaju od prvobitnog, odnosno prethodnog stupnja izrađene projektne dokumentacije, od glavnog projekta. Da bi se to izbjeglo potrebno je budućem objektu prići interdisciplinarno, sa zajedničkim zadatkom postizanja najvećeg efekta, a konzekventno tome i maksimalno efikasnoj organizaciji izgradnje hidromelioracijskih sustava. Projektanti su dužni sudjelovati u svim fazama - od definiranja zadatka, praćenja i kontrole te reguliranja procesa realizacije projekta do uspješnog završetka izgradnje kao i održavanja i korištenja hidromelioracijskih sustava.

Na slici 2. dat je blok dijagram organizacijskog i izvedbenog procesa izgradnje hidromelioracijskih sustava. Vidljive su pojedine vrste i faze poslova i ostale karakteristike izvođenja odgovarajućih radova, kao i prisutnih limitirajućih činilaca.

Za uspješnu realizaciju procesa optimalizacije izgradnje hidromelioracijskih sustava od posebnog značenja je pravovremeno izvršenje slijedećih poslova:

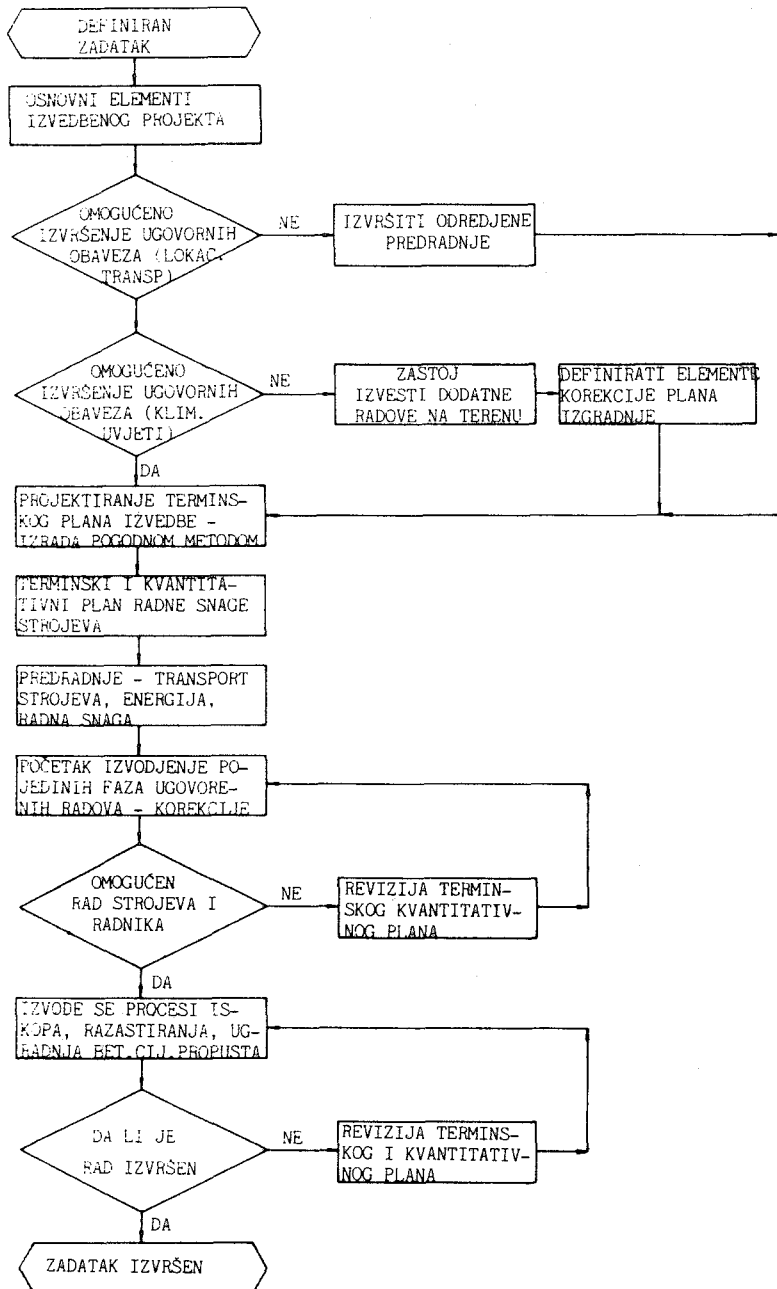
- sistematizacije i analize raspoloživih terenskih obilježja melioracijskih područja
- usklađivanje projektnih rješenja sa zahtjevima suvremene proizvodnje poljoprivrednih kultura, vodeći računa i o terenskim obilježjima područja
- definiranja vrste i tehnologije izvođenja radova obzirom na strojeve i cijenu koštanja izgradnje hidromelioracijskih sustava.

Posebno značenje je u izboru strojeva optimalnih radnih karakteristika u odnosu na projektno-izvedbene elemente objekata i sustava - što je posebno obrađeno. Također je bitno pravovremeno definirati način dopreme ugradbenog i potrošnog materijala u procesu izvođenja pojedinih vrsta objekata i poslova.

Pri tome treba imati u vidu da je proces izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava pod stalnim utjecajem prirodnih obilježja područja na otvorenom prostoru. Pored prirodnih utjecaja od posebnog je značenja izbor strojeva i potrebne stručne snage za izvršavanje pojedinih vrsta i faza poslova.

U blok dijagramu proizvodnog procesa izgradnje hidromelioracijskih sustava date su osnovne vrste i faze poslova, a detaljniji pokazatelji dati su u radovima o strojevima te izgradnji pojedinih vrsta hidromelioracijskih objekata. Osnovni zadatak je u pravovremenom sagledavanju značenja i potrebe efikasne organizacije izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava. Naime, bitno je jedinstveno vrednovanje projektno-izvedbenih elemenata hidromelioracijskih sustava u cilju iznalaženja optimalnih rješenja uređenja vodozračnog režima tla - što je od posebnog značenja za stabilnu i optimalnu proizvodnju hrane.

U sklopu vrednovanja utjecajnih elemenata u procesu organizacije izgradnje hidromelioracijskih sustava treba imati u vidu "Osnovne principe planiranja odvodnih sustava" - što je obrađeno u knjizi 3.



Sl. 2. BLOK DIAGRAM PROIZVODNOG PROCESA KOD IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA

Također je važno pravovremeno sagledati značaj odgovarajućih podloga koje su neophodne za predviđena rješenja hidromelioracijskih sustava, a obrađeni su u knjizi 2 - Priručnika za hidrotehničke melioracije.

#### 4.2 Hidromelioracijski sustav podzemnog odvodnjavanja

U knjizi 4 prikazani su osnovni utjecajni činioci na projektno- izvedbene elemente sustava podzemnog odvodnjavanja, pa se u nastavku daju samo dodatne napomene. Karakteristično rješenje sustava podzemnog odvodnjavanja prikazano je na slici 3.

Obzirom na razmak i ostale projektne elemente cijevne drenaže, za efikasnost organizacije izgradnje tih sustava posebno treba pravovremeno predvidjeti i odrediti:

- promjere i dužine PVC-drenskih cijevi (mm, m)
- vrste i broj spojnih i ostalih elemenata cijevne drenaže
- vrstu i količinu filter materijala.

Za realizaciju efikasnosti rada strojeva i radnika potrebna je i efikasna nabava kao i doprema do mjesta ugradnje kako samih cijevi tako i spojnih elemenata.

Posebnu organizaciju zahtijeva realizacija nabave, dovoza i ugradnje odgovarajućih filter materijala (granulirani šljunak, granulati stiropora) - što znatno usporava i poskupljuje izgradnju sustava podzemnog odvodnjavanja. Također je važna preciznost ("laser" kontrola) ugradnje PVC-drenskih cijevi, obzirom na projektne elemente i potrebe sniženja i odvodnje suvišnih voda u tlu iz korjenove zone poljoprivrednih kultura.

Osnovni zadatak je uskladiti odnos radnih karakteristika strojeva (m'/sat) i dopreme drenskih PVC-cijevi (m'/ha, profil cijevi) i spojnih elemenata cijevne drenaže s ciljem stvaranja uvjeta za kontinuiranu i kvalitetnu izvedbu svih vrsta i faza poslova cijevne drenaže.

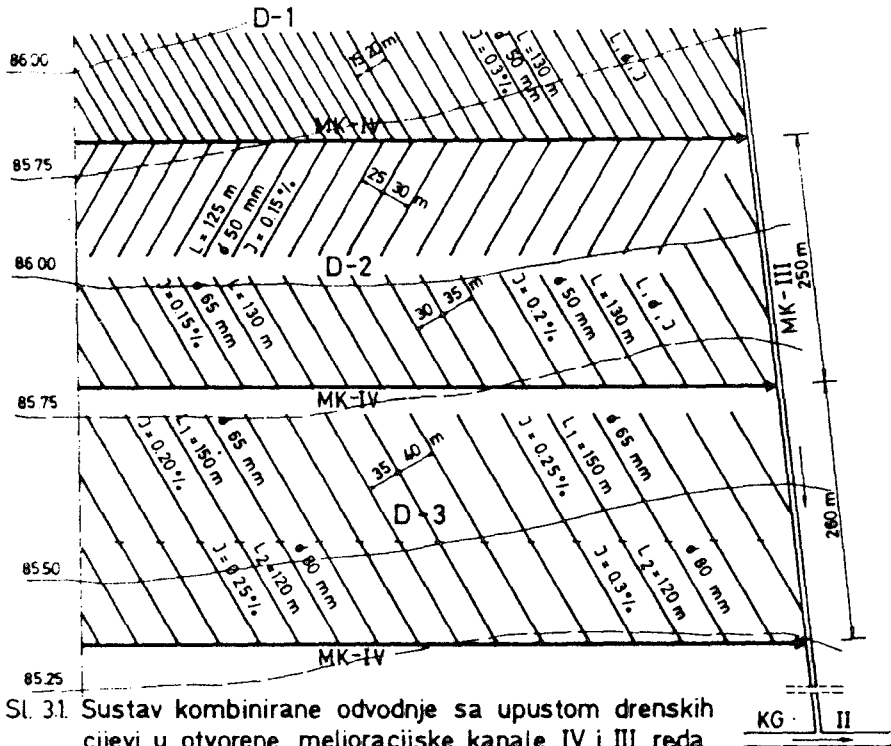
Posebnu organizaciju izgradnje treba pravovremeno definirati za realizaciju hidromelioracijskih sustava podzemnog odvodnjavanja. Pored terenskih obilježja melioracijskih područja treba voditi računa o stupnju izgrađenosti i funkcioniranje sustava površinskog odvodnjavanja. Naime, kod nas se cijevna drenaža još uvijek prvenstveno (96 %) izvodi s uljevom drenskih cijevi u otvorene melioracijske kanale IV i III reda. Zbog toga je prethodno potrebno uskladiti dubine tih kanala i mjerodavne kote izljeva drenskih cijevi u odnosu na nivo vode u melioracijskim kanalima. Također je važno imati u vidu da je, obzirom na vlažnost zemljišta, ograničeno vrijeme ugradnje drenskih cijevi.

Zbog toga je i norma rada drenopolagača 1100 efektivnih sati rada godišnje, dok je planirano vrijeme rada bagera i dozera od 1600 do 2000 sati godišnje. U procesu rada jednog stroja na izvedbi cijevne drenaže sudjeluje od 7 do 9 radnika, a u procesu rada bagera i dozera dva do tri radnika. Vegetacija poljoprivrednih usjeva također utječe na efikasnost rada strojeva.

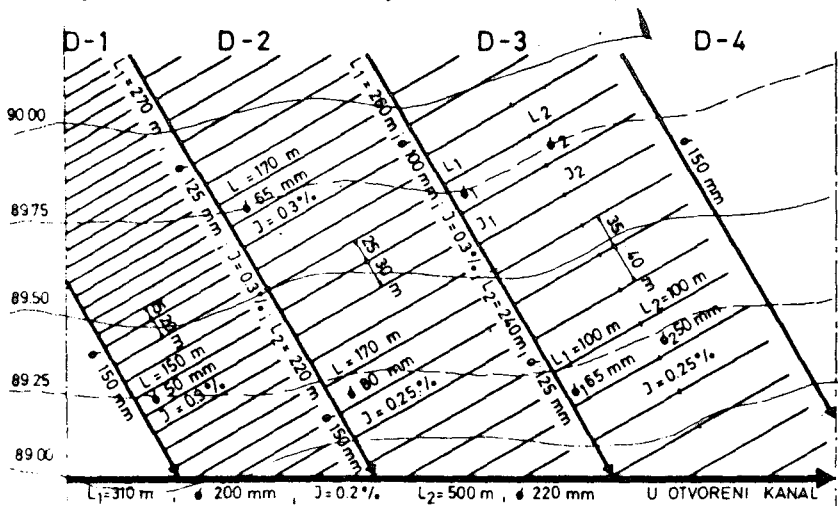
#### 4.3 Zajedničke postavke u procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog i podzemnog odvodnjavanja

U sklopu vrednovanja utjecaja projektno-izvedbenih elemenata, kao i prirodnih obilježja područja hidromelioracijskih sustava, potrebno je i pravovremeno rješavanje imovinsko-pravnih odnosa na lokacijama izgradnje pojedinih objekata. Naime, praksa je potvrdila da je dolazilo do prekida i zastoja (a time i do poskupljenja) u izvedbi pojedinih objekata ili vrsta poslova zbog toga što nisu pravovremeno riješeni imovinsko pravni odnosi. Već u fazi izrade projektne dokumentacije, potrebno je definirati ove pokazatelje. Posebno značenje ima ucrtavanje postojećih objekata na križanju i u neposrednoj blizini hidromelioracijskih objekata. To se prvenstveno odnosi na slijedeće objekte: ceste, željeznice, dalekovode, plinovode, naftovode, telefonske vodove (podzemne i nadzemne), kao i na ostale objekte u pojasu rada strojeva i radnika.

Izbor strojeva i tehnologija izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova treba biti usklađen prema optimalnim tehničko-ekonomskim rješenjima izgradnje pojedinih objekata.



Sl. 31. Sustav kombinirane odvodnje sa upustom drenskih cijevi u otvorene melioracijske kanale IV i III reda



Sl. 32 Sustav podzemne odvodnje sa kombinacijom drenskih cijevi, sisala, sakupljača i kolektora, cijevi  $\phi$  od 50 do 250 mm.

100 m

Pored vrednovanja svih navedenih činilaca, od posebnog je značaja izbor i učešće potrebne stručne radne snage za izvršavanje pojedinih vrsta i faza poslova. Korištenje suvremenih strojeva i primjenu optimalne tehnologije moguće je realizirati prvenstveno sa aktivnom stručnom radnom snagom. Naime, sama optimalna projektno-tehnička rješenja ne mogu dati potrebne efekte bez primjene suvremene tehnologije, za koju su neophodni stručni kadrovi u sklopu konačne realizacije hidromelioracijskih objekata i sustava. Racionalno korištenje strojeva i kadrova od bitne je važnosti za optimalnu organizaciju procesa izgradnje.

U težnji za maksimiranjem uspješnosti rada ne smije se zapostaviti humanizacija odnosa u procesu izvedbe radova. Posebnu pažnju treba posvetiti prijenosu informacija obzirom na terenske i dislocirane uvjete u izgradnji hidromelioracijskih sustava.

Kadrovi trebaju stvarati i pripremati informacije u cilju osiguranja saznanja koja vode optimalnijem odlučivanju. I u organizaciji građenja hidromelioracijskih sustava od velikog značenja je zajedničko djelovanje kadrova i tehnike, kako u procesu izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova, tako i u prijenosu informacija. Neophodno je da u svijesti sudionika procesa postoji stalna vizija cilja i stalna komparacija postupka ostvarenja cilja.

Kadrovi trebaju biti sposobni predvidjeti, prognozirati, planirati i programirati te pravovremeno donositi i provoditi odluke - uz stalnu kontrolu realizacije pojedinih faza u toku izgradnje hidromelioracijskih sustava. Tehnika uglavnom omogućava posredovanje u procesu provođenja odluka, a ulogu kadra treba sagledati u djelovanju na razvijanju posredovanja u procesu donošenja odluka. Važno je stvoriti uvjete za kontinuirano usavršavanje svih profila kadrova uključenih u procesu rada. Praksa je potvrdila da je potrebna stručnost kadrova jedan od najbitnijih činilaca za realizaciju uspješnosti poslovanja i ostvarenja cilja.

Ulogu i značenje kadrova treba sagledati, shvatiti i provoditi prvenstveno kroz definiranje i izvršenje slijedeće aktivnosti:

- identifikacija potreba i ciljeva hidromelioracijskih sustava
- snimanje stanja (od projekta do područja)
- obrade podataka (projektnih i terenskih)
- javnost rada i informiranost o stanju poslova svih učesnika u procesu izgradnje hidromelioracijskih objekata
- donošenje pravovremenih odluka
- analize i/ili testiranje valjanosti te odabir optimalnih odluka u svrhu racionalizacije procesa
- kontrola vođenja procesa izgradnje od početka do cilja
- ostvarivanje ciljeva hidromelioracijskih sustava
- nagrađivanje dobrih i sankcioniranje loših sudionika u procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava.

Osnovni zadatak organizacije građenja je u pravovremenom utvrđivanju objektivnog stanja i stalnoj kontroli procesa izgradnje hidromelioracijskih sustava.

Sama organizacija građenja direktno utječe na konačnu realizaciju hidromelioracijskih objekata i sustava, obzirom na raspoloživa sredstva, kadrove, tehniku te vremenske uvjete i rokove izvedbe radova. Da bi se omogućila brza, kvalitetna i ekonomična realizacija cilja, potrebno je pravovremeno uskladiti zahtjeve, potrebe, vrijeme i uvjete izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova. Organizacija proizvodnog procesa zahtijeva određenu postupnost u radu po unaprijed definiranom redu. Potrebno je ostvariti stalnu koordinaciju svih sudionika u organizaciji izgradnje hidromelioracijskih objekata u sustavu u cilju zajedničke kontrole i realizacije cilja.

## **5. Glavni poslovi u procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava**

Za organizaciju izgradnje bitno je pravovremeno definirati vrste i količine poslova u sklopu realizacije hidromelioracijskih sustava. U projektnim rješenjima nisu uvijek predviđeni svi poslovi koje

treba obavljati, pa posebno značenje ima pregled melioracijskih područja prije početka izvedbe radova. Nesagledane vrste i količine pojedinih radova, kako glavnih tako i pripremnih dovode do kašnjenja radova i poskupljenja izvedbe pojedinih hidromelioracijskih objekata. Zbog toga je od posebnog značenja pravovremeno definiranje svih vrsta i faza poslova prema slijedećem redoslijedu:

5.1 Obavijest investitora o početku izvedbe pojedinih vrsta radova i kontrola raspoložive projektne i ugovorne dokumentacije.

5.2 Pripremni radovi:

- na čišćenju trasa i lokacija hidromelioracijskih objekata - od raslinja i panjeva,
- organizacija smještaja radnika, izbor strojeva, doprema ugradbenog i potrošnog materijala.

5.3 Definiranje trasa kanala i lokacije objekta kao i položaja postojećih objekata u odnosu na hidromelioracijske objekte (detaljnije prikazano u geodetskim radovima).

5.4 Izvedba zemljanih radova

- iskop kanala - bagerima ("dragline" i "hidraulik")
- razastiranje zemljanog materijala iz kanala ( $0,10 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) dozerima (ili odvoz u deponiju u specifičnim slučajevima)
- zatrpavanje starih odnosno napuštenih melioracijskih kanala - dozerima
- ravnanje terena i mikrodrepesija - dozerima (landleveling)

Podaci o strojevima prikazani su u posebnim radovima.

5.5 Izrada puteva

- a) Od zemljanog materijala - dozerima i ježevima, valjcima i vibronabijačima.
- b) Zastor od šljunka ili tucanika - rad po posebnom projektu i izboru odgovarajućih strojeva i vozila.
- c) asfaltni zastori na važnijim putevima.

5.6 Izvedba tipskih objekata na križanju kanala i puteva

- tipski cijevni i pločasti propusti

5.7 Izvedba ostalih hidromelioracijskih objekata i/ili njihovih sastavnih elemenata kao što su:

- betonske stepenice, obloga dna i pokosa kanala, osiguranje ušća kanala, sifoni, ustave, kaskade (obrađeno u posebnom radu)

5.8 Izvedba crpnih postrojenja za melioracijska područja u slučaju kada nema mogućnosti gra-vitacijske odvodnje.

5.9 Izvedba sustava podzemnog odvodnjavanja - po posebnim projektnim rješenjima:

- a) Kontrola stupnja izgrađenosti održavanja i funkcioniranja otvorenih melioracijskih kanala obzirom na zahtjeve podzemne odvodnje putem cijevne drenaže.
- b) Iskolčenje trase drenskih cijevi s mjerodavnim geodetskim podacima (mjerodavni pad PVC-drenskih cijevi, promjene pada, početna i završna kota drena, promjena promjera cijevi, drensko reviziono okno).
- c) Pravovremena doprema PVC-drenskih cijevi i odgovarajućih spojnih elemenata (s posebnim iskazom i kontrolom promjera, dužine, komada)
- d) Priprema stroja sa "laser" uređenjem (za kontrolu ugradnje PVC-drenskih cijevi)

- e) Pravovremena doprema filter-materijala s izborom vozila za transport i načina ugradnje filtera (granulirani šljunak, stiropor, slama, plastica).
- f) Zatrpavanje drenskih rovova - rad dozerima ili drenopolagačima.

Detaljni podaci u vezi projektno-izvedbenih elemenata cijevne drenaže dati su u knjizi 4. - Priručnik za hidrotehničke melioracije.

U sklopu izvedbe pojedinih vrsta objekata i radova posebno značenje ima izbor strojeva potrebnih radnih karakteristika i stručne radne snage u cilju optimalnije realizacije hidromelioracijskih sustava. Nepovoljne utjecaje prirodnih činilaca moguće je znatno smanjiti primjenom optimalne tehnologije za koju su neophodni dobri stručni kadrovi i suvremeni strojevi.

Iz raspoloživih pokazatelja dobivenih analizama izgrađenih hidromelioracijskih sustava, vidljivo je nedovoljno sagledavanje značenja projekta organizacije njihove izgradnje. Za projekt optimalne organizacije izgradnje važno je pravovremeno i realno definiranje projektno-izvedbenih elemenata hidromelioracijskih objekata i sustava. To je moguće realizirati prethodnom provedbom potrebnih terenskih snimanja i ispitivanja te primjenom provjerenih metoda i modela odgovarajućih analiza i proračuna (hidroloških, hidrauličkih, pedoloških, geomehaničkih, statičkih, ekonomskih).

Realno i pravovremeno vrednovanje tehničko-ekonomskih pokazatelja projektno-izvedbenih rješenja neophodno je za realizaciju optimalne organizacije izgradnje hidromelioracijskih sustava.

## LITERATURA:

1. Marušić, J. i Tustonić, T.,: Iskustva u izvedbi komasacija zemljišta sa hidrotehničkim melioracijama na slivnom području Bič-Bosut, Savjetovanje o razvoju odvodnjavanja i navodnjavanja, JDON-e, Priština, 1980., str.387-397.
2. Marušić, J.,: Organizacija proizvodnog procesa u hidrotehničkim melioracijama, magistarski rad, Zagreb - Osijek, 1980.
3. Marušić, J.,: Problemi, zadaci i održavanja hidromelioracijskih sustava, Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 1, Zagreb, 1983., str. 117-149.
4. Kos, Z.,: Planiranje i projektiranje odvodnih sustava, Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 2, Zagreb, 1984.
5. Marušić Josip i Marušić Juraj.,: Organizacija izgradnje hidromelioracijskih sustava, Drugi jugoslavenski simpozij "Organizacija građenja", Opatija, 1986., str. 91-100.
6. Marušić, J.,: Optimalizacija hidromelioracijskih sustava i njihov utjecaj na ekonomičnost proizvodnje hrane, disertacija, Fakultet građevinskih znanosti Zagreb, 1986.
7. Marušić, J.,: Eksploatacija hidromelioracijskih sustava za potrebe poljoprivredne proizvodnje, Savjetovanje "Poencijalne mogućnosti korištenja tla u cilju intenziviranja ratarske proizvodnje za potrebe zemlje i izvoza" Dubrovnik, 1987., str. 195-207.

# GEODETSKI RADOVI U PROCESU IZVOĐENJA HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG I PODZEMNOG ODVODNJAVANJA

M. Čović, A. Bagić, I. Rožić<sup>\*</sup>

## 1. GEODETSKA OSNOVA HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA

U procesu izvođenja hidromelioracijskih sistema, jednu od vrlo važnih komponenata čine geodetski radovi. Oni postaju još značajniji ako se paralelno sa provedbom tehničkih melioracija istovremeno provodi komasacija zemljišta. U tehničkoj praksi to danas predstavlja nerazdvojne radnje jer je neophodno da melioracijske radove prati komasacija zemljišta. To je jedini ispravan način za kompleksno rješavanje i ostalih ciljeva koji su usko vezani za povećanje prinosa u poljoprivredi.

Radovi se provode kada prevladaju dva osnovna cilja, a to je provedba kompleksnih melioracijskih radova i grupiranje posjeda. U ove radove spadaju:

- a) Izgradnja mreže kanala gdje se provodi kompleksna površinska odvodnja sa instalacijom regulacionih sistema podzemne odvodnje, a po potrebi i navodnjavanje,
- b) Osnivanje glavne i detaljne putne mreže, kao i osiguranje zemljišta za saobraćajnice, koje će se graditi u budućnosti,
- c) Rezervacija prostora sa utvrđivanjem namjena površina prema prostornim urbanističkim planovima,
- d) Uređenje užeg ili šireg intravilana i građevinskog zemljišta,
- e) Uključeno je cijelo područje i sve katastarske općine hidromelioracijskog sistema,
- f) Provedbe prostornih generalnih i detaljnih urbanističkih planova,
- g) Grupiranje zemljišta u društvenom i individualnom posjedu
- h) Zaštita od erozije u valovitom i brežuljkastom terenu,
- i) Plansko provođenje zaštite prirode,
- j) Proširenje građevinske zone i razvoj naselja sa povećanjem broja gradilišta,
- k) Povećanje poljoprivredne proizvodnje i veća iskorištenost poljoprivredne mehanizacije,
- l) Sređenje imovinsko-pravnih odnosa i osnivanje novog katastra i gruntovnice.

Općenito se smatra da i ovi drugi radovi, uz melioracije, povećavaju prinose i efikasnost poljoprivrede za cca 10-20 %, što je vrlo značajan doprinos. Provedba tehničkih melioracija u principu treba prethoditi ili se odvijati istovremeno sa komasacionim radovima.

Ovdje će biti opisani samo neki geodetske radovi kod izvedbe hidromelioracija, dok se geodetski radovi u provedbi komasacije (iako su u znatnoj mjeri međusobno povezani) ovdje neće opisivati.

### 1.2 ODREĐIVANJE KOORDINATA STALNIH TOČAKA

Za određivanje koordinata stalnih točaka postoji više metoda. Ovdje ćemo opisati samo dvije metode koje se u praksi najčešće primjenjuju, a to su:

---

<sup>\*</sup> *Mirko Čović dipl.inž.geod. i inž.građ, Ante Bagić dipl.inž.geod., Ivan Rožić dipl.inž.kult.tehlike VRO Zagreb, OOUR "Projekt"*



- određivanje koordinata točaka presjecanjem pravaca
- određivanje koordinata točaka pomoću poligonog vlaka

Obje metode oslanjaju se na triangulacionu mrežu, a koja će se od njih primjeniti ovisi o uvjetima na terenu (konfiguracija terena, zaraštenost itd). U određenim prilikama racionalno je koristiti obje metode, jer se dobro nadopunjavaju.

### 1.2.1 Određivanje koordinata točaka presjecanjem

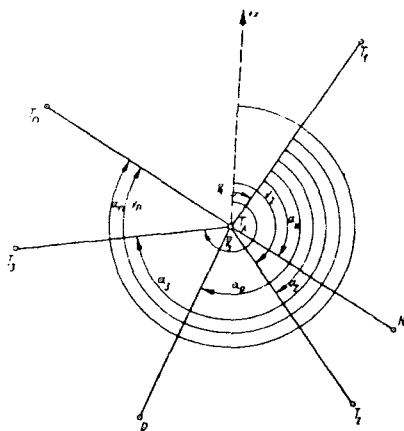
Ova metoda se najčešće primjenjuje kada je mreža trigonometara na terenu rijetka pa je treba progustiti ili u slučaju gdje je zbog velike zaraštenosti terena teško postaviti poligonu mrežu. Metodom presjecanja, koordinate točaka se u pravilu određuju pojedinačno. Određivanje koordinata točaka presjecanjem sastoji se u tome da se na koordinatama poznatim točkama ili na točkama koje treba odrediti, mjere kutovi u prvom slučaju prema novim točkama, a u drugom slučaju prema zadanim točkama. Koordinate novih točaka računaju se iz presjeka tih pravaca.

#### Presjecanje vanjskih pravaca

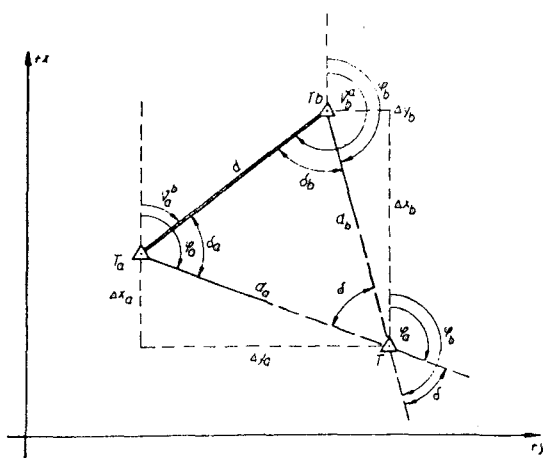
Presjecanje vanjskih pravaca ili presjecanje naprijed, sastoji se u tome da se sa točaka čije su koordinate poznate mjere kutovi prema novoj točki. Da bi se ti pravci, s poznatih na novu točku, mogli analitički presjeći, treba na poznatim točkama izvršiti orijentaciju pravaca. U tu svrhu potrebno je na poznatim točkama osim vizura na nove točke, izvršiti mjerenja i na neke točke čije su koordinate poznate (sl. 1).

Pri pojedinačnom određivanju koordinata točaka, traže se dvije veličine (koordinate  $x$  i  $y$  nove točke), pa na terenu valja izmjeriti najmanje dvije veličine da bi se koordinate mogle izračunati. Zbog veće točnosti, uvijek se vrši mjerenje sa više poznatih točaka, a koordinate nove točke dobije se izjednačenjem metodom najmanjih kvadrata.

Iz nužnog broja mjerenja (opažanja sa dvije poznate točke) izračunaju se približne koordinate (sl. 2).



Slika 1.



Slika 2.

Koordinate novih točaka određuju se uvijek iz presjeka više pravaca, tako da postoji uvijek određeni broj prekovojnih mjerenja. Budući da su orijentirani smjerni kutovi dobiveni iz mjerenih, koji su opterećeni pogreškama mjerenja, ti se pravci neće sjeći u jednoj točki. Približne koordinate se odrede pomoću sljedećih formula (sl. 3):

$$y_0 = y_a + d_a \sin \varphi_a = y_b + d_b \sin \varphi_b$$

$$x_0 = x_a + d_a \cos \varphi_a = x_b + d_b \cos \varphi_b$$

Popravljeni smjerni kutovi bit će:

$$v_1 = \varphi_1 + v_1$$

$$v_2 = \varphi_2 + v_2$$

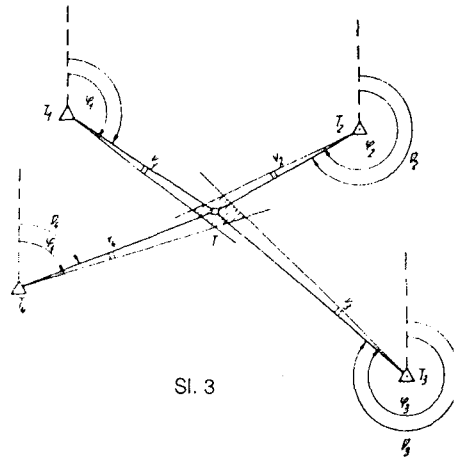
.....

$$v_n = \varphi_n + v_n$$

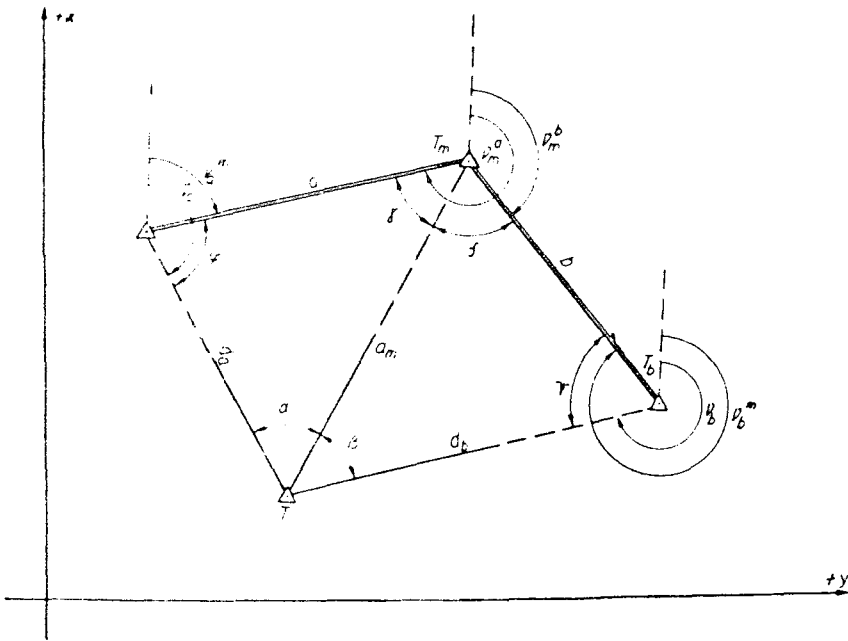
Definitivan položaj tražene točke dobit će se izjednačenjem metodom najmanjih kvadrata.

### Presjecanje unutarnjih pravaca

Ovom metodom koordinate nove točke određuje se mjerenjem kutova na njoj prema najmanje tri točke s određenim koordinatama (sl. 4).



Sl. 3



Sl. 4

Neophodan broj mjerenja mora dati dvije veličine (dva kuta, odnosno tri pravca) kako bi se mogle odrediti dvije nepoznanice ( $x$  i  $y$ ). Iz mjerenih pravaca analitički se odrede približne koordinate tražene točke. Kod prekobrojnog mjerenja, odnosno kada su izvršena mjerenja na četiri ili više točaka, definitivne koordinate dobit će se izjednačenjem. Ovo izjednačenje vrši se kao izjednačenje posrednih mjerenja, tako da se traže popravci približnih koordinata izračunatih samo iz tri pravca. Iz približnih koordinata nove točke i zadanih koordinata svih točaka, na koje su se izvršila mjerenja kutova, izračunat će se približni smjerni kutovi u zadanim točkama. Ove približne smjerne kutove treba usporediti sa mjerenim podacima. To se radi tako da se izvrši orijentacija mjerenih pravaca na koordinatni sistem. Orijeantacija se može izračunati iz svakog mjerenog pravca " $\alpha$ " i približnog smjernog kuta " $v$ ".

Ova orijentacija je određena iz približnih smjernih kutova, dakle iz veličine koja će i same u izjednačenju dobiti popravke, tako da i ovako izračunata mora dobiti svoj popravak. Izjednačenje se provede tako da se uz popravak približnih koordinata izračuna popravak orijentacije. Popravak koordinata odredi se rješavanjem normalnih jednadžbi sastavljenih od jednadžbi pogrešaka. Metode presjecanja vanjskih i unutrašnjih pravaca detaljnije su obrađene u geodetskim priručnicima (vidi literaturu 1.).

U praksi se rjeđe određuju koordinate novih točaka samim presjecanjem vanjskih ili samim presjecanjem unutarnjih vizura. Obično se koordinate određuju kombiniranim presjecanjem.

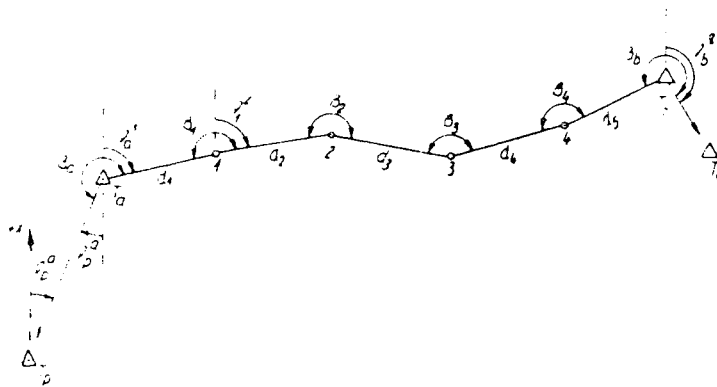
### 1.2.2 Određivanje koordinata točaka pomoću poligonskog vlaka

Na terenima gdje je izvedena triangulacija 4. reda sa udaljenostima trigonometara 1-3 km, određivanje koordinata novih točaka vrši se u pravilu pomoću poligonskog vlaka. Poligonski vlak je niz međusobno povezanih točaka koji počinje od točke čije su koordinate ranije određene (trigonometar) i završava se na drugoj točki sa poznatim koordinatama. Veći broj poligonskih vlakova čini poligonsku mrežu. U poligonskoj mreži mjere se kutovi na poligonskim točkama (poligonski kutovi) i dužine između poligonskih točaka (poligonske stranice).

Za potrebe izvođenja hidromelioracijskih sistema potrebno je imati koordinate svih lomnih točaka kanalske i putne mreže. Ovisno o gustini kanalske mreže, lomne točke kanala mogu se određivati na taj način da one budu ujedno i poligonske točke u vlaku. Kod većih kanala sa puno lomova i krivina obično se postavi poseban poligonski vlak (operativni poligon) sa kojeg se vrši iskolčenje kanala i obnova trasa u fazi izvođenja.

Za računanje koordinata poligonskih točaka u poligonskom vlaku (sl. 5), potrebno je izmjeriti sve poligonske kutove  $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ , zatim na početnoj i završnoj triangulacionoj, odnosno poznatoj poligonskoj točki, kutove  $\beta_a$  i  $\beta_b$  između prve, odnosno zadnje poligonske strane u tom vlaku i vizure na jednu točku (vezna točka) čije su koordinate poznate, te dužine svih poligonskih stranica  $d_1, d_2 \dots d_n$ .

Iz tih elemenata kao i iz poznatih koordinata početnih i veznih točaka mogu se izračunati koordinate poligonskih točaka 1, 2 ... n u tom vlaku.



Sl. 5

Iz poznatih koordinata točaka  $T_a, T_b, T_p$  i  $T_q$  izračunaju se smjerni kutovi

$$\operatorname{tg} \nu_p^a = \frac{y_a - y_p}{x_a - x_p} ; \quad \operatorname{tg} \nu_b^q = \frac{y_q - y_b}{x_q - x_p}$$

Smjerni kut prve stranice je:  $\nu_a = \nu_p + \beta_a \pm 180$

Analogno se izračunavaju ostali smjerni kutovi

$$\nu_1^2 = \nu_a^1 + \beta_1 \pm 180 = \nu_p^a + \beta_a + \beta_1 \pm 2 \times 180$$

$$\nu_2^3 = \nu_1^2 + \beta_2 \pm 180 = \nu_p^a + \beta_a + \beta_1 + \beta_2 \pm 3 \times 180$$

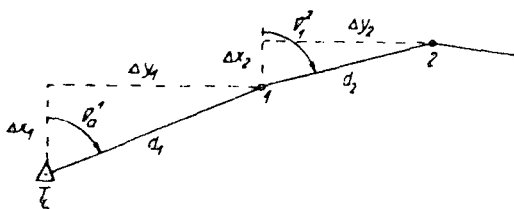
$$\nu_{n-1}^n = \nu_p^a + \sum_1^n \beta + n \times 180$$

Završni smjerni kut se dobije

$$\nu_b^a = \nu_p^a + \sum \beta \pm r \times 180$$

gdje je "r" broj svih kutova u poligonskom vlaklu. Ovaj se kut može izračunati i iz koordinata točaka  $T_b$  i  $T_a$ . Gornje formule služe za kontrolu računanja smjernih kutova.

Iz ovako izračunatih smjernih kutova i mjerenih poligonskih stranica mogu se izračunati koordinatne razlike za svaku stranicu (sl. 6).



$$y_1 - y_a = \Delta y_1$$

$$x_1 - x_a = \Delta x_1$$

itd

$$\Delta y_1 = d_1 \cdot \sin \nu_a^1$$

$$\Delta x_1 = d_1 \cdot \cos \nu_a^1$$

$$\Delta y_2 = d_2 \cdot \sin \nu_1^2$$

$$\Delta x_2 = d_2 \cdot \cos \nu_1^2$$

itd

Sl. 6

$$y_1 = y_a + \Delta y_1$$

$$x_1 = x_a + \Delta x_1$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_2$$

$$x_2 = x_1 + \Delta x_2$$

Zbrajanjem koordinatnih razlika svih stranica dobiju se koordinate završne točke

$$y_b = y_a + \sum \Delta y$$

$$x_b = x_a + \sum \Delta x$$

Ova formula služi za kontrolu računanja koordinatnih razlika.

Kako su koordinatne razlike računate iz mjerenih veličina (kutovi i dužine) koji su opterećeni greškama mjerenja, to će se u kontrolnim formulama za završni smjerni kut i sumu koordinatnih razlika pojaviti stanovite nesuglasice.

$$f_\beta = \nu_b^a - (\nu_p^a + \sum \beta \pm 180)$$

$$f_y = (y_b - y_a) - \sum \Delta y'$$

$$f_x = (x_b - x_a) - \sum \Delta x'$$

Mjerene poligonske kutove treba izjednačiti tako da pogreška  $f_\beta$  bude jednaka nuli ( $f_\beta = 0$ )

To znači da će se svaki poligonski kut popraviti jednakom popravkom

$$v_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{r}$$

pa će se na kraju izračunati konačni smjerni kutovi svih poligonskih stranica.

Maksimalna dopuštena kutna pogreška dobit će se, kao trostruka srednja pogreška sume poligonskih kutova. Ako je srednja pogreška jednog poligonskog kuta  $\pm m$  i prema pretpostavci jednaka za sve kutove, onda će srednja pogreška sume od  $r$  poligonskih kutova biti:

$$m_s = \pm \sqrt{m^2 + m^2 + \dots} = \pm m \sqrt{r}$$

a za maksimalnu dopuštenu pogrešku sume uzet će se trostruka srednja greška

$$m_{\max} = \pm 3 m \sqrt{r}$$

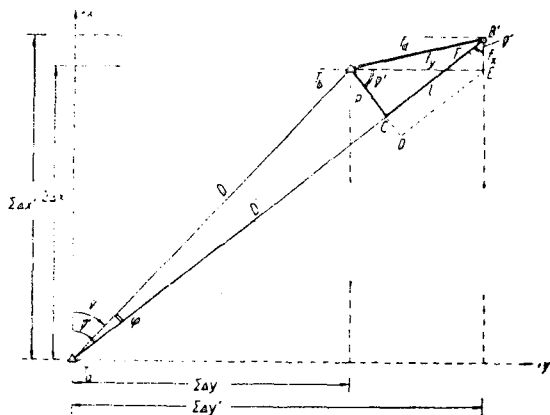
Prema geodetskim propisima maksimalna dopuštena greška za vlakove osnovne mreže je

$$f_{\beta} = \Delta_{\beta} = 60'' \sqrt{n}$$

Veličina koordinatnih razlika  $f_y$  i  $f_x$  dat će samo djelomičan uvid u točnost mjerenja. Mjerilo za točnost mjerenja poligonskih kutova i dužine stranica nekog poligonskog vlaka biti će uzdužna i poprečna pogreška tog vlaka.

Neka su točke  $T_a$  i  $T_b$  zadana početna i završna točka poligonskog vlaka (sl. 7). Ako se je zbrajanjem nepopravljenih koordinatnih razlika  $\Delta y'$  i  $\Delta x'$  umjesto zadnje točke vlaka  $T_b$  dobila točka  $B'$ , biti će razlika dužina:

$$l = D - D'$$



Sl. 7

$$l = f_y \sin \nu' + f_x \cos \nu'$$

$$p = f_y \cos \nu' + f_x \sin \nu'$$

$$\operatorname{tg} \nu' = \frac{[\Delta y']}{[\Delta x']}$$

$$\sin \nu' = \frac{[\Delta y']}{D'}$$

$$\cos \nu' = \frac{[\Delta x']}{D'}$$

$$l = \frac{f_y [\Delta y'] + f_x [\Delta x']}{D'}$$

$$p = \frac{f_y [\Delta x'] + f_x [\Delta y']}{D'}$$

$$f_d = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} = \sqrt{l^2 + p^2}$$

U idealno ispruženom poligonskom vlaku uzdužna pogreška prouzrokovana je pogreškama u mjerenju dužina stranice, a poprečna pogreška prouzrokovana je pogreškama u mjerenju kutova.

Uzdužna pogreška u vlakovima ne smije prema propisima prijeći maksimalni iznđs:

za teren I kategorije:  $\Delta_I = 0,0035 \sqrt{[d]} + 0,0002 [d] + 0,05$

za teren II kategorije:  $\Delta_{II} = 0,0045 \sqrt{[d]} + 0,0003 [d] + 0,05$

za teren III kategorije:  $\Delta_{III} = 0,0060 \sqrt{[d]} + 0,0004 [d] + 0,05$

Naprijed navedena odstupanja odnose se na poligonske vlakove čije su stranice mjerene vrpcom od 50 metara. Danas se dužine poligonskih stranica najčešće mjere elektro-optičkim instrumentima koji daju vrlo precizne dužine što ima za posljedicu da je uzdužna pogreška u poligonskom vlaku neuporedivo manja od maksimalno dopuštene pogreške.

## 2. OSNOVNE METODE ISKOLČENJA OBJEKATA

Svaki projekt izrađen na geodetskoj podlozi, iskolčava se na terenu pomoću poligonske mreže stabilizirane prilikom izrade projekta. U toku izvedbe projekta nužno je vršiti i razna kontrolna mjerenja u situacionom i visinskom smislu.

Namjera je da se ovdje prikaže pregled uobičajenih metoda i postupaka za iskolčenje objekata na terenu, kao i nužnih predradnji za provođenje kontrole izvođenja objekata u horizontalnom i visinskom smislu.

Geodetske podloge za projektiranje su karte i planovi u različitim mjerilima, koje su ili standardne (osnovna državna karta) ili posebno snimane za određenu svrhu (vidi Priručnik 2).

Prilikom snimanja takve jedne karte ili plana koriste se na terenu postavljene i stabilizirane točke koje su određene u prostoru svojim koordinatama ( $y, x$ ) te visinom ( $H$ ).

Poznatno je da je u Jugoslaviji odabran Gauss-Krügerov projekcioni sustav, a visine se odnose na razinu Jadranskog mora pa treba nastojati da sve podloge imaju ovako određenu geodetsku osnovu.

Sa tako određenih i stabiliziranih geodetskih točaka (trigonometri, poligoni, reperi) moguće je izvršiti ili obnoviti iskolčenje nekog objekta ili izvršiti visinsku kontrolu. Iskolčenje predstavlja zapravo prenošenje projektiranog objekta na teren što znači obilježavanje i stabiliziranje niza karakterističnih točaka objekta.

Iskolčenje provodimo na osnovu elemenata projekta (izračunatih ili očitanih) te tako dobivene elemente prenosimo na teren mjerenjem dužine, kuta i visinske razlike. Svakako je važno istaknuti točnost prijenosa tih elemenata na teren, što ovisi o nizu faktora. Točnost ovisi od pribora za rad, metoda rada, pažnje stručnjaka, ali ovisi i o potrebnoj točnosti iskolčenja nekog objekta (točnost iskolčenja crpne stanice ili ustave se razlikuje od točnosti iskolčenja detaljnih kanal).

Točnost prijenosa nekog objekta sa plana na teren ovisi i o načinu određivanja elemenata iskolčenja koji može biti grafički, grafo-analitički ili analitički.

Grafički način određivanja elemenata iskolčenja koristi se kod iskolčenja kod kojih nije potrebna visoka točnost. Ovo određivanje najčešće se svodi na određivanje koordinata točaka i to s obzirom na neku već određenu liniju (npr. os kanala) ili s obzirom na sustav geodetskih točaka u Gauss-Krügerovom koordinatnom sistemu. Tako određene koordinate biti će opterećene pogreškama promjene papira (usuha) i pogreškama očitavanja na planu.

Kod grafo-analitičke metode pretpostavlja se dobra geodetska podloga sa koje se mogu očitati koordinate nekih važnijih (početnih, rubnih ili dr.) točaka od kojih će se daljnje točke proračunati analitički. Ove očitane koordinate biti će opterećene pogreškama usuha papira i očitavanja sa plana tako da će se to odraziti i na smještaj objekta u prostoru, ali će svi međusobni odnosi objekta dobiveni na bazi analitičkog proračuna biti vjerno zadržani.

Analitički način određivanja elemenata pretpostavlja da su na terenu iskolčene i stabilizirane glavne točke objekta. Te se točke tada uključuju u geodetsku osnovu a od njihovih direktno određenih koordinata analitičkim se načinom određuju ostale točke objekta.

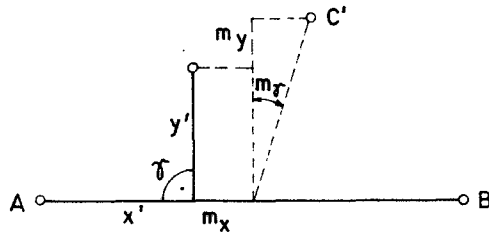
### 2.1 METODE ISKOLČENJA TOČAKA

Najčešće se iskolčenje nekog objekta provodi u dvije faze: u prvoj fazi se iskolčuje osovina objekta a u drugoj fazi iskolčuju se točke koje položajno i visinski određuju objekt. Točke osovine objekta obično se iskolčuju sa geodetske osnove dok se ostale točke objekta iskolčuju ili sa ili na toj osi. Kod trase kanala npr. to je osovina kanala sa tjemjenima i međutočkama na trasi, a kod crpne stanice jedna od osi (ili stranica) objekta sa koje se iskolčuju sve ostale točke.

Metoda iskolčenja ovisit će o točnosti koju treba postići kao i o terenskim prilikama na gradilištu te ponekad i o raspoloživom priboru.

Elementi horizontalnog iskolčenja su kut i dužina a element visinskog iskolčenja je visinska razlika. Osim uobičajenih metoda (ortogonalno i polarno) iskolčenje je moguće vršiti i metodom presjeka lukova, pravaca ili linija.

**Ortogonalna metoda** čiji su elementi iskolčenja dužine apscise i ordinate pod pravim kutom. Često se koristi za iskolčenje objekata u uvjetima guste geodetske osnove i relativno čistog i ravnog terena. Elementi iskolčenja  $(x, y)$  mogu se dobiti očitanjem s plana ili analitički (sl. 8).



Sl. 8

Ako se točnost iskolčenja izrazi srednjim pogreškama  $m_x$  (mjerjenje apscise)  $m_y$  (mjerjenja ordinate)  $m_\gamma$  (iskolčenja kuta) i  $m_s$  (stabilizacije točke), tada će pogreška iskolčenja točke biti:

$$m_c^2 = m_x^2 + m_y^2 + \left( \frac{m_\gamma}{\rho} \right)^2 \cdot y^2 + m_s^2$$

gdje je:  $\rho$  - vrijednost radijana ( $\rho'' = 206\,265''$ )

Uz pretpostavku da su dužine mjerene jednakom točnošću dobivamo

$$m_c^2 = (x^2 + y^2) \frac{m_d^2}{d^2} + \left( \frac{m_\gamma}{\rho} \right)^2 \cdot y^2 + m_s^2$$

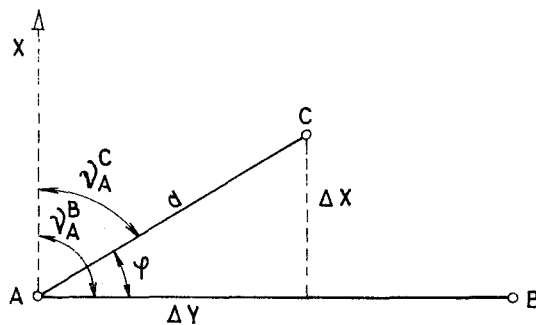
Instruktivno je to pokazati na primjeru:

$$x' = 100 \text{ m}; y' = 25 \text{ m}; m_d/d = 1:5000; m_\gamma = 20''; m_s = \pm 0,5 \text{ cm}$$

$$m_c = 2,1 \text{ cm}$$

Iz analize formule moguće je zaključiti da kod ortogonalnog iskolčenja treba naročitu pažnju posvetiti mjeranju dužina te težini da ordinate budu kraće (kod ordinata ispod 20 m moguće je iskolčenje prizmom).

Kod **polarne metode** iskolčenja elementi su dužina i orijentacioni kut  $\varphi$  koji se dobivaju analitički iz poznatih koordinata stajališta (A) orijentacije (B) i točke iskolčenja (C) (sl. 9).



Sl. 9

Elementi se dobiju po poznatim formulama:

$$d^2 = (y_c - y_A)^2 + (x_c - x_A)^2$$

$$\varphi = \nu_A^B \cdot \nu_A^B$$

Točnost iskolčenja tačke c biti će:

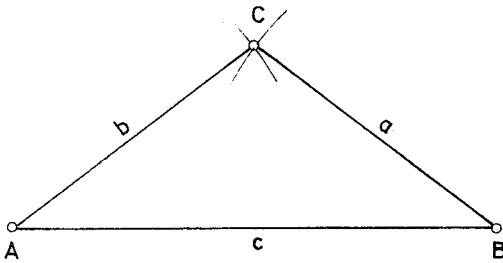
$$m_c^2 = m \Delta y^2 + m \Delta x^2 + m_s^2$$

odnosno nakon zamjene odgovarajućih veličina

$$m_c^2 = \left(\frac{m_d}{d}\right)^2 \cdot d^2 + \left(\frac{m\varphi}{\rho}\right)^2 d^2 + m_s^2$$

Kao što se vidi formula je slična pogrešci za ortogonalno iskolčenje pa se može reći da su obje metode po svojoj točnosti jednako točne. Tu svakako treba upozoriti na pogrešku kuta koja utječe sa kvadratom dužine, pa se iskolčenje kuta mora obaviti teodolitom. Polarna metoda ima prednost jer se može koristiti u svim terenima. Metode presjeka spomenuti ćemo samo praktičnim opisom izvođenja bez analize točnosti.

Postupak iskolčenja **presjeka lukova** je vrlo jednostavan (sl. 10).



Sl. 10

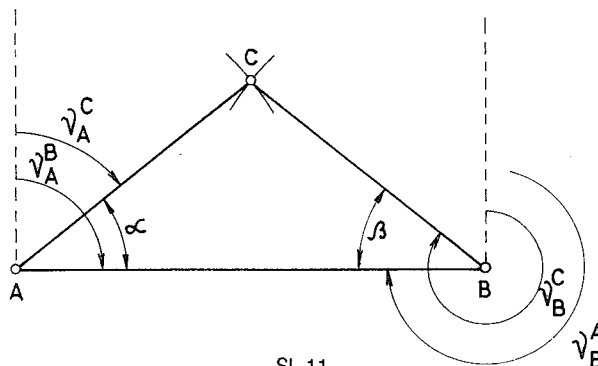
Koristeći se jednom vrpcom (ako su  $a+b < 50m$ ) drži se početak vrpce na tački A, na tački B namjesti se ukupno očitavanje ( $a+b$ ), te se zatezanjem vrpce vrlo lako na očitavanju odredi tačka C. Ako je  $a+b > 50m$  radi se sa dvije vrpce.

Analiza točnosti pokazuje da je metoda dovoljno točna te se može koristiti na terenu bez zapreka (dogledanje AC, BC) i kod dovoljno bliskih tačaka geo-detske osnove.

Metoda **presjekom pravaca** upotrebljava se tamo gdje se ne

može upotrijebiti neka druga metoda i gdje konfiguracija ne omogućava mjerenje dužine do tačke koja se iskolčuje ili je ta tačka teško pristupačna.

Elementi su pravci i dobivaju se analitički kao razlike smjernih kutova (sl. 11).

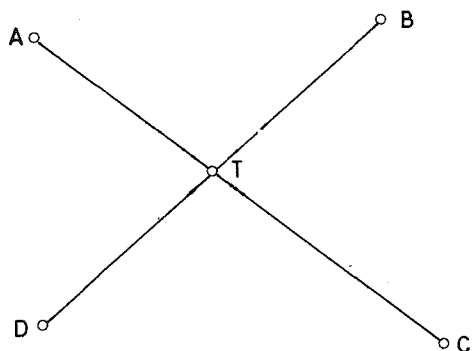


Sl. 11

Iz prakse je poznato da se kutovi mogu mjeriti mnogo točnije nego dužine, pa stoga posebnu pažnju treba obratiti mjerenju baze (preciznim daljinomjerima).



**Presjek linija** je često korištena metoda na gradilištu gdje je potrebno poznavati položaj neke točke a trajna stabilizacija se zbog procesa rada ne može zadržati (sl. 12).



Sl. 12

Često se metoda koristi kod osiguranja već iskolčenih točaka pomoću tzv. bočnih osiguranja (ABCD) koje su postavljene tako da se u presjecištu linija AB i CD točka T uvijek može obnoviti.

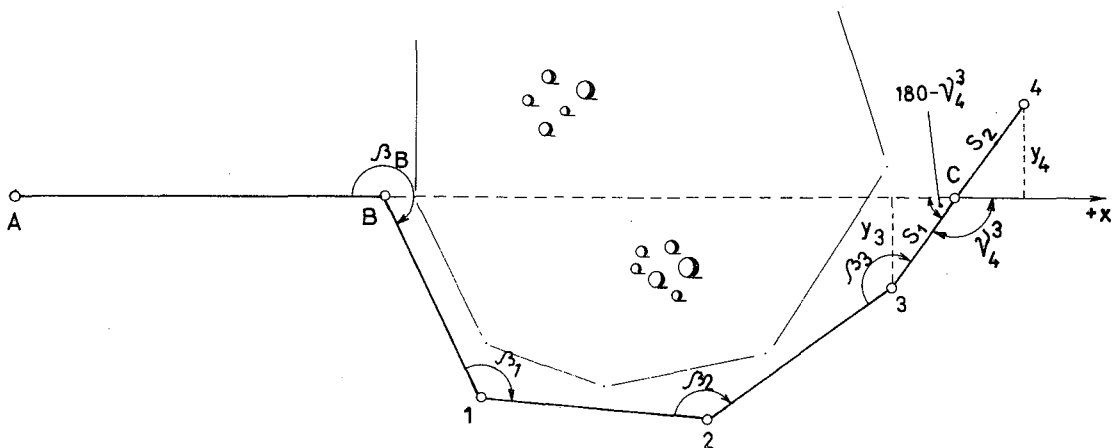
## 2.2 ISKOLČENJE DUGAČKIH PRAVACA

Ovaj se zadatak pojavljuje kod gotovo svih inženjerskih radova, a u melioracijama naročito često pri iskolčenju dugačkih kanala. Zadatak se može riješiti na više načina, a može se pojaviti u slijedećim oblicima:

- iskolčenje produžetka zadanog pravca
- iskolčenje pravca određivanjem smjera
- iskolčenje pravca umetanjem međutočaka

### Iskolčenje produžetka zadanog pravca

Ovaj se zadatak pojavljuje često kod iskolčenja pravca kroz šumu ili druge prepreke kod izvođenja ili projektiranja (sl. 13).



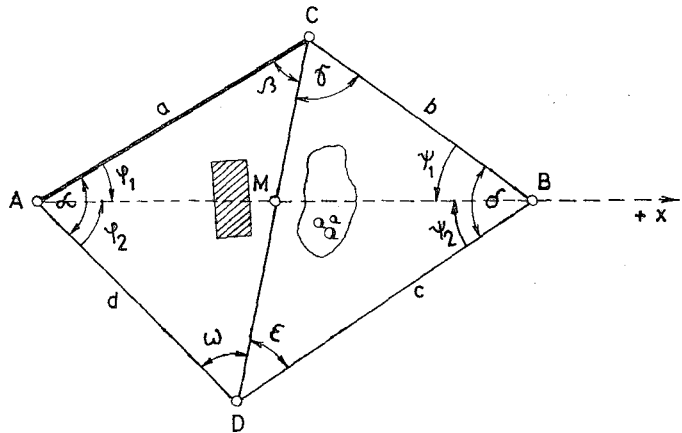
Sl. 13

Zadatak se obično rješava poligonim vlakom priključenim na točku B i orijentiranim na točku A u kojem se mjere dužine i prijelomni kutovi, a čitav račun koordinata provodi se u koordinatnom sistemu u kojem je smjer AB pozitivna os x. Odsjeci na poligonskoj strani 3-4 do točke C mogu se dobiti iz odnosa:

$$S_1 = \frac{y_3}{\sin \nu_4^3} \quad \text{ili} \quad S_2 = \frac{y_4}{\sin \nu_4^3}$$

Izračunavanje točke C može se dobiti i iz računanja presjeka osi x poligonske strane 3-4. Iz analize točnosti proizlazi da je najpovoljnije da u poligonu vlakom ima što manje točaka.

- **Iskoičenje pravca određivanjem smjera** je vrlo čest zadatak kada se na pravcu nađu prepreke a poznate su dvije točke pravca koji se mora iskoičiti (sl. 14).

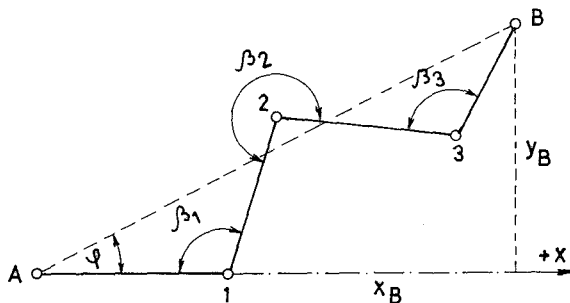


Sl. 14

Zadatak se može riješiti na trigonometrijski način:

Ako se izmjeri samo jedna strana i izmjere svi kutovi,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \omega$  može se po sinusovom poučku dobiti sve stranice u oba trokuta, a po tangensovu poučku i kutovi  $\varphi_1, \varphi_2$  odnosno  $\psi_1, \psi_2$ .

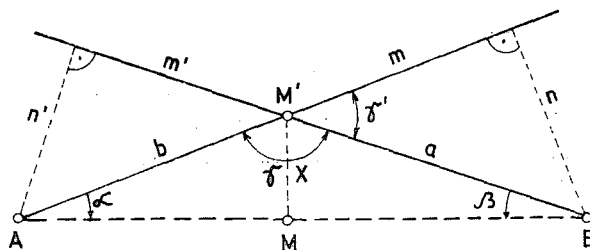
Metodom poligona rješenje je vrlo jednostavno: između zadanih točaka A i B razvije se poligoni vlak u koordinatnom sistemu u kojem se prva strana (A-1) izabere za apscisnu os koordinatnog sistema (sl. 15). Kod mjerenja sa zahtjevom za visoku točnost treba razviti još jedan poligoni vlak čime se dobiva zatvoreni poligoni vlak, a time i kontrola mjerenja kutova. Analiza točnosti pokazuje da je točnost to veća što je manji broj točaka u vlakom.



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{y_B}{x_B} \\ D &= \frac{y_B}{\sin \varphi} = \frac{x_B}{\cos \varphi} \end{aligned}$$

Sl. 15

- **Iskolčenje pravca umetanjem međutočaka** često se javlja u geodetskoj praksi kad se dvije točke ne dogleđaju (sl. 16). za slučaj da je pomoćna točka  $M'$  blizu pravca  $AB$  postoje približne metode a ovdje će biti prikazan slučaj kad je pomoćna točka dalje od pravca (sl. 16).



Sl. 16

Mjere se strane  $a$ ,  $b$  i kut  $\gamma$  i iz tih se podataka mogu lako izračunati veličine:

$$m = a \cos \gamma'$$

$$m' = b \cos \gamma'$$

$$n = a \sin \gamma'$$

$$n' = b \sin \gamma'$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n}{b+m}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n'}{a+m'}$$

Udaljenost točke  $M$  od  $M'$  izračunava se po formuli

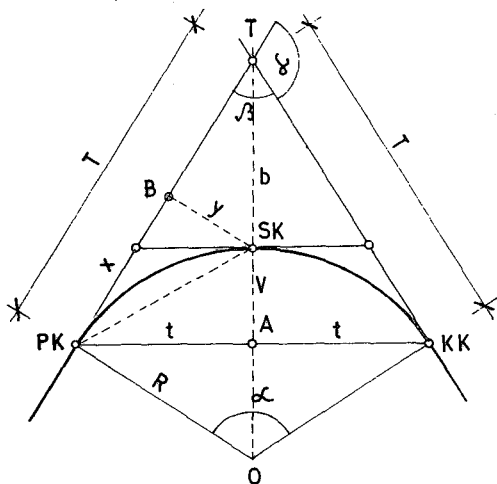
$$x = a \sin \beta = b \sin \alpha$$

Pravac se iskolčuje sa točke  $A$  ili  $B$  uzimajući točku  $M'$  kao orijentaciju, a može se iskolčiti i točka  $M$  sa točke  $M'$  pod kutom  $90-\alpha$  ili  $90-\beta$ .

### 2.3 ISKOLČENJE KRUŽNOG LUKA

Iskolčenje kružnog luka je vrlo česta operacija u inženjerskoj praksi, pri iskolčenju trasa kanala, cesta i sl. a vrlo se često obavlja i pri izvođenju radova. Literatura o tome je obimna a svi postupci vrlo detaljno su opisani u tablicama za iskolčenje kružnih krivina (Saracen, Žnidaršić).

Uz jedan mali podsjetnik izračunavanja glavnih elemenata kružne krivine (sl. 17)



Sl. 17

$$\Delta PK T O$$

$$\text{tangenta } T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\Delta PK A O$$

$$\text{pola tetive i apscisa sredine kružnog luka}$$

$$t = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\Delta PK T O$$

$$\text{bisektrisa } b = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

$$\Delta PK A O$$

$$\text{ordinata sredine kružnog luka}$$

$$y = v = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\text{iz odnosa } 1 : 2R\pi = \alpha : 360$$

$$\text{dužina kružnog luka } l = R \frac{\pi \alpha}{180}$$



dobiva se ordinata

$$y' = \frac{XPK \cdot XKK}{2R}$$

## 2.4 PRIJENOS VISINA

Visina neke točke zadane projektom jedan je od osnovnih elemenata iskolčenja, koji treba prenijeti na teren. To se može ostvariti pomoću geometrijskog, trigonometrijskog i hidrostatičkog nivelmana.

**Geometrijski nivelman** je postupak kod kojeg se visinska razlika određuje horizontalnom vizurom, koju ostvarujemo sa instrumentom (nivelir).

**Trigonometrijski nivelman** je metoda kod koje se visinska razlika određuje kosom vizurom uz mjerenje dužine i verikalnog kuta.

**Hidrostatički nivelman** koristi svojstva spojenih posuda. To je dugačko crijevo napunjeno tekućinom na čijim krajevima su staklene građirane cijevi. Najčešće se ova metoda upotrebljava u građevinarstvu pri izgradnji objekata.

Bilo koju od ovih metoda upotrijebili (a ima i drugih postupaka) moramo zadovoljiti neku točnost. Točnost ovisi o točnosti mjerenja i o dužini na koju se visina prenosi. Točnost mjerenja pak ovisi o metodi mjerenja i kvaliteti pribora za mjerenje. Točnost niveliranja izražava se općenito vjerojatnom slučajnom pogreškom niveliranja:  $m = \eta \sqrt{L}$

gdje je:  $\eta$  - promjenjiva konstanta ovisna o traženoj točnosti (visoka točnost  $\eta = 1$  mm, precizni nivelman  $\eta = 2$  mm, tehnički nivelman povećane točnosti  $\eta = 5$  mm, tehnički nivelman  $\eta = 8$  mm).

L - dužina vlaka u km

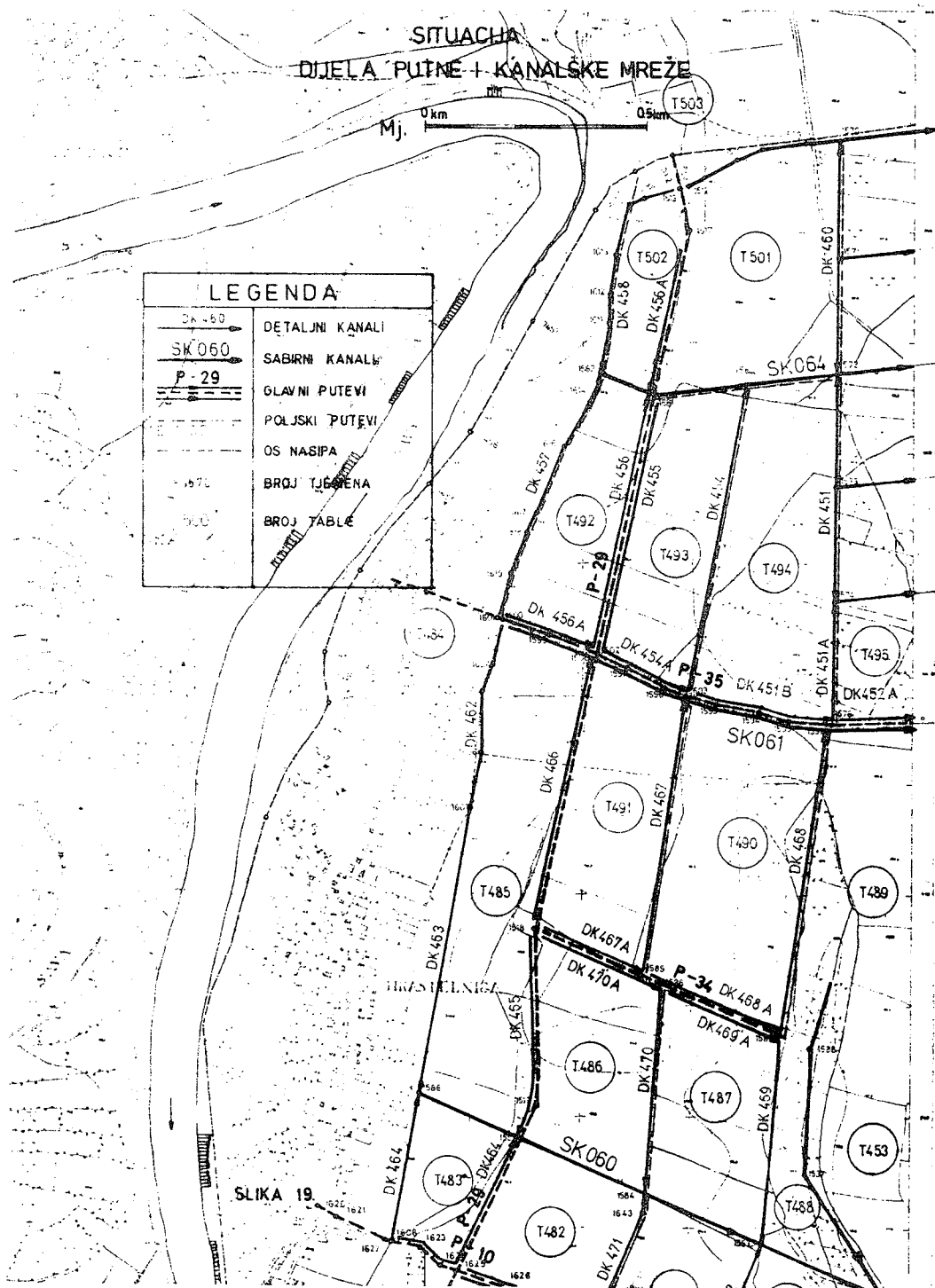
Svaki nivelmanski vlak ili mreža priključuje se na jedan ili više repera. Treba nastojati da se svaka visina daje u odnosu na nulti nivo plohe mora a ne (što je često slučaj u praksi) relativnim visinama, jer te relativne visine ne omogućavaju povezivanje raznih objekata što je nužno pri hidrotehničkim radovima (npr. snimak table u relativnim visinama koje zadovoljavaju same potrebe ravnjanja table ne može se povezati sa snimkom kanala u apsolutnim visinama). Naročitu pažnju treba pokloniti mjerenju i stabiliziranju točaka sa kojih će se vršiti visinska kontrola prilikom izvođenja.

U ovom kompilacijskom prikazu osnovnih metoda iskolčenja baziranom prema knjizi Janković Inženjerska geodezija I i II, dat je kratak teoretski osvrt na neke najznačajnije zadatke prilikom iskolčenja. Nije bilo moguće ući u objašnjenja svih metoda ili specifičnih zadataka kojih u inženjerskoj praksi ima nebrojeno, kao ni u ocjenu točnosti svih metoda. Cilj ovog prikaza je da bude podsjetnik za bolje razumijevanje specifičnih problema koji se javljaju pri iskolčenju hidro- melioracijskih sustava i čiji će praktični problemi biti prikazani na slijedećim stranicama.

## 3. PRAKTIČNI GEODETSKI RADOVI PRI IZVOĐENJU HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA

### 3.1 UPOZNAVANJE POSTOJEĆE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE PRIJE IZVOĐENJA TEHNIČKIH MELIORACIJA

Izvođenju tehničkih melioracija obavezno mora prethoditi izrada projektne dokumentacije (idejno rješenje, idejni projekt). Kada se paralelno provodi i komasacija zemljišta, onda obavezno mora prethoditi izrada izvedbenih projekata. Da bi se nesmetano mogla provoditi i komasacija zemljišta uz primjenu suvremenih pomagala, kanalska i putna mreža ili barem njihove lomne točke (tjemena), moraju biti obilježena na terenu i na vrijeme označena i predana odgovornim geodetskim stručnjacima koji provode komasaciju. Redovito su to vremenska razdoblja bez vegetacije, rano proljeće ili kasna jesen. Ako ti radovi nisu usklađeni, može doći do manjeg ili većeg zastoja u radu. Glavne točke tj. tjemena kanalske i putne mreže zajedno sa klasama i intravilanom u postupku se



Sl. 19 Dio preglednog nacrtu putne i kanalske mreže

aerofogrametrijski snima i dešifriira radi formiranja novih katastarskih planova u mjerilu 1:2000 sa kojih se provodi obračun i nadjela novih komasiranih posjeda.

Iz naprijed navedenih razloga sva putna i kanalska mreža treba biti dana u odgovarajućem koordinatnom sistemu. Prema tome u projektnoj dokumentaciji moraju postojati koordinate i visine svih tjemena, tj. lomnih točaka kanalske i putne mreže. Sva tjemena sa svim ostalim elementima moraju biti iskartirani na kartama mjerila 1:5000 i u koordinatnom sistemu za glavne, sabirne i detaljne kanale u mjerilu 1:2000, sa smjerovima tokova svakog kanala. Geodetski stručnjak treba proučiti uzdužne i poprečne profile kanala, upoznati se sa ekscentričnim trasama kanala i putova.

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti glavnim objektima sistema a to su crpne stanice, gravitacioni ispusti, ustave, sifoni, mostovi i ostali veći objekti, koji redovito idu prvi u izgradnji.

Geodetski stručnjaci koji rade na obnovi trasa putne i kanalske mreže i za glavne objekte, moraju posjedovati primjerak projektna dokumentacije, i nekoliko primjeraka kopija svih priloga projektna dokumentacije koji se svode prvenstveno na obnovu tjemena i trasa kanalske i putne mreže (sl. 19).

## **3.2 OBNOVA TJEMENA I GLAVNIH TOČAKA PUTNE I KANALSKE MREŽE**

Glavni geodetski radovi u izvođenju tehničkih melioracija sastoje se u obnovi glavnih točaka kanalske i putne mreže. Redoslijed je: postavljanje tjemena glavnih odvodnih kanala, zatim sabirnih kanala, detaljnih kanala i na kraju glavnih poljskih putova. Ovisno od vremenske razlike izrade projektna dokumentacije i radova na izvođenju, redovito će veliki broj tjemena i ostalih lomova trase biti uništen, zatrpan ili nevidljiv. Najčešće nestaju nadzemne oznake, dok podzemne oznake najčešće ostaju neuništene, što ovisi od vrste obrade zemljišta i o vremenskom razdoblju obilježavanja i izvođenja.

Uspostava tjemena može se provesti na više načina, i to:

### **1) Vizuelno otkrivanje na osnovu detaljnih snimaka okolnog terena**

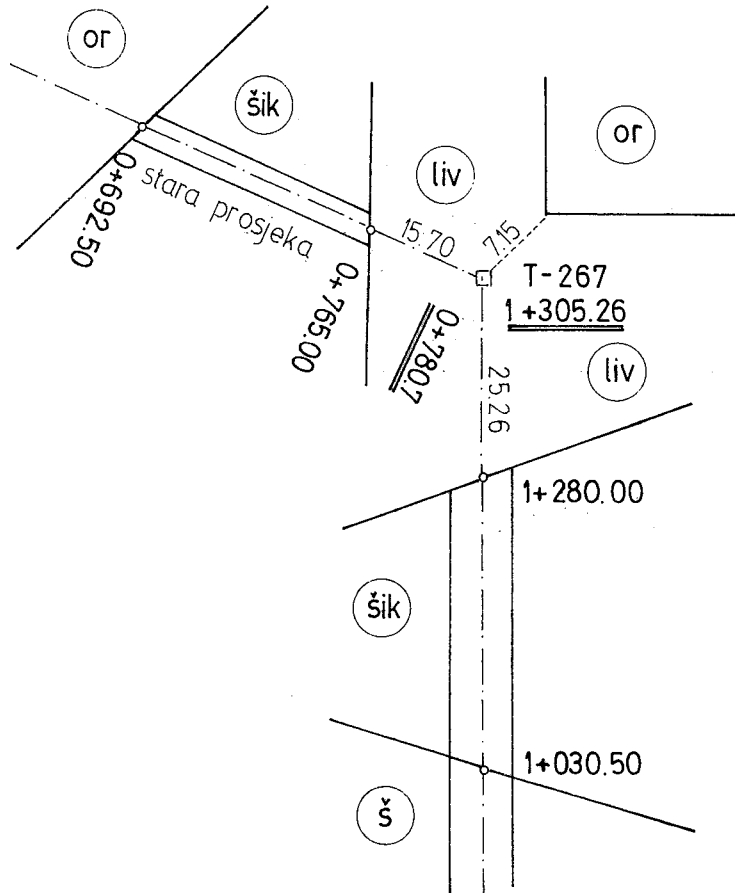
Tjemena koja nisu uništena, redovito imaju izgubljene površinske aerofogrametrijske oznake i tablice, pa je najjednostavniji način pokušati pronaći kolac ili kamen zabijen u zemlju do razine terena, umjeravanjem od detalja snimljenog na situaciji 1:2000. Ovdje kao pomoć mogu poslužiti odmjeravanje od vidljivih međa koristeći se eventualno vidljivim ili nevidljivim prosjekama ili odmjeravanje od kolaca koji su ostali uočuvani na međama ili na starim kanalima i granicama kultura. Često puta na neobrađivanom zemljištu i na livadama, pašnjacima, mogu se naći stare rupe kolaca, na koje mjesto se zabije novi kolac i tablica istih dimenzija. Za tjemena uvijek treba koristiti hrastovo kolje 10x10x50 cm ili barem okruglo minimalnog promjera 8/50 cm.

Ovom metodom se može pronaći ili obnoviti znatan broj tjemena i glavnih točaka kanalske i putne mreže. Jedini nedostatak je što na novoobnovljenim tjemenu visina kolaca nije dovoljno točno uspostavljena pa ih treba ponovo univelirati.

### **2.) Otkrivanje tjemena uz istovremenu obnovu stacionaže**

Ako trasa kanal prolazi kroz razne kulture, šikare, šume, livade ili pašnjake, onda se najčešće primjenjuje metoda direktnog pronalaska kolaca na terenu. Najprije se utvrđuju vidljivi tragovi prosjeka trasa i na prosjekama uvijek postoji mogućnost pronalaska nekoliko kolaca (na prelazima starih kanala ili na međama parcela). Ovdje je važno utvrditi stacionažu pronađenog kolca te uspostaviti pravac. Odmjeravanjem po pravcu može se otkriti veći broj starih kolaca pa čak i otkriti istovremeno i tjemena. Točke koje nisu otkrivene na trasi metodom odmjeravanja interpoliraju se i visinski univeliraju.

Ova metoda je najprikladnija za otkrivanje trasa kanala i putove u zaraštenim terenima. Prethodno je potrebno manje ili više proširiti prosjeke da se krajnje točke dobro dogledaju. Kod ovog otkrivanja koriste se detaljni situacioni nacrti i skice iskolčenja i drugo.



Sl. 20 Obnova tjemena iz situacionog plana kanal

### 3) Otkrivanje tjemena pomoću koordinata

Najveći problemi u otkrivanju glavnih točaka kanalske i putne mreže obično su na oraničnim i livadskim kulturama, podkućnicama i u samim naseljima.

Redovito na ovakvim terenima veći broj tjemena je uništen i ne postoje nikakvi tragovi. Jedino moguće otkrivanje tjemena sa dovoljnom točnošću je pomoću koordinata. U velikim hidromelioracionim sistemima obavezan je rad u koordinatnom sistemu. U tu svrhu potrebno je prethodno otkriti najbliže stalne geodetske položajne točke (poligonske, trigonometrijske) i od njih, pomoću naprijed opisanih metoda iskolčenja, obnoviti položaje tjemena, provesti novu stabilizaciju i osiguranje tjemena. Najtočniji i najbrži je rad pomoću distomata, gdje najmanje dolaze do izražaja greške u mjerenju dužina stranica i pomoćnih koordinata. Brzina ovog otkrivanja umnogomu zavisi od zaraštenosti terena, vidljivosti i od uzrasta usjeva. Upravo radi toga ovo otkrivanje najbolje je obavljati kada je vegetacija niska i dok drveće nije prolistalo.



## SKICA ISKOLČENJA KANALA

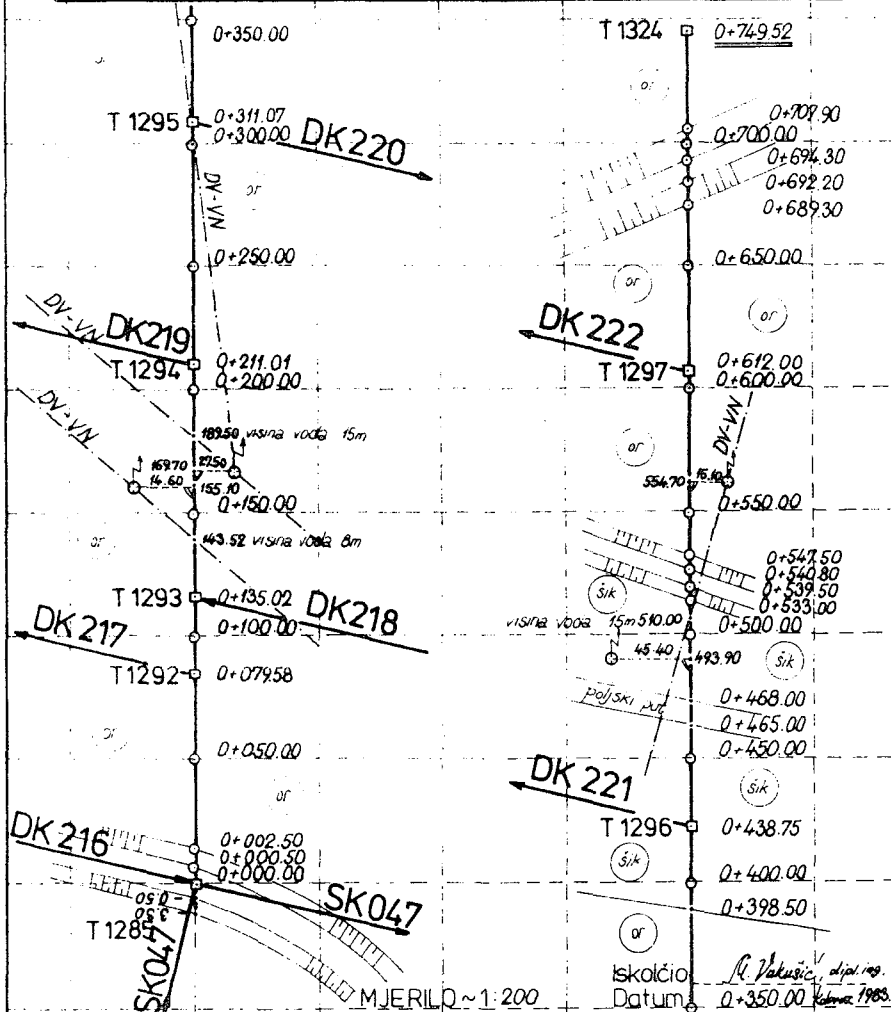
LIST BR. 1

NAZIV PODRUČJA - KAZETE: ČRNEC POLJE - KAZETA 11

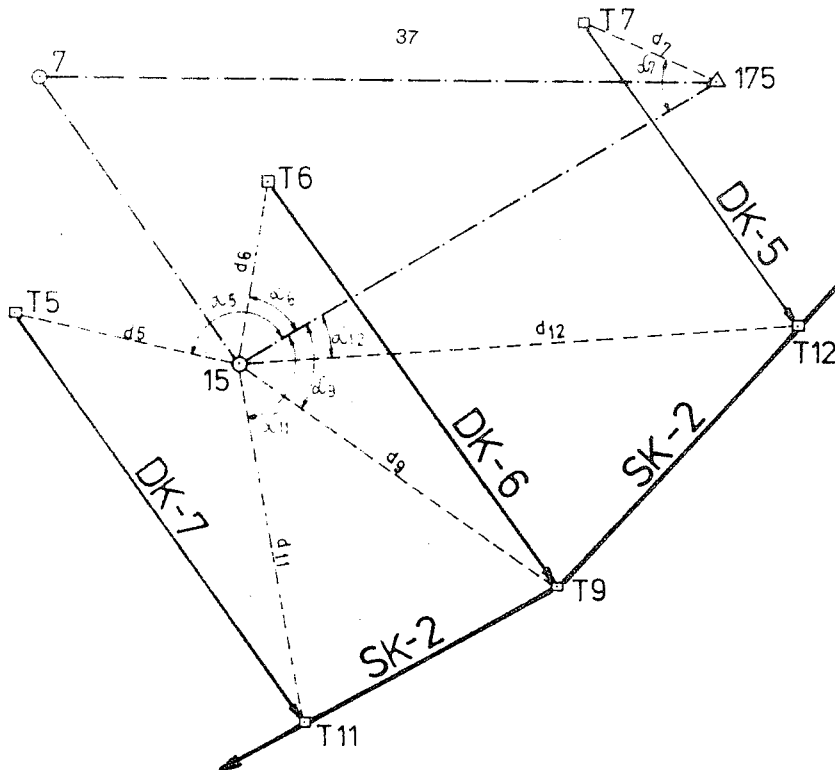
NAZIV KANALA: DK 215

od km 0+000.00 do km 0+749.90

KONTROLA		IZMJERE			
OD TJEMENA BR	DO TJEMENA BR	MJERENE DUŽINE STACIONIRANJEM	RACUNATE DUŽINE IZ KOORDINATA	RAZLIKE RAČ. I MJER.	DOZVOLJENA ODSTUPANJA
1285	1292	79.58	79.55	- 0.03	0.14
1292	1293	55.44	55.46	+ 0.02	0.11
1293	1294	75.99	75.99	± 0.00	0.13
1294	1295	100.06	100.06	- 0.01	0.15
1295	1296	127.68	127.65	- 0.03	0.17
1296	1297	173.25	173.20	- 0.05	0.19
1297	1324	137.52	137.54	+ 0.02	0.17



Sl. 21 Otkrivanje trasa kačala pomoću skice iskolčenja



Sl. 22 Otkrivanje tjemena trasa pomoću koordinata

Novootkrivena tjemena po položaju i visini moraju biti unutar geodetskih odstupanja. Kod toga treba težiti da se sa postojeće geodetske osnove može otkriti što veći broj uništenih glavnih točaka kanalske i putne mreže.

Kod primjene polarne metode za orijentaciju treba uzeti udaljenije poligonske ili trigonometrijske točke.

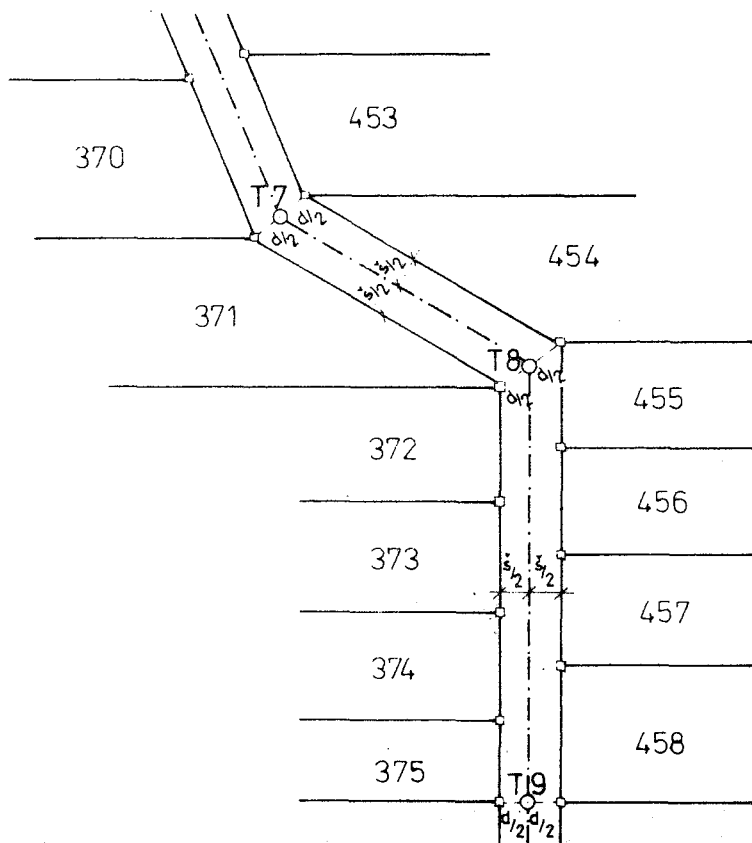
#### 4. OTKRIVANJE TJEMENA I LOMNIH TOČAKA NA BAZI OMEĐAŠENJA POJASA KANALA I PUTEVA

Ako komasacioni radovi prethode iskopu kanalske i putne mreže i ako je izvršeno geodetsko iskolčenje tabli i pojasa kanala i puteva onda obilježavanje tjemena treba provoditi tako da se osovine kanala i puteva označavaju po sredini ostavljenog pojasa. Sve lomne točke, međe posjeda mogu biti prethodno obilježene betonskim stupovima.

Iako ova metoda najbolje usuglašava projektirano i katastarsko stanje, u praksi se malo koristi. Razlog leži u tome što naknadnim iskopom kanala redovito dolazi do uništenja ili zatrpavanja mednih oznaka što zahtijeva dodatno iskolčenje i uspostavljanje međa parcela i pojaseva kanala i puteva.

##### 3.3 OSIGURANJE TJEMENIH TOČAKA

Sve tjemene točke obavezno je osigurati prije početka radova iskopa. To osiguranje slično je osiguranju poligonskih ili trigonometrijskih točaka. Najbolje je to učiniti tako da se izvrši odmjeravanje u najmanje četiri smjera od najbližih stabilnih točaka, vidljivih međa ili tromedja, od osamljenog drveća, stalnih objekata i konačno zabijanjem kolaca na lokacijama koji su izvan dohvata bilo kakvih zemljanih radova. Za svako tjeme i lomnu točku potrebno je učiniti položajni opis, skicu položajnog opisa te izvršiti sva poprečna odmjeravanja i sve mjerene podatke upisati u skicu osiguranja.



Sl. 23 Utvrđivanje tjemena sa omeđašenih pojasa kanala

### 3.4 OBNOVA STACIONAŽE

#### 1) Direktna metoda

Nakon obnove svih tjemena i lomnih točaka potrebno je provesti signalizaciju tjemena i uspostaviti međusobno dogledavanje. To se postiže proširenjem prosjeka. Ovisno od obima radova i zaraštenosti terena, ovo se može obaviti ručno ili uz pomoć mehanizacije. Ako su stare prosjeke toliko zarasle da se tjemena međusobno ne dogledavaju, onda je najpovoljnije odrediti pravac iz koordinata. Da bi se eliminirao skupi ljudski rad, za uspostavljanje dogledavanja najpovoljnije je koristiti buldozere, pogotovo ako dominira gusto sitno raslinje ili degradirane šume. Da ne bi došlo do uništenja kolaca, buldozer treba usmjeriti i voditi po pravcu tako da se gusjenice buldozera nikad ne poklapaju sa osovinom pravca. Ovaj način je najekonomičniji jer stroj istovremeno vrši čišćenje trasa kanala i puteva.

Poslije uspostavljanja međusobne vidljivosti tjemena, lomnih točaka i međupravaca, metodom odmjeravanja po pravcu vrši se otkrivanje kolaca svih trasa. Kod toga se koriste situacioni nacrti, skice isklčenja te uzdužni i poprečni profili. Redovito u zaraštenom terenu uvijek se otkrije sve kolce, dok na oraničnim i livadskim kulturama većina starih kolaca je uništena. Sve uništene oznake potrebno je obnoviti sa novim kolcima i tablicama. Nove kolce treba ponovo univelirati, izračunati nove visine i ispraviti kote kolaca u projektnoj dokumentaciji koja se koristi za izvođenje. Pored svakog kolca potrebno je zabiti nove tablice i upisati stacionažu. Na trasi je potrebno otkriti sva sjecišta sa detaljnim kanalima i u smjeru detaljnih kanala postaviti vidljivu signalizaciju.

Ako na trasi ima veći broj krivina, najbolji način je ponovo izvršiti obnovu trasa istom metodom (polarnom ili ortogonalnom) kojom je provedeno prvotno iskolčavanje. Problem može biti nešto složeniji kada su krivine vrlo dugačke (i do nekoliko kilometara), ako su krivine kombinirane sa prelaznicama (trese želj. pruga, magistralne i regionalne ceste), ili kada je iskolčenje vršeno sa pomoćnih tangenata. Kod svih iskolčenja trasa kanal i saobraćajnica treba uvijek nastojati da se iskolčuju i obnavljaju po osovini objekata.

## 2) Iskolčenje trasa sa operativnog poligona

Ova metoda iskolčenja najčešće se koristi kod snimanja i projektiranja većih zaraštenih vodotoka i potoka sa stalnom vodom, čija korita imaju nepravilne i slabo vidljive tokove sa mnogo meandara. Ovi vodotoci obično nemaju mogućnost lakog prelazanja sa jedne obale na drugu, a snimanje se vrši uz pomoć čamaca. Uslijed zaraštenosti terena i slabe vidljivosti trase, ne može se direktno na terenu izabrati optimalna trasa, a radi duboke vode ne može se ni provesti normalno iskolčenje. U tom slučaju iskolčenje i snimanje vrši se sa tzv. operativnog poligona. Na bazi koordinata operativnog poligona, snimljenih poprečnih profila i tahimetrijskom dopunom, izrade se u koordinatnom sistemu detaljne situacije u mjerilu 1:1000 ili 1:2000. Na takvoj će situaciji projektant položiti optimalnu trasu sa svim elementima, a geodetski stručnjak što vjernije prenijeti na teren te izvršiti iskolčenje i snimanje uzdužnih i poprečnih profila. Za izradu projekta svi elementi odabrane trase uzimaju se sa detaljne situacije.

Nova tjemena treba sa situacionog nacрта prenijeti što točnije na teren, izvršiti stabilizaciju tjemena, odrediti njihove koordinate, izvršiti prosjecanje trasa, iskolčiti krivine, provesti stacioniranje trase te snimiti uzdužne i poprečne profile.

Već kod snimanja i crtanja uzdužnih i poprečnih profila i izrade dokaznica mjera, rad treba prilagoditi suvremenim metodama obrada, koristeći elektronsku obradu podataka i suvremena pomagala kao što su elektronski računar sa ploterom. Zbog toga već kod snimanja terena sve elemente treba unositi u posebne nivelmanske tiskanice i u tiskanice sheme bušenja podataka, obrazac CD  $\Phi$ 55, kako je prikazano na slici 24.

Unošenjem svih terenskih podataka u elektronski računar, u prvoj varijanti se izrade u sitnijem mjerilu uzdužni i poprečni profili terena. Svaka greška kod snimanja i upisa lako je uočljiva te za nju treba izvršiti provjeru, ispraviti greške te unijeti u računar sve hidrološko-hidrauličke elemente kanala i u konačnoj verziji pomoću plotera iscrtati uzdužne i poprečne profile i dokaznice mjera. Iz poprečnih profila metodom odmjeravanja ili računski izvrši se omeđašenje pojasa kanala, s tim da je prethodno potrebno očistiti trasu od vegetacije.

## 3.5 GEODETSKI RADOVI KOD SUVREMENOG PROJEKTIRANJA PUTNE I KANALSKE MREŽE

Kod suvremenog projektiranja putne i kanalske mreže maksimalno se koristi sve postojeće aerofotogrametrijske materijale, suvremenu elektronsku i drugu opremu rada čime se ubrzava i pojeftinjuje izrada projektne dokumentacije. Rad na terenu smanjen je na najmanju moguću mjeru i nema nikakvih ponavljanja skupih radova na terenu. Postupak rada je u tome da se za projektiranu i na terenu provjerenu putnu i kanalsku mrežu sa karata mjerila 1:5000 prenose na teren samo tjemena i lomne točke, i za njih sa klasičnim ili aerofotogrametrijskim metodama određuju koordinate i visine u odgovarajućem koordinatnom sistemu. Orijentacijom modela na autografu očitavaju se modelske koordinate tjemena i vrši stacioniranje i čitanje uzdužnih i poprečnih profila terena. Transformacijom modelskih koordinata u Gauss-Krügerove te izjednačenjem na već prethodno utvrđene koordinate i visine tjemena, dobiju se svi potrebni podaci za iscrtavanje uzdužnih i poprečnih profila terena. Ti se podaci upisuju u formulare CD  $\Phi$ 55 i sa njih vrši se unos u elektronski računar i na ploteru izvlače uzdužni i poprečni profili terena. Na ovom radnom materijalu projektant vrši sva potrebna projektiranja putne i kanalske mreže te unošenjem ostalih elemenata kanala, pomoću plotera i računara crtaju se konačni uzdužni i poprečni profili kanala i ispisi dokaznica mjera.

Ova tehnika rada je vrlo prikladna na velikim hidromelioracijskim sistemima sa velikim stupnjem zaraštenosti i lošim komunikacijama.

STANIJE BUDJEBAJA PODATAMA  
DK 021

Datum 12. 5. 1987. Isc

Liet 04

POPREČNI PROFIL TERENA

CD	RA	STACIJSKATA PROFILA		UDALJENOST		KOTA		UDALJENOST		KOTA		UDALJENOST		KOTA		UDALJENOST		KOTA				
		m	m	OD OSI	OD OSI	m	m	OD OSI	OD OSI	m	m	OD OSI	OD OSI	m	m	OD OSI	OD OSI	m	m	OD OSI	OD OSI	
55	-1	276	290	0,00	99,25	1,30	99,04	4,10	96,61	6,10	96,57	8,20	96,46									
55	-2	276	290	15,00	98,65																	
55	1	276	290	0,00	99,25	3,10	99,33	7,50	99,23	9,60	99,07	11,60	98,95									
55	2	276	290	14,40	98,84	16,30	98,58	25,00	98,15													
55	-1	225	560	0,00	99,30	7,00	99,18	4,10	96,71	6,00	96,61	8,20	96,51									
55	-2	225	560	15,00	98,61																	
55	1	325	660	0,00	99,30	3,20	99,39	7,60	99,31	9,80	99,06	12,60	98,91									
55	2	325	660	14,30	97,09	16,30	98,56	25,00	98,78													
55	-1	361	120	0,00	99,20	0,70	99,18	4,00	96,60	5,90	96,70	8,00	96,56									
55	-2	361	120	15,00	98,47																	
55	1	361	120	0,00	99,30	3,10	99,40	7,80	99,32	9,60	99,32	12,40	99,20									
55	2	361	120	15,20	96,80	18,90	98,40	25,00	98,78													
55	-1	389	30	0,00	99,30	0,70	99,10	4,10	96,60	5,90	96,60	7,90	96,52									
55	-2	389	30	15,00	98,78																	
55	1	389	30	0,00	99,30	3,30	99,33	8,60	99,28	10,00	99,28	12,80	99,10									
55	2	389	30	15,20	96,82	17,80	98,48	25,00	98,65													
55	-1	437	480	0,00	99,35	1,00	99,12	3,90	96,60	5,80	96,55	8,30	96,52									
55	-2	437	480	15,00	98,62																	
55	1	437	480	0,00	99,35	3,00	99,38	7,40	99,26	9,00	99,22	12,10	99,12									
55	2	437	480	16,70	97,17	17,90	99,27	21,00	99,23													
55	-1	487	170	0,00	99,47	0,90	99,40	4,70	96,75	6,10	96,75	8,10	96,56									
55	-2	487	170	15,00	98,50																	
55	1	487	170	0,00	99,47	2,90	99,52	6,50	99,45	8,80	99,32	12,00	99,10									
55	2	487	170	16,90	97,00	16,40	98,40	21,00	98,60													
55	-1	535	990	0,00	99,39	0,80	99,32	4,20	96,83	5,50	96,85	7,50	96,80									
55	-2	535	990	15,00	98,72																	
55	1	535	990	0,00	99,39	1,90	99,50	7,50	99,40	9,60	99,27	14,70	99,18									
55	2	535	990	16,10	97,22	17,20	98,30	21,00	98,50	25,00	98,50	28,50	98,20									

Sl. 24 Formular za unos terenskih podataka u računar

U slučaju realizacije ovakvih projekata, geodetski radovi postaju nešto obimniji. Prilikom izvođenja prvenstveno treba postaviti tjemena putne i kanalske mreže, izračunati iz smjernih kutova pravce tjemena i pomoću mehanizacije (i to najčešće buldozera), vršiti čišćenj trasa ako su iste obrasle sitnom vegetacijom i degradiranim šumama. Krupno drveće prije toga treba posjeći i ukloniti izvan šireg pojasa kanala. Kada su prosjeke očišćene, provodi se iskolčenje a po potrebi vrši se snimanje i poprečnih profila. Stacionažu treba usvojiti prema projektu, izvršiti snimanje uzdužnih i poprečnih profila. te izvršiti eventualne ispravke visina samo za one točke gdje odstupanja prelaze tolerantne granice.

Potom se provodi omeđašenje pojasa kanala i isti predaje izvođaču. Prije iskopa je potrebno izvršiti osiguranje trasa radi mogućnosti obnove pri izvođenju i snimanja objekata nakon završetka radova radi obračuna izvedenih količina radova i izrade građevinskih knjiga.

Ova tehnika rada je primjenjena na nekoliko kazeta Črnc na prikladna je za zaraštene ravne terene a odstupanja su unutar dozvoljenih granica. Prednost rada je višeznačna jer ubrzava i pojeftinjuje izradu projektne dokumentacije i smanjuje rad stručnjaka na minimum.

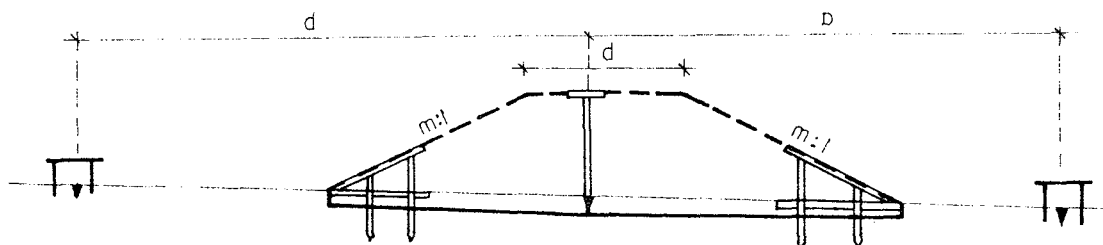
### 3.6 UTVRĐIVANJE POJASA ISKOPA KANALA, NASIPA I GLAVNIH PUTOVA

Prije iskopa kanala, izvedbe nasipa i glavnih poljskih putova, potrebno je utvrditi širine pojasa. To se određuje računski ili očitava sa poprečnih profila ovisno da li je teren ravan ili izlomljen. Rubovi iskopa ili nasipa odmjeravaju se uvijek od osi trase za svaki snimljeni poprečni profil i vrši interpolacija međutočaka po pravcu na svakih 3-5 m sa očišćenim šibljem ili kolčićima.

Ako se radovi provode i noću onda rubove kanala treba obilježavati sa fluorescentnim trakama. Kada su u pitanju nasipi ili usjeci na cestama, onda se provodi profiliranje trupa nasipa ili usjeka pomoću letava.

Kod svih iskolčenja obavezno je izvan dohvata rada mehanizacije osigurati osovine glavnih točaka, kako bi se u svako doba jednostavno i brzo kontroliralo izvođenje. Na karakterističnim mjestima, na sjecištima kanala, puta ili nasipa i na glavnim točkama krivina, ostavljaju se humke (babice) sa iskolčenim točkama.

Osiguranje osovine nasipa ili kanala najbolje je izvršiti polaganjem na obje strane i sa vidnim oznakama osigurati ovako ekscentrično postavljene kolce.



Sl. 25 Obilježavanje trupa nasipa

### 3.7 ISKOLČENJE GLAVNIH OBJEKATA SISTEMA

Pod glavnim objektima sistema podrazumijevaju se crpne stanice, ustave, sifoni i veći mostovi. Izgradnja ovih objekata redovito prethodi zemljanim radovima iz razloga što njihova izgradnja duže traje a često se ni zemljani radovi na putnoj i kanalskoj mreži ne mogu provoditi ako objekti nisu završeni. To se prvenstveno odnosi na izgradnju crpnih stanica, gravitacionih ispusta i ustava jer se jedino njihovom prethodnom izgradnjom i puštanjem u funkciju omogućuje provedbu tehničkih melioracija.

Geodetsko iskolčenje objekata provodi se sa detaljnih situacionih nacрта izrađenih u mjerilu 1:200 ili 1:500. Ovi nacrti moraju uvijek biti izrađeni u koordinatnom sistemu i na njima moraju biti ucrtane i neke točke kanala na kojem se objekt gradi. Prvenstveno je potrebno otkriti karakteristične točke kanala, uspostaviti osovinu kanala i osovinu objekta. Pomoću geodetskih instrumenata (teodolita, nivelira, prizama) izvrši se iskolčenje kontura objekta. Ako je u sklopu crpne stanice smješten i gravitacioni ispušt, onda prvenstveno treba iskolčiti gravitacioni ispušt da bi se njegova osovinu poklopila sa osovinom kanala odnosno kompenzacionog bazena (najčešći slučaj). Ako je gravitacioni ispušt predviđen bočno a ne u osovinu, onda treba uspostaviti odgovarajuću paralelnost sa tlačnim cjevovodom. Sa ovog pravca iskolčavaju se rubovi temeljne ploče, nosivi zidovi, i položaj pilota (ako je objekt temeljen na njima).

Uz kompletno tlocrtno iskolčenje svih rubova nosivih i razdjelnih zidova, potrebno je provjeriti i usaglasiti sve elemente objekta. Uz tlocrtno iskolčenje objekt treba i visinski definirati. U tu svrhu obavezno se mora stabilizirati u neposrednoj blizini izvan tlocrta objekta stalna visinska točka (reper). To mora biti ukopani kamen u tvrdj i stabilnoj podlozi sa željeznim okruglim reperom. Visinu ovog repera treba odrediti metodom nivelmana od najmanje dva poznata najbliža repera. Prije izvođenja potrebno je prekontrolirati visine otkrivenih starih kolaca trase kanala, a odstupanja moraju biti u dozvoljenim granicama. Pomoću situacionig nacрта potrebno je ustanoviti poligonske točke sa kojih su vršena snimanja terena detaljne situacije. Ove točke moraju biti osnova za iskolčenje objekta.

Kada se glavne točke objekta iskolče i obilježe položajno i visinski od poligona i repera, treba provesti kontrolu svih mjera i dimenzija koji su upisani u nacrtu objekta. Nakon detaljne provjere iskolčenja, sve glavne točke i pravce treba posebno osigurati, te učiniti preglednu skicu osiguranja sa upisom svih mjera i visina.

Sve točke osiguranja moraju biti vidno obilježene i zaštićene izvan temeljne jame, da se u svako doba svi potrebni elementi objekta mogu obnoviti i kontrolirati.

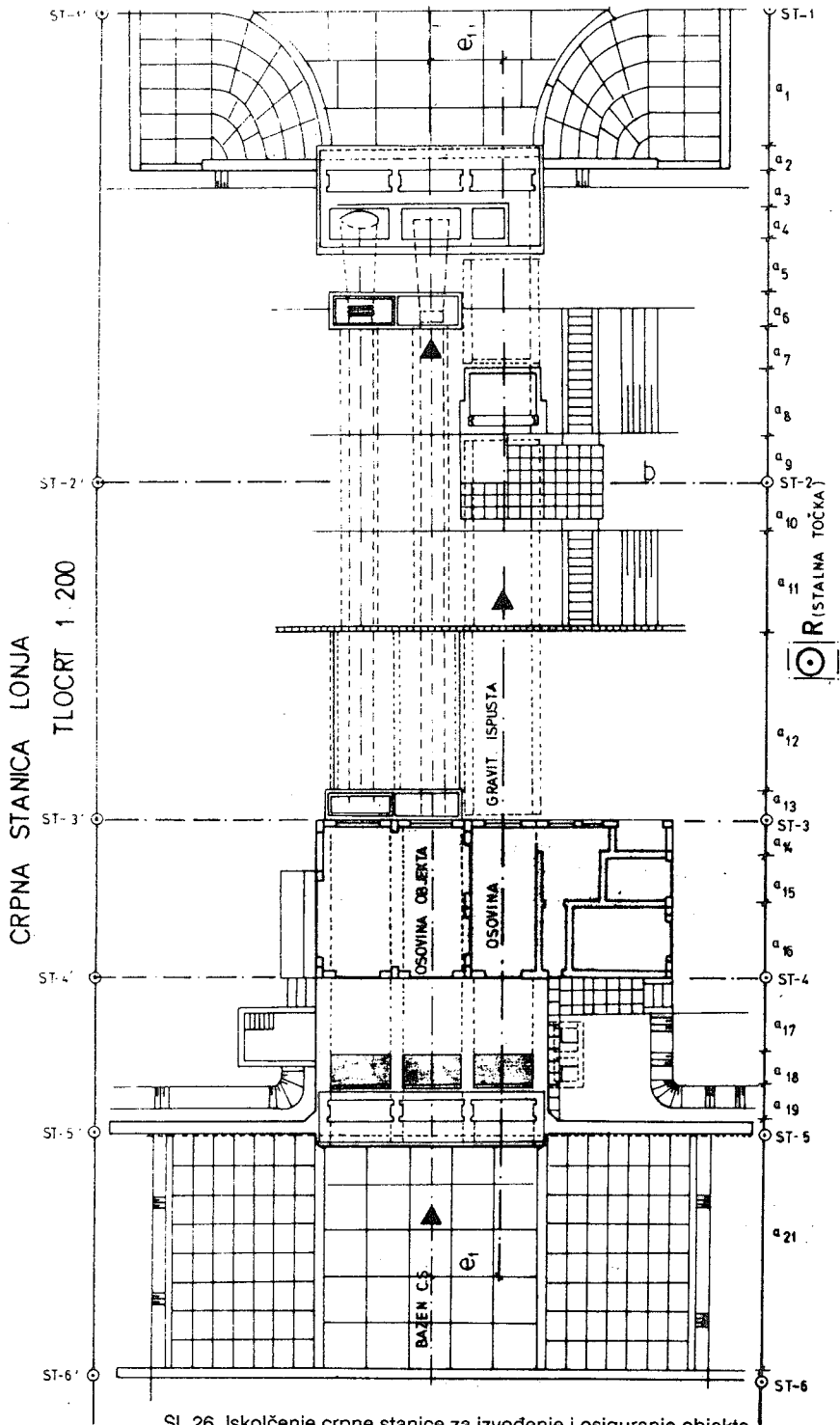
Ako je u izgradnji objekt većih dimenzija, onda stalno ili barem povremeno mora biti prisutan geodetski stručnjak, a posebnu kontrolu treba provesti prije i poslije iskopa temeljne ploče, pilota, a naročito prije postavljanja armature temeljne ploče i betoniranja.

Kada je temeljna ploča završena u vertikalne zidove potrebno je na karakterističnim mjestima ugraditi repera i vršiti kontrolu slijeganja objekta (sl. 26).

#### 3.7.1 Iskolčenje ustava i kontrola izvođenja

Geodetsko iskolčenje ustava većih dimenzija je vrlo složen i odgovoran posao. Iskolčenje se provodi pomoću detaljnih situacionih nacрта izrađenih u koordinatnom sistemu. Prvenstveno treba uspostaviti stalne točke sa kojih je vršeno snimanje situacionog nacрта, te eventualno glavne točke osovine vodotoka, kanala, nasipa i priključnih cesta ukoliko su bili prethodno iskolčeni. Ako je situacioni nacrt izrađen na detaljnoj snimci terena a nikakve točke nisu prethodno bile iskolčavane, onda se sa poligonske mreže, metodom odmjeravanja i očitavanja sa situacije, treba iskolčiti sve točke glavnog objekta. kod ovakvih objekata najvažniji je svakako betonski dio objekta a to su osovinu i širina krune ustave, fiksiranje otvora i stupova ustave, granice obloge, temelji, pomoćni objekti, te rubni i priključni nasipi, ceste i ostalo. Svi upisani elementi objekta nakon iskolčenja moraju biti i provjereni.

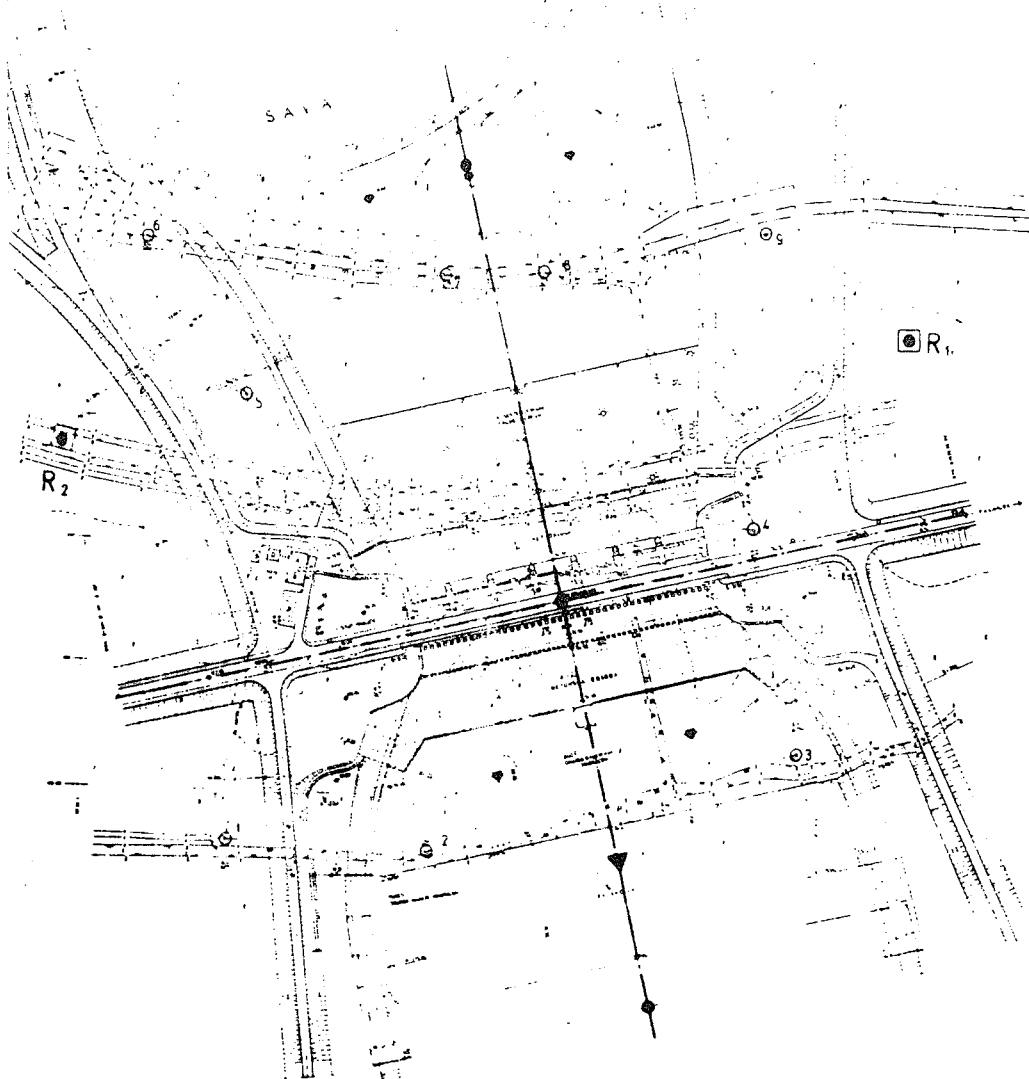
Izvan objekta i građevne jame mora se uspostaviti stalna točka tj. reper, čija visina mora biti određena od najmanje dva stalna repera i odstupanje smije biti u granicama dozvoljenim za tehnički nivelman. Važno je i obavezno visinski kontrolirati otkrivene stare točke od prethodnog iskolčenja.



Sl. 26 Iskolčenje crpne stanice za izvođenje i osiguranje objekta



## USTAVA PALANJEK



Sl. 27 Iskolčenje ustave za izvođenje pomoću situacionog nacrtā

Kada je tlocrtno čitav objekt iskolčen i izvršena kontrola svih elemenata objekta glavne točke objekta potrebno je osigurati vidnim i zaštićenim oznakama izvan temeljne jame.

Iskop građevne jame trebe kontrolirati položajno i visinski te obnoviti sve temelje objekta, kontrolirati dubinu i položaj temelja, iskolčiti temeljnu ploču, stupove, zidove, oplatu, te kontrolirati postavljanje armature. Prije betoniranja treba sve prekontrolirati, pa tek poslije pristupiti betoniranju objekta.

Isto vrijedi za izradu obloga, kompenzacionih bazena, izgradnju nasipa i pristupnih cesta.

Objekt po fazama izvede treba stalno položajno i visinski kontrolirati. Veliki objekt zahtijeva stalan boravak geodetskog stručnjaka, kontrolu i provjeru gradnje sve do njena završetka, a nakon završetka i u toku gradnje treba stalno kontrolirati slegavanje objekta. Na sličan način se vrši iskolčenje i kontrola izvođenja ostalih objekata manjeg značaja kao na primjer, mostova, propusta, sifona i cjevnih propusta, koji u velikim sistemima ima veći broj (sl. 27).

### 3.8 GEODETKI RADOVI KOD IZVOĐENJA POLJOPRIVREDNE DRENAŽE

Od posebnog značaja su geodetski radovi kod projektiranja i izvođenja sistema regulacione odvodnje. Bez obzira da li se radi o površinskim ili podpovršinskim sistemima regulacione odvodnje, primjenjena geodezija ima dominantni značaj. Projektiranje i izvođenje drenaže zahtijeva posjedovanje kvalitetne topografske podloge, uređene i fino izravnate plohe terena a posebno ako se izvodi drenaža i potom natapanje.

Redoslijed obično počinje sa grubim a zatim sa finim ravnanjem tabli, pa se tek potom vrši projektiranje i izvođenje poljske drenaže. Grubo ravnanje tabli redovito se provodi vizuelno, dok se fino ravnanje tabli i dobivanje situacionih nacrti za projektiranje poljske drenaže najčešće se koristi mreža kvadrata.

#### 3.8.1 Fino ravnanje zemljišta mrežom kvadrata

Table na kojima se predviđa izvedba drenaže, a po potrebi i natapanje, podijele se u mrežu pravilnih kvadrata najčešće na razmacima od 25 m, uz istovremeno fiksiranje tih kvadrata sa kolcima zabijenim do razine terena. Kada se izvrši obilježavanje kvadratne mreže na terenu i umjere rubni kanali i putevi, izvodi se geodetsko snimanje terena najčešće pomoću nivelira te izračunaju sve apsolutne visine sa tolerancijom do  $\pm 1,0$  cm. Izrađuju se situacioni nacrti u mjerilu 1:1000 ili 1:2000, te ispišu pored svakog kolca apsolutne visine.

Osnovni cilj finog ravnjanja se sastoji u iznalaženju jedne ili više ravnina odgovarajućih nagiba za cijelu tablu kod kojih volumen iskopa i nasipavanja mora biti minimalan i jednak, a dužina transporta zemljanih masa najkraća.

Ravninu s minimum zemljanih radova računa se metodom najmanjih kvadrata. Koordinate težišta izračunava se kao presjecište dijagonala ili statičkom metodom koja je pogodna za područje nepravilnog oblika. Pošto svaka točka predstavlja površinu iste veličine, koordinate težišta se određuju po formuli:

$$x_c = \frac{\sum D_y \cdot x}{n} \quad y_c = \frac{\sum D_x \cdot y}{n}$$

gdje su:  $x_c, y_c$  - koordinate centroida matematičkog polja

$D_x$  - broj točaka sa apscisom  $x$  u koloni

$D_y$  - broj točaka sa ordinatom  $y$  u redu

$x$  - opscise točaka odn. kolona

$y$  - ordinate točaka odn. redova

$n$  - ukupni broj točaka  $\sum D_x = \sum D_y = n$

Srednja visina područja određuje se po formuli

$$H_c = \frac{\sum H_i}{n}$$

gdje je:  $H_c$  - srednja apsolutna visina područja (točka C)

$\sum H_i$  - suma visina svih točaka u mreži

$n$  - ukupni broj točaka

Za konkretni primjer:

a) koordinate centra  $x_c = \frac{50}{20} \times 40 = 2,50 \times 40 = 100 \text{ m}$

$$y_c = \frac{60}{20} \times 50 = 3,00 \times 50 = 150 \text{ m}$$

b) srednja visina područja  $H_c = \frac{2097,96}{20} = 104,90 \text{ mnJm}$

Srednja visina područja spušta se za 3 cm da se dobije željeni C/F faktor = 1,55 prema tabelama (S.C.S. NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK - CHAPTER 12 - LAND LEVELING)

$$H_c = 104,87 \text{ mnJm}$$

C/F je odnos između ukupne količine skidanja (cut) i nasipavanja (fill) zemljišta u jednoj tabli. Zbog rastresitosti terena ovaj odnos je najpovoljniji kad je 1,20 do 1,60.

Nagibi ravnine definirani su jednadžbama:

$$S_x = \frac{\sum y^2 \cdot \sum x_c - \sum x \cdot y \sum y_c}{\sum x^2 \sum y^2 - (\sum x \cdot y)^2}$$

$$S_y = \frac{\sum x^2 \cdot y \sum y_c - \sum x \cdot y \sum x_c}{\sum x^2 \sum y^2 - (\sum x \cdot y)^2}$$

gdje je:  $S_x$  - nagib ravnine u x smjeru

$S_y$  - nagib ravnine u y smjeru

$$\sum x^2 = \sum (x_i - x)^2$$

$$\sum y^2 = \sum (y_i - y)^2$$

$$\sum x \cdot y = \sum (x_i - x) (y_i - y)$$

$$\sum x_c = \sum (x_i - x) (E_i - E)$$

$$\sum y_c = \sum (y_i - y) (E_i - E)$$

$x_i, y_i, E_i$  - koordinate težišta svakog elementa

$x, y, E$  - koordinate težišta cijelog područja

Ako su nagibi ravnine unutar dopuštenih nagiba, program računa sa izračunatim nagibima, protivno uzima dopuštene nagibe. Visina ravnine je tako određena da se zadovolji omjer iskopa i nasipa (cut/fill). Postoji i mogućnost definiranja točke kroz koju ravnina mora proći.

Volumen iskopa i nasipa se računa pojedinačno za svaki element u toku proračuna, a na izlazu se daje kumulativno. Za pojedini element je:

$$V_i = \frac{A H_i^2}{N (H_i + H_N)}$$

$$V_N = \frac{A H_N^2}{H (H_j + H_N)}$$

gdje je:  $V_i$  - volumen iskopa u  $\text{m}^3$

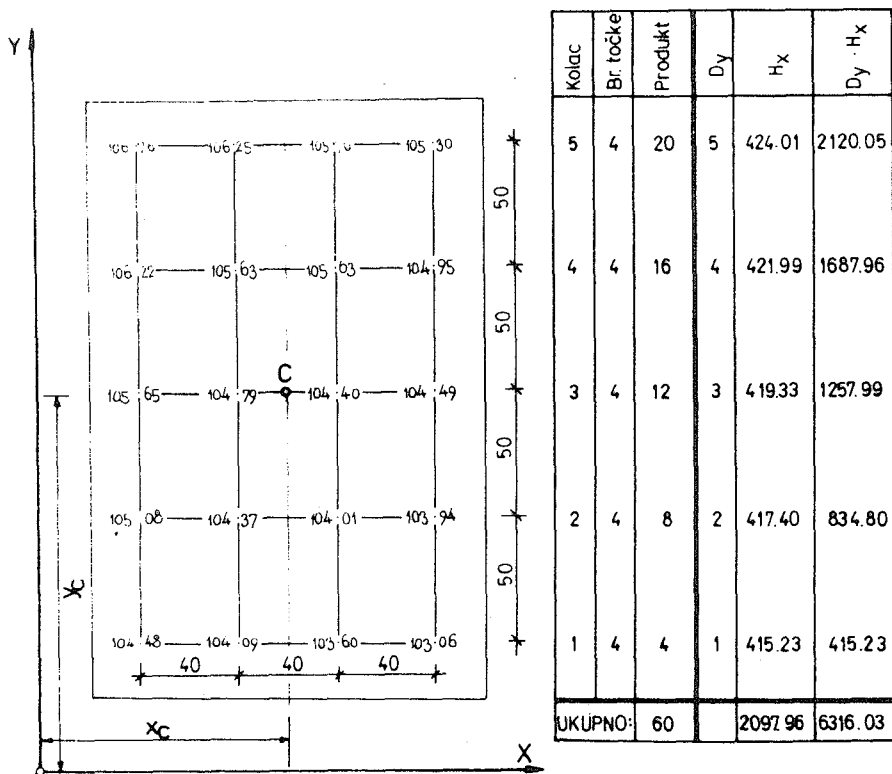
$V_N$  - volumen nasipa u  $\text{m}^3$

$A$  - površina elementa u  $\text{m}^2$

$H_i$  - zbroj visina iskopa u svim točkama koje definiraju element ( $\text{m}'$ )

$H_N$  - zbroj visina nasipa u svim točkama koje definiraju element ( $\text{m}'$ )

$N$  - broj točaka koji definiraju element



x-kolona	1	2	3	4	
$D_x$ -br točke	5	5	5	5	UKUPNO:
Produkt	5	10	15	20	50
$D_x$	1	2	3	4	
$H_y$	528.19	525.13	522.90	521.74	2097.96
$D_x \cdot H_x$	528.19	1050.26	1566.90	2086.96	5232.11

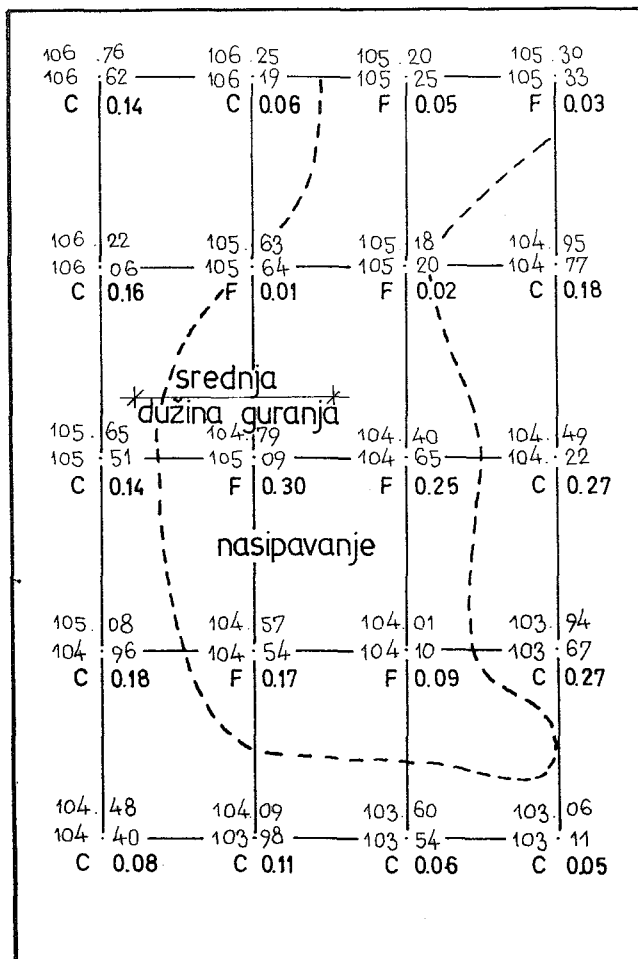
U izlaznim rezultatima su dane koordinate težišta područja, nagib projektirane ravnine u X i Y smjeru, volumen iskopa i nasipa, površina područja koja se ravna, po želji digitalna mreža projektiranog područja sa podacima visine terena u svakom čvoru mreže, projektiranoj visini, te potrebnoj dubini iskopa ili nasipa.

Za konkretni primjer (sl. 28).

$$\text{Površina podr.} \quad A = \frac{160 \times 250}{10.000} = 4,0 \text{ ha}$$

$$\text{Nagib ravnine} \quad M_x = \frac{\sum(H_y \times D_x) - A(H_y)}{B} = \frac{5234,1 - 2,5 \times 2097,96}{2,5} \times \frac{100}{40} = -1,079\%$$

$$M_y = \frac{\sum(H_x \times D_y) - A(H_x)}{B} = \frac{6316,03 - 3,0 \times 2097,96}{40} \times \frac{100}{40} = 1,075\%$$

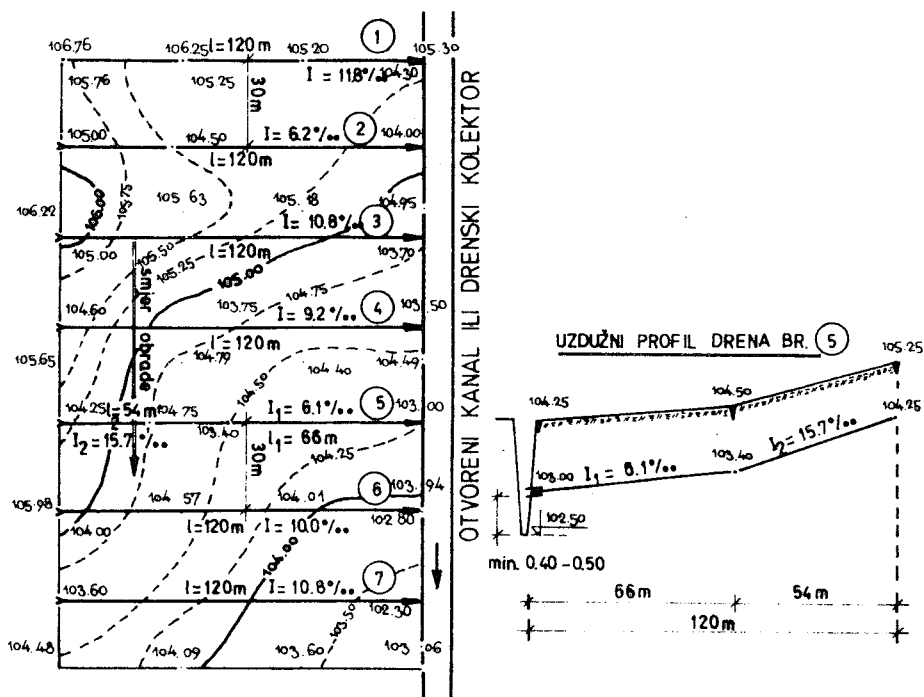


Sl. 29 Visina sravnjavajuće ravnine u točkama mreže i visina potrebnog nasipavanja ili skidanja

Suma skidanja  $c = 1,59$   
 Suma nasipavanja  $F = 0,96$   
 Volumen skidanja  $V_c = 1,59 \times 40 \times 50 = 3180 \text{ m}^3$   
 Volumen nasipavanja  $V_f = 0,96 \times 40 \times 50 = 1920 \text{ m}^3$  odakle izlazi da je  $C/F = 1,65$   
 Srednja dužina guranja je 50 m.

Ovako dobivene računске vrijednosti ravnanja potrebno je provesti na terenu. S toga razloga treba paziti da se kolac na terenu sačuva i kod svakog kolca treba postaviti križeve za visinu nasipavanja ili dubinu skidanja.

Na tako izravnatim tablama se vrši nova interpolacija slojnica te dobiva stvarna topografija terena.



Sl. 30 Projekt drenaže na izravnatoj tabli

Na tabli se izvrši interpolacija i izvlačenje slojnica na razmacima od 0,25 met i dobije ujednačen i izravnani teren. Grubim i finim ravnanjem površina terena se znatno izmjeni, pa se ne preporuča projektiranje podzemne drenaže, ili bilo kojeg površinskog sistema odvodnje prije ravnanja table.

Projektiranu drenažu treba uz pomoć situacije (obično mjerila 1:2000) iskolčiti na teren, označiti glavne točke svakog drena a to su početak i kraj te promjene uzdužnog pada ili profila svakog drena. Sve glavne točke sa stalnih visinskih točaka treba iznivirati, izračunati visine kolca te provjeriti dubine i padove u odnosu na projekt i izvršiti eventualne korekture.

Drenažu treba iskolčiti neposredno pred izvedbu radova a ovu neprestano kontrolirati. Stari strojevi prilikom izvođenja koristili su križeve dok se danas koristi laserski sistem, s tim da smjerove drenova treba signalizirati, a potrebni padovi drenaže ostvaruju se uz pomoć lasera. Najvažnije je točno označiti i utvrditi početnu dubinu od kanala i svaku dubinu gdje se uzdužni pad mijenja. Unatoč

najsuvremenijim strojevima i opremi, svaki dren već kod iskopa treba klasičnim metodama kontrolirati dubine i padove na razmaku svakih 10-15 m. Na sličan način iskolčenje i geodetska kontrola provodi se i na površinskim sistemima odvodnje.

### 3.9 GEODETSKE KONTROLE U TOKU IZVOĐENJA KANALSKE I PUTNE MREŽE

Svu kanalsku mrežu, nasipe i glavne puteve nakon izvođenja treba geodetski kontrolirati. Kontrola se sastoji u tome da se izvedeno stanje treba detaljno snimiti. U tu svrhu redovito se koriste iste točke uzdužnih i poprečnih profila a po potrebi ubacuju se i međuprofilu ako je došlo do znatnijih promjena u zemljoradnjama. Kako nebi ponovo provodili iskolčenje trasa, koriste se točke osiguranja trasa koja su izbačena paralelno izvan trase i visinski definirana od starih trasa prije izvođenja radova. Metodom tehničkog nivelmana snima se izvedeno stanje iskopa, nasipa i puteva, izračunavaju sve detaljne točke poprečnih profila, upisuju u obrasce  $\phi$ -55, unose u elektronski računar i pomoću plotera isrtava teren i poprečni profilu te računaju površine iskopa svakog profila i konačno izrađuje dokaznica mjera. Kontrola zemljanih radova se može provoditi i klasičnim metodama, ali to treba izbjegavati jer u velikim hidromelioracijskim sistemima to iziskuje mnogo rada.

Kod kontrole kanala najvažnije je provjeriti da li je kanal iskopan na projektiranu dubinu i da li su ostvarene projektirane širine dna kanala, nagibi pokosa i uzdužni padovi. Istovremeno se provodi kontrola ukupnih zemljoradnji sa projektiranim, a kao podloga se uzima novosnimljeno stanje. Slična kontrolna snimanja se provodi kod zemljanih nasipa te kod izvođenja regionalnih cesta i glavnih poljskih putova. Jedan primjerak snimanja i obračuna se prilaže građevinskoj knjizi koju vodi rukovodilac gradilišta. Posebnu pažnju treba posvetiti visinskom postavljanju ostalih objekata a to su pločasti propusti, cijevni propusti, čepovi, sifoni i ostali objekti.

### LITERATURA:

1. Macarol: Praktična geodezija, Tehnička knjiga, Zagreb, 1978.
2. Janković: Inženjerska geodezija I i II, Tehnička knjiga, Zagreb, 1966. i 1968.
3. OVP Zagreb - Primjena fotogrametrije u projektiranju
4. SCS National Engineering Handbook - Chapter 12 - Land leveling
5. OVP Zagreb, 1982. god. - Glavni projekt odvodnje kazete br. 10 u Črnc polju
6. Žnidaršić: Priručnik za iskolčavanje kružnih krivina, Građevinska knjiga, Beograd, 1964.

# KOLIČINE I TROŠKOVI GLAVNIH RADOVA IZGRADNJE MELIORACIJSKIH KANALA

J. Marušić\*

## 1. OSNOVNI POKAZATELJI TROŠKOVA IZGRADNJE MELIORACIJSKIH KANALA

U ukupnim troškovima izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja dominantno je učešće troškova iskopa kanala bagerima i razastiranje zemlje dozerima. Osnovni projektno - izvedbeni elementi melioracijskih kanala imaju velikog utjecaja na količine glavnih radova. U sklopu analize ukupnih troškova hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja postoje sljedeće vrste radova:

### 1.1 PRIPREMNI RADOVI

To su radovi na čišćenju trasa kanala i pojasa zemljišta na kojem se vrši razastiranje zemljanog materijala iz kanala. Sječa raslinja obavlja se motornim pilama s ručnim skupljanjem i paljenjem ili odvozom materijala izvan trasa kanala i obradivog zemljišta. Vađenje panjeva vrši se kombinirano: bagerima, dozerima, ili miniranjem. Međutim veći problem je u njihovom skupljanju, uklanjanju ili zatrpavanju u jame na dubinu najmanje 1,50 m (poželjno više od 2,00 m) ispod površine obradivog zemljišta zbog izvedbe cijevne drenaže i provedbe odgovarajućih agrotehničkih mjera i radova.

U slučaju pojedinačnih panjeva moguće ih je skupljati, tovariti u vozila i odvoziti izvan obradivih površina poljoprivrednih zemljišta. U slučaju gušćih panjeva vrši se iskop jama bagerima te transport i zatrpavanje panjeva dozerima. Praksa je potvrdila da veća gustoća raslinja i panjeva znatno poskupljuje izgradnju hidromelioracijskih sustava. Zbog toga je već u fazi izrade projektnih rješenja potrebno provesti terenska snimanja u vezi definiranja:

- površine, vrste, gustoće i dimenzije raslinja
- broja i debljine ("gustoće") panjeva.

Potom se određuje način odstranjivanja raslinja i panjeva s trase kanala i pojasa razastiranja zemljišta. Posebno treba pravovremeno definirati količine i dimenzije raslinja i panjeva na samim poljoprivrednim površinama. Dosadašnja iskustva potvrđuju da i troškovi uređenja poljoprivrednih površina znatno poskupljuju izgradnju hidromelioracijskih sustava. Također, posebno treba vrednovati troškove ravnjanja zemljišta (mikrodepresija) te zatrpavanje napuštenih starih kanala kao i uklanjanje tipskih cijevnih propusta na njima.

Iskustvena ocjena tehničko-financijskih pokazatelja je da ne bi trebalo provoditi hidromelioracijske radove na poljoprivrednim zemljištima gdje su troškovi pripremnih radova veći od troškova glavnih radova (iskopa kanala bagerima i razastiranje zemlje dozerima).

U troškovnicima izgradnje hidromelioracijskih sustava treba definirati vrste, količine i troškove te tehnologiju izvedbe:

- pripremnih radova na trasama kanala i pojasu razastiranja zemljišta
- radova na uređenju poljoprivrednih površina.

Posebno treba definirati vremenu dinamiku izvedbe pripremnih radova, kako ne bi dolazilo do zastoja u izvedbi glavnih radova, a time i do poskupljenja izgradnje. U normalnim terenskim uvjetima

\* *Doc. dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.ing.grad. GRADEVINSKI INSTITUT - ZAGREB  
OOUR FAKULTET GRADEVINSKIH ZNANOSTI - ZAGREB*



troškovi pripremnih radova sudjeluju sa 10 do 20 % od ukupnih troškova dogradnje postojećih ili izgradnje novih hidromelioracijskih sustava.

## 1.2 IZVEDBA TIPSКИH PROPUSTA

U sklopu kanalske i putne mreže potrebna je i izvedba tipskih cijevnih propusta za pristup na svaku poljoprivrednu parcelu.

Tipski propusti izvode se najčešće od gotovih betonskih cijevi promjera 60, 80 i 100 cm - na melioracijskim kanalima IV reda. Na melioracijskim kanalima III reda izvode se tipski propusti od gotovih betonskih cijevi promjera 120 do 200 cm, a rjeđe i armirano-betonski pločasti propusti otvora 2,0 do 4,0 m'.

U slučaju većih padova dna kanala izvode se i betonske stepenice, kao i zaštita dna i pokosa kanala.

U normalnim terenskim uvjetima i prosječnim projektno-izvedbenim rješenjima troškovi tipskih objekata (cijevnih i pločastih propusta, betonskih stepenica) sudjeluju s 8 do 15 % od ukupnih troškova izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog gravitacijskog odvodnjavanja.

Troškovi izgradnje crpnih postrojenja znatno poskupljuju izgradnju površinskog i podzemnog odvodnjavanja - što je obrađeno u posebnom radu ove knjige (D. Mihelčić) kao i u prethodnoj knjizi 3.

## 2. UTJECAJ PROJEKTO-IZVEDBENIH ELEMENATA NA TROŠKOVE IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSКИH SUSTAVA ODVODNJAVANJA

U sklopu definiranja i vrednovanja osnovnih elemenata hidromelioracijskih sustava odvodnjavanja prvenstveno treba odrediti da li postoji mogućnost gravitacijskog odvodnjavanja ili je potrebna izgradnja objekata crpnih postrojenja? Također je važan stupanj izgrađenosti i funkcioniranja hidrotehničkih objekata za zaštitu melioracijskih područja od vanjskih (poplavnih) voda (sigurnost objekata, mjerodavni povratni period za dimenzioniranje nasipa i korita vodotoka te ustava i brana).

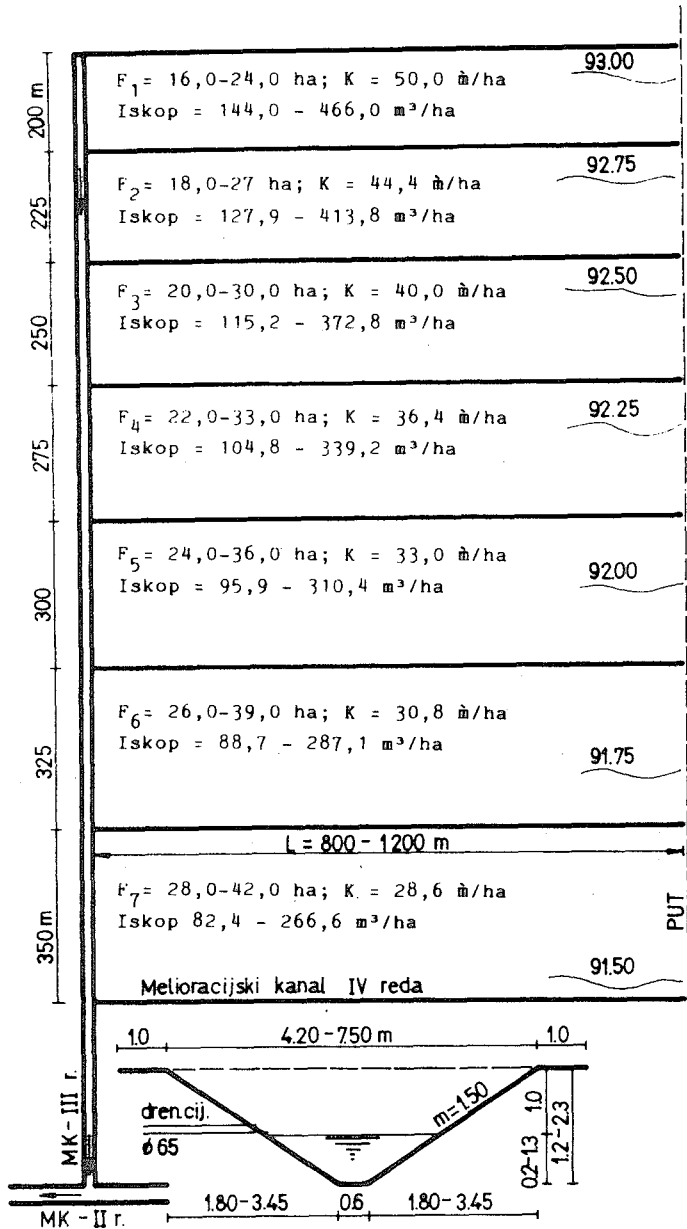
Posebnu sistematizaciju i analizu terenskih i projektних elemenata potrebno je izvršiti u slučaju potrebe izgradnje crpnih postrojenja, koja znatno poskupljuju izgradnju hidromelioracijskih sustava. To je prikazano u posebnom radu ove knjige (D. Mihelčić).

Međutim, u praksi se u fazi izrade projektne dokumentacije nedovoljno sagledava utjecaj osnovnih projektnih elemenata kanala na troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja, što kasnije utječe i na troškove njihovog održavanja.

Za iznalaženje optimalnih projektnih rješenja neophodna je sistematizacija i analiza terenskih obilježja melioracijskih područja, ali je istovremeno bitno predloženim rješenjima zadovoljiti zahtjeve suvremene proizvodnje poljoprivrednih kultura. Obzirom na dimenzioniranje melioracijskih kanala na mjerodavne protoke od petogodišnjeg do dvadesetpetogodišnjeg povratnog perioda, važno je pravovremeno vrednovati i ostale elemente odvodnje koji utječu na razmaka i dubine kanala. To je detaljnije obrađeno u knjizi 2 i 3 - Priručnika za hidrotehničke melioracije.

Međutim, posebnu analizu zahtijeva utjecaj razmaka i osnovnih dimenzija kanala na troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava odvodnjavanja. Praksa je potvrdila i prolaznost kriterija, odnosno i samih zahtjeva u procesu proizvodnje poljoprivrednih kultura. Također posebno treba analizirati troškove izgradnje otvorenih melioracijskih kanala sa i bez izvedbe sustava podzemnog odvodnjavanja. Kod izvedbe sustava na uređenju novih površina veliko je učešće troškova i u izvedbi pripremnih radova (čišćenje terena od raslinja). U ukupnim troškovima treba analizirati i učešće troškova tipskih objekata na melioracijskim kanalima.

Međutim, dominantno je prvenstveno učešće troškova izgradnje samih melioracijskih kanala. Zbog toga se u nastavku daje sistematizacija i analiza utjecaja osnovnih elemenata otvorenih kanala na ukupne troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog odvodnjavanja (slika 1).



Slika 1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA

U sklopu toga težište analize je u vrednovanju utjecaja slijedećih elemenata melioracijskih kanala IV i III reda (detaljnih i sabirnih kanala):

- razmak melioracijskih kanala met
- dubina kanala met
- širina dna kanala met
- pokos (nagib) stranica kanala 1:m.

Iz odnosa navedenih elemenata kanala slijede i količine osnovnih radova na iskopu i razastiranju zemljanog materijala iz kanala. Naime, poprečni presjek kanala ( $m^2/m$ ) određuje i količina iskopa ( $m^3/m$ ;  $m^3/ha$ ). S obzirom da se troškovi izgradnje hidromelioracijskih sustava izražavaju u  $din/ha$ , u skladu s tim potrebno je iskazati i količine odgovarajućih radova ( $m^2/ha$ ;  $m^3/ha$ ).

Praksa je potvrdila da su stvarni troškovi izgradnje hidromelioracijskih sustava u mnogim slučajevima znatno veći od projektom predviđenih. Glavni razlog tome je što se u fazi izrade projektne dokumentacije u nedovoljnoj mjeri sagledava utjecaj terenskih činilaca, kao i rezultata odgovarajućih proračuna koji direktno djeluju na mjerodavne elemente kanala i ostalih objekata sustava površinskog odvodnjavanja.

Pri tome treba imati u vidu da hidraulički i geometrijski elementi kanala trebaju prvenstveno biti u skladu s mjerodavnim normama odvodnje ( $l/s/ha$ ; vrijeme odvodnje suvišnih voda, dubina vode u kanalima u odnosu na površinu terena i zonu razvoja korjena poljoprivrednih kultura). To je detaljnije obrađeno u knjizi 2 i 3 - Priručnika za hidrotehničke melioracije.

U ovom dijelu daju se odgovarajući numerički i grafički pokazatelji utjecaja:

- dubine i razmaka melioracijskih kanala ( $m^3/m$ ;  $m/ha$ ;  $m^3/ha$ ) na troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog odvodnjavanja ( $din/ha$ ).

To se prvenstveno odnosi na:

- melioracijske kanale IV reda ili detaljne kanale
- melioracijske kanale III reda ili sabirne kanale.

Detaljni podaci vidljivi su u numeričkim i grafičkim pokazateljima u tabeli 1. Bitno je pravilno vrednovati učešće troškova iskopa samih kanala u ukupnim troškovima izgradnje hidromelioracijskih sustava.

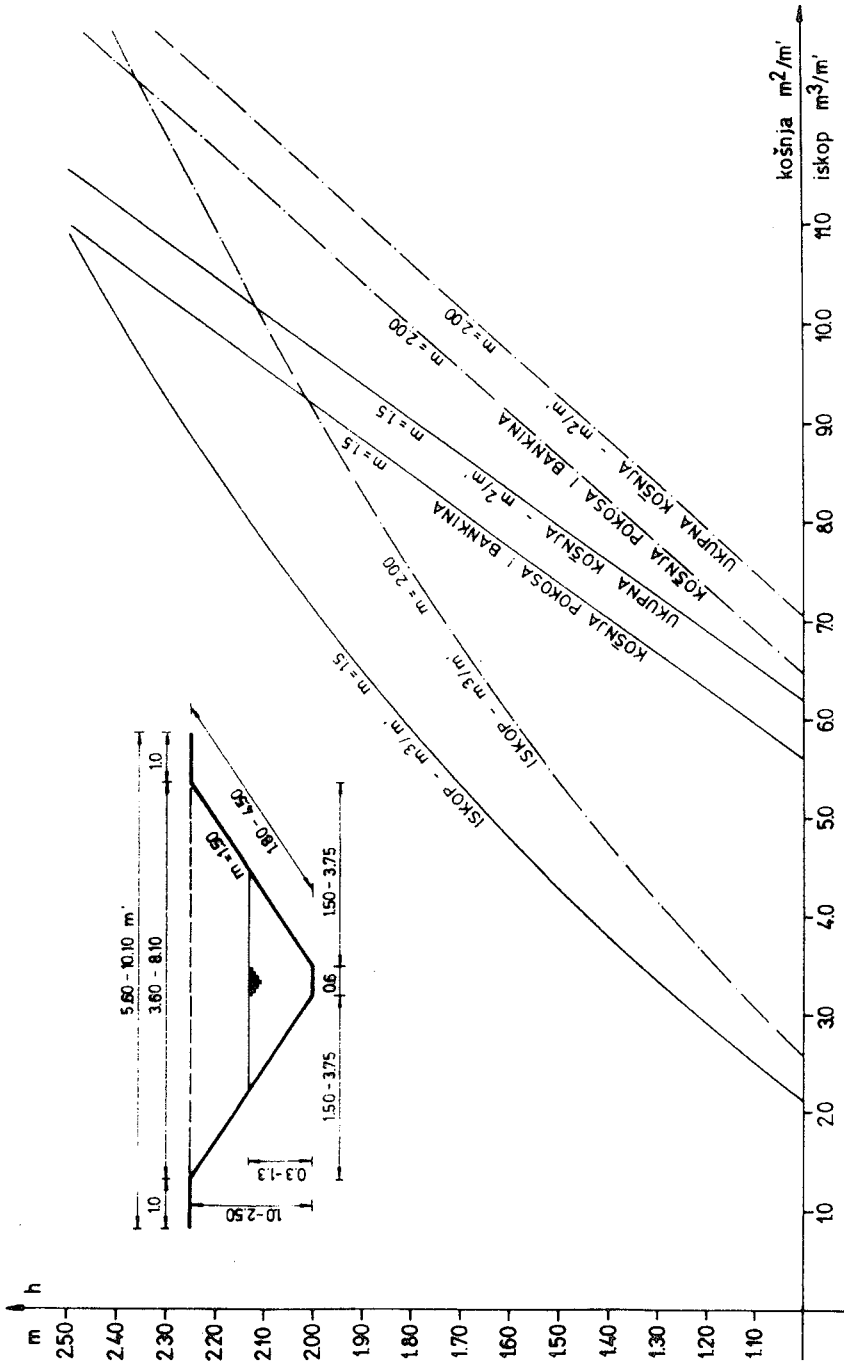
Osnovni tlocrtni elementi melioracijskih kanala IV i III reda dati su na slici 1, a ostali potrebni pokazatelji daju se u numeričkim i grafičkim prilogima prema slijedećem redoslijedu:

Iskop melioracijskih kanala IV reda za širinu dna 0,60 m i  $l = 20$  m - podaci  $m^3/m$  i  $m^3/ha$  vidljivi su u tabeli 1 i sl. 2 i 3.

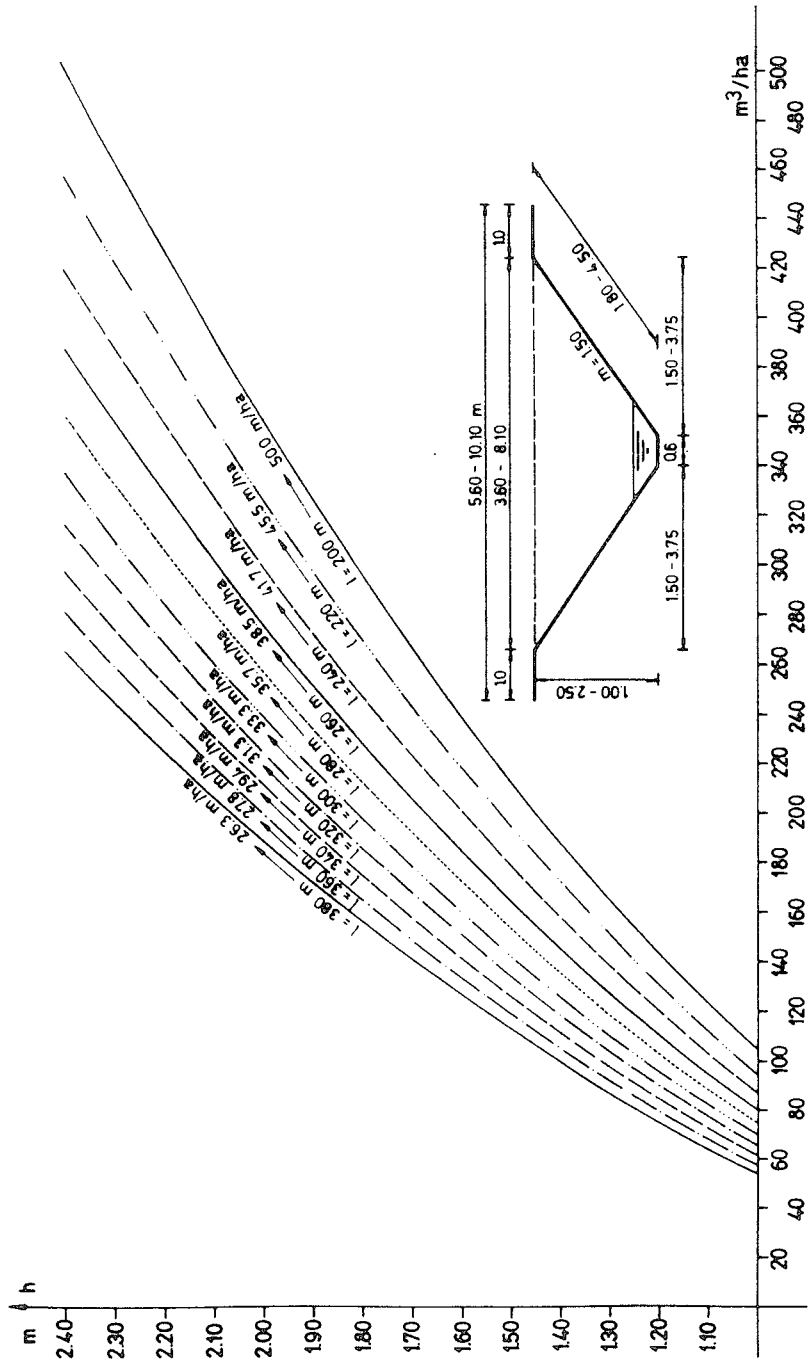
Tabela 1 KOLIČINA ISKOPA ZA RAZLIČITE RAZMAKE I DUBINE KANALA IV REDA  
pokos stranica  $m = 1,50$  m, širina dna  $0,60$  m, razmak od  $200$  do  $380$  m

dub. kan. m	popr. presj. m <sup>2</sup>	Razmak (m) gustoća m/ha i količina iskopa (m <sup>3</sup> /ha)									
		200 50	220 45,5	240 41,7	260 38,5	280 35,7	300 33,3	320 31,3	340 29,4	360 27,8	380 26,3
1,10	2,48	124,0	112,8	103,4	95,5	88,5	82,6	77,6	72,9	68,9	65,2
1,20	2,88	144,0	130,0	120,1	110,9	102,8	95,9	90,1	84,7	80,1	75,7
1,25	3,09	154,5	140,6	128,9	119,0	110,3	102,9	96,7	90,8	85,9	81,3
1,30	3,30	165,5	150,6	138,0	127,4	118,2	110,2	103,6	97,3	92,0	87,1
1,35	3,54	177,0	161,1	147,6	136,3	126,4	117,9	110,8	104,1	98,4	93,1
1,40	3,78	189,0	172,0	157,6	145,5	134,9	125,9	118,3	111,1	105,1	99,4
1,45	4,02	201,0	182,9	167,6	154,8	143,5	133,9	125,8	118,2	111,8	105,7
1,50	4,28	213,5	194,3	178,1	164,4	152,4	142,2	133,7	125,5	118,7	112,3
1,55	4,53	226,5	206,1	188,9	174,4	161,7	150,8	141,8	133,2	125,9	119,1
1,60	4,80	240,0	218,4	200,2	184,8	171,4	159,8	150,2	141,1	133,4	126,2
1,65	5,07	254,0	230,7	211,4	195,2	181,0	168,8	158,7	149,1	140,9	133,3
1,70	5,36	268,0	243,9	223,5	206,4	191,4	178,5	167,8	157,6	149,0	141,0
1,75	5,64	282,0	256,6	235,2	217,1	201,3	187,8	176,5	165,8	156,8	148,3
1,80	5,94	297,0	270,3	247,7	228,7	212,1	197,8	185,9	174,6	165,1	155,2
1,85	6,24	312,0	283,9	260,2	240,2	222,8	207,8	195,3	183,5	173,5	164,1
1,90	6,56	328,0	298,5	273,6	252,6	234,2	218,4	205,3	192,9	182,4	172,5
1,95	6,87	343,5	312,6	286,5	264,5	245,3	228,8	215,0	202,0	191,0	180,7
2,00	7,20	360,0	327,6	300,2	277,2	257,0	239,8	225,4	211,7	200,2	189,4
2,05	7,53	376,5	342,6	314,0	289,9	268,8	250,7	235,7	221,4	209,3	198,0
2,10	7,88	393,0	358,5	328,6	303,4	281,3	262,4	246,6	231,7	219,1	207,2
2,15	8,22	411,0	374,0	342,8	316,5	293,5	273,7	257,3	241,7	228,5	216,2
2,20	8,58	429,0	390,4	357,8	330,3	306,3	285,7	268,6	252,3	238,5	225,7
2,25	8,95	427,5	389,0	356,5	329,2	305,2	284,7	267,6	251,4	237,7	224,9
2,30	9,32	466,0	424,1	388,6	358,8	332,7	310,4	291,7	274,0	259,1	245,1
2,35	9,69	484,5	440,9	404,1	373,1	345,9	322,7	303,3	284,9	269,4	254,8
2,40	10,08	504,0	458,6	420,3	388,1	359,9	335,7	315,5	296,4	280,2	265,1
2,50	10,88	544,0	495,0	453,7	418,9	388,4	362,3	340,5	319,9	302,4	286,1

$\Delta l = 20$  m;  $\Delta h = 0,05$  m;  $K = 26,3 - 50,0$  m/ha



Slika 2 ISKOP (m<sup>3</sup>/m') I KOŠNJA (m<sup>2</sup>/m') MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA  
za m = 1,50-2,00



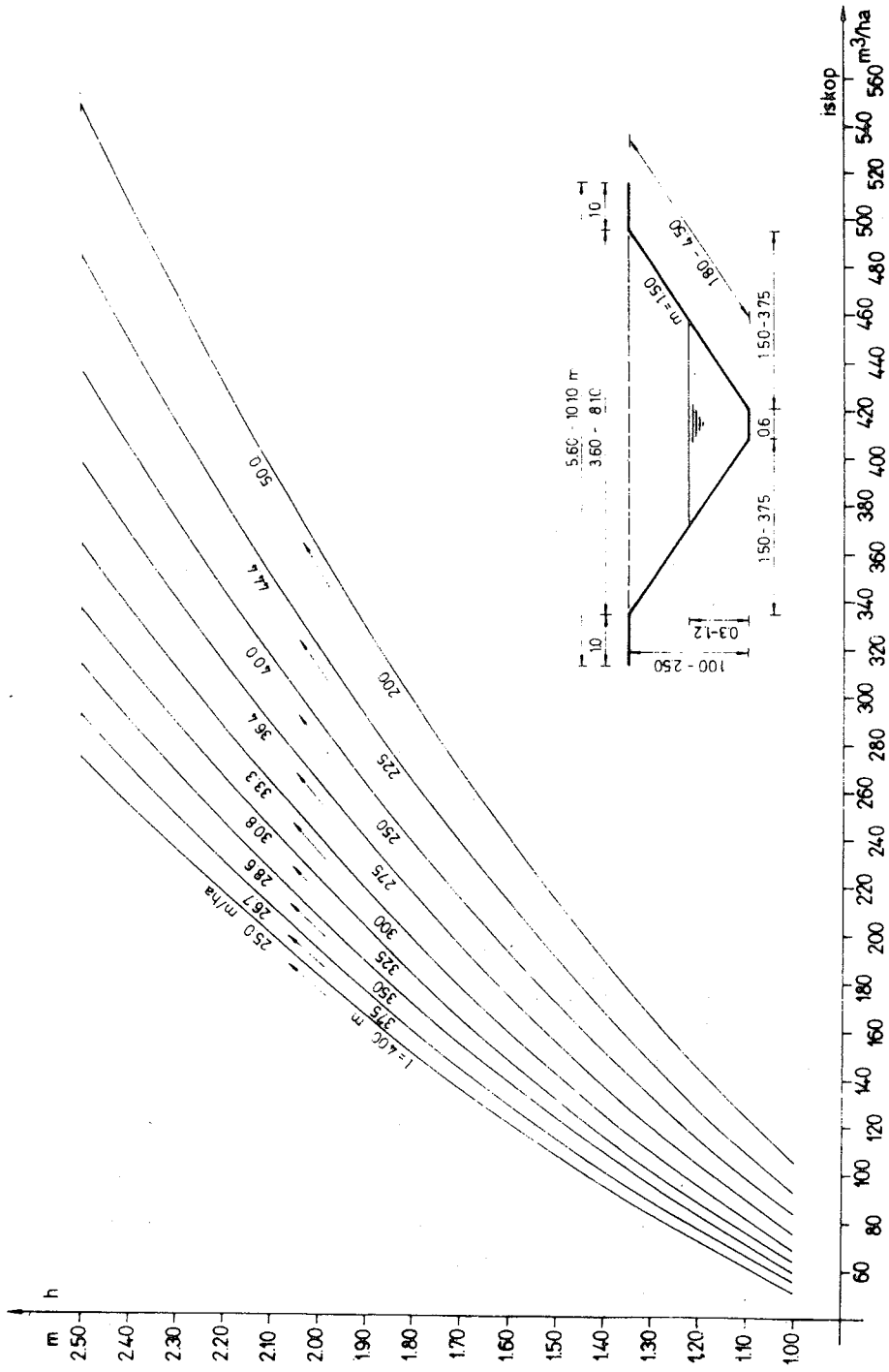
Slika 3 ISKOP MELIORACIJSKIH KANALA ( $m^3/ha$ ) ZA RAZLIČITE DUBINE I POKOS STRANICA  $m = 1,50$  i  $\Delta l = 20 m$

Iskop melioracijskih kanala IV reda za širinu dna 0,60 m i  $\Delta l = 25$  m - podaci  $m^3/m$  i  $m^3/ha$  vidljivi su u tabeli 2 i sl. 4.

Tabela 2 KOLIČINA ISKOPA MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA ZA RAZLIČITE RAZMAKE I DUBINE KANALA -  $m^3/ha$

Dubine kanala $m$	Iskop kanala $m^3/ha$	Ukupna količina iskopa kanala za različite razmake i dubine melioracijskih kanala IV reda ( $\Delta l = 25$ m, $\Delta h = 0,10$ m, $K = 25,0 - 50,0$ $m/ha$ ).									
		1=400 $\dot{m}$ 25,0 $m/ha$	375 $m$ 26,7 $m/ha$	350 $m$ 28,6 $m/ha$	325 $m$ 30,8 $m/ha$	300 $m$ 33,3 $m/ha$	275 $m$ 36,4 $m/ha$	250 $m$ 40,0 $m/ha$	225 $m$ 44,4 $m/ha$	200 $m$ 50 $m/ha$	
1,00	2,10	52,5	56,1	60,1	64,7	69,9	76,4	84,0	93,2	105,0	
1,40	2,47	61,8	65,9	70,6	76,1	82,3	89,5	98,8	109,7	123,5	
1,20	2,88	72,0	76,9	82,4	88,7	95,9	104,8	115,2	127,9	144,0	
1,30	3,32	83,0	88,6	94,9	102,3	110,6	120,8	132,4	147,4	165,5	
1,40	3,78	94,5	100,9	108,1	116,4	125,9	137,6	151,2	167,8	189,0	
1,50	4,28	107,0	114,3	122,4	131,8	142,5	155,8	170,8	190,0	213,5	
1,60	4,80	120,0	128,2	137,3	147,8	159,8	174,7	192,0	213,1	240,0	
1,70	5,36	134,0	143,1	153,3	165,1	178,5	195,1	214,4	238,0	268,0	
1,80	5,94	148,5	158,6	169,9	182,9	197,8	216,2	237,6	263,7	297,0	
1,90	6,56	164,0	175,2	187,6	202,0	218,4	238,8	262,4	291,3	328,0	
2,00	7,20	180,0	192,2	205,9	221,8	239,8	262,1	288,0	319,7	360,0	
2,10	7,88	197,0	210,4	225,4	242,7	262,4	286,8	314,0	349,9	393,0	
2,20	8,58	214,5	229,1	245,4	264,3	285,7	321,3	343,2	381,0	429,0	
2,30	9,32	233,0	248,8	266,6	287,1	310,4	339,2	372,8	413,8	466,0	
2,40	10,08	252,0	269,1	288,3	310,5	335,7	366,9	403,2	447,6	504,0	
2,50	10,88	272,0	290,5	311,2	335,1	362,3	396,0	435,2	483,1	544,0	

Pokos stranica kanala 1,50, širina dna 0,60 m, razmak MK - IV r. od 200 do 400 m.



Slika 4 KOLIČINA ISKOPA MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA ( $m^3/ha$ );  
 $m = 1.50, h = 1.00-2.50$  m,  $l = 200-400$  m,  $\Delta l = 25$  m.

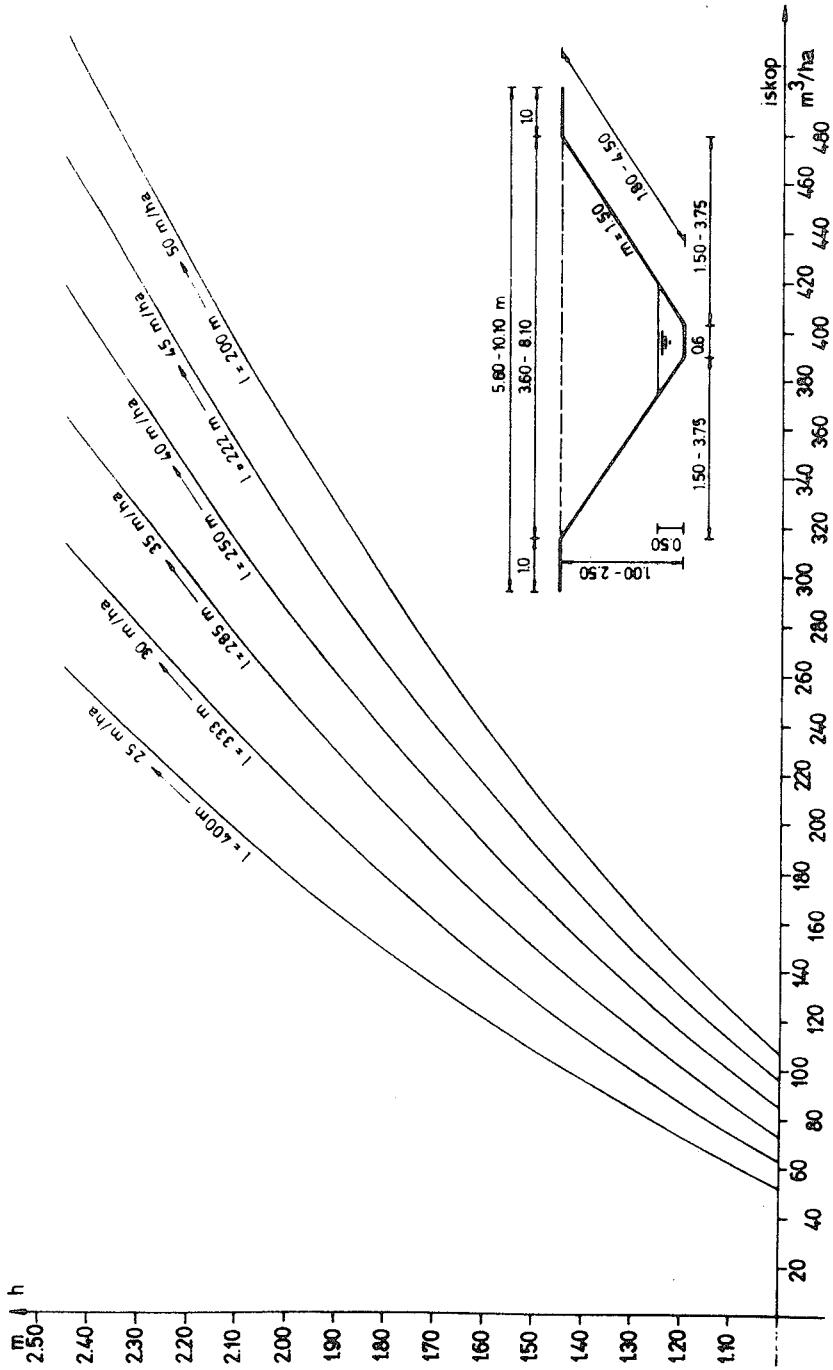


Iskop melioracijskih kanala IV reda za širinu dna 0,60 m;  $\Delta h = 0,10$  m, ( $k = 5$  m'/ha)  
 - podaci  $m^3/m'$  i  $m^3/ha$

Tabela 3 KOLIČINA ISKOPA ZA RAZLIČITE RAZMAKE I DUBINE  
 MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA.

Dubina kanala m	Popreč. presjek m <sup>2</sup>	Razmak (m), gustoća m/ha i količina iskopa (m <sup>3</sup> /ha)					
		200	222	250	285	333	400
		50	45	40	35	30	25
1,00	2,10	105,0	94,5	84,0	73,5	63,0	52,5
1,00	2,48	124,0	111,6	98,8	86,8	74,4	61,8
1,20	2,88	144,0	129,6	115,2	100,8	86,4	72,0
1,30	3,32	165,5	149,4	132,4	116,2	99,6	83,0
1,40	3,78	289,0	170,1	151,2	132,3	113,4	94,5
1,50	4,28	213,5	192,6	170,8	149,8	128,4	107,0
1,60	4,80	240,0	216,0	192,0	168,0	144,0	120,0
1,70	5,36	268,0	241,2	214,4	187,6	160,8	134,0
1,80	5,94	297,0	267,3	237,6	207,9	178,2	148,5
1,90	6,56	328,0	295,2	262,4	229,6	196,8	164,0
2,00	7,20	360,0	324,0	288,0	252,0	216,0	180,0
2,10	7,88	393,0	354,6	314,0	275,8	236,4	197,0
2,20	8,58	429,0	386,1	343,2	300,3	257,4	214,5
2,30	9,32	466,0	419,4	372,8	326,2	279,4	233,0
2,40	10,08	504,0	453,6	403,2	352,8	302,4	252,0
2,50	10,88	544,0	489,6	435,2	380,8	326,4	272,0

Razmak MK-IV reda od 200-400 m, širina dna 0,60 m, pokos stranica  
 $m = 1,50$ , dubine od 1,00 do 3,50 m, gustoća kanala od 25 - 50 m/ha  
 $K = 5$  m/ha,  $h = 0,10$  m.



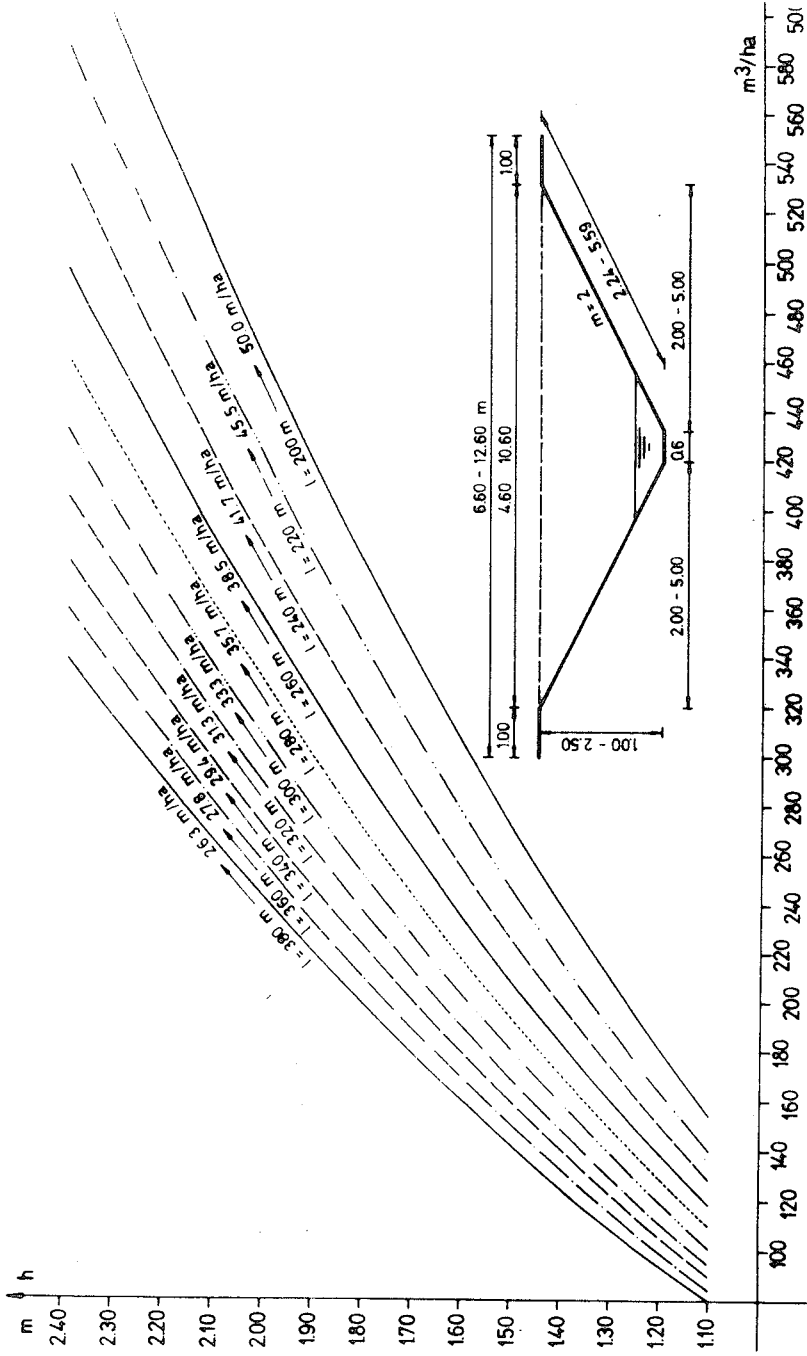
Slika 5 ISKOP MELIORACIJSKIH KANALA IV REDA; ( $m^3/ha$ ) za  $m = 1.50$  i  $\Delta k = 5m^3/ha$ .

Iskop melioracijskih kanala IV reda za širinu dna 0,60 m; pokos stranica 1:2,0,  $\Delta l = 20$  m  
 \_ podaci  $m^3/m'$  i  $m^3/ha$  vidljivi su na tabeli 4 i slici 6.

Tabela 4 KOLIČINA ISKOPA ZA RAZLIČITE RAZMAKE I DUBINE KANALA MK-IV REDA;  
 pokos stranica  $m = 2,00$ , širina dna 0,60 m i razmak od 200 do 380 m

dub. kan. m	popr. presj. m <sup>2</sup>	Razmak (m), gustoća (m/ha) i količina iskopa (m <sup>3</sup> /ha)									
		200 50	220 45,5	240 41,7	260 38,5	280 35,7	300 33,3	320 31,3	340 29,4	360 27,8	380 26,3
1,10	3,08	154,0	140,1	128,4	118,6	110,0	102,6	96,4	90,6	85,6	81,0
1,20	3,60	180,0	163,8	150,1	138,6	128,5	119,9	112,7	105,8	100,1	94,7
1,25	3,88	194,0	176,5	161,8	149,4	138,5	129,2	121,4	114,1	107,9	102,0
1,30	4,16	208,0	189,3	173,5	160,2	148,5	138,5	130,2	122,3	115,6	109,4
1,35	4,46	223,0	202,9	186,0	171,7	159,2	148,5	139,6	131,1	124,0	117,3
1,40	4,76	238,0	216,6	198,5	183,3	169,9	158,5	149,0	139,9	132,3	125,2
1,45	5,08	254,0	231,1	211,8	195,6	181,4	169,2	159,0	149,4	141,2	133,6
1,50	5,40	270,0	245,7	225,2	207,9	192,8	179,8	169,0	158,8	150,1	142,0
1,55	5,74	287,0	261,2	239,4	221,0	204,9	191,1	179,7	168,8	159,6	151,0
1,60	6,08	304,0	276,6	253,5	234,1	217,1	202,5	190,3	178,8	169,0	159,9
1,65	6,44	322,0	293,0	268,5	247,9	229,9	214,5	201,6	189,3	179,0	169,4
1,70	6,80	340,0	309,4	283,6	261,8	242,8	226,4	212,8	199,9	189,0	178,8
1,75	7,18	359,0	326,7	299,4	276,4	256,3	239,1	224,7	211,1	199,6	188,8
1,80	7,56	378,0	344,0	315,3	291,1	269,9	251,7	236,6	222,3	208,5	198,8
1,85	7,96	398,0	362,2	331,9	306,5	284,2	265,1	249,1	234,0	221,3	209,3
1,90	8,36	418,0	380,4	348,6	321,9	298,5	278,4	261,7	245,8	232,4	219,9
1,95	8,78	439,0	399,5	366,1	338,0	313,4	292,4	274,8	258,1	244,1	230,9
2,00	9,20	460,0	418,6	383,6	354,2	328,4	306,4	288,0	270,5	255,8	242,0
2,05	9,64	482,0	438,6	402,0	371,1	344,2	321,0	301,7	283,4	268,0	253,5
2,10	10,08	504,0	458,6	420,3	388,1	359,9	335,7	315,5	296,4	280,2	265,1
2,15	10,54	527,0	479,6	439,5	405,8	376,3	351,0	329,9	309,9	293,0	277,2
2,20	11,00	550,0	500,5	458,7	423,5	392,7	366,3	344,3	323,4	305,8	289,3
2,25	11,48	574,0	522,3	478,7	442,0	409,8	382,3	359,3	337,5	319,1	301,9
2,30	11,96	598,0	544,2	498,7	460,5	427,0	398,3	374,3	351,6	332,5	314,5
2,35	12,46	623,0	566,9	519,6	479,7	444,8	414,9	390,0	366,3	346,4	327,7
2,40	12,96	648,0	589,7	540,4	499,0	462,7	431,6	405,6	381,0	360,3	340,8
2,50	14,00	700,0	637,0	583,8	539,0	499,8	466,2	438,2	411,6	389,2	368,2

$\Delta l = 20$  m,  $\Delta h = 0,05$  m,  $K = 26,3 - 50,0$  m/ha.



Slika 6 ISKOP MELIORACIJSKIH KANALA (m<sup>3</sup>/ha) ZA RAZLIČITE RAZMAKE I DUBINU TE POKOS STRANICA m = 2,00 i Δl = 20 m

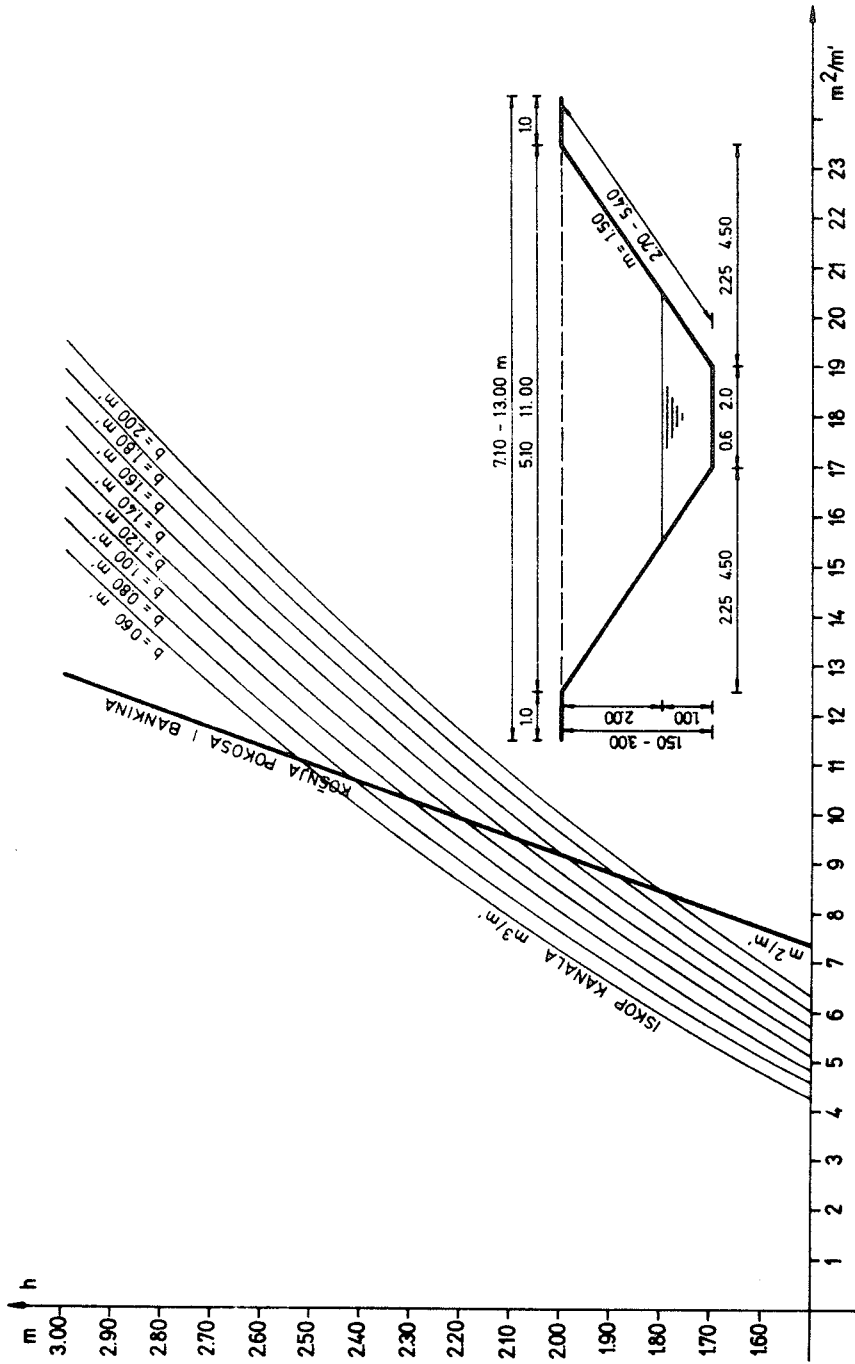
Iskop melioracijskih kanala III reda za širine dna od 0,80 do 2,00 m; pokos stranica 1:1,50 i 1:2,00 m; vidljiv je u tabeli 5 i slikama 7 i 8.

Tabela 5 KOLIČINA ISKOPA I POVRŠINE KOŠNJE MELIORACIJSKIH KANALA III REDA.  
Mjerodavne vrijednosti: širina dna od 0.80 - 2.00 m, dubina od 1.50 do 3.0 m  
i pokos kanala  $m = 1.5$  i  $m = 2.00$

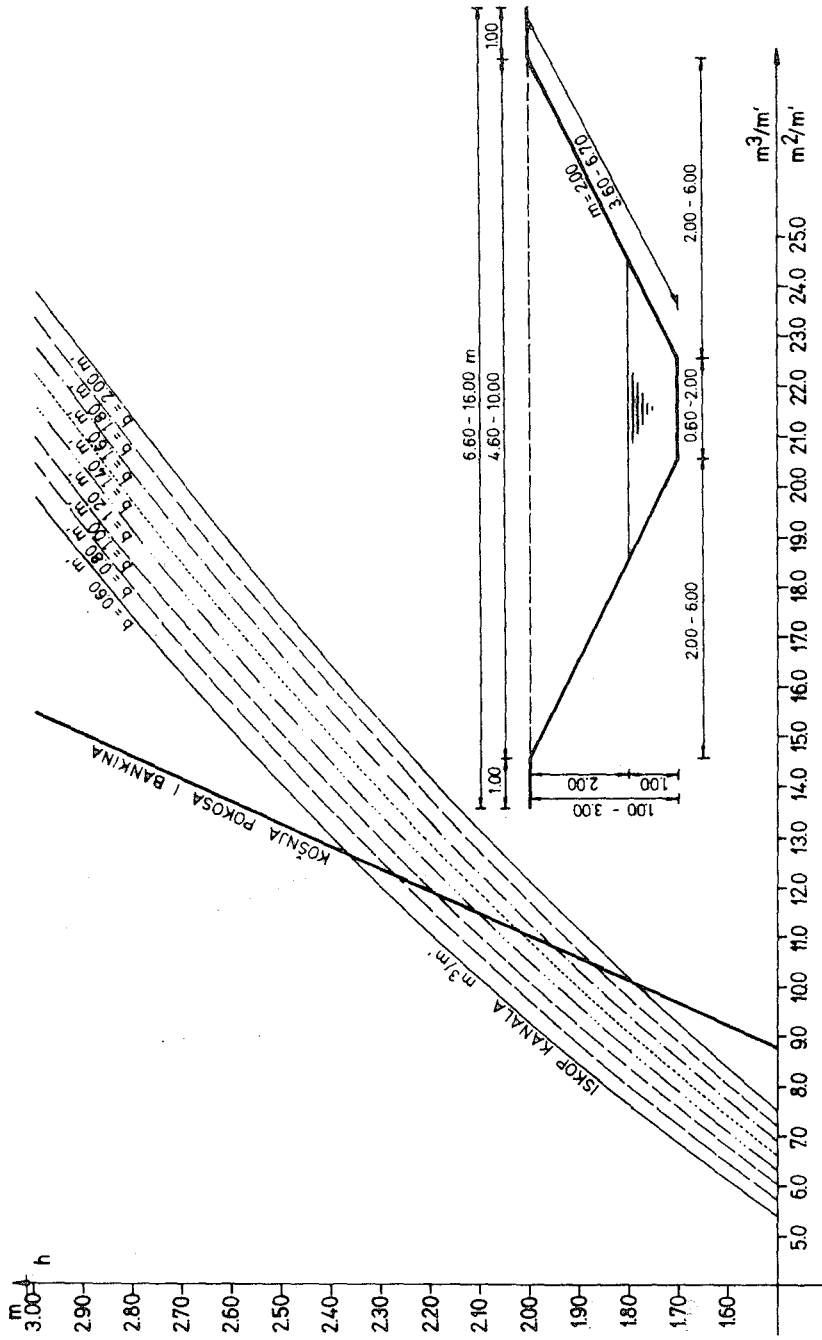
Dubina kanala m	Količina iskopa kanala ( $m^3/m$ ) za razne dubine, širine dna i pokos kanala $m = 1,50$ i $m = 2,00$							Površ. pokosa i bank. $m^2$
	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	
1,50	4,58 5,70	4,88 6,00	5,18 6,30	5,48 6,60	5,78 6,90	6,08 7,20	6,38 7,50	7,40 8,72
1,60	5,12 6,40	5,44 6,72	5,76 7,04	6,08 7,36	6,40 7,68	6,72 8,00	7,04 8,32	7,76 9,17
1,70	5,70 7,14	6,04 7,48	6,38 7,82	6,72 8,16	7,06 8,50	7,40 8,84	7,74 9,18	8,12 9,62
1,80	6,30 7,92	6,66 8,28	7,02 8,64	7,38 9,00	7,74 9,36	8,10 9,72	8,46 10,08	8,48 10,06
1,90	6,94 8,74	7,32 9,12	7,70 9,50	8,08 9,88	8,46 10,26	8,84 10,64	9,22 11,02	8,84 10,51
2,00	7,60 9,60	8,00 10,00	8,40 10,40	8,80 10,80	9,20 11,20	9,60 11,60	10,00 12,00	9,20 10,96
2,10	8,30 10,50	8,72 10,92	9,14 11,34	9,56 11,76	9,98 12,18	10,40 12,60	10,82 13,02	9,56 11,41
2,20	9,02 11,44	9,46 11,88	9,90 12,32	10,34 12,76	10,78 13,20	11,22 13,64	11,66 14,08	9,92 11,86
2,30	9,78 12,42	10,24 12,88	10,70 13,34	11,16 13,80	11,62 14,26	12,08 14,72	12,54 15,18	10,28 12,30
2,40	10,56 13,44	11,04 13,92	11,52 14,40	12,00 14,88	12,48 15,36	12,96 15,84	13,44 16,32	10,64 12,75
2,50	11,38 14,50	11,88 15,00	12,38 15,50	12,88 16,00	13,38 16,50	13,88 17,00	14,38 17,50	11,00 13,20
2,60	12,22 15,60	12,74 16,12	13,26 16,64	13,78 17,16	14,30 17,68	14,82 18,20	15,34 18,72	11,36 13,65
2,70	13,10 16,74	13,64 17,28	14,18 17,82	14,72 18,36	15,26 18,90	15,80 19,44	16,34 19,98	11,72 14,10
2,80	14,00 17,92	14,56 18,48	15,12 19,04	15,68 19,60	16,24 20,16	16,80 20,72	17,36 21,28	12,08 14,54
2,90	14,94 19,14	15,52 19,72	16,10 20,30	16,68 20,88	17,26 21,46	17,84 22,04	18,42 22,62	12,44 14,99
3,00	15,90 20,40	16,50 21,00	17,10 21,60	17,70 22,20	18,30 22,80	18,90 23,40	19,50 24,00	12,80 15,44

U prvom redu su količine iskopa za  $m = 1,50$

U drugom redu su količine iskopa za  $m = 2,00$



Slika 7 KOLIČINA ISKOPA I POVRŠINA KOŠNJE MELIORACIJSKIH KANALA IV I III REDA. Mjerodavne vrijednosti: širina dna 0.6-1.0-2.0 m; dubina 1.5-3.0 m i pokos  $m = 1.50$ .



Slika 8 KOLIČINA ISKOPA I POVRŠINA KOŠNJE MELIORACIJSKIH KANALA IV I III REDA. Mjerodavne vrijednosti: širina dna 0.6-1.0-2.0 m; dubina 1.0-1.5-2.5-3.0 m i pokos m = 2.00

Ukupna količina melioracijskih kanala za slijedeće elemente:

kanali IV reda; b = 0,60 m; h = 1,30 - 2,30 m; m = 1,50; l = 200-300 m;

kanali III reda; b = 1,00 m; h = 1,80 - 2,80 m; m = 1,50; l = 1000 m;

Podaci m<sup>3</sup>/m i m<sup>3</sup>/ha vidljivi su na tabeli 6 i slici 9.

Tabela 6 KOLIČINA ISKOPA MELIORACIJSKIH KANALA III i IV REDA SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJEVANJA.

U prvom redu su količine iskopa MK-IV reda a u drugom ukupni iskop MK-III i IV reda.

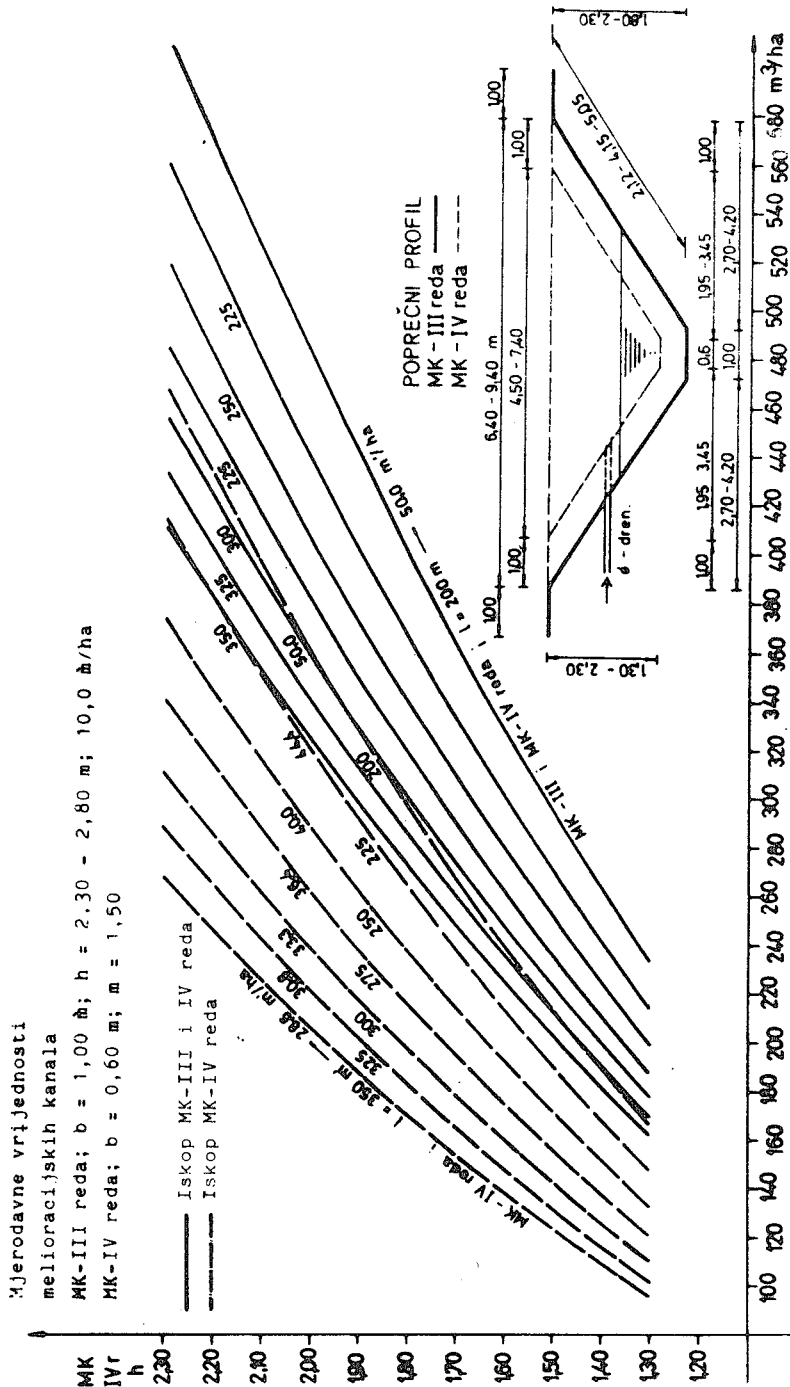
MK - III reda - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	dubina - m -	Količina iskopa melioracijskih kanala III i IV reda za razmake MK - III i IV reda od 200 do 350 m, a MK - III reda od 600 do 1200 m (m <sup>3</sup> /ha)									
			350 m <sup>3</sup> /ha	325 m <sup>3</sup> /ha	300 m <sup>3</sup> /ha	275 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> /ha	175 m <sup>3</sup> /ha	150 m <sup>3</sup> /ha	125 m <sup>3</sup> /ha
1,80	6,66	1,30	350 m <sup>3</sup> /ha 28,6 m <sup>3</sup> /m	325 m <sup>3</sup> /ha 30,8 m <sup>3</sup> /m	300 m <sup>3</sup> /ha 33,3 m <sup>3</sup> /m	275 m <sup>3</sup> /ha 36,4 m <sup>3</sup> /m	250 m <sup>3</sup> /ha 40,0 m <sup>3</sup> /m	225 m <sup>3</sup> /ha 44,4 m <sup>3</sup> /m	200 m <sup>3</sup> /ha 50 m <sup>3</sup> /m	175 m <sup>3</sup> /ha 55,6 m <sup>3</sup> /m	150 m <sup>3</sup> /ha 62,2 m <sup>3</sup> /m	125 m <sup>3</sup> /ha 70 m <sup>3</sup> /m
1,90	7,32	1,40	95,0 161,6	102,3 168,9	110,6 177,2	120,9 187,5	132,8 199,4	147,4 214,0	166,0 232,6	189,0 266,6	214,0 301,4	244,0 338,8
2,00	8,00	1,50	108,1 181,3	116,4 189,6	125,9 199,1	137,6 210,8	151,2 224,4	167,8 241,0	189,0 266,6	214,0 301,4	244,0 338,8	279,0 376,2
2,10	8,72	1,60	122,4 202,4	131,8 211,8	145,5 225,5	155,8 235,8	171,2 251,2	190,0 270,0	214,0 294,0	244,0 338,8	279,0 376,2	314,0 411,4
2,20	9,46	1,70	137,3 224,5	147,8 235,0	159,8 247,0	174,7 261,9	192,0 279,2	213,1 300,3	240,0 327,2	270,0 357,0	301,4 388,4	332,6 419,6
2,30	10,24	1,80	153,3 247,9	165,1 259,7	176,5 273,1	195,1 289,7	214,4 309,0	238,0 326,0	268,0 355,0	297,0 384,0	332,6 419,6	362,6 449,6
2,40	11,04	1,90	169,9 272,3	183,0 285,4	197,8 300,2	216,2 318,6	237,6 340,0	263,7 366,1	297,0 399,4	332,6 419,6	362,6 449,6	392,6 479,6
2,50	11,88	2,00	187,6 298,0	202,0 312,4	218,5 328,9	238,8 349,2	262,4 372,8	291,3 401,7	328,0 438,4	362,6 449,6	392,6 479,6	422,6 509,6
2,60	12,74	2,10	205,9 324,7	221,8 340,6	239,8 359,6	262,1 380,9	288,0 406,8	319,7 438,5	360,0 478,8	392,6 479,6	422,6 509,6	452,6 539,6
2,70	13,64	2,20	225,4 352,8	242,7 370,1	262,4 389,8	286,8 414,2	315,2 442,6	349,9 477,3	394,0 521,4	422,6 509,6	452,6 539,6	482,6 569,6
2,80	14,56	2,30	245,4 381,8	264,3 400,7	285,7 422,1	312,3 448,7	343,2 479,6	380,9 517,3	429,0 565,4	452,6 539,6	482,6 569,6	512,6 599,6
			266,6 412,2	287,1 432,7	310,4 456,0	339,2 484,8	372,8 518,4	413,8 559,4	466,0 611,6	482,6 569,6	512,6 599,6	542,6 629,6

Mjerodavni elementi kanala: Pokos stranica 1:m=1:1,50

MK - III reda - dubina 1,80-2,80 m; širina dna 1,00 m; razmak 800-1200 m; 8-12 m<sup>3</sup>/ha (66,6-145,6 m<sup>3</sup>/ha)  
 MK - IV reda - dubina 1,30-2,30 m; širina dna 0,60 m; razmak 200-350 m; 28,6-50,0 m<sup>3</sup>/ha (95-466 m<sup>3</sup>/ha)  
 Površina poljoprivrednih parcela od 16,0 do 42,0 ha (od 200x800 do 350x1200 m)



Slika 9 KOLIČINA ISKOPA MELIORACIJSKIH KANALA III I IV REDA (m<sup>3</sup>/ha) - za razmake MK - IV reda od 200 do 350 m; površine poljoprivrednih parcela od 16 do 42 ha



Ukupna vrijednost izgradnje hidro-melioarcijskih sustava površinskog gravitacijskog odvodnjavanja po prosječnim cijenama u 1987. godini i elementima kanala dana je u tabeli 7 i slici 10.

Tabela 7 VRIJEDNOST IZVEDBE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG GRAVITACIJSKOG ODVODNJAVANJA,

ožujak 1987. godine

$$R_{bd} = 0,77 R_{uk}$$

MK - III reda		MK - IV reda		Vrijednost izgradnje sustava površinskog odvodnjavanja - (din/ha) za razmake MK - IV reda od 200 do 350 m												
dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	350 m <sup>3</sup> /ha	325 m <sup>3</sup> /ha	300 m <sup>3</sup> /ha	275 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> /ha
1,80	6,66	1,30	3,32	113.443	118.568	124.394	131.625	139.979	150.228	163.285	139.979	150.228	163.285	139.979	150.228	163.285
1,90	7,32	1,40	3,78	147.328	153.984	161.551	170.942	181.791	195.101	212.059	181.791	195.101	212.059	181.791	195.101	212.059
2,00	8,00	1,50	4,28	127.273	133.099	139.768	147.982	157.529	169.182	184.064	157.529	169.182	184.064	157.529	169.182	184.064
2,10	8,72	1,60	4,80	165.290	172.856	181.517	192.184	204.583	219.717	239.045	204.583	219.717	239.045	204.583	219.717	239.045
2,20	9,46	1,70	5,36	142.085	148.684	158.301	165.532	176.342	189.540	206.388	176.342	189.540	206.388	176.342	189.540	206.388
2,30	10,24	1,80	5,94	184.526	193.096	205.586	214.976	229.016	246.156	268.036	229.016	246.156	268.036	229.016	246.156	268.036
2,40	11,04	1,90	6,56	157.599	164.970	173.394	183.854	195.998	210.811	229.694	195.998	210.811	229.694	195.998	210.811	229.694
2,50	11,88	2,00	7,20	204.674	214.247	225.987	238.771	254.543	273.780	298.304	238.771	254.543	273.780	238.771	254.543	273.780
2,60	12,74	2,10	7,88	174.026	182.309	191.716	203.369	216.918	233.485	254.545	216.918	233.485	254.545	216.918	233.485	254.545
2,70	13,64	2,20	8,58	226.008	236.766	248.982	264.116	281.712	303.228	330.578	281.712	303.228	330.578	281.712	303.228	330.578
2,80	14,56	2,30	9,32	191.857	200.351	210.740	223.657	238.680	257.002	280.379	238.680	257.002	280.379	238.680	257.002	280.379
				249.164	260.196	273.689	290.464	309.974	333.769	364.128	309.974	333.769	364.128	309.974	333.769	364.128
				209.196	219.305	230.888	245.138	261.706	281.993	307.757	261.706	281.993	307.757	261.706	281.993	307.757
				271.683	284.811	299.854	318.362	339.877	366.225	399.684	339.877	366.225	399.684	339.877	366.225	399.684
				227.939	239.101	251.737	267.392	285.574	307.827	336.118	285.574	307.827	336.118	285.574	307.827	336.118
				296.625	310.521	326.931	347.262	370.875	399.775	436.516	370.875	399.775	436.516	370.875	399.775	436.516
				247.666	259.810	273.640	290.768	310.705	335.065	366.023	310.705	335.065	366.023	310.705	335.065	366.023
				321.644	337.416	355.376	377.621	403.513	435.149	477.354	403.513	435.149	477.354	403.513	435.149	477.354
				268.024	281.291	296.314	314.987	336.679	363.145	396.911	336.679	363.145	396.911	336.679	363.145	396.911
				348.083	365.314	384.824	409.075	437.246	471.616	515.469	437.246	471.616	515.469	437.246	471.616	515.469
				289.364	303.755	320.112	340.330	363.917	392.699	429.343	363.917	392.699	429.343	363.917	392.699	429.343
				375.798	394.488	415.730	441.986	472.619	509.998	557.588	472.619	509.998	557.588	472.619	509.998	557.588

Mjerodavni elementi za proračun: Iskop kanala bagerima 395.- din/m<sup>3</sup>; razastiranje zemlje dozerima 307.- din/m<sup>3</sup>; Rbd = 702.- din/m<sup>3</sup> sudjeluje sa 77 % u ukupnoj vrijednosti hidromelioracijskih radova - 912.- din/m<sup>3</sup>; MK - III reda - b=1,00 m; h=2,30-2,80 m; m=1,50; l=800-1200 m; 8-12 m<sup>3</sup>/ha; MK - IV reda - b=0,60 m; h=1,30-2,30 m; m=1,50; l=350-200 m; 28,6-50,0 m<sup>3</sup>/ha.

U prvom redu je vrijednost rada bagera i dozera (Rbd), a u drugom ukupna vrijednost radova (Ruk).



Ukupna vrijednost izgradnje hidromelioracijskih sustava po prosječnim planskim cijenama u 1987. godini i elementima kanala vidljivi su u tabeli 8 i pokazateljima na na slici 11.

Tabela 8 VRIJEDNOST IZVEDBE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG GRAVITACIJSKOG ODVODNJEVANJA,

ožujak 1987. godine - za  $R_{bd} = 0,65$  Ruk i  $R_{bd} = 0,50$  Ruk

MK - III reda		MK - IV reda		Vrijednost izgradnje sustava površinskog odvodnjavanja - (din/ha) za raz- make MK - IV reda od 200 do 350 m												
dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	350 m <sup>3</sup> 28,6 m <sup>3</sup> /ha	325 m <sup>3</sup> 30,8 m <sup>3</sup> /ha	300 m <sup>3</sup> 33,3 m <sup>3</sup> /ha	275 m <sup>3</sup> 36,4 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> 40,0 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> 44,4 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> 50 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> 40,0 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> 44,4 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> 50 m <sup>3</sup> /ha	250 m <sup>3</sup> 40,0 m <sup>3</sup> /ha	225 m <sup>3</sup> 44,4 m <sup>3</sup> /ha	200 m <sup>3</sup> 50 m <sup>3</sup> /ha
1,80	6,66	1,30	3,32	174.528 226.886	182.408 237.136	191.375 248.788	202.500 263.250	215.352 279.958	231.120 300.456	251.208 326.570	215.352 279.958	231.120 300.456	251.208 326.570	215.352 279.958	231.120 300.456	251.208 326.570
1,90	7,32	1,40	3,78	195.805 254.546	204.768 266.198	215.028 279.536	227.665 295.964	242.352 315.058	260.280 338.364	283.175 368.120	242.352 315.058	260.280 338.364	283.175 368.120	242.352 315.058	260.280 338.364	283.175 368.120
2,00	8,00	1,50	4,28	218.592 284.170	228.745 297.368	243.540 316.602	254.665 331.064	271.395 352.684	291.600 379.080	317.520 412.776	271.395 352.684	291.600 379.080	317.520 412.776	271.395 352.684	291.600 379.080	317.520 412.776
2,10	8,72	1,60	4,80	242.460 315.198	253.800 329.940	266.760 346.788	282.852 367.708	301.535 391.996	324.325 421.622	353.375 459.388	301.535 391.996	324.325 421.622	353.375 459.388	301.535 391.996	324.325 421.622	353.375 459.388
2,20	9,46	1,70	5,36	267.732 348.052	280.475 364.618	294.948 383.432	312.875 406.738	333.720 433.636	359.208 466.970	391.608 509.090	333.720 433.636	359.208 466.970	391.608 509.090	333.720 433.636	359.208 466.970	391.608 509.090
2,30	10,24	1,80	5,94	295.165 383.714	308.232 400.702	324.215 447.314	344.088 447.314	367.200 477.360	395.388 514.004	431.352 560.758	367.200 477.360	395.388 514.004	431.352 560.758	367.200 477.360	395.388 514.004	431.352 560.758
2,40	11,04	1,90	6,56	321.840 418.392	337.392 438.610	355.212 461.776	377.135 490.276	402.625 523.706	433.835 563.986	473.472 615.514	402.625 523.706	433.835 563.986	473.472 615.514	402.625 523.706	433.835 563.986	473.472 615.514
2,50	11,88	2,00	7,20	350.675 455.878	367.848 478.202	387.288 503.474	411.372 534.784	439.345 571.148	473.580 615.654	517.105 672.236	439.345 571.148	473.580 615.654	517.105 672.236	439.345 571.148	473.580 615.654	517.105 672.236
2,60	12,74	2,10	7,88	381.025 495.332	399.708 519.620	420.985 547.280	447.335 581.536	478.008 621.410	515.485 670.130	563.112 732.046	478.008 621.410	515.485 670.130	563.112 732.046	478.008 621.410	515.485 670.130	563.112 732.046
2,70	13,64	2,20	8,58	412.345 536.048	432.755 562.582	455.868 592.628	484.595 629.974	517.968 673.358	558.685 726.290	610.632 793.822	517.968 673.358	558.685 726.290	610.632 793.822	517.968 673.358	558.685 726.290	610.632 793.822
2,80	14,56	2,30	9,32	445.175 578.728	467.315 607.510	492.480 640.224	523.585 680.660	559.872 727.834	604.152 785.398	660.528 858.686	559.872 727.834	604.152 785.398	660.528 858.686	559.872 727.834	604.152 785.398	660.528 858.686

- 1) Mjerodavni elementi za proračun: Iskop kanala bagerima 395 din/m<sup>3</sup>; razastiranje zemlje dozerima 307 din/m<sup>3</sup>.
- 2) U prvom redu su vrijednosti za  $R_{bd} = 0,65$  Ruk; a u drugom redu za  $R_{bd} = 0,50$  Ruk.
- 3) Zajednička vrijednost rada bagera i dozera je  $R_{bd} = 102$  din/m<sup>3</sup>.
- 4) MK - III reda -  $b=1,00$  m;  $h=2,30-2,38$  m;  $m=1,50$ ;  $l=800-1200$  m;  $R_{uk} = 1,080$  din/m<sup>3</sup>;  $R = 1,404$  din/m<sup>3</sup>.
- 5) MK - IV reda -  $b=0,60$  m;  $h=1,30-2,30$  m;  $m=1,50$ ;  $l=350-200$  m;  $R_{uk} = 1,080$  din/m<sup>3</sup>;  $R = 1,404$  din/m<sup>3</sup>.



Ekvivalentna vrijednost priroda pšenice (dt/ha) za troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog gravitacijskog odvodnjavanja za slijedeće elemente kanala:

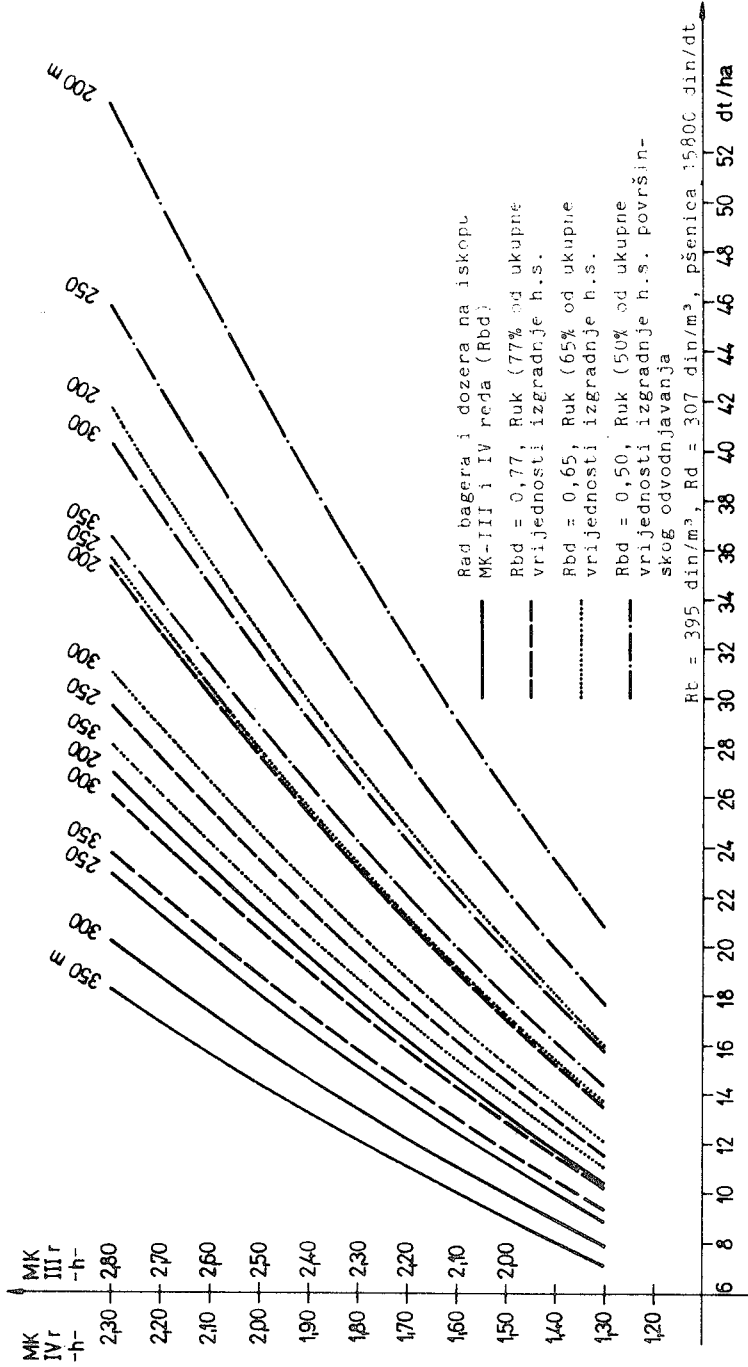
- kanali IV r; b = 0,60 m; H = 1,30-2,30 m; m = 1,50; l = 200-350 m
- kanali III r; b = 1,00 m; h = 1,80-2,80 m; m = 1,50; l = 1000 m vidljivi su na tabeli 9 i sl. 12.

Tabela 9 EKVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA PŠENICE (dt/ha) ZA TROŠKOVE IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKOG POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA ZA DUBINE MK IV REDA od 1,30 do 2,30 m, MK-III REDA od 1,80 do 2,80 m  
I RAZMAK MK- IV REDA od 200 do 350 m.

MK-III reda dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	MK - IV reda		Ekvivalentna vrijednost priroda pšenice (dt/ha) za troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja											
		dubina - m -	iskop m <sup>3</sup> /m	350 m 28,6 m/ha	300 m 33,3 m/ha	275 m 36,4 m/ha	250 m 40,0 m/ha	225 m 44,4 m/ha	200 m 50,0 m/ha	350 m 10,23	300 m 11,49	275 m 12,16	250 m 12,95	225 m 13,91	200 m 15,13
1,80	6,66	1,30	3,32	9,33 14,36	9,75 15,01	10,23 15,75	10,82 16,66	11,51 17,72	12,35 19,02	13,42 20,67					
1,90	7,32	1,40	3,78	10,46 16,11	10,94 16,85	11,49 17,69	12,16 18,73	12,95 19,94	13,91 21,42	15,13 23,30					
2,00	8,00	1,50	4,28	11,68 17,99	12,22 18,82	13,01 20,04	13,61 20,95	14,50 22,32	15,58 23,99	16,96 26,13					
2,10	8,72	1,60	4,80	12,95 19,95	13,56 20,88	14,30 21,95	15,11 23,27	16,11 24,81	17,33 26,69	18,88 29,08					
2,20	9,46	1,70	5,36	14,30 22,03	14,99 23,08	15,75 24,27	16,72 25,74	17,83 27,46	19,19 29,56	20,92 32,22					
2,30	10,24	1,80	5,94	15,77 24,29	16,47 25,36	17,32 26,68	18,38 28,31	19,62 30,21	21,12 32,53	23,05 35,49					
2,40	11,04	1,90	6,56	17,20 26,48	18,03 27,76	18,98 29,23	20,15 31,03	21,51 33,15	23,18 35,70	25,30 38,96					
2,50	11,88	2,00	7,20	18,77 28,85	19,65 30,27	20,69 31,87	21,98 33,85	23,47 36,15	25,30 38,97	27,63 42,55					
2,60	12,74	2,10	7,88	20,36 31,35	21,36 32,89	22,49 34,64	23,90 36,81	25,54 39,33	27,54 42,41	30,21 46,33					
2,70	13,64	2,20	8,58	22,03 33,93	23,12 35,61	24,36 37,51	25,89 39,87	27,67 42,62	29,85 45,97	32,63 50,24					
2,80	14,56	2,30	9,32	23,79 36,63	24,97 38,45	26,31 40,52	27,97 43,08	29,91 46,07	32,28 49,71	35,29 54,35					

Mjerodavne vrijednosti Rb = 395 din/m<sup>3</sup>, Rd = 30,7 din/m<sup>3</sup> i pšenice 15800 din/dt.  
U prvom redu je prirod pšenice (dt/ha) za vrijednost rada bagera i dozera Rbd = 0,77 Ruk.  
U drugom redu je prirod pšenice (dt/ha) za vrijednost rada bagera i dozera Rbd = 0,50 od ukupne vrijednosti izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja (Rbd = 0,50 Ruk).

U prvom redu tabele 9 je ekvivalentna vrijednost priroda pšenice sa učešćem vrijednosti rada bagera i dozera sa 77 % a u drugom redu sa 50 % u ukupnoj vrijednosti radova izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja.



Slika 12 EKVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA PŠENICE (dt/ha) za troškove izgradnje H.S. površinskog odvodnjavanja - za MK-III reda dubine od 1.80 do 2.80 m (b = 1.0 m) MK-IV reda dubine od 1.30 do 2.30 m i razmaka od 200-350 m (b = 0.60 m; m = 1.50).

Ekvivalentna vrijednost priroda pšenice (dt/ha) za troškove izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja - za slijedeće mjerodavne elemente kanala:

- kanali IV r; b=0,60 m; h=1,50-2,00 m; m=1,50; l=225-325 m

- kanali III r; b=1,00 m; h=2,00-2,50 m; m=1,50; l=1000 m;  
vidljivi su u tabeli 10.

Tabela 10 EKVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA PŠENICE (dt/ha) ZA TROŠKOVE IZGRADNJE H.S. POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA ZA MK-III REDA od 2,00 do 2,50 m, MK-IV REDA od 1,50 - 2,00 m i razmaka od 225 do 325 m.

MK-III r dub- iskop m <sup>2</sup> /m	MK-IV r. dub- iskop m <sup>2</sup> /m	Ekvivalentna vrijednost priroda pšenice (dt/ha) za troškova izgradnje h.s. površinskog odvodnjavanja				
		325 m	300 m	275 m	250 m	225 m
		30,8 m/ha	33,5 m/ha	36,4 m/ha	40,0 m/ha	44,4 m/ha
2,00	1,50	9,41	10,02	10,48	11,16	12,00
		11,76	12,52	13,10	13,95	15,00
		13,44	14,31	14,97	15,94	17,14
8,00	4,28	15,68	16,70	17,46	18,60	20,00
		18,82	20,04	20,95	22,32	23,99
2,10	1,60	10,44	10,97	11,64	12,40	13,34
		13,05	13,72	14,55	15,51	16,68
		14,92	15,68	16,62	17,72	19,06
8,72	4,80	17,40	18,29	19,39	20,68	22,24
		20,88	21,95	23,27	24,81	26,69
2,20	1,70	11,54	12,13	12,87	13,73	14,78
		14,42	15,17	16,09	17,16	18,47
		16,48	17,33	18,39	19,61	21,11
9,46	5,36	19,23	20,22	21,45	22,88	24,63
		23,08	24,27	25,74	27,46	29,56
2,30	1,80	12,68	13,34	14,16	15,11	16,27
		15,85	16,67	17,69	18,88	20,33
		18,12	19,05	20,22	21,58	23,24
10,24	5,94	21,13	22,23	23,59	25,18	27,11
		25,36	26,68	28,31	30,21	32,53
2,40	1,90	13,88	14,61	15,52	16,56	17,85
		17,35	18,27	19,39	20,70	22,31
		19,83	20,88	22,16	23,66	25,50
11,04	6,56	19,83	20,88	22,16	23,66	25,50
		23,23	24,36	25,86	27,61	29,75
		27,76	29,23	31,03	33,13	35,70
2,50	2,00	15,13	15,93	16,92	18,06	19,48
		18,92	19,92	21,15	22,59	24,35
		21,62	22,76	24,18	25,82	27,83
11,88	7,20	25,22	26,56	28,21	30,12	32,47
		30,27	31,87	33,85	36,15	38,97

Mjerodavne vrijednosti:

Iskop kanala bagerima 395,00 din/m<sup>3</sup> a razastiranje zemlje dozerima 307,00 din/m<sup>3</sup>. Vrijednost pšenice 15800 din/dt.

Redoslijed ekvivalentne vrijednosti priroda pšenice za izgradnju h.s. površinskog odvodnjavanja.

Prvi red: za vrijednost rada bagera i dozera (702 din/m<sup>3</sup>)

Drugi red: Vrijednost rada bagera i dozera je 80%

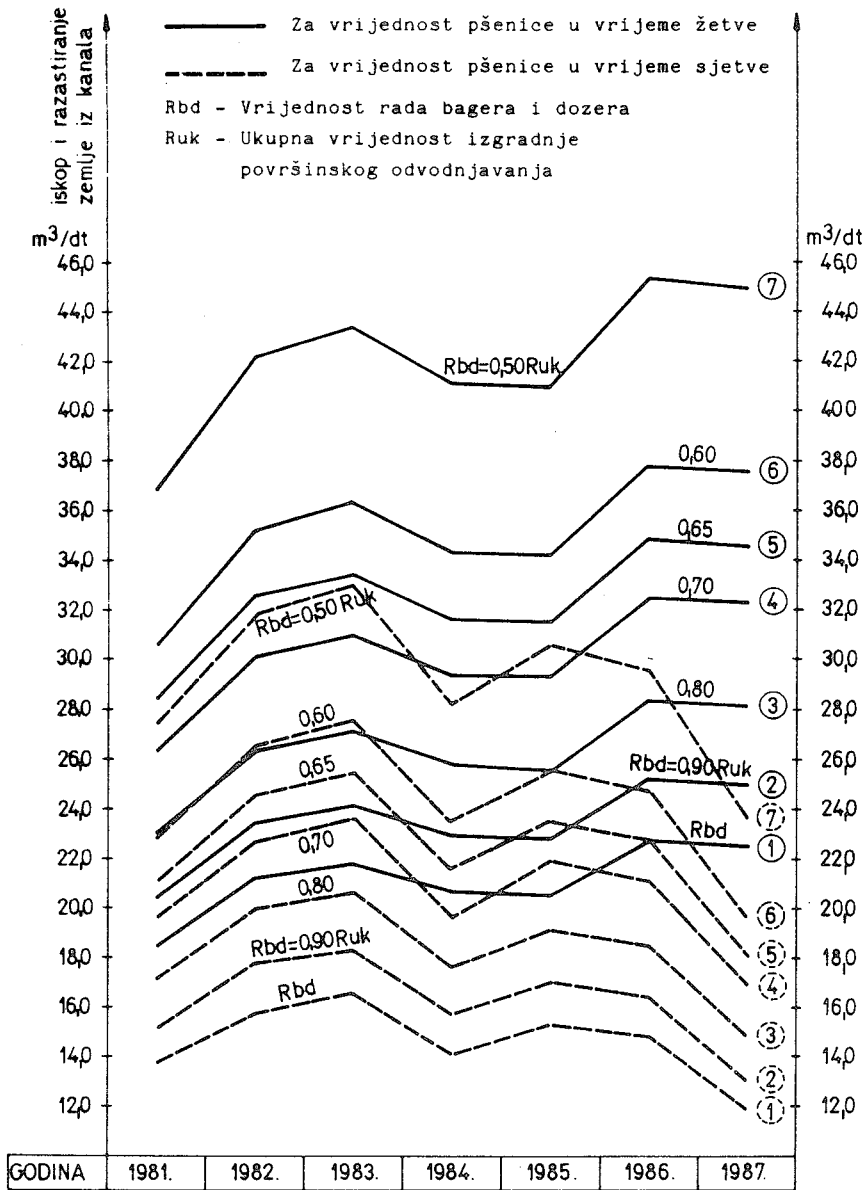
od ukupne vrijednosti izgradnje h.s. Rbd = 0,80 Ruk

Treći red: Vrijednost rada bagera i dozera Rbd = 0,70 Ruk

Četvrti red: Vrijednost rada bagera i dozera Rbd = 0,60 Ruk

Peti red: Vrijednost rada bagera i dozera Rbd = 0,50 Ruk





Slika 13 ODNOS VRIJEDNOSTI RADA BAGERA I DOZERA ( $\text{din}/\text{m}^3$ ) I VRIJEDNOSTI PŠENICE U VRIJEME SJETVE I ŽETVE ( $\text{m}^3/\text{dt}$ ).

Tabela 11 CIJENE GLAVNIH HIDROMELIORACIJSKIH RADOVA I PŠENICE OD 1981. DO 1987. GODINE

R. b.	Opis - vrsta glavnih poslova	Jed. mj.	Vrijednost radova (din./j.m.)						Indeks 87/81.	
			1981.	1982.	1983.	1984.	1985.	1986.		1987.
1.	Sječa srednje obalnog raslinja do Ø 5 cm. Rad motornim pilanama s ručnim skupljanjem i paljenjem.	m <sup>2</sup>	5,80	7,50	9,85	13,30	18,90	32,10	69,30	1195
2.	Sječa stabala Ø 15-25 cm sa uklanjanjem van trase kanala	kom	1,80	235	310	415	645	1080	2450	1366
3.	Vadjenje panjeva Ø 25-35 cm sa uklanjanjem van trase kanala	kom	2,25	290	385	525	865	1385	3280	1458
4.	Iskop melioracijskih kanala do 3,0 m dubine. Rad bagerima "hidraulik".	m <sup>3</sup>	31,80	40,60	49,70	73,50	122,00	195,00	395	1242
5.	Razastiranje zemljanog materijala (0,10 m <sup>3</sup> /m). Rad dozerima	m <sup>3</sup>	13,50	17,40	23,80	34,60	60,20	99,50	260	1926
	a) s transportom do 30 m (65%)	m <sup>3</sup>	17,65	22,60	33,30	49,60	85,60	145,50	395	2238
	b) s transportom od 30 do 50 m (35%)	m <sup>3</sup>								
6.	Izvedba tipskih betonskih cijevnih propusta promjera 80 cm - nabava, dovoz i ugradnja betonskih cijevi	m	4795	6150	7990	11,580	18,100	456,20	74,800	1560
B)	Vrijednost pšenice									
1.	Pšenica u vrijeme sjetve	dt	640	950	1200	1600	2900	4600	8300	1297
2.	Pšenica u vrijeme žetve	dt	860	1260	1580	2330	3900	7040	15800	1837
3.	Razlika između 2 i 1	%	34,4	32,6	31,7	45,6	34,5	53,0	90,4	41,6

U tabeli 10 su dati ekvivalenti priroda pšenice (dt/ha) za različito učešće vrijednosti rada bagera i dozera u ukupnoj vrijednosti izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja i to kako slijedi:

- prvi red je za vrijednost rada samo bagera ( $395 \text{ din/m}^3$ ) i dozera ( $307 \text{ din/m}^3$ ) na iskopu kanala i razastiranja zemlje
- drugi red:  $R_{bd} = 0,80 R_{uk}$  (80 % od ukupne vrijednosti svih radova)
- treći red:  $R_{bd} = 0,70 R_{uk}$
- četvrti red:  $R_{bd} = 0,60 R_{uk}$
- peti red:  $R_{bd} = 0,50 R_{uk}$

Mjerodavna vrijednost pšenice računata je sa 15.800 din/dt - u vrijeme žetve roda 1987. godine. Obzirom da se hidromelioracijski radovi prvenstveno izgrađuju u cilju uređenja vodozračnog režima prema zahtjevima stabilne i optimalne proizvodnje poljoprivrednih kultura, kao i na to da se naknada za njihovo održavanje (4.5) plaća prema ekvivalentnoj vrijednosti pšenice - smatra se potrebnim dati komparativne numeričke podatke u tabelama 9 i 10 kao i grafičke pokazatelje na slici 12 i 13. U sklopu toga treba imati u vidu da se naknade za održavanje hidromelioracijskih sustava određuju prema ekvivalentnoj i garantiranoj cijeni pšenice u vrijeme sjetve, a ne u vrijeme žetve, a razlike su vidljive u tabeli 11.

Mjerodavni komparativni pokazatelji (din/dt; dt/ha;  $\text{din/m}^3$ ;  $\text{din/ha}$ ) dati su prema planskim cijenama rada bagera i dozera u 1987. godini i prosječnoj otkupnoj cijeni pšenice roda 1987. godine. Međutim, treba imati u vidu da se odnos cijena rada bagera i dozera (kao i ostalih hidromelioracijskih radova) s jedne strane i cijene pšenice (kao i ostalih poljoprivrednih kultura) s druge strane mijenja iz godine u godinu - što je posebno i prikazano u istoj tabeli 11.

Iskustva u troškovima izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja potvrdila su opravdanost njihove realizacije ako je učešće vrijednosti rada bagera i dozera najmanje 70 % u ukupnim troškovima. Ako je učešće troškova pripremnih radova veće od 20 % u ukupnim troškovima dolazi do prevelikog rasta troškova izgradnje hidromelioracijskih sustava. Učešće troškova izgradnje tipskih objekata je opravdano do 10 % u ukupnim troškovima izgradnje hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja. S tim iznosom moguća je izvedba tipskih betonskih cijevnih propusta na kanalskoj i putnoj mreži.

Prema analizi dogradnje postojećih i izgradnje novih hidromelioracijskih sustava gravitacijskog površinskog odvodnjavanja, učešće vrijednosti rada bagera i dozera je 77 %. Učešće izgradnje tipskih objekata u ukupnim troškovima izgradnje navedenih hidromelioracijskih sustava je 9,5 %, a pripremnih radova 13,5 %.

Do znatnog povećanja troškova izgradnje hidromelioracijskih sustava dolazi kada terenski uvjeti zahtjevaju izgradnju crpnih postrojenja. Dosadašnja rješenja ukazuju da su troškovi izgradnje crpnih postrojenja (s pratećim objektima) u visini kompletnih troškova izgradnje otvorenih melioracijskih kanala - s učešćem rada bagera i dozera 70 % te pripremnih radova 20 % a tipskih objekata 10 %. Detaljniji podaci u vezi izvedbe crpnih postrojenja dati su u posebnom radu (D. Mihelčić), pa se ovdje ne ponavljaju.

### 3. ODNOS CIJENA GLAVNIH HIDROMELIORACIJSKIH RADOVA I CIJENA PŠENICE OD 1981. DO 1987. GODINE

Pored vrsta i količina, bitno je sagledati i odnos cijena izvedbe glavnih hidromelioracijskih radova i cijena pšenice. Komparativni pokazatelji daju se i iz razloga što se iznos naknade za održavanje hidromelioracijskih sustava određuje prema ekvivalentnoj vrijednosti pšenice i to cijene u vrijeme sjetve. Međutim, hidromelioracijski radovi izvode se najčešće od ožujka do studenog, pa je bitno imati u vidu i otkupnu cijenu pšenice u vrijeme žetve - koja je u pravilu veća od garantirane cijene pšenice u vrijeme sjetve (prethodne godine). Na većim slivnim melioracijskim područjima iznos naknade za održavanje hidromelioracijskih sustava je u ekvivalentnoj vrijednosti decitona (dt) pšenice u vrijeme sjeve. Zbog toga su u nastavku dati i komparativni pokazatelji odnosa vrijednosti rada bagera i dozera s jedne strane ( $\text{din}/\text{m}^3$ ) i vrijednosti pšenice ( $\text{din}/\text{dt}$ ) u vrijeme sjetve i žetve s druge strane.

U sklopu toga treba imati u vidu da se i cijena ostalih poljoprivrednih kultura određuje prema mjerodavnoj vrijednosti pšenice (kao osnovne kulture - za određivanje paritetnih cijena ostalih kultura). U financiranju troškova izgradnje hidromelioracijskih sustava prvenstveno sudjeluju poljoprivredni proizvođači - vlasnici društvenog i individualnog poljoprivrednog zemljišta, pa je razumljiv i prikaz odnosa cijena osnovnih poljoprivrednih kultura i hidromelioracijskih radova.

Također je za realno sagledavanje komparativnih pokazatelja bitno imati u vidu i strukturu troškova glavnih hidromelioracijskih poljoprivrednih radova. Zajedničko učešće u radu vodoprivrednih i poljoprivrednih strojeva sastoji se od slijedećih troškova:

- tekuće gorivo i mazivo
- amortizacija (i revalorizacija)
- rezervni dijelovi
- troškovi života.

Zajednički su i uvjeti rada na otvorenom prostoru pod utjecajem klimatskih i ostalih terenskih obilježja melioracijskih područja.

Međutim, u praksi nisu u potpunosti primjenjivani navedeni utjecajni činioci u definiranju cijene koštanja vodoprivrednih i poljoprivrednih radova. Zbog toga su i različiti dohodovni pokazatelji vodoprivrednih organizacija - iako im je redovna djelatnost u sličnim uvjetima privređivanja. Detaljniji pokazatelji vidljivi su u slijedećim tabelarnim i grafičkim prikazima:

Cijene glavnih hidromelioracijskih radova i pšenice od 1981. do 1987. godine vidljive su u tabeli 11. Podaci su dati za ravničarska melioracijska područja Drave, Dunava i Save - za normalne uvjete izvedbe odgovarajućih radova. Cijena pšenice data je u vrijeme sjetve (za određivanje hidromelioracijske naknade) i žetve (za prihod poljoprivrednih organizacija -  $\text{din}/\text{ha}$ ).

Vidljiv je različiti rast navedenih cijena - od 11,95 do 22,38 puta za period 1981-1987. godine.

Odnos vrijednosti rada bagera i dozera ( $\text{YUD}/\text{m}^3$ ;  $\text{USD}/\text{m}^3$ ;  $\text{DEM}/\text{m}^3$ ), vrijednosti pšenice u vrijeme sjetve i žetve ( $\text{din}/\text{dt}$ ) - za različito učešće vrijednosti rada bagera i dozera u ukupnoj vrijednosti izgradnje hidromelioracijskih sustava i to od  $R_{bd} = 0,50$  do  $R_{bd} = 0,90$   $R_{uk}$  vidljiv je u tabeli 12 i sl. 13.

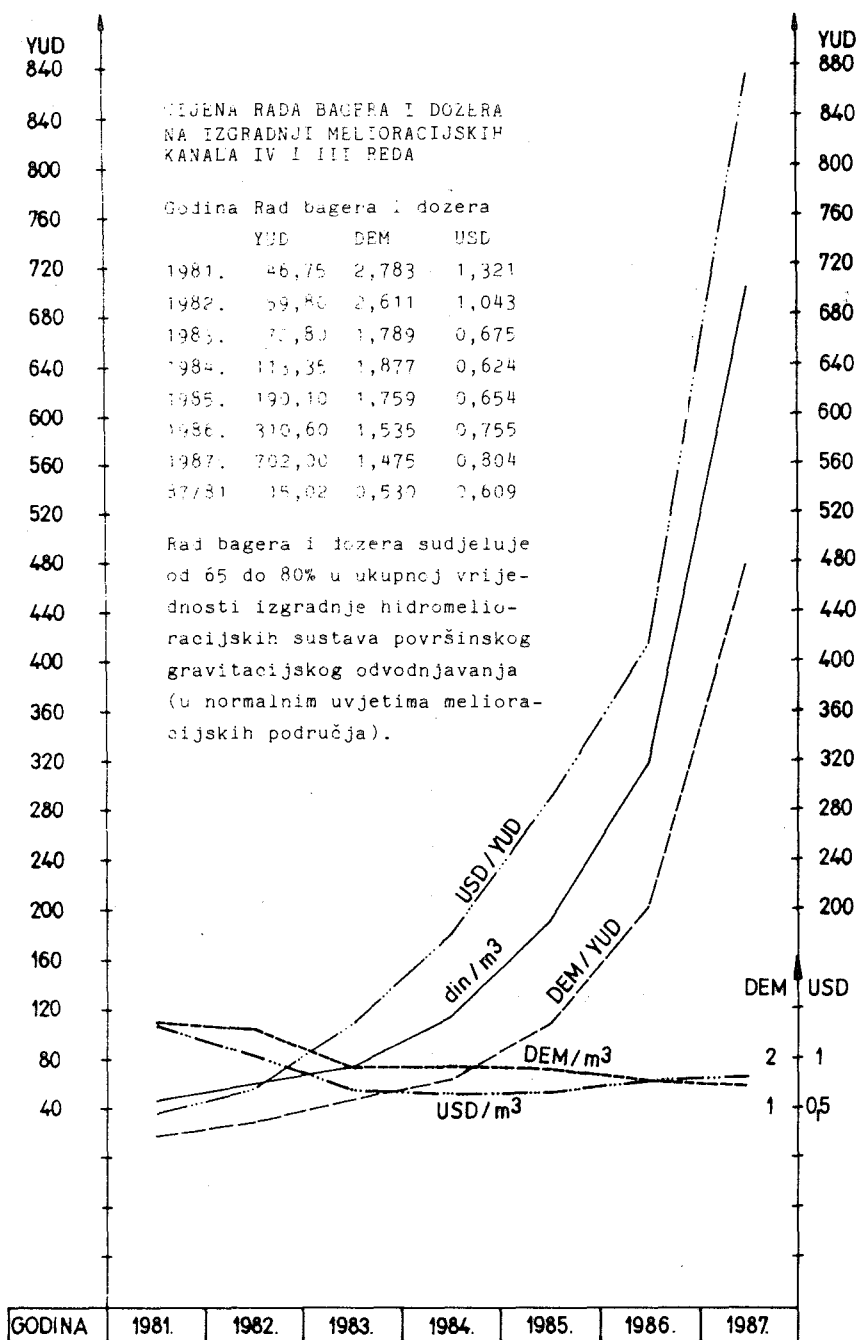
Posebno su na slici 13 uočljive razlike između količina iskopa kanala ( $\text{m}^3$ ) za vrijednost dt pšenice od 1981. do 1987. godine - za ekvivalentnu cijenu pšenice u vrijeme sjetve i žetve. Iskustveni tehničko-financijski pokazatelji potvrđuju da je opravdana izgradnja hidromelioracijskih sustava s učešćem vrijednosti rada bagera i dozera od minimum 65 %. Također je opravdano učešće vrijednosti izgradnje tipskih objekata do 15 % te pripremnih radova do 20 %. Posebno su vidljive razlike u pojedinim godinama koje su rezultirale dijelom i zbog administrativnog načina određivanja cijena pšenice i cijena glavnih vodoprivrednih radova. Obzirom na detaljne numeričke i grafičke pokazatelje nisu potrebna posebna objašnjenja.

Odnos cijena rada bagera i dozera na izgradnji melioracijskih kanala ( $\text{YUD}/\text{m}^3$ ;  $\text{USD}/\text{m}^3$ ;  $\text{DEM}/\text{m}^3$ ) od 1981. do 1987. godine prikazan je na slici 14. Vidljiv je velik rast cijena izražen u  $\text{din}/\text{m}^3$ , a pad cijena rada bagera i dozera izražen u  $\text{USD}/\text{m}^3$  i  $\text{DEM}/\text{m}^3$ .

Tab12 ODNOS VRIJEDNOSTI RADA BAGERA I DOZERA (YUD/m<sup>3</sup>, USD/m<sup>3</sup>, DEM/m<sup>3</sup>)  
vrijednosti pšenice u vrijeme sjetve i žetve (YUD/dt) i učesća rada bagera i dozera (Rbd).

R. b.	vrsta glavnih poslova	Jed. mj.	Mjerodavna vrijednost (din/m <sup>3</sup> ) i ekvivalentni prirodna pšenice (din/dt)							Povećanje 87/81.
			1981.	1982.	1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	
A.	Iskop kanala bagerima i razastiranje zemlje dozerima	m <sup>3</sup>	46,75	59,80	72,80	113,35	190,10	310,60	702,00	15,02
B.1.	Pšenica u vrijeme sjetve	dt	640	950	1200	1600	2900	4600	8300	12,97
B.2.	Pšenica u vrijeme žetve	dt	860	1260	1580	2330	3900	7040	15800	18,37
C.1.	Ekvivalentni iznos prirodna pšenice za rad bagera i dozera	dt	13,7 18,4	15,9 21,1	16,5 21,7	14,1 20,6	15,3 20,5	14,6 22,7	11,8 22,5	0,86 1,22
2.	Rbd = 0,90 Ruk	dt	15,2 20,4	17,7 23,4	18,3 24,1	15,7 22,9	17,0 22,8	16,4 25,2	13,1 25,0	0,86 1,23
3.	Rbd = 0,80 Ruk	dt	17,1 23,0	19,9 26,4	20,6 27,1	17,6 25,8	19,1 25,6	18,5 28,4	14,8 28,1	0,86 1,22
4.	Rbd = 0,70 Ruk	dt	19,6 26,3	22,7 30,1	23,6 31,0	17,6 29,4	21,9 29,3	21,1 32,4	16,9 32,1	0,86 1,22
5.	Rbd = 0,65 Ruk	dt	21,1 28,3	24,5 32,5	25,4 33,4	21,6 31,7	23,5 31,5	22,8 34,9	18,2 34,6	0,86 1,22
6.	Rbd = 0,60 Ruk	dt	22,8 30,7	26,5 35,2	27,5 36,2	23,5 34,3	25,5 34,2	24,7 37,8	19,7 37,5	0,86 1,22
7.	Rbd = 0,50 Ruk	dt	27,4 36,8	31,8 42,2	33,0 43,4	28,2 41,2	30,6 41,0	29,6 45,4	23,6 45,0	0,86 1,22
D.1.	Tečaj USD (\$)	din	35,4	57,36	107,83	181,55	290,57	410,99	872,61	2465
D.2.	Rad bagera i dozera	USD/m <sup>3</sup>	1,321	1,043	0,675	0,624	0,654	0,755	0,804	(0,609)
E.1.	Tečaj DEM (DM)	din	16,80	22,90	40,70	60,38	108,07	202,30	475,94	2833
E.2.	Rad bagera i dozera	DEM/m <sup>3</sup>	2,783	2,611	1,789	1,877	1,759	1,535	1,475	(0,530)

Tečaj USD i DEM uzet je za mjesec lipanj i na osnovu toga data je vrijednost rada bagera i dozera na iskupu melioracijskih kanala.



Slika 14 ODNOS CIJENA RADA BAGERA I DOZERA NA IZGRADNJI MELIORACIJSKIH KANALA (YUD/m<sup>3</sup>, DEM/m<sup>3</sup>, USD/m<sup>3</sup>) - od 1981. do 1987. godine.



Smatra se opravdanim i potrebnim takav prikaz obzirom na veliki utjecaj tečaja USD i DEM na troškove rada bagera i dozera (plinsko ulje - D-2 i amortizaciju dijela strojeva). Cijena rada bagera od 1981. do 1987. godine porasla je 15 puta kada se izražava u din/m<sup>3</sup>, dok je cijena izražena u USD/m<sup>3</sup> i DEM/m<sup>3</sup> smanjena (0,61 i 0,53 u odnosu na cijene u 1981. godini).

Rast cijena plinskog ulja ("D-2"), tečaja USD i DEM, pšenice, nabave bagera te rada bagera i dozera od 1981. do 1987. godine vidi se na sl. 15. Dati su datumi i iznosi promjena cijena plinskog ulja ("D-2") - din/lit i indeks. Promjene tečaja USD i DEM date su za kraj lipnja i prosinca od 1981. do 1985. godine, te za kraj ožujka, lipnja, rujna i prosinca u 1986. i 1987. godini. Cijena pšenice data je u vrijeme žetve pojedine godine. Nabavne cijene bagera odnose se na bager G-1000 (proizvodnja RO "Radoje Dakić" Titograd) i BGH-1000 (proizvodnja RO "14. oktobar" Kruševac) - koji sudjeluju sa 75 % u ukupnom iskopu melioracijskih kanala III i IV reda. Cijene rada bagera i dozera su prema podacima tabele 11 - kao važeće za normalne terenske uvjete rada.

U razmatranju datih numeričkih podataka mjerodavnih vrijednosti u tabeli 11 i 12 kao i grafičkih prikaza na slici 14 i 15 neophodno je za period 1981-1987. godine ukazati na rast slijedećih mjerodavnih pokazatelja:

● rad bagera i dozera na iskopu melioracijskih kanala III i IV reda	15,02 puta
● cijena pšenice u vrijeme žetve	18,36 puta
● nabavna cijena bagera (Z= 1000 l)	22,94 puta
● tekuće gorivo ("plinsko-ulje - D-2")	25,46 puta
● tečaj USD/YUD	35,15 puta
● tečaj DEM/YUD	46,44 puta

Nisu potrebna posebna obrazloženja o utjecaju navedenih pokazatelja na dohodovne pokazatelje vodoprivrednih organizacija, koje rade prvenstveno na izgradnji hidromelioracijskih sustava. Obzirom na slične uvjete privređivanja trebalo bi po istim kriterijama definirati i cijene glavnih vodoprivrednih i poljoprivrednih organizacija.

Poseban problem je što se ne može utjecati na rast cijena tekućeg goriva i maziva kao ni na tečajevе USD i DEM radi nabave rezervnih dijelova za strojeve (kako inozemne tako i domaće proizvodnje) a to je prisutno kako u redovnoj djelatnosti vodoprivrednih tako i poljoprivrednih radnih organizacija kod nas.

#### 4. STRUKTURA CIJENE KOŠTANJA IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA

I pored dominantnog učešća troškova rada bagera i dozera, treba pravovremeno sagledati i učešće ostalih troškova u izgradnji hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja. U vezi toga dati su osnovni pokazatelji na početku ovog rada. Ovisno o terenskim obilježjima melioracijskih područja i projektno- izvedbenim rješenjima hidromelioracijskih sustava, varira i učešće pojedinih troškova u cijeni koštanja izvedbe radova.

Iz analize 58 projektno-izvedbenih rješenja u normalnim terenskim uvjetima, i to dogradnje postojećih i izgradnje novih sustava površinskog odvodnjavanja, učešće troškova je slijedeće:

● pripremni radovi (sječa raslinja na trasi kanala)	12 %
● tipski objekti (cijevni propusti)	11 %
● iskop kanala bagerima i razastiranja zemlje dozerima	77 %

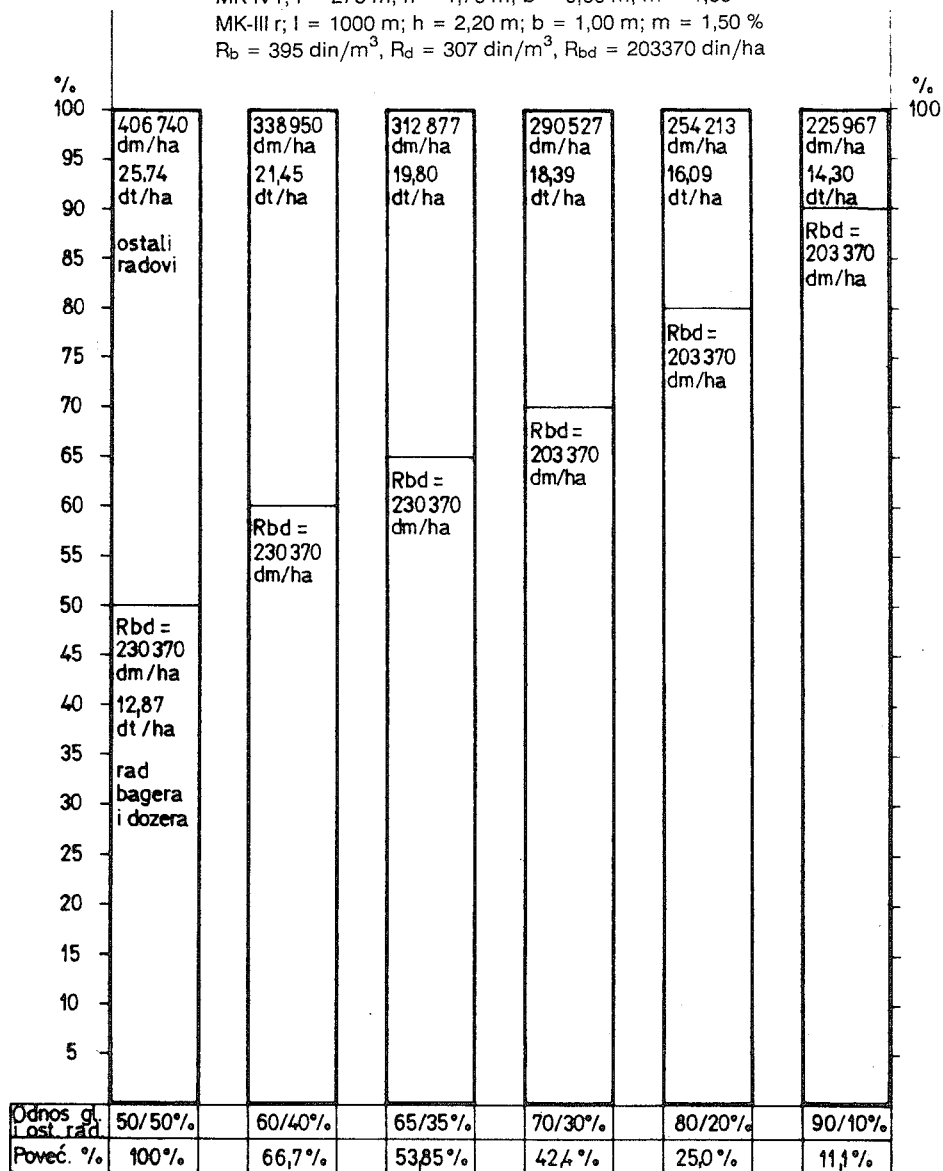
Međutim treba naglasiti da navedeno učešće varira, pa su zbog toga dati odgovarajući numerički i grafički pokazatelji na slici 16.



Mjerodavne vrijednosi:

MK-IV r; l = 275 m; h = 1,70 m; b = 0,60 m; m = 1,50

MK-III r; l = 1000 m; h = 2,20 m; b = 1,00 m; m = 1,50 %

 $R_b = 395 \text{ din/m}^3$ ,  $R_d = 307 \text{ din/m}^3$ ,  $R_{bd} = 203370 \text{ din/ha}$ 

Slika 16 STRUKTURA CIJENE KOŠTANJA IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA ZA RAZMAK MK-IV REDA 275 m po cijenama za 1987. godinu.

Podaci se odnose na slijedeće mjerodavne pokazatelje:

- kanali IV reda; razmak 275 m; dubina 1,70 m; širina dna 0,60 m; pokos stranica 1:1,50
- kanali III reda; razmak 1000 m; dubina 2,20 m; širina dna 1,00 m i pokos stranica 1:1,50
- rad bagera na iskopu kanala 395 din/m<sup>3</sup> i dozera na razastiranju zemlje 307 din/m<sup>3</sup> odnosno ukupno 702 din/m<sup>3</sup>
- površina poljoprivredne table 27,5 ha

Za navedene elemente kanala i cijena rada bagera i dozera ukupna vrijednost rada tih strojeva na izvedbi melioracijskih kanala IV i III reda je 203.369 din/ha, što odgovara ekvivalentnoj vrijednosti pšenice od 12,87 dt/ha (po cijeni od 15.800 din/dt). U sklopu toga posebno je važno sagledati ukupnu vrijednost izgradnje hidromelioracijskih sustava u odnosu na različita učešća vrijednosti rada bagera i dozera s jedne strane, i ostalih radova s druge strane. Iako su podaci dati za prosječne elemente projektno-izvedbenih rješenja (navedenih za MK-IV i MK-III red) i za cijene 1987. godine, mjerodavni pokazatelji su realni za sagledavanje strukture cijene koštanja izgradnje hidromelioracijskih sustava.

To je vidljivo iz slijedećih pokazatelja:

Vrijednost i učešće hidromelioracijskih radova					Povećanje na glavnim radovima
Rad bagera i dozera		Ostali radovi		Ukupno	
dinara	%	dinara	%	dinara	%
203.370	90	22.597	10	225.967	11,1
203.370	80	50.843	20	254.213	25,0
203.370	77	60.747	23	264.117	29,9
203.370	70	84.159	30	290.529	42,9
203.370	65	109.507	35	312.877	53,9
203.370	60	135.580	40	338.950	66,7
203.370	50	203.370	50	406.740	100,0

Postotak povećanja odnosi se na vrijednosti glavnih radova, odnosno rada bagera i dozera.

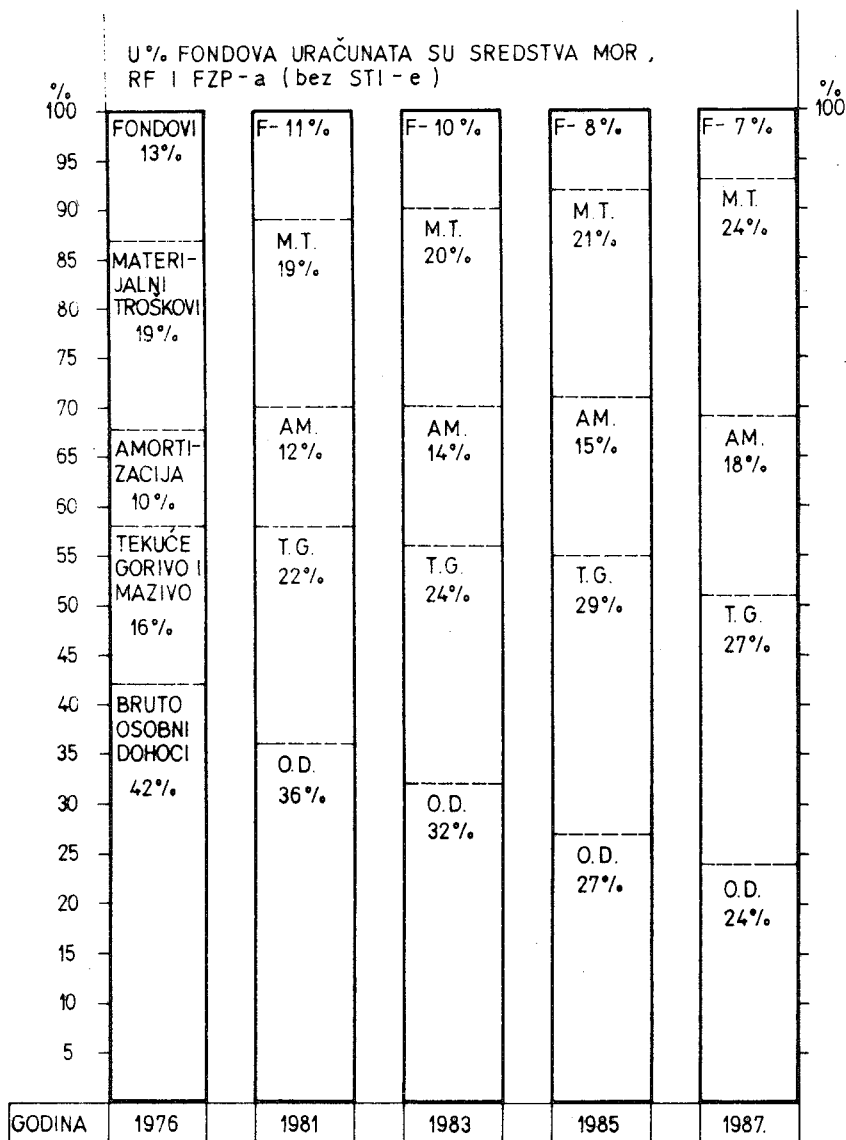
Iskustveni tehničko-financijski pokazatelji potvrdili su opravdanost izgradnje hidromelioracijskih sustava s učešćem vrijednosti rada bagera i dozera od 65 do 85 % u ukupnoj vrijednosti svih radova. S učešćem vrijednosti ostalih radova većim od 35 % znatno se povećava ukupna vrijednost izgradnje hidromelioracijskih sustava. Jasno da je u sklopu toga potrebna i posebna analiza načina financiranja tih radova - što prelazi opseg ovog rada. Odgovarajući pokazatelji u vezi toga dati su u knjizi 2 Priručnika za hidrotehničke melioracije (D. Bebek). U vezi navedenih pokazatelja treba imati u vidu i date mjerodavne pokazatelje u tabelama 7-12 i slikama 10-15.

## 5. Struktura cijene koštanja rada bagera i dozera

Obzirom na dominantno učešće vrijednosti rada bagera i dozera u procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava, daju se posebni pokazatelji u vezi toga. Na slici 17 dati su osnovni broičani i grafički pokazatelji strukture cijene koštanja rada bagera i dozera u 1976, 1981, 1983, 1985 i 1987. godini.

U sklopu toga treba imati u vidu i utjecaj rasta cijena tekućeg goriva i maziva, kao i tečaja USD i DEM - zbog potrebe nabave rezervnih dijelova za bagere i dozere. Sastavni dio toga su i pokazatelji dati u tabelama 11 i 12 te na slikama 14 i 15. Također je važan utjecaj obračuna troškova amortizacije bagera i dozera - što je posebno i navedeno.

Rast osobnih dohodaka u vodoprivrednim organizacijama je za 5 do 10 % sporiji od rasta osobnih dohodaka u privredi - za period 1983-1987. godine. Obzirom na veliki utjecaj rasta cijena tekućeg goriva i maziva kao i rasta tečaja deviznih sredstava za rezervne dijelove te rasta nabavnih cijena strojeva kao i rasta troškova amortizacije - uslijedili su i pokazatelji na slici 17.



Slika 17 STRUKTURA CIJENE KOŠTANJA RADA BAGERA I DOZERA  
NA IZGRADNJI MELIORACIJSKIH KANALA IV I III REDA  
od 1976. do 1987. godine

Vidljivo je znatno smanjenje učešća bruto osobnih dohodaka u ukupnoj cijeni koštanja rada bagera i dozera. Osnovni pokazatelji vidljivi su za slijedeće godine:

R. b.	Opis glavnih troškova u radu	Postotak učešća po godinama					
		76.	81.	83.	85.	87.	Prosjek
1.	Bruto osobni dohoci (direktni i indirektni)	42	36	32	27	24	32,2
2.	Tekuće gorivo i mazivo (plinsko ulje "D-2")	16	22	24	29	27	23,6
3.	Amortizacija - prema važećim stopama obračuna	10	12	14	15	18	13,8
4.	Materijalni troškovi - rez. dijelovi i ostali	19	19	20	21	24	20,6
	Ukupno 1 - 4.	87	89	90	92	93	90,2
5.	Fondovi - zajednička potrošnja i rezervni	13	11	10	8	7	9,8

Navedena struktura troškova odnosi se na bagere i dozere kojima je SOUR "Vodoprivreda Hrvatske" izvodio radove na izgradnji hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja. U cijeni tekućeg goriva datih u tabeli 13 treba imati u vidu i troškove dopreme od mjesta nabave do mjesta potrošnje. U sklopu toga uzeto je i učešće 8 % troškova maziva - od ukupne vrijednosti tekućeg goriva.

Stope amortizacije za bagere, dozere i drenopolagače - važeći podaci u 1987. godini

Vrsta bagera i dozera	Stopa amortizacije
1. Bager "hidraulič" (gusjeničari i točkaši)	
- snaga motora do 75 KW	20,0 %
- snaga motora od 75 do 150 KW	14,3 %
2. Bageri "dragline" ("sajlaši - gusjeničari")	
- snaga motora do 75 KW	16,5 %
- snaga motora od 75 do 150 KW	12,5 %
- snaga motora preko 150 KW	10,0 %
3. Dozeri (buldozeri i angldozeri)	
- snaga motora do 75 KW	20,0 %
- snaga motora od 75 do 150 KW	14,3 %
- snaga motora preko 150 KW	11,0 %
4. Drenopolagači - za izvedbu cijevne drenaže	
- snaga motora do 75 KW	16,5 %
- snaga motora od 75 do 150 KW	12,5 %

Kod primjene odgovarajućih stopa amortizacije treba imati u vidu realnu nabavnu cijenu strojeva kao i "otpis vrijednosti" u skladu sa starošću pojedinih bagera i dozera koji rade na izgradnji hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja. Isto tako potrebno je uzeti u obzir norme rada strojeva (sati/godišnje kao i ukupno radni vijek pojedinih strojeva).

Kod definiranja troškova tekućeg goriva i maziva prvenstveno treba imati u vidu proizvodne i radne karakteristike bagera i dozera, elemente melioracijskih kanala te terenske uvjete melioracijskih područja.

Pokazatelji dati na slici 17 pokazuju sve nepovoljniju strukturu cijene koštanja rada bagera i dozera, te sve manje učešće bruto osobnih dohodaka. To je prvenstveno zbog velikog utjecaja rasta troškova na koje ne mogu djelovati vodoprivredne organizacije, a to je rast troškova tekućeg goriva i maziva, rezervnih dijelova i amortizacija. Istovremeno je evidentno i smanjenje učešća sredstava fondova, bez kojih nema mogućnosti nabave novih strojeva, a niti zamjene postojećih bagera i dozera.

Tabela 13: PREGLED RASTA CIJENA TEKUĆEG GORIVA OD 1972. DO 1987. GODINE  
(podaci za praćenje troškova rada strojeva i vozila vodoprivrednih organizacija)

Godina	Regular	Super	D-2
01. 01. 1972.	1,80	2,00	1,30
02. 03. 1972.	2,60	2,80	1,45
01. 07. 1972.	2,55	2,85	1,51
14. 06. 1973.	2,80	3,10	1,70
30. 10. 1973.	4,00	4,30	2,40
12. 04. 1974.	4,90	5,20	3,05
10. 02. 1975.	-	-	3,45
01. 03. 1977.	6,70	7,00	4,20
28. 07. 1978.	6,90	7,30	4,90
16. 11. 1978.	8,85	9,15	6,80
22. 04. 1979.	9,80	10,50	7,20
14. 07. 1979.	12,50	13,50	9,40
15. 02. 1980.	15,00	16,50	11,70
11. 07. 1980.	19,00	21,00	16,40
22. 01. 1981.	24,00	26,00	22,00
10. 10. 1981.	26,50	28,50	24,00
20. 02. 1982.	28,30	30,50	25,80
17. 07. 1982.	35,50	37,50	30,80
04. 11. 1982.	38,00	40,00	33,00
15. 04. 1983.	49,00	52,00	38,80
14. 09. 1983.	63,50	68,00	48,20
24. 12. 1983.	68,00	71,00	50,00
02. 06. 1984.	81,50	85,50	63,50
01. 09. 1984.	87,50	92,40	69,60
01. 11. 1984.	94,70	100,00	77,00
01. 01. 1985.	107,00	113,00	87,50
30. 03. 1985.	111,00	118,00	92,40
24. 08. 1985.	122,00	132,00	107,00
03. 10. 1985.	130,00	140,00	113,00
11. 01. 1986.	151,00	162,00	131,00
17. 07. 1986.	181.-	195.-	157.-
26. 12. 1986.	225.-	240.-	191.-
21. 03. 1987.	260.-	280.-	217.-
20. 05. 1987.	315.-	341.-	267.-
12. 06. 1987.	390.-	420.-	330.-
08. 08. 1987.	430.-	460.-	360.-
15. 11. 1987.	650,-	700,-	560,-
XI-87/XII-86. ("XI")	289 (359)	292 (359)	293 (357)
02. 03. 1988.	680,-	740,-	590,-

Tabela 14 DEVIZNI TEČAJEVI OD 1975. DO 1987. GODINE (kraj godine i kvartala)

Godina i kvartal	Vrijednost srednjeg tečaja				
	100 DM	1 USA\$	1 Funte	100 ŠFr	100 Lira
1975.	695,43	18,00	36,84	688,06	2,65
1976.	767,53	18,31	30,88	747,08	2,09
1977.	858,45	18,45	34,38	897,35	2,09
1978.	987,96	18,61	37,33	1.107,24	2,23
1979.	1.117,07	19,16	42,99	1.213,23	2,38
1980.	1.514,27	28,95	69,46	1.686,08	3,19
1981.	1.840,87	41,82	79,12	2.312,81	3,46
1982.	2.050,29	51,31	87,66	2.391,27	3,56
1982.	2.527,22	63,41	108,33	2.951,94	4,39
1983. - VI	3.553,25	91,88	143,26	4.348,03	5,99
1983. - XII	4.578,43	125,67	180,48	5.754,96	7,53
1984. - VI	5.138,97	144,48	192,47	6.115,31	8,34
1984. - XII	6.776,53	211,74	247,80	8.231,65	11,01
1985. - VI	9.455,93	286,13	375,26	11.282,98	14,88
1985. - XII	12.537,07	314,05	449,34	14.932,25	18,40
1986. - III	14.621,20	349,15	510,29	17.578,13	20,85
1986. - VI	19.085,92	424,89	642,77	23.309,79	27,83
1986. - IX	20.230,45	410,99	593,09	24.883,32	29,15
1986. - XII	23.483,65	459,02	669,02	28.107,27	33,85
86/85 - XII	187	146	149	188	184
1987. - III	29.995,75	545,86	875,73	35.930,93	42,09
1987. - VI	35.894,91	657,77	1.059,66	43.379,77	49,62
1987. - IX	47.594,88	872,61	1.424,64	57.357,85	66,05
1987.-X 31.	52.410,72	907,39	1.560,84	63.312,15	71,62
1987.-XI 16.	61.031,95	1.047,62	1.828,08	74.141,08	82,83
1987.-XI 17.	76.078,35	1.295,24	2.261,17	92.781,80	103,78
1987.-XII 31.	78.015,14	1.244,35	2.315,72	96.535,44	105,86
87/86 - XII	332	271	346	343	313
87/81 - XII	4.238	2.976	2.927	4.174	3.060

Navedeni pokazatelji primjenjuju se za obračun rasta cijena glavnih rezervnih dijelova strojeva i vozila vodoprivrednih organizacija (domaće i inozemne proizvodnje). U strukturi cijene koštanja rada strojeva učešće vrijednosti rezervnih dijelova je od 18 do 34 % (u 1987. godini). Stvarni rast cijena glavnih rezervnih dijelova je od 185 do 295 % (od siječnja do prosinca 1987. godine) dok je 16. XI 1987. izvršena jednokratna devalvacija dinara za 25 %.

Posebna analiza potrebna je za sagledavanje utjecaja stručnosti rukovaoca strojeva, ali i svih ostalih radnika uključenih u procesu rada bagera i dozera, a na taj način i troškova kompletne izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja.

## LITERATURA:

1. Gregorović, V. i Milošev, Ž.,: Odvodnjavanje u SAP Vojvodini, Vodoprivreda 52-54, Beograd 1978.
2. Budišić, F., Odvodnjavanje u SR Hrvatskoj, Savjetovanje o izgradnji i eksploataciji sistema za odvodnjavanje i navodnjavanje u SFR Jugoslaviji, JDON, Struga, 1978.
3. Marušić, J.,: Osnovni tehničko-financijski pokazatelji izvođenja i održavanja kanalske mreže površinske odvodnje ravničarskog područja u SR Hrvatskoj, Vodoprivreda 14, (77), Beograd, 1982., str. 157-168.
4. Marušić, J.,: Analiza utjecaja mjerodavne oborine na troškove melioracijskih sustava, Jugoslavenski simpozij o inženjerskoj hidrologiji, Split, 1983., knjiga 2, str. 83-100
5. Marušić, J.,: Analiza rada strojeva za izvođenje zemljanih radova u vodoprivredi, Seminar iz hidrotehničkih melioracija, DGIT-a i DONH-e, Zagreb, 1984., str. 1-36.
6. Brnčić, V.,: Komparacija troškova zemljanih radova u cestogradnji, magistarski rad, FGZ Zagreb, 1984.
7. Marušić, J.,: Utjecaj projektnih elemenata kanala na troškove izgradnje sustava površinskog odvodnjavanja, Seminar iz hidrotehničkih melioracija, DGIT-a i DONH-e, Zagreb, 1986., str. 1-45
8. Marušić, J.,: Mjerodavni troškovi izgradnje i potrebna naknada za održavanje sustava površinskog odvodnjavanja, Drugi kongres o vodama Jugoslavije, knjiga III, Ljubljana, 1986., str. 1214-1224.
9. Marušić, J.,: Vrijednost izgradnje sustava površinskog i podzemnog odvodnjavanja, Poljodobra, 35, (5-6), Zagreb 1987., str. 23-35
10. Stručni radovi za Savjetovanje SOUR-a Vodoprivreda Hrvatske od 1982. do 1988. god., Sistematizacija i analiza podataka o izgradnji hidromelioracijskih sustava u SR Hrvatskoj, Planske i obračunske cijene hidromelioracijskih radova, SOUR "Vodoprivreda Hrvatske" Zagreb, posebni radovi za svaku godinu, 1982.-1987.
11. Izvještaji poljoprivrednih radnih organizacija i Udruženje za poljoprivredu i vodoprivredu - o ostvarenim prirodnima poljoprivrednih kultura na melioriranim zemljištima Osijek i Zagreb, 1981.-1987.
12. Podaci o zasijanim poljoprivrednim površinama i ostvarenim prirodnima poljoprivrednih kultura na melioriranim zemljištima te garantiranim i prodajnim jediničnim cijenama poljoprivrednih kultura, Privredna komora i Republički zavod za statistiku, Zagreb, 1981.-1987.

# STROJEVI ZA IZGRADNJU I ODRŽAVANJE HIROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA

---

ANTON MARIN \*

## 1. STROJEVI ZA IZVEDBU MELIORACIJSKIH KANALA

U današnje vrijeme svi radovi na izvođenju i održavanju melioracijskih kanala su mehanizirani. Razlog primjene različitih strojeva u ovim radovima je dvojake prirode:

- Ljudska radna snaga je, koristeći novonastale mogućnosti, nastojala što više pobjeći od teškog i napornog rada. Kroz ovaj vid fizičkog smanjenja radne snage u odnosu na obim potrebnih radova, ona je postala adekvatno tome i skupa.
- Iza ovoga razloga je i drugi, koji leži u povećanom opsegu potrebnih radova, koji se živom ljudskom radnom snagom i ne bi mogao tako lako obaviti, pa je šira primjena strojeva u izvođenju ovih radova bila i neophodna.

Ovi razlozi su bili prisutni u momentu kada su započeti intenzivni radovi na području iskopa melioracijskih kanala. U tim prvim godinama domaća strojogradnja nije bila tako razvijena, da bi mogla izvođačima melioracijskih radova pružiti svu potrebnu mehanizaciju. Tako su u tim godinama početaka bila širom otvorena vrata mehanizaciji iz uvoza. Nažalost, i danas je slična situacija, jer još uvijek kasnimo u razvoju domaće industrije. Prateći svjetski razvoj, postepeno na mnogim poljima razvoja stasala je i domaća strojogradnja, koje je uglavnom kroz različite vidove suradnje sa svjetskim proizvođačima uspjela proizvesti takove strojeve i u našoj zemlji. Budući da naša zemlja ima proizvođače osnovnih vrsta strojeva za iskop kanala, u daljnjoj obradi u razmatranja ćemo uzeti tipične predstavnike strojeva Industrije građevinskih mašina "Radoje Dakić" iz Titograda i "14 Oktobar" iz Kruševca. Za one strojeve, za koje domaća strojogradnja nije još napravila adekvatnu zamjenu, uzet ćemo u razmatranje tipične predstavnike strojeva, koji se u vodoprivredi najviše koriste. Pri tome moramo svakako naglasiti da se domaća industrija neprestano usavršava i razvija, tražeći pri tome sebi sigurno mjesto među svjetskim proizvođačima ovakove opreme. Domaća industrija, koja se nalazi u razvoju i stalnoj trci korak iza svjetske industrije, može biti konkurentna i eventualno rentabilna samo u proizvodnji u velikim serijama, iako i tada rentabilnost zbog niza elemenata vrlo brzo dolazi u pitanje. Svjetska industrija danas rentabilnost ne traži u velikoj seriji, nego u potpuno drugim elementima proizvodnje. No osim osnovnog problema, kod domaće industrije postoji i drugi, koji se očituje u tome da se svaki stroj proizvodi uvijek uglavnom samo za jednu namjenu i s jednim radnim oruđem. Tako se nažalost smanjuje obim radnih sposobnosti boljeg iskorištavanja kroz veći broj radnih sati na drugim poslovima u periodu, kada se na melioracionim radovima ne može raditi.

Strojevi pomoću kojih se izvode otvoreni melioracijski kanali podijeljeni su u dvije velike skupine, a to su:

- strojevi za kopanje i utovar materijala - bageri
- strojevi za odguravanje, razgrtanje i poravnavanje (planiranje) iskopanog materijala-dozeri.

Osim ovih strojeva ponekad se ovisno o vrsti i tehnologiji izvođenja melioracijskih kanala, još koriste i strojevi za transport iskopanog materijala (kamioni, damperi i slično) a rjeđe i druge vrste građevinskih mašina (utovarivači, transportne trake, grejderi za fino profiliranje pokosa i sl.) što ovisi o načinu izvedbe radova, geomehaničkom sastavu materijala i drugim uvjetima.

---

\* ANTON MARIN, dipl.inž.stroj. VODOPRIVREDNA RADNA ORGANIZACIJA ZAGREB  
OOUR VODOPRIVREDA "BID-BOSUT" - VINKOVCI



U sklopu datih pokazatelja bitno je imati u vidu da je izvršena sistematizacija i analiza podataka za bagere i dozere koji prvenstveno rade na dogradnji postojećih i izgradnji novih melioracijskih kanala na nizinskim poljoprivrednim površinama sliva Save, Drave i Dunava.

Međutim, treba imati u vidu da analizirani tipovi bagera i dozera rade i na izvođenju zemljanih radova u procesu izgradnje cesta kao i na odgovarajućim objektima niskogradnje. U vodoprivredi bageri i dozeri rade i na izvedbi odgovarajućih vrsta i faza poslova na regulacijskim objektima, a dozeri prvenstveno na izvedbi nasipa.

U sagledavanju osnovnih pokazatelja treba imati u vidu utjecaj proizvodnih i radnih karakteristika pojedinih tipova bagera i dozera na troškove izradnje hidromelioracijskih sustava površinskog odvodnjavanja.

## 1.1 BAGERI

U početku izlaganja navedeno je da se bilo koja vrsta strojeva primjenjuje u izvođenju građevinskih radova iz dva osnovna razloga:

- iz razloga povećanih zahtjeva za brzim izvođenjem većih količina radova;
- iz razloga humanizacije posla - odnosno smanjenja napora ljudi u realizaciji tih poslova.

Kod izvođenja melioracijskih radova bageri su strojevi, koji su osnova mehanizacije i koji udovoljavaju pomenutim postavljenim uvjetima.

Prije nego što se konkretno osvrnemo na rad bagera u današnje vrijeme, red je reći nekoliko riječi o razvoju bagera uopće.

Što je bager?

Po osnovnoj definiciji bager je stroj, koji svojom vlastitom snagom vrši otkop ili grabljenje zemljanog, kamenog ili drugog materijala, pa tako otkopani materijal odlaže na manjoj ili većoj udaljenosti od sebe, ili ga utovara u transportno sredstvo.

Prvi bager javlja se kao stroj sredinom 16. stoljeća. Pogon ovog bagera vršio se životinjskom snagom. Tek negdje godine 1834. u SAD se kao pogonska snaga za pogon bagera primjenjuje snaga vodene pare. Razvoj bagera tekao je dalje uporedo s razvojem građevinarstva. Poslije podmirjenja osnovnih potreba i zahtjeva, došlo je i do razvoja specijalnih strojeva, namijenjenih izvršenju samo nekih specifičnih poslova. Do današnjih dana razvijeno je mnogo različitih vrsta bagera, koji su jedni drugima ponekad i jedva slični, jer su nastali kao specijalna namjena u pojedinim granama. Tako na primjer danas bager u ciglarskoj industriji, rudarstvu ili recimo vodoprivredi znači sasvim različite vrste strojeva. Od svih mogućih podjela bagera po različitim kriterijima, ovdje će se navesti samo one, koje su karakteristične za vodoprivredu.

### 1.1.1 Vrste bagera prema načinu pogona

Bageri su se kao strojevi pojavili gotovo prije 150 godina, pa je razvoj i otkrivanje različitih oblika energije bio primjenjivan na ovim strojevima sa njihovim otkrićem i razvojem. Danas razlikujemo u tom razvoju:

- bagere na pogon parom;
- bagere na pogon motorima s unutrašnjim sagorijevanjem;
- bagere na pogon električnim motorima;
- bagere, koji imaju kombinirani pogon motora s unutrašnjim sagorijevanjem i elekropogona.

U današnje doba najčešće se na bagerima u vodoprivredi koriste motori s unutrašnjim sagorijevanjem.

Kombinacija pogonskog diesel-motora i elektropogona moguća je i kod strojeva u vodoprivrednim radovima. Primjenjuju se u onim slučajevima kada se želi olakšati i pojednostaviti rukovanje - upravljanje građevinskim strojevima, ali isto tako i radi smanjenja gubitaka u procesu prijenosa snage.

### 1.1.2 Vrste bagera prema načinu kretanja

Ovdje razlikujemo bagere:

- koji se kreću po tračnicama;
- koji se kreću na gusjenicama;
- koji se kreću na pneumatskim točkovima;
- koji se kreću pomoću plovnih objekata;
- koji su na saonicama, nogama, stopalima i tome slično.

Izuzev prve vrste bagera u ovoj podjeli, svi ostali nalaze svoju primjenu u vodoprivrednim radovima.

### 1.1.3 Vrste bagera prema stajalištu pri radu

Po ovoj podjeli razlikujemo bagere koji pri procesu rada stoje na suhom i bagere koji se pri tome nalaze na vodi. I jedna i druge vrste bagera iz ove podjele ima svoju primjenu kod radova u vodoprivredi.

U daljnjem pregledu i opisu bagera u vodoprivredi zadržat ćemo se kod domaćih strojeva - onih koje proizvodi ili sklapa industrija u Jugoslaviji.

Najčešće i najviše u vodoprivredi koristimo danas dvije osnovne vrste bagera, koje jednostavno nazivamo:

- bager sajlaš ili dreglajn bager i
- hidraulični bager.

Često čujemo i koristimo ove nazive, iako ta podjela, pogotovo u današnje vrijeme i nije potpuno ispravna. Ona je nekada imala svoju osnovu, jer su kod bagera sajlaša postojali isključivo mehanički načini prenošenja i pretvaranja snage pogonskog motora u korisnu radnju. Danas je taj način prijenosa snage, kao tehnički - konstrukciono - izvedbeni kompliciraniji način gotovo odbačen. Tako se i kod ove vrste bagera primjenjuje hidraulički prijenos i pretvaranje snage pogonskog motora u korisnu radnju. Hidraulički prenos je u izvedbi redovno skuplji, u eksploataciji jednostavniji i ekonomičniji. Zato bismo mogli reći da danas u vodoprivrednim melioracijskim radovima koristimo sve više i sve češće hidraulične bagere, a podjelu bismo mogli napraviti obzirom na način vješanja oruđa za rad - odnosno način vješanja bagerske kašike na:

- hidraulične bagere s povlačnom kašikom ili hidraulične dreglajn bagere;
- hidraulične bagere sa krutom kinematskom vezom radnog oruđa - kašike.

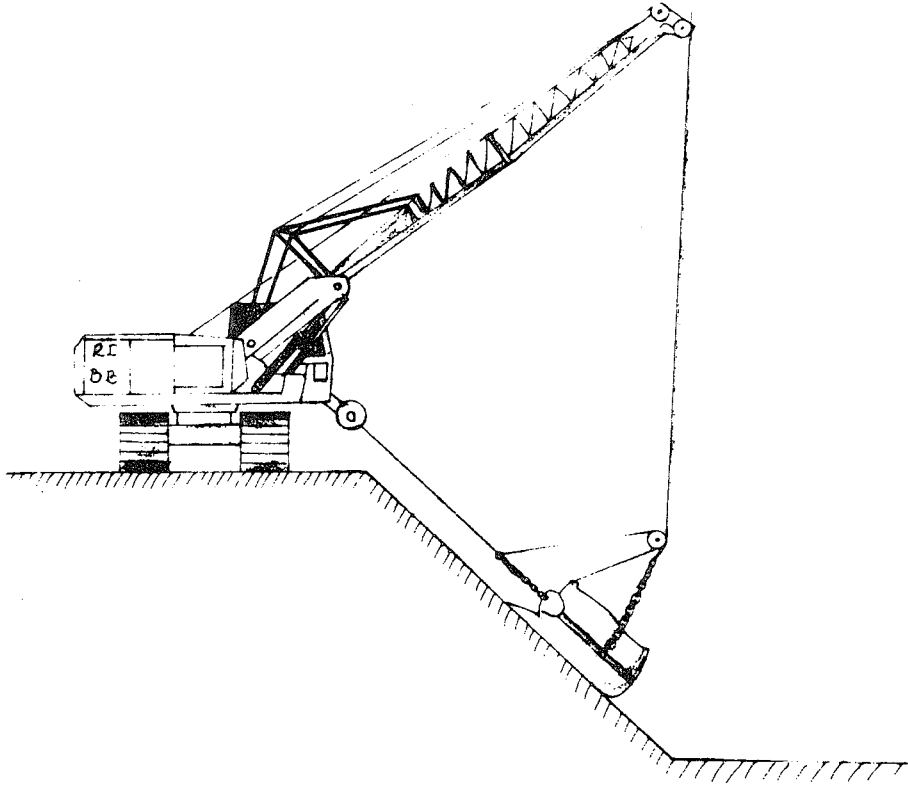
Na slici broj 1 prikazan je današnji hidraulični bager sa povlačnom kašikom.

Na slici broj 2 prikazan je današnji hidraulični bager sa krutom kinematskom vezom radnog oruđa.

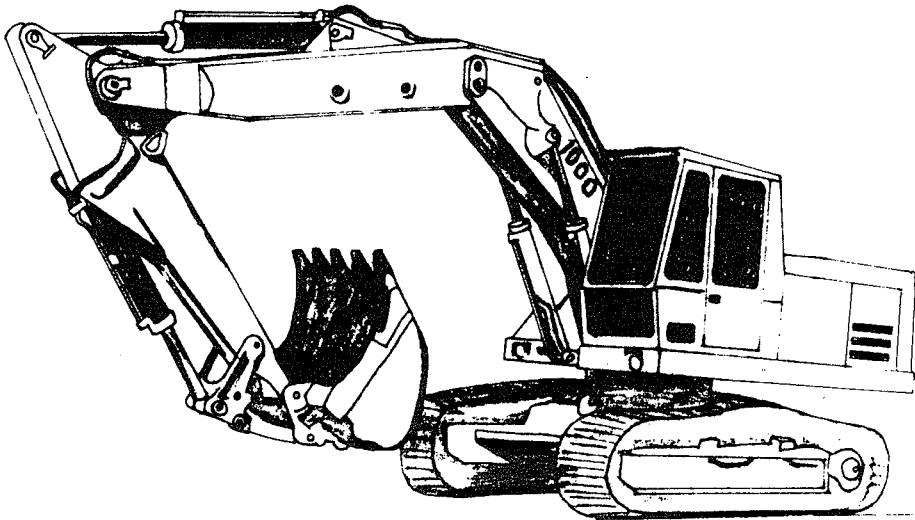
Na slici broj 3 prikazan je način prenošenja snage i njenog pretvaranja u korisnu radnju kod današnjih konstrukcija bagera sajlaša a svakako i hidrauličnih bagera.

Moguće je vizuelno zaključiti da je kod današnjeg načina prijenosa snage broj mehanički vezanih elemenata u procesu prijenosa i pretvaranja snage u korisnu radnju veoma reduciran, a da se na većem dijelu puta za prijenos i pretvaranje koristi hidraulični mediji pod pritiskom.

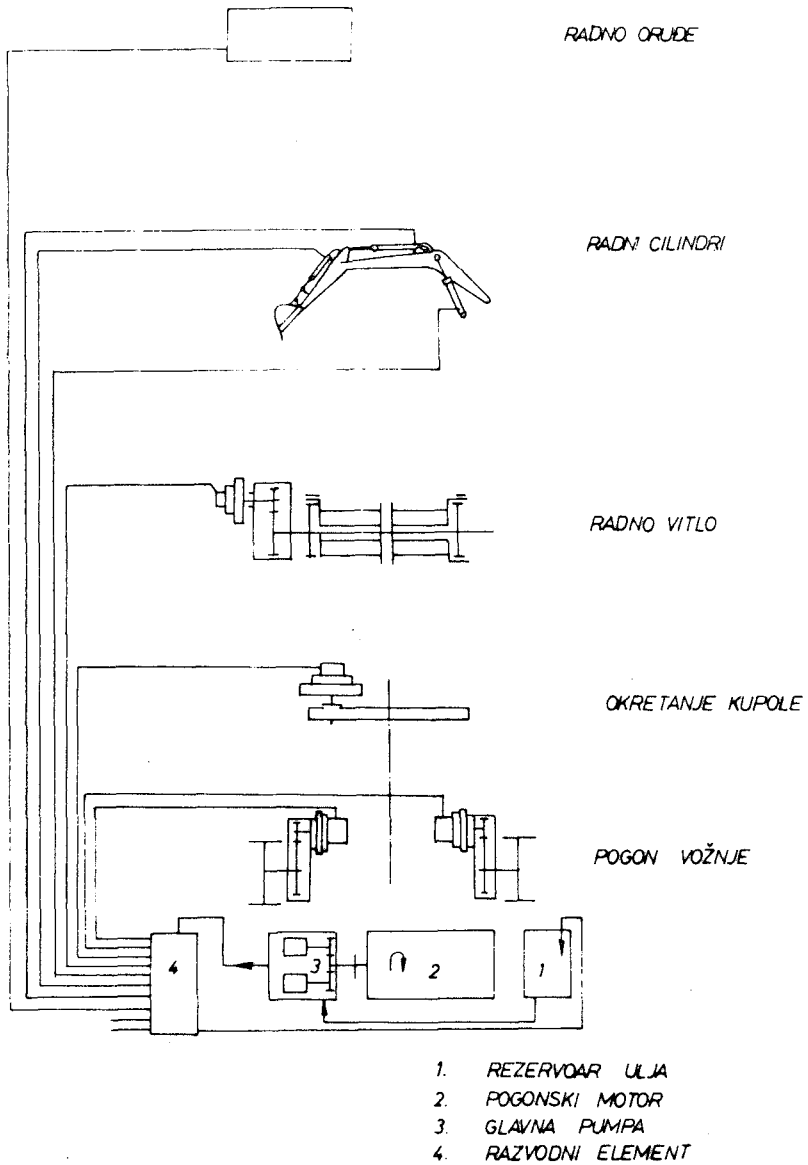
Mogli bismo zaključiti da danas u izvođenju melioracijskih radova koristimo gotovo isključivo hidraulične bagere sa različitim oruđima kao i načinima njihova učvršćivanja. U tu svrhu bagera mogli bismo danas ubrojiti i različite vrste specijalnih bagera na nogama - koračajuće bagere, kao i plovne bagere - odnosno bagere na vodi.



Slika 1 - Hidraulični bager sa povlačnom kašikom



Slika 2 - Hidraulični bager sa krutom kinematskom vezom radnog oruđa



Slika 3.- Način prijenosa snage na bageru danas

### 1.1.4 Glavni sastavni dijelovi bagera

I jedna i druga vrsta bagera, kao i specijalne vrste bagera sastoji se od:

- osnovnog stroja;
- pripadajuće ruke sa radnim oruđima.

**Osnovni stroj** je onaj dio bagera pomoću kojeg se bager kreće i na koji se montiraju različita oruđa za izvršenje korisne radnje.

Osnovni stroj se kod svih vrsta bagera sastoji od:

- donjeg postroja sa gusjenicama ili kotačima;
- gornjeg postroja sa centralnim pogonskim sklopom, radnim sklopom, kabinom i protutegom.

Glavne dijelove donjeg i gornjeg postroja bagera ukratko će se opisati koristeći sliku broj 4.

**Donji postroj** bagera (slika 4) služi za pokretanje bagera i za nošenje i okretanje gornjeg postroja s radnim oruđem, oko vertikalno-centralne osi bagera. Kod današnjih konstrukcija ovaj postroj je izveden kao sandučasta limena konstrukcija u zavarenoj izvedbi. Na donju stranu ovih postroja mogu se postaviti:

- mehanizmi za pogon vožnje s pneumatskim točkovima;
- mehanizmi za pogon vožnje s gusjenicama.

Širu primjenu u melioracijskim radovima imaju bageri s gusjenicama, a rjeđe se koriste bageri s točkovima - čija primjena je vezana za radove kod kojih je bitna mobilnost bagera, ili se radi o specifičnim zahtjevima odnosno vrstama poslova.

I kod jednih i kod drugih bagera bitna i osnovna karakteristika je veličina tzv. specifičnog pritiska. Specifični pritisak je pritisak koji bager izaziva na jedinicu površine tla na kojem stoji, a koji nastaje kao posljedica njegove vlastite težina. Veličina specifičnog pritiska se kreće od:

$$p = 0,40 \text{ do } 1,00 \text{ (bara)}$$

Osnovno je nastojanje imati bager sa što manjom veličinom površinskog pritiska, ako to ne izaziva značajno povećanje njegove cijene, zbog specijalne konstrukcije donjeg stroja.

Kod statičnih bagera može veličina specifičnog pritiska imati i veće vrijednosti, pogotovo kada se sigurno znaju podaci o nosivosti tla na kojem će bager duže vrijeme stajati.

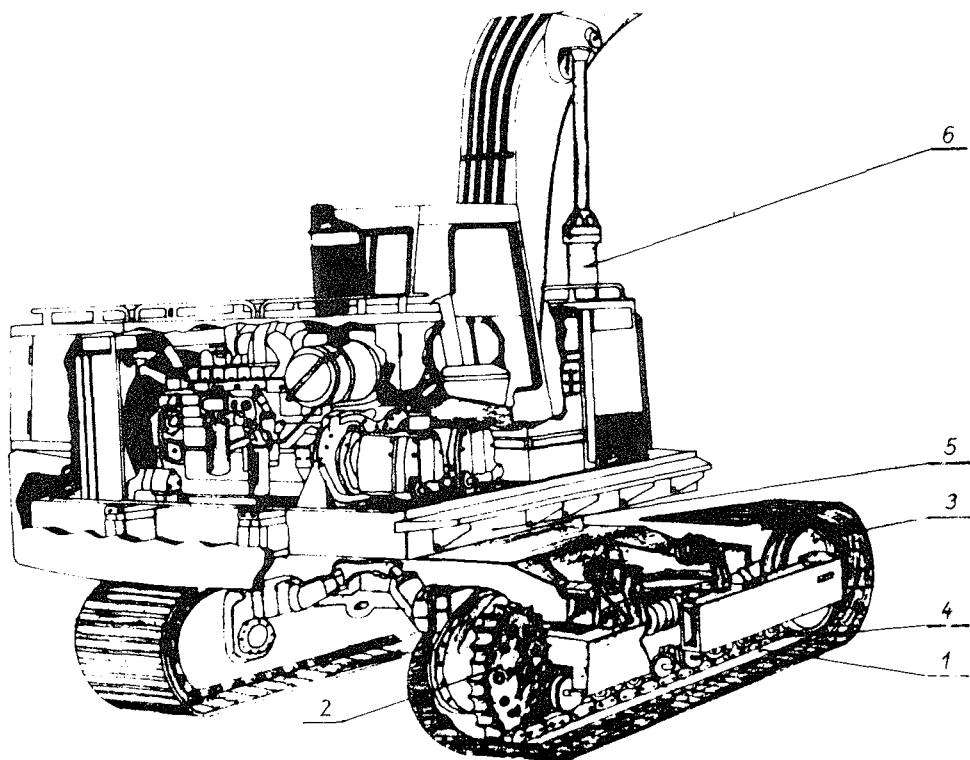
Pod imenom "gusjenica" (slika 4 - poz. 1) podrazumijevamo gusjeničnu traku, s točkovima za pokretanje i točkovima za vođenje gusjenice. Pri tome je gusjenična traka - beskonačna traka, koja je sastavljena od članaka gusjenice, međusobno elastično povezanih. Unutar spojene gusjenične trake obuhvaćeni su osnovni bitni elementi za pokretanje bagera, a to su: pogonski točak, regulacioni - zatezni točak ili vodeći točak, te niz pomoćnih malih valjaka, koje zajedničkim imenom zovemo rolne.

Na pogonskom točku (slika 4 - poz. 2) je monolitno ili segmentno izveden pogonski lančanik, koji se često pogrešno naziva - pogonski zupčanik.

Na vodećem točku (slika 4 - poz. 3) vrši se podešavanje napetosti gusjeničnog lanca, uz pomoć posebnog mehanizma, tzv. napinjača ili još uvijek popularno nazivanog - "španera" vodećeg točka i kompletne gusjenice.

Pomoćni valjci - rolne (slika 4 - poz. 4) služe za prihvaćanje i vođenje gusjeničnog lanca i ne dozvoljavaju da padne.

Kod starijih konstrukcija bagera nisu bile uobičajene ovako male rolne, nego je bager imao više vodećih točkova, koji su onda imali promjer jednak kao i prvi-vodeći točak, odnosno kao i pogonski točak. Na takovoj konstrukciji je gusjenična traka bila deformirana u obliku više većih progiba. To je proporcionalno tome povećavalo i veličinu specifičnog pritiska na tlo, pa je ujedno otežavalo prohodnost bagera na mekšem tlu.



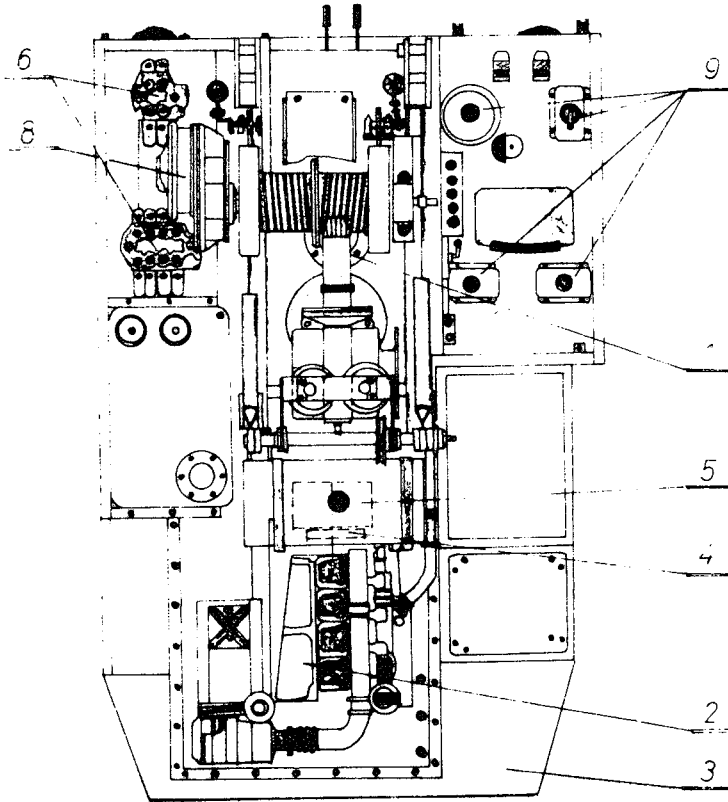
Slika 4 - Glavni dijelovi bagera - gornjeg i donjeg stroja

Kretanje bagera se ostvaruje okretanjem pogonskog točka, a time se onda ovo kretanje prenosi na beskonačnu traku gusjenice. U pogon se izdvojeno može staviti jedan, odnosno drugi pogonski točak bagera, ili oba istovremeno. Kod istovremenog pogona obaju pogonskih točkova bagera će vršiti pravolinijsko kretanje. Kod skretanja bagera u lijevu ili desnu stranu iz pogona se isključuje jedna gusjenica uz istovremeno kočenje, dok druga gusjenica i dalje dobiva pogon. Brzine kretanja bagera na gusjenicama mijenjaju se danas uglavnom kontinuirano i to u vrijednosti od 0 do 4,5 km/h. Kod klasičnih konstrukcija postojala je samo jedna brzina i iznosila je u prosjeku od 1,5 do 2 km/h, a mijenjala se u tom razmaku ovisno o promjeni broja okretaja pogonskog motora.

Na sredini donjeg postroja bagera nalazi se dobro učvršćen okretni vijenac (slika 4 - poz. 5). Ovaj vitalni dio svakog bagera vezuje donji i gornji stroj bagera i omogućuje beskonačno okretanje čitavog gornjeg stroja nad donjim strojem i to u obje strane.

Okretni vijenac izveden je kao jedno ili dvoredni kuglični ležaj, zatvorene izvedbe, dobro zaštićen od vanjskih utjecaja. U radu je jako opterećen, što ukazuje da mora biti kvalitetno izveden, a u toku rada dobro održavan - pravilno podmazivan. Ovaj okretni vijenac ozubljen je kod manjih promjera (do 1.000 mm) uglavnom sa unutarnje strane, dok je kod većih promjera to ozubljenje izvedeno sa vanjske strane. Na ovo ozubljenje okretnog vijenca uzubljuje se mali zupčanik mehanizma za okretanje gornjeg stroja (slika 5 poz. 1).

Na taj način moguće je izvršiti zakretanje gornjeg stroja bagera nad fiksnim donjim strojem - odnosno donjim dijelom bagera.



Slika 5 - Raspored radnih i komandnih elemenata bagera

Gornji postroj sastoji se od krute čelične konstrukcije, koja je pričvršćena na okretni vijenac. Na gornjem stroju postavljeni su:

- radni odnosno pogonski motor, koji pogoni mehanički, danas češće hidraulički sklop, koji služi za pretvaranje snage pogonskog motora u potencijalnu energiju stlačene tekućine - danas su to najčešće različite vrste hidrauličnog ulja. Ova potencijalna - tlačna energija se razvođenjem do pojedinih radnih mjesta pretvara u korisnu mehaničku radnju. Pri tome prvi sklop, koji prima direktno svu snagu pogonskog motora jest hidraulična pumpa, dok elemente, koji tu energiju primaju i pretvaraju u korisnu radnju zovemo hidromotorima.

U prostoru između hidropumpe i hidromotora postoji niz elemenata za protok, razvod i osiguranje od preopterećenja. Sve te elemente jednim imenom nazivamo - hidraulična instalacija.

### 1.1.5 Pogonski motor

Na slici 5 poz. 2 prikazan je najčešći položaj pogonskog motora, koji je očito smješten neposredno uz sam protuteg (slika 5 poz. 3), da bi svojom težinom što više pridonio statičkom uravnoteženju ukupne mase bagera. Kao pogonski motor danas se gotovo isključivo koriste četverotaktni diesel-motori. U nekim specijalnim slučajevima može se ugraditi električni motor, ili kombinacija elektro i diesel-motora.

Parni stroj - kao pogonski agregat - danas se gotovo više ne susreće u eksploataciji.

Snaga motora, koji se danas ugrađuju u bagere za iskop melioracijskih kanala kreće se od 50 do 350 kW. U većini slučajeva ovi motori hlade se zrakom, jer je takav sistem manje osjetljiv i lakši za održavanje. Hlađenje vodom je kod bagera veoma rijetko.

U prijenosu snage s pogonskog motora prema pogonskom sklopu ugrađuje se spojka - kvačilo, (slika 5 - poz. 4), čiji je zadatak da ublaži udarce, do kojih može doći u toku rada bagera.

Benzinski motori primjenjuju se kao pogonski agregati jedino kod bagera veoma malih kapaciteta.

Preko ugrađene spojke snaga motora prenosi se i predaje hidrauličnoj pumpi (slika 5 - poz. 5). U toku razvoja bagerskih strojeva najprije su primjenjivane zupčaste pumpe. U današnje vrijeme primjenjuju se gotovo isključivo tzv. klipno-aksijalne pumpe.

Osnovna karakteristika, po kojoj se razlikuju ove dvije vrste pumpe jest princip rada.

Zupčasta pumpa vrši transport i tlačenje ulja između uzubine radnog zupčanika i tijela pumpe, u radijalnom smislu, od usisne prema tlačnoj strani.

Klipno - aksijalna pumpa vrši transport i tlačenje ulja u smjeru uzdužne osi pumpe.

Slijedeća bitna razlika između ovih dviju vrsta pumpe, jest veličina radnog pritiska, koji postižu u radu.

Zupčaste pumpe rade optimalno kod radnog broja okretaja od 1.600 o/min i radnog pritiska u tlačnom radu od 160 bara.

Klipno - aksijalne pumpe rade najčešće kod 2.200 o/min i radnog pritiska od 280 bara.

Iz veličine radnog pritiska izlazi drugi zaključak, a to je: veličina radnih oruđa (hidromotora, hidrocilindra) utoliko je manja, koliko je radni pritisak veći. Tako je klipno - aksijalna pumpa pridonijela znatnom smanjenju veličina, a djelomično i težina ovih komponenata hidrauličnog sistema.

S radnih hidrauličnih pumpi stlačeno ulje odlazi, preko razvodnih i komandnih elemenata (slika 5 - poz. 6) s prigradenim ili ugrađenim sigurnosnim elementima, na radne elemente, koji su najčešće predviđeni u dva oblika:

- oblik hidrauličnog cilindra - za pravolinijsko kretanje (slika 4 - poz. 6);
- oblik hidrauličnog motora - hidromotora za rotaciono kretanje (slika 5 - poz. 8).

Zadatak i jednog i drugog radnog elementa jest da tlačnu - potencijalnu energiju radnog medija, pretvore u korisnu predviđenu radnju. Način pretvaranja energije je u principu analogan - oslobađanjem tlačne energije - odnosno poništavanjem pritiska radnog medija, dobija se korisna radnja. Jedino je oblik gibanja, koji se dobiva kod ove transformacije - različit - translatorni ili rotacioni.



Kod hidrauličnih cilindara nastaje translatorno kretanje radnog oruđa, dok kod hidromotora nastaje rotaciono kretanje. Translatorska kretanja uglavnom su opredjeljena za izvršavanje završne bagerske radnje, dok su rotaciona kretanja opredjeljena na pogon vožnje, okretanje kupole ili pak radnog vitla nekog bagera. Dakle, u ovom se posljednjem slučaju rotacionim okretanjem radnog vitla vrši translatorsko pokretanje radnog oruđa bagera sajlaša.

Upravljanje svim dijelovima bagera vrši se danas veoma lako i jednostavno i to uz pomoć nekoliko radnih ručica (slika 5 - poz. 9), koje su prikladno razmještene u udobnoj radnoj kabini. Svaka upravljačka ručica daje mogućnost uključivanja po nekoliko pojedinačnih radnji - do četiri radnje, pri čemu se ovisno od konstrukcije i kvalitete izvedenosti mogu istom ručicom preklapati djelomično dvije radnje. Upravljanje se obavlja uz pomoć servouređaja, kojima je omogućeno da se vrlo malim silama na ručicama radnih komandi, veoma lako - jednostavno i udobno upravlja bagerom.

Hidraulični bager s krutom kinematskom vezom (slika br. 2) služi za iskop kanala IV reda, čija je širina dna uglavnom 0,6 m, a pokos bočnih strana 1:1,5. Shodno ovim podacima izrađena su i odgovarajuća oruđa za kopanje. To su tzv. trapezne kašike - odnosno korpe, kojima se odmah oblikuje kanal prema spomenutim podacima.

Dreglajn bager - ili bager sajlaš (slika br. 1) u današnjoj modernoj izvedbi ima hidraulični pogon svih elemenata, dok je veza radnog oruđa - povlačne kašike, ostala kao i ranije.

Ovakvim bagerima kopamo sve ostale kanale, koji se pojavljuju kod vodoprivrednih projekata (kanali I, II i III reda).

Zadatak svakog bagera i strojeva je slijedeći:

- realizirati što je moguće više rada;
- u radu ostvariti što manje troškova po jedinici rada.

Pored ostvarenog učinka stroja, koji je u svakom slučaju prvi faktor ekonomskog postojanja usko vezan s ovim podatkom je i broj efektivno odrađenih sati stroja. Ovaj podatak se u melioracijskim radovima planira sa 1.800 efektivnih sati za tekuću godinu. Taj broj radnih sati je teško postići. Razloga ima mnogo. Među njima svakako ima i objektivnih i subjektivnih.

Među objektivne razloge mogli bismo kao osnovne navesti slijedeće:

- široka rasprostranjenost i usitnjenost gradilišta;
- pomanjkanje potrebnih rezervnih dijelova;
- vrlo kratka radna sezona;
- uska povezanost izvođenja radova i zasijanih kultura.

Subjektivne razloge nećemo niti navoditi, jer oni su kod svakog ipak samo subjektivni.

Troškovi goriva, koje se u prosjeku ugrađuju u iskopani  $m^3$  zemlje, danas su u procentnom iznosu s obzirom na cijenu iskopa, značajno veći nego prije desetak godina. Istovremeno je udio osobnog dohotka radnika po tom istom iskopanom  $m^3$  zemlje značajno opao.

## 1.2 DOZERI

Dozeri su druga velika grupa strojeva, koji se koriste u izvođenju melioracijskih radova - kanal. Namjena im je uglavnom dvojaka:

- za razgrtanje iskopane zemlje na šire područje;
- za formiranje nasipa različitog oblika, i različite namjene od iskopane zemlje,

Za razliku od bagerskih strojeva, dozeri su se pojavili u novije vrijeme i smatraju se "mladom" vrstom strojeva. Njihov razvoj počinje oko 1923. godine i to u SAD, a deset godina kasnije i u Njemačkoj. U ovim zemljama veliki građevinski radovi tražili su za kratko vrijeme izvršenje velikih količina radova. Upravo zato je i usavršavanje ovih strojeva išlo posebno brzo.

Dozerima se u principu i kopa i odgurava materijal, iako danas u radovima melioracija ovi strojevi gotovo isključivo odguravaju iskopani materijal.

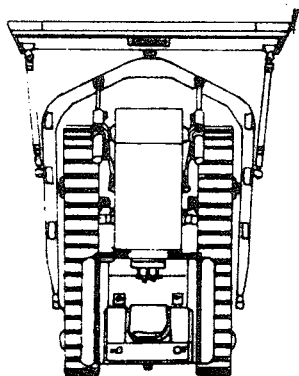
Osnovna podjela dozera vrši se prema snazi pogonskog motora, koji se na njih instaliraju, na:

- lake dozere - snage motora do 55 kW;
- srednje dozere - snage motora od 55 do 110 kW;
- teške dozere - snage motora od 110 do 300 kW.

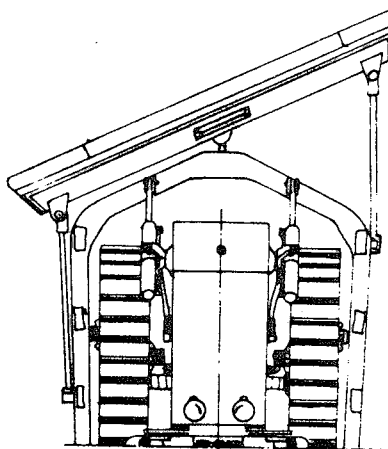
Prema položaju radnog oruđa na dozeru razlikujemo slijedeće vrste strojeva:

- buldozere ( sl. 6a),
- tiltdozere (sl. 6b),
- angldozere (sl. 6c).

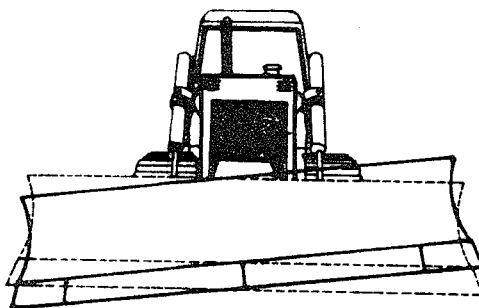
Sve tri vrste ovih strojeva mogu naći primjenu u radovima melioracija iako su najčešće u primjeni angldozeri. Razlog je specifičnost posla u izgradnji hidromelioracijskih sustava odvodnjavanja.



Slika 6a - buldozer



Slika 6b - angldozer



Slika 6c - tiltdozer

**Budlozer** ima mogućnost postavljanja radnog oruđa samo okomito na podužnu os stroja. To se oruđe može pomicati samo po vertikalnoj osi - odnosno može se podizati i spuštati. Pri tom podizanju i spuštanju, daska - radno oruđe, je uvijek horizontalna. Buldožerima se dakle mogu izvršiti radovi horizontalnog iskopa i razguravanja zemlje.

U današnje vrijeme buldozer se rijetko ili samo kod nekih specijalnih poslova primjenjuje u izvedbi melioracijskih kanala. Razlog je slaba pokretljivost i loša manevarska sposobnost u blizini kanala.

**Tiltdozer** je traktor kod kojeg se radno oruđe-daska, može otklanjati od uzdužne osi traktora, dizati i spuštati. Pri dizanju i spuštanju daska se može otkloniti - ukositi od horizontale, što znači da se daska zaokreće oko uzdužne osi traktora - odnosno pojedinačno se može spustiti ili podići svaki kraj daske. Ova vrsta strojeva je naročito praktična za iskop kanala s manjim pokosom (do 30°).

**Angldozer** je traktor, kod kojeg se radno oruđe - daska, može otklanjati od uzdužne osi traktora, a uz to se može pomicati po vertikali. Pri podizanju i spuštanju daska ostaje stalno horizontalna.

Angldozer ima primjenu u izvođenju melioracijskih kanala i to u svrhu razgrtanja deponija, nastalih prilikom iskopa kanala. Znatno su mu bolje manevarske sposobnosti nego kod buldozera.

Dozere dalje dijelimo, obzirom na sredstva kojima se kreću na:

- dozere gusjeničare;
- dozere na pneumatskim točkovima.

Dozeri sa pneumatskim točkovima rjeđe se primjenjuju zbog loških i teških uslova rada, kao i zbog mogućnosti oštećenja.

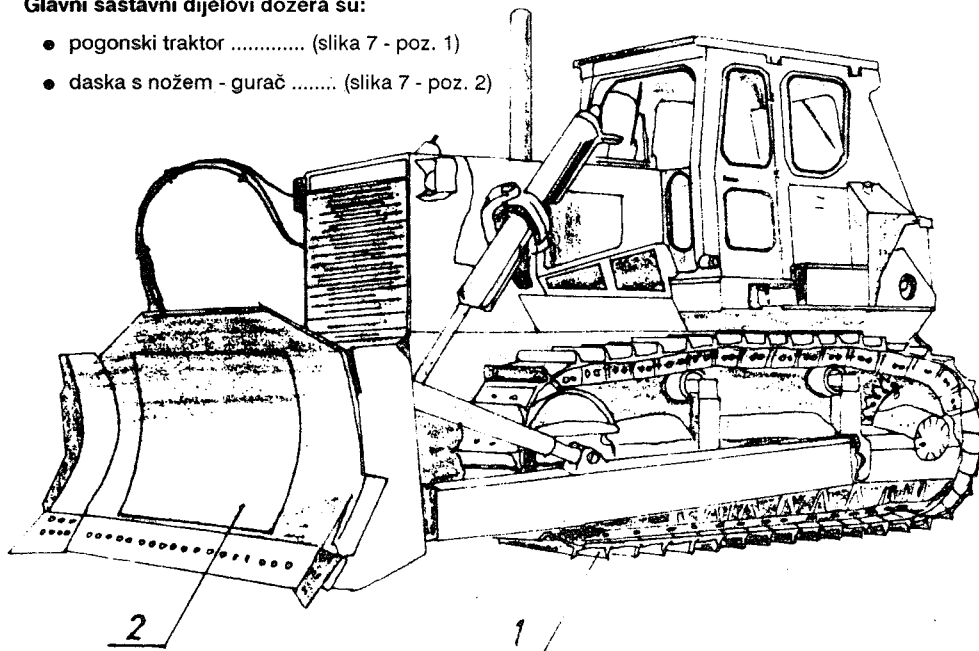
Prema konstrukciji komandnih uređaja dijelimo dozere u dvije grupe:

- dozeri sa mehaničkim komandama;
- dozeri sa hidrauličnim komandama.

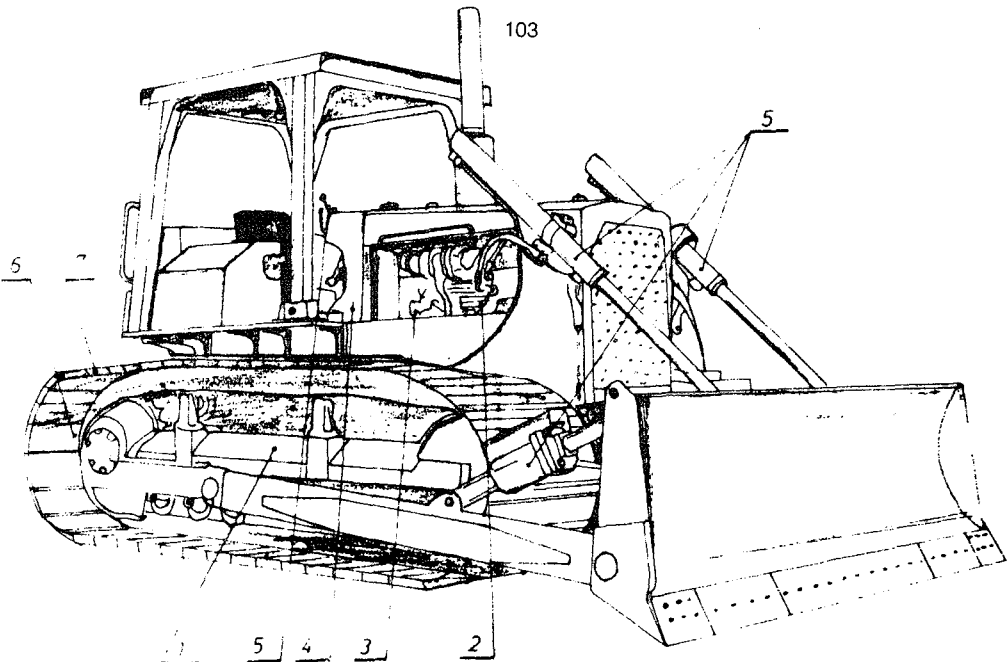
Danas su dozeri s mehaničkim komandama rijetkost, i ne susrećemo ih često.

**Glavni sastavni dijelovi dozera su:**

- pogonski traktor ..... (slika 7 - poz. 1)
- daska s nožem - gurač ..... (slika 7 - poz. 2)



Slika 7 - Sastavni dijelovi dozera



Slika 8 - Dijelovi pogonskog traktora dozera

**Pogonski traktor** (slika 8) je osnovni i najvažniji dio dozera. Sve radne karakteristike ovise su od snage motora, koji se ugrađuje u pogonski traktor.

Pogonski traktor svakog dozera sastoji se od nosivog postroja na kojem je postavljen:

- pogonski motor;
- uteđej za prijenos snage motora i pretvaranje u korisnu radnju;
- uređaj za upravljanje;
- gusjenični sklop sa pripadajućim elementima kao što su rolne, pogonski i vodeći točkovi.

Nosivi postroj (slika 8 - poz. 1) dozerskih dozerskih strojeva danas se najčešće izrađuje od različitih čeličnih profila i limova, spojenih međusobno tehnikom zavarivanja u jednu čvrstu i otpornu cjelinu. Ova postolja u toku radnog vijeka dozera uglavnom dobro podnose sva nametnuta opterećenja i ne traže posebno održavanje.

Dozersko postolje nosi na sebi sve dijelove pogonskog i radnog sklopa, koji su na njemu raspoređeni tako, da je traktor što bolje izbalansiran, vodeći pri tome računa da težište stroja bude što niže, a da istovremeno najniža točka traktora, tzv. klirens, ne bude prenisko, zbog bolje prohodnosti i rjedeg zapadanja.

Pogonski motor (slika 8 - poz. 2) je u pravilu diesel-motor. Broj okretaja pogonskog motora je od 1.300 do 2.300 o/min. Snaga ugrađenih motora na dozerima danas se kreće od 50 do 400 kW. Motori na dozerima hlade se zrakom ili vodom. Hlađenje vodom je učestalije. Razlog leži u samoj konstrukciji i postavljanju pogonskog motora, koji se uvijek nalazi ispred strojara koji upravlja strojem, pa sva toplinska energija i buka više djeluju na strojara nego što je to slučaj kod bagera. Strojevi hlađeni vodom uvijek su manje bučni od strojeva koji se hlade zrakom. Prijenos snage od pogonskog motora do radnog uređaja obavlja se danas uglavnom pomoću različitih vrsta spojnica za ublažavanje dinamičkih udara, zatim poluautomatskih ili automatskih mjenjača do krajnjeg radnog elementa. Na slici 8 poz. 3 - prikazuje spojnicu za prijenos snage, a poz. 4 - poluautomatski mjenjač.

Najnovije konstrukcije dozera još su suvremenije, i kompletan prijenos snage od pogonskog motora do radnog elementa obavlja se pomoću hidrauličnih radnih uređaja, koji su vrlo složeni i vrlo skupi, ali zato jednostavni za rukovanje i ekonomični u upravljanju.

Radni uređaj (slika 7 - poz. 2) - radno oruđe kod dozera jest radna daska. Veličina radne daske ovisna je o instaliranoj snazi pogonskog motora. Danas se u našim prilikama koriste daske prosječne veličine 3x8 m do 4x1 m.

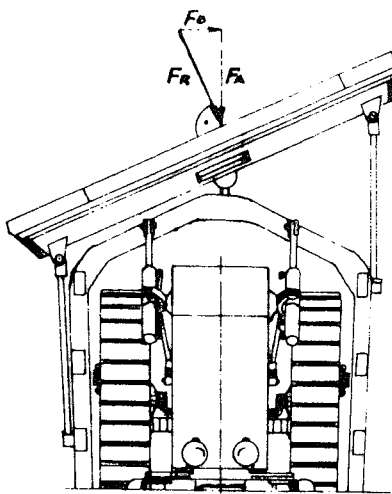
Sistem upravljanja može biti mehanički i hidraulični. Mehaničko upravljanje se danas rijetko može susresti u praksi. Hidraulično upravljanje (slika 8 - poz. 5) danas je gotovo redovno u primjeni, zbog lakšeg i točnijeg upravljanja. Dijelovi instalacije hidrauličnog upravljanja svakako su skuplji u izvedbi, ali su svojim tehničko-tehnološkim prednostima brzo istisnuli mehaničko upravljanje.

Uređaj za kretanje pogonskog traktora danas su uglavnom gusjenice (slika 8 - poz. 6). One su po načinu izrade identične onima na bageru, ali postoji bitna razlika u izgledu vanjske strane gusjeničnog članka. Taj članak (slika 8 - poz. 7) ima znatno povišeno rebro. Takovim rebri na gusjeničnoj traci povećava se otpor gusjenične trake u odnosu na tlo. Povećani otpor uvećava silu kopanja, odnosno guranja.

**Radno oruđe** svakog dozera jest daska s nožem. Obično se izrađuje od čeličnog lima. Daska dozera je u poprečnom presjeku konkavnog oblika, dok joj krajevi mogu biti zatvoreni ili otvoreni. Nož se na dasku učvršćuje vijcima s upuštenom glavom. Spoj vijcima predviđen je zbog izmjene noža nakon istrošenja, a glave vijaka su upuštene, da se zaštite od prebrzog trošenja i da pružaju manji otpor u radu. Osnovni položaj daske je kod buldozera okomit na uzdužnu os stroja, dok se češće kod radova u vodoprivrednim melioracijama, tj. kod anglozera ova daska postavlja u odnosu na uzdužnu os stroja pod kutem  $65^\circ$ .

Pri tome zemlja - materijal kojeg guramo djelomično klizi niz dasku u bočnom smislu. Položaj daske, kao i osnovne sile, koje se na njoj pojavljuju u slučaju rada, prikazan je na slici broj 9. Vidljivo je, da je rezultirajuća sila na dasku sastavljena od dvije komponente, od kojih jedna djeluje u pravcu uzdužne osi stroja, dok druga djeluje poprečno na tu os. Bočna komponenta rezultirajuće sile  $F_B$  u

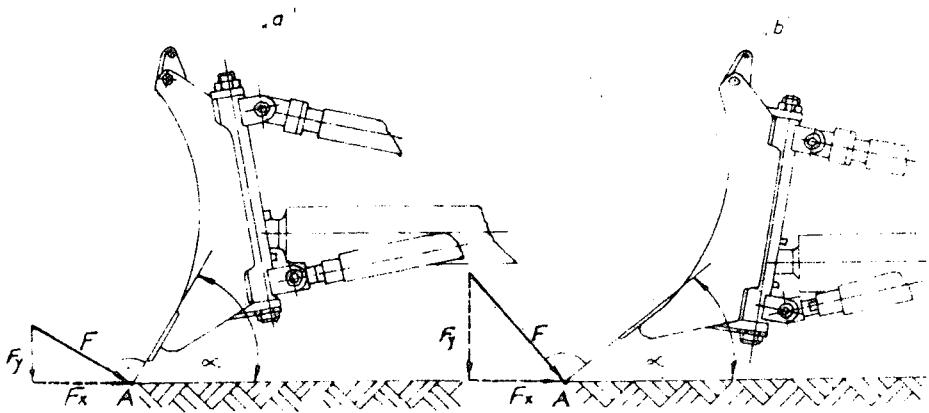
toku rada neprestano opterećuje jednu stranu vodećeg točka, pogonskog točka, kao i samih rolni i štetnih limova i bočne strane gusjeničnog lanca. Iz ovog razloga kod nepažljivog rukovanja dolazi do prijevremenog istrošenja, o čemu će više biti govora u poglavlju o održavanju strojeva.



Slika 9 - Način djelovanja sila na dasku anglozera

Dozerska daska, u smislu konkavnosti može također zauzeti više položaja, promatramo li kut  $\alpha$ , koji konkavna daska zatvara sa podlogom (slika br. 10). Pri tom položaj "a" odgovara za rad na tvrdom tlu, a položaj "b" za rad na mekanom tlu. Uspoređujući oba ova slučaja vidljivo je, da uz istu veličinu komponente sila  $F_A$  - koju stroj može savladati dolazi do formiranja različitih rezultirajućih sila  $F_R$ .

Rad anglozera obavlja se dakle, uglavnom, u smislu odguravanja- poravnavanja i time pripreme zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju. Dužina puta pri odguravanju zemlje je različita i ovisi o tome koliko je velik prethodno iskapani kanal. Danas se uglavnom postavljaju prilično oštri uvjeti za razgrtanje deponija iskopanog materijala. Zbog agrotehničkih uvjeta traži se gotovo potpuno izravnavanje terena.



Slika 10 - POLOŽAJ DASKE DOZERA PRI RADU NA PODLOGAMA RAZLIČITE TVRDOĆE

a - Rad na tvrdom tlu

b - Rad na mekom tlu

Radni učinci dozera-angldozera u izvođenju melioracijskih radova, zavise od mnogo različitih uvjeta, kao što smo to naveli i kod bagera. Jedino je u radu dozera još više izražen sezonski karakter posla, pa tako imamo vrlo kratku radnu sezonu - kada su površine bez usjeva. Istovremeno mogućnost priključenja nekih drugih oruđa izvan sezone je kod ovih strojeva potpuno izostavljena. Radni učinci se prate jednako i uz iste karakteristične pokazatelje kao i kod bagera.

Rukovanje dozeri kod današnjih konstrukcija modernih strojeva svedeno je na lagano i ugodno pomicanje ručica za upravljanje iz moderno uređene kabine rukovaoca.

Za kretanje dozera po pravcu svi elementi su u međusobnoj sprezi. Za skretanje dozera s pravca isključuje se jedno ili drugo bočno kvačilo, uz istovremeno kočenje tog istog kvačila. Budući da je u toku rada skretanje dozera vrlo česta radnja, komandi upravljanja bočnih kvačila posvećuje se posebna pažnja. Zbog čestog uključivanja u toku rada, nastajalo se što je moguće više smanjiti silu, potrebnu za uključivanje svih komandi. Slično kao i kod bagera, uz pomoć tzv. servouredaja smanjuje se potrebna sila na ručici komande za uključivanje, odnosno isključivanje bočnih kvačila.

Komande radnog uređaja kod dozera su danas uglavnom hidraulične. Upravljanje ovim komandama je lako i ugodno.

## 2. ODRŽAVANJE POSTOJEĆE MEHANIZACIJE

Općenito rečeno, održavati mehanizaciju znači voditi računa da svaki mehanizirani uređaj bude u svakom momentu spreman za rad. Da bi to zaista i bilo tako, potrebno je poduzimati niz mjera za očuvanje stroja u toku eksploatacije i u stanju mirovanja. Svim poduzetim mjerama sprečavamo u principu prijevremenu istrošenost i iznenadne kvarove.

No i pored tako brižno poduzimanih mjera za očuvanje stroja, u toku rada dolazi do normalne prirodne istrošenosti pojedinih dijelova stroja. Razlozi, zbog kojih dolazi do toga su različiti udarci i vibracije u toku rada, sve vrste trenja itd. Zbog toga dolazi neminovno do pojave kvarova. Kvarovi po svom opsebu mogu biti različiti.

Prema veličini kvara razlikujemo slijedeće vrste popravki:

- generalne popravke
- srednje popravke
- tekuće popravke

Ovakav redoslijed popravaka načinjen je prema njihovoj veličini odn. složenosti, a to znači i financijskoj vrijednosti.

**Generalni popravci** - uglavnom su zamišljeni i namijenjeni starijim strojevima, koji rade više godina, pa je normalno da njihov svaki dio mora proći pregled i potreban popravak.

**Srednji popravci** - odnose se na popravke pojedinih skupljih sklopova, koji su nekim slučajem stradali prije vremena a vrijednost im je značajnija.

**Tekući popravci** - mogu se obavljati kod svakog stroja i nisu lako predvidivi. Oni se odnose na one slučajeve, zakazivanja elemenata strojeva, koji nisu predvidivi i češće su vezani s lošijom kvalitetom elementa koji moramo zamijeniti. Pod tekućim popravkama u principu ipak podrazumijevamo svaku zamjenu dijela stroja ili eventualni njegov popravak, koji je moguće obaviti na licu mjesta uz minimalni utrošak radnog vremena i materijala, npr. zamjena klinastog remena, gumenog crijeva i tome slično.

No i tekuće popravke u većini slučajeva moguće je planirati, pa ih onda nazivamo tekućim planskim popravcima. Ovakove vrste popravaka osiguravaju onda veći broj radnih sati, odnosno ispravniji stroj. Planske tekuće popravke u principu se vrše tako da se poslije određenog broja radnih sati, dijelovi predviđeni za zamjenu jednostavno zamjenjuju. Tekući popravak vrši se u pravilu na mjestu gdje se stroj nalazi - teren ili radionica, dok srednje popravke vršimo danas i na terenu i u radionici - ocjenjujući što je jeftinije u datom trenutku.

Generalni popravci redovno se vrše u radionicama, jer duže traju i traže niz elemenata, kojima se na terenu ne može udovoljiti - od uvjeta higijene, čistoće elemenata koje ugrađujemo, pa do zahtjeva mjerne, odnosno kontrolne tehnike.

Svaka radna organizacija, koja se bavi melioracijskim iskopima ima redovno i svoju mehaničku radionicu za održavanje takve mehanizacije. Veličina i opremljenost takve radionice ovisna je uglavnom o broju strojeva, koji se nalaze u posjedu. U momentu projektiranja najčešće se vodi računa o svim vrstama popravaka, koje mogu sutra ustrebatu u praksi. Planira se i dio opreme, kao i mjerne tehnike, koja će omogućiti stručan rad na nivou generalnih popravaka gotovo svakog elementa stroja.

Iz svih tih razloga daje se opis načina održavanja, koji se praktično događa u našim uvjetima.

Radionica za održavanje predviđena je za:

- tekuće održavanje
- srednje popravke
- generalne popravke

Za ovakav način i kvalitet predviđenog održavanja radionica mora imati:

- kvalitetan radni prostor
- potrebnu opremu
- obrazovano ljudstvo.

Uz tako ostvarene uvjete treba sada imati kvalitetne rezervne dijelove u dovoljnom izboru da bi se moglo udovoljiti postavljenim zahtjevima održavanja.

Navodimo, sve one radove koji se danas uspješno obavljaju, pod uvjetom da se raspolaze potrebnim rezervnim dijelovima:

- generalni popravak pogonskog diesel-motora;
- generalni popravak i odešavanje rada pumpe vidokog pritiska za snabdjevanje motora potrebnim gorivom;
- generalni popravak različitih vrsta hidrauličnih pumpi;
- generalni popravak mehaničkih mjenjača;
- generalni popravak hodnog stroja bagera i buldozera;
- generalni popravak ili izrada potpuno novih konstruktivnih elemenata na bagerima i buldozerima, a koji se odnose na bravarske i strojobravarske radove.

### 3. PRAKTIČNI PROBLEMI U RADU

U smislu naslova trebalo bi odabirati i određivati obradu pojedinih karakterističnih problema iz rada sa postojećom mehanizacijom, kao i prikazom eventualnih rješenja, do kojih se došlo nakon uočavanja problema. Sigurno je da ovakvih problema ima mnogo, i da su se mnogi sigurno susretali sa takvim ili sličnim problemima. Put do rješenja bit će sigurno kraći, ako se budu iznosila rješenja nastalih problema, koji mogu ponekad biti karakteristika samo jednog područja, ali su vrlo često zajednički za sva područja na kojima radimo. Budući da do sada nije bilo iznošenja ovakvih problema kao i njihovih rješenja, započet ćemo s osnovnim prikazima najkarakterističnijih strojeva, koje koristimo, sa osvrtom na osnovna opterećenja koja oni imaju u radu, da bi se tako naćeo veliki dio problema, koji iz toga proizlazi, a koji traće rješenja.

Na slici 11 - prikazan je hirauićni bager s krutom kinematskom vezom. Kašika za kopanje je u nekom od mogućih položaja, koje u toku rada može da zauzme. Osnovna sila, kojom vršimo korisnu radnju je na zubu - noću kašike. Ova sila je paralelna sa podlogom na kojoj se bager nalazi. Ako uzmemo u razmatranje djelovanje ove sile na okretni vijenac bagera, odnosno na njegovu središnju točku B, onda proizlazi da će sila  $F$  s vrha zuba - noža kašike obzirom na točku B proizvesti zakretni moment

$$M_B = F \cdot a \text{ (Nm)}$$

Oćito velićina momenta upravo je proporcionalna s obje velićine u jednadžbi. Pri tome znamo da je velićina  $F$  - određena, dok je velićina  $a$  - ovisna o poslu koji ostvarujemo. To znaći, da ćemo proizvoditi velićinu  $M_B$  ovisno o našim uvjetima.

Ovako nastalom momentu mora se stvoriti odgovarajući protumoment na zakretnom vijencu. Velićina tog momenta je apsolutno jednaka velićini momenta  $M_B$  i iznosi

$$M_B = F_1 \cdot a_1 \text{ (Nm)}$$

Pri tome je  $F_1$  sila, koja nastaje kao reakcija djelovanja zakretnog momenta, na okretnom vijencu. Obzirom da je velićina  $a_1$  znatno manja od velićine  $a$ , to zaključujemo da je sila  $F_1$  znatno veća od sile  $F$ . To znaći, da smo elemente okretnog vijenca izložili djelovanju vrlo velikih sila. Naravno, jednako tako bismo mogli analizom za neki drugi konstrukcioni element bagera dobiti slične podatke o njegovom opterećenju.

Postavlja se pitanje, može li se djelovati na smanjenje velićine ovih sila.

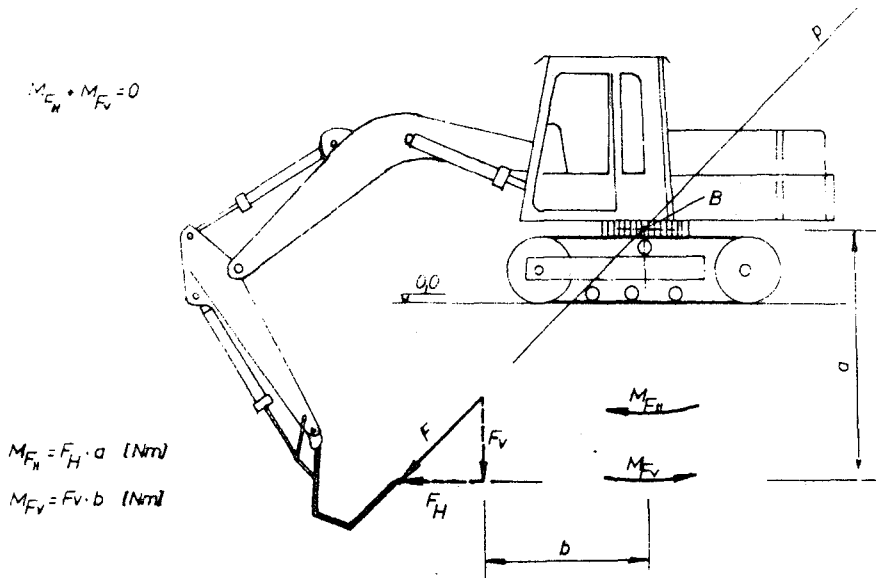
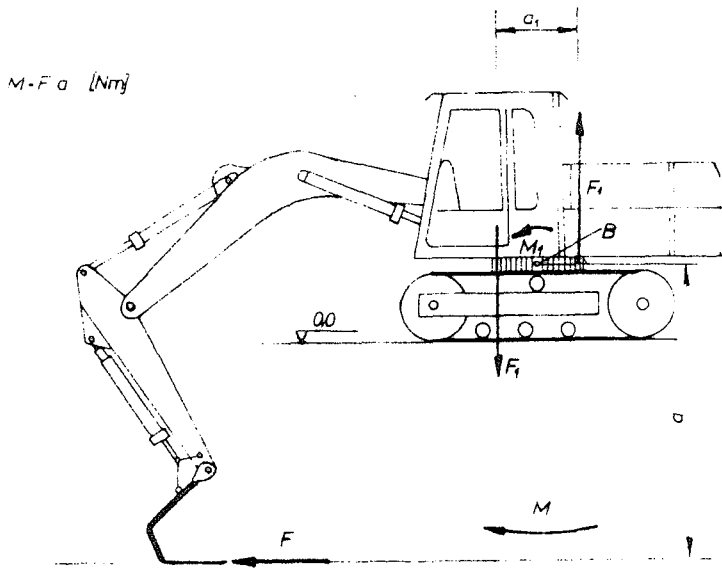
U ovoj situaciji položaj kašike bagera je takav da je sila "b" na noću kašike tako ostvarena i usmjerena da prolazi kroz točku B. Dakle, u ovom slučaju ta ista sila obzirom na ovu točku ne proizvodi nikakav zakretni moment. Tako se realizira slučaj u kojem je okretni vijenac rasterećen od dodatnih opterećenja.

Naime jasno je da je bager kao uređaj statićki uravnotežen i izbalansiran samo za jedan odrećeni položaj svih svojih kinematskih veza, a da u svakom drugom slučaju postaje statićki djelomićno neuravnotežen. No činjenica je, da u toku rada strojar može različitim sistemom rada izazvati različita i velika dodatna opterećenja. Neke od tih kombinacija u radu ponekad mogu biti tako loše složene, da izazovu naprezanja konstruktivnih elemenata bagera koja su veća od dopuštenih, pa dolazi do pucanja i lomova. Naime, kod hidrauićnih bagera s krutom kinematskom vezom često se događa, i kada radni pritisak u instalaciji hidrauike ne prelazi dopuštena radna velićina, da dolazi do pucanja i lomova. Prihvaćajući razmatranja sa slike 11a i b, sigurno ćemo lakše zaključiti da bager u toku rada može biti izložen djelovanju ekstremno visokih opterećenja, koja često nisu ni predvićena u njegovoj konstrukciji. Ostaje dakle da se zakljući - ako se poznaju pojmovi, objašnjeni slikom 11a i b, jasno je da na ispravnost i izdržljivost bagera u radu presudno utjeće strojar, koji njime rukuje.

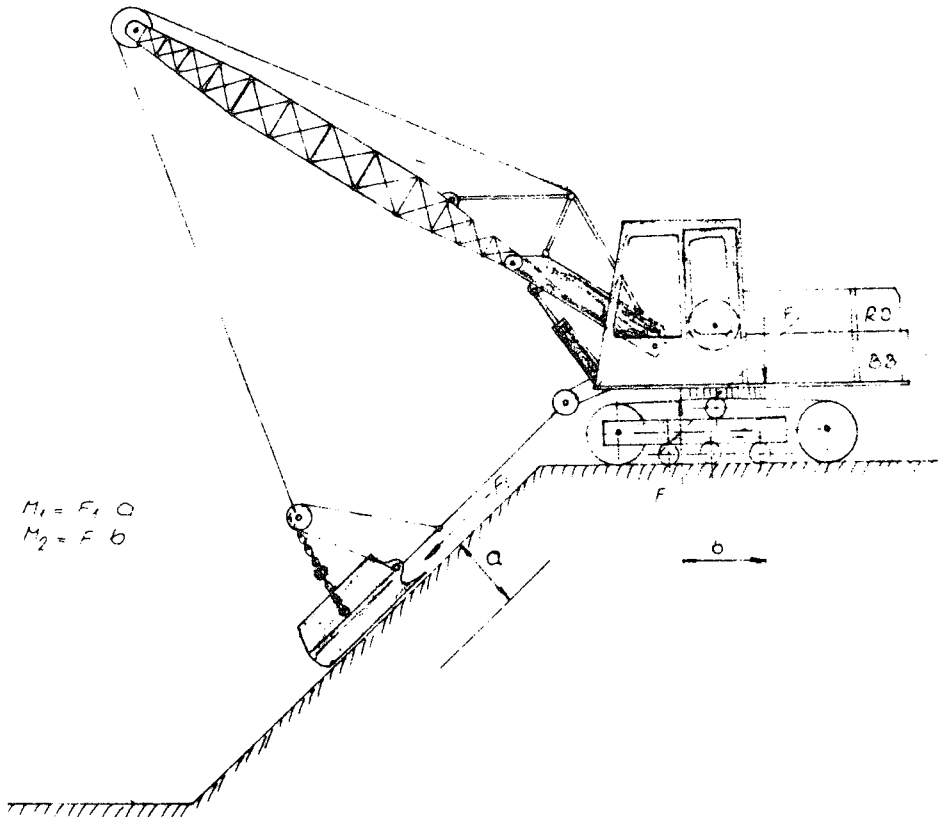
Na slici 12 prikazan je hidrauićni bager sajlaš. Ovaj bager je prema prethodnom razmatranju bitno drugaćiji. Bitno različita je sama konstrukcija bagera - radno oruće, odnosno povlaćna kašika vezana je na ćelićno uće. Osnovno opterećenje - koje će djelovati znaćajno na sve konstruktivne elemente bagera nastaje od sile  $F_1$ , koja je rezultat potezne sile ili sile kidanja na zubu kašike bagera. Ako pokušamo razmotriti kakvo dodatno opterećenje izaziva ova sila, može se zakljućiti da je velićina zakretnog momenta, koji proizvodi ova sila:

$$M_B = F_1 \cdot a \text{ (Nm)}$$





Slika 11 - Opterećenje na hidrauličnom bageru



Slika 12 - Opterećenja na bageru sajlašu

Promatrajući praktične slučajeve u procesu rada, znamo da veličina kraka sile "a" najčešće ne može biti manja od predstavljene na slici 12. Veličina ovoga kraka je očito manja samo onda, ako se kašika bagera nalazi u području tzv. zole kanala. No, najveći dio rada bager obavlja vukući kašiku po pokosu kanala. To znači da se na ovom bageru u biti ne može značajno djelovati na veličinu momenta  $M_B$ , kao što je to bio slučaj kod hidrauličnog bagera. Isto tako je jasno da je veličina ovog zakretnog momenta veća nego kod bagera hidraulika. To je inače vidljivo i potvrđuje se u samim konstruktivnim izvedbama bagera sajlaša - kod njih je promjer okretnog vijenca redovno veći nego kod hidrauličnog bagera, ako imaju u usporedbi istu silu kidanja na zubu - nožu kašike.

## LITERATURA

1. Mihovil Ferenščak: Mehanizacija u građevinarstvu
2. Prospekti i uputstva za rad proizvođača građevinskih strojeva iz Jugoslavije i svijeta
3. Podaci o radu strojeva - OOUR "Vodoprivreda Biđ-Bosut" Vinkovci



# UVJETI I NORME RADA BAGERA I DOZERA U PROCESU IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA

Doc. dr. JOSIP MARUŠIĆ\*

## 1. UVJETI RADA BAGERA I DOZERA

U procesu izvedbe hidromelioracijskih objekata i sustava posebno značenje imaju proizvodne i radne karakteristike strojeva. Za izbor i primjenu optimalne tehnologije izvođenja pojedinih vrsta i faza radova pored samih strojeva veliko značenje ima i potrebna stručna sprema, kao i iskustvo svih radnika uključenih u procesu.

U sklopu same organizacije (g)radilišta treba pravovremeno sagledati uvjete izvođenja pojedinih vrsta i faza radova. Posebno je važno imati u vidu da je to organizacija rada radnika i strojeva na otvorenom prostoru pod utjecajem niza činilaca kao što su:

- klimatska obilježja melioracijskih područja
- hidrološka obilježja melioracijskih područja
- pedološka svojstva zemljišta
- geomehanička svojstva tla
- topografski elementi terena
- vegetacija (obraslost) lokacije hidromelioracijskih objekata i sustava
- dislociranost izvođenja pojedinih vrsta radova
- vremenska dinamika i redosljed izvođenja pojedinih vrsta i faza radova
- vrsta i količina izvođenja pojedinih radova po (g)radilištima i strojevima
- broj, kvalifikacija i iskustvo potrebnih i raspoloživih radnika po (g)radilištima
- imovinsko-pravni odnosi na zemljištu gdje se izvode radovi
- usklađenost projektno-izvedbenih rješenja s postojećim objektima na lokaciji izvođenja odgo-varajućih radova (križanja sa saobraćajnicama, instalacijama, vodovima, poslovnim i stambenim objektima)
- mogućnost organizacije življenja radnika na lokacijama izvedbe radova - terenski uvjeti rada izvan naselja
- doprema ugradbenog i potrošnog materijala (za potrebe objekata, strojeva i radnika)
- mogućnosti organizacije sistema informacija u cilju efikasnog izvršenja pojedinih faza u procesu izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava
- organizacija nabave i dopreme rezervnih dijelova te njihove zamjene na strojevima i vozilima
- organizacija rada servisa službe, kao i redovnog održavanja strojeva u procesu izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova
- organizacijai način transporta strojeva s jednog na drugo (g)radilište

\* Doc. dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad.

- vrednovanje uvjeta rada i pravovremeno definiranje mjerila za financijsku stimulaciju svih radnika koji su uključeni u realizaciju procesa hidromelioracijskih objekata i sustava (kriteriji i mjerila za realno vrednovanje osobnih dohodaka radnika).

Navedene utjecajne čionioce treba uzeti u obzir i u definiranju projektno-izvedbenih elemenata kao sastavnog dijela organizacije i realizacije proizvodnog procesa hidromelioracijskih sustava.

Pored proizvodnih karakteristika bagera i dozera, posebno značenje je u njihovim radnim sposobnostima za potrebe izvođenja radova u različitim terenskim uvjetima. U sklopu toga treba imati u vidu da se bageri i dozeri moraju kretati i izvoditi radove kako u normalnim, tako i specifičnim uvjetima s obzirom na:

- kategoriju tla (po važećoj klasifikaciji)
- raskvašenost zemljišta (utjecaj oborina i procjeđivanje)
- obraslost trasa kanala i pojasa rada kao i kretanja samih strojeva
- nagibe terena odnosno konfiguraciju terena (kao i mikro i makrodepresije)
- broj i redosljed faza rada u procesu iskopa kanala i razastriranja odnosno transporta iskopanog materijala
- količinu radova ( $m^3/m'$ ,  $m^3/gradilištu$ )
- skučenost prostora zbog postojećih objekata u pojasu rada i kretanja strojeva
- nivo podzemne vode u odnosu na površinu terena
- stanje i funkcioniranje postojećih kanala s obzirom na potrebu odvodnje vode iz novoiskopanih kanala
- gustoću i debljinu žilja i panjeva u profilu kanala
- vrstu i fazu vegetacija poljoprivrednih kultura u pojasu rada i kretanja strojeva.

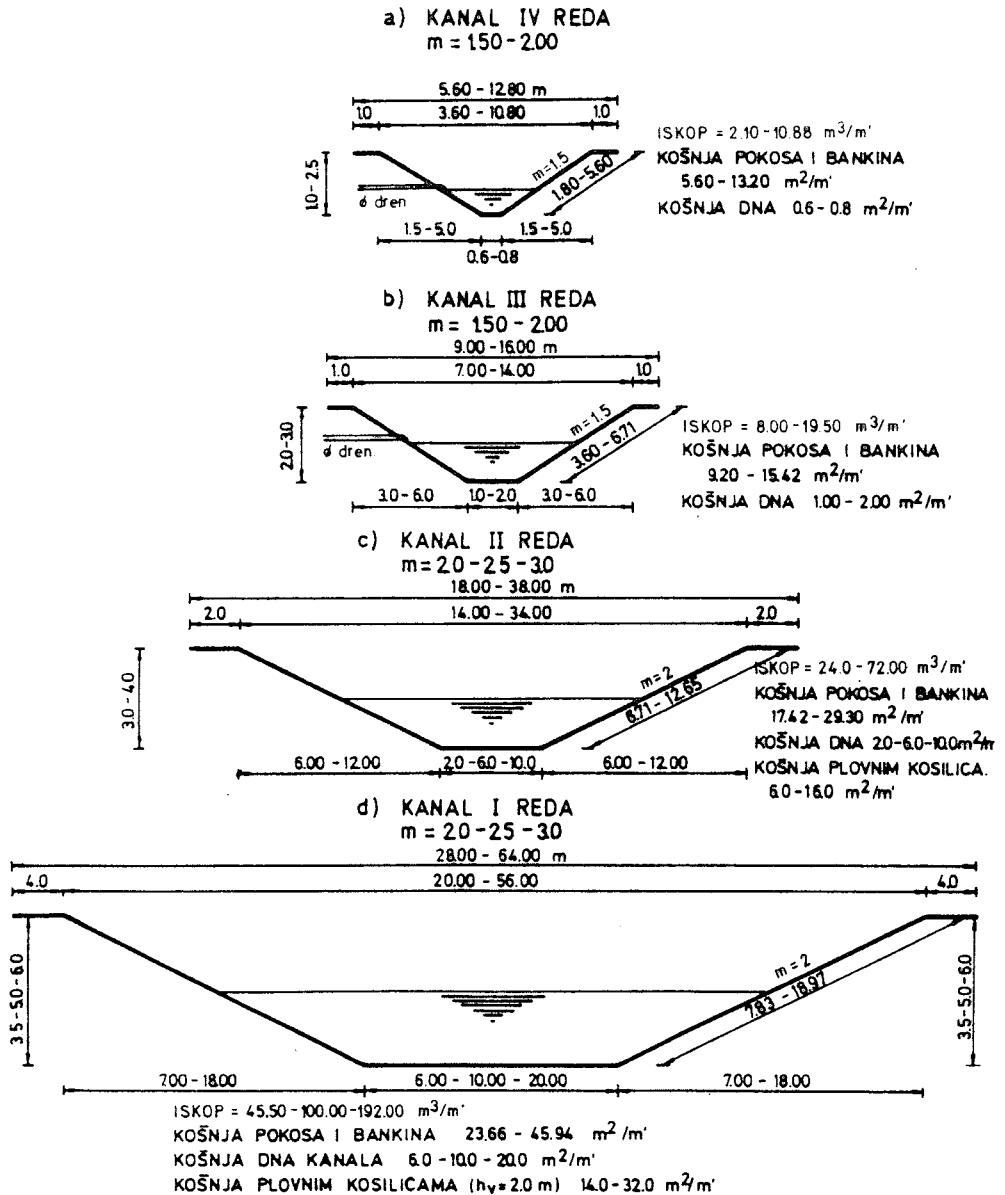
U sklopu toga treba imati u vidu i pravovremeno vrednovati osnovne karakteristike strojeva (potrebni gabariti za rad, težina, specifični pritisak na tlo, snaga motora, smjer kretanja s obzirom na faze rada).

Osnovne proizvodne i radne karakteristike bagera i dozera treba imati u vidu već u prvoj fazi definiranja projektno-izvedbenih elemenata melioracijskih kanala (slika 1). U sklopu izvedbenih projekata od posebnog je značenja uskladiti hidrauličke i geometrijske elemente melioracijskih kanala u cilju primjene optimalne tehnologije u procesu izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava. Istovremeno je i obveza vodoprivrednih organizacija da pravovremeno nabave i osiguraju rad suvremenih strojeva za realizaciju hidromelioracijskih radova. U vezi toga postoji problem česte izmjene tipova strojeva od strane proizvođača bagera i dozera (kako kod nas, tako i u svijetu).

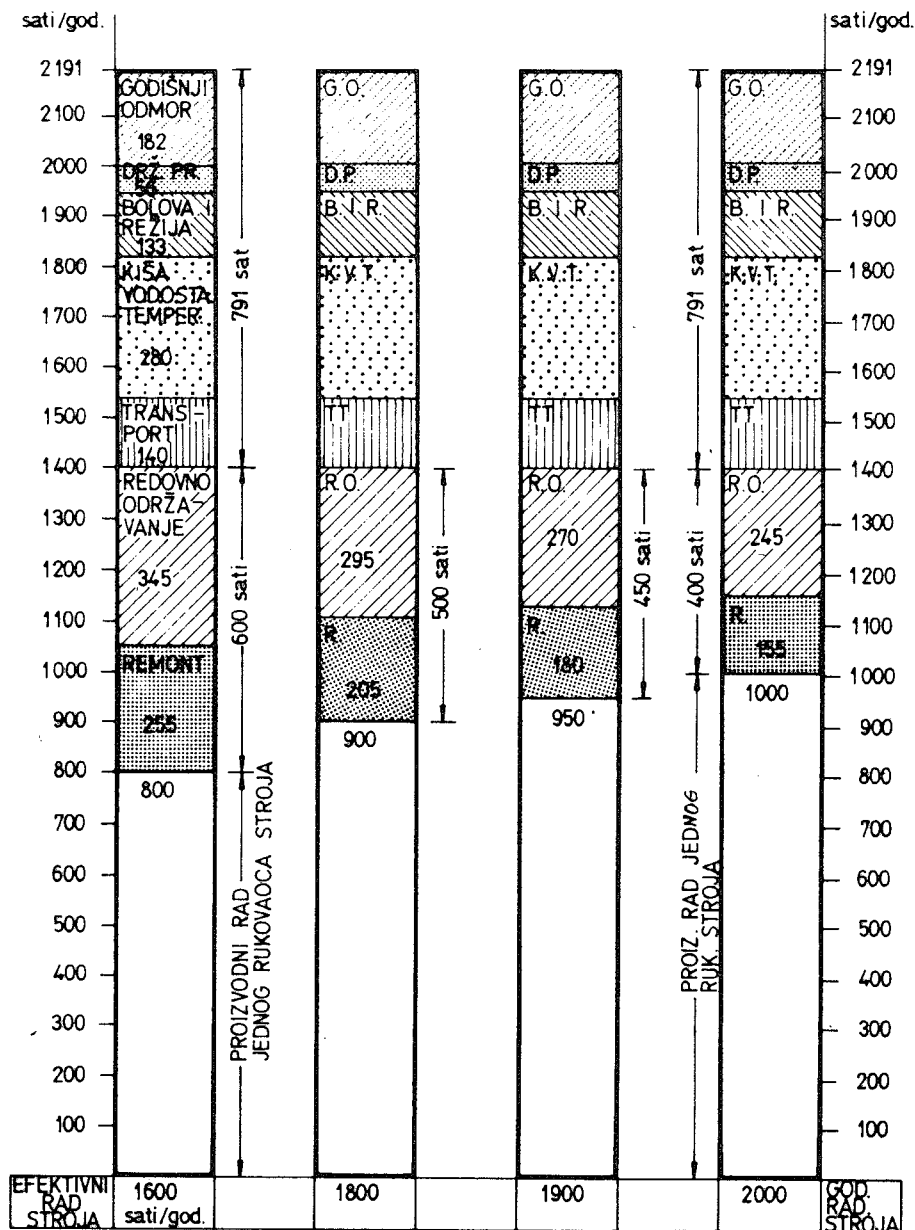
Od posebnog je značenja kontinuirana i kvalitetna suradnja investitora, planera, projektanta i izvođača radova, od definiranja projektnog zadatka do izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova. Jedino je na taj način moguće ostvariti tehničko- ekonomsku optimalizaciju izgradnje melioracijskih kanala. Naime, u realizaciji hidromelioracijskih sustava neophodan je stalni timski rad hidrotehničkih, geodetskih, agrotehničkih te strojarskih i ekonomskih stručnjaka. Dosadašnja pozitivna projektno-izvedbena rješenja potvrdila su opravdanost navedene konstatacije. U protivnom izvedba hidromelioracijskih radova bila je i dugotrajnija, troškovi su bili veći od realno potrebnih, a i posljedica je bila slabije funkcioniranje objekata i sustava.

## 2. NORME RADA BAGERA I DOZERA

U normalnim uvjetima rada, na bagerima i dozerima u smjenama rade dva rukovaoca stroja. Za vrijeme popravka, redovnog održavanja i remonta strojeva obavezni su raditi rukovaoci stroja zajedno sa stručnim radnicima koji su zaduženi za odgovarajuće poslove održavanja i popravaka strojeva. Za vrijeme transporta također je obavezna prisutnost rukovaoca strojeva - kako u samohodnoj selidbi tako i na prijevozu sa specijalnim teretnim vozilima ("labudica, trajler").



Slika 1. KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROFIL MELIORACIJSKIH KANALA SA OSNOVNIM KOLIČINAMA RADOVA IZVEDBE I ODRŽAVANJA



Slika 2. NORME RADA RUKOVAOCA STROJA BAGERA I DOZERA

efektivni rad strojeva sa dva rukovaoca 1600-1800-1900-2000 sati/god.  
 efektivni rad rukovaoca stroja 800-900-950-1000 sati/god.  
 godišnja dinamika rada radnika 2191 sat/god.

U sklopu efektivnog rada bagera i dozera bitno je imati u vidu ukupnu godišnju dinamiku radnog vremena radnika od 2191 sata (313 dana po 7 sati dnevno).

U ukupnom godišnjem fondu sati radnika uračunati su i neproizvodni sati kao što su:

- godišnji odmor (u prosjeku 26 dana) 182 sata
- državni i republički praznici (8 dana) 56 sati
- bolovanje i režije 133 sati

U procesu izgradnje hidromelioracijskih sustava neophodan je transport strojeva s jednog na drugo gradilište, kao i na području samih (g)radilišta - što je godišnje planirano u prosjeku sa (20 dana) 140 sati.

Zbog klimatskih i hidroloških otežavajućih utjecaja, strojevi također imaju prekide u radu - i to godišnje po stroju iznosi u prosjeku (40 dana) 280 sati.

Ovisno o proizvodnim i radnim karakteristikama, kao i o starosti strojeva, varira potrebno vrijeme za: poslove redovnog održavanja od 245 do 345 sati.

Za poslove glavnih popravaka odnosno remonta strojeva vrijeme također varira, od 155 do 255 sati. Grafički prikaz odnosa efektivnog proizvodnog rada jednog rukovaoca stroja u odnosu na neproizvodni rad na bagerima i dozerima prikazan je na slici 2.

Navedene norme rada primjenjuju se na melioracijskim područjima Drave, Dunava i Save, za prosječne normalne uvjete rada na izgradnji novih i dogradnji postojećih melioracijskih kanala. Ovisno o klimatskim i hidrološkim uvjetima, rad strojeva na terenu planira se od 9 do 10 mjeseci godišnje. Zbog niskih temperatura, raskvašenog terena i visokih vodostaja nije moguć rad u prosjeku od 280 sati godišnje po bageru i dozeru (na vodnom području Drave, Dunava i Save).

Za vrijeme bolovanja (i režijskih izostanaka) jednog radnika obavezan je rad jednog rukovaoca stroja - uz nastojanje angažiranja i drugog radnika (za zamjenu bolesnog).

U vezi datih numeričkih, opisnih i grafičkih pokazatelja normi rada bagera i dozera kao i rukovaoca strojeva bitno je imati u vidu: **odnos efektivnog proizvodnog rada i zastoja u radu bagera i dozera.**

Naime, osnovni zadatak je u realizaciji takve organizacije proizvodnog procesa u kojoj će se maksimizirati efektivni rad rukovaoca i strojeva. S obzirom na veliko učešće stalnih troškova u radu strojeva (amortizacija, rezervni dijelovi i popravci, brutto osobni dohoci radnika za vrijeme stajanja strojeva) osnovni zadatak je u realizaciji što više efektivnih sati rada strojeva.

U tabelama 1 i 2 dati su numerički podaci u vezi normi rada bagera i dozera, a u vezi pojedinih vrsta i tipova strojeva bitno je sagledati slijedeće pokazatelje:

- efektivne sate rada bagera i dozera - sati/god
- prosječno izvršenje rada  $m^3/sat$  i  $m^3/god$
- potrošnji plinskog ulja "D-2"  $l/sat$ ,  $l/m^3$ ,  $l/god$

Norma efektivnih sati rada po pojedinim bagerima i dozerima varira prvenstveno zbog starosti i uvjeta rada strojeva.

U sklopu toga treba uzeti u obzir i zakonsku stopu amortizacije pojedinih vrsta strojeva (od 11 - 20 % u 1985-86. god.).

Za bagere "dragline" starosti do pet godina, norma efektivnog rada je 1800 sati godišnje, a za bagere "hidraulik" je 2000 sati godišnje. Za dozere starosti do pet godina, norma efektivnih sati rada je 1800. Za ostale bagere i dozere smanjenje norme efektivnih sati rada je od 5 - 20 % - ovisno o njihovoj starosti (preko pet godina) kao i iskustvenim normama vodoprivrednih organizacija.

U vezi brojčanih podataka iz tabele 1 i 2 potrebno je istaći da su oni dati na osnovu analize raspoloživih pokazatelja SOUR-a "Vodoprivrede Hrvatske" od 1980. do 1987. godine - i to prvenstveno za rad bagera i dozera na melioracijskim područjima Drave, Dunava i Save (na području SRH-e).

Međutim, u definiranju normi rada pojedinih bagera i dozera uzete su i njihove proizvodne kao i radne karakteristike. U sklopu toga veliko značenje ima i stručnost te radno iskustvo rukovaoca strojeva, kao i ostalih radnika u procesu rada bagera i dozera.



Tabela 1 NORME RADA BAGERA NA DOGRADNJI POSTOJEĆIH I IZGRADNJI NOVIH  
MELIORACIJSKIH KANALA II, III I IV REDA (GOK-A, SKA I DK-A)

Red. broj	Proizvođač strojeva - mjesto i država	Vrsta i tip bagera	Snaga mot. KW	Norma rada bagera		Fotroš. plin. uljja "D-2"			
				h/god	m <sup>3</sup> /h	l/sat	l/m <sup>3</sup>		
A.	Bageri "dragline"	"sajlaši"	KW						
1.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	UB-600	48	1500	28,0	42000	5,10	0,182	7650
2.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	BGH-600-B	56	1800	36,0	64800	7,75	0,215	13950
3.	Mašinoeksport SSSR	E-304-V	26	1715	26,0	44590	5,35	0,205	9175
4.	Mašinoeksport SSSR	E-652-B	59	1635	36,0	58860	7,10	0,197	11610
5.	Weserhütte Zap.Njemacka	Weserhütte-80	59	1800	39,5	71100	7,80	0,197	14040
6.	Pristmann Engleska	Pristmann Tiger	59	1500	42,0	63000	4,30	0,102	6450
B.	Bageri "hidraulik"	"hidraulik"							
1.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	BGH-600-610	69	1900	44	83600	9,35	0,212	17765
2.	"Radoje Dakić" Titograd, SFRJ	G-600-B	56	1900	44	83600	9,80	0,223	18620
3.	"Radoje Dakić" Titograd, SFRJ	G-700	59	2000	54	108000	8,30	0,154	16200
4.	"Radoje Dakić" Titograd, SFRJ	G-1000	134	2000	72	144000	13,40	0,186	26800
5.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	BGH-1000	134	2000	72	144000	13,40	0,186	26800
6.	Bumar - Poljska	Menck-250-H	115	1800	78	140400	12,75	0,163	229500
7.	Gradall Company SAD	Gradall-660-A	100	2000	63	126000	12,20	0,194	22400
8.	John Deere, SAD	John Deere-690-B	98	2000	63	126000	12,20	0,194	24400
9.	Orenstein & Koppel Z.Nj.	RH-14	115	1500	138	207000	19,20	0,139	28800

Tabela 2 NORME RADA DOZERA NA DOGRADNJI POSTOJEĆIH I IZGRADNJI NOVIH  
MELIORACIJSKIH KANALA II, III I IV REDA (GOK-A, SKA I DK-A)

Red. broj	Proizvodjač strojeva - mjesto i država	Vrsta i tip dozera	Snaga mot.	Norma rada dozera		Potroš. plin. ulja "D-2"			
				h/god	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /god	l/sat	l/m <sup>3</sup>	l/god
1.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-75	KW 56	1800	52,0	93600	6,30	0,121	11340
2.	"14 Oktobar" Kruševac, SFRJ	TG-90, B i C	66	1600	60,0	96000	8,90	0,148	14240
3.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-100	82	1700	66,0	112200	9,60	0,145	16320
4.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-110	88	1800	72,0	129600	9,25	0,128	16650
5.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-140	108	1800	88,0	158400	11,15	0,127	20070
6.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-170	129	1600	106,0	169600	13,00	0,123	20800
7.	"14 Oktobar" Kruševac SFRJ	TG-200	147	1800	124,0	223200	14,20	0,115	25560
8.	Traktorexport SSSR	TM-100 i S-110	74	1600	63,0	100800	9,35	0,148	14960
9.	Traktorexport SSSR	D-493-A, DZ-110	82	1700	74,0	125800	10,60	0,143	18020
10.	Poljska	TD-25-C	235	1600	166,0	265600	27,80	0,168	44480
11.	Caterpillar SAD	D-H-8	235	1600	166,0	265600	27,80	0,168	44480
12.	Komatsu Japan	K-155-D	235	1700	174,0	295800	25,90	0,149	44030

Zbog svih navedenih elemenata koji su analizirani u sklopu definiranja normi rada, prihvatljiva je i tolerantna razlika u potrošnji plinskog ulja "D-2" (l/sat) u odnosu na proizvodne karakteristike pojedinih bagera i dozera (odnos potrošnje u satu rada i snage motora stroja).

Potrošnja tekućeg goriva i maziva varira i zbog terenskih uvjeta rada kao i projektno-izvedbenih elemenata melioracijskih kanala (slika 1). U definiranju iskustvenih normi rada strojeva posebno značenje ima pouzdanost evidencije podataka kako potrošnje tekućeg goriva i maziva, tako i terenskih uvjeta rada strojeva.

Pored same potrošnje plinskog ulja ("D-2") treba uzeti u obzir i potrošnju ostalih ulja i maziva, a u prvom redu motornog i hidrauličnog ulja, kao i masti za podmazivanje.

Samostalni transport bagera i dozera na pojedinom (g)radilištu također utječe na iskustvene norme u vezi potrošnje tekućeg goriva i maziva.

I za iste vrste i tipove bagera i dozera varira, kako satno izvršenje rada, tako i satna potrošnja tekućeg goriva u pojedinim godinama, i to prvenstveno zbog hidroloških obilježja, kategorije tla, obraslosti terena (žilja i panjeva) kao i projektno-izvedbenih elemenata melioracijskih kanala.

U sklopu izvršenih hidromelioracijskih poslova od 1980. do 1987. godine analiziran je rad

- 183 bagera "dragline" ("sajlaša")
- 192 bagera "hidraulik"
- 215 dozera ("angldozera i buldozera")

U navedenom periodu bageri i dozeri od ukupno izvršenih poslova radili su u prosjeku:

- 45 % na dogradnji postojećih melioracijskih kanala
- 35 % na izgradnji novih melioracijskih kanala
- 10 % na ravnanju poljoprivrednih parcela i zatrpavanju starih kanala
- 10 % na ostalim poslovima (izradi zemljanih puteva).

Međutim, na osnovu pokazatelja svake godine se po potrebi radi korekcija normi rada bagera i dozera. Iz dosadašnjeg iskustva potvrđeno je, da je za izradu (i korekciju) normi rada potrebno najmanje tri godine kontinuiranog i kvalitetnog praćenja, te analiza odgovarajućih pokazatelja u procesu izvršenja rada pojedinih bagera i dozera u različitim terenskim uvjetima i raznih projektno izvedbenih elemenata melioracijskih kanala.

U sklopu definiranja i primjene normi rada navedenih strojeva bitno je imati u vidu i njihove proizvodne karakteristike, te kompletnu organizaciju proizvodnog procesa u cilju realizacije hidromelioracijskih sustava na različitim lokacijama melioracijskih područja.

U skladu s datim normama rada bagera (tabela 1) i dozera (tabela 2), na dogradnji postojećih i izgradnji novih melioracijskih kanala na vodnom području Drave, Dunava i Save - moguće je definirati i norme rada strojeva za vodna područja Istre, Primorja i Dalmacije.

Za iste terenske uvjete i projektno-izvedbene elemente kanala primjenjuju se i odgovarajuće norme rada pojedinih bagera i dozera po tabeli 1 i 2. Za otežane uvjete rada primjenjuje se odgovarajući korektivni koeficijenti za smanjenje satnog izvršenja rada, kao i za povećanje potrošnje tekućeg goriva i maziva po efektivnom satu rada stroja. Primjena tih koeficijenata važi i za ostala vodna područja - pod uvjetima dokumentiranih pokazatelja otežanog rada strojeva.

Specifične i otežane uvjete rada strojeva treba pravovremeno predvidjeti u izvedbenim projektima, a posebno dokumentirati u dnevniku rada u procesu izvedbe pojedinih vrsta i faza poslova. To je posebno važno i zbog definiranja obračunske cijene rada strojeva, koja je u tom slučaju veća od cijena za normalne uvjete rada bagera i dozera.

Posebno značenje ima pravovremena provedba neophodnih terenskih snimanja (geodetskih), istraživanja (geomehaničkih, pedoloških) i mjerenja (hidroloških) - u cilju realnog definiranja stvarnih uvjeta rada u odnosu na normalne uvjete rada (za koje su date norme u tabeli 1 i 2).

## 2.1 Koeficijenti za otežane uvjete rada bagera

a)	Vrsta materijala	korek. koeficijent
	1. Glina "tvrda"	1,15
	2. Tlo s korijenjem do debljine 10 cm	1,20
	3. Tlo s manjim kamenjem ("samci" do 10 cm)	1,35
	4. Tlo s krupnijim kamenjem	1,60
	5. Mokar šljunčani materijal	1,10
	6. Mokar zemljani materijal	1,20
	7. Ljepljiv materijal	1,30
b)	Prostor za rad i prisustvo vode u kanalu	
	1. Skučen i nepregledan prostor za rad	1,10
	2. Iskop zemlje iz vode do 1,0 m dubine	1,15
	3. Iskop zemlje iz vode od 1,0 do 2,0 m dubine	1,30
	4. Iskop zemlje iz vode do 2,0 do 3,0 dubine	1,50
c)	Dubina iskopa kanala	
	1. Za bagere "hidraulik" od 2-3 m dubine	1,10
	2. Za bagere "hidraulik" od 3-4 m dubine	1,25
	3. Za bagere "dragline" od 3-4 m dubine	1,10
	4. Za bagere "dragline" od 4-5 m dubine	1,25
	5. Za bagere "dragline" od >5 m dubine	1,50
d)	Količina radova po radilištu	
	1. Iskop do 3000 m <sup>3</sup> po radilištu	1,45
	2. Iskop od 3000 do 5000 m <sup>3</sup> po radilištu	1,25
	3. Iskop od 5000 do 8000 m <sup>3</sup> po radilištu	1,10
e)	Panjevi u profilu kanala	
	Norme i obračun radova vrše se prema gustoći i profilu panjeva ( $\phi$ 5-15-25-35-50-75-100cm) - po važećim normativima.	

## 2.2 Koeficijenti za otežane uvjete rada dozera

a)	Vrsta materijala	korek. koeficijent
	1. Pijesak i šljunak	1,15
	2. Materijal sa korijenjem (do $\phi$ 10 m)	1,25
	3. Materijal s manjim kamenjem (do 10 cm)	1,35
	4. Materijal s krupnijim kamenjem	1,50
	5. Mokar šljunčani materijal	1,10
	6. Mokar zemljani materijal	1,15
	7. Ljepljiv materijal	1,35
b)	Prostor za rad dozera	
	1. Skučen i nepregledan prostor za rad ovisno o ograničavajućim elementima	1,05-1,35
c)	Količina razastiranja i transporta zemljanog materijala po radilištima	
	1. Količina od 3000 m <sup>3</sup>	1,35
	2. Količina od 3000 do 5000 m <sup>3</sup>	1,20
	3. Količina od 5000 do 10000 m <sup>3</sup>	1,10

U vezi razastiranja zemljanog materijala dozerima bitno je imati u vidu da se norme rada u tabeli 2 odnose na transport za udaljenost do 30 m i najmanje  $2,0 \text{ m}^3/\text{m}$  materijala.

Za veće dužine transporta primjenjuju se odgovarajući koeficijenti smanjenja satnog izvršenja rada dozera po važećim normama u niskogradnji odnosno cestogradnji.

Proširenje navedenih korektivnih koeficijenata moguće je uz pravovremeno dokumentiranje uvjeta rada u procesu rada bagera i dozera na različitim melioracijskih područjima.

### 2.3 Osnovne postavke za primjenu normi rada bagera i dozera

Navedene norme rada bagera i dozera (u tabeli 1 i 2) su mjerodavne za prosječno normalne uvjete:

- rad u tlu II i III kategorije
- optimalnu vlažnost zemlje
- osiguran potreban prostor za nesmetan rad i kretanja strojeva
- educirani rukovaoci stroja sa potrebnom stručnom spremom i radnim iskustvom.

Osnovni bager tipa "dragline" za primjenu normi je bager "BGH- 600-B", i prosječno satno izvršenje rada je dato za dubinu kanala do 3,0 m i količinu iskopa najmanje  $1,0 \text{ m}^3/\text{m}$ . Za dubinu od 3-4 m smanjuje se satna norma za 10 %, a za dubinu od 4-5 m za 25 % - u odnosu na normalne uvjete rada.

Osnovni bager tipa "hidraulič" za primjenu normi je bager BGH- 1000 i G-1000 a prosječno satno izvršenje dato je iskop kanala do 2,0 dubine i količinu najmanje  $1,0 \text{ m}^3/\text{m}$ . Za dubinu iskopa od 2,0 do 3,0 m smanjuje se satna norma za 10 % a za dubinu od 3-4 m za 25 %.

Osnovni dozer za primjenu normi je dozer TG-110 (i D-493-A), a satno izvršenje je dato za razastiranje i transport zemlje na udaljenost do 30 m (od bankine kanala) i najmanju količinu  $2,0 \text{ m}^3/\text{m}$ . Za veću daljinu transporta primjenjuju se važeće norme rada dozera u niskogradnji (za zemljane radove).

Ostali korektivni faktori u cilju smanjenja satne norme rada bagera i dozera primjenjuju se prema dokumentiranim pokazateljima uvjeta rada u procesu dogradnje postojećih i izgradnje novih hidromelioracijskih sustava.

Za korektnu primjenu predloženih (i korigiranih) normi rada bagera i dozera od posebnog značenja je kontinuirano praćenje uvjeta i promjena uvjeta rada pojedinih strojeva. Također je važno uskladiti izbrog i korištenje strojeva s projektno- izvedbenim elementima melioracijskih kanala u cilju primjene suvremene i optimalne tehnologije izgradnje hidromelioracijskih sustava.

## LITERATURA

1. Marušić, J.,: Analiza rada bagera i dozera vodoprivrednih organizacija SR Hrvatske od 1976. do 1983. Vodoprivreda 16 (91-92), Beograd, 1984. g., str. 417-427.
2. Marušić, J.,: Analiza rada vodoprivredne mehanizacije u SR Hrvatskoj, seminar iz hidrotehničkih melioracija, DGIT-a i DONH-e, Zagreb, 1985. g., str. 1-52.
3. Podaci o proizvodnim i radnim karakteristikama bagera i dozera, RO "14-Oktobar", Kruševac, RO "Radoje Dakić-Titograd te proizvođači bagera idozera iz Engleske, Italije, Japana, Poljske, SAD-a, SSSR-a i Zapadne Njemačke.
4. Marušić, J. i suradnici iz BRO-a Zagreb, Osijek, Rijeka i Split. Norme rada, naknade, planske i obračunske cijene vodoprivrednih radova od 1981. do 1987. g., SOUR "Vodoprivreda Hrvatske, Zagreb, 1981.-1987.g.-posebno materijali za svaku godinu.

## STROJEVI ZA IZGRADNJU SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA

Ante Gojko Fabijanić\*

Izgradnja podzemne cijevne drenaže (odvodnje) zahtijeva cijeli nih strojeva ovisno o tipu drenaže i tehnologiji izgradnje.

Te vrste strojeva su:

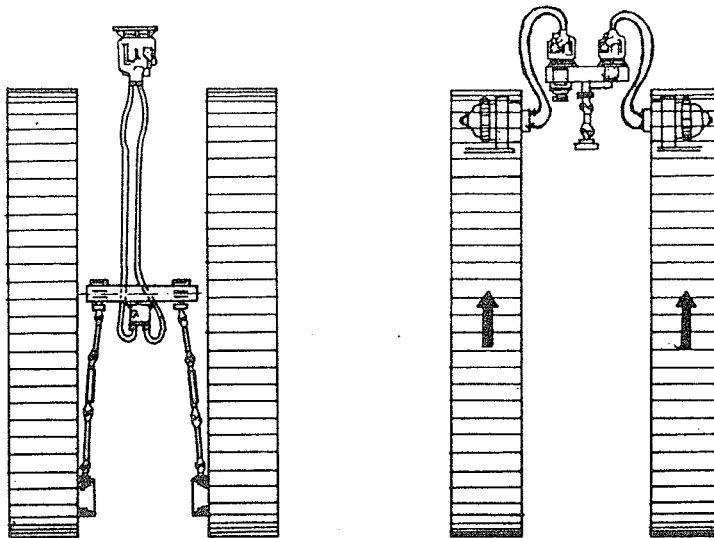
- drenopolagači (strojevi za polaganje drenskih cijevi);
- podrivači;
- krtični plugovi i
- pomoćni strojevi (prikolice, rovokopači i sl.).

U izgradnji svakako je ključni stroj drenopolagač ili stroj za polaganje cijev. Tehnički a i financijski taj stroj nosi glavni teret izvođenja sustava cijevne odvodnje.

### 1. DRENOPOLAGAČ

Tehnološki, to je stroj koji kopa rov, polaže u njega plastične ili glinene cijevi, te po mogućnosti i zatrpava taj rov.

Tehnički, to je vučni stroj (traktor) gusjeničar ili točkaš, čiji radni dio je priključak za obavljanje naprijed navedenih radnji. Iako je to jedinstveni stroj, u većini slučajeva postoje i kombinacije gdje se radni dio može demontirati i vučni stroj posebno koristiti. Takva je kombinacija kod nekih proizvođača drenopolagača (Korneliusa i Komatsu) traktora, zatim postoji jedna verzija Poclain-a itd.



Slika 1. VRSTA POGONA GUSJENICA:  
lijevo - hidraulički, desno - hidrauličko-mehanički

\* Ante Gojko Fabijanić, dipl.inž.agr.  
VRO Zagreb, RZ Zajedničke službe

Međutim, neki proizvođači imaju cijelu seriju manjih drenopolagača za manju dubinu i manje površine, koji su isključivo priključni strojevi. Čak postoji kombinacija sa Unimogom kao vučnim strojem.

U načelu, motor vučnog stroja je i pogonski motor za priključak (preko raznih vrsta transmissionih sistema), ali neke verzije imaju i poseban pogonski motor za priključak koji kopa rov.

### 1.1 Tehničke karakteristike

Kao što je naprijed rečeno, drenopolagač se sastoji od vučnog stroja i priključka tj. radnog dijela. Najčešće je vučni stroj i pogonski za radni dio stroja. Izuzetak je "Eurodrain" koji ima u jednoj verziji poseban stroj za pogon kopačice.

Devedeset posto svjetske proizvodnje drenopolagača imaju slijedeći proizvođači: Barth (Nizozemska), Hoes (SR Njemačka), Mastenbroek (V. Britanija), Interdrain (Škotska), Steenberg (Nizozemska) i Eurodrain (Francuska). Kod nas su najviše zastupljeni Barth i Hoes, te Mastenbroek i Interdrain. Obzirom na praktična iskustva koja imamo, te na zastupljenost ova četiri proizvođača, u daljnjem izlaganju razmatranja će se temeljiti na ovim strojevima.

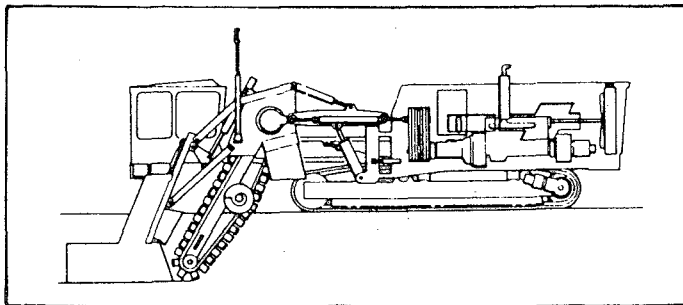
Pogonski motor je u principu četverotaktni diesel motor. Snaga motora je kod malih strojeva 30 - 50 kW. Kod većih strojeva koji su danas u upotrebi snage motora se kreću od 132 kW do 250 kW. Većina proizvođača koristi motore firme Deutz, Ford, Volvo i Mercedes, s time da se može izabrati po želji zavisno o unifikaciji u vlastitom strojnom parku.

Transmisija je uglavnom hidraulična. Posebnu pažnju treba obratiti pogonu hodnih organa (gusjenica). Pogon može biti hidraulički (sl. 1 - lijevo) ili hidrauličko-mehanički (sl. 1 - desno). Radi se, naime, o tome da je radius okretanja stroja kod hidrauličkog prenosa vrlo mali (6-7 m) dok je kod kombinacije znatno veći (30-40 m). Naime, proizvođači kombinirane transmisije gusjenica tvrde da se stroj u radu ne okreće već da na početni položaj idu natraške, ali samo dok radi na polju. Ipak, ima dosta slučajeva kada stroj treba okrenuti i zato je bolje imati hidrauličku transmisiju, tim više, kada je cijena stroja u oba slučaja ista.

Hodni organi mogu biti gusjenice ili kotači. Kod manjih strojeva u principu su to kotači, dok su kod većih gusjenice. Kod većih strojeva posebnu pažnju treba obratiti na širinu tj. ukupnu površinu dijela gusjenica koji naliježu na tlo. Poželjna je što veća širina gusjenica zbog specifičnog pritiska. Specifični pritisak na tlo ne bi smio preći  $3 \text{ N/cm}^2$ . Razlog tome je da u teškim tlima postoji opasnost zbijanja tla, što znači pogoršanje strukture tala. Širina gusjenica obično iznosi 600-900 mm. Većina proizvođača koristi gusjenice tipa Caterpillar.

Radni dio stroja je zgloбно vezan s vučnim odnosno pogonskim strojem. Bolje je kada je taj spoj zgloбно paralelogram, jer je fleksibilniji. Prvo, manja je mogućnost pogreške kod polaganja drenskih cijevi, a drugo, omogućava vozaču da je uvijek u istoj liniji (kabina je pomična skupa sa radnim dijelom), te može lakše pratiti polaganje cijevi. Dubina i položaj radnog dijela regulira se pomoću hidrauličnih cilindara.

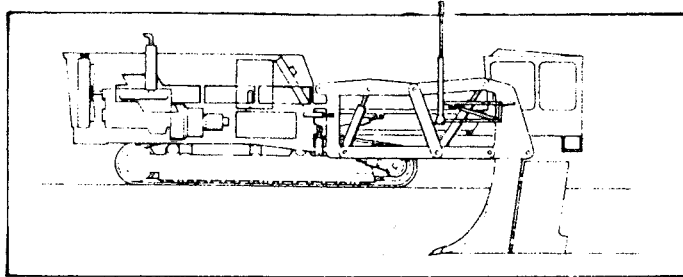
Uglavnom postoje četiri modifikacije radnog dijela stroja. To su: radni dio u obliku kopačice (frese) kao beskonačni lanac, radni dio u obliku pluga s uvlačenjem bez kopanja, radni dio s "V" plugom ili delta plugom s dva tijela koji se sastaju pri dnu i radni dio u obliku zvijezda-kopačica.



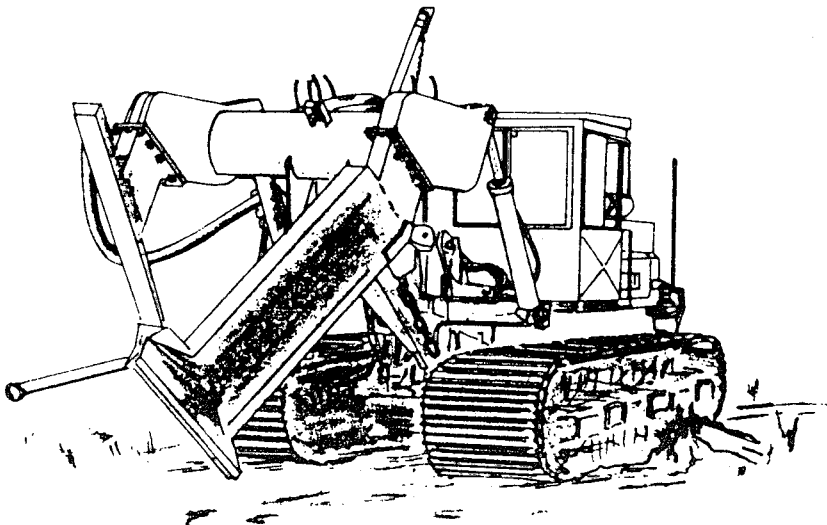
Slika 2. STROJ ZA POLAGANJE DRENAŽE SA BESKONAČNIM LANCEM

Stroj, čiji je radni dio kopačica u obliku beskonačnog lanca (sl. 2) koristi se uglavnom na srednje teškim i teškim tlima. Rov koji je iskopan na dubinu polaganja cijevi (plastičnih ili glinenih) može imati različitu širinu. Danas većina proizvođača nudi stroj za iskop rova širine 12,50-30,00 cm. Ukoliko se u rov polaže filter tada je sa suženim rovom znatna ušteda na filteru (šljunku, stiroporu itd.). Osim toga potreban je manji utrošak snage pogonskog stroja. Prednost ovog tipa stroja je u tome da kopa i rastresa tlo, i stvara se veća propusnost. Sporiji je od ostalih tipova. Poslije iskopa i polaganja potrebno je zatrpati rov, što zahtijeva veći utrošak sredstava.

Drenopolagač sa radnim dijelom u obliku pluga (sl. 3) upotrebljava se na srednjim i lakšim tipovima tala. Rov se ne kopa, već radni dio reže tlo i na donjem dijelu ima proširenje pomoću kojeg se polažu plastične cijevi. Proizvođači tvrde da je moguće polagati i glinene cijevi, međutim, u praksi je to teško izvodivo. Ne postoji kontrola postavljenih cijevi, te može biti znatnih pogrešaka. Ovaj tip stroja ima veću brzinu, i to znatno veću od prvog tipa, ali se ne preporuča upotreba na srednje teškim i teškim tlima.



Slika 3. STROJ ZA POLAGANJE DRENAŽE PLUŽNOG TIPa

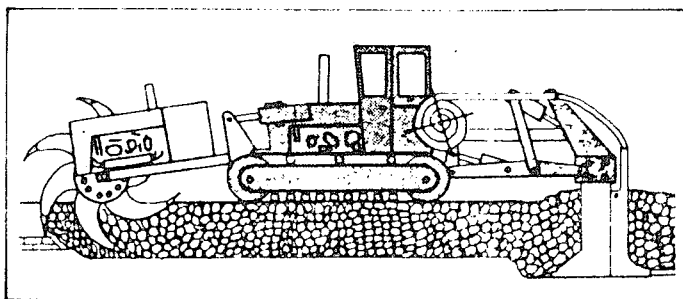


Slika 4. STROJ ZA POLAGANJE DRENAŽE - DELTA PLUG



Delta plug ili "V" plug (sl. 4) je proizvod novijeg datuma. Ima dva rijača tijela, koja su pri dnu sastavljena. Kroz jedno ide plastična cijev a kroz drugo se sipa filter. Pri radu odiže tlo 10-12 cm. Zbog toga nekih autori tvrde da ga je moguće upotrijebiti i u težim tlima. U praksi izvođenja podzemnih drenaža u našoj republici zasad nemamo s tim iskustva pa je teško reći koliko su oni u pravu ili ne. Zadnju riječ o tome trebali bi reći meliorativci nakon izvjesnih ispitivanja. Upotrebljava se u lakšim tlima. Velika prednost mu je u brzini izvođenja drenaže.

Stroj koji ima kopačicu u obliku zvijezde (sl. 5) proizvodi se u dvije verzije. Prva, starija verzija ima kopačicu ispred vučnog stroja a pokreće se posebnim motorom. Radni dio za polaganje cijevi nalazi se iza traktora. Novija verzija ima kopačicu straga, ali posebnu ispred dijela koji polaže cijevi, a pokreće se preko vučnog stroja. Prednost ovog drenopolagača je u tome, da ga prepreke koje se nalaze u tlu (panjevi, kamenje) najmanje ometaju u radu. Druga prednost je vrlo velika brzina izvođenja radova. S druge strane vrlo je skup a potrebno je i nakon polaganja cijevi zatrpati drenažni rov.



Slika 5. STROJ ZA POLAGANJE DRENEŽE - KOPAČICA-ZVIJEZDA

Svi strojevi ove vrste imaju komfornu i funkcionalnu kabinu, iako se mogu isporučivati i bez nje.

Za polaganje drenova na potrebnu dubinu najčešće se upotrebljava laserski uređaj, iako je moguće pravac i nivelman određivati na klasičan način što zahtijeva daleko više radne snage.

Skoro svaki drenopolagač može imati iznad dijela za polaganje cijevi sanduk (bunker) cca 1-1,5 m<sup>3</sup> zapremine u koji se stavlja filter materijal za ugradnju u drenažni rov iznad drenažne cijevi. To je, međutim, količina kojom se može polagati samo zaštitni filter.

U tabeli 1 navedeni su osnovni tehnički podaci strojeva u SR Hrvatskoj

Dranopolagači koje proizvodi Steenberger su snage od 130-200 kW cca a izrađuju se u sve tri verzije (s kopačicom, sa plugom i sa "V" plugom). Dubina kopanja im je do 250 cm, a širina rova od 12,0-45,0 cm.

Eurodrain je za sada jedini poznati proizvođač predstavnik četvrtog tipa drenopolagača (kopačica u obliku zvijezde). Ako zvijezda ima poseban motor tada ima 108 kW a vučni stroj 147 kW. Dubina rada je do 180 cm.

Ovi strojevi se upotrebljavaju uglavnom u izradi drenaže. Ima i strojeva sa preko 300 kW ali se koriste tamo gdje su table (parcele) veće i nisu usko ograničene otvorenim kanalima i putevima. Manji strojevi od navedenih su obično točkaši ili se kopčaju na traktore od 51,5-73,5 kW. Koriste se kod manjeg obima radova.

Tabela 1. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE DRENOPOLAGAČA

Proizvođač	Barth	Hoes	Masten- broek	Inter- drain
Tip stroja	K-171	Gigant 685	26/15	1721 T
Motor	Deutz	Deutz	Volvo	Volvo
Snaga motora kW (KS)	149 (203)	157 (213)	192 (260)	157 (213)
Transmisija	hidraulična	hidraulična	hidraulična	hidraulična
Hodni organ	gusjenice	gusjenice	gusjenice	gusjenice
Način kopanja	kopačica	kopačica	kopačica	kopačica
Dubina kopanja mm	1.750	1.850	2.500	1.800
Širina rova mm 1	150-280	150-290	180-250	120-400
Specifični pritisak na tlo (N/cm <sup>2</sup> )	0,30	0,26	0,30	0,32
Broj prijenosa kretanja:				
- naprijed	5	5	5	5
- nazad	1	1	1	1
Masa stroja, t	13,00	13,45	18,00	14,00
Određivanje pada	laser	laser	laser	laser

## 1.2 Tehnološke karakteristike

Prije početka rada stroja potrebno je parcele označiti i isključiti sa određenim smjerovima i padovima budućih drenova.

Potrebno je da tabla (rudina) bude prije početka rada grubo poravnata, jer se time olakšava rad drenopolagača. U direktnu pripremu rada spada i dovoz cijevi na polje, te disponiranje kolutova uz budući dren da se smanje prazni hodovi. Isto tako na označena mjesta polažu se završeci (izljevi) i čepovi. Ukoliko se radi s glinenim cijevima, tada se okviri s glinenim cijevima polažu uz budući dren. Ukoliko se radi sa filterima na jednom dijelu rudine uspostavlja se depo materijala. U pripremu rada spada i postavljanje laserskog uređaja.

U većini slučajeva rad počinje od strane otvorenog kanala, i to je ujedno i najveća dubina drenea. Po završetku drenea stroj se kreće na početni položaj natraške.

Za rad na drenopolagaču potrebni su slijedeći radnici:

- rukovodilac radova	VSS ili SSS	1 osoba
- poslovođa radova	SSS ili VKV	1 osoba
- rukovodilac stroja	VKV ili KV	2 osobe
- vozač terenskog vozila	KV	1 osoba
- pomoćni radnici	PKV	2 osobe

U k u p n o :                      7 osoba

Rukovodilac radova je stručna osoba koja mora poznavati meliorativne radove u širem smislu riječi, a poželjno je da poznaje geodeziju u toliko mjeri da može označavati i kontrolirati mrežu drenova i dubinu izvedbe instrumentima. Ako na jednom mjestu radi više strojeva rukovodilac radova obavlja posao za sve njih. Po završetku polaganja cijevi rov se zatrpava ili posebnim strojevima, ili zatpavačem koji je montiran na drenopolagaču.

Nivo buke kod stroja ispitivan je 1977 godine na stroju Hoes i pronađeno je:

- 7 m udaljenosti od stroja

na lijevoj strani	98 dB
na desnoj strani	95 dB

- u kabini kod uha vozača

u radu	97 dB
pri kretanju	88 dB

Međutim, u 1984. g. kod stroja Mastenbroek (6) dobiveni su slijedeći rezultati kod uha vozača:

u radu	88 dB
pri kretanju	81 dB

Rad stroja ovisi o mnogim činiocima od kojih su neki produkt prirodnih uvjeta, a na druge može utjecati izvođač radova.

### 1.3 Eksploatacija

Ukupno i satno izvršenje rada drenopolagača ovisi o slijedećim činiocima:

1. Klimatsko obilježje područja,
2. Hidropedološka svojstva tla,
3. Vegetacija područja i zahtjevi poljoprivredne proizvodnje,
4. Nivo izgrađenosti i funkcioniranja kanalske mreže,
5. Projektna rješenja i elementi izvedbe cijevne drenaže,
6. Konfiguracija terena na meliorativnom području,
7. Količina i odnos ugrađenih cijevi po promjeru,
8. Pripremljenost terena i trase za rad drenopolagača,
9. Lokacija i veličina površina na kojima se izvodi drenaža,
10. Obučenosť kadrova i ostali utjecaji.

#### 1.3.1 Utrošak radnog vremena

Na stroju Wandenende koji je prethodnik današnjih strojeva nizozemske proizvodnje 1971. godine vršena su ispitivanja u istim uvjetima polaganja drenaže s plastičnim i glinenim cijevima (5).

Bilans radnog vremena je bio:

#### A. Kod plastičnih cijevi

- priprema rada	3 %
- rad	80 %
- postavljanje cijevi na stroj	8 %
- zastoji	1 %
- završni radovi	2 %
- povratak - prazan hod	6 %

---

Ukupno: 100 %

#### B. Kod glinenih cijevi

- priprema	3 %
- rad	74 %
- zastoji	3 %
- povratak - prazan hod	20 %

---

Ukupno: 100 %

### 1.3.2 Brzina kretanja drenopolagača

Izmjerene brzine kretanja bile su 97-391 m/h. Dubina rada bila je 82-115 cm. Uočljiva je razlika u iskorištavanju radnog vremena što je i razumljivo, obzirom na veću pažnju potrebnu u radu s glinenim cijevima. 1977. godine I. Antončić (3) ispitivao je drenopolagač Hoes Gigant 2.000 (147 kW) i ustanovio slijedeći radni bilans:

- poravnanje stroja	1,7 %
- čisti rad	54,5 %
- zatvaranje cijevi	3,4 %
- podizanje radnog dijela stroja	1,3 %
- ukošavanje stroja	1,9 %
- vožnja unazad	17,2 %
- puštanje u rad	1,3 %
- učvršćivanje cijevi	2,2 %
- postavljanje novog koluta	4,3 %
- spajanje cijevi	2,2 %

---

U k u p n o :      100,0 %

Brzina u radu bila je 187-710 m/h pri dubini od 70-135 cm.

Iskustva u široj praksi ne razlikuju se mnogo od rezultata ovih ispitivanja. Kod vodoprivrednih organizacija SRH praćen je rad drenopolagača nekoliko godina. Strojevi su tipa Barth i Hoes (ukupno 13 strojeva).

Učinak je bio 153,2 m/h do 361,5 m/h. Prosjek iznosi 279,8 m/h kod razmaka drenova od 30 m.

### 1.3.3 Efekat rada drenopolagača

Efekat rada drenopolagača uvjetovan je stanjem vlažnosti tla i vremenskim prilikama. Radom u nepovoljnim vlažnim uvjetima tla može se nanijeti više štete nego koristi. To je ujedno i najvažniji postulat rada drenopolagača. S tim u vezi broj radnih sati se kreće od 900-1.000 godišnje. Npr. kod praćenja strojeva u vodoprivrednim radnim organizacijama od 1977-1983. godine godišnji rad iznosio je 954,15 sati.

Potrebna broj sati rada po hektaru ovisno o razmaku drenova te kod brzine od 300 m na sat iznosi:

Razmak drenova	Količina cijevi	Potrebno sati za
m	m	ha
18	556	1,85
20	500	1,67
25	400	1,33
30	333	1,11
35	286	0,93
40	250	0,83

Prema onome što nam je u praksi poznato, učinak drenopolagača na sat kod dubine do 130 cm, bez ugradnje filtera s cijevima promjera do 80 mm, bio bi 300 m/h, i ako se uzme kao koeficijent 1,00, tada bi učinak pod raznim uvjetima bio:

Rad	Učinak m	Koeficijent
- u srednje teškom tlu	300	1,00
- u teškom tlu	273	0,91
- u vrlo teškom tlu	250	0,83
- s ugradnjom filtera	200	0,67
- s cijevima većeg promjera	200	0,67
- na dubini od 130-170 cm	222	0,74

Uvjet rada je da je rudina čista (bez raslinja), da se na gradilištu polaže više od 30.000 m drenskih cijevi, tj. da na njemu ima posla za više od 100 sati efektivnog rada.

Kod navedenog ispitivanja stroja Hoes, I. Antončić (3) je utvrdio slijedeću potrošnju goriva:

Dubina rada - cm	Potrošnja goriva - kg/h
135	33,1
125	28,4
115	25,8
105	24,1
95	27,7
85	21,4
70	20,6

Interesantno je da se ispitivanja podudaraju s praktičkim iskustvima. Kod razmatranja strojeva koji rade u vodoprivredi, ustanovljena je potrošnja goriva od 19,3-29,7 l/sat.

#### 1.4 Cijene rada stroja

Cijenu možemo razmatrati s dva aspekta. Prvi je ukupna cijena rada a drugi cijena jednog efektivnog sata stroja.

Cijena rada stroja u toku radne sezone 1988. godine kretala se od 180.000.- do 200.000.- din/sat. Teško je predvidjeti točnu cijenu stroja za određeni period, jer su promjene u pojedinim elementima cijena česte, a u vrijeme velike inflacije nepredvidive.

Navodi se struktura prosječnih troškova jednog efektivnog sata u postocima.

Naziv troškova	%
1. Gorivo i mazivo	9,86
2. Investiciono održavanje	18,20
3. Tekuće održavanje	3,16
4. Amortizacija	19,29
5. Zakonske i ugovorne obaveze	6,74
6. Osiguranje	2,96
7. Osobni dohodak (za radnike)	9,82
8. Terenski dodatak i HTZ	5,09
9. Režijski troškovi	22,43
10. Ostali troškovi	2,66
<b>U k u p n o :</b>	<b>100,00</b>

Iz prikaza je vidljivo da većinu potrošnje čine tri elementa i to: amortizacija, investiciono održavanje i režijski troškovi. Od ova tri elementa, možemo utjecati samo na smanjenje režijskih troškova. Kod ostalih troškova boljom organizacijom rada mogli bi se smanjiti osobni dohoci. Pod stavkom 10. Ostali troškovi, podrazumijeva se sitni inventar (0,14 %), transport stroja (0,69 %), prijevoz goriva (0,49 %) i eksterne usluge.

Ukupnu cijenu rada stroja određuje jedinična satna cijena rada u određenim uvjetima a na te uvjete utječu slijedeći činioci:

##### 1.4.1 Klimatsko obilježje područja

Sa stanovišta operativne izvedbe drenaže najviše nas zanimaju količine oborina, njihova učestalost i intenzitet. Naprijed smo naveli da je mogućnost godišnjeg korištenja stroja u vlažnom klimatu svedena na cca 1000 sati. Uzrok tome je da se drenaža može optimalno izvoditi samo u suhom tlu. To je osnovno načelo izvedbe. S obzirom na režim oborina i njihov intenzitet, u zapadnom dijelu savske doline u najboljem slučaju može se koristiti samo 100 dana godišnje za rad drenopolagača. Čim se ide prema istoku, količine oborina se smanjuju (područje donjeg toga rijeke Save cca 600

mm) a intenzitet oborina je povoljniji, što znači da se na terenima istočne Slavonije može koristiti i veći dio vremena tj. više od 1000 sati rada godišnje.

#### 1.4.2 Hidropedološka svojstva

U našim uvjetima teško je naći tla sa jedinstvenim svojstvima, tako da se na jednom području nalaze dvije do tri vrste tala. Sastav tla uvjetuje način rada i učinak drenopolagača. Ako se uzme da je prosječna norma po jednom efektivnom satu drenopolagača 250-300 m na sat, te to definiramo kao faktor 1,00, tada u teškom tlu taj faktor rada iznosi 0,91, a u vrlo teškom tlu 0,83.

#### 1.4.3 Vegetacija područja i pripremljenost terena

Logično je da su tla koja su predstavljala poljoprivrednu površinu, livade i pašnjake bez žbunja i drveća najidealnija za rad drenopolagača.

Tla na kojima se nalazi žbunje (koje se ora prethodno krčiti), kao i drveće (čije panjeve treba odstraniti) otežavaju rad drenopolagača, te s jedne strane smanjuju učinak, a s druge strane izazivaju veliki broj kvarova stroja.

Kod tehnologije krčenja gdje se panjevi zakopavaju vrlo često imamo problem sa dubinom rada drenopolagača, što znači da bi panjeve trebalo zakopati na dubinu ispod 2 metra.

#### 1.4.4. Projektno rješenje i elementi izrade

Kod projektiranja drenažne mreže, najčešće se ugrađuje osnovni profil plastičnih perforiranih cijevi promjera 65 mm. Čini se da bi trebalo izraditi komparativni proračun za upotrebu cijevi promjera 50 mm, koji bi vjerovatno zadovoljio osnovne uvjete odvodnje, a istek se ne bi bitno smanjio. Na taj način bi se cijena izrade drenaže smanjila.

Najveća dilema kod projektiranja drenaže je u tome na kojim tlima i u kolikoj mjeri treba stavljati filter, što predstavlja veliku stavku u cijeni izvedbe drenaže.

#### 1.4.5 Lokacija i veličina površina

Logično je ukoliko su lokacije pristupačne a prometnice do njih urednije, cijene su uvijek manje, jer su i transportni troškovi manji. Isto tako, na većim površinama cijene se smanjuju, jer je moguće postići bolju organizaciju rada, a time i veći učinak.

#### 1.4.6 Izbor drenopolagača

Kod nas se upotrebljavaju dva tipa stroja, i to stroj čiji je radni organ kopačica, te stroj čiji radni organ je drenažni plug. Naša istraživanja i praktična iskustva pokazuju da učinak po efektivnom satu drenažnog stroja sa kopačicom 250-300 m, a i F. Levaković (2) u svojoj analizi o drenažnom plugu navodi da je taj stroj postigao veću produktivnost rada od onog sa kopačicom za 61,43 % po efektivnom satu. Naglašavamo da drenažni plug nije podesan na svim tipovima tala, a pogotovo teškim. Kako u našoj zemlji nema iskustva pa ni istraživanja, o druga dva tipa drenopolagača (delta plug i kopačica-zvijezda), prisiljeni smo služiti se inozemnim iskustvima.

Prema podacima koje posjedujemo, drenopolagač s plugom kao radnim organom ima učinak za 70-80 % veći od drenopolagača s kopačicom. Njegova osnovna cijena je 20-30 % veća od drenopolagača sa kopačicom. Četvrti tip stroja je EURORAIN koji ima radni organ u obliku kopačice-zvijezde. Prema stranim iskustvima, njegov učinak je cca 100 % veći od drenopolagača sa beskonačnim lancem ali mu je i osnovna cijena isto tako znatno viša.

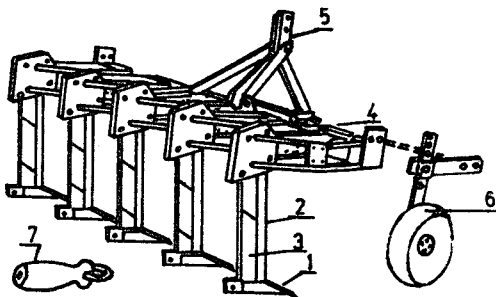
## 2. PODRIVAČ

Podrivanje (rahljenje) zemljišta je postupak za izmjenu strukture tla. Želi se, naime, od zbijenog i intaktnog tla dobiti rastresito tlo koje može dobro prihvatiti vodu i koje je, osim toga, prozračno. Postupak podrivanja primjenjuje se najviše kad se želi meliorirati tlo na kojem se zadržava oborinska voda (pseudoglej), u kojem postoji zbijeni podoranični sloj koji sprječava ocjeđivanje vode.

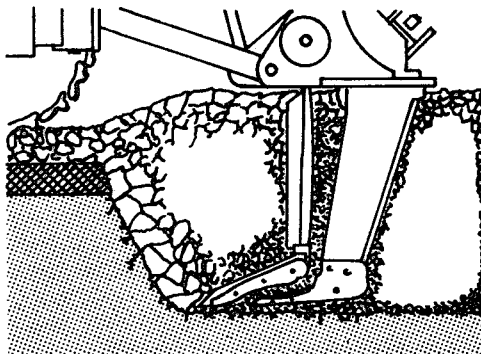
Tabela 2. Optimalna svojstva tla pogodna za podrivanja i krtičenje

Vrsta tla	Podrivanje	Krtičenje
Glina %	17	30
Prah %	70	60
Pijesak %	50	50

Operacija podrivanja vrši se priključnim oruđima nazvanim podrivači (sl. 6 i 7).



Slika 6. PODRIVAČ S KRUTIM RADNIM ORGANIMA: 1 - dijelito; 2 - nož; 3 - držač; 4 - okvir; 5 - piramida; 6 - kotač za podešavanje dubine rada; 7 - stožasti dodatak (čunj)



Slika 7. PODRIVAČ S AKTIVNIM RADNIM ORGANIMA

Prema tipu radnih tijela dijelimo ih na:

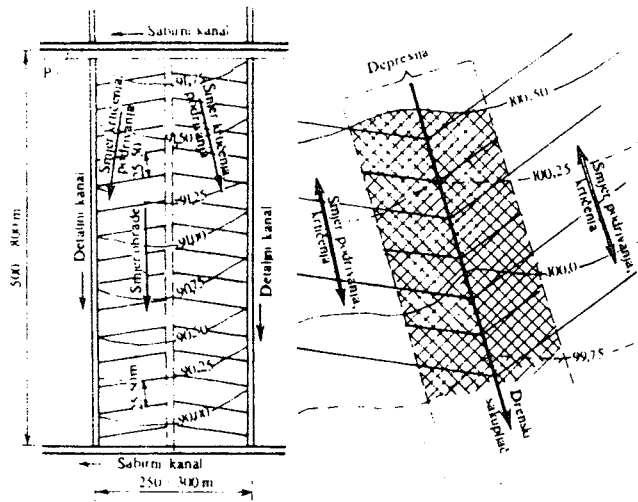
- podrivače s krutim radnim dijelom i
- podrivače s vibracionim radnim dijelom.

Po broju radnih organa mogu biti jednorodni i višeredni, s tim da se razmak redova može mijenjati. Dubina rada im je 60-70 cm, a širina prema potrebi. Za njihovu upotrebu potrebni su traktori za vuču od 50-150 kW koji mogu biti gusjeničari ili točkaši. Rad je najbolje izvoditi u suhim prilikama, jer je tada učinak najbolji.

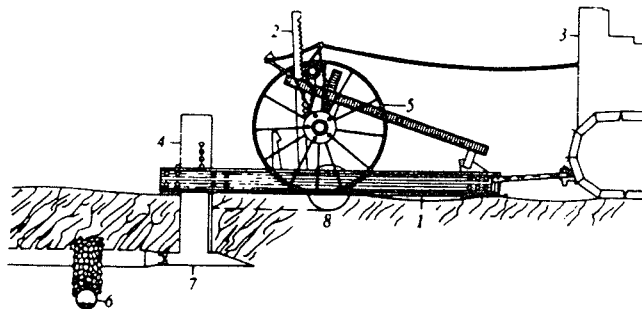
Brzine rada su različite ovisno o tlu i vučnom stroju. S. Ivančan I(4) je ispitivao vibracioni podrivač tvornice Kaeble-Gunlinder, 3-redni, nošeni sa traktorom "Ford" TW 25 od 115 kW, i dobio brzine od 2,5-3,4 km/sat. Iste godine su I. Antončić i S. Ivančan (3) ispitivali jednorodne i dvoredne krute podrivače i dobili brzine od 1,8-6,6 km/sat. Oni preporučuju brzine u rasponu od 5-7 km/h, što zahtijeva, logično, i veću snagu traktora.

### 3. KRTIČNI PLUGOVI

Krtična drenaža potrebna je tlima teškog mehaničkog sastava zasićenim oborinskom vodom, koja se zbog zbijenosti i male propusnosti tla, te množine finih kapilarnih pora ne može procijediti u dublje slojeve. Djelotvornost krtične drenaže je to veća što je veći sadržaj glinenih čestica u tlu. Krtičnom se drenažom stvaraju krtični rovovi. Smjer rovova mora biti u smjeru najvećeg pada, a njihov pad iznosi obično 0,5-1,0 ‰, ali i do 4 ... 7 ‰. Na slici 8 prikazani su preporučljivi smjerovi rada kombinirane odvodnje.



Slika 8. SMJEROVI OBRADJE KRTIČNOG PODRIVANJA



Slika 9. KRTIČNI PLUG: 1 - teška greda koja spriječava da neravnine tla pokvare nagib rova; 2 - zupčana letva za podizanje pluga; 3 - traktor; 4 - noga za bušenje krtičnog rova; 5 - transportni kotač; 6 - drenažna cijev koja služi za odvod vode iz krtičnih rovova; 7 - naprava za pravljenje rova; 8 - nož pluga.



Dubina krtičenja je 50-75 cm, a razmak 1-3 m. Brzina kretanja u radu je 1-3 km/h. Za vuču su potrebni traktori gusjeničari ili točkaši snage 50-200 kW, ovisno o tlu i uvjetima rada. Tlo za vrijeme rada mora biti suho. Na slici 9 prikazan je krtični plug.

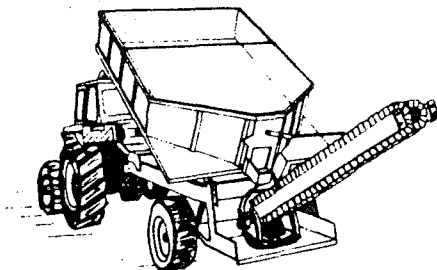
Svaki krtični plug ima iza radnog dijela dio koji služi za pravljenje rova, privezanu napravu u obliku kugle ili taneta (bombe), za bolje formiranje rova.

## 4. POMOĆNI STROJEVI

Od strojeva koji se koriste u liniji kopanja drenaže mogu se navesti prikolice za prenos i sipanje filtera, najčešće šljunka, te kanalokopače. Kanalokopači služe za izvedbu kanala površinske odvodnje, pa ne spadaju u ovaj rad. Ovdje se spominju samo iz razloga što metamorfoza i promjena strukture tla traju duže vremena pa se često kao pomoćni način odn. dopuna sustava podzemne odvodnje kopaju mali kanali ili vodeni jarci radi povećanja efekata odvodnje.

### 4.1 Prikolice za šljunak

To su specijalne prikolice koje imaju sistem istovara preko pomične trake ili cijevi, ovisno o konstrukciji. Na slici 10. prikazana je jedna vrsta takve prikolice. Vuče ih traktor snage 50-100 kW. Zapremina je 3-5 m<sup>3</sup>, ovisno o veličini sanduka.



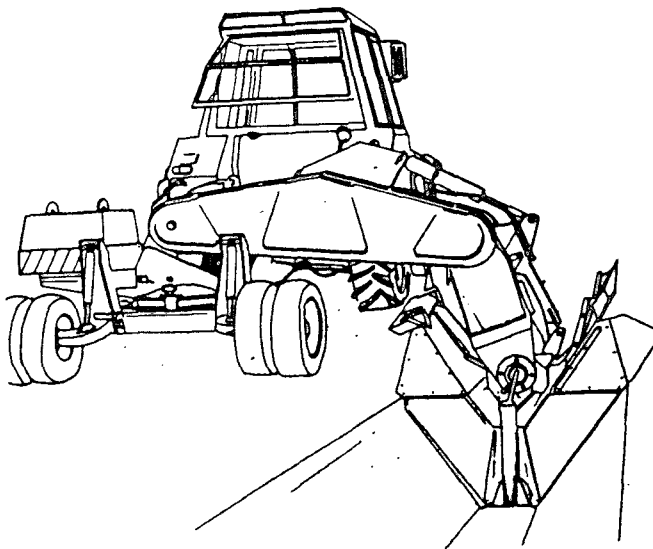
Slika 10 PRIKOLICA ZA DOVOZ I UGRADNJU ŠLJUNKA

Treba naglasiti da je bolje ako prikolica ima dvije osovine, tj. četiri kotača zbog specifičnog pritiska na tlo. Isto tako poželjne su šire gume. U agregatu sa drenopolagačem rade obično tri takve prikolice sa traktorima.

### 4.2 Kanalokopač

Kao što sama riječ kaže, to su strojevi koji kopaju kanale, a vuku ih traktori točkaši.

Kopaju ruv (kanal) dubine do 60 cm sa pokosom 1:1 ili 1:1,5. Konstruktivno mogu vršiti iskop samo na jednu, ili na obje strane kanala (sl. 11). Za vuču su potrebni traktori 50-100 kW. Brzina rada je 500-800 m/sat.



Slika 11. KANALOKOPAČ

**Literatura:**

1. Fabijanić, A.G., (1985) - Tehničke i tehnološke karakteristike drenopolagača, Vodoprivreda br. 2-3, Beograd 1985.
2. Levaković, F., (1982) - Tehničke karakteristike i eksploataciona svojstva nekih strojeva za melioracione radove, Zbornik radova mehanizacije poljoprivrede 1982.
3. Antončić, I., Ivančan, S., (1988) - Usporedna ispitivanja krutih i vibrirajućih podrivača, Zbornik radova mehanizacije poljoprivrede 1988. god.
4. Ivančan, S., (1988) - Primjena podrivača za aktivno rabljena tla, Zbornik radova mehanizacije poljoprivrede 1988. god.
5. Antončić, I., Piria I, Baršić I, Fabijanić A.G. (1987) - Metode i izbor strojeva za uređenje tala, Studija 1977. god.
6. Vranješ, B., Fabijanić, A.G., (1987) - Mjerenje buke kod drenopolagača, radni materijal.



## UTJECAJ CIJENA PVC-DRENSKIH CIJEVI I FILTERA NA TROŠKOVE IZGRADNJE SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA

---

J. MARUŠIĆ\*

### 1. MATERIJALI ZA UGRADNJU CIJEVNE DRENAŽE POLJOPRIVREDNIH ZEMLJIŠTA

Ovisno o hidropedološkim obilježjima tla, stupnju izgrađenosti i funkcioniranju sustava površinskog odvodnjavanja, te zahtjevima suvremene proizvodnje poljoprivrednih kultura - potrebna je i izgradnja sustava podzemnog odvodnjavanja odnosno cijevne drenaže poljoprivrednih zemljišta. I pored visokih troškova izgradnje, dosadašnja ulaganja u drenažu su potvrdila svoju opravdanost obzirom na stvaranje i održavanje optimalnog vodozračnog režima u tlu i ostvarene prirode poljoprivrednih kultura.

Osnovni činioci koji utječu na projektno-izvedbene elemente sustava podzemnog odvodnjavanja prikazani su u knjizi 4 - Priručnika za hidrotehničke melioracije, pa se ovdje ne ponavljaju. Međutim, pored prisutnih utjecajnih činilaca, posebno značajan je utjecaj cijena ugradbenih materijala na troškove izgradnje cijevne drenaže poljoprivrednih zemljišta. Visoka nabavna cijena strojeva i rezervnih dijelova, kao i njihova amortizacija također u znatnoj mjeri utječu na troškove izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja.

Zbog toga je u ovom radu težište analize utjecaja proizvođačkih cijena - PVC - drenskih cijevi različitih profila te filtera od plastice i granuliranog šljunka. Posebno značenje je u utjecaju cijena filter-materijala na troškove izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja. Sve češće povećanje cijena PVC-drenskih cijevi zahtijeva definiranje i formiranje sezonskih (promjena) cijena izgradnje. U sklopu toga bitno je sagledavanje utjecaja tih troškova na ukupne troškove uređenja poljoprivrednih zemljišta, kao i troškove same proizvodnje pojedinih poljoprivrednih kultura.

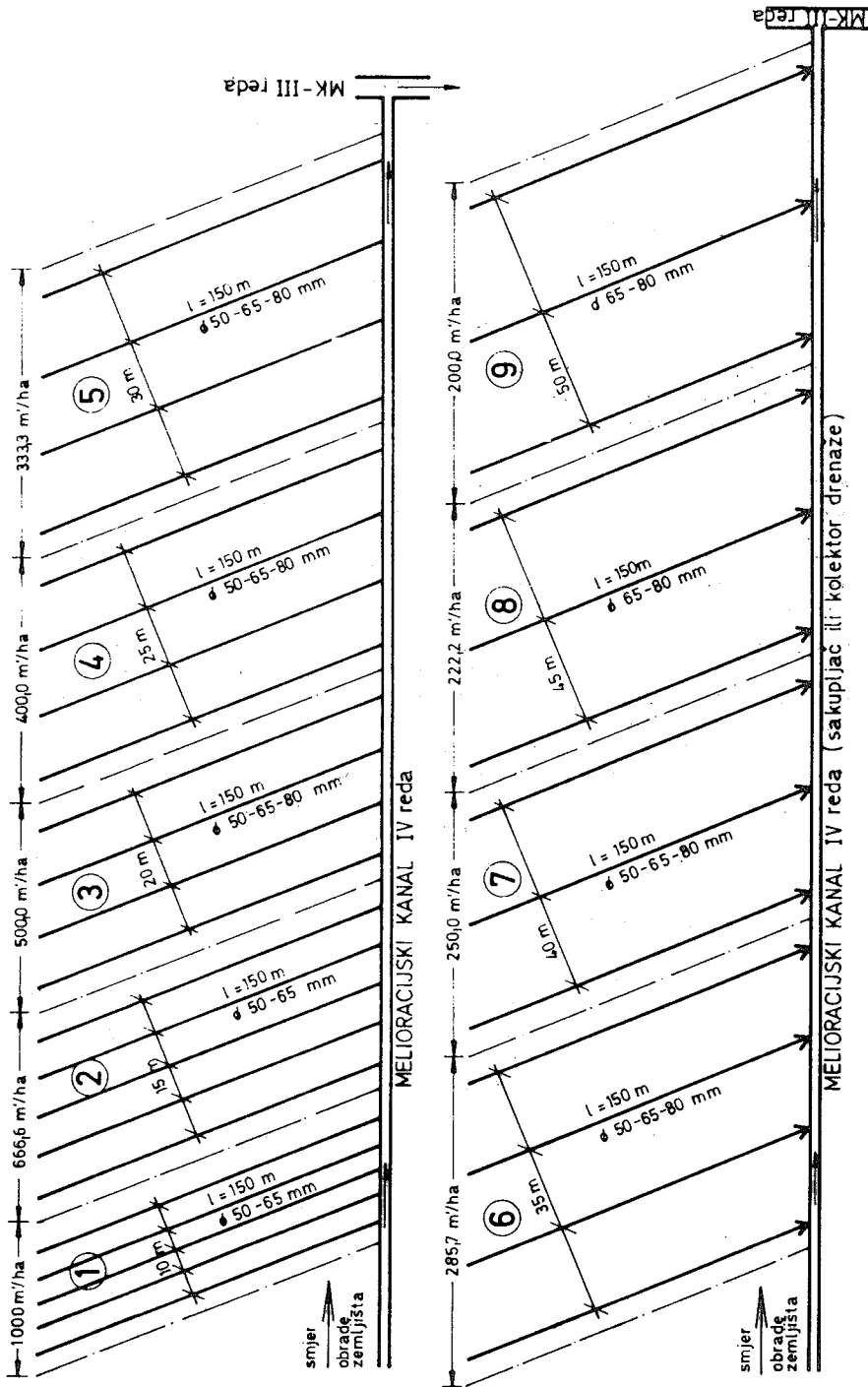
Troškovi ugradbenih materijala cijevne drenaže (din/ha) prikazani su u komparaciji s ekvivalentnom vrijednošću priroda (prinos) pšenice (dt/ha) u periodu od 1981. do 1987. godine. To je prikazano zbog toga, što je proizvođačka cijena pšenice i polazna osnova za određivanje cijena ostalih glavnih poljoprivrednih kultura (posebno žitarica i industrijskih kultura).

Iako su u navedenom periodu ugrađivane drenske cijevi domaće proizvodnje, prisutan je i stalni utjecaj cijena uvoznih komponenti na njihove proizvođačke cijene. U sklopu toga je i utjecaj troškova transporta do mjesta ugradnje PVC-drenskih cijevi.

U sklopu analize utjecaja cijena ugradbenih materijala bitno je pravovremeno sagledati i utjecaj projektnih elemenata na troškove izgradnje sustava cijevne drenaže. U vezi toga dati su osnovni projektni elementi drenaže na slici 1 - za razmak (m), profile cijevi i gustoću drenskih cijevi (m<sup>3</sup>/ha). Treba imati u vidu da je od ukupno dreniranih zemljišta kod nas (235170 ha do kraja 1987. godine) s razmakom cijevi od 15 do 35 m izvedeno 85 % drenaže. Detaljniji podaci o utjecajnim činiocima na razmake drenskih cijevi prikazani su u knjizi 4 - Priručnika za hidrotehničke melioracije.

---

\* Doc.dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad. GRADEVINSKI INSTITUT - ZAGREB  
OUR FAKULTET GRADEVINSKIH ZNANOSTI - ZAGREB



Slika 1. RAZLIČITI RAZMACI (l = 10-15 m) I GUSTOĆA PVC-DRENSKIH CIJEVI (1000-200 m<sup>2</sup>/ha) DRENAŽE POLJOPRIVREDNIH ZEMLJIŠTA (za prikaz utjecaja razmaka i profila cijevi na troškove drenaze - varijante 1-9)

## 2. CIJENE MATERIJALA ZA UGRADNJU CIJEVNE DRENAŽE OD 1981. DO 1987. GODINE

U tabeli 1 dati su numerički, a na slici 2 grafički pokazatelji za rast slijedećih cijena cijevne drenaže:

- a) Vrijednost rada drenopolagača na ugradnji drenskih cijevi i to:
  - za promjere 50, 65, 80 mm bez filtera, s filterom od plastice i granuliranog šljunka te za promjere 100, 125, 160 i 200 mm bez filtera.
- b) Proizvođačke cijene PVC-drenskih cijevi promjera 50, 65, 80, 100, 125, 160 i 200 mm.
- c) Proizvođačke cijene PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice za promjere 50, 65, 80 mm od 1984. do 1987. godine.
- d) Cijene nabave i transporta (50 km) filtera od granuliranog šljunka.
- e) Prodajna cijena pšenice.

U tabeli 2 dat je poseban pregled rasta cijena PVC-drenskih cijevi i fazonskih komada u 1987. god. (sa šest promjena cijena od veljače do studenog 1987. god.). Kod numeričkih podataka u tabeli 1 i 2 te grafičkih prikaza na slici 2 može se ukazati na slijedeće činjenice:

1. Cijene rada strojeva na ugradnji PVC-drenskih cijevi promjera 50, 65 i 80 mm, dubine od 0,70 do 1,30 m u normalnim uvjetima rada i tlima srednje kategorije porasle su za 14,26 puta.
2. Cijene rada strojeva na ugradnji PVC-drenskih cijevi s filterom od granuliranog šljunka porasle su za 14,86 puta.
3. Cijene rada strojeva na ugradnji PVC-drenskih cijevi promjera 100, 125, 160 i 200 mm, na dubinu od 1,30 do 1,70 m, u normalnim uvjetima rada i tlima srednje kategorije porasle su za 16,36 puta.
4. Proizvođačke cijene PVC-drenskih cijevi od 1981. do 1987. god. za pojedine promjere cijevi porasle su kako slijedi:
 

- $\phi$ 50 mm	30,34 puta
- $\phi$ 65 mm	25,25 puta
- $\phi$ 80 mm	21,60 puta
- $\phi$ 100 mm	22,33 puta
- $\phi$ 125 mm	22,10 puta
- $\phi$ 160 mm	17,26 puta
- $\phi$ 125 mm	15,67 puta
5. Cijene nabave i dovoza granuliranog šljunka kao filter- materijala od 1981. do 1987. godine porasle su za 18,06 puta.
6. Prodajna cijena pšenice u navedenom periodu porasla je za 18,37 puta.
7. Posebno ubrzani rast cijena PVC-drenskih cijevi uslijedio je u 1987. godini - što je detaljnije vidljivo u tabeli 2. Prosječno povećanje cijena PVC-drenskih cijevi od veljače do studenog 1987. godine je od 2,82 do 2,96 puta, a cijevi s filterom od plastice od 2,52 do 2,85 puta. Istovremeno, prosječno povećanje cijena cijevi 1987. godine u odnosu na 1986. godinu (treće tromjesečje) je od 2,40 do 2,63 puta, a s filterom od plastice za 2,40 puta.

U sklopu numeričkih podataka tabele 1 i 2, kao i grafičkih pokazatelja, treba sagledati utjecaj rasta cijena ugradbenih materijala na troškove izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja, odnosno cijevne drenaže. Vidljivo je znatno zaostajanje rasta cijena rada strojeva na ugradnji PVC-drenskih cijevi (14,26 puta) u odnosu na proizvođačke cijene PVC-drenskih cijevi (od 15,67 do 30,34 puta). U sklopu toga posebno je evidentan velik rast cijena PVC-drenskih cijevi promjera 50, 65 i 80 mm, i to od 21,60 do 30,34 puta. To je značajno kada je učešće tih profila cijevi čak 94,5 % u ukupnoj količini do sada ugrađenih PVC-drenskih cijevi u SFR Jugoslaviji (sveukupno 235170 m od 1971. do 1987. god.).

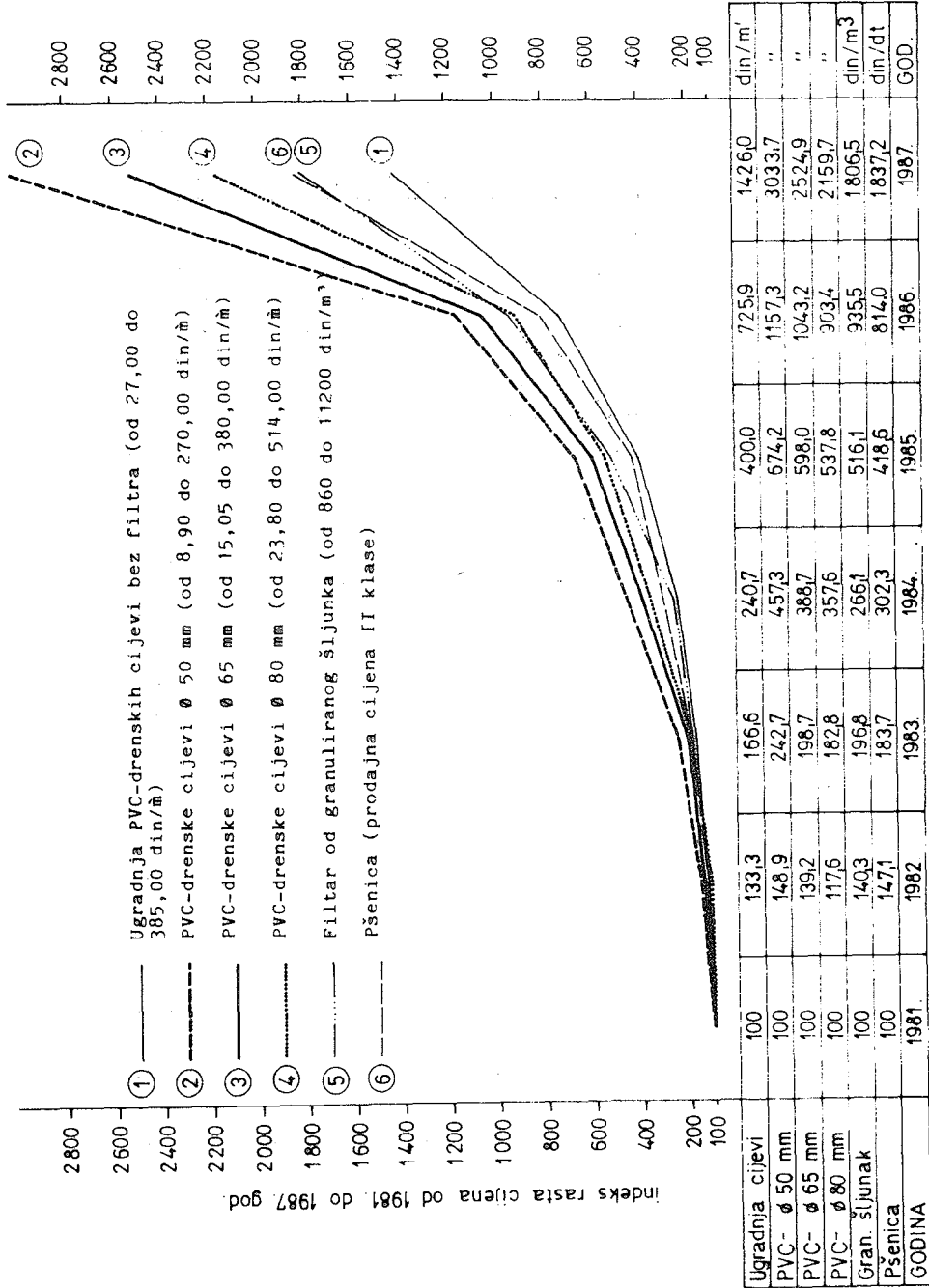
Posebno treba analizirati utjecaj rasta cijena PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice, koje se kod nas proizvode od 1984. god. a do 1987. god. proizvođačke cijene su porasle od 5,88 do 6,89 puta. Istovremeno, cijene ugradnje tih cijevi porasle su za 5,92 puta.

Obzirom da je kod nas granulirani šljunak osnovni filter materijal i da znatno poskupljuje izgradnju sustava cijevne drenaže, posebno će se analizirati rast cijene od 1981. do 1987. god. (za 18,06 puta).

Tabela 1. PREGLED CIJENA RADA DRENOPOLAGAČA, PROIZVADAKIH CIJENA PVC-DRENSKIH  
CIJEVI; FILTERA OD GRANULIRANOG ŠLJUNKA I PRODAJNE CIJENE PŠENICE  
OD 1981. DO 1987. GODINE (III tromjesečje).

Red br.	Opis - vrsta rada i materijala	Jed. mj.	Prosječne cijene u mjesecu srpnju - dinara							Povećanje 87/81.g.	
			1981.	1982.	1983.	1984.	1985.	1986.	1987.		
<b>A.</b>											
	Rad strojeva na ugradnji PVC drenskih cijevi										
1.	Ø 50, 65 i 80 mm. bez filtra	m	27,00	36,00	45,00	65,00	108,00	196		385	14,26 (5,92)
2.	Ø 50, 65 i 80 mm s filtrom od plastice	m	-	-	-	68,25	113,40	200		404	
3.	Ø 50, 65 i 80 mm - s filtrom od granuliranog šljunka	m	35,00	45,00	58,50	85,00	145,00	265		520	14,86
4.	Izrada izvedbenog projekta drenaže, Ugradnja PVC-cijevi	m	1,00	2,00	2,50	3,50	4,50	6		12	12,00
5.	Ø 100-125-160-200 mm i dubine od 1,30-1,70 m	m	37,60	48,60	61,00	98,00	166,00	304		615	16,36
<b>B.</b>											
	Proizvodjačke cijene PVC- drenskih cijevi										
1.	Ø 50 mm	m	8,90	13,25	21,60	40,70	60,00	103		270	30,34
2.	Ø 65 mm	m	15,05	20,95	29,90	58,50	90,00	157		380	25,25
3.	Ø 80 mm	m	23,80	28,00	43,50	85,10	128,00	215		514	21,60
4.	Ø 100 mm	m	35,60	42,00	56,80	106,90	186,00	326		795	22,33
5.	Ø 125 mm	m	46,60	54,30	74,50	145,60	241,00	424		1030	22,10
6.	Ø 160 mm	m	118,80	138,80	194,00	351,00	513,00	782		2050	17,26
7.	Ø 200 mm	m	167,20	194,00	242,50	438,90	643,00	997		2620	15,67
<b>C.</b>											
	Proizvodjačke cijene PVC-cijevi s filtrom od plastice										
1.	Ø 50 mm	m	-	-	-	108,80	163,20	313		750	(6,89)
2.	Ø 65 mm	m	-	-	-	152,50	234,90	412		990	(6,49)
3.	Ø 80 mm	m	-	-	-	221,10	346,60	542		1300	(5,88)
<b>D.</b>											
	Nabava i dovoz (50 km) i ugradnja filtra od granuliranog šljunka	m <sup>3</sup>	620,00	870,00	1220,00	1650,00	3200,00	5.800		11.200	18,06
<b>E.</b>											
	Prodajna cijena pšenice	dt	860	1265	1580	2600	3600	7000		15800	18,37

C. PVC cijevi s filtrom od plastice kod nas se proizvode od 1984. godine



Slika 2. INDEKS RASTA CIJENA UGRANJE DRENSKIH CIJEVI I PROIZVODAČKIH PVC-DRENSKIH CIJEVI I FILTERA OD GRANULIRANOG ŠLJUNKA OD 1981. DO 1987. GODINE



Tabela 2. PREGLED PROIZVADAČKIH CIJENA PVC-DRENSKIH CIJEVI I FAZONSKIH KOMADA  
U 1987. GODINI.  
Proizvođač: Analit - Osijek, OOUR Donji Miholjac i Minerva Žalec

Red. br.	Opis proizvoda	Pov. XI/II	Jed. mj.	6.II 1987.	30.IV 87.g.	1.VII 87.g.	20.VII 87.g.	30.IX 87.g.	12.XI 87.g.
1.	PVC - cijevi								
1.1.	Ø 50 mm	282	m	135	168	202	270	303	380
1.2.	Ø 65 mm	285	m	206	245	304	380	437	586
1.3.	Ø 80 mm	286	m	278	331	411	514	605	795
1.4.	Ø 100 mm	287	m	429	512	636	795	885	1230
1.5.	Ø 125 mm	284	m	557	662	823	1030	1200	1580
1.6.	Ø 160 mm	295	m	1050	1250	1646	2050	2420	3100
1.7.	Ø 200 mm	296	m	1350	1605	2100	2620	3100	4000
2.	T - komad - 90°								
2.1.	Ø 50 mm	204	kom	314	370	370	445	525	641
2.2.	Ø 65 mm	204	kom	360	425	425	510	602	734
2.3.	Ø 80 mm	204	kom	479	565	565	680	802	978
2.4.									
3.	Priključak mendž.								
3.1.	Ø 65/50 mm	203	kom	322	380	380	455	537	655
3.2.	Ø 80/50 mm	206	kom	350	413	413	500	590	720
3.3.	Ø 80/65 mm	206	kom	350	413	413	500	590	720
4.	Reducirer - R								
4.1.	Ø 65/50 mm	331	kom	183	216	336	420	496	605
4.2.	Ø 80/50 mm	276	kom	219	258	336	420	496	605
4.3.	Ø 80/65 mm	251	kom	241	284	336	420	496	605
5.	Spojnice								
5.1.	Ø 50 mm	202	kom	96	113	113	135	159	194
5.2.	Ø 65 mm	204	kom	134	158	158	190	224	273
5.3.	Ø 80 mm	206	kom	175	207	207	250	295	360
6.	Uljevnice - 45°								
6.1.	Ø 50 mm	213	kom	368	434	434	545	643	784
6.2.	Ø 65 mm	212	kom	427	504	504	630	743	906
6.3.	Ø 80 mm	213	kom	582	687	687	860	1015	1238

Tabela 2 (nastavak)

Red. br.	Opis proizvoda	Pov. XI/II	Jed. mj.	6.II 1987.	30.IV 87.g.	1.VII 87.g.	20.VIII 87.g.	30.IX 87.g.	12.XI 87.g.
7.	Zavr.s pr.poklop								
7.1.	Ø 50 mm	210	kom	1076	1270	1270	1520	1794	2260
7.2.	Ø 65 mm	210	kom	1246	1470	1470	1760	2077	2617
7.3.	Ø 80 mm	210	kom	1485	1752	1752	2100	2478	3122
8.	Koljeno boč.priklj								
8.1.	Ø 50 mm	213	kom	162	191	191	240	283	345
8.2.	Ø 65 mm	215	kom	211	250	250	315	372	454
8.3.	Ø 80 mm	212	kom	322	380	380	475	561	684
9.	Izljevni štitnik folije Ø 50-60-80	255	kom	474	560	670	840	991	1209
10.	Čep - Ø 65	216	kom	84	100	100	125	148	181
11.	PVC-cijevi s filter								
11.1.	Ø 50 mm	264	m	436	515	680	750	885	1150
11.2.	Ø 65 mm	243	m	623	735	974	990	1168	1515
11.3.	Ø 80 mm	259	m	769	907	1200	1300	1534	1995
11.4.	Ø 100 mm	252	m	1062	1253	1683	1750	2065	2680
11.5.	Ø 125 mm	267	m	1439	1700	2250	2500	2950	3835
11.6.	Ø 160 mm	285	m	2128	2511	3300	3950	4661	6060
11.7.	Ø 200 mm	283	m	2703	3190	4150	4980	5876	7640

U 1987. godini u SR Hrvatskoj je ugrađeno ukupno 4.453.340 m<sup>3</sup> PVC drenskih cijevi, a od toga 4.175.422 m<sup>3</sup> promjera 50, 65 i 80 mm odnosno 93,8 %. Dužina cijevi promjera 100, 125, 160 i 200 mm ugrađena 277.918 m<sup>3</sup> odnosno 6,2 % (25 strojeva vodoprivrednih i poljoprivrednih radnih organizacija).

U 1987. godini u SFR Jugoslaviji ugrađeno je 8.013.200 m PVC drenskih cijevi, a od toga 7.492.340 m promjera 50, 65 i 80 mm odnosno 93,5 %, dok su cijevi promjera 100, 125, 160 i 200 mm samo 6,5 %.

Zajednički dogovorena cijena (veljača 87. god.) rada drenopolagača na ugradnji PVC drenskih cijevi (promjera 50, 65 i 80 mm, bez filtera, h = 0,70 - 1,30 m) je bila 385 din/m<sup>3</sup> - do kraja rujna. U zadnjem kvartalu 1987. godini planska cijena ugradnje je bila 481 din/m<sup>3</sup>.

### 3. CIJENA MATERIJALA ZA UGRADNJU I TROŠKOVI IZGRADNJE SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA U 1987. GODINI

U tabeli 3 i 4 dati su numerički podaci za razmake cijevi od 10 do 50 m i za mjerodavne cijene ugrađenih materijala u trećem tromjesečju 1987. godine. Pri tome se ukazuje na utjecaj pokazatelja na slici 1 na razmak i gustoću drenskih cijevi (m<sup>3</sup>/ha) za razna rješenja cijevne drenaže. Posebno se ukazuje na odgovarajuće vrijednosti za prosječni razmak do sada ugrađenih PVC-drenskih cijevi - za 27,5 m (u zadnjem redu tabele 3 i 4). Ovdje je značajno da su na 85 % dreniranih poljoprivrednih zemljišta (ukupne površine 235170 ha) ugrađene PVC-drenske cijevi na razmaku od 15 do 35 m.

Tabela 3. CIJENA PVC - DRENSKIH CIJEVI BEZ FILTER -MATERIJALA (kolovoz 1987. godina)

Razmak dren. cijevi m'	Dužina dren. cijevi m'/ha	Cijena ugradnje cijevi din/ha	Cijene PVC-drenskih cijevi din/ha			Ukupna cijena izvedbe cijevne drenaže - din/ha		
			φ 50 mm	φ 65 mm	φ 80 mm	φ 50 mm	φ 65 mm	φ 80 mm
10	1000,0	455.000	365.000	513.000	694.000	820.000	968.000	1.149.000
15	666,6	303.303	243.309	341.966	462.620	546.612	645.269	765.923
20	500,0	227.500	182.500	256.500	347.000	410.000	484.000	574.500
25	400,0	182.000	146.000	205.200	277.600	328.000	387.200	459.600
30	333,3	151.652	121.655	170.983	231.310	273.307	322.635	382.962
35	285,7	129.994	104.281	146.564	198.758	234.275	276.558	328.662
40	250,0	113.750	91.250	128.250	173.500	205.000	242.000	287.250
45	222,2	101.011	81.103	113.989	154.068	182.114	215.000	255.079
50	200,0	91.000	73.000	102.600	138.800	164.000	193.600	229.800
27,5	363,6	165.438	132.714	186.527	252.338	298.152	351.965	417.776

U cijeni ugradnje cijevi računat je rad stroja (385.- din/m'), ručna ugradnja fazonskih dijelova (9,0 %) i zatrpavanje drenskog rova (9,0 %), odnosno ukupno 455.- din/m'.

U cijeni PVC-drenskih cijevi uračunata je nabava, transport i deponiranje na gradilištu (na trasi projektiranih drenova) i 5 % PVC-cijevi promjera od 100 do 200 mm. Ukupno 25 % na proizvodnačke cijene u kolovozu 1987. godine i 10 % ostalih troškova u procesu nabave i dostave cijevi.

φ 50 mm - 270 x 1,35 = 365.- din/m; φ 65 mm - 380 x 1,35 = 513.- din/m', φ 80 mm - 514 x 1,35 = 694.- din/m', φ 100 mm - 795 x 1,35 = 1073.- din/m', φ 125 mm - 1030 x 1,35 = 1390.- din/m', φ 160 - 2050 x 1,35 = 2.768 din/m', φ 200 mm - 2620 x 1,35 = 3537 din/m', Uračunato i zatrpavanje drenskih rovova. Širina drenskog rova 0,14 - 0,18 - 0,23 m, a dubina od 0,70 - 0,90 - 1,10 - 1,30 m.

U zadnjem redu su podaci za prosječni razmak do sada izvedene cijevne drenaže (od 1973. do 1987. god.).

Prosječna prodajna cijena pšenice 15.800 din/dt.

Tečaj USD = 740 YUD; DEM = 398 YUD

Tabela 4. CIJENA IZVEDBE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIH PROFILA PVC-CIJEVI; bez filtera, sa filterom od plastike i filterom od granuliranog šljunka u kolovozu 1987. g.

Razmak dren. cijevi m'	Dužina dren. cijevi m/ha	Cijena cijevi bez filtera din/ha	Cijena cijevi s filterom od plastike din/ha	Cijena ugradnje cijevi din/ha			Cijena filtera od granul. šljunka din/ha	Ukupna cijena izvedbe drenaže d/ha		
				Bez filtera	S filterom od plastike	S filterom od granul. šljunka		Bez filtera	S filterom od plastike	S filterom od granul. šljunka
10	1000	568951	1511450	455000	478000	569000	1232000	1023951	1989450	2369951
15	666,6	379262	1007533	303303	318635	379295	821251	682565	1326168	1579808
20	500,0	284475	755725	227500	239000	284500	616000	511975	994725	1184975
25	400,0	227580	604580	182000	191200	227600	492800	409580	795780	947980
30	333,3	189832	503766	151652	159317	189648	410626	341484	662897	790106
35	285,7	162646	431822	129994	136565	162563	351982	292640	568387	677191
40	250,0	142238	377863	113750	119500	142250	308000	255988	497363	592488
45	222,2	126394	335845	101011	106212	126432	273750	227405	442057	526576
50	200,0	113790	302290	91000	95600	113800	246400	204790	397890	473990
27,5	363,6	206871	549563	165438	173801	206888	407232	372309	723364	820991

Mjerodavne cijene za proračun:

1. Učešće cijene PVC-drenskih cijevi,  $\phi$  50 mm - 20 % - 365 din/m,  $\phi$  65 mm - 55 % - 513 din/m,  $\phi$  80 mm - 20 % - 694 din/m,  $\phi$  100 - 200 mm - 5 % - 1490 din/m'
2. Učešće cijene PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice:  $\phi$  50 mm - 20 % - 1013 din/m,  $\phi$  65 mm - 55 % - 1337 din/m,  $\phi$  80 mm - 20 % - 1755 din/m i  $\phi$  100 - 200 mm - 5 % - 4450 din/m'
3. Cijene ugradnje: PVC-cijevi bez filtera - 455 din/m, s filterom od plastice 478 din/m s filterom od granuliranog šljunka 569 din/m
4. Nabava, dovoz (do 50 km) i ugradnja filtera od granuliranog šljunka, 1120 din/m (0,11 m<sup>3</sup>/m)

Kod ugradnje filter materijala treba navesti da je od ukupno dreniranih poljoprivrednih zemljišta u SFR Jugoslaviji od 1970. do 1987. godine

- |                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| - granulirani šljunak ugrađen | na 34 % površina |
| - granulirani stiropor        | na 3% površina   |
| - filter od plastice          | na 1 % površina  |

U tabeli 3 navedeni su podaci:

- Cijena ugradnje PVC drenskih cijevi promjera 50, 65 i 80 mm, dubinu od 0,70 do 1,30 m, širinu drenskog rova od 0,14 do 0,18 m - u normalnim terenskim uvjetima rada i tlima srednje propusnosti. U radu strojeva na ugradnji cijevi uračunata je i ugradnja fazonskih elemenata PVC-drenskih cijevi, kao i zatrpavanje drenskog rova.
- Cijena PVC-drenskih cijevi promjera 50, 65 i 80 mm. Na proizvođačke cijene cijevi uračunato je 35 % troškova za: nabavu, prijevoz i deponiranje cijevi na gradilištima te troškovi učešća (5 %) drenskih cijevi promjera od 100 do 200 mm kao i troškovi fazonskih komada.
- Ukupna cijena izvedbe cijevne drenaže za promjere cijevi 50, 65 i 80 mm na razmaku od 10 do 50 m.

Projektni elementi cijevne drenaže zahtijevaju različito učešće pojedinih profila drenskih cijevi pa su za sagledavanje potrebnih pokazatelja dati odgovarajući podaci u tabeli 4. Prema raspoloživim podacima izgrađenim sustavima podzemnog odvodnjavanja do kraja 1987. godine učešće pojedinih profila drenskih cijevi je:

- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| - $\phi$ 50 mm              | 20 % |
| - $\phi$ 65 mm              | 55 % |
| - $\phi$ 80 mm              | 20 % |
| - $\phi$ 100-125-160-200 mm | 5 %  |

Jedinične cijene cijevi i njihove ugradnje su prema podacima iz tabele 3.

U podacima iz tabele 4 vidljivi su slijedeći pokazatelji:

- Cijena PVC-drenskih cijevi bez filtera - od 113790 do 568951 din/ha.
- Cijena PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice - od 302290 do 1511450 din/ha.
- Cijena ugradnje PVC-drenskih cijevi u normalnim uvjetima rada i to:
 

- bez filtera	od 91000 do 455000 din/ha
- s filterom od plastice	od 95600 do 478000 din/ha
- s filterom od granuliranog šljunka	od 113800 do 569000 din/ha
- Vrijednost filtera od granuliranog šljunka (0,11 m<sup>3</sup>/m') od 246400 do 1232000 din/ha
- Ukupna cijena izgradnje cijevne drenaže i to:
 

- bez filtera	od 204790 do 1023951 din/ha
- s filterom od plastice	od 397890 do 1989450 din/ha
- s filterom od granuliranog šljunka	od 473990 do 2369951 din/ha

Osnovna konstatacija je da je utjecaj troškova filter materijala na rast troškova izgradnje sustava cijevne drenaže poljoprivrednih zemljišta veoma velik.

Troškovi izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja

- |   |         |
|---|---------|
| - s filterom od plastice su za          | 94,3 %  |
| - s filterom od granuliranog šljunka za | 131,5 % |

veći od troškova izgradnje tih sustava bez filter materijala!

U knjizi 2 i 4 Priručnika za hidrotehničke melioracije navedena su obrazloženja o potrebi ugradnje filter materijala pa planeri, projektanti, investitori, korisnici i izvođači radova sustava podzemnog odvodnjavanja trebaju zajednički i pravovremeno vrednovati i sagledati utjecaj troškova filter materijala na ukupne troškove izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja.

Pored samih cijena nabave, dopreme i ugradnje filtera od granuliranog šljunka posebno treba ukazati na usporeni rad strojeva kod ugradnje PVC-drenskih cijevi - što povećava tu cijenu za 25 % u odnosu na cijenu rada strojeva pri ugradnji tih cijevi bez filter materijala. Cijene rada strojeva na ugradnji PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice su samo 5 % veći, ali treba posebno vrednovati utjecaj proizvođačkih cijena tih cijevi (s plasticom) na ukupne troškove izgradnje. Detaljniji podaci vidljivi su u tabeli 4 i na slici 3 i 4.

#### **4. EKVIVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA (PRINOSA) PŠENICE (DT/HA) ZA IZVEDBU SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA - od 1981. do 1987. godine**

U sklopu pravovremenog sagledavanja i korektnog vrednovanja utjecaja cijena ugradbenog materijala na ukupne troškove izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja, treba imati u vidu i vrijednost priroda (prinosa) pojedinih poljoprivrednih kultura - nakon provedbe tih radova.

Naime, osnovni zadatak i cilj izgradnje sustava cijevne drenaže je stvaranje i održavanje optimalnog vodozračnog režima u tlu, prema zahtjevima suvremene, stabilne i visoke proizvodnje poljoprivrednih kultura. Kod toga je i logična komparacija troškova provedbe hidromelioracijskih radova i vrijednosti priroda (prinosa), a time i troškova proizvodnje poljoprivrednih kultura.

Odgovarajući podaci dati su u odnosu na ekvivalentnu vrijednost priroda pšenice - kao osnovne poljoprivredne kulture (i njene paritetne cijene za ostale kulture). Na dreniranim poljoprivrednim zemljištima (od 1975. do 1986. god.) ostvarena su povećanja priroda pšenice i kukuruza od 23 do 62 % - u odnosu na prethodnu visinu priroda. To potvrđuje opravdanost i potrebu izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja.

Međutim, kod ostvarenih povećanja priroda poljoprivrednih kultura treba imati u vidu i pravovremeno vrednovati troškove izgradnje sustava cijevne drenaže, a prije toga otvorenih melioracijskih kanala, crpnih postrojenja te ostalih hidromelioracijskih objekata. Efekti cijevne drenaže potvrđuju se i u smanjenju troškova pripreme i obrade zemljišta, odnosno provedbe odgovarajućih agrotehničkih radova. Istovremeno, odnos cijena hidromelioracijskih i poljoprivrednih radova ovisi o nizu zajedničkih terenskih i ostalih utjecajnih činilaca (troškovi tekućeg goriva i maziva, rezervnih dijelova, amortizacije strojeva). Zbog toga je i opravdana komparacija troškova hidromelioracijskih radova i ekvivalentne vrijednosti ostvarenih priroda (prinosa) pojedinih poljoprivrednih kultura.

U tabeli 5 i na slici 4 dati su pokazatelji za:

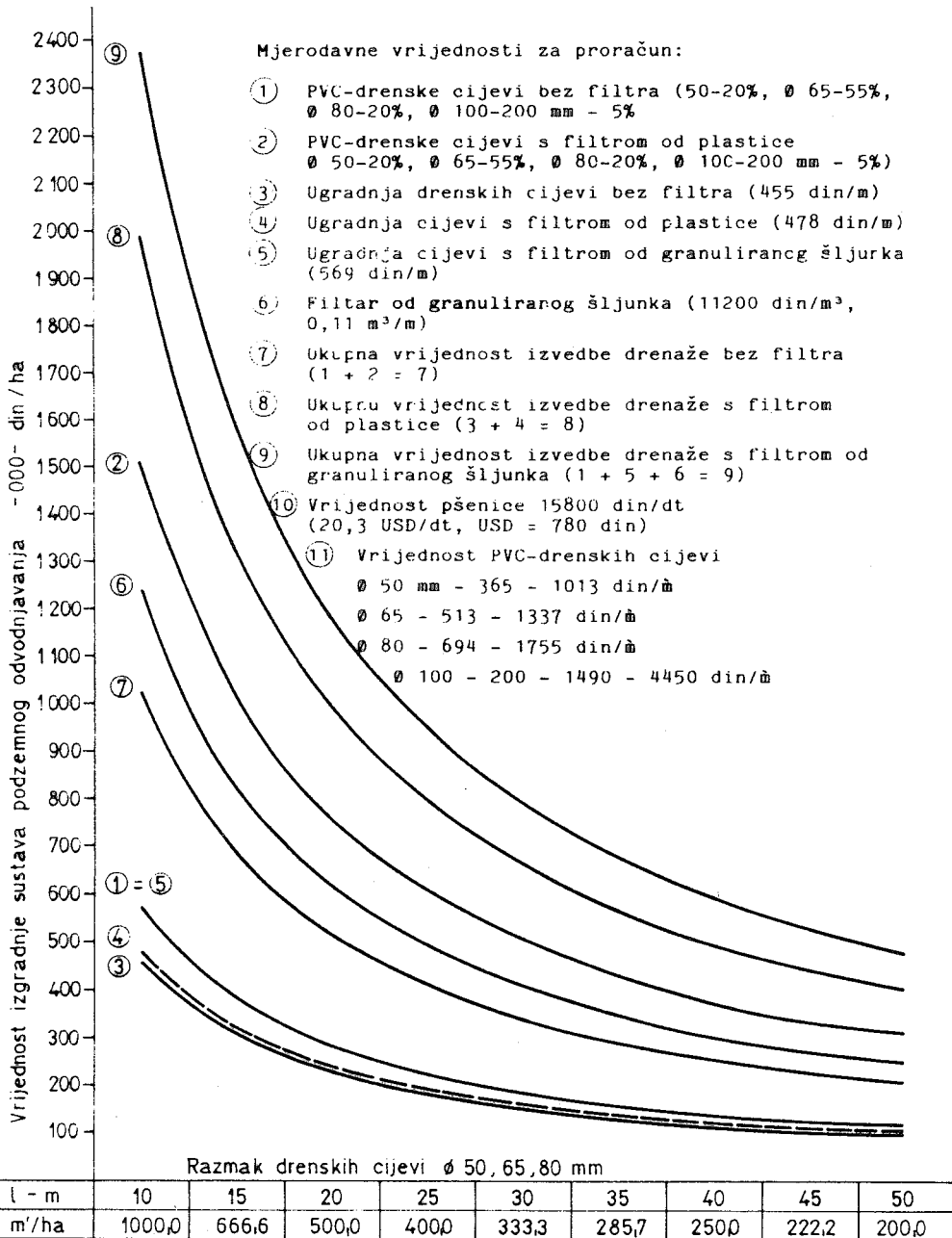
- ekvivalentnu količinu radova i materijala cijevne drenaže u odnosu na vrijednosti dt pšenice od 1981. do 1987. god.

I pored zajedničkih utjecajnih činilaca vidljiv je nesrazmjer, kao i brže povećanje cijena PVC-drenskih cijevi i filtera od granuliranog šljunka, u odnosu na rast cijena pšenice.

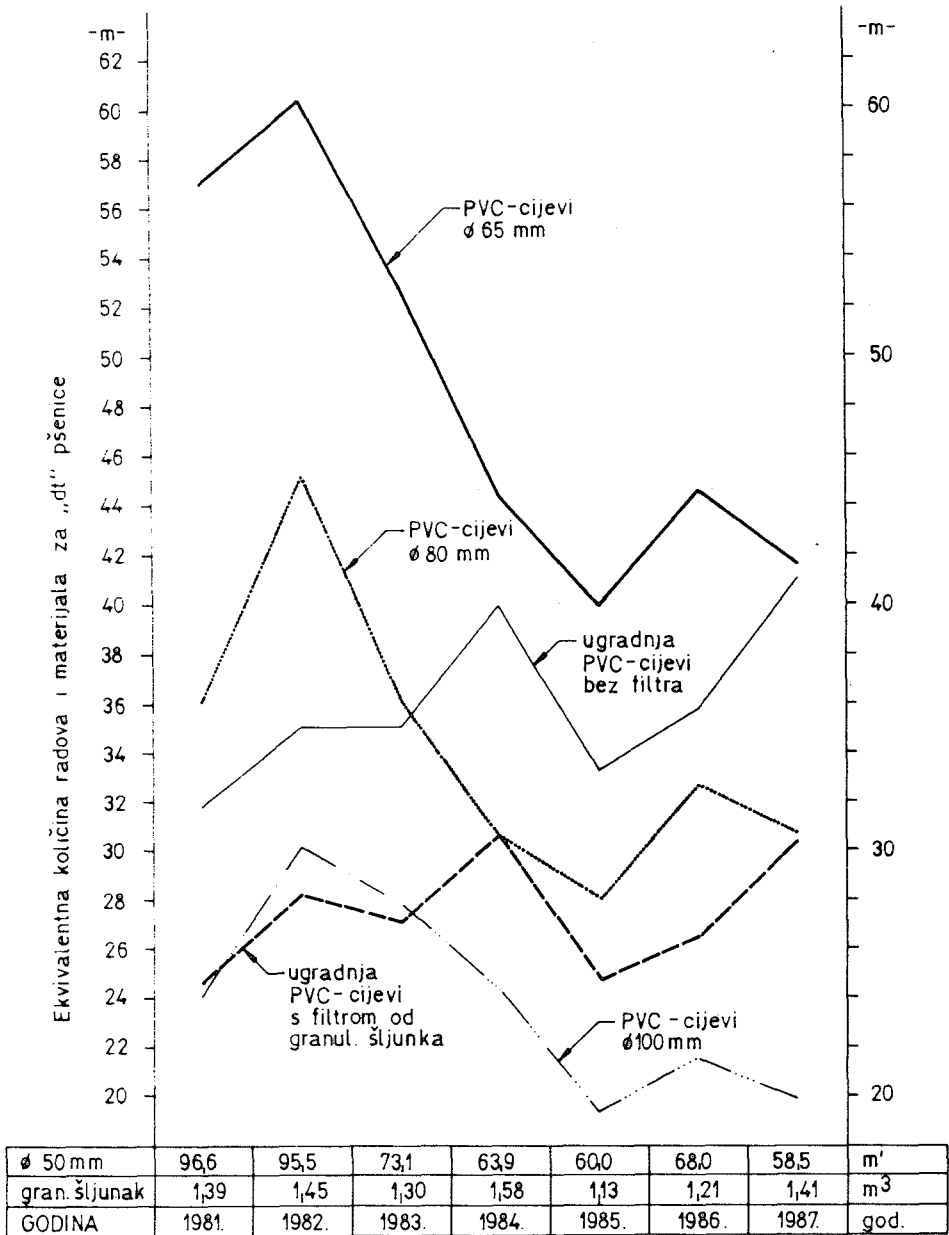
Istovremeno su manja odstupanja u komparaciji rasta cijena rada strojeva na ugradnji drenskih cijevi i cijena pšenice.

Posebno je evidentno smanjenje ekvivalentne količine PVC-drenskih cijevi ("m") za vrijednost dt pšenice, i to prvenstveno za promjere cijevi koje se najviše ugrađuju tako da je smanjenje za:

- $\phi$ 50 mm	od 96,6 na 58,5 m
- $\phi$ 65 mm	od 57,1 na 41,6 m
- $\phi$ 80 mm	od 36,1 na 30,7 m
- $\phi$ 100 mm	od 24,2 na 19,9 m



Slika 3. VRIJEDNOSTI IZGRADNJE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIH PROFILA CIJEVI - bez filtra, s filtrom od plastice i filtrom od granuliranog šljunka, kolovoz 1987.



Slika 4. EKVALENTNA KOLIČINA RADOVA I MATERIJALA CIJEVNE DRENAŽE ZA VRIJEDNOST PŠENICE OD 1981. DO 1987. GODINE



Tabela 5. EKVALENTNA KOLIČINA RADOVA I MATERIJALA CIJEVNE DRENAŽE  
ZA VRIJEDNOST DT PŠENICE OD 1981. DO 1987. GODINE

Red. br.	Opis - vrsta rada i materijala	Jed. mj.	Ekvivalentna količina radova i materijala cijevne drenaže za vrijednost "dt" pšenice						Prosjeak 81.-87. godina	
			1981.	1982.	1983.	1984.	1985.	1986.		1987.
A.	Rad drenopolagača na ugradnji PVC-drenskih cijevi									
1.	Ø 50, 65 i 80 mm-bez filtra	m	31,85	35,14	35,11	40,00	33,33	35,71	41,04	36,03
2.	Ø 50, 65 i 80 mm s filtrom od plastice	m	-	-	-	38,10	31,75	34,00	39,10	(35,74)
3.	Ø 50, 65 i 80 mm s filtrom od granuliranog šljunka	m	24,57	28,11	27,01	30,59	24,83	26,42	30,39	27,42
4.	Izrada izvedbenog projekta	m	860	633	632	867	800	1167	1317	897
B.	Proizvodjačke cijevne PVC-drenskih cijevi									
1.	Ø 50 mm	m	96,6	95,5	73,1	63,9	60,0	68,0	58,5	73,7
2.	Ø 65 mm	m	57,1	60,4	52,8	44,4	40,0	44,6	41,6	48,7
3.	Ø 80 mm	m	36,1	45,2	36,3	30,6	28,1	32,6	30,7	34,2
4.	Ø 100 mm	m	24,2	30,1	27,8	24,3	19,4	21,5	19,9	23,9
5.	Ø 125 mm	m	18,5	23,3	21,2	17,9	14,9	16,5	15,3	18,2
6.	Ø 160 mm	m	7,2	9,1	8,1	7,4	7,0	9,0	7,7	7,9
7.	Ø 200 mm	m	5,1	6,5	6,5	5,9	5,6	7,0	6,0	6,1
C.	Proizvodjačke cijevne PVC-drenskih cijevi s filtrom od plastice									
1.	Ø 50 mm	m	-	-	-	24,1	22,1	22,4	21,1	(22,4)
2.	Ø 65 mm	m	-	-	-	17,1	15,3	17,0	16,0	(16,4)
3.	Ø 80 mm	m	-	-	-	11,8	10,4	12,9	12,2	(11,8)
D.	Nabava, dovoz ugradnje filtra od granuliranog šljunka	m <sup>3</sup>	1,39	1,45	1,30	1,58	1,13	1,21	1,41	81-87.g. 1,35

U 1981, 1982. i 1983. godini nije bilo domaće proizvodnje PVC-drenskih cijevi s filtrom od plastice.

Istovremeno je povećana dužina ugrađenih drenskih cijevi (rada strojeva i radnika) promjera 50, 65 i 80 mm, od 31,85 na 41,04 m. Kod proizvođačkih cijena PVC-drenskih cijevi treba imati u vidu i povećanje navedenih cijena za 35 % (za troškove nabave, dopreme, skladištenja, deponiranje kao i fazonskih komada te razvoza cijevi po samim radilištima).

Detaljni podaci komparacije mjerodavnih pokazatelja vidljivi su u tabeli 5 i na slici 4.

Za sagledavanje troškova varijantnih rješenja cijevne drenaže (din/ha) u odnosu na ekvivalentnu cijenu priroda pšenice (dt/ha) dati su odgovarajući numerički podaci u tabeli 6, kao i grafički pokazatelji na slici 5. Opis mjerodavnih elemenata cijevne drenaže je u sklopu same tabele 6 i slike 5.

Osnovne konstatacije i mjerodavni pokazatelji za ekvivalentnu cijenu priroda pšenice (dt/ha) za troškove ugradbenog materijala i samu izgradnju sustava podzemnog odvodnjavanja u tečem tromjesečju 1987. godine su slijedeći:

1. Za nabavu PVC-drenskih cijevi bez filtera potrebna je ekvivalentna cijena pšenice od 7,20 do 36,01 dt/ha.
2. Za nabavu PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice od 19,13 do 95,66 dt/ha.
3. Za ugradnju PVC-drenskih cijevi bez filtera od 5,76 do 28,80 dt/ha.
4. Za ugradnju PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice od 6,05 do 30,25 dt/ha.
5. Za ugradnju PVC-drenskih cijevi s filterom od granuliranog šljunka od 7,20 do 36,01 dt/ha.
6. Za nabavu, dopremu i ugradnju filtera od granuliranog šljunka od 15,60 do 78,00 dt/ha.
7. Za ukupnu izgradnju cijevne drenaže bez filtera od 12,96 do 64,81 dt/ha.
8. Za ukupnu izgradnju sustava cijevne drenaže s filterom od plastice od 25,18 do 125,9 dt/ha.
9. Za ukupnu izgradnju sustava cijevne drenaže s filterom od granuliranog šljunka od 30,00 do 150,00 dt/ha.

Kod navedenih komparativnih pokazatelja bitno je imati u vidu da su na dreniranim zemljištima ostvareni prosječni prirodni pšenice od 52,0 do 68,0 dt/ha - u periodu od 1977. do 1987. godine.

U tabeli 6 treba upozoriti na podatke u zadnjem redu ekvivalentne cijene priroda pšenice za razmak drenskih cijevi 27,5 m i gustoću 363,6 m<sup>3</sup>/ha. Naglašava se da je 85 % sustava podzemnog odvodnjavanja poljoprivrednih zemljišta izvedeno s razmakom drenskih cijevi od 15 do 35 m (na površini 199890 ha), a 34 % s filterom od granuliranog šljunka (površina dreniranog zemljišta 79960 ha).

U sklopu potpunijeg sagledavanja mjerodavnih pokazatelja ekvivalentnih cijena priroda pšenice te količina ugradbenih materijala i troškova izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja prikazanih u tabeli 6 i na slici 5 (za 1987. god.) treba imati u vidu i odnose mjerodavnih podataka u tabeli 1, 4 i 5 kao i na slici 2, 3 i 4 (za period 1981. - 1987. god.).

## **5. STRUKTURA TROŠKOVA IZVEDBE SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA POLJOPRIVREDNIH ZEMLJIŠTA**

Kod iznalaženja optimalnih projektno-izvedbenih rješenja sustava podzemnog odvodnjavanja od posebnog značenja je provedba detaljnih terenskih snimanja. To je naročito evidentno u vrednovanju troškova izgradnje cijevne drenaže s filterom od plastice, a u još većoj mjeri s filterom od granuliranog šljunka (vidljivo u tabeli 4 i 6).

U sagledavanju strukture troškova izgradnje cijevne drenaže bez filtera od 1981. do 1987. god. mjerodavni pokazatelji na slici 6.1 su slijedeći:

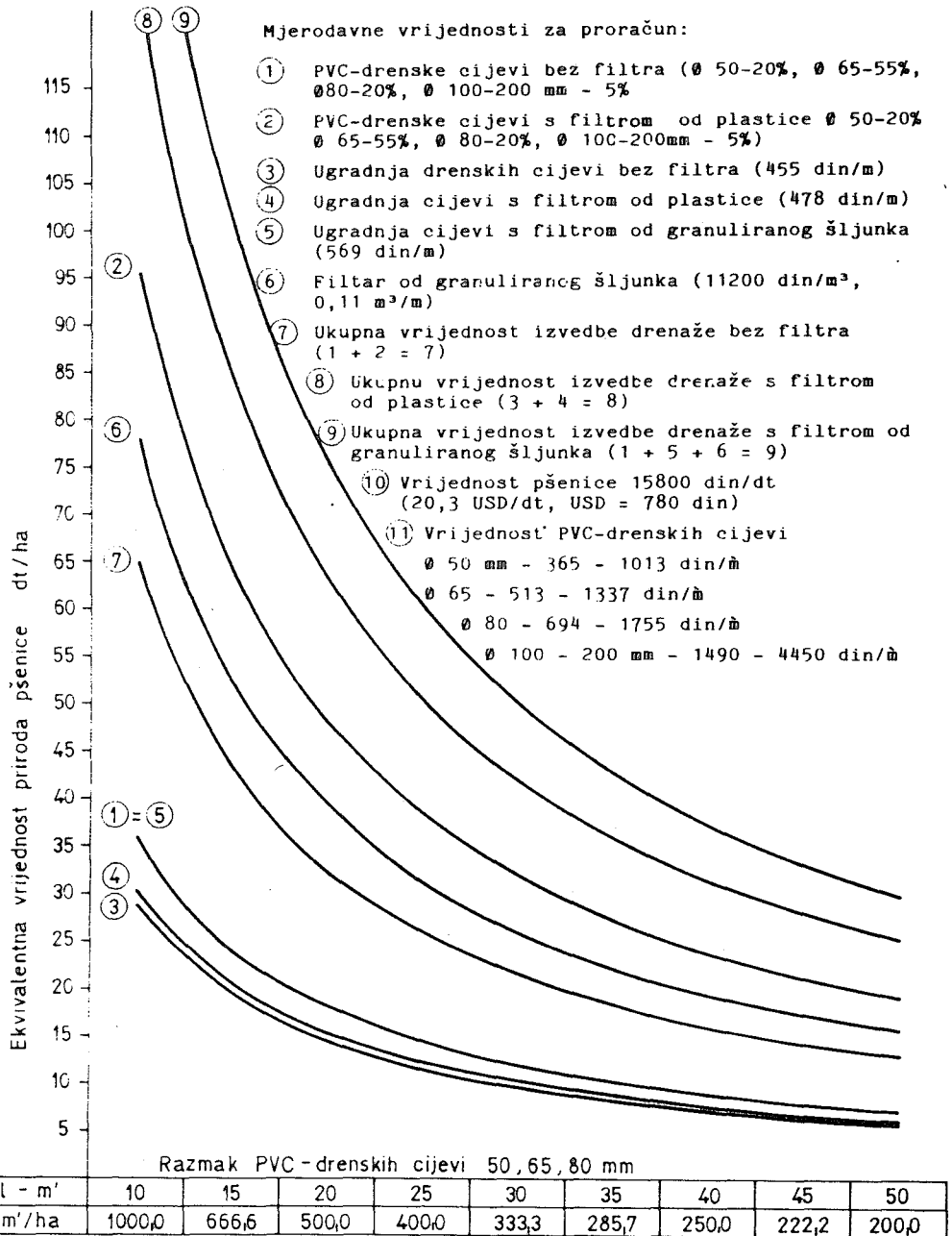
- prosječno učešće troškova ugradnje PVC drenskih cijevi u normalnim uvjetima rada je 45,5 %,
- prosječno učešće troškova nabave i dopreme PVC drenskih cijevi je 54,5 %.

Tabela 6. EKVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA PŠENICE (DT/HA) IZ IZVEDBE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIH PROFILA PVC-CIJEVI bez filtera, s filterom od plastice i filterom od granuliranog šljunka, kolovoz 1987. god.

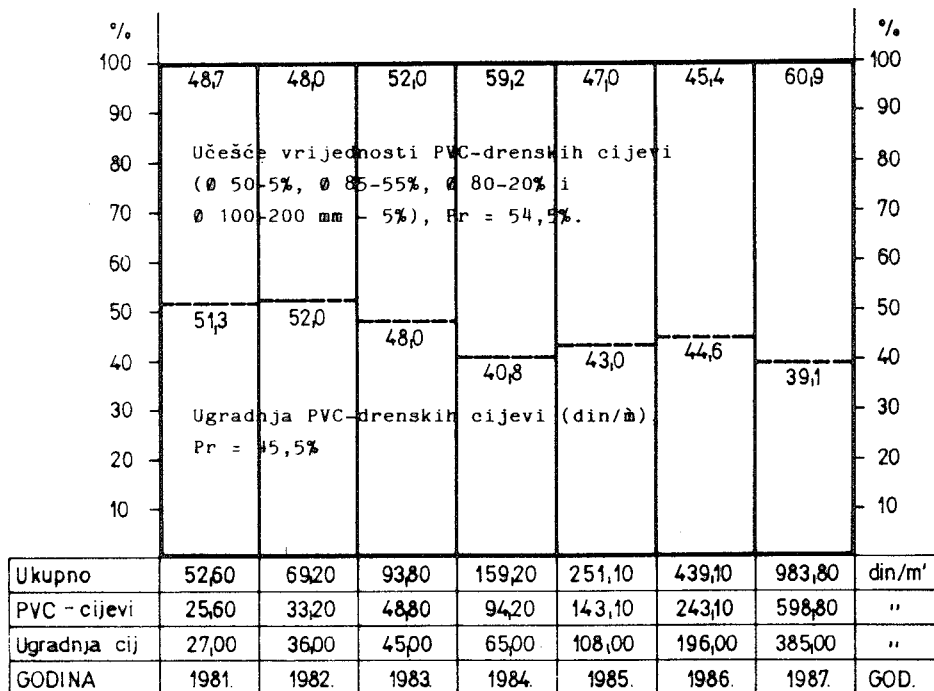
Razmak dren. cijevi m	Dužina dren. cijevi m/ha	Ekvivalentna vrijednost priroda pšenice za različito učešće PVC-cijevi dt/ha					Filter od ukupna izvedba drenaže		
		PVC-cijevi bez filtera s plastica	Ugradnja cijevi bez filtera	Ugradnja cijevi s filterom	Ugradnja cijevi s filterom i šljunka	Ugradnja cijevi s filterom i šljunka	Bez filtera	S filterom	S filterom i šljunka
10	1000	36,01	28,80	30,25	36,01	78,00	64,81	125,91	156,00
15	666,6	24,00	19,20	20,17	24,01	51,98	43,20	83,94	99,99
20	500,0	18,00	14,40	15,13	18,01	38,99	32,40	62,96	75,00
25	400,0	14,40	11,52	12,10	14,41	31,19	25,92	50,37	60,00
30	333,3	12,01	9,60	10,08	12,00	25,99	21,61	41,96	50,01
35	285,7	10,29	8,23	8,64	10,23	22,28	18,52	35,97	42,86
40	250,0	9,00	7,20	7,56	9,00	19,49	16,20	31,48	37,50
45	222,2	8,00	6,39	6,72	8,00	17,33	14,39	27,98	33,33
50	200,0	7,20	5,76	6,05	7,20	15,60	12,96	25,18	30,00
27,5	363,6	13,09	10,47	11,00	13,09	25,77	23,56	45,78	51,96

Mjerdavne cijene za proračun:

1. Učešće cijene PVC-drenskih cijevi,  $\phi$  50 mm - 20 % - 365 din/m,  $\phi$  65 mm - 55 % - 513 din/m,  $\phi$  80 mm - 20 % - 694 din/m,  $\phi$  100 - 200 mm - 5 % - 1490 din/m'
2. Učešće cijene PVC-drenskih cijevi s filterom od plastice:  $\phi$  50 mm - 20 % - 1013 din/m,  $\phi$  65 mm - 55 % - 1337 din/m,  $\phi$  80 mm - 20 % - 1755 din/m i  $\phi$  100 - 200 mm - 5 % - 4450 din/m'
3. Cijene ugradnje: PVC-cijevi bez filtera - 455 din/m, s filterom od plastice 478 din/m s filterom od granuliranog šljunka 569 din/m
4. Nabava, dovoz (do 50 km) i ugradnja filtera od granuliranog šljunka 1120 din/m (0,11 m<sup>3</sup>/m)
5. Prosječna cijena pšenice - 158000 din/dt (20,3 USD/dt, USD = 780 YUD)



Slika 5. EKVALENTNA VRIJEDNOST PRIRODA PŠENICE (DT/HA) ZA IZVEDBU DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIH PROFILA PVC- DRENSKIH CIJEVI, bez filtera, s filterom od plastice i filterom od granuliranog šljunka - kolovoz 1987. godine



Slika 6.1 STRUKTURA TROŠKOVA IZVEDBE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIH PROFILA CIJEVI - BEZ FILTERA

U navedenim podacima vidljivo je smanjenje učešća troškova ugradnje drenskih cijevi od 51,3 na 39,1 %. Istovremeno je prisutno povećanje učešća troškova nabave i dopreme PVC drenskih cijevi od 48,7 do 60,9 % - u periodu od 1981. do 1987. god.

Na slici 6.2 prikazani su mjerodavni pokazatelji strukture troškova izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja s filterom od granuliranog šljunka, a osnovne konstatacije su slijedeće:

- prosječno učešće troškova ugradnje PVC-drenskih cijevi i 24,1% (od 27,1 do 22,1%),
- prosječno učešće troškova nabave i dopreme PVC-drenskih cijevi je 22,0% (od 19,9 do 25,5%),
- prosječno učešće troškova nabave, dopreme i ugradnje filtera od granuliranog šljunka je 53,9% (od 50,3 do 55,7 %).

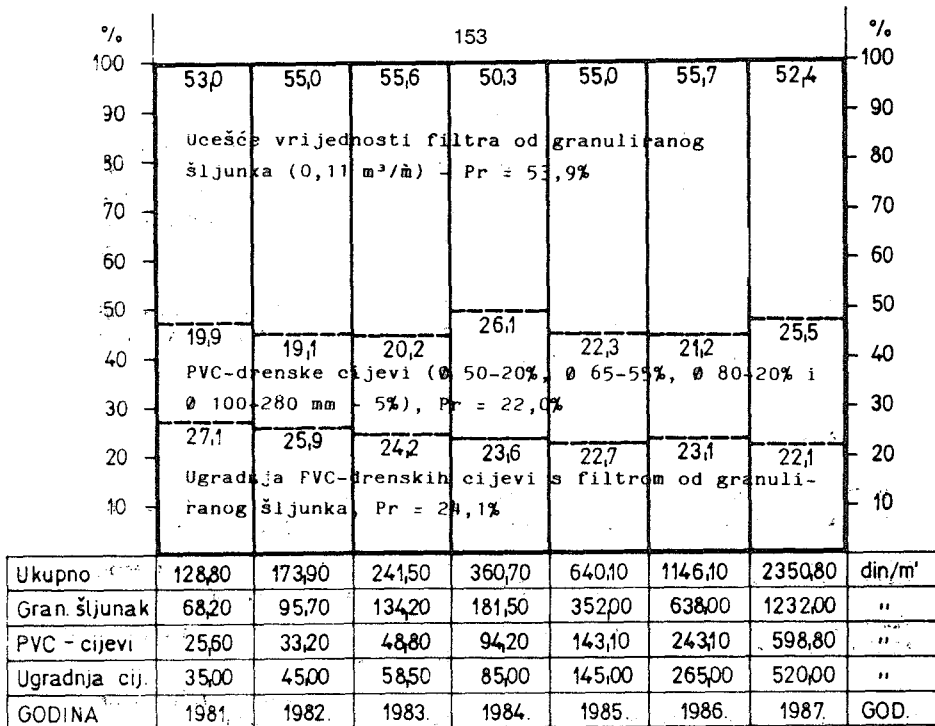
Na slici 6.3 dati su pokazatelji strukture troškova izgradnje cijevne drenaže sa PVC-cijevima i filterom od plastice koji sudjeluje u ukupnim troškovima s 47,1 %, a detaljni podaci su dati grafički i numerički.

Vidljivo je dominantno učešće troškova filtera od granuliranog šljunka pa to potvrđuje opravdanost provedbe detaljnih terenskih snimanja u iznalaženju optimalnih projektnih rješenja.

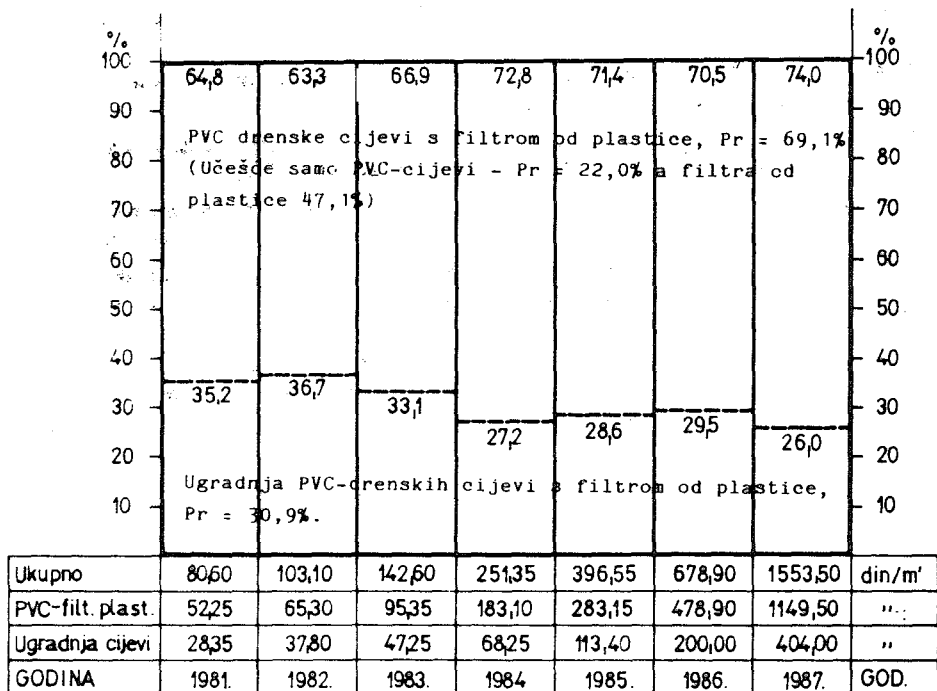
U troškovima ugradnje PVC-drenskih cijevi učestvuju i troškovi rada strojeva i radnika u slijedećim odnosima:

- tekuće gorivo i mazivo 24 %
- amortizacija stroja 18 %
- rezervni dijelovi stroja i materijalni troškovi 27 %
- osobni dohoci i obveze iz dohotka 31 %

Detaljni podaci o ovim problemima mogu se naći u knjizi 4 - Priručnika za hidrotehničke melioracije.



Slika 6.2 STRUKTURA TROŠKOVA IZVEDBE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIHZ PROFILA CIJEVI - S FILTEROM OD GRANULIRANOG ŠLJUNKA



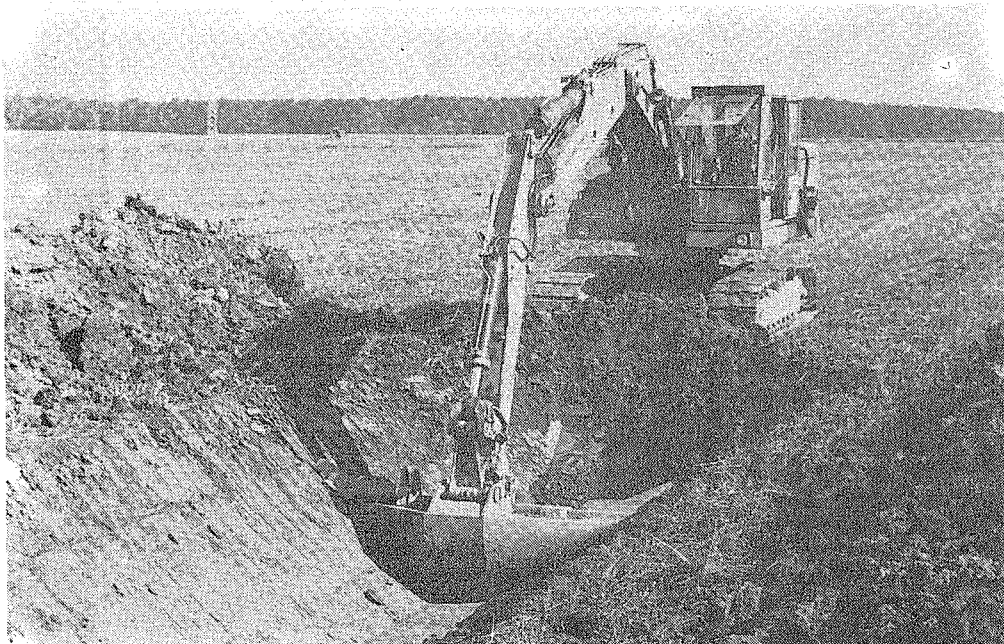
Slika 6.3 STRUKTURA TROŠKOVA IZVEDBE DRENAŽE S RAZLIČITIM UČEŠĆEM POJEDINIHZ PROFILA CIJEVI S FILTEROM OD PLASTICE

Pokazatelji strukture troškova cijevne drenaže na slikama 6.1, 6.2. i 6.3 odnose se na normalne uvjete rada i elemente sustava podzemnog odvodnjavanja, prema opisu u tabeli 4 i 6, i na slici 3 i 5. U procesu ugradnje PVC-drenskih cijevi uračunati su svi troškovi stroja sa sedam do devet radnika. Troškovi dopreme cijevi računati su na udaljenosti od 150 do 200 km, a troškovi dopreme granuliranog šljunka na udaljenost od 40 do 60 km. U sklopu ugradnje filtera od granuliranog šljunka uračunati su i troškovi transporta (s utovarom) na samim radilištima (traktor, prikolica, utovarivač, transporter za ugradnju).

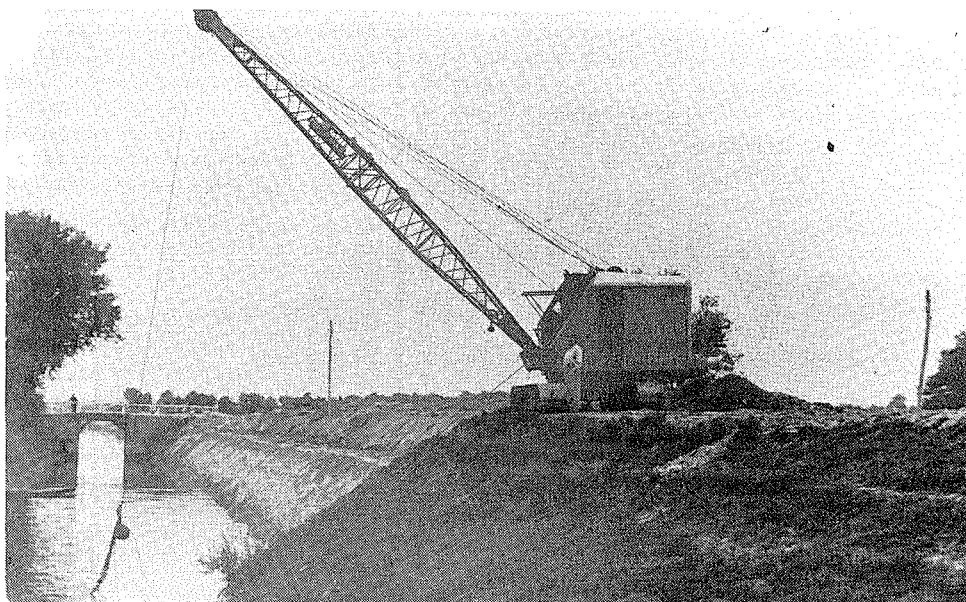
Veliko učešće troškova materijala za ugradnju (PVC-drenskih cijevi i filtera) potvrđuje potrebu timskog rada hidrotehničkih i agrotehničkih stručnjaka kako u procesu projektiranja tako i u procesu izgradnje sustava podzemnog odvodnjavanja poljoprivrednih zemljišta.

## LITERATURA

1. Plamenac, N., Utjecaj nivoa podzemnih voda nizinskih glejnih zemljišta na prinose u uslovima različite dreniranosti, VI Kongres Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta, 1972. g.
2. Pejović, B. i Plamenac, N., Proizvodni i ekonomski efekti odvodnjavanja primjenom cijevne drenaže na hidromorfnim zemljištima u Slavoniji, Vodoprivreda, 45-46, Beograd, 1977. g.,
3. Marušić, J., Deset godina radova na podzemnoj odvodnji zemljišta u SR Hrvatskoj - od 1973. do 1983. g., Vodoprivreda, 15 (86), Beograd, 1983., str. 413-420.
4. Vlaketić, K., Utjecaj drenaže na nekim hidromorfnim tlima u Slavoniji na njihov vodni režim i prinos gajenih kultura, disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1983. g.
5. Kos, Z., Marušić, J., Projektiranje, propisi i standardi kod odvodnjavanja, Priručnik za hidrotehničke melioracije, DONH-e, knjiga 2, Zagreb, 1984., str.241-280.
6. Marušić, J., Analiza osnovnih elemenata i troškova cijevne drenaže, Građevinar, 37, (6), Zagreb, 1985. g., str.259-272.
7. Marušić, J., Utjecaj koeficijenata otjecanja na projektno izvedbene elemente cijevne drenaže, IX Savjetovanje JDH-u, Split, 1986. g., str.557-572.
8. Marušić, J., Optimalizacija hidromelioracijskih sustava i njihov utjecaj na ekonomičnost proizvodnje hrane, disertacija, Fakultet građevinskih znanosti Zagreb, 1986. g.
9. Marušić, J., Ristić, R., Analiza rada strojeva na izvedbi cijevne drenaže poljoprivrednih zemljišta u SFR Jugoslaviji od 1971. do 1985. g., Vodoprivreda 19, (107), JDON-e, Beograd, str. 147-166
10. Kuspilić, N., Marušić, J., Utjecaj projektnih elemenata na troškove izvedbe melioracijskih sustava podzemnog odvodnjavanja, Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 4, DONH-e, Zagreb, 1987., str. 119-146.
11. Experience and effects of installation of pipe drainage on agricultural land in Yugoslavia, International Commission on irrigation and drainage, Dubrovnik, 1988. g., Volume 3, p. 66-78.
12. Marušić, J., Vrijednost izgradnje hidromelioracijskih sustava površinskog i podzemnog odvodnjavanja, Poljodobra, 35, (5-6), Zagreb, 1987. g., str.23-35.



Slika 7 RAD "HIDRAULIK" BAGERA (G-1000) NA ISKOPU MELIORACIJSKOG KANALA IV REDA NA PODRUČJU OPĆINE ŽUPANJA

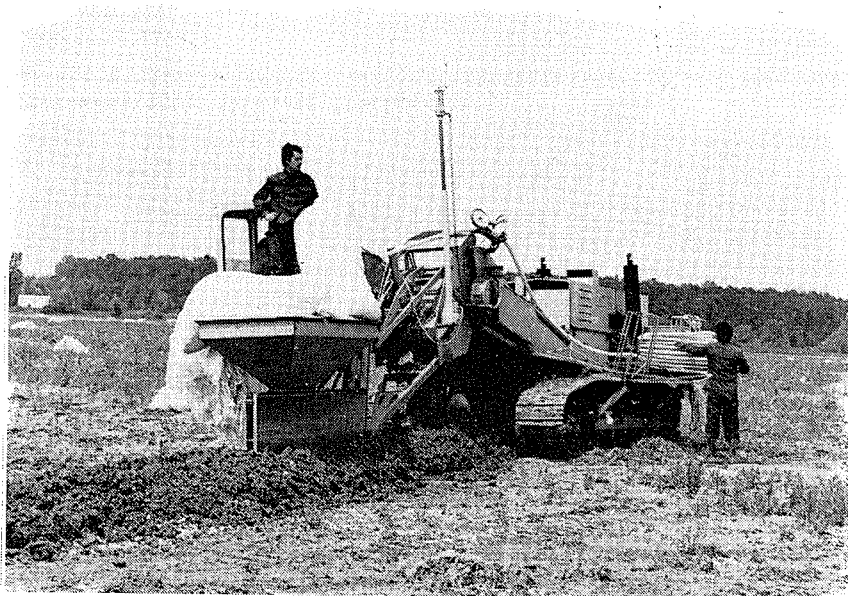


Slika 8 RAD "DRAGLINE" BAGERA (UB-600-SAJLAŠ) NA ISKOPU MELIORACIJSKOG KANALA II REDA - NA PODRUČJU OPĆINE BELI MANASTIR





Slika 9 RAD DOZERA (TG-100) NA OTKOPU I RAZASTIRANJU HUMUSA (ZA IZGRADNJU ZEMLJANIH PUTOVA U SKLOPU IZVEDBE MREŽE MELIORACIJSKIH KANALA - NA PODRUČJU OPĆINE OSIJEK)



Slika 10 RAD DRENOPOLAGAČA (BARTH-171) NA UGRADNJI PVC-CIJEVI S FILTROM OD GRANULATA STIROPORA (NA PODRUČJU OPĆINE ŽUPANJA)

## PRIMJENA FILTER MATERIJALA U HIDROMELIORACIJSKIM SUSTAVIMA PODZEMNE ODVODNJE

Prof. dr FRANE TOMIĆ\*

### 1. OSNOVNA UVODNA NAPOMENA

Neuređeni vodni režim uzrokuje loše vodo-zračne odnose u tlu te otežava ili potpuno onemogućava agrotehničke zahvate, koje treba pravovremeno izvesti pri uzgoju poljoprivrednih kultura. Zbog toga se nameće slijedeća temeljna konstatacija: neuređenost proizvodnih površina je jedan od izrazito limitirajućih faktora za uspješnu biljnu proizvodnju na većem dijelu naših poljoprivrednih površina, pa ga je prvenstveno neophodno rješavati pri unapređenju biljne proizvodnje. U novije vrijeme u našoj se zemlji, uz ostale hidromelioracijske mjere, podzemna odvodnja primjenjuje - u svrhu ostvarivanja povoljnog vodo- zračnog režima u zoni rizosfere - na mnogim lokalitetima. U sklopu podzemne odvodnje (cijevna drenaža), primjena filter materijala predstavlja najveći problem, koji u ovom radu namjeravamo razmotriti.

### 2. SADAŠNJE STANJE PRIMJENE SUSTAVA ODVODNJE

Do prije pedesetak godina, odvodnja se uglavnom sastojala od otvorenih kanala I-IV reda i izvođenja užih ili širih slogova. Individualni proizvođači prakticirali su formiranje sloga širine 5-10 m, a društvena gospodarstva 20-40 m. Poprečni pad slogova izvodio se umjetno (2-5 %), a namijenjen je za brže odvođenje suvišnih površinskih voda s proizvodne površine. Uzdužni pad sloga je uglavnom prirodni i osigurava otjecanje vode iz plićih jaraka u kanalsku mrežu. Ovi načini odvodnje samo su u nekim uvjetima pružili povoljne rezultate, dok je na težim tlima poboljšanje proizvodnje bilo nezadovoljavajuće. Vlahinić et.al (1976) su također mišljenja da ovaj sistem odvodnje sve manje zadovoljava suvremenom uzgoju kultura pogotovo na krupnim gospodarstvima, jer slogovanje tla izaziva neujednačenu vlažnost tla pa je, uz ostale posljedice, i otežana primjena suvremene mehanizacije. Identičnu tvrdnju ističe i Marinić (1977) za prilike u Posavini.

U posljednje vrijeme sve se više primjenjuju intenzivniji sustavi odvodnje, a pogotovo sustavi detaljne odvodnje. Najveći napredak ostvaren je primjenom kombinirane detaljne odvodnje koja se sastoji od: kanala I-III reda, cijevne drenaže s upotrebom hidrauličnog filter materijala (kontaktni materijal u drenažnom jarku), uz primjenu dodatnih agromelioracijskih zahvata: krtičenja ili dubinskog rahljenja (podrivanja) te kalcifikacije. Iako se cijevna drenaža primjenjivala u Hrvatskoj još početkom ovog stoljeća (Bela, 1935, cit. po Tomiću, 1984), ipak veća primjena ove mjere detaljne odvodnje počinje tek oko 1968. godine (Marušić, 1984). Zapravo, pred 20 godina bile su drenirane samo neznatne površine na području Donjeg Miholjca, Križevaca i Neretve. Od tada se uvoze u našu zemlju drenopolagači (najprije u SR Sloveniji), pa i u SR Hrvatskoj počinje izvođenje cijevne drenaže suvremenim strojevima. Prvi drenopolagači uvezeni su u Hrvatsku 1973. godine, a danas ih ima 35 od ukupnih 63 stroja koja postoje u cijeloj našoj zemlji. Do početka 1979. godine bilo je u SR Hrvatskoj drenirano svega 9.150 ha (Tomić, 1979), a sada ima ukupno dreniranih oko 130.000 ha. Cijevna drenaža potpuno se dokazala i čini temeljnu mjeru pri uređanju hidromorfni tala. U sklopu cijevne drenaže, upotrebu hidrauličkog filtera ili kontaktnog materijala neki prihvaćaju, a drugi potpuno odbacuju. Nedostatak potrebnih fundamentalnih istraživanja u našoj zemlji, razlozi ekonomske naravi i tehničke poteškoće odražavaju dilemu oko tog problema. Pored svega toga u praksi se, pri rješavanju problema teških tala (posebno pseudoglejnih i amfoglejnih) u nas, ipak, najčešće koristi hidraulični filter (šljunak).

\* Prof. dr FRANE TOMIĆ, FAKULTET POLJOPRIVREDNIH ZNANOSTI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
OOUR INSTITUT ZA AGROEKOLOGIJU ZAVOD ZA MELIORACIJE

### 3. VRSTE FILTER MATERIJALA

S obzirom na funkciju filter materijala u smislu detaljne odvodnje razlikujemo:

- mehanički filter
- hidraulični ili kontaktni filter.

Mehanički filter ima zadaću sprječavanja zamuljivanja drenažnih cijevi.

Hidraulički filter služi kao spoj (kontakt) za gibanje vode između podrivanog sloja ili izvedene kritične drenaže i cijevi u drenažnom jarku.

Za filter materijal danas se u drenažnim sistemima koriste razni materijali koji moraju imati dobru hirauličnu propusnost te da su stabilni i otporni na zbijanje. To mogu biti prirodni materijali: šljunak, lomljeni kamen, otpaci cigle, crijeva i sl, materijali organskog porijekla: slama, trska, šiblje, pilovina, treset, vlakna od kokosa, umjetni filter materijali: otpaci plastičnih masa, stiropor, razne bitumenske tvari, tekstilna plastična vlakna. Kao filter materijal sa ograničenim svojstvima koriste se i prirodno prosušena zemlja (za površine koje imaju dobru i stabilnu strukturu), zemlja pomiješana s CaCO<sub>3</sub>, razne emulzije pomiješane sa zemljom koje imaju svojstvo stvaranja granulirane strukture. Međutim, mnogi ovi materijali su još u fazi ispitivanja pa se o njihovoj funkciji još ne može ništa definitivno reći (Marinčić i Tomić, 1982). U našoj praksi za hidraulički filter se najviše koristi prirodni šljunak (Čović, 1977, Šalinović, 1980, Dolanjski i Rus, 1980 i Tomić 1981, 1986 i 1987). Na slici 1. prikazane su osnovne vrste mehaničkog i hidrauličkog filtera.

**3.1 Mehanički filter** ima prvenstveno ulogu da spriječi zamuljivanje drenskih cijevi česticama sitnog pijeska i krupnog praha (Eggelsman, 2982). Tla kod kojih treba primijeniti mehanički filter obično imaju veliki postotak čestica veličine 20 - 100 mikrona. Za utvrđivanje potrebe mehaničkog filtera služi koeficijent tendencije zamuljivanja drenskih cijevi (Trafford, 1974). Ovaj koeficijent ("U") izražava se kao odnos čestica tla s promjerom koje čine 60 i 10 %-tnu količinu.

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Ako je:	$U \geq 15$	ne postoji tendencija zamuljivanja
	$U = 5-15$	postoji ograničena tendencija zamuljivanja
	$U \leq 5$	postoji jaka tendencija zamuljivanja

Također i na osnovu indeksa plasticiteta tla može se procijeniti tendencija zamuljivanja cijevi (Trafford ibid.), odnosno ako je:

Indeks plasticiteta	$PI \geq 12$	nema zamuljivanja
	$PI = 6-12$	ograničeno zamuljivanje
	$PI \leq 6$	jako zamuljivanje

Isto tako kao pokazatelj tendencije zamuljivanja služi i odnos sadržaja gline i praha u tlu:

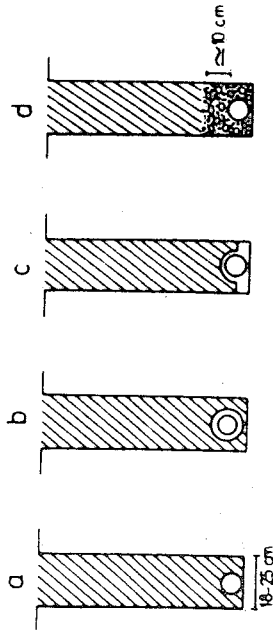
$$\frac{\% \text{ gline (2 < mikrona)}}{\% \text{ gline i praha ( < 20 mikrona)}}$$

Ako je ovaj odnos ispod 0,5, zamuljivanje može biti problem. Po Kuntze-u (cit. po Eggelsmann-u, 1982) tendencija zamuljivanja najviše ovisi o teksturnom sastavu tla. Najlakše dolazi do zamuljivanja cijevi u tlu gdje prevladavaju praškasti pijesak, prah ili pjeskoviti prah.

Da bi filter materijal izvršio ulogu sprječavanja zamuljivanja drenskih cijevi, sipki materijal mora biti granuliran. Za praktične i projektne svrhe pogodna je metoda prema Bureau of Reclamation (cit. po Tomiću 1987). Veličina čestica i njihov odnos ovisi o teksturnom sastavu tla na kojem će se mehanički filter primijeniti (Slika 2). S obzirom da je u praksi teško postići potrebnu granulaciju materijala, dosta se koriste umjetni omotači oko drenskih cijevi kao mehanički filter. Najraširenije je kokosovo vlakno, te razne filter plastice (Plaamenac, 1982). Drenažne cijevi omotaju se ovim materijalima, a nakon toga polažu se strojevima-drenopolagačima u tlo.

Slika 1 VRSTE FILTER MATERIJALA KOJI SE NAJČEŠĆE PRIMJENJUJE U SISTEMU DETALJNE ODVODNJE CIJEVNOM DRENAŽOM

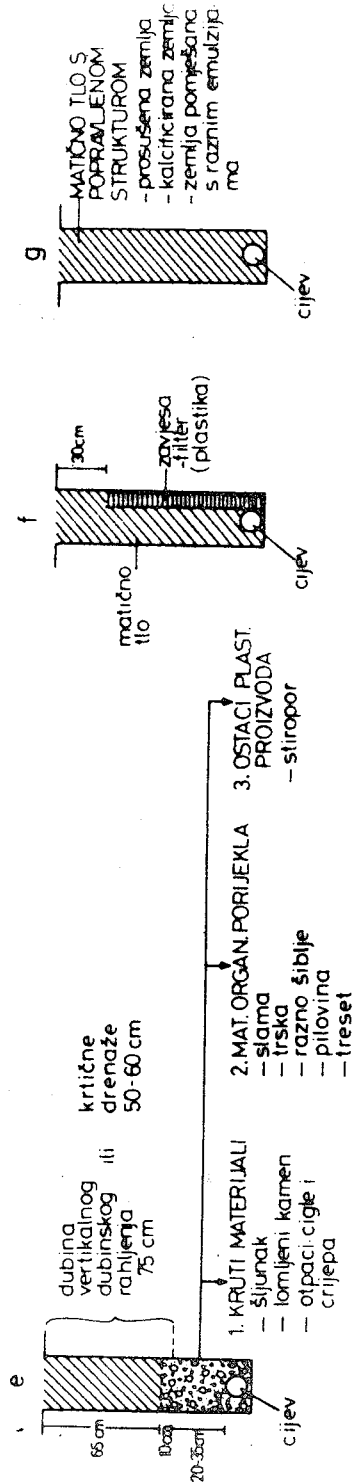
MEHANIČKI FILTER ( a,b,c,d )

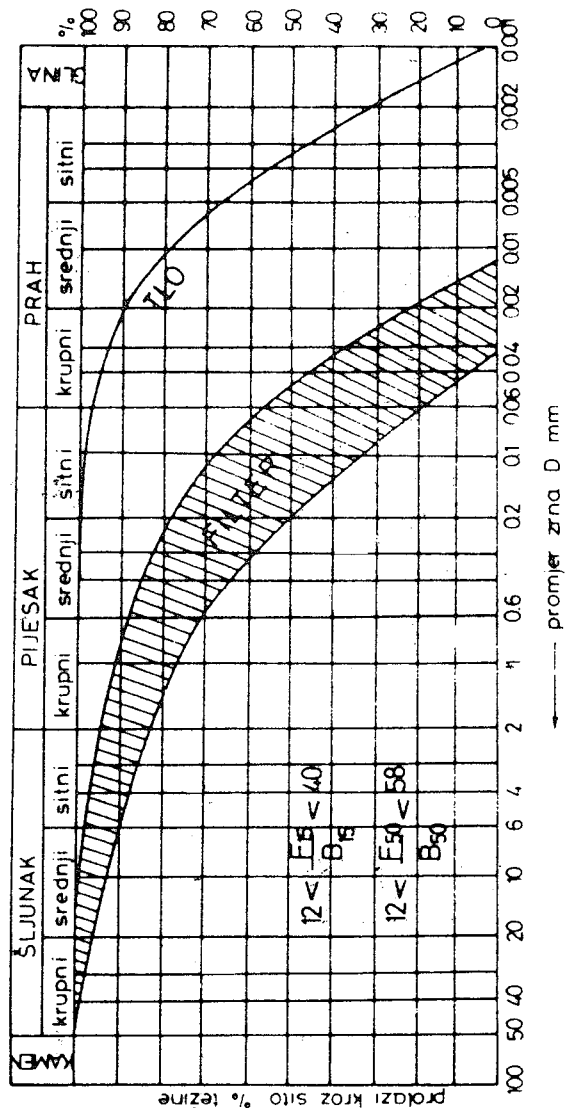


Legenda :

- a ○ cijev profila 50, 65 ili 80 mm
  - b ⊙ omotač oko cijevi (kokos, tkanina, plastica )
  - c ⊙ plastica postavljena preko cijevi
  - d ⊙ granulirani materijal ( šljunak, lomljeni kamen )
- ////// matično tlo

HIDRAULIČNI ILI KONTAKTNI FILTER ( e, f, g )





Slika 2. GRANULOMETRUSKI DIJAGRAM TLA I FILTER MATERIJALA (MEHANIČKI FILTER)

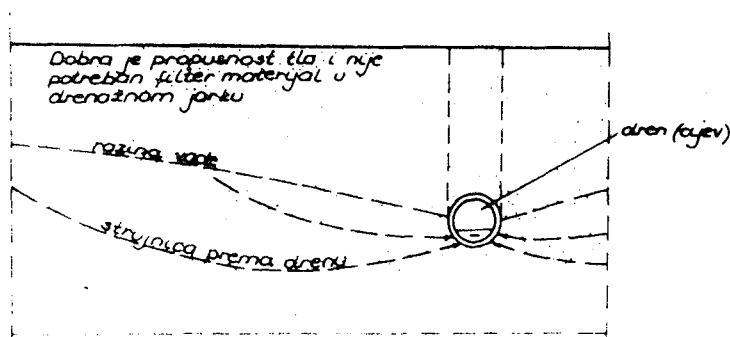
**3.2 Hidraulički filter** ili kontaktni materijal ima ulogu da ubrza procjeđivanje vode kroz jarak u drensku cijev. Visina ovog filtera iznad drenske cijevi u jarku treba biti tolika da omogući spoj podriivanja ili krtičjenja s drenskom cijevi, odnosno, minimum 10 cm iznad dodatne mjere. Širina filtracijskog sloja teoretski bi mogla biti 7-10 cm, zavisno od promjera drenske cijevi. Međutim, u praksi se ovo teško postiže, jer su rijetki strojevi koji otvaraju drenski jarak uži od 20 cm. Na taj način troši se puno filter materijala i poskupljuje izvođenje drenažanih radova. U zadnje vrijeme u Engleskoj se vrši ispitivanje na konstrukciji stroja koji će pri polaganju cijevi stavljati i filter materijal u širini vanjskog promjera drenske cijevi.

Pri korištenju prirodnog filter materijala (šljunak, tucani kamen, otpaci cigle, crijeva i sl) promjer zrna najčešće u praksi iznosi 5-50 mm.

U zadnje vrijeme vrše se ispitivanja upotrebe umjetnih filter materijala za kontaktni filter. Ovi materijali mogli bi zbog lakoće transporta i ugradnje imati prednost, ukoliko bi imali slična hidraulična svojstva, te istu ili nižu cijenu izrade. Isto tako je i s raznim kemijskim emulzijama i bitumeniziranim tvarima.

#### 4. POTREBA PRIMJENE HIDRAULIČNOG FILTERA

Porijeklo, stupanj i tip suvišnog vlaženja tla imaju odlučujući utjecaj na izbor optimalne melioracijske intervencije, a u sklopu toga i na potrebu primjene filter materijala u drenažnim jarcima. U tlim gdje je prisutan hipoglejni tip hidrogeizacije, ograničavajući faktor za uspješnu biljnu proizvodnju je visoka razina podzemne vode, pogotovo u uvjetima kada se glejni redukcijских horizonti javljaju na dubini manjoj od 100 cm. Otklanjanje ovog limitirajućeg faktora ostvaruje se primjenom detaljne odvodnje cijevnom drenažom bez filter materijala (slika 3). Ova mjera efikasno snižava razinu podzemne vode s tim da razmak cijevi ovisi o propusnosti tla ispod i iznad njih. U projektiranju, odnosno za praktične svrhe, razmak drenova se najčešće određuje Ernst-Hooghoudt-ovom formulom.



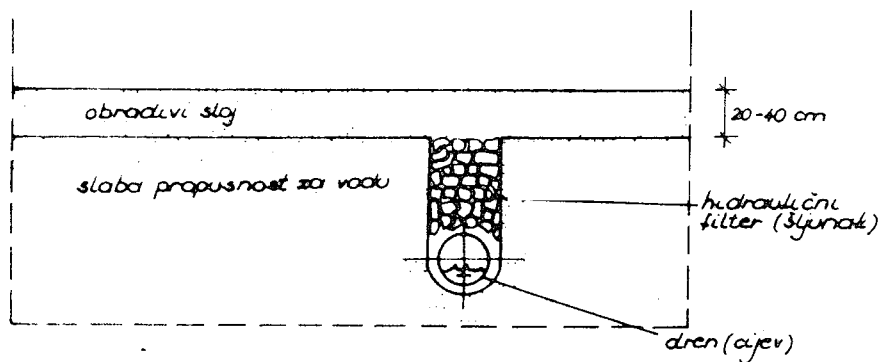
Slika 3. DRENIRANJE HIPOGLEJNOG TLA

U uvjetima pseudoglejnog tipa hidrogeizacije, uzrok suvišnog vlaženja je oborinska voda, koja kraće ili duže vrijeme stagnira na nepropusnom sloju i uzrokuje nepovoljnu mokru fazu (Bašić et al, 1982).

Amfiglejni tip vlaženja javlja se u uvjetima pojave suvišne površinske i previsoke razine podzemne vode. Prema tome, prekomjerno površinsko vlaženje osnovni je faktor ograničenja u proizvodnji na pseudoglejnim i amfiglejnim tlima\*, koji su dosta rasprostranjeni u cijeloj zemlji i na teritoriju SR Hrvatske. Oborinske i slivne vode, zbog slabe vertikalne propusnosti stagniraju u fiziološki aktivnoj zoni tla. Tlo je periodično ili većim dijelom tokom godine presaturirano vodom, što ometa biološku produktivnost tla i pravovremenu primjenu agrotehničkih zahvata, posebno obrade tla. Za uspješno reguliranje ovih suvišnih voda neophodna je primjena cijevne drenaže, a materijal kojim je jarak iznad cijevi ispunjen mora imati odgovarajuću hidrauličnu propusnost (koeficijent filtracije "k" treba odgovarati količini vode koju jarak sprovodi).

U ovom slučaju voda se giba pretežno kroz površinski obradivi sloj i dolazi do drenažne cijevi uglavnom kroz drenažni jarak (slika 4). Ovaj problem (površinski tok vode prema drenovima) razmatrali su brojni autori: Schilfgaarde (1967), Levesque (1967), Wesseling, Tomić i Marinčić (1979), Čović (1979).

\* Pored površinske vode, faktor ograničenja na amfiglejnim tlima je i previsoka razina podzemne vode.



Slika 4 REGULIRANJE SUVIŠNIH POVRŠINSKIH VODA ( gibanje vode kroz obradivi sloj )

Po Traffordu (1974), minimalna propusnost drenažne ispune od obradivog sloja do cijevi iznosi:

$$K_{l \text{ min}} = \frac{q \cdot l}{t}$$

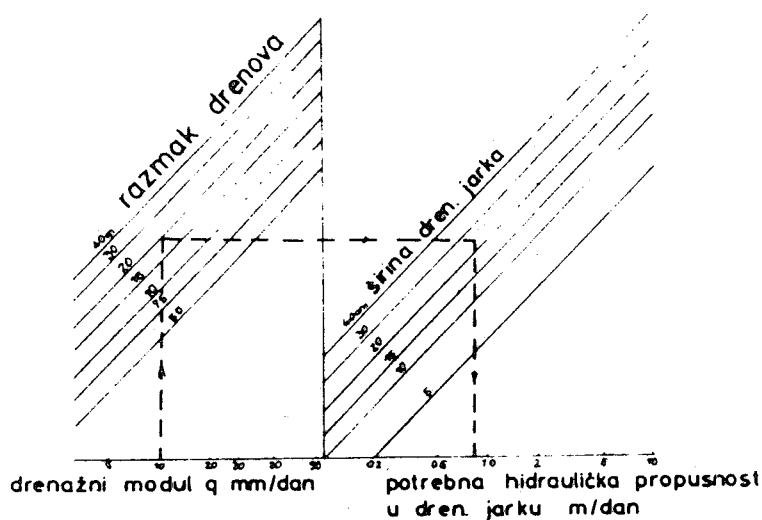
$K_{l \text{ min}}$  = minimalna propusnost drenažne ispune m/dan

$q$  = potreban modul odvodnje m/dan

$l$  = razmak drenova u m

$t$  = širina drenažnog jarka u m

Prema tome, potrebna je veća propusnost drenažnog jarka što je veći modul odvodnje i razmak drenova, odnosno manja širina drenažnog jarka. Uzimajući u obzir odnos navedenih vrijednosti, Trafford (1974) je konstruirao i nomogram (slika 5).



Slika 5 MINIMALNA HIDRAULIČKA PROPUSNOST U DRENAŽNOM JARKU PRI GIBANJU VODE U OBRADIVANOM SLOJU

Iz nomograma je vidljivo da je, pri širini drenažnog jarka od 25 cm i modul odvodnje od 10 mm/dan, odnos razmaka drenova i minimalne propusnosti drenažne ispune linearan.

Tabela 1. MINIMALNA PROPUSNOST DRENAŽNOG JARKA U OVISNOSTI O RAZMAKU DRENOVA

Razmak drenova (l)	Minimalna propusnost drenažnog jarka (k)
m	m/dan
10	0,4
15	0,6
20	0,8
25	1,0
30	1,2
40	1,6

Dakle, za uobičajene razmake drenova (15-30 m) potrebna je minimalna vrijednost vertikalne propusnosti drenažne ispune od 0,6-1,2 m/dan.

Obzirom da pseudoglejna i amfiglejna tla imaju propusnost ispod oraničnog sloja često i manju od 0,05 m/dan, potrebno je ovu činjenicu imati u vidu pri postavljanju sistema cijevne drenaže. Naime, ako bi se za ispunu drenažnog jarka upotrijebilo matično tlo, sigurno se ne bi ostvarila minimalna propusnost u drenažnom jarku i razmak drenova bi trebao biti vrlo mali.

Ako se uzme da je propusnost matičnog tla 0,1 m/dan i adekvatni modul odvodnje (10 mm/dan), te širina drenažnog jarka (25 cm), u tom slučaju razmak drenova bi trebao iznositi samo 2,5 m. Takav razmak je praktički neprihvatljiv. Zbog toga je neophodno u drenažne jarke postavljati filter materijal koji ima najmanje deset puta veću propusnost od tla, sve do visine obradivog sloja.

Međutim, ovako izveden drenažni sistem ne može biti ekonomičan jer su potrebne velike količine filter materijala. Osim toga, ovim mjerama ne popravljaju se fizikalna svojstva u podoraničnom sloju, ne dolazi do povećanja (produbljenja) aktivne zone korjenovog sistema, pa i dalje ostaju ograničenja u vodozračnim odnosima za intenzivni uzgoj poljoprivrednih kultura.

#### 4.1 PRIMJENA FILTER MATERIJALA KOD IZVOĐENJA DODATNIH MJERA

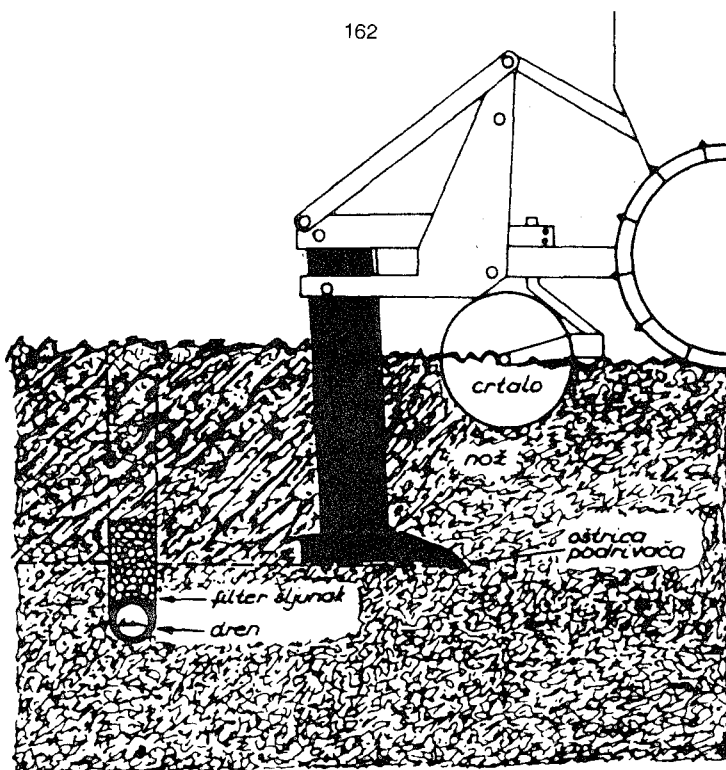
Izvođenjem podrivanja ili krtičenja, u sklopu sistema detaljne kombinirane odvodnje, poboljšavaju se fizikalna svojstva tla do dubine 50-60 cm, (rahlost, prozračnost, propusnost za vodu), i produbljuje se aktivna zona korijena, što je od izuzetnog značaja za biljnu proizvodnju (slika 6 i 7). Ovim se dodatnim mjerama žele temeljito i dugotrajno poboljšati vodo-zračna svojstva u tlu.

Suvišna voda s površine tla, odnosno iz obradivog sloja, procjeđuje se kroz otvore koje stvara nož podrivača ili krtični plug na dubinu izvođenja. Zatim voda, kroz otvore (kanale) od krtičnog pluga, koji su izvedeni na razmaku 2-3 m i dubini 50-60 cm, teče prema drenažnom jarku, a kroz jarak u drensku cijev. Pri izvođenju podrivanja otvori (kanali) su teoretski slabije formirani, ali u praksi izgledaju kao "kvadratno krtičenje" i kroz njih voda (razmak 1-2 m, dubina 50-60 cm) također teče prema drenažnom jarku. Drenažni jarak treba prihvatiti vodu koja dotječe otvorima od podrivača ili krtičnog pluga, i sprovesti je do drenažne cijevi. Voda se ne smije zadržavati u otvorima stvorenim podrivanjem ili krtičenjem, jer se ostvarena dobra propusnost, odnosno umjetno stvorena struktura tla, može brzo poremetiti.

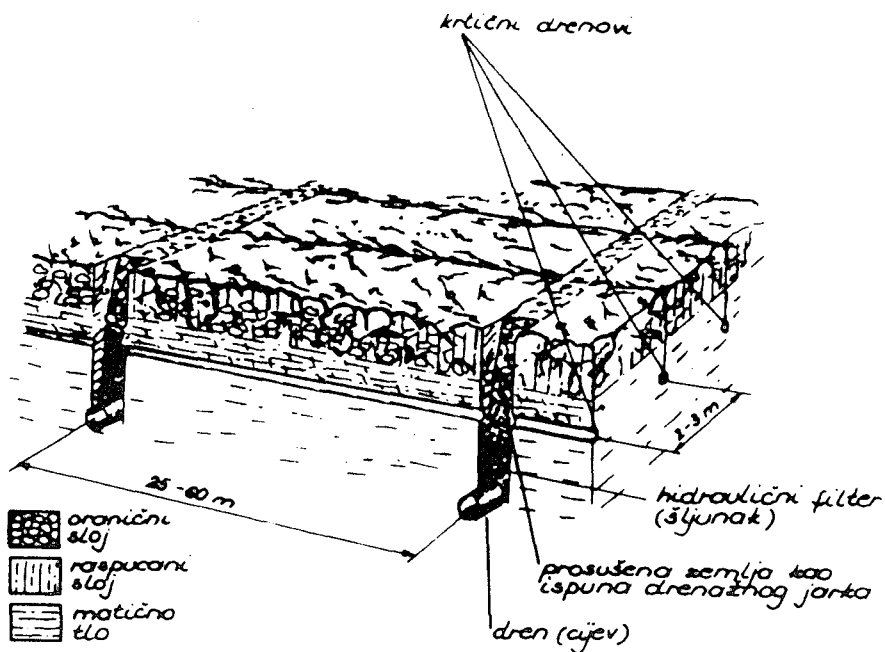
Značajno je pitanje da li primjeniti podrivanje ili krtičnu drenažu. Za projektiranje i praktičnu primjenu prihvatljivo je mišljenje Krausa i Strobela (citirano po Čoviću, 1979). Naime, sve ovisi o teksturnom sastavu tla. Ako tlo sadrži više od 35 % čestica gline, preporuča se primjena krtične drenaže, a u protivnom slučaju, odnosno, ako prevladava praškasta tekstura tla, korisnije je vršiti podrivanje.

Kod izvođenja podrivanja ili krtičenja, kao dodatnih mjera detaljne odvodnje, potrebne su znatno veće vrijednosti hidrauličke propusnosti drenažnog jarka u odnosu na naprijed navedeni slučaj, kada voda ulazi iz obradivog sloja u drenažni jarak po njegovoj cijeloj dužini.



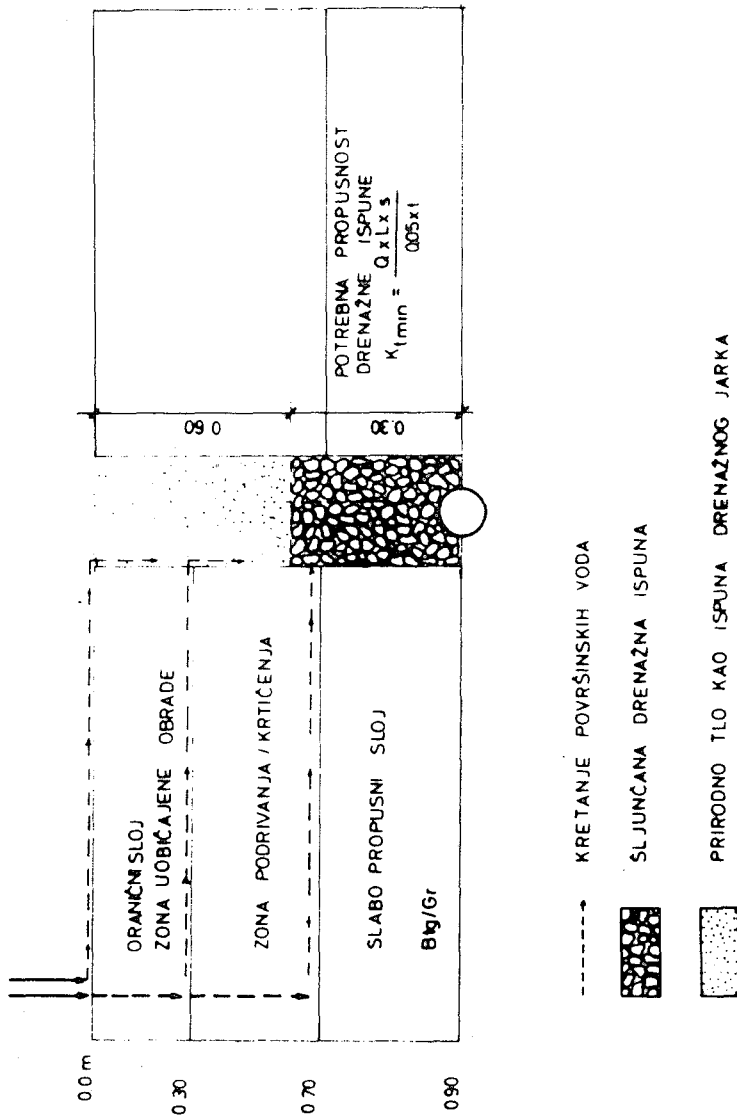


Slika 6. DODATNA MJERA - PODRIVANJE



Slika 7. DODATNA MJERA - KRTIČNA DRENAŽA

Ove visoke vrijednosti propusnosti za vodu potrebne su samo u zoni jarka, između dubine podrivanja ili krtičenja i drenažne cijevi. Zapravo, visoke vrijednosti propusnosti potrebne su na mjestima gdje se spajaju otvori stvoreni dodatnom mjerom i drenažnim jarkom, odnosno gdje se voda koncentrira i izliva u jarak. Ostali (veći) dio drenažnog jarka ima znatno manju ulogu i postat će aktivniji kada primi dotjecaj vode iz otvora stvorenih kasnije krtičnim plugom ili podrivačem (Čović, 1979). Budući da drenski jarak treba nesmetano prihvaćati svu vodu iz otvora stvorenih dodatnom mjerom, i sprovesti je bez zadržavanja dalje od drenažne cijevi potrebno je drenažni jarak ispuniti vrlo propusnim materijalom (hidraulični filter), slika 8.



Slika 8. REGULIRANJE SIVIŠNIH VODA UZ PRIMJENU DODATNIH MJERA

Potrebna hidraulična propusnost drenažne ispune, u zoni od dubine dodatne mjere do dubine drenažne cijevi po Traffordu (1974), iznosi:

$$k = \frac{q \cdot s \cdot l}{t \cdot m}$$

q = modul odvodnje ili drenažni istek u m/dan

s = razmak krtične drenaže ili podrivanja u m

l = dužina krtične drenaže ili razmak drenažnih cijevi u m

t = širina drenažnog jarka u m

m = promjer krtične drenaže ili otvora stvorenog podrivanjem u m.

Na temelju uobičajenih vrijedosti u našim uvjetima za q = 10 mm/dan, s = 2 m (krtična drenaža), t = 25 cm i m = 5 cm (krtična drenaža), odnos između dužine krtične drenaže ili razmaka drenažnih cijevi i potrebne hidraulične propusnosti drenažne ispune (kontaktni filter materijal) naveden je u tabeli 2.

Tabela 2. ODNOS DUŽINE KRTIČNE DRENAŽE ILI DRENAŽNIH CIJEVI I HIDRAULIČKE PROPUSNOSTI DRENAŽNE ISPUNE

Dužina krtične drenaže ili razmak drenažnih cijevi m	Potrebna hidraulička propusnost drenažne ispune m/dan
10	16
15	24
20	32
30	48
40	64
50	80

Podaci pokazuju da razmak drenova raste s porastom hidraulične propusnosti drenske ispune pri uobičajenim ustaljenim vrijednostima ostalih parametara. Osim toga, za uobičajene razmake drenova (15-40 m) potrebna je velika propusnost u drenažnom jarku (24 do 64 m/dan) između dubine dodatne mjere i drenažne cijevi. Ovako velika propusnost za vodu može najprije zadovoljiti sa šljunkovitim materijalom, pa se šljunak najčešće i upotrebljava za drenažnu ispunu, odnosno za kontaktni filter materijal. Trafford (1974) je konstatirao i nomogram iz kojeg se mogu dobiti pojedine vrijednosti za razne kombinacije navedenih parametara (slika 9). U ovakvom pristupu reguliranja suvišnih voda u tlu moguće je postavljati parametre nomograma u odnos, koji će sistem detaljne odvodnje činiti najekonomičnijim.

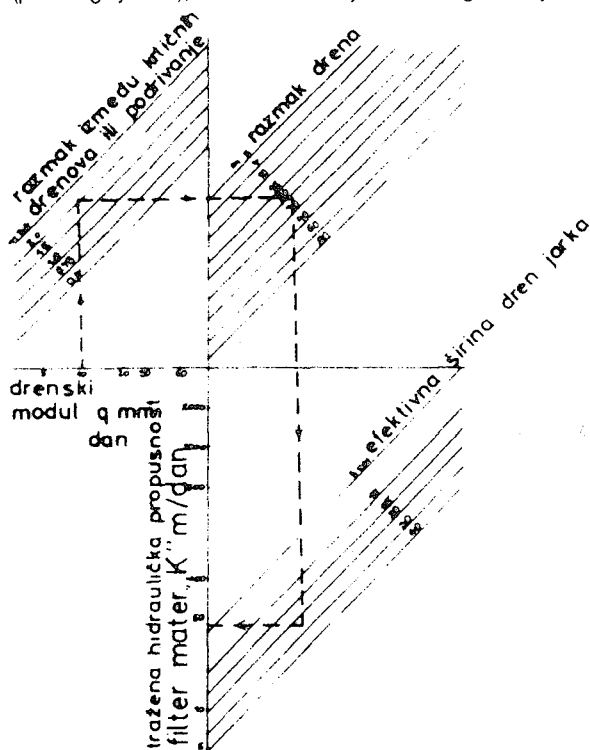
Obzirom da obradivi sloj pseudoglejnih i amfiglejnih tala ima propusnost 0,5-1 m/dan, a donji podoranični sloj manje od 0,05 m/dan, neophodno je primijeniti krtičnu drenažu ili podrivanje. U tim uvjetima bilo bi suviše riskantno ispuniti drenski jarak matičnom zemljom, kao vezom s drenskim cijevima bez izvođenja dodatnih mjera, a pogotovo kada se primjenjuje krtična drenaža ili podrivanje.

Ispuna drenažnog jarka od dubine dodatne mjere do drenažne cijevi treba imati propusnost za vodu najmanje 100 puta veću u odnosu na matično tlo pa je neophodna primjena filter materijala.

## 5. MOGUĆNOST IZOSTAVLJANJA UPOTREBE HIDRAULIČNOG FILTER MATERIJALA PRI DRENIRANJU AMFIGLEJNIH I PSEUDOGLEJNIH TALA

Prije svega ističemo da opisane prilike u vezi s upotrebom hidrauličnog filtera (šljunka) predstavljaju najnepovoljnije slučajeve pri dreniranju hidromorfni tala. Međutim, amfiglejna i pseudoglej-

na tla i njihove hidrološke prilike mogu biti specifične, i moguće ih je drenirati bez upotrebe filter materijala. Naime, ova tla na različitim lokacijama mogu imati različita svojstva. Za primjenu drenaže, značajne su razlike vezane za dubinu i mogućnost "Gr" horizonta (amfiglejna tla), odnosno dubinu "Btg" horizonta (pseudoglejna tla), kao i intenzitet njihove hidrogenizacije.



Slika 9 MINIMALNA HIDRAULIČKA PROPUSNOST U ISPUNI DRENAŽNOG JARKA PRI IZVOĐENJU DODATNE MJERE

Ako bismo prihvatili kao činjenicu da je Gr horizont temeljni faktor ograničenja tala, mogli bismo dubinu njihove pojave i moćnost (debljinu) Gr horizonta koristiti kao kriterij za određivanje potrebe uvođenja hidrauličnog filtera, uz primjenu dodatne mjere (podrivanje ili krtičenje), odnosno uz modificirane dubine postavljanja cijevi u jarak.

U skladu s tim moguće su kod amfiglejnih tala kombinacije dubine i moćnosti Gr horizonta, a određuju se odgovarajućim hidropedološkim istraživanjima (tabela 3).

Za ovo postoji slijedeće obrazloženje:

- Pri kombinaciji (a) i (1) (pltki i slabo moćan) Gr horizont mogao bi zauzimati maksimalnu dubinu od 45 cm. U tom slučaju moguće je postavljati drenažu na normalnu dubinu. Upotrebom dodatne mjere (podrivanje ili krtičenje) prorahlio bi se, odnosno učinio propusnim Gr horizont, pa ne bi bila neophodna primjena filter materijala.
- To bi se isto dogodilo u kombinaciji (a) i (2), s tim da bi se Gr horizont mogao pojavljivati do 65 cm dubine.
- Kad bismo imali kombinaciju (a) i (3), mogli bismo izbjeći filter (šljunak) uz primjenu dodatne mjere u oko 50 % slučajeva. Naime, kada bi moćnost (debljina) Gr horizonta bila oko 40 cm (a njegov početak bio bi do 25 cm), tad bi on završavao sa 60-65 cm. I u tom slučaju mogao bi se cijeli Gr horizont "narušiti" (popraviti propusnost za vodu) dodatnom mjerom, te tako izbjeći upotreba filtera. U ostalih oko 65 % kada je veća moćnost Gr horizonta (50-60 cm), nije moguće cijeli horizont zahvatiti mjerom pa je i riskantno izostavljati filter.

- Kombinacije (a) i (4) te (b) i (4) su najnepovoljnije. U tim slučajevima ispada da se vrlo moćan (deblji od 60 cm) Gr horizont ne bi mogao poboljšati iznad cijevi pri njegovoj početnoj dubini do 50 cm, pa je i pokušaj izostavljanja upotrebe filtera na ovaj način bezuspješan.
- Pri kombinaciji (b) i (1) nepovoljnost je svega u oko 25 % slučajeva, odnosno ako slabo moćan Gr horizont (debljina do 20 cm) počinje na dubini oko 50 cm. On bi se, dakle nalazio od 50-70 cm i predstavljao bi "nepropusnu barijeru" koju bi bilo teško narušiti dodatnom mjerom jer je u blizini cijevi. Napominjemo, da bi se eventualno moglo ići s većom dubinom postavljanja cijevi uz primjenu dodatne mjere do 75 cm dubine.
- U kombinaciji (b) i (2) dodatna bi mjera mogla pomoći u oko 50 % slučajeva, a pri kombinaciji (b) i (3) u svega oko 25 % prilika.
- Pri ostalih osam kombinacija, mogućnost izbjegavanja upotrebe hidrauličnog filtera postoji na principu modifikacije (smanjenja) dubine postavljanja cijevi, što je u skladu i s mišljenjem Srebreновиća (1984). Naime, ako slabo propusni Gr horizont počinje sa 65 cm ili većom dubinom, tada je moguće cijevi postaviti iznad tog horizonta, odnosno na dubinu 65 cm bez obzira na moćnost (debljinu) Gr horizonta. U tom slučaju moglo bi se razmišljati o izostavljanju upotrebe filtera u oko 50 % slučajeva pri kombinaciji (c) i (1), (c) i (2), (c) i (3) te (c) i (4). Međutim, pri kombinacijama: (d) i (1), (d) i (2), (d) i (3) te (d) i (4) mogli bismo primijeniti taj princip (tj. izostaviti filter) u svim prilikama.

Tabela 3. MOGUĆE KOMBINACIJE DUBINE POJAVE I MOĆNOSTI (DEBLJINE) GR HORIZONTA KOD AMFIGLEJNIH TALA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE DRENAŽE BEZ HIDRAULIČNOG FILTERA

	Dubina pojave Gr horizonta cm	Moćnost (debljina) Gr horizonta u cm			
		slabo moćan <20 cm	srednje moćan 20-40 cm	moćan 40-60 cm	vrlo moćan >60 cm
		(1)	(2)	(3)	(4)
(a)	plitki do 25 cm	++++	++++	+ - - -	- - - -
(b)	srednje duboki 25-50 cm	+++ -	+ + - -	+ - - -	- - - -
(c)	duboki 50-70 cm	+ - + +	- - + +	- - + +	- - + +
(d)	vrlo duboki više od 75 cm	++++	++++	++++	++++

Prema navedenom kriteriju i podacima iz tabele 3. postoji mogućnost da se kod dreniranja amfiglejnih tala izostavi upotreba hidrauličnog filtera u 64 % slučajeva, a ne može se izbjeći u svega 36 % prilika. Ostaje na istraživačima da izvrše pravilnu determinaciju uslojenosti, intenzitet hidrogenizacije, te da uz ostale specifičnosti svake pedološke jedinice odrede dijagnozu i idejno rješenje detaljne odvodnje. Pri tome je, u svakom slučaju, potrebno voditi računa o dodatnim mjerama (podrivanje i krtičenje) koje igraju vidnu ulogu u sistemu detaljne odvodnje hidromorfih tala. Isto tako, poboljšanje strukture tla i kemijskih svojstava na proizvodnoj površini (kalcizacija, humizacija i eventualno kondicioneri), ili stvaranje potrebne propusnosti ispunje drenažnog jarka (kalcizacija, gipsanje) mogu biti veoma važni u melioracijama ovih tala. Pored toga, moguća su razmišljanja i o isključivanju određenih površina pod amfiglejnim tlima iz sistema drenaže, s tim da se ekstenzivnije koriste (pašnjaci, livade) ili u druge svrhe (ribnjak, šuma i sl.).

Pri traženju razloga i načina za primjenu cijevne drenaže bez upotrebe hidrauličnog filtera kod pseudoglejnih tala također treba poći od konstatacije da u drenažnom jarku iznad cijevi mora postojati odgovarajuća propusnost za vodu.

Prikazanim obračunom po Traffordu (1974), pri upotrebi matične zemlje za ispunu, ne ostvaruje se potrebna propusnost, baš zbog nepovoljnih svojstava matičnog tla - posebno Btg horizonta.

Ako se Btg horizont uzme kao kriterij eventualne mogućnosti izostavljanja filtera, u tom je slučaju kod pseudoglejnih tala značajna dubina pojave ovog horizonta, ali ne i njegova moćnost (debljina). Naime, za razliku od Gr horizonta (kod amfoglejnih tala), Btg horizont kod pseudoglejnih tala je znatno moćniji (uglavnom je deblji od 60 cm), tako da on gotovo uvijek prelazi dubinu drenažnih cijevi i one se polažu u taj sloj.

U pedologiji je poznata podjela pseudoglejnih tala obzirom na dubinu pojave nepropusnog (Btg) horizonta (Škorić et al, 1973), Ako bismo i kod ovih tala postavljali drenove na manju dubinu (na 65 cm) shodno mišljenju Srebrenovića (1984), u tom bi se slučaju moglo ići sa cijevnom drenažom bez hidrauličnog filtera na svim pseudoglejnim tlima koja imaju Btg horizont ispod 65 cm dubine. Na temelju podataka iz tabele 4. ispada matematički, da bi se moglo tako rješavati čak 37,5 % slučajeva, što u svakom slučaju ne mora odgovarati stvarnim prilikama u prirodi.

Tabela 4. DUBINA POJAVE NEPROPUSNOG BTG HORIZONTA I MOGUĆNOST PRIMJENE DRENAŽE BEZ HIDRAULIČKOG FILTERA PRI DUBINI DRENOVA VEĆOJ OD 65 cm

Dubina pojave cm	Mogućnost izostavljanja filtera
plitki do 25 cm	ne
srednje duboki 25-50 cm	ne
duboki 50-75 cm	ne i da
vrlo duboki više od 75 cm	da

Pored navedene mogućnosti, smatramo da bi općenito bilo korisno ispitati eventualnu primjenu novih teoretskih postavki iz Francuske o geološkoj starosti materijala u našim uvjetima. Naime, prema mišljenju Concreta (1981), pseudoglejna su tla geološki starije tvorevine koje podnose pritisak veći od  $20 \text{ kg/cm}^2$  i postaju dovoljno porozna kada se naruši njihovo prirodno stanje. Obzirom da se to događa prilikom postavljanja cijevne drenaže (dren-freza iskopa jarak a zatim zatrpava cijev), smatra se da ispunja jarka tako razrahljenom matičnom zemljom ima potrebnu propusnost za vodu. Pseudoglejna tla u nas uglavnom imaju stariju geomehaničku građu (pleistocen), i čini se da veći dio njih podnosi pritisak veći od  $20 \text{ kg/cm}^2$ . No ne samo ove elemente, nego i cijelu ovu postavku treba u našim tlima provjeriti i detaljnije ispitati propusnost drenažne ispune od prirodne (matične) zemlje. Svakako da se pri ostvarivanju odgovarajuće propusnosti drenažnog jarka mogu koristiti i već poznate mjere (kalcizacija, gipsanje ili primjena kondicionera) ili drugi zahvati koji će biti ekonomski i izvedbeno-tehnički prihvatljiviji od šljunka kao filter materijala. Pri istraživanjima na pseudoglejnim tlima ne smije se zapustiti uloga mehaničkog filtera zbog teksturne komponente praha, koja prevladava u ovim tlima i sklona je izazvati zamuljivanje cijevi.

U daljnjem traženju funkcionalnijih i ekonomičnijih rješenja detalje odvodnje u svakom slučaju treba razmak drenova detaljno kroz istraživanja razmotriti jer je to, uz problem filtera, najznačajniji element u sklopu intenzivnog sistema detaljne odvodnje, posebno kod hidromorfni tala.

## 6. UMJESTO ZAKLJUČKA

Stečena iskustva i postignuti rezultati istraživanja određeno dokazuju da je u sklopu kombinirane detaljne odvodnje primjena hidrauličnog filtera efikasna mjera za reguliranje vodo-zračnog režima na amfoglejnim i pseudoglejnim tlima. Međutim, to ne znači da su postignuta konačna rješenja u odvodnji. Naprotiv, može se samo reći da su učinjeni izvjesni koraci u pronalaženju načina, koji odgovaraju ovoj vremenskoj fazi i danas postojećem stanju poljoprivredne proizvodnje. Daljnji izbor i unapređenje načina odvodnje obavezno treba vršiti na temelju kontinuiranih istraživačkih radova, vodeći računa o vodnom režimu, tlu, kulturi, tehnologiji i ekonomici poljoprivredne proizvodnje. Za

izbor sustava odvodnje potrebno je imati kvalitetne pedološke i hidrološke podloge, a za njezinu primjenu u praksi geodetsku podlogu i odgovarajuću projektnu dokumentaciju. Ako bi se za praktična rješenja odvodnje primjenjivala odgovarajuća hidropedološka istraživanja, isključila bi se mogućnost svakog stihijskog i proizvoljnog izbora načina reguliranja vodo-zračnog režima u tlu i osigurao bi se progres u melioriranju hidromorfih tala.

## 7. LITERATURA

1. Bašić F., Tomić F., Marinčić I., Vukušić S., Bašić I. (1982): Aktualni problemi uređenja zemljišta za intenzivnu proizvodnju šećerne repe na sirovinskom području tvornice šećera u Virovitici, Savjetovanje o proizvodnji šećerne repe, Koprivnica.
2. Čović M. (1977): Glavni projekt osnovne odvodnje rudine Prvča- jug, PIK Nova Gradiška, Institut za pedologiju i poljoprivredne melioracije, Zagreb.
3. Čović M. (1979): Kretanje podzemne vode u prirodnom i modificiranom tlu, Savjetovanje o uređenju površina s gledišta hidro i agromelioracija, Knjiga III, Zadar.
4. Dolanjski D. i Rus B. (1980): Hidrotehničko rješenje osnovne i detaljne odvodnje, glavni projekt, Institut za agroekologiju, Zagreb.
5. Eggelsman R. (1982): Two decades of experience with drainage filters in the Federal Republic of Germany, Proceedings of the Fourth National Drainage Symposium, Chicago.
6. Groot J.M. (1973): Ispitivanja odvodnje teških tala u Gornjoj Posavini (doktorska disertacija), Zagreb.
7. Levesque M. and Hamilton H.A. (1967): The efficiency of subsurface drainage system with porous filling material in a Kapuskasing clay soil, *Canad. J. Soil Sci.* 47.
8. Marinčić I. (1977): Utjecaj drenaže na vodno zračne promjene u teškim tlima Pilot farme "Rugvica" kraj Zagreba (disertacija), Zagreb-Sarajevo.
9. Marinčić I. i Tomić F. (1982): Uloga filter materijala kod detaljne odvodnje i mehanizacije njegove ugradnje, Savjetovanje - Aktualni problemi poljoprivredne mehanizacije, Zagreb.
10. Marušić J. (1984): Iskustva i potrebe izvođenja cijevne drenaže poljoprivrednog zemljišta u SR Hrvatskoj. Savjetovanje o hidrotehničkim melioracijama, Zagreb.
11. Plamenac N. (1982): Filter materijal u drenaži poljoprivrednih površina, X savjetovanje JDON o novim saznanjima u melioracijama, Vodoprivreda br. 80, Beograd.
12. Schilfgaarde J.V. (1967): Približna rješenja drenažnog toka, Drenaža poljoprivrednih zemljišta (prijevod s engleskog), Beograd.
13. Srebrenović D. (1984): Hidrološka studija Lonjskog polja, Vodoprivredna radna organizacija, Zagreb.
14. Šalinović I. (1980): Hidropedološka studija s normativima detaljne odvodnje objekta "Kamenščak" i "Skomnica", Institut za agroekologiju, Zagreb.
15. Škorić A., Filipovski G., Čirić M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Posebno izdanje, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Knjiga 13, Sarajevo.
16. Thomasson A.J. (1975): Soils and field drainage, Soil Survey Technical monograph, No 7, Harpenden.
17. Tomić F. i Marinčić I. (1979): Detaljna odvodnja teških tala, Savjetovanje o uređenju površina s gledišta hidro i agromelioracija, Knjiga II, Zadar.
18. Tomić F. (1979): Stanje površina melioracijskih područja i prijedlozi za njihovo uređenje. Savjetovanje o uređenju površina s gledišta hidro i agromelioracija, Zadar.
19. Tomić F. (1984): Primjena detaljne odvodnje u SRH, Savjetovanje - Inovacije u području drenaže i navodnjavanja, DON Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

20. Tomić F. (1986): Problem filter materijala u sistemu detaljne odvodnje, Poljoprivredne aktualnosti, Svezak - Vol 25, Br. 1- 2/1986, Zagreb.
21. Tomić F. (1987): Detaljna odvodnja u ovisnosti o vrsti tla, Priručnik za hidrotehničke melioracije, Odvodnjavanje, Knjiga 4. Društvo za odvodnju i navodnjavanje Hrvatske, Zagreb.
22. Trafford B.D. (1972): Field Drainage experiments in England ana Wales, Field Drainage Experimental Unit, Austey Holl, Cambridge.
23. Trafford B.D. (1974): The Background theory. The proceeding of the Confernces at Stoneligh and Church Stretton on the use of permeable backfill, Field Drainage Experimental Unit, Tehnical Bulletin, No 74/11.
24. Vlahinić M., Resulović H. i Petijević O. (1976): Rezultati istraživanja optimalnog načina odvodnje u teškim tlima, X Kongres JDZP, Sarajevo.
25. Wesseling J. (1971): Teorija tečenja horizontalnim drenovima (prijevod s enegleskog), Zagreb.





# PLANIRANJE I PRAĆENJE RADA MEHANIZACIJE NA IZVOĐENJU SISTEMA ZA ODVODNJAVANJE „DUJAILAH„ U IRAKU

DRAGUTIN GERES\*, MIODRAG ŠKOBALJ\*\*

## 1. UVOD •

Veliki sistemi za odvodnjavanje karakterizirani su obimnim zemljanim radovima. Za izvođenje tih radova potrebna je velika mehaniziranost, koja daje kontinuirani karakter izvođenja radova, sa ponavljanjem operacija ili ciklusa. Gradilište predstavlja proizvodni sistem, koji kao izlaz ima rješenja određena projektom. Sistem mora biti sposoban da izvrši svoju funkciju, kao da bude i ekonomičan.

U radu se daje prikaz primjene stručne metodologije za analizu, planiranje i praćenje rada mehanizacije na izvođenju sistema za odvodnjavanje projekta "Dujailah" u Iraku.

## 2. ANALIZA RADOVA I LOKALNIH UVJETA

### 2.1 OPIS RADOVA I TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA

Sistem za odvodnjavanje područja "Dujailah" u Iraku ima površinu od 25.000 ha. Sistem se sastoji od površinskih kanala I, II i III reda i podzemne cijevne drenaže. Dispozicija mreže otvorenih kanala omogućuje da se voda gravitaciono dovede do crpne stanice za evakuaciju voda izvan područja.

Predviđeno je da se izvedu sljedeći radovi:

a) Iskop, transport zemlje, izrada nasipa i planiranje, za kanale I reda	m <sup>3</sup>	3.470.000
b) Kao a), za kanale II reda	m <sup>3</sup>	1.750.000
c) Kao a), za kanale III reda	m <sup>3</sup>	4.605.000
Ukupno zemljani radovi	m <sup>3</sup>	9.825.000
d) Cijevna drenaža	m <sup>1</sup>	2.600.000
e) Šljunak za filter drenaže	m <sup>3</sup>	214.000
f) Objekti na otvorenoj kanalskoj mreži	kom	320

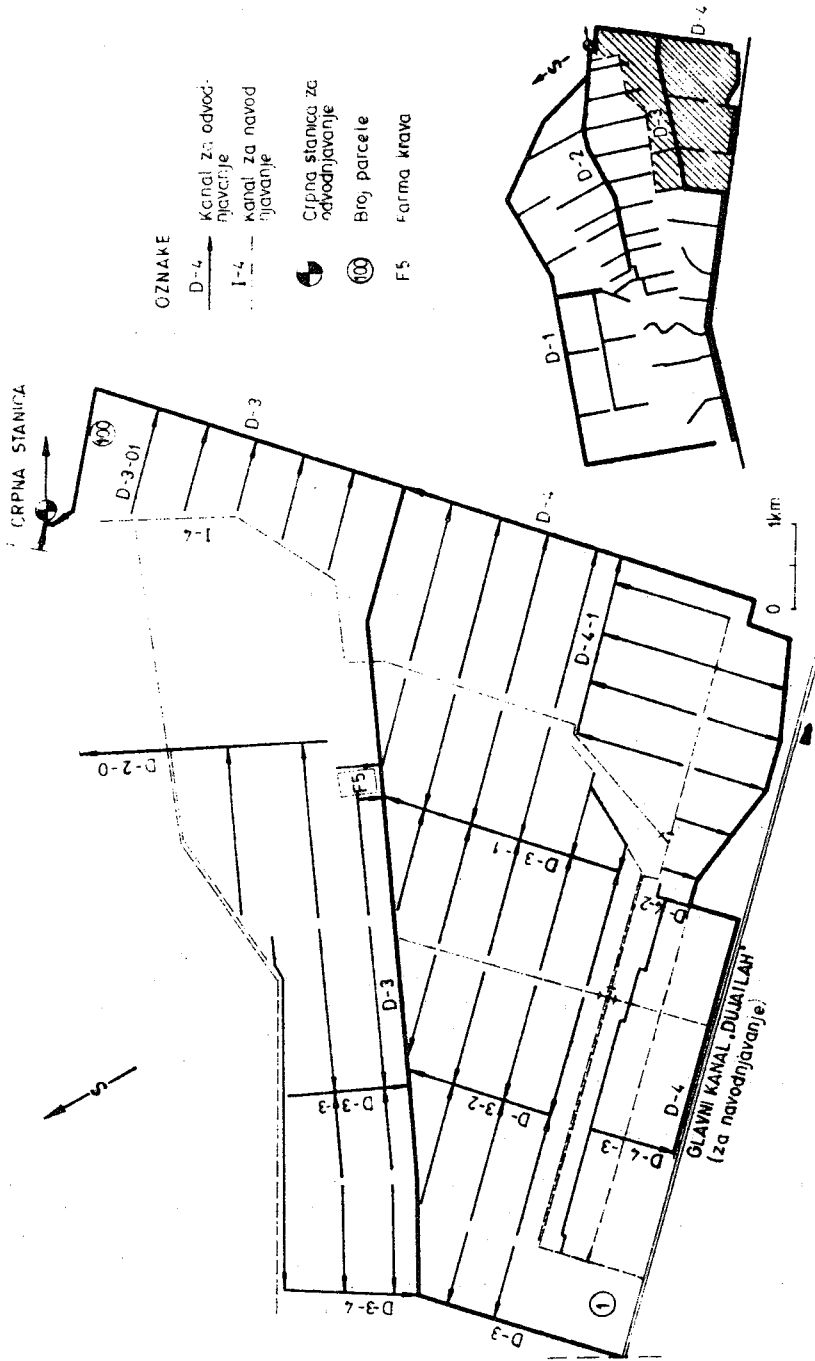
Izvršenje radova projekta je organizirano u više tehnoloških linija ili cjelina. Određena tehnologija rada predviđa tipove strojeva kao i njihovo povezivanje u tehnološki lanac. Na ovaj način se postiže da se upravljanje sistema izvođenja svodi na usklađivanje kapaciteta i funkcioniranja pojedinih elemenata procesa. Cilj projekta tehnologije izgradnje je dobijanje potrebnog broja strojeva i opreme za svaku tehnološku liniju. Daljim analizama se mogu prognozirati eventualne izmjene i elastičnost tehnologije, ali sa već utvrđenim brojem strojeva.

### 2.2 LOKALNI UVJETI - KARAKTERISTIKE PODRUČJA

Područje projekta "Dujailah" je locirano u Iraku, u ravnici Mezopotamije. Teren ima blagi pad prema jugoistoku, prosječni pad je 0,2-0,5 ‰. Nadmorske visine se kreću između 10,50 i 15,50 mnm. Klima je izrazito aridna, s dugim i suhim ljetima, uz vrlo visoke temperature. Srednja godišnja temperatura je 24,2 °C, srednja minimalna 16,4 °C, srednja maksimalna 31,5 °C, apsolutni maksimum 50 °C a apsolutni minimum -8,2 °C. Oborina ima vrlo malo, kišni period traje od novembra do aprila, srednja godišnja količina je 138 mm. Relativna vlažnost iznosi oko 30 % u ljetnim mjesecima (minimum 16 % za period juni - septembar).

\* DRAGUTIN GERES, dipl.inž.grad.

\*\* Mr MIODRAG ŠKOBALJ, dipl.inž.stroj.



Slika 1. SISTEM ZA ODVODNJAVANJE PROJEKTA "DUJAILAH"

U geološkom smislu područje je formirano od nanosa rijeke Tigris. Porijeklo sedimenata je iz perioda mezozoika i tercijara. Uz aluvijalne nanose, debljina do 30 m, postoje i nanosi od navodnjavanja, debljine nekoliko metara. Ovi nanosi imaju veliki sadržaj praha.

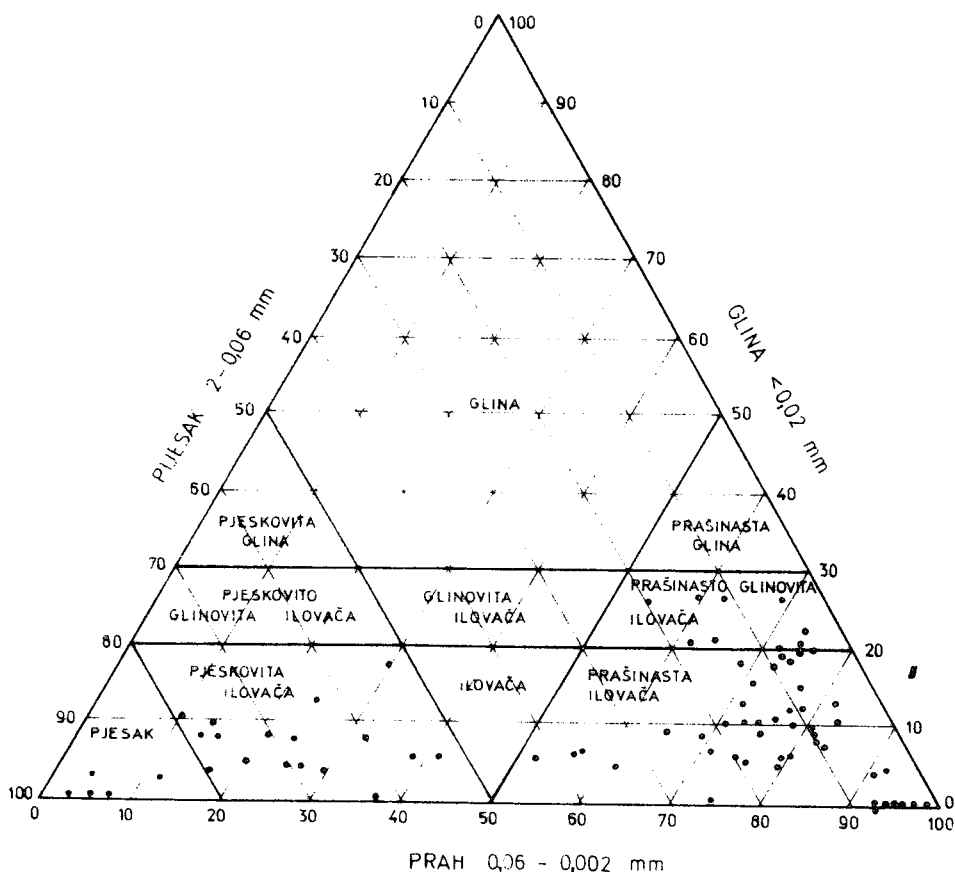
Podzemna voda se formira od viška irigacione vode i procjeđivanja vode iz kanala. Ne mogu se konstatirati zakonitosti režima formiranja i pravaca kretanja podzemnih voda. Nivo podzemne vode varira od 0,75 do 5,00 m.

Izbor rukovalaca mehanizacije je u uskoj vezi sa odabranom mehanizacijom. Kvalitetan kadar znatno olakšava izbor opreme i njeno korištenje. Ukoliko se koriste rukovaoci strojeva s lokalnog područja potrebno je prikupiti informacije o njihovoj obučenosti, radnim navikama, disciplini i slično. Kadrovska politika je osjetljivo pitanje, koje je nužno pažljivo analizirati u pripremnim aktivnostima.

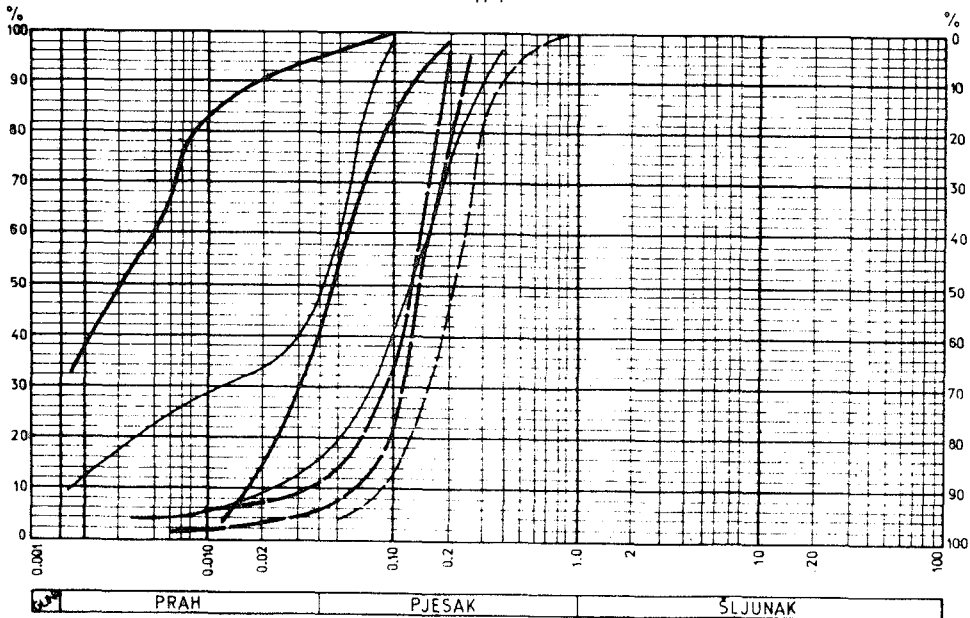
Potrebno je također obraditi pitanje tehničke kulture sredine, lokalnih propisa, jezika, religije itd. U slučaju uzimanja lokalnih radnika ili s lokalnog tržišta radne snage, pitanja radnih navika i religije mogu biti problem, posebno u preciznoj tehnološkoj liniji za izvođenje radova.

### 2.3 MEHANIČKE OSOBINE TLA

Na osnovu izvršenih istražnih radova i laboratorijskih ispitivanja i analiza izvršeno je klasiranje slojeva po dvije metode (trokutni dijagram "USDA" i AC klasifikacija). Rezultati su prikazani u slikama broj 2 i 3 i tabeli broj 1.



Slika 2 DIJAGRAM KLASIFIKACIJE TLA PREMA USDA



Slika 3 GRANULOMETRIJSKE KRIVULJE PO GRUPAMA AC - KLASIFIKACIJE

Tlo je koherentno. Slojevi gline prašinate (CH-glina masna), prašinato glinovite ilovače (CH-glina masna) i prašinata ilovača (CH-glina masna, CI-MI-glina mršava i prah glinovit) prevladavaju na području projekta po zastupljenosti i po moćnosti. U svim slojevima javljaju se naslage prašinate ilovače (ML/SC/- prah do glinoviti pijesak) i pjeskovite ilovače (SC- glinoviti pijesak) u vidu proslojaka. Do dubine od 2,70 m (maksimum 5,80 m) najviše su zastupljeni slojevi prašinate ilovače (CI-MI - glina mršava i ML/SC) - prašinate do glinoviti pijesak). Slojevi, koji se često smjenjuju u profilu tla, imaju različite fizičke osobine.

#### 2.4 ANALIZA PRIPREMNOG MATERIJALA

Tokovi informacija i redoslijed analiza podataka o radovima i lokalnim uvjetima prikazani su na slici broj 4. Eventualni slučajevi kontradikcija u pripremnom materijalu trebaju biti riješeni na ovom nivou analize.

### 3. VRSTE STROJEVA

Za izvođenje zemljanih radova koriste se razne vrste strojeva, koji se mogu podijeliti u tri grupe:

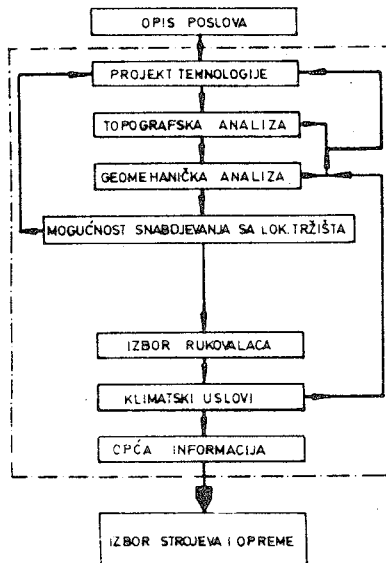
- strojevi za iskop i utovar
- strojevi za razgrtanje i transport iskopanog materijala
- specijalni strojevi

U ovisnosti o karakteristikama i načinu upotrebe pojedini strojevi mogu istodobno pripadati u dvije grupe:

- Strojevi za iskop i utovar
  - Skrejperi
  - Utovarivači, točkaši i gusjeničari
  - Hidraulički bageri, točkaši i gusjeničari
  - Specijalni bageri, dreglajn i rotacioni

Tabela 1. FIZIČKE OSOBINE TLA (GRANIČNE VRIJEDNOSTI)

Red. br.	GRUPE TALA	AC sistem	Spec. težina	Jedinična težina		KONZISTENCIJA			KUT			Koeffijent propusnosti
				vlažna	suha	Granica tečenja	Indeks plastičnosti	Indeks konz.	čvrstoće na smicanje	Kohezijski računski mjereni		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		simbol	S	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	WL %	Ip %	lc	C	kn/m <sup>2</sup>	K	cm/s
1.	PRAŠINASTA ILOVAČA	CH	2,63	1,94	1,55	70	42	1,04	13	5	5,2x10 <sup>-6</sup>	6,0x10 <sup>-6</sup>
			2,67	1,95	1,56	79	51	1,08	20	30	1,0x10 <sup>-9</sup>	3,6x10 <sup>-6</sup>
2.	PRAŠINASTA-GLINOVITA ILOVAČA	CH	2,60	1,87	1,39	55	34	0,75	15	15	5,2x10 <sup>-6</sup>	2,0x10 <sup>-5</sup>
			2,70	2,00	1,61	79	49	0,90	18	30	1,0x10 <sup>-7</sup>	9,0x10 <sup>-9</sup>
3.	PRAŠINASTA ILOVAČA	CI-MI	2,60	1,88	1,31	37	14	0,67	17	5	5,0x10 <sup>-5</sup>	1,1x10 <sup>-5</sup>
			2,73	2,07	1,78	79	50	1,16	26	30	5,5x10 <sup>-7</sup>	3,4x10 <sup>-9</sup>
4.	PRAŠINASTA ILOVAČA	ML(SC)	2,64	1,96	1,58	31	9	-	26	-	5,0x10 <sup>-4</sup>	2,0x10 <sup>-6</sup>
			2,05	2,05	1,60	37	12	-	28	-	5,5x10 <sup>-6</sup>	-
5.	PJESKOVITA ILOVAČA	SC	2,65	1,96	1,51	-	-	-	-	-	1,8x10 <sup>-3</sup>	2,2x10 <sup>-3</sup>
			2,72	-	-	-	-	-	-	-	8,0x10 <sup>-4</sup>	-



Slika 4. SHEMA PRIPREMNIH ISTRAŽIVANJA

## b) Strojevi za razgrtanje i transport materijala

1. Skrejperi
2. Kiperi, razni
3. Buldozeri
4. Specijalna oprema (treke, kabelski transport i sl.)

## c) Specijalni strojevi

1. Strojevi za ravnanje terena
2. Drenopolagači
3. Sitna mehanizacija
4. Stroj za oblaganje kanala

#### 4. PRORAČUN SNAGE MOTORA STROJEVA

Za utvrđivanje snage motora stroja potrebno je poznavati mehaničke karakteristike terena. Na taj način se usklađuje snaga i karakteristika tla i mogu se odrediti granice upotrebljivosti stroja i vrsta optimalnog prenosa snage motora.

Otpor kotrljanja se računa po izrazu

$$F_k = G_m \cdot f_k \quad (1)$$

gdje su:

$F_k$  - sila otpora kotrljanja u N

$G_m$  - težina stroja u N

$f_k$  - koeficijent otpora kotrljanja

Tabela 2. KOEFICIJENT OTPORA KOTRLJANJA  $f_k$ 

Površina kontakta	$f_k$
1. Tvrd, gladak, dobro održavan put, pneumatik ne prodire u njega	0,02
2. Čvrst, dobro održavan, neznatno fleksibilan put	0,03
3. Snijeg nabijen	od 0,02 do 0,06
4. Loše održavan put, penetracija pneumatika do 50 mm	0,05
5. Neodržavan put preko mekog terena, penetracija pneumatika do 100 mm	0,10
6. Nasut šljunak, pijesak i sl.	0,13
7. Meka glina, raskvašen, neodržavan put	od 0,15 do 0,20

Otpor uspona približno se računa prema:

$$F_u = G_m \cdot u \quad \text{ili} \quad (2)$$

$$F_u = G_m \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

gdje su:

$F_u$  - sila otpora uspona u N

$u$  - nagib terena u %

$\alpha$  - nagib terena u °

Otpor kretanja:

$$F_s = F_k + F_u \quad (4)$$

gdje je:

$F_s$  - ukupni otpor kretanja

Sila vuče stroja savladava otpore kretanja i radne otpore i iznosi:

$$F_p = F_k + F_u + F_o \quad (5)$$

gdje su:

$F_p$  - sila vuče u N

$F_o$  - radni otpor u N

Sila prljanjanja između kotača i tla se računa prema

$$F_a = G_m \cdot K_a \quad (6)$$

gdje su:

$F_a$  - sila adhezije u N

$K_a$  - koeficijent adhezije

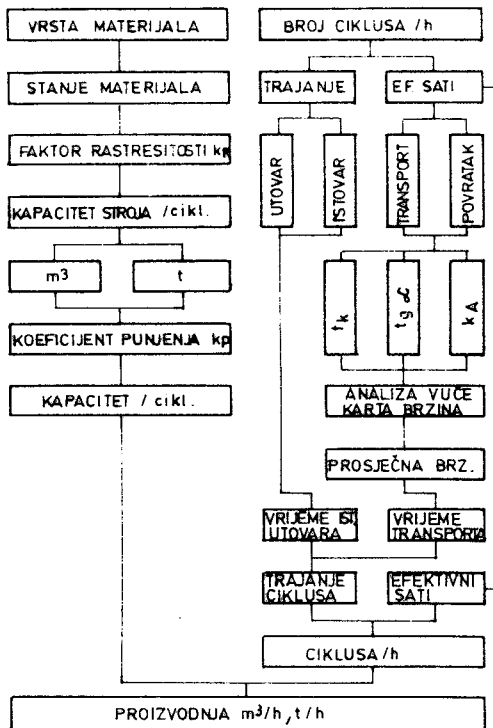


Tabela 3. KOEFICIJENT ADHEZIJE  $K_a$ 

Vrsta terena	Gusjeničari	Točkaši
1. Asfalt	-	0,90
2. Suha ilovača	0,90	0,55
3. Vlažna ilovača	0,70	0,45
4. Lignit	0,60	0,45
5. Beton	0,45	0,90
6. Rastresita zemlja	0,60	0,45
7. Nabijana zemlja	0,90	0,55
8. Pošljunčani put	0,50	0,35
9. Led	0,12	0,12
10. Suhi pijesak	0,30	0,20
11. Vlažan pijesak	0,50	0,40
12. Nabijeni snijeg	0,25	0,20

## 5. PRODUKTIVNOST I TROŠKOVI EKSPLOATACIJE STROJA

Za proračun produktivnosti stroja potrebno je odrediti karakteristike materijala, rastresitost i kvalitet primjena radnih organa. Treba zatim poznavati dinamiku obavljanja operacija, tj. broj radnih ciklusa na sat.



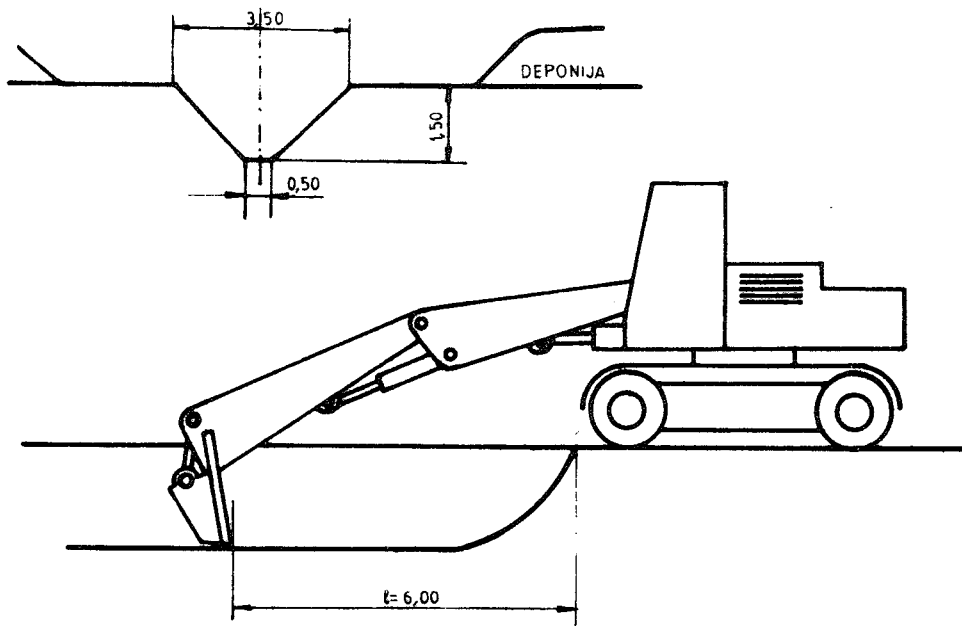
Slika 5. SHEMA PRODUKTIVNOSTI

Proračun se odvija u dva smjera: u pravcu računanja kapaciteta po jednom zahvatu stroja i u pravcu trajanja jednog ciklusa, odnosno broja ciklusa u jedinici vremena.

Metodološki tok proračuna produktivnosti i troškova eksploatacije stroja prikazan je na konkretnom primjeru iskopa dranažnih kanala, zadanih dimenzija, količine radova i vremena izvršenja.

#### Zadatak:

Izvršiti tehnoeкономsku analizu iskopa drenažnog kanala II klase dubokog 1 m, poprečnog presjeka kao na sl. 6. sa površinom poprečnog presjeka trapeznog profila  $A = 3 \text{ m}^2$ , dužini od 66,7 km (planiran iskop  $Q = 200.000 \text{ m}^3$ ). Na raspolaganju za ovu operaciju su bageri točkaši sa profilnom kašikom teoretske zapremine  $V_t = 0,5 \text{ m}^3$ . Snaga pogonskog motora je  $P_{pm} = 120 \text{ kW}$ , a nabavna cijena stroja f-co gradilište je  $C_a = 50.000 \text{ USD}$ . Iskop se vrši u suhoj glini. Radno vrijeme je dvosmjensko  $T_r = 2 \times 8 \text{ h}$ . Rok za završavanje posla je  $R = 90$  dana (neradni dan je jednom sedmično). Obje smjene se odvijaju pri dnevnom svjetu. Stupanj ispravnosti mehanizacije je  $SI = 0,7$ . Uslovi rada su: pretežno vedra klima, loški (lokalni) rukovaoci i dobro organizirana kontrola rada.



Slika 6. PRIKAZ BAGERA S PROFILNOM KAŠIKOM

#### 5.1 TEHNOLOGIJA RADA

Iskop se vrši bagerom postavljenim na osi trasiranog kanala. Prosječno vrijeme trajanja radnog ciklusa je  $t_c = 1 \text{ min. } 20 \text{ sec.}$  zbog posebno pažljivog rada pri profilnom iskopu. Iskop se vrši na dionici kanala dužine  $l = 6 \text{ m}$ , koja predstavlja razliku između maksimalnog i minimalnog radnog dohvata stroja. Nakon iskopa svake dionice stroj se pomjera na slijedeću dužinu  $l$  uzduž osi kanala, ponovo se centrirá i stabilizira na hidrauličnim osloncima; vrijeme trajanja ove operacije je  $t_p = 7 \text{ min.}$

## 5.2 POTREBAN DNEVNI KAPACITET PO DINAMICI RADA

$$K_d = \frac{Q}{R - R/7} = \frac{20.000}{90 - 90/7} = 2598 \text{ m}^3$$

$$R - (R/7) = 90 - 90/7 = 77 \text{ broj radnih dana } R_d$$

## 5.3 STVARNI KAPACITET STROJA PO 1 CIKLUSU

$$V_s = V_t \cdot K_p = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ m}^3 \quad (8)$$

$K_p = 0,8$  usvojeno iz tabele 4 za koeficijent punjenja za suhu glinu.

Tabela 4. Koeficijenti punjenja za strojeve za iskop i utovar  $k_p$

Materijal	Bageri	Utovarivači	Skreperi	
			Bez elevatora	Sa elevatorom
Meka glina	1,10-1,00	1,00-1,10	0,75-1,05	0,90-1,00
Zemlja sa glinom	0,90-1,05	1,00-1,10	0,75-1,05	0,90-1,00
Prirodni šljunak	0,90-1,05	0,95-1,00	0,70-0,90	0,85-0,95
Mljeveni kamen	0,90-0,90	0,85-0,95	0,50-0,80	0,50-0,80
Tvrda glina	0,75-0,85	0,85-0,95	0,60-0,85	0,60-0,85
Lomljeni kamen	0,60-0,75	0,80-0,85	ne koriste se za ovaj mat.	
Grubo lomljeni kamen	0,40-0,60	0,60-0,65	ne koriste se za ovaj mat.	

## 5.4 VRIJEME TRAJANJA JEDNOG CIKLUSA SA URAČUNATIM POMJERANJEM BAGERA

1. Broj ciklusa na zoni kanala dužine  $l = 6 \text{ m}$

$$B_1 = (l \times a) / V_s = 45 \quad (9)$$

gdje je:  $a =$  površina poprečnog presjeka kanala  $\text{m}^2$

2. Učestalije vremena pomjeranja i stabiliziranja bagera po jednom radnom ciklusu  $t_u$  (sec)

$$t_u = \frac{t_p}{B_1} = \frac{7'}{45} = 9 \text{ sec.} \quad (10)$$

tada je vrijeme trajanja jednog ciklusa sa pomjeranjem bagera:

$$t_{cs} = t_c + t_u = 1 \text{ min. } 20 \text{ sec.} + 9 \text{ sec.} = 1 \text{ min. } 29 \text{ sec.} \quad (11)$$

$$t_{cs} = 89 \text{ sec.}$$

## 5.5 SATNI KAPACITET JEDNOG STROJA

$$K_s = (3600 / t_{cs}) \times V_t \times K_p = (3600 / 89) \times 0,5 \times 0,8 \quad (12)$$

$$K_s = 16,2 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

## 5.6 EFEKTIVNO RADNO VRIJEME ZA DVOSMJENSKI RAD

$$t_e = K_t \cdot T_r = \frac{\sum k_{ti}}{n} \cdot 2 \cdot 8 = \frac{0,8+0,8+0,8+0,65+0,8+0,5+0,8}{7} \cdot 2 \cdot 8 \quad (13)$$

gdje je  $T_r$  = radno vrijeme sati

$$t_e = 11,8 \text{ (h)}$$

Na osnovu tabele br. 5

$K_{11}$  = 0,8 za suhu glinu

$K_{12}$  = 0,8 za širok suh manevarski prostor

$K_{13}$  = ne uzima se u obzir

$K_{14}$  = 0,8 za široku zonu istovara

$K_{15}$  = ne uzima se u obzir

$K_{16}$  = 0,65 za pretežno vedru klimu

$K_{17}$  = 0,8 za dnevne smjene

$K_{18}$  = 0,5 loši rukovaoci

$K_{19}$  = 0,8 dobra kontrola rada

$K_i$  se računa kao prosječna vrijednost od "n" slučajeva iz tabele br. 5 koji istovremeno djeluju efikasnosti korištenja radnog vremena. Uzimaju se samo relevantni faktori iz tabele br. 5

Tabela 5. KOEFICIJENTI EFEKTIVNOSTI KORIŠTENJA RADNOG VREMENA  $k_i$

Uslovi rada	Laki $k_i = 0,80$	Srednji $k_i = 0,65$	Teški $k_i = 0,50$
Materijal	rastresita zemlja, suha glina, uglj	pijesak, šljunak, šljaka	nabijena zemlja, vlažna glina, kamen
Zona rada	širok prostor, suho tlo	talasasti teren, dosta zakrčen	vlažan teren, klizav, mekan, skučen prostor
Putevi	stalno održavani	povremeno održavani	neodržavani
Zona istovara	širok prostor	zakrčen prostor, mek teren	skučen prostor, vlažan, mek
Saobraćaj	nezavisan od javnih puteva i željeznica	ukršćavanje sa javnim putevima i željeznicama	saobraćaj javnim putevima, gradski
Klima	vedro	pretežno vedro	sklono promjenama
Smjena	dnevna	dnevna, ponekad noćna	redovno dn. i noćna
Izbor rukovaoca	dobar	srednji	loš
Kontrola u radu	adekvatna u svim zonama	povremena	minimalna

### 5.7 STVARNI KAPACITET ISKOPA

$$K_s = t_s \times K_c = 11,8 \times 16,2 = 191,2 \text{ (m}^3\text{/dan)} \quad (14)$$

### 5.8 TEORETSKI POTREBAN BROJ STROJEVA

$$B_m = K_d/K_s = 2598/191,2 = 13,6 \text{ mašina} \quad (15)$$

### 5.9 STVARNO POTREBAN BROJ STROJEVA

$$B_{ms} = B_m/S_i = 13,6/0,7 = 19,4 \text{ (usvajamo 20 mašina)} \quad (16)$$

Tabela 6. GUSTINE MATERIJALA U PRIRODNOM I RASTRESITOM STANJU I  
FAKTOR RASTRESITOSTI

Materijal	$\rho_p(\text{kg/m}^3)$	$\rho_r(\text{kg/m}^3)$	$K_r$
Asfalt prirodni	1900	1200	1,60
Bazalt	2900	1700	1,70
Boksit	1900	1350	1,40
Beton, svjež	-	2100	-
Beton, ugražen	2400	1700	1,40
Blato, suho	1500	1200	1,22
Čelik	7850	-	-
Drvo, svježa hrastovina	1200	-	-
Drvo, jelovo suho	400	-	-
Drvena strugotina	-	250	-
Granit	2800	1650	1,70
Glina, suha	1800	1400	1,30
Glina, vlažna	2100	1600	1,30
Gips	2550	1460	1,75
Kreč	2300	1450	1,60
Krečnjak	2600	1600	1,60
Kamen i stijene, lomljene	2075	1550	1,35
Pepeo	850	550	1,54
Pijesak suh	1900	1150	1,65
Pijesak, vlažan	1600	1450	1,10
Pješčar	2500	1550	1,60
Ruda bakra	2250	1670	1,35
Ruda gvoždja - pirit	5000	3000	1,65
Ruda gvoždja - hematit	4800	2160	2,22
- Snijeg, suh	100	-	-
Snijeg, vlažan	700	-	-
Šalitra	2200	1450	1,50
Šljunak, svježe iskopan	2200	1900	1,15
Šljunak 5 do 50 mm, suh	1900	1750	1,10
Šljunak 5 do 50 mm, vlažan	2200	2000	1,10
Škriljac	2800	1750	1,60
Treset, suh	650	450	1,40
Ugalj antracit	1500	1100	1,35
Ugalj briket	1120	810	1,39
Voda, čista	1000	1000	-
Zemlja, suha	1700	1350	1,25
Zemlja, vlažna	2000	1600	1,35
Zemlja sa pijekom i šljunkom	1850	1670	1,10

### 5.10 AMORTIZACIJA STROJNOG PARKA

#### 1. Satna amortizacija jednog stroja

$$A_{1h} = (C_a - C_p)/t = (50.000 - 0)/10.000 = 5 \text{ USD/h}$$

(17)

gdje je:

$C_a$  = nabavna cijena stroja

$C_p$  = preostala tržišna vrijednost stroja

$t$  = prosječan vijek trajanja stroja

$C_p = 0$  jer se strojevi po završetku posla ne mogu prodati

$t = 10.000$  (h) iz tabele br. 7 za srednje uvjete rada

Tabela 7. OČEKIVANI PROSJEČNI VIJEK STROJA  $t$  (h)

Vrsta stroja	Uvjete rada		
	Laki	Srednji	Teški
Buldozer gusjeničar	12000	10000	8000
Utovarivač gusjeničar	12000	10000	8000
Utovarivač točkaš	12000	10000	8000
Bager	12000	10000	8000
Skreper	12000	10000	8000
Grejder	15000	12000	10000
Polagač cijevi	15000	12000	10000
Utovarivač balvana	12000	10000	8000

2. Broj sati rada svakog stroja

$$B_h = R_d \times t_e = 77 \times 11,8 = 908,6 \text{ (h)} \quad (18)$$

3. Amortizacija jednog stroja

$$A_1 = A_{1h} \times B_h = 5 \times 908,6 = 4\,543 \text{ USD} \quad (19)$$

Prema tome, amortizacija čitavog strojnog parka angažiranog na iskopu ovog drenažnog kanala će biti:

$$A = A_1 \times B_m = 4\,543 \times 13,6 = 61\,784,8 \text{ USD} \quad (20)$$

### 5.11 TROŠKOVI NABAVKE GORIVA

1. Troškovi nabavke goriva za efektivni sat rada jednog stroja

$$T_{D1} = 0,3 \times P_{pm} \times f_g \times c \quad (21)$$

gdje je:

$P_{pm}$  = snaga pogonskog motora stroja

$f_g$  = faktor potrošnje goriva

$$T_{D1} = 0,3 \times 120 \times 0,7 \times 0,5 = 12,6 \text{ USD/h}$$

$f_g = 0,7$  prema tabeli br. 9 za srednje uvjete rada

$c = 0,5$  (USD/l) lokalna cijena goriva

Tabela 8. FAKTOR KOREKCIJE VRIJEDNOSTI  $f_v$ 

Godine starosti stroja	Faktor $f_v$
1	1,00
2	0,75
3	0,67
4	0,63
5	0,60
6	0,57
7	0,55
8	0,54
9	0,53
10	0,52

Tabela 9. FAKTOR POTROŠNJE GORIVA  $f_g$ 

Vrsta stroja	Uslovi rada		
	Laki	Srednji	Teški
Buldozer gusjeničar	0,60	0,70	0,80
Utovarivač gusjeničar	0,50	0,65	0,80
Utovarivač točkaš	0,45	0,55	0,65
Hidraulični bager	0,50	0,70	0,90
Skreper bez elevatora	0,40	0,50	0,60
Skreper sa elevatorom	0,45	0,55	0,65
Grejder	0,40	0,50	0,60
Polagač cijevi	0,35	0,45	0,55
Utovarivač balvana	0,45	0,55	0,65

Prema tome, troškovi za nabavku goriva za sve strojeve angažirane na iskupu ovog drenažnog kanal biti će:

$$T_D = T_{d1} \times B_h \times B_m = 12,6 \times 908,6 \times 13,6 = 155\,698 \text{ USD} \quad (22)$$

#### 5.12 TROŠKOVI ZA NABAVKU SERVISNIH MATERIJALA (FILTERA I SREDSTAVA ZA PODMAZIVANJE)

$$T_{pf} = T_D \times f_{pf} = 155\,698 \times 0,3 = 46\,709 \text{ USD} \quad (23)$$

$f_{pf} = 0,3$  usvojeno iz tabele br. 10

Tabela 10. FAKTOR SERVISNIH MATERIJALA  $f_{pf}$ 

Vrsta strojeva	$f_{pf}$
Buldozer	0,10-0,20
Utovarivač gusjeničar	0,10-0,15
Utovarivač točkaš	0,10-0,25
Bager	0,25-0,45
Skreper	0,10-0,15
Polagač cijevi	0,15-0,20
Utovarivač balvana	0,15-0,25

### 5.13 TROŠKOVI POPRAVKE SVIH STROJEVA

#### 1. Troškovi popravka 1 stroja

$$T_{01} = C_a \times f_o = 50.000 \times 0,06 = 3.000 \text{ USD} \quad (24)$$

$f_o = 0,06$  usvojeno iz tabele br. 11 za srednje uslove rada

Tabela 11. FAKTOR POPRAVKA  $f_o$

Vrsta stroja	Uvjeti rada		
	Laki	Srednji	Teški
Buldozer, pretežno guranje	0,07	0,09	0,13
Buldozer, pretežno ripovanje	0,09	0,13	0,17
Utovarivač gusjeničar	0,07	0,09	0,13
Utovarivač točkaš	0,04	0,06	0,09
Bager	0,04	0,06	0,08
Skreper bez elevatora	0,05	0,07	0,09
Skreper sa elevatorom	0,06	0,03	0,10
Grejder	0,03	0,05	0,07
Polagač cijevi	0,02	0,03	0,04
Utovarivač balvana	0,05	0,08	0,11

#### 2. Troškovi popravke i stroja obračunati su po satu vijeka trajanja

$$T_{01h} = T_{01}/t = 3.000/10.000 = 0,3 \text{ USD/h} \quad (25)$$

Prema tome troškovi popravke svih strojeva koji su angažirani na ovom poslu za vrijeme njihovog trajanja će biti:

$$T_o = T_{01h} \times B_h \times B_m = 0,3 \times 908,64 \times 13,6 = 3.707 \text{ USD} \quad (26)$$

### 5.14 TROŠKOVI NABAVKE PNEUMATIKA PO EFEKTIVNOM SATU STROJA

$$T_{G1} = C_p/t_g = C_p/5.000 (f_{VP1} \dots \times f_{VP7}) \quad (27)$$

$$T_{G1} = 3.800/5.000 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,7 = 1,2 \text{ USD/h}$$

gdje je:

$C_p$  = nabavna cijena pneumatike

$t_g$  = vijek trajanja pneumatike

$f_{VP1}$  = faktori vijeka trajanja pneumatike

$C_p = 3.800 \text{ USD}$  lokalna cijena kompleta pneumatika

Prema tabeli cijena pneumatike T-13

$f_{VP1} = 0,9$  za utovarni stroj, približno važi za bager

$f_{VP2} = 1,0$  pravolinijsko kretanje

$f_{VP3} = 1,0$  ravan put

$f_{VP4} = 1,0$  bez preopterećenja

$f_{VP5} = 1,0$  vrlo sporo kretanje



$f_{vp6} = 1,0$  zemlja bez kamena

$f_{vp7} = 0,7$  po bespuću

Prema tome cijena za nabavku pneumatika za sve strojeve angažirane na iskopu drenažnog kanala će biti:

$$T_G = T_{g1} \times B_h \times B_m = 1,2 \times 908,6 \times 13,6 = 14.824 \text{ USD} \quad (28)$$

Tabela 12. VIJEK TRAJANJA PNEUMATIKA  $t_g$  (h)

Vrsta stroja	Uvjeti rada		
	Laki	Srednji	Teški
Utovarivač	3000	2000	1000
Bager točkaš	9000	6000	3000
Skreper	4000	3000	2000
Grejder	5000	3000	2000
Utovarivač balvana	3000	2000	1000

Tabela 13. FAKTORI VIJEKA PNEUMATIKA

	$F_{VPi}$
Faktor položaja točkova	$f_{vp1}$
Vučeni točkovi	1,0
Prednji točkovi	0,9
Vučni točkovi:	
Zadnji točkovi, damper, istovar unazad	0,8
Srednji, noseći točkovi	0,7
Skreper vučni točkovi	0,7
Skreper vučeni točkovi	1,0
Utovarivač	0,9
Dozer	0,6
faktor puta	$f_{vp2}$
Prav put	1,0
Umjereno krivudav put	0,9
Veoma krivudav put	0,8
Faktor uspona	$f_{vp3}$
Put bez uspona	1,0
Put sa usponima do 6 %	0,95
Put sa usponima od 6 do 15 %	0,8
Put sa usponima preko 15 %	0,7
Faktor preopterećenja	$f_{vp4}$
Bez preopterećenja	1,0
Sa preopterećenjem od 20 %	0,8
Sa preopterećenjem od 40 %	0,5

Faktor brzine kretanja	$f_{vp5}$
Brzina ispod 15 km/h	1,0
Brzina od 15 do 30 km/h	0,85
Brzina od 30 do 50 km/h	0,7
Brzine iznad 50 km/h sa sadašnjim pneumaticima nisu predviđene za kretanje van uređenih puteva	
Faktor podloge	$f_{vp6}$
Meka zemlja bez kamena	1,0
Tvrda zemlja, sa uključcima oblog kamena	0,9
Dobro održavani, pošljunčani put	0,95
Loše održani pošljunčani put	0,8
Lomljeni kamen	0,6
Faktor stanja puteva	$f_{vp7}$
Odljučno održavani putevi	1,0
Osrednje održavani putevi	0,9
Vrlo loše održavani putevi	0,7

Tabela 14. OČEKIVANI VIJEK TRAJANJA POTROŠNIH DIJELOVA  $t_o$  (h)

Potrošni djelovi	Uvjeti rada		
	Laki	Srednji	Teški
Riperski šiljci	100	50	10
Štitnici peta ripera	1500	750	150
Riperske pete	10000	5000	1000
Dozerski nož	500	300	200
Zibi daske utovarivača	300	200	100
Nož korpe utovarivača	3500	2000	500
Noževi skreperske korpe	750	500	250

### 5.15 REKAPITULACIJA TEHNIČKO-EKONOMSKI POKAZATELJA

Za izvršenje iskopa drenažnog kanala iz postavljenog zadatka potrebno je planirati 20 strojeva da bi imali u eksploataciji prosječno 13,6 strojeva svaki dan.

Pri tome će strojevi na ovom poslu imati slijedeće troškove:

- troškovi amortizacije	A =	61.784,8 USD
- troškovi za nabavku goriva	$T_D$ =	155.698,0 USD
- troškovi za nabavku servisnih (potrošnih) materijala	$T_{pf}$ =	46.709,0 USD
- troškovi vanrednih popravki	$T_o$ =	3.707,4 USD
- troškovi zamjene pohabanih pneumatika	$T_G$ =	14.824,0 USD
Ukupni troškovi	$T_q$ =	282.723,2 USD

Pri ovim tehnoeconomskim uvjetima troškovi po jedinici iskopanog materijala će biti:

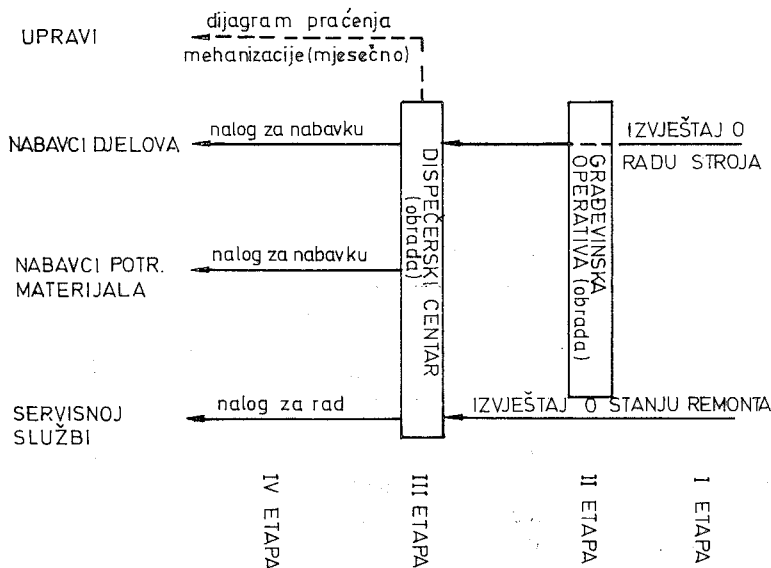
$$T = T_q / Q = 282.723,2 / 200.000 = 1,4 \text{ (USD/m}^3\text{)} \quad (29)$$

U ove troškove nisu uračunati troškovi transporta i povratka stroja sa radnog lokaliteta i plaće sa doprinosima za rukovoaoce i servisno osoblje, koji ovise od lokalnih platnih uslova.

Metodologija, izložena tokom rješavanja zadatka iz primjera predstavlja logičan put za realno dimenzioniranje strojnog parka za konkretan posao na zemljanim radovima i realan metod pretpostavljenih direktnih troškova.

## 6. TOK INFORMACIJA SISTEMA U RADU

Da bi se ostvarilo upravljanje sistemom u radu i da bi se postigli planirani ciljevi potrebno je ostvariti kvalitetan sistem informacija a zatim i kvalitetnu analizu rezultata. Jedan od načina vođenja dokumentacije, koji je osnovan na svakodnevnoj izradi izvještaja o radu strojeva bio je primjenjen na gradilištu. Postupak je podijeljen u četiri etape, koje su prikazane na slici broj 7.

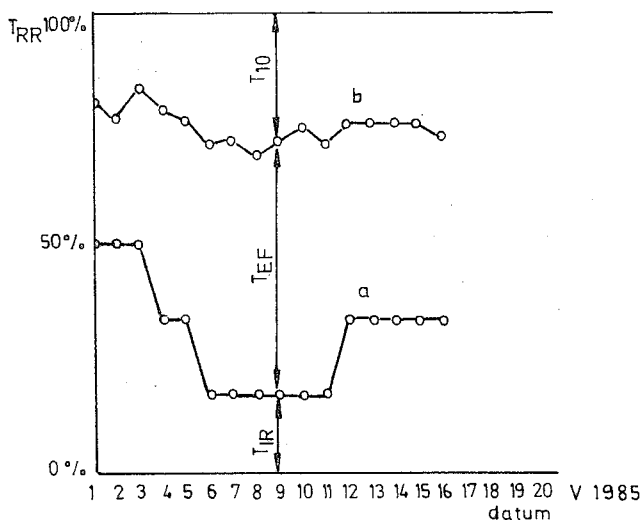


Slika 7. SHEMA TOKA DOKUMENTACIJE SISTEMA S MEHANIZACIJOM

Svi podaci se upisuju u liste praćenja mehanizacije. Analizom podataka iz liste sastavljaju se dijagrami ponašanja mehanizacije u eksploataciji. Ordinate predstavljaju broj radnih sati svih strojeva istog tipa, koje mogu ostvariti u redovnim smjenama.

To je maksimum i označava sesa 100 %. Linija "a" predstavlja izgubljeni kapacitet, zbog strojeva izvan funkcije. Prostor između linija "a" i "b" je efektivno vrijeme rada strojeva. Prostor između linije "b" i maksimuma je neiskorišteno vrijeme zbog zastoja, pauzi i slično. Oznake na slici broj 8 znače:  $T_{IR}$  = vrijeme strojeva izvan upotrebe,  $T_{EF}$  = efektivno vrijeme rada strojeva i  $T_{IO}$  = izgubljeno vrijeme na organizacione zastoje.

Iz dijagrama za duže vremensko razdoblje mogu se uočiti vrijedni podaci o ponašanju mehanizacije, kao na primjer broj efektivnih sati rada, izgubljeni kapaciteti zbog remonta, organizacioni zastoji, provjera faktora korištenja radnog vremena i sl. Odgovarajućim analizama dobiju se osnove za organizacione i upravljačke zahvate u sistemu, ukoliko je to potrebno iz bilo kojih razloga.



Slika 8. DIJAGRAM MEHANIZACIJE U EKSPLOATACIJI

Dokumentirani sistem informacija daje osnove za operaciona istraživanja a korisna su i za upravljanje, marketing i vođenje poslovne politike.

## 7. PLAN OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA

Praćenje mehanizacije u eksploataciji daje mogućnost za ocjenu stvarnog stanja. Sve korištene metode u fazi projektiranja i pripreme su iskustvene i te su u prosječnim okvirima. Izvođač radova ima interes da dopunjava svoje iskustvo i da provjerava faktore i parametre iz pripremnog rada. Podaci, metode i kriteriji, opisani u prethodnim poglavljima rezultat su iskustva pa mogu poslužiti za usporedbu. Svaki faktor funkcioniranja sistema, koji se razlikuje od opisanih treba razmotriti. Ako je vrijednost negativna, treba ispitati zbog čega se javlja i na koji način se može poboljšati. Isto tako je podložan ispitivanju i slučaj povoljne vrijednosti. Ako je npr. praćenjem potrošnje pneumatika ustanovljeno da je nakon 2500 sati rada izašao van upotrebe i taj podatak je uzrokovao ispitivanje pa je ustanovljeno da rukovalac vozi malom brzinom, malo puni radni organ, da pravi česte paze i slično. Vidi se da svi efekti uštede na vijeku trajanja guma nestaju pred činjenicom malog učinka stroja. Ili suprotan slučaj, da se npr. utvrdilo trajanje guma svega 1000 sati. Ispitivanjem se utvrdilo da rukovalac previše zahvata radnim organom, da radi velikom brzinom. U ovo slučaju treba upozoriti rukovaoca da poštuje tehnologiju rada ili ga smijeniti. Može se dogoditi da osim skraćenog vijeka guma nema drugih posljedica, ali je učinak stroja vrlo visok, pa se može pomiriti s tim u interesu proizvodnje.

Iskustvo s ovog projekta govori da je najpouzdanije operaciono istraživanje bazirano na praćenju sati rada i zastoja mehanizacije. Pored metoda istraživanja vremena i kapaciteta važno je istraživati odnos potrošnje goriva i maziva.

Ovo je bitno za utvrđivanje nivoa servisne djelatnosti u sistemu. Ova istraživanja vrše se kvartalno.

Operaciona istraživanja se planiraju tako da se utvrdi:

- ciljevi koji se žele postići
- broj i vrsta istraživanja
- lica zadužena za istraživanja
- organizacija sakupljanja i sređivanja podataka
- periodičnost istraživanja
- obaveznost korištenja ili primjene rezultata istraživanja.

U slučajevima kada izvođač iz bilo kojih razloga ne izvodi istraživanja tada proizvođač delegira svog eksperta, koji sakuplja podatke i vrši istraživanja za račun i potrebe proizvođača.

## LITERATURA:

1. Dombrovskij A. (1983): Stroitelnije mašini, Mašinstroenie, Moskva.
2. Fenin I. (1970): Mehanizirovanije srestva na gidromeliorativnih rabotah, Gosizdat, Moskva.
3. Gereš D. (1987): Drenaža zaslanjenih tala u aridnim područjima Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 4, DONH, Zagreb
4. Škrobalj M. (1983): Metod praćenja mehanizovanog sistema u radu, Agrotehničar, Zagreb
5. Škrobalj M. (1984): Uporedna analiza potrošnje goriva i ulja na velikim mehanizovanim sistemima, OMO, Beograd
6. Trbojević B. (1977): Građevinske mašine, Graševinska knjiga, Beograd
7. Caterpillar handbook, (1984)
8. IHC earthmowing principles, (1985)
9. Projekti i faze projekta AIK "Dujailah", Beograd (1976-1978)

## OSNOVNI PROJEKTO-IZVEDBENI ELEMENTI CRPNIH STANICA

D. MIHELČIĆ\*, I. ČOSIĆ\*\*

### 1. UVOD

Povećanje poljoprivredne proizvodnje prioritetan je zadatak postavljen u svim temeljnim dokumentima razvoja naše zemlje. Posljednjih nekoliko godina ulažu se velika sredstva i napori u uređenje zemljišta bilo da se radi o osvajanju novih površina pretvarajući neuređeno zemljište u plodne oranice ili stvaranju uvjeta za povećanje prinosa po jedinici površine. U Hrvatskoj su takve aktivnosti najznačajnije u području srednjeg i donjeg toka rijeke Save i njezinih pritoka kao što su Črnc polje, Lonjsko polje, Crnac polje, Jelas polje, zatim područje uz rijeku Dravu te na pojedinim dalmatinskim slivovima posebno rijeke Cetine i Neretve.

Budući se radi o nizinskim područjima smještenim uz veće vodotoke sa visokim nivoima podzemnih i zaobalnih voda, u okviru odnrodnog sustava redovito se pojavljuje potreba primjene mehaničke odvodnje. Posebno aktuelan problem odvodnje postaje izvedbom drenaža kada pravovremeno odvođenje viška vode postaje neophodno. Dakle funkcioniranje cjelokupnog odvodnog sustava mora biti pod kontrolom i neovisno o vodostajima u recipijentima. Da bi se ovaj uvjet zadovoljio, neophodno je na kraju odvodnog sustava predvidjeti objekte za upuštanje vode u rijeke, kanale ili retencije koji će omogućiti održavanje dopuštenih nivoa vode u kanalskoj mreži. U slučaju nižih vodostaja u recipijentima ovo se postiže izgradnjom ustava za gravitacionu evakuaciju zaobalnih voda. Međutim, kako se u pravilu ne može uvijek primijeniti gravitaciona odvodnja, bilo zbog neodgovarajućih ispusnih građevina a najčešće visokih vanjskih vodnih nivoa u glavnom recipijentu, to mehanička evakuacija vode pomoću crpnih stanica postaje nužnost. Vrlo je čest slučaj kombinacije gravitacione i mehaničke odvodnje, bilo u jednom objektu, bilo izgradnjom ustave u neposrednoj bilizini crpne stanice u krajnjoj najnižoj točki odvodnog sustava. Budući da je to gotovo redovito slučaj kod većih recipijenata (Save, Drave, Neretve, Cetine i dr.), i ovi su objekti od posebnog značenja, te im u procesu planiranja i postavljanja odvodnog sustava treba posvetiti naročitu pažnju, kako u izboru lokacije, tako i u pravilno postavljanju koncepta samih objekata.

U knjizi 3 Priručnika za hidrotehničke melioracije obrađeni su elementi dimenzioniranja crpnih stanica kao i geomehanička i hidraulička stabilnost crpnih stanica, dok će se u ovom radu prikazati osnovni projektno-izvedbeni elementi ovih vrlo značajnih objekata.

### 2. OSNOVNA KONCEPCIJA CRPNIH STANICA

U građevinskom smislu crpna stanica sastoji se od više dijelova koji, povezani u cjelinu, čine jedinstveni objekt za mehaničku odvodnju. O lokaciji objekta, mogućnostima izgradnje, uvjetima temeljenja kao i karakteristikama recipijenta ovisi i koncepcija samog objekta. Osnovni dijelovi jedne crpne stanice su strojarnica, dovodni kanal sa crpnim bazenom i tlačni cjevovod sa ispusnom građevinom.

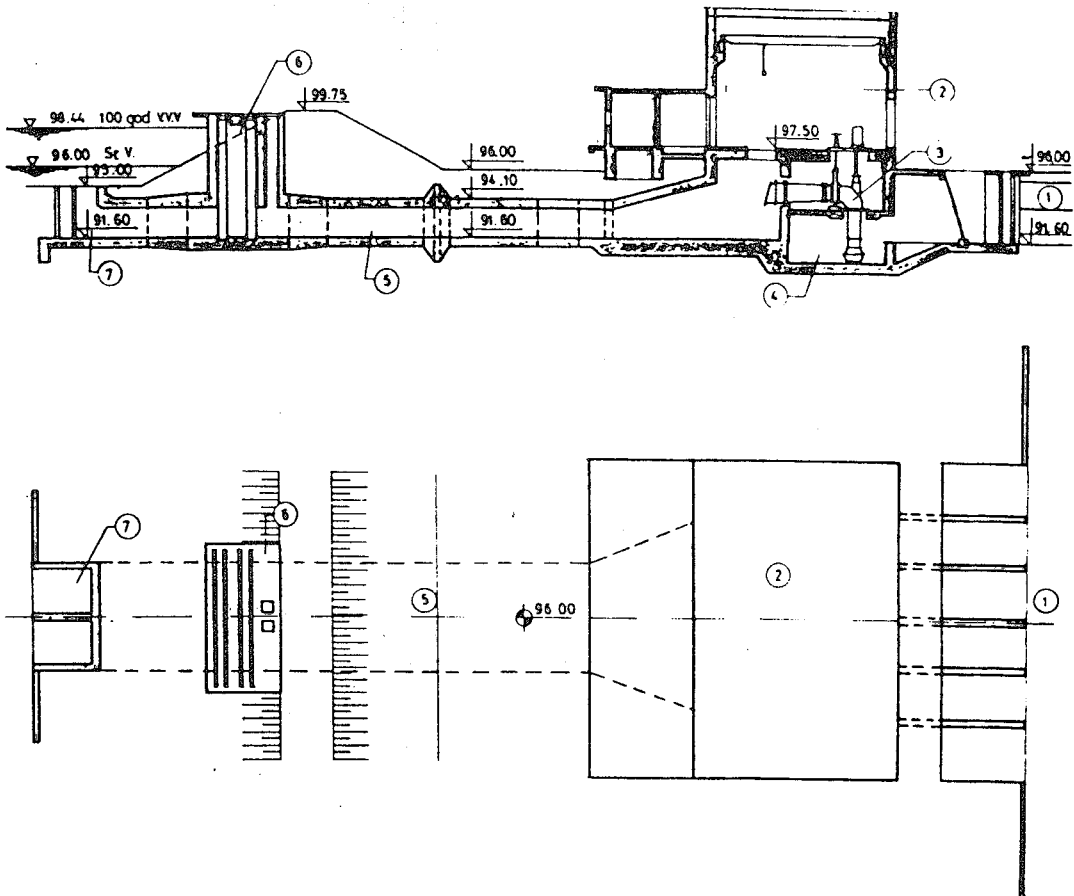
Dovodnim kanalom koji se neposredno ispred crpne stanice proširuje u kompenzacioni bazen dovodi se voda sa melioracionog područja do strojarnice, odnosno usisnog bazena crpne stanice, odakle se zahvaća crpkama i tlači kroz čelične cijevi ili tlačne betonske kanale u recipijent. Ovi betonski tlačni kanali mogu ujedno služiti i kao gravitacijski ispusti, odakle preuzimaju funkciju ustave u uvjetima kad su vodostaji u zaobavlju viši od vodostaja u recipijenti.

U slivu rijeke Save na ovaj način izvedeno je nekoliko većih crpnih stanica kao što su Migalovici Grlić, Davor, Mahovo i Okoli kao i niz manjih.

\* Dragutin MIHELČIĆ, dipl.inž.grad., "HIDROPROJEKT" Zagreb

\*\* Ilija ČOSIĆ, dipl.inž.grad. VRO Zagreb, OOUR "VODOPRIVREDA" Kutina

Na slici 1. prikazana je crpna stanica "Okoli" kapacitete  $7,8 \text{ m}^3/\text{sec}$  kao primjer takve izvedbe.



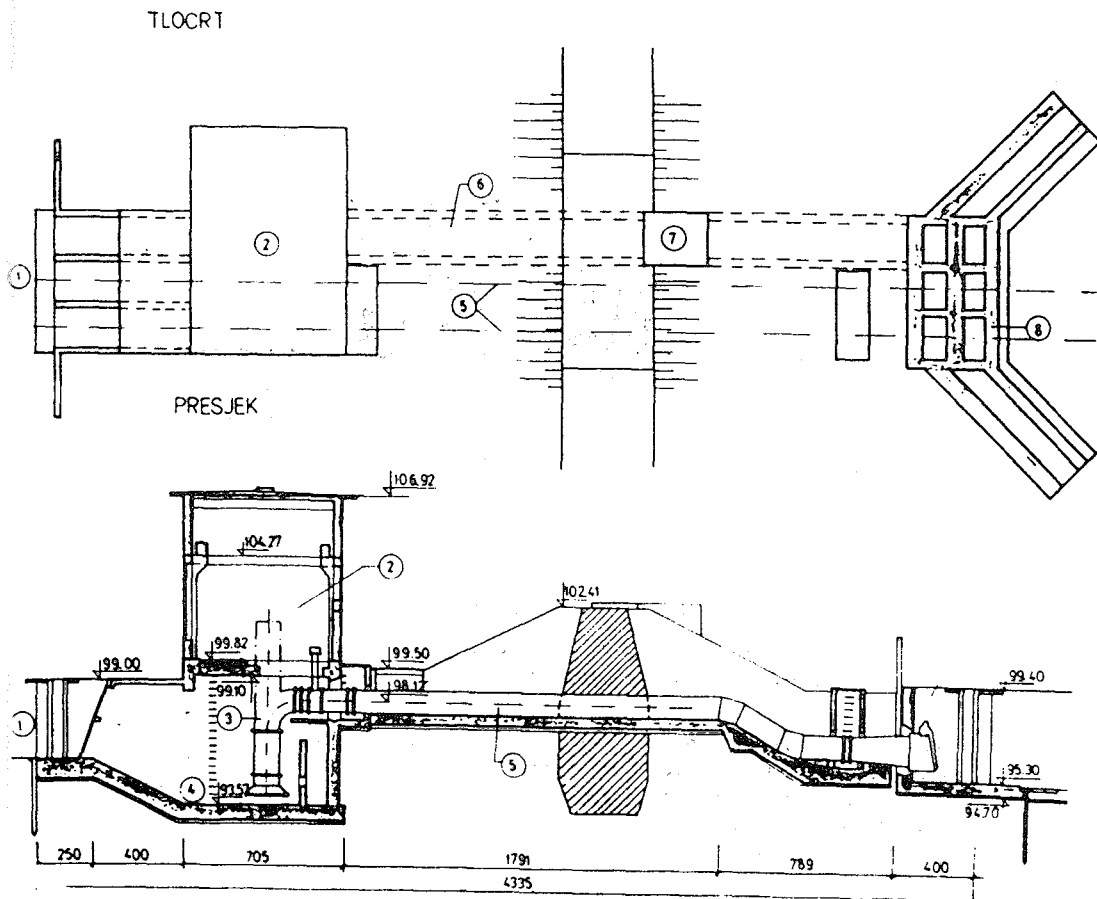
SI. 1 CRPNA STANICA "OKOLI" KAPACITETA  $7,8 \text{ m}^3/\text{sec}$

- (1) kompenzacijski bazen, (2) strojarnica, (3) crpka, (4) crp. bazen,  
(5) tlačno-gravitacijski kanal, (6) zatvaračnica, (7) izljevna glava

Osnovna karakteristika ovakvog objekta je izvedba kompaktnog postrojenja koje će uz mehaničku omogućiti i gravitacionu odvodnju u slučaju nižeg vodostaja u recipijenti. U određenom smislu ovako koncipiran objekt ima neke prednosti u sigurnosnom i ekonomskom pogledu. Naime, izvedbom jednog armiranobetonskog cjevovoda, proboj nasipa vrši se samo na jednom mjestu pa je umjesto da se posebno rješava gravitacijska odvodnja izvedbom ustave, na ovaj način omogućena jednim objektom i mehanička i gravitaciona odvodnja.

Crpne stanice manjeg kapaciteta od  $1,5 - 6,0 \text{ m}^3/\text{sec}$  izvode se uglavnom kao objekti s odvojenom mehaničkom i gravitacionom odvodnjom. Iako unutar jednog objekta, funkcije su odvojene, tako da svaka crpka ima svoj tlačni čelični cjevovod dok je posebno predviđen gravitacijski ispust.

Na slici 2. prikazani su osnovni podaci i koncepcija jednog takvog izvedenog objekta - crpne stanice Obedišće kapaciteta  $4,0 \text{ m}^3/\text{sec}$  i gravitacijskog ispusta dimenzioniranog na 25 god. veliku vodu.



SI. 2 CRPNA STANICA "OBEDIŠĆE" KAPACITETA 4,0 m<sup>3</sup>/sec

- (1) kompenzacijski bazen, (2) strojnica, (3) crpka, (4) usisni bazen,  
 (5) tlačni cjevovod, (6) gravitacijski kanal, (7) zatvaračnica, (8) izljevn glava

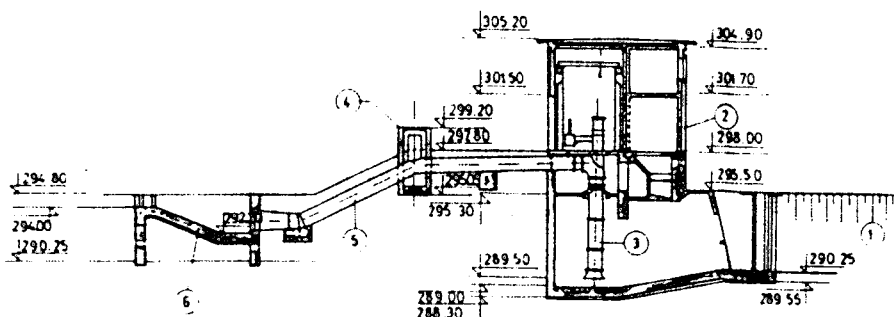
U ovako koncipiranom objektu svaka crpka priključena je na svoj tlačni čelični cjevovod, koji je spojen sa armirano betonskom izljevnom komorom na strani recipijenta. Tlačni cjevovod u ovakovom slučaju mora biti zaštićen povratnom zaklopkom, a u većini slučajeva ugrađuju se i zasuni s ručnim ili električnim pogonom dok se na gravitacijskom ispustu ugrađuju tablasti zatvarači smješteni u armirano-betonskoj zatvaračnici.

Mogućnost da se izbjegnu uređaji za zatvaranje u većim cjevovodima te da se na taj način uštedi na prostoru i na gubitku pritiska, pruža primjena sifon-principa u tlačnim cjevovodima. Takve teglice primjenjuju se i tada kad nije moguće položiti tlačni cjevovod horizontalno već se njime mora prijeći preko terenskog uzvišenja - nasipa na primjer. Teglica se primjenjuje isto tako kada se horizontalne velike ispusne cijevi s povratnom klapnom ne mogu postaviti sasvim ispod razine vode uslijed niskog vodostaja u recipijentu.

Primjerj za ovakovo rješenje je crpna stanica "Vedrine" u Sinjskom polju prikazana na slici 3, gdje je objekt crpne stanice također odvojen od gravitacijske odvodnje.



## PRESJEK

SI. 3 CRPNA STANICA "VEDRINE" KAPACITETA 9,0 m<sup>3</sup>/sec

- (1) kompenzacijski bazen, (2) strojarnica, (3) crpka, (4) usisno- tlačni uređaj,  
(5) tlačni cjevovod, (6) izljevna građevina

Kod ovako koncipiranih crpnih stanica tlačni cjevovodi moraju se tako postaviti da vrh teglice leži dovoljno visoko iznad najvišeg nivoa vode na tlačnoj strani crpne stanice. Vrh teglice mora imati uređaj za evakuaciju zraka iz cjevovoda prilikom puštanja postrojenja u pogon. Također je neophodan i automatski uređaj za upuštanje zraka u teglicu u slučaju da crpka ispadne iz pogona odnosno kada dolazi do prestanka rada crpne stanice.

### 3. STROJARNICA I POMOĆNI UREĐAJI

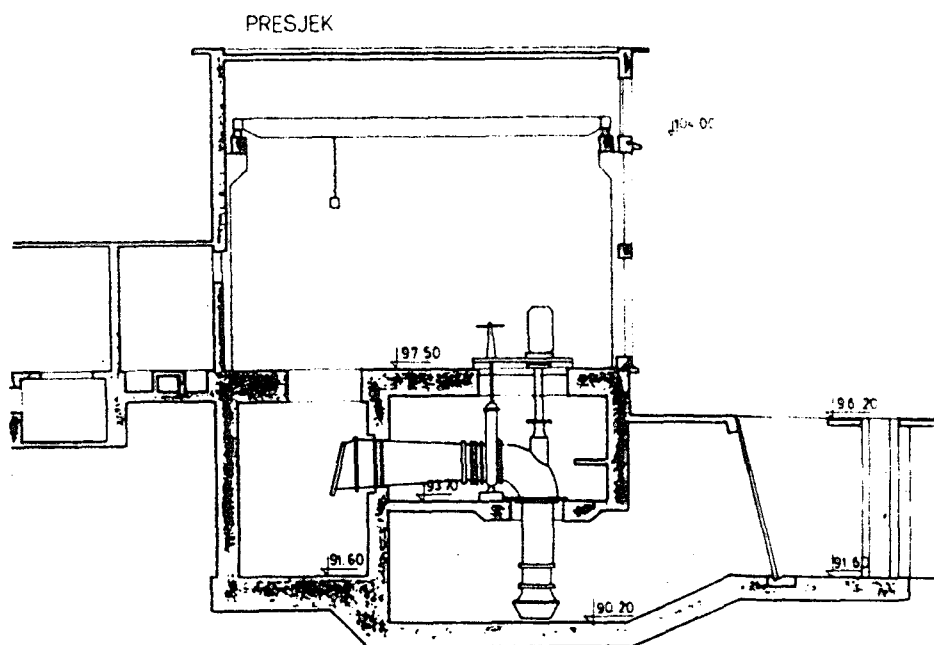
Kao što je u dosadašnjem dijelu prikaza istaknuto, crpna stanica se sastoji od nekoliko osnovnih dijelova koji povezani daju jednu funkcionalnu cjelinu. Najznačajniji i najkompliciraniji dio je strojarnica kao centralni dio crpne stanice sa funkcijom smještaja i zaštite hidromehaničke, strojarske i elektroopreme te osoblja za upravljanje radom samog objekta.

U pravilu kota poda strojarnice nalazi se iznad najviših mogućih vodostaja zaobalnih voda, a ako je to moguće i iznad maksimalnih voda odvodnog recipijenta. Ovaj drugi uvjet vrlo je teško postići uz velike rijeke Savu, Dravu, npr. gdje su oscilacije vodostaja vrlo velike, a područje koje se odvodnjava zaštićeno nasipima. Ovo je osobito važno imati na umu pri konstrukciji objekta unutar kojeg je predviđen i gravitacioni ispušt.

Slika 4. za primjer prikazuje - presjek kroz jednu strojarnicu crpne stanice za odvodnju melioracionog areala.

Na ulaznom dijelu u crpnu stanicu, a ispred crpnih bazena postavljaju se rešetke koje se u pravilu oslanjaju na poslužni most predviđen iznad svih crpnih bazena. Da bi se osigurala kontinuirana protočnost kroz rešetke, potrebno je predvidjeti čišćenje koje može biti automatsko, poluautomatsko ili čistilicom na ručni pogon. Izbor uređaja za čišćenje ovisan je o vrsti i intenzitetu dolaska otpadnog materijala (lišće, kukuruzovina, granje itd.), čemu treba posvetiti potrebnu pažnju, kako se ne bi

dogodilo da uslijed eventualnog začepljenja rešetki dođe do stvaranja uspora u dovodnom kanalu a time i u melioracionom području.



Sl. 4 PRESJEK KROZ STROJARNICU CRPNE STANICE

Ispred rešetki na dovodnom dijelu potrebno je predvidjeti utore i most za ugradnju grednih zapornica, pomoću kojih je moguće osigurati montažu ili remont crpki i rešetki u suhom.

Kod projektiranja crpnih stanica sama konstrukcija objekta prilagođena je strojarskoj i hidromehaničkoj opremi. U slučaju kao na slici 4. primijenjena je propelerna crpka vertikalne izvedbe sa dva temeljenja. S obzirom da međuprostor može doći pod vodu uslijed većih zaobalnih voda, potrebna je nepropusna izvedba, dok je pod strojarnice na kojem se nalaze pogonski elektromotori smješten iznad najviših unutrašnjih vodostaja.

Ugrađivanje i sastavljanje crpki prilikom montaže ili remonta mora biti osigurano izvedbom dovoljno velikih otvora, a obzirom na težinu pojedinih elemenata nužna je primjena mosne dizalice odgovarajuće nosivosti.

U slučaju kad postoji kombinirana gravitaciona i mehanička odvodnja putem jednog objekta sa zajedničkim tlačnim ispusnim cjevovodima, potrebno je u svrhu zaštite od vanjske vode predvidjeti selekzione zatvarače unutar strojarnice s kojim se vrši promjena režima rada crpne stanice s gravitacione na mehaničku odvodnju i obratno.

Osim ovih selekcionih zatvarača obično se u kruni nasipa u odgovarajućoj komori postavljaju glavne i pomoćne zapornice, izvedene kao tablasti zatvarači za zaštitu objekta i branjenog područja od mogućeg prodiranja visokih unutrašnjih voda odvodnog recipijenta, a u slučaju kvara ili potrebnog remonta crpne stanice.

Osim za smještaj i zaštitu strojarske i hidromehaničke opreme unutar samog objekta crpne stanice, potrebno je predvidjeti prostor za elektroopremu, komandnu prostoriju za upravljanje i kontrolu rada objekta, sanitarni čvor, te eventualno pomoćne prostorije.

## 4. ELEKTROOPREMA CRNIH STANICA

Tehničko rješenje crpnih stanica u građevinskom i hidromehaničkom smislu omogućava kompletno opremanje pogonskog dijela stanice sa svim potrebnim električnim instalacijama. Na taj način osigurava se neovisan i siguran rad uz izvedbu za ovu vrstu postrojenja optimalne automatizacije sa svom potrebnom zaštitom.

Električna instalacija svake crpne stanice sastoji se od:

- visokonaponskog dijela preko kojeg je stanica priključena na mrežu u svrhu energetskog napajanja,
- energetskih transformatora za transformaciju visokog napona na radni napon motornog pogona i kućne potrošnje,
- uređaja za energetski priključak pogonskih motora glavnih crpki,
- uređaja automatike i zaštite sa komandnim pultom preko kojeg se vrši nadzor pogona i proizvoljno i automatsko upravljanje,
- uređaja za mjerenje potrošnje električne energije,
- električne instalacije i uzemljenja izvedenog u temelju objekta i potencionalnog uzemljenja te gromobrana.

U izvedbi automatike, prema tehnološkim zahtjevima, mora biti omogućeno automatsko upravljanje a proizvoljno i ručno. Kod ručnog upravljanja izbor režima odvodnje određuje strojar iz komandne prostorije, a kod automatskog upravljanja sve radnje uključivanja i isključivanja pojedinih crpki odvijaju se automatski na bazi praćenja vanjskih i unutarnjih vodostaja. U oba ova slučaja upravljanja, svi ostali uvjetovani procesi i zaštita djeluju potpuno neovisno i automatski.

## 5. KONSTRUKCIJA I IZVEDBA

U građevinskom smislu crpna stanica oblikuje se na temelju projekata i podataka za ugradnju hidromehaničke i elektrostrojarske opreme. U osnovi sastoji se iz podzemnog i nadzemnog dijela. Podzemni dio crpne stanice temeljen je na armirano-betonskoj ploči na kojoj se izvode armirano betonski nosivi zidovi koji nose nadzemni dio strojarne. Na armirano betonskoj ploči strojarne treba predvidjeti sloj nearmiranog betona u koji se ugrađuju kanali za razvod elektroinstalacije. U ploči strojarne ostavljaju se otvori za ugradnju crpki, zapornica i ostalih dijelova strojarske opreme.

Vrlo je čest slučaj da se ispod ploče strojarne radi međupodna nosiva ploča na koju su oslonjene crpke. U vertikalnim stijenama između crpilišta i sabire komore odvodnog kanala ostavlja se otvor za prolaz tlačnog cjevoda, koji se nakon montaže brtvi sekundarnim betonom.

Spoj ulaznog dijela crpne stanice s kompenzacionim bazenom kao i izlaznog dijela sa recipijentom osiguran je obično masivnim betonskim krilnim zidovima koji trebaju biti dilatirani od objekta crpne stanice.

Nadzemni dio crpne stanice (prostor strojarne, trafostanice i pomoćnih prostorija) obično je skeletna konstrukcija s ravnim krovom i ispunom zidom od opeke, jednako kao i pojedini zidovi unutar objekta.

Obzirom da crpne stanice u pravilu rade sa stalnom posadom, neophodno je predvidjeti sanitarni čvor sa opskrbom pitkom vodom i odvodnjom otpadnih voda.

Opskrbu vodom najčešće se rješava kopanjem ili bušenjem bunara te ugradnjom hidroforskog uređaja, dok se otpadne vode odvođe u sabirnu jamu i povremeno odvođe.

Cijeli kompleks crpne stanice zajedno sa dovodnim kanalom, kompenzacionim bazenom, odvodnim kanalom i pristupnim putem potrebno je oblikovati u funkcionalnu cjelinu i ograditi.

## 6. TEMELJENJE I ZAŠTITA GRAĐEVNE JAME

Posebna pažnja pri projektiranju, a naravno i izvedbi, mora se posvetiti temeljenju crpnih stanica te zaštiti građevne jame za vrijeme izvođenja objekta, odnosno samog objekta u eksploataciji.

Za crpne stanice karakterističan je njihov specifičan položaj u slivu - locirane su u niskim podvodnim područjima, nerijetko vrlo nepovoljnog geomehaničkog strukturalnog sastava. Tlo je obično slabo nosivo i stišljivo, a često vrlo osjetljivo na problem hidrauličke stabilnosti, u pravilu sa visokim nivoom podzemne vode.

Kao posljedica nepovoljnog sastava tla i visoke razine podzemnih voda, javlja se sklonost materijala da pri pokušaju iskopa građevne jame teče kao žitki mulj, osobito za objekt strojarne kao najnižeg dijela crpne stanice. U takvim uslovima nastaju:

- teški problemi kod iskopa i odvodnjavanja,
- ispiranje, razrahljivanje i zarušavanje tla,
- odizanje, odnosno relaksacija tla na dnu građevne jame.

Također ukoliko u recipijentu u toku eksploatacije nastaju česte i velike oscilacije razine vode, takvu će pojavu pratiti odgovarajuće promjene u denivelaciji vode u području crpne stanice pa su mogući nepovoljni efekti kao:

- povećani rizik hidrauličkog loma tla zbog učestalog približavanja kritičnom hidrauličkom gradijentu,
- povećan rizik koncentriranog vodnog prodora.

Sve ove okolnosti zahtijevaju izuzetno veliku pažnju i oprez prilikom provedbe geomehaničkih istražnih radova, projekta temeljenja objekta, projekta zaštite građevne jame za vrijeme izvođenja objekta kao i zaštite samog objekta u eksploataciji.

Geomehanička i hidraulička stabilnost crpnih stanica obrađena je detaljno u knjizi 3 Priručnika za hidrotehničke melioracije.

Koristeći međutim iskustva koja su se stjecala na projektiranju i izgradnji crpnih stanica kroz zadnjih 20-ak godina osobito u slivu rijeke Save, može se utvrditi slijedeći koncept realizacije temeljenja:

1. Temeljenje crpne stanice treba provesti plitko na armirano betonskoj ploči ili duboko na pilotima;
2. Iskop građevne jame objekta crpne stanice, kompenzacionog bazena i odvodnog kanala treba provesti pod zaštitom iglo- filtera;
3. Izvesti rasteretne bunare u zoni kompenzacionog bazena u cilju trajne zaštite objekta od hidrauličkog loma tla.

## 7. IZGRADNJA CRPNE STANICE

Kao primjer izgradnje jedne crpne stanice navode se ukratko osnovni podaci o pripremi i izvedbi crpne stanice "Okoli" u Stručcu kapaciteta  $7,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Prije same izvedbe objekta potrebno je učiniti niz predradnji da bi se vrijeme građenja, koje je u direktnoj vezi sa troškovima izgradnje objekta, što više smanjilo.

Prije svega, na bazi prethodnih analiza, studija i projekata odvodnje, izvršeno je dimenzioniranje crpne stanice, odabrana najpovoljnija lokacija u smislu funkcioniranja odvodnog sustava te se na temelju toga prišlo izradi projektne dokumentacije.

U prethodnim radovima izvršeno je:

- detaljno geodetsko snimanje lokacije
- geomehanički istražni radovi na temelju kojih su izrađeni:
- projekti temeljenja objekta i zaštite građevne jame za vrijeme izvođenja i eksploatacije crpne stanice
- građevinski projekt crpne stanice
- projekt strojarske i hidromehaničke opreme
- projekt elektroopreme i automatike
- projekt infrastrukture (vodovod, kanalizacija, ceste)

Nakon dovršene projektne dokumentacije i ishodovanih svih potrebnih dokumenata prišlo se izgradnji objekta u tri faze:

- građevinski radovi temeljenja i izvedbe podzemnog dijela objekta crpne stanice
- montažerski radovi i dalekovod
- građevinski radovi na izvedbi strojarnice i pratećih dijelova objekta, kao treća faza radova

Obzirom na izuzetno loše uvjete temeljenja, crpna stanica temeljena je na pilotima jer se nalazi na močvarnom zemljištu gdje je glinoviti sloj materijala do dubine 3,0 m ispod kote terena, a pjeskoviti slabo nosivi materijal debljine 20,0 m.

U prvoj fazi radova izvedena su 84 armirano betonska pilota i to 36 pilota  $\phi 60$  cm i 48 pilota  $\phi 80$  cm, dubine bušotine do 22,0 m.

Završetkom izvedbe pilota započeo je iskop građevne jame strojarnice. Iako predviđen pod zaštitom iglo-filtera, iskop građevne jame izvršen je bez te zaštite uz otežane uvjete rada i stalno crpljenje vode samo muljnim crpkama. Iskop je izvođen koračajućim bagerima, uz stalno prisustvo vode.

Napredovanjem iskopa postavljao se i podložni i beton za temeljnu ploču koja se kasnije izvodila u suhom.

Izlaskom objekta iz podzemne vode radovi su znatno olakšani i dovršeni u zadanim rokovima. Da bi se dobila predstava o veličini samog objekta, daju se podaci o nekim količinama građevinskih radova i ugrađenog materijala:

I fazu izvedbe (temeljenje i podzemni dio):

- iskop	22.568	m <sup>3</sup>
- beton u pilotima	732	m <sup>3</sup>
- armatura u pilotima	44.518	kg
- beton ploče i zidova	2.320	m <sup>3</sup>
- armatura	123.115	kg
- oplata	5.065	m <sup>2</sup>

II faza (nadzemni dio strojarnice):

- beton	28.700	m <sup>3</sup>
- armatura	178.175	kg
- opeka za zidove	116	m <sup>3</sup>
- bravarija	4.120	kg
- oplata	1.623	m <sup>2</sup>

Izgradnjom crpne stanice u ugovornim rokovima omogućeno je da poljoprivredni kombinat privede poljoprivrednoj proizvodnji 970 ha do tada močvarnog zemljišta, kao prve faze cjelokupnog uređenja zemljišta koje gravitira na ovu crpnu stanicu.

**LITERATURA:**

1. Schroeder G., Landwirtschaftlicher Wasserbau, Springer-Verlag, Berlin 1950.
2. Kezdi/Marko - Erdbauten - Verner Verlag, Düsseldorf 1969.
3. Pallasch O. - Lehr und Handbuch der Abwassertechnik, Berlin-München 1967.
4. Muhovec, Čorko, Lovrenčić - Geotehnički problemi u toku izvođenja i korištenja crpnih stanica - Evropska konferencija za mehaniku tla i temeljenja, Dublin 31. 08. - 3. 09. 1987.
5. Projektna rješenja crpnih stanica Migalovci, Davor, Konjuća, Ljufina, Okoli, Grlić, Mahovo, Obedišće, Trilj, Vedrine, i druge. "Hidroprojekt" - Zagreb. 1975. - 1986.
6. Projekt temeljenja i zaštite građevne jame crpne stanice Grlić, Građevinski institut, Zagreb, 1985.
7. Projekt temeljenja i zaštite građevinske jame crpne stanice Okoli, Geotehnika, OOUR Geoexpert, Zagreb, 1985.



# IZGRADNJA TIPSKIH I OSTALIH OBJEKATA NA HIDROMELIORACIJSKIM SUSTAVIMA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA

---

I. KOLOVRAT\*, T. ŽGUR\*\*

## 1. UVOD

Objekti na hidromelioracijskim kanalima predstavljaju bitan faktor funkcionalnosti i zaštite hidromelioracijskog sustava površinske odvodnje. Osnovni zahtjevi koji se postavljaju za objekte na kanalskoj mreži su sljedeći:

- efikasno odvođenje suvišnih voda.
- sigurno funkcioniranje u svim uvjetima: (hidrološkim, geomehaničkim, klimatskim, hidrogeološkim i drugim),
- optimalna tehnička i ekonomska rješenja projektiranja, izgradnje i održavanja objekata.

Izgradnja objekata na hidromelioracijskim kanalima I, II, III i IV reda odvija se najčešće u složenim uvjetima, te je prije početka izgradnje potrebno detaljno sagledati sve faktore koji utječu na dinamiku i tok građenja.

Već kod izrade projektnih rješenja potrebno je definirati sve uvjete u kojima će se graditi i funkcionirati hidromelioracijski objekti. Stoga je potrebno prikupiti sve odgovarajuće terenske podatke što je često vrlo teško, a i podaci o mjerenjima nisu adekvatno arhivirani. Sve ovo otežava izradu kvalitetnih projektnih rješenja a time utječe i na kvalitetno izvođenje i održavanje hidromelioracijskih objekata, što može dovesti do njihova oštećenja ili rušenja a time je ugrožena funkcionalnost cijelog hidromelioracijskog sustava odvodnje.

Kod projektiranja odvodnje hidromelioracijskog sustava treba izraditi takva rješenja da se broj zaštitnih objekata svede na minimum. Svi hidromelioracijski objekti relativno su skupi u odnosu na ostale radove na uređenju kanalske mreže (pripremne, zemljane betonske i slično) te mogu dovesti u pitanje ekonomičnost izvođenja cijelog sustava površinske odvodnje.

## 2. ZAŠTITA DNA I POKOSA KANALA

Da se spriječi štetno djelovanje erozije na kanalima sa velikim padom, potrebno je izvesti odgovarajuću zaštitu dna i pokosa kanala. To se postiže izvedbom stepenica za smanjenje pada te oblaganjem dna i pokosa kanala. Oblaganje kanala može se vršiti samostalno, ili sa drugim objektima i stepenicama, propustima, mostovima, ustavama i slično. Zbog važnosti tih objekata potrebna su dobra projektna rješenja, te kvalitetno izvođenje i održavanje. Ovi se objekti grade i funkcioniraju u složenim uvjetima (geomehaničkim, hidrološkim i klimatskim), a od bitnog su značenja za dobro funkcioniranje kanalske mreže, te im treba posvetiti izuzetnu pažnju kod izbora tehničkih rješenja. U praksi su česti primjeri loših tehničkih rješenja obloga, koji proizlaze iz nesagledavanja svih faktora koji utječu na funkcionalnost objekta te lošeg održavanja. Prije početka građenja ovih objekata potrebno je detaljno razraditi tehnologiju izvođenja i izraditi operativni plan u kojem su obuhvaćene sve faze izgradnje i prilagođene uvjetima na terenu.

---

\* IVAN KOLOVRAT, dipl.inž.grad. VRO "Bid-Bosut" - Vinkovci

\*\* TOMISLAV ŽGUR, dipl.inž.grad. VRO "Karašica-Vučica" - Donji Miholjac



## 2.1 MATERIJALI ZA ZAŠTITU DNA I POKOSA

Kod projektiranja zaštite dna i pokosa kanala treba voditi računa o geomehaničkim i hidrološkim prilikama na terenu te o izboru materijala za zaštitu. Materijal od kojeg se izvodi zaštita treba biti propisane kvalitete, i po mogućnosti njegovo nalazište treba biti na bliskoj lokaciji. Od bitnog značenja je iskoristiti materijale iz lokalnih nalazišta, jer to znatno smanjuje transportne troškove, koji su izuzetno visoki zbog nepovoljne lokacije (teško pristupačnog terena) objekta. To nije uvijek moguće postići, pa je izgradnja ovih objekata izuzetno skupa, i ekonomska opravdanost izgradnje dolazi u pitanje. Materijali koje upotrebljavamo za zaštitu dna i pokosa su:

- zatravljenje površina
- zatravljenje ojačano sintetskim materijalima
- lomljeni kamen
- gabioni
- betonske prizme različitog oblika
- betonska obloga
- drvo

### 2.1.1 Zatravljanje površina

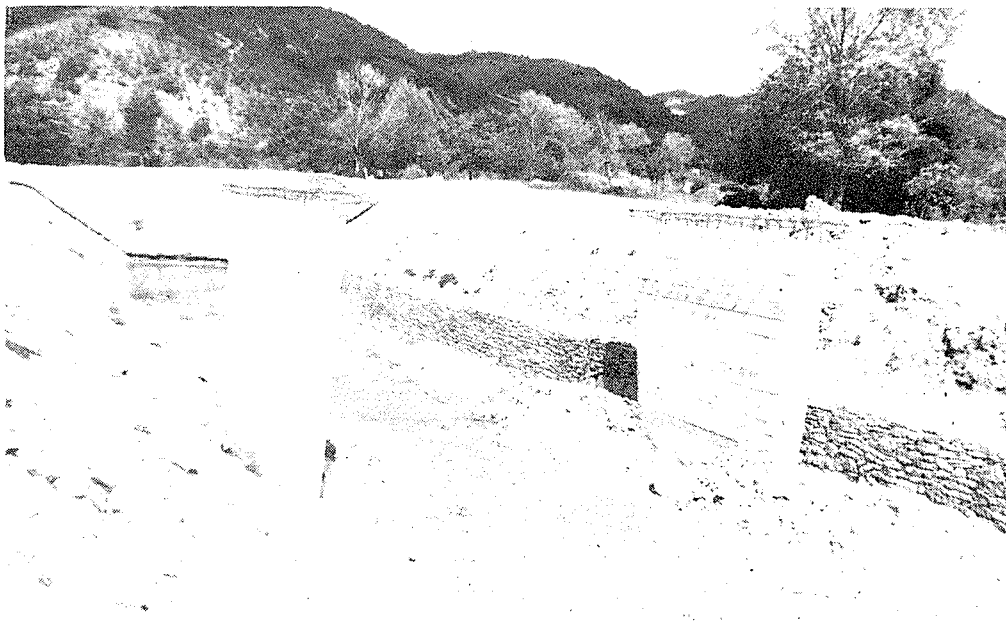
Izvodi se kod manjim padova i manjih protoka u kanalu. Može se izvoditi zasijavanjem dna i pokosa kanala kvalitetnom smjesom travnatog sjemena ili oblaganjem busenom. Sijanje trave izvodi se strojno (tzv. hidrosjetva) pri čemu se mješavina travnatog sjemena i mineralnog gnojiva nanosi ravnomjerno po površini kanala. Nakon nicanja travu treba redovno održavati, tj. kositi do 2 puta godišnje i po potrebi tretirati herbicidima za širokolisne korove. Oblaganje busenom izvodi se tamo gdje postoji lokalno nalazište kvalitetnog busena, koji se strojno skida, mota u kolute i transportira na mjesto ugradnje. Prije oblaganja busenom treba urediti površine za oblaganje. Prednost ovog načina zatravljanja je u tome što imamo brže izgrađenu zaštitu nego kod zasijavanja travom, gdje može doći do erozije u toku nicanja i rasta trave, jer se to odvija u dužem vremenskom periodu. Ovaj način zaštite je ekonomičniji i efikasan je uz redovno održavanje zatravljenih površina.

### 2.1.2 Zatravljanje ojačano sintetskim materijalima

Travnati pokos ponekad nije dovoljna zaštita od erozije, te ga je potrebno ojačati da bi mogao zadovoljiti terenske uvjete, naročito kod lošijeg materijala podloge (pijesci i pjeskovite gline). Na mjestima gdje dolazi do lokalnih oštećenja travnate obloge, a nije ekonomično izvoditi skupa rješenja zaštite, treba izvesti tehničko rješenje s pojačanom (armiranom) travnatom oblogom. Ona se sastoji od plastične mreže određenih dimenzija (Netlon mreže). Ova se mreža prije zasijavanja travom učvrsti čeličnim klinovima za podlogu, a nakon toga se sije trava. Korjenje i stabljika trave isprepliću se s plastičnom mrežom, koja djeluje kao armatura ove obloge i zajedno s njom daje veoma kvalitetno i ekonomično rješenje zaštite. Nakon izvedbe vrši se redovno održavanje kao i kod običnih travnatih površina.

### 2.1.3 Lomljeni kamen

Najčešće se upotrebljava u blizini lokalnih nalazišta (kamenoloma), a zaštita se izvodi na više načina, ovisno o terenskim uvjetima. Lomljeni kamen može se upotrebljavati u različitim veličinama, ovisno o traženim uvjetima zaštite kanala. Kod manjih brzina u koritu, odnosno manjih vučnih sila, upotrebljava se lomljeni kamen koji se slaže po dnu i pokosu kanala bez posebnog vezivnog materijala. Tamo gdje postoji mogućnost ispiranja materijala podloge i odnošenja lomljenog kamena, izvodi se obloga na podlozi od betona ili cementnog morta. Ova zaštita je izuzetne čvrstoće i predstavlja kvalitetno rješenje u svim uvjetima tečenja. Opasnost po ovu oblogu predstavljaju podzemne vode, kojima treba omogućiti normalno procjeđivanje kroz oblogu da se ne stvaraju velike sile uzgona. Izvedbom procjeđnica rješava se ovaj problem, ali istovremeno treba voditi računa da ne dođe do ispiranja materijala podloge.



Slika 1. IZGRADNJA MOSTA I OBLOGE NA VODOTOKU BOLJUNČICA U ISTRI



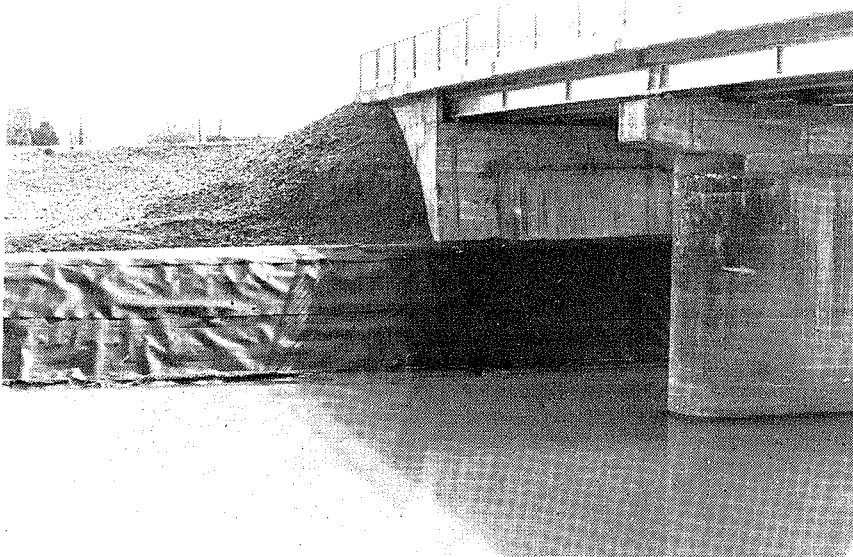
Slika 2. OBLOGA OD LOMLJENOG KAMENA NA RIJECI BOSUT  
NIZVODNO OD BRANE U VINKOVcima

Ako takva opasnost postoji, treba ugraditi filter plasticu na kontaktu između obloge i materijala podloge čime se omogućava normalni protok vode i onemogućava ispiranje sitnih čestica. Obloga od lomljenog kamena vrlo se često upotrebljava s oblogama od drugih materijala, najčešće betona. Veličina lomljenog kamena koji se upotrebljava ograničen je težinom, jer se radovi izvode ručno. Prije ugradnje lomljeni kamen se mora obraditi, da se dobiju pravilne plohe za slaganje i smanjenje otpora tečenja u koritu. Obloga od lomljenog kamena otporna je na sve klimatske uvjete (visoke temperature i smrzavanje) pa se stoga vrlo često upotrebljava. Održavanje ovakve obloge je jednostavno, a sastoji se od redovnih pregleda, popravljanja nedostataka, naročito na kontaktima obloge i okolnog terena, gdje najčešće dolazi do oštećenja.

#### 2.1.4 Gabioni

Gabioni su mreže kvadratičnog oblika, ispunjene lomljenim kamenom. Ove mreže rade se u različitim dimenzijama, ovisno o terenskim prilikama (debljina obloge i slično). Gabionske mreže izrađuju se od pocinčane žice, a u novije vrijeme od plastičnih materijala koji su otporni na klimatske uvjete. Obloga se izvodi tako da se postave gabionske mreže na dno ili pokos kanala, ispunjavaju lomljenim kamenom, nakon punjenja zatvaraju i uvezuju. Ovaj način oblaganja omogućava upotrebu lomljenog kamena manjih dimenzija i nepravilnog oblika, koji je jeftiniji i lakše se nabavlja na tržištu, a može biti i lošije kvalitete. Lomljeni kamen mora se ručno slagati u gabionske mreže, jer ako je nekvalitetno složen, nakon prolaska velikih voda dolazi do njegovog pomicanja i slijeganja u gabionima, te mreže ostaju poluispunjene, a obloga nepravilnog oblika.

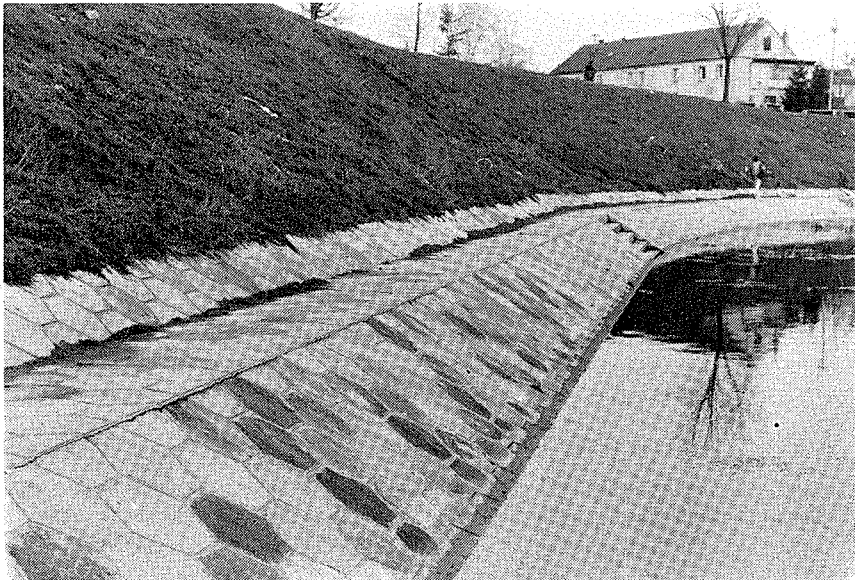
U takvim uvjetima najčešće dolazi do većeg oštećenja obloge, ili ponekad do potpunog razaranja. Ove obloge omogućuju normalno procjeđivanje podzemnih voda i otporne su na druge klimatske uvjete.



Slika 3. OBLOGA OD GABIONA PUNJENIH KRUPNIM ŠLJUNKOM I ZAŠTIĆENIM PLASTICOM ISPOD MOSTA PREKO LATERALNOG KANALA NA CESTI "OPRISAVCI - POLJANCI"

### 2.1.5 Betonske prizme

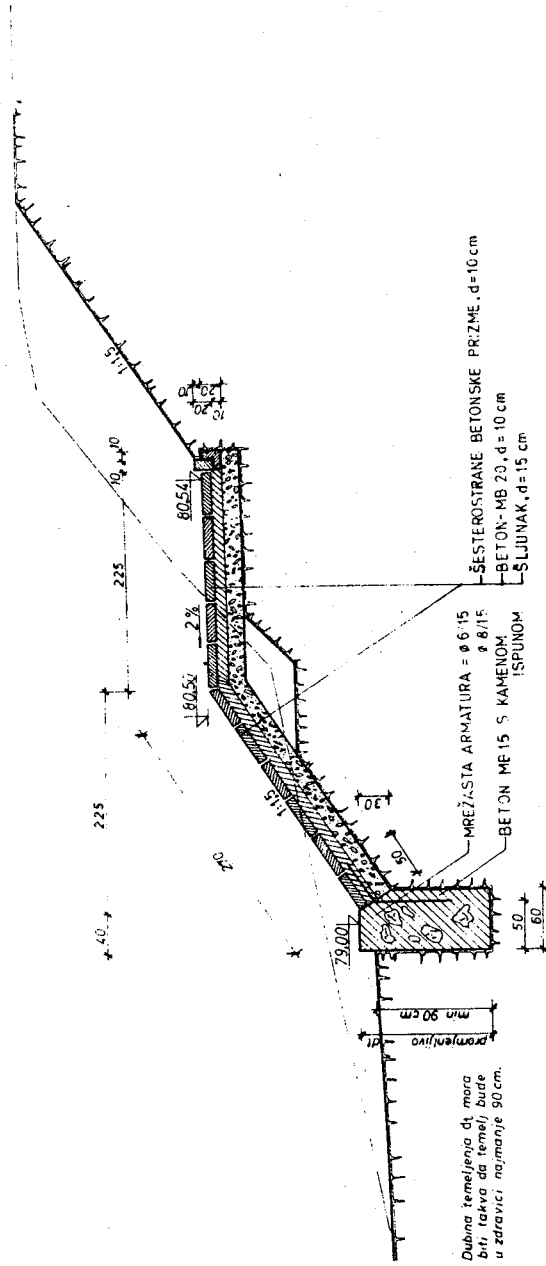
Izvode se od betona i različitog su oblika i dimenzija. Najčešće su kvadratne ili šesterostrane a mogu biti i drugih oblika. Oblik prizme najčešće uvjetuje estetski izgled obloge, naročito ako se izvodi u naseljenom mjestu. Betonske prizme najčešće se izvode od nearmiranog betona različite kvalitete, ovisno o traženim terenskim uvjetima. Veličina im je ograničena težinom i načinom manipuliranja (jer se radovi izvode ručno) te ovisi o veličini vučne sile u koritu kanala. Betonske prizme predstavljaju zamjenu za lomljeni kamen kojeg nema u dovoljnim količinama na svim lokacijama, a pravilnim oblikom pojednostavnjuju izvođenje radova, i mogu se postići dobri estetski efekti. Izvode se na podlozi od šljunka ili betona različite debljine, ovisno o lokalnim prilikama. Kada to uvjeti zahtijevaju, potrebno je izvesti i procjednice za procjeđivanje podzemne vode te filter plasticu na kontaktnom sloju obloge i podložnog materijala. Kod polaganja filter plastice treba paziti da se ona pravilno polaže i ne oštećuje, što bi inače moglo dovesti do ispiranja materijala i razaranja obloge. Ovo je naročito važno kod obloge koja štiti i objekte (mostove, ustave, crpne stanice), jer to može dovesti i do rušenja objekta. Održavanje obloga od betonskih prizmi sastoji se od redovitih pregleda i popravljanja eventualnih oštećenja, te pregleda rada procjednica tj. uočavanja ispiranja podložnog materijala.



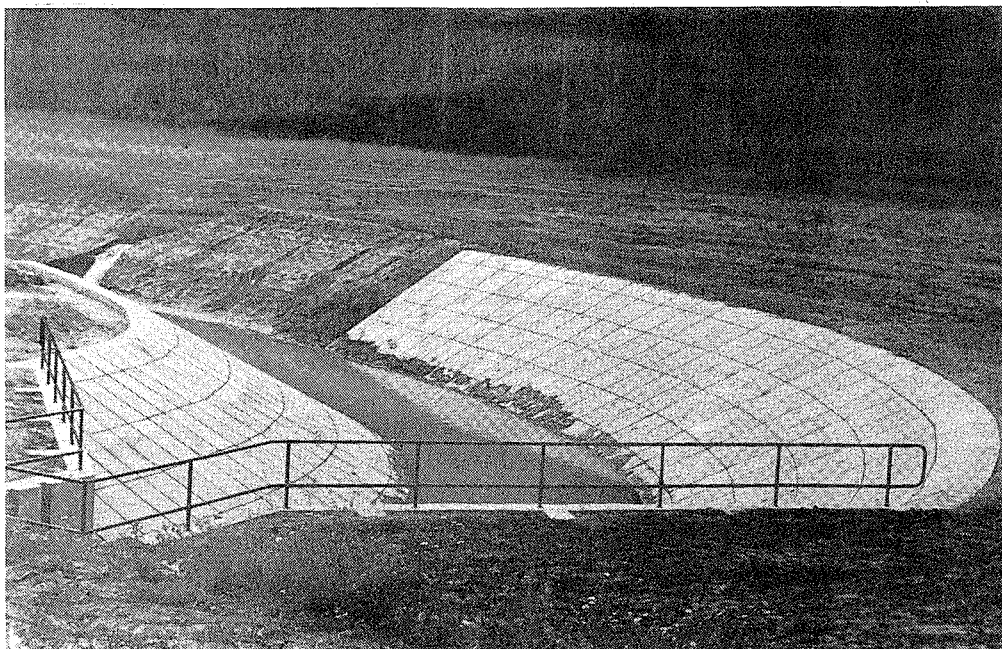
Slika 4 OBLOGA OD ŠESTEROSTRANIH PRIZAMA NA RIJECI BOSUT U VINKOVcima

### 2.1.6 Betonske obloge

Izvode se betoniranjem dna i pokosa kanala na podlozi od nabijenog šljunka. Betonska obloga izvodi se na lokacijama gdje je moguće spravljanje kvalitetnog betona i gdje tehnički uvjeti omogućuju izradu takve obloge. Izvodi se na mjestima gdje je potrebna čvrsta i teška obloga, koju nije moguće izvesti od lomljenog kamena ili betonskih prizama. Najčešće se štite objekti (mostovi, ustave, crpne stanice) koji su od izuzetne važnosti, a obloga mora izdržati velika opterećenja. Ovisno o zahtjevima, izvodi se od nearmiranog ili armiranog betona. Ova obloga, betonirana na licu mjesta, predstavlja niz velikih betonskih ploča razdvojenih dilatacionim reškama. Po potrebi se u oblogu ugrađuju procjednice i filter plastice.



Slika 5 DETALJ RJEŠENJA OBLIGE KORITA NA RIJEČI BOSUT U VINKOVcima



Slika 6. BETONSKA OBLOGA NA ISPUSTU CRPNE STANICE "KONJUŠA" U GUNJI

### 2.1.7 Drvo

Drvo kao materijal upotrebljava se kod manjih objekata, najčešće stepenica. Stepenice se izrađuju od drvenih trupaca koji se kao piloti pobijaju u temeljno tlo i vežu poprečnim nosačima. Drvo kao materijal za izradu stepenica izloženo je djelovanju atmosferilija, pa mu je trajnost ograničena i zato se rjeđe upotrebljava. Prednost drveta je u tome što ga možemo naći na lokalnom području i kod najnepristupačnijih terena, pa se najčešće upotrebljava za zaštitu od bujica. Gradnja drvetom je ekonomična, ali traži redovno održavanje i popravke.

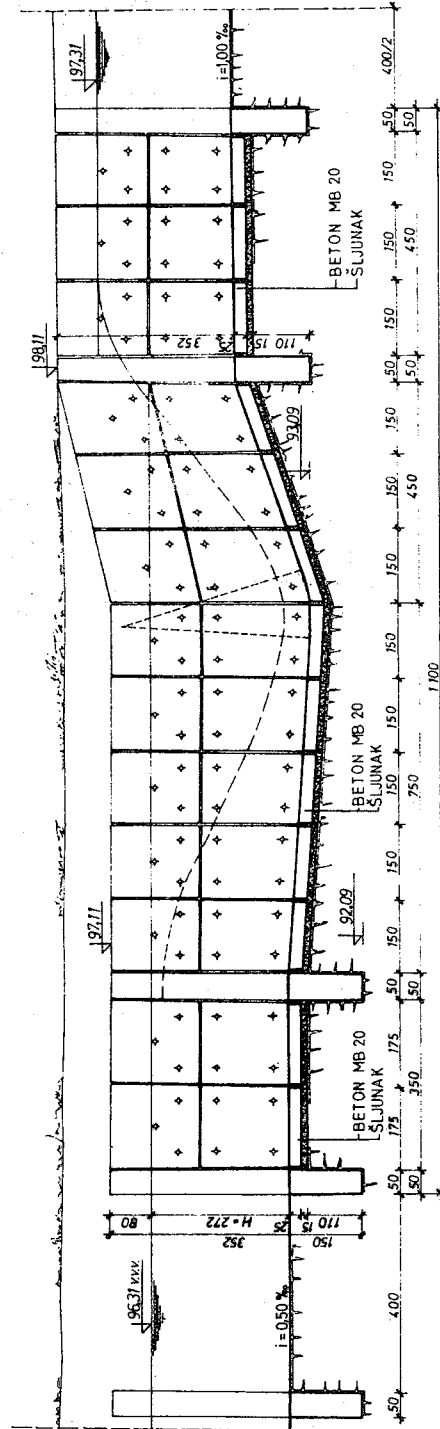
## 2.2 UTJECAJNI FAKTORI NA GRADENJE OBJEKATA ZAŠTITE DNA I POKOSA KANALA

Prije početka građenja ovih objekata treba detaljno razraditi operativni plan izvođenja u kojem treba sagledati sve faktore koji utječu na dinamiku i tok građenja. Projektnu dokumentaciju treba pažljivo proučiti i izdvojiti osnovne činioce koji utječu na tehnologiju izgradnje:

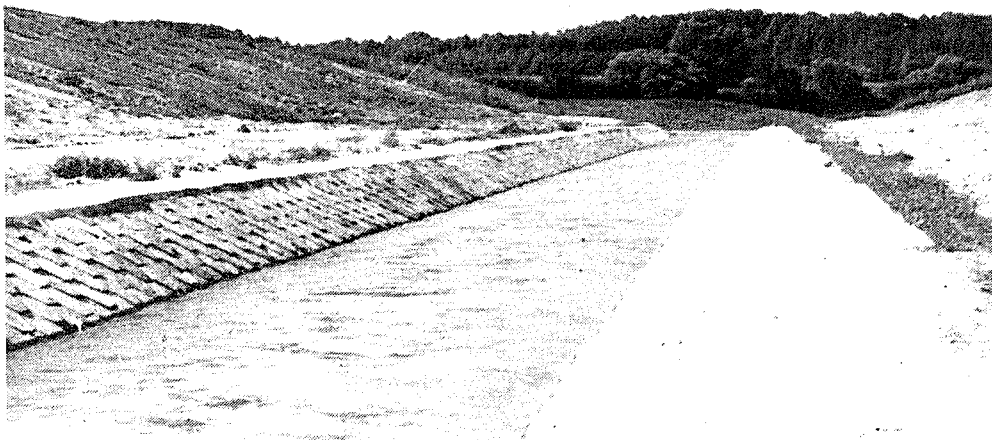
- hidrološki uvjeti na terenu
- lokacija objekta i komunikacije
- geomehanički podaci
- geodetski podaci
- hidrometeorološki podaci

### 2.2.1 Hidrološki podaci

Utječu na početak i kraj gradnje objekta. Ovi podaci su izuzetno značajni, jer daju osnovne parametre objekta koji štitimo. Najbitniji elementi su osnovni hidraulički elementi korita, maksimalne vode koje se pojavljuju (vremenski period i protoka), što utječe na dinamički plan građenja objekta. Dinamiku građenja objekta treba prilagoditi periodu minimalnih voda, jer se time znatno smanjuju troškovi gradnje (izrada pomoćnih objekata i slično). U toku gradnje treba predvidjeti i određene mjere zaštite gradilišta u slučaju pojave iznenadnih velikih voda koje su moguće u toku građenja.



Slika 7. BETONSKA STEPENICA NA VODOTOKU KAZNICA (SLIVNO PODRUČJE "BID-BOSUT")



Slika 8. OBLOGA NA VODOTOKU KUPČINA NA UŠČU U KANAL "KUPA-KUPA"

### 2.2.2 Lokacija objekta i komunikacije

Ovi se objekti najčešće nalaze na nepristupačnim mjestima s veoma lošim cestovnim prilazima gradilištu. Stoga je prije početka građenja objekta nužno sačiniti plan komunikacija na terenu, da bi se smanjili transportni troškovi koji mogu biti izuzetno veliki u slučajevima kada moramo graditi prilazne puteve i pomoćne objekte za osiguranje prilaza gradilištu. Prilazne puteve tokom gradnje treba održavati, da bi bili prohodni u svim uvjetima. Transport materijala za građenje i druge teške terete treba prevoziti u sušnom periodu, što treba razraditi u dinamičkom planu.

### 2.2.3 Geomehantičke karakteristike

Tip obloge i tehnologija izgradnje ovise o geomehantičkim karakteristikama zemljišta. Zaštitu pokosa kanala posebno je teško izvoditi u pjeskovitim zemljištima, koja su u određenim uvjetima dobro temeljno tlo (suhi period), a istovremeno s pojavom voda dolazi do tečenja materijala, što znatno otežava radove. Kod gradnje treba voditi računa o mogućnosti pojave klizišta, naročito kod kanala višeg reda. Treba poduzeti sve mjere osiguranja gradilišta i ljudi, da se izbjegne velika šteta koja nastaje nailaskom velikih voda.

### 2.2.4 Geodetski podaci

Prije početka radova treba preuzeti od geodetske službe potrebna visinska i položajna osiguranja (poligone) koji se moraju nalaziti na lokacijama zaštićenim od oštećenja tokom gradnje objekta.

### 2.2.5 Hidrometeorološki uvjeti

Bitni su tokom građenja da bi se na vrijeme izvela zaštita gradilišta kod naglog porasta voda u kanalima. Naročito je to važno u kanalima višeg reda, gdje dolazi do porasta visokih vodostaja u toku

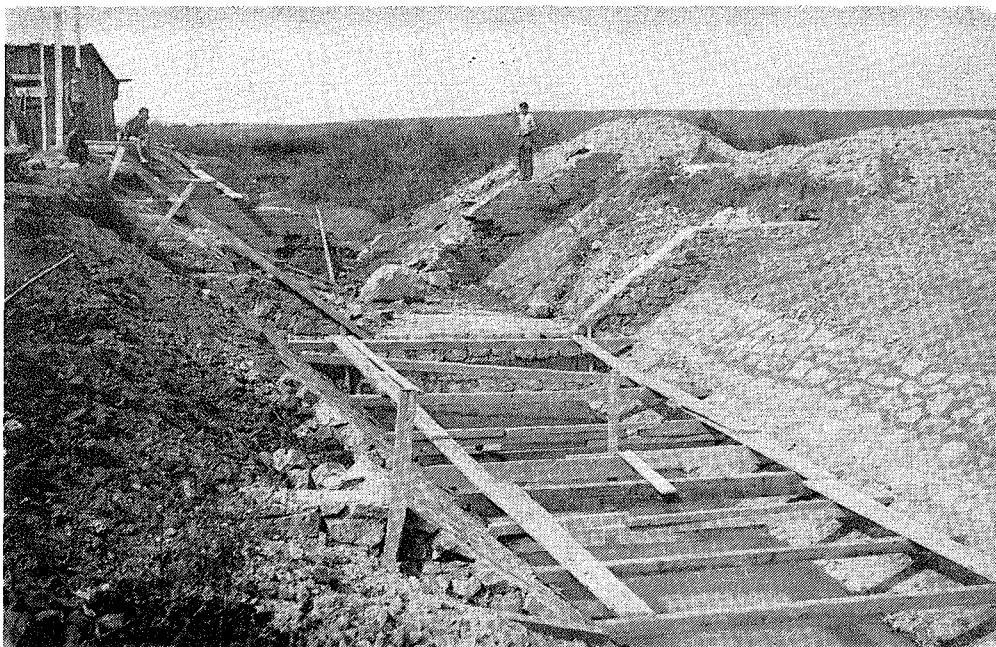


jednog ili dva dana. Ove pojave mogu nanijeti veliku materijalnu štetu ako se na vrijeme ne poduzmu mjere zaštite. Stoga je nužno tokom gradnje pratiti prognoze vremena, i u skladu s njima vršiti zaštitne mjere na gradilištu.

### 2.3 IZGRADNJA OBJEKATA ZAŠTITE DNA I POKOSA KANALA

Osim naprijed nabrojanih faktora, na gradnju objekta utječu i drugi elementi, ovisni o lokalnim prilikama i problemima koji se mogu javiti tokom građenja.

Radovi na izgradnji objekata na hidromelioracijskim kanalima (obloge i stepenice) najčešće se izvode ručno i izuzetno su fizički naporni, pa treba izvršiti pravilan izbor radne snage sposobne za teške uvjete rada. Problem predstavlja osiguranje smještaja i kvalitetne prehrane radnika, kao i drugih uvjeta života na gradilištu.



Slika 9. RUŠENJE POSTOJEĆE I IZGRADNJA NOVE STEPENICE OD LOMLJENOG KAMENA NA VODOTOKU BLATNA VODA U ĐAKOVAČKOJ SATNICI

Posebnu pažnju treba posvetiti provođenju mjera zaštite na radu radnika, jer su često izloženi veoma nepovoljnim uvjetima opasnim po zdravlje i život.

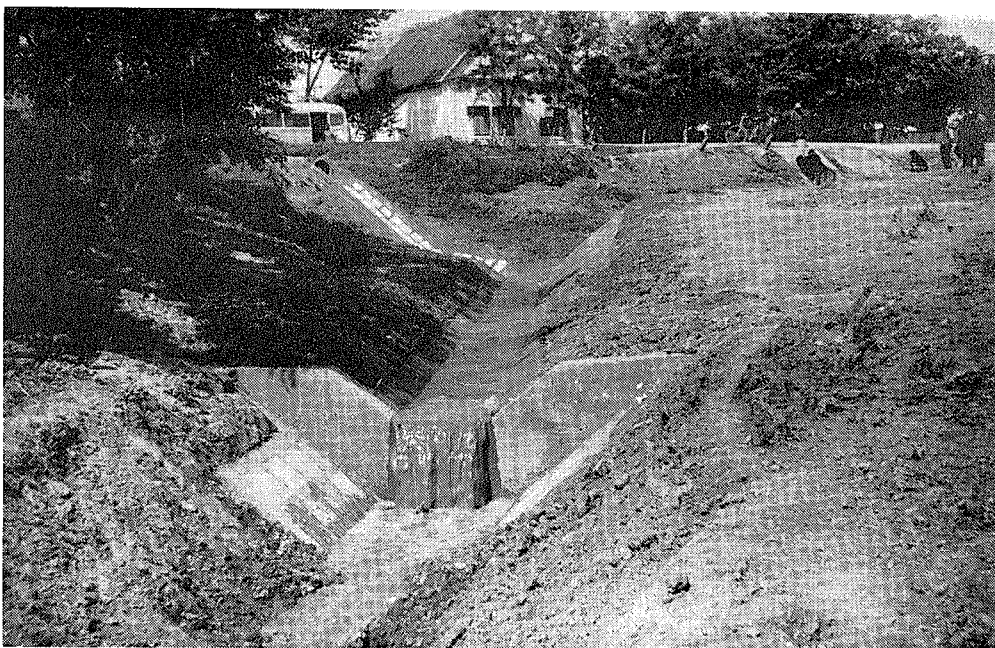
Tokom gradnje zaštitnih objekata potrebno je često izvesti i pomoćne objekte da se osigura nesmetan rad na objektu. Ovi se objekti izvode da se osigura građevna jama od malih i velikih voda, koje se mogu pojaviti tokom ugradnje. Najčešći oblici zaštite su izgradnja obilaznog kanala za evakuaciju malih i velikih voda, i izgradnja zagata s evakuacijom malih voda pomoćnim objektima.

Oblik zaštite gradilišta odabire se prema lokalnim uvjetima te sigurnosti i ekonomičnosti gradnje. Obilazni kanal izvodi se gdje postoje prostorne mogućnosti, i gdje se tokom gradnje očekuje i pojava

velikih voda koje bi dovele do oštećenja, a često i do rušenja izgrađenog objekta. Ovakav je način zaštite najsigurniji, ali ga često nije moguće primijeniti, pa se moraju tražiti druga rješenja.

Najčešći oblik zaštite je izrada zagata od raznih materijala: drvenog žmurja, metalnog žmurja, zemljanog nasipa, vreća napunjenih koherentnim materijalom, itd. Izbor vrste zagata ovisi o prilikama na terenu. Najekonomičnije rješenje je zagat od zemljanog materijala, ali je i najnesigurnije od prodora vode. Zagat od dva reda drvene oplata ispunjene zemljanim materijalom najčešći je oblik zaštite građevinske jame. Izvode se na dva načina i to:

- pregradnjom cijelog korita uzvodno i nizvodno, ako za to postoji potreba, a evakuacija voda vrši se pomoću pomoćnih cjevovoda provedenih iznad ili pokraj građevinske jame,
- pregradnjom jedne polovine korita vodotoka na kojoj se izvode radovi, a drugom se polovinom vrši evakuacija suvišnih voda.



Slika 10. STEPENICA OD LOMLJENOG KAMENA I BETONA NA MELIORACIJSKOM KANALU U NOVIM MIKANOVCIMA

Kod ovakvih načina zaštite građevinske jame ne predviđa se pojava velikih voda u toku gradnje već se zagat dimenzionira na malu vodu.

Najjednostavnije rješenje predstavlja rad u uvjetima suhog korita, bez protoke, i kada u toku građenja ne očekujemo pojavu velikih voda, i nije potrebna nikakva zaštita građevinske jame. Radovi se izvode od dna s postepenim povišenjem obloge po pokosima, da bi tokom gradnje uređeni dio mogao propustiti eventualan nailazak oborinskih voda.

Tokom gradnje treba poduzeti i druge mjere zaštite građevinske jame: osiguranje klizišta ako za to postoji realna opasnost, crpljenje oborinskih voda iz građevinske jame, i druge zahvate da bi se rad odvijao prema predviđenoj dinamici.

Transport materijala na gradilištu skoro se isključivo obavlja ručno pa je potrebno izvesti pomoćne skele i priručna skladišta materijala. Upotreba strojeva je svedena najčešće na rad s bagerom na zemljanim radovima te korištenje sitne građevinske mehanizacije: mješalica za beton, vibronabijača, kompresora i dr.

Rad na izvedbi obloge od kamena i betonskih prizama zahtijeva izuzetnu stručnost i fizičku spremu radnika. Kameni blokovi i betonske prizme mogu biti izuzetno teške kada to projekt zahtijeva, pa je manipulacija otežana i traži izvedbu niza pomoćnih skela koje ubrzavaju rad, ali poskupljuje cijene izvedbe obloge.

Najteži uvjeti rada na izradi zaštite dna i pokosa kanala su kod zaštite objekata ugroženih rekonstrukcijom kanala (najčešće) I i II reda. Produbljenjem nivelete kanala ovi objekti postaju statički nestabilni, jer se nova niveleta kanala ponekad nalazi ispod temeljnih stopa objekta. Dodatni problem nastaje kad se ne može obustaviti promet tokom rada (cesta, željeznica) i kad zaštitu treba izvesti po posebnoj tehnologiji. Obloga kanala u ovim slučajevima nema isključivo namjenu zaštite korita od erozije, već i da osigura statičku stabilnost mosta. Zaštita od malih i velikih voda odvija se kao i u prethodnim slučajevima, samo su rješenja kompliciranija zbog skučenosti prostora.



Slika 11. IZRADA ZAŠTITE MOSTA I OBLOGE NA VODOTOKU CRNA BARA U VIŠKOVcima

Izvedba ovakve zaštite odvija se u dionicama (kampadama), čija veličina ovisi o stanju objekta i prometa koji se njime odvija. Prije izvođenja radova treba u nekim slučajevima izraditi pomoćne razupore i skele, koje osiguravaju stabilnost tokom rada.

Pojedine kampade se izvode strogo određenim redoslijedom, što treba predvidjeti projektom kako je prikazano na slici br. 12.



Skučen prostor u kojem se izvode radovi zahtijeva isključivo ručni rad. Odvoz iskopanog materijala i dovoz materijala za ugradnju je težak, zbog malog prostora i pomoćnih skela koje se nalaze pod samim objektom i oko njega.

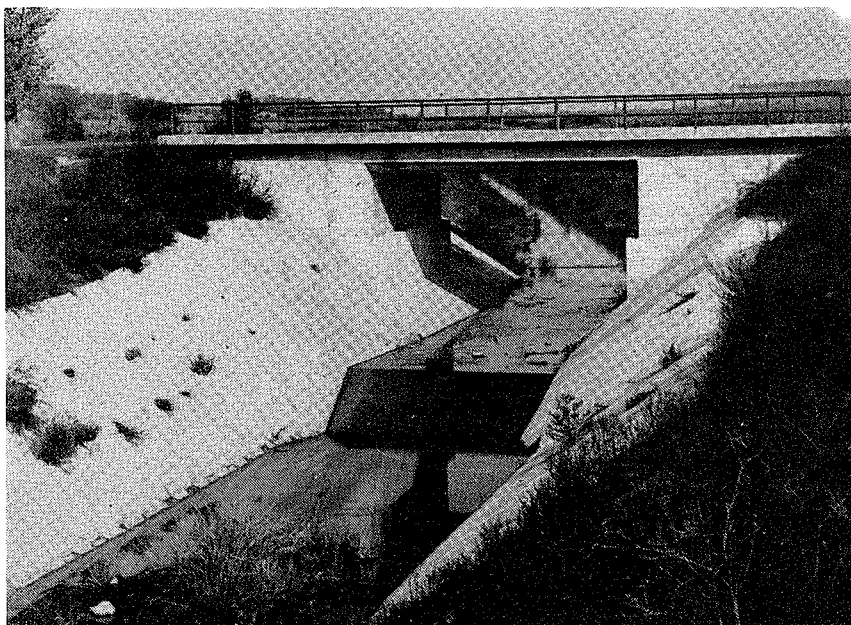
Ovakve zaštite najčešće se izvode od betona i armiranog betona zbog statičkih i dinamičkih naprezanja koja treba preuzeti. Betonska zaštita izvodi se pod samim objektom, a uzvodno i nizvodno od lomljenog kamena ili betonskih prizama.

Tokom rada potreban je stalan nadzor nadležnih organizacija (ceste, željeznice) zbog nepredviđenih situacija koje mogu nastati tokom gradnje. Po potrebi obavljaju se i druga promatranja i mjerenja na objektu da se omogući sigurno odvijanje prometa i siguran rad na zaštiti objekta.

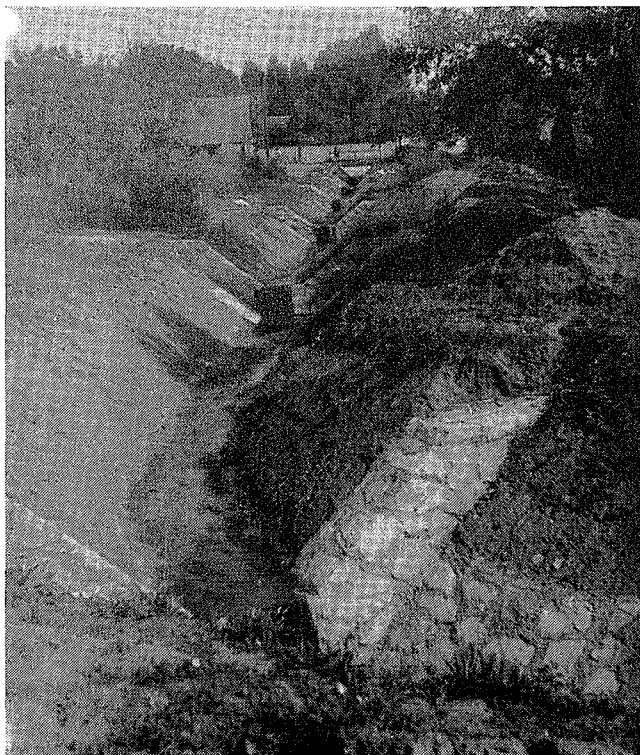
Kod gradnje stepenica javljaju se slični problemi i poduzima se slična tehnologija građenja. Pozornost treba posvetiti pripremi temeljnog tla, posebno kod lošeg materijala. Treba izbjegavati nasipanje materijala, a kada je to neophodno, nasipati kamenom ili šljunkom.

Drvene stepenice izvode se pobijanjem drvenih pilota najčešće ručnim nabijačima ili bagerom kada to uvjeti na terenu dozvoljavaju.

Stepenice se mogu izraditi i u sprezi s drugim objektima: mostovi, utoci kanala nižeg reda u kanale višeg reda i slično.



Slika 13. STEPENICE OD BETONSKIH ŠESTOROKUTNIH PRIZAMA NA VODOTOKU KAZNICA (SLIVNO PODRUČJE "BIĐ - BOSUT")



Slika 14. STEPENICE OD LOMLJENOG KAMENA NA MELIORACIJSKOM KANALU U STARIM MIKANOVcima

## 2.4 ODRŽAVANJE OBJEKATA ZAŠTITE DNA I POKOSA KANALA

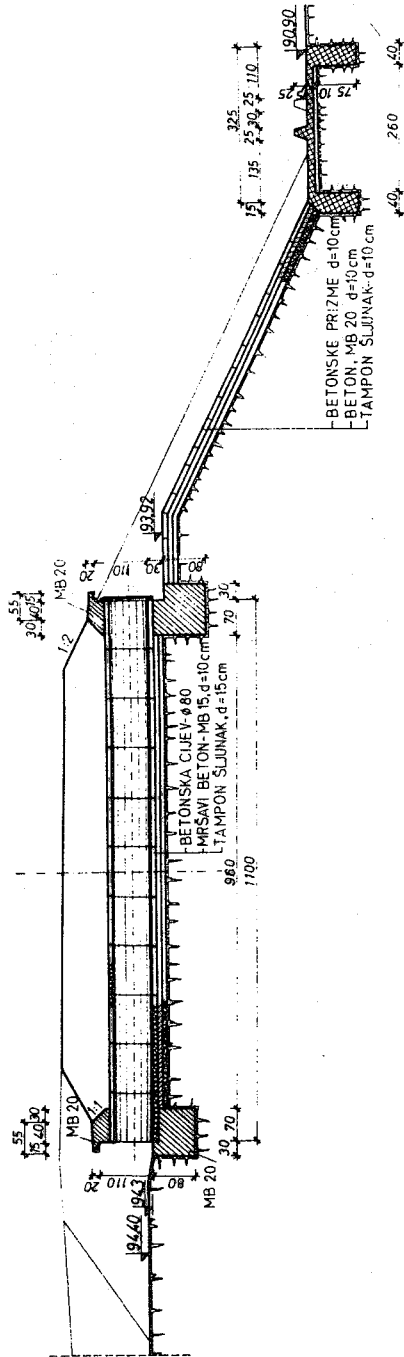
Održavanje objekata na kanalskoj mreži treba redovno provoditi a sastoji se od periodičkih pregleda i popravaka. Oštećenja posebno na spoju s koritom na uzvodnom i nizvodnom dijelu, te oštećenja nastala procjeđivanjem podzemnih voda ispod objekta, veoma su česta te je neophodno izvršiti pregled objekata nakon perioda nailaska velikih voda, utvrditi oštećenja i načiniti projekt sanacije.

Ova su oštećenja učestala kod loših materijala temeljnog tla, pa treba redovno vršiti popravke, najčešće nasipanjem i oblaganjem lomljenim kamenom određene veličine da ga voda ne može odnijeti. Veoma su opasna oštećenja od procjeđivanja podzemnih voda koja je često teško otkriti dok ne dođe do većih oštećenja, a često i do rušenja objekta. U praksi se ovi objekti loše održavaju, zarasli su u korov i šiblje, pa se i oštećenja teško primjećuju. Štete koje nastaju lošim održavanjem stepenica mogu biti izrazito visoke, a sanacija veoma komplicirana i skupa.

## 3. SIFONI

Sifoni su hidrotehnički objekti ukrštanja otvorenih vodotoka sa raznim preprekama (drugi otvoreni vodotoci, zatvoreni kanali, saobraćajnice i sl.) kod kojih je samo ukrštanje riješeno tako da vodotok prolazi ispod prepreke denivelacijom nivelete, a nakon svladavanja prepreke niveleta se vraća na približno isti nivo. U hidrauličnom smislu sifon je cjevovod u kojem se ispod prepreke javlja tlačno tečenje.

Projektiranje sifona je izrazito složeno jer je objekt u funkciji izložen utjecju mnogobrojnih faktora geomehaničkih, hidrauličkih, statičkih i drugih.



Slika 15. UPUST MELIORACIJSKOG KANALA U LATERALNI KANAL "BID POLJA"



Slika 16. BETONSKA OBLOGA NASUTE BRANE NA VODOTOKU JOŠAVA  
(NAKON ISPUŠTANJA VODE IZ JEZERA)

U novije vrijeme, na području Biđ-Bosut česta je izvedba sifona ispod cijevi naftovoda koji nije ukopan po vodoprivrednim uvjetima.

Najčešća je potreba izvođenja sifona kod izvedbe ili rekonstrukcije kanala III i IV reda. Primjer izvedbe ovakvog objekta prikazan je na slici br. 17.

U praksi se pojavljuju sifoni na križanju i drugim saobraćajnicama, koje se ne mogu denivelirati na drugi način.

### 3.1 MATERIJALI ZA IZVEDBU SIFONA

U praksi najčešće primjenjujemo slijedeće materijale:

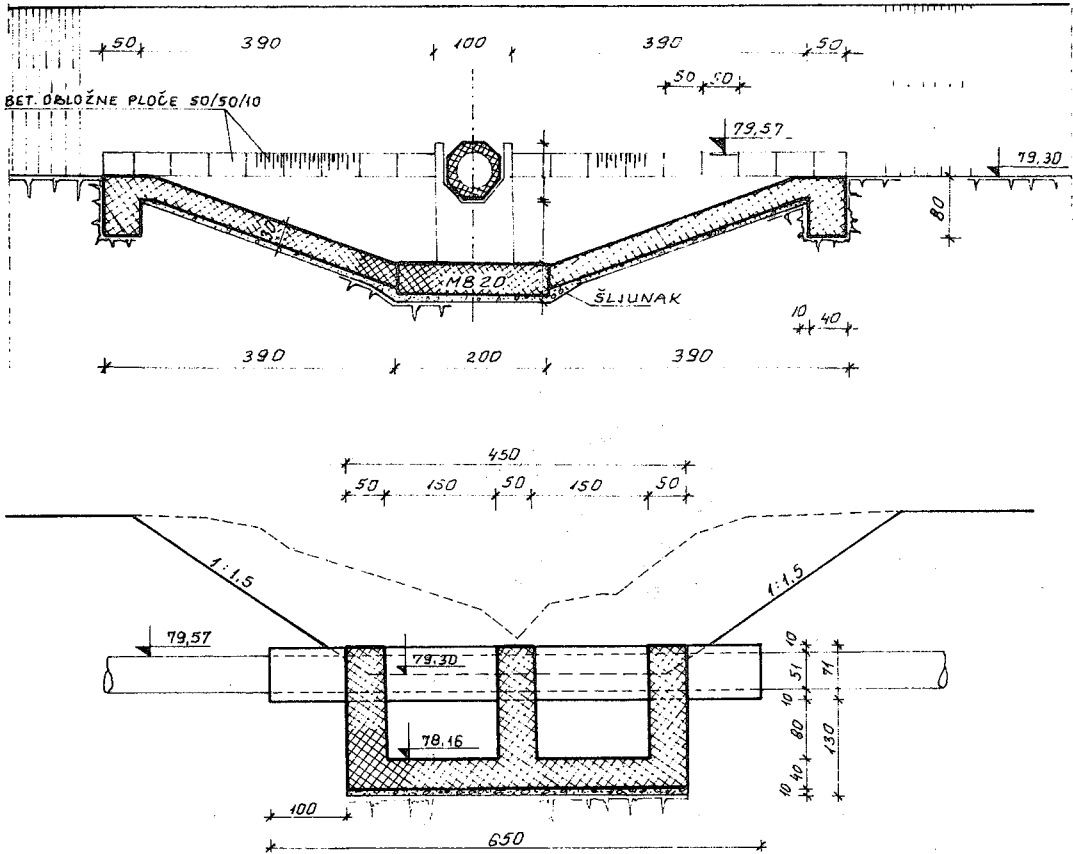
- plastične cijevi
- čelične cijevi
- betoniranje raznih profila.

Plastične i čelične cijevi često se upotrebljavaju za manje profile sifona i pogodne su za ugrađivanje, jer se mogu u traženom obliku izvesti na gradilištu, a zatim montirati u pripremljenu građevinsku jamu.

Montaža ovakvih profila je jednostavna, relativno brzo izvediva, što je od izuzetne važnosti u izgradnji ovakvih objekata. Mogu se montirati i pod vodom, tako da se opterećene cijevi spuštaju u građevinsku jamu na dnu korita vodotoka, a zatim se pod vodom izvodi zaštita sifona.

Sifoni od betona izvode se betoniranjem na licu mjesta, a upotrebljavaju se za velike profile sifona. Izvedba sifona od betona je delikatna, jer je temeljnije najčešće u lošim materijalima (pijesak, pjeskovite gline) i u nekim je slučajevima potrebna posebna zaštita građevinske jame.





Slika 17. SIFON NA KRIŽANJU MELIORACIJSKOG KANALA I NAFTAOVDA  
NA SLIVNOM PODRUČJU "BID - BOSUT"

### 3.2 IZVEDBA SIFONA

Sifoni se izvode u različitim uvjetima (hidrološkim, geomehaničkim), pa ne postoje strogo određena tehnologija izvođenja, već se svaki slučaj pojedinačno rješava. Najjednostavnija rješenja izvedbe sifona su na kanalima nižeg reda, koji primaju samo oborinsku vodu, pa u sušnom periodu možemo nesmetano raditi.

Kanal ispod kojeg se izvodi sifon prekopa se, na traženu niveletu položi sifon najčešće od plastičnih ili čeličnih cijevi, ugradi zaštita sifona i izvede obloga kanala iznad sifona. U ovom slučaju nisu potrebne nikakve posebne mjere zaštite.

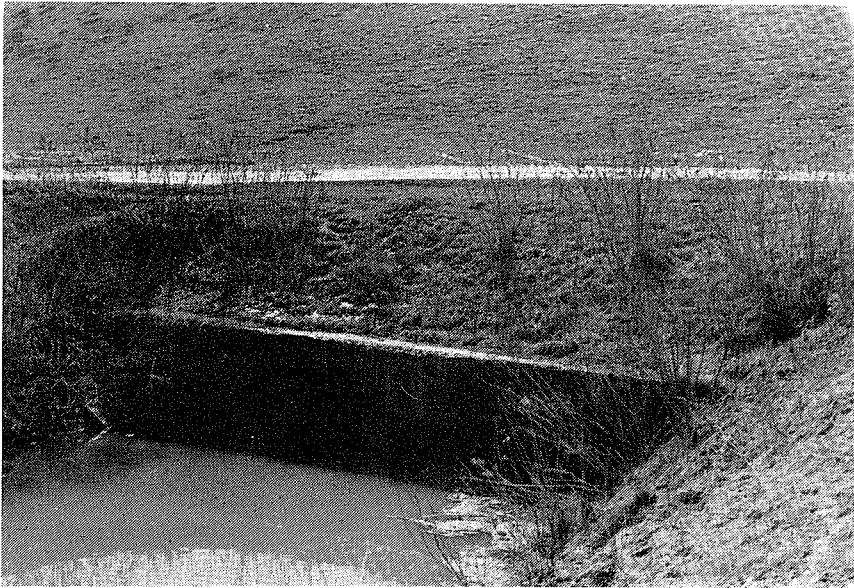
Kod kanala u kojima se stalno nalazi voda, vrši se pregrađivanje korita uzvodno i nizvodno od sifona, i osigura evakuacija malih voda putem posebnog cjevovoda ili oteretnog kanal oko građevinske jame. Nakon polaganja i izvedbe sifona pregradni se nasipi uklanjaju, i vodotok pušta u funkciju. Posebne mjere zaštite potrebne su na kanalima gdje postoji opasnost od iznenadnih pojava velikih voda, kada su potrebna i dodatna osiguranja.

Kada nije moguće pregrađivanje kanala zbog velike količine vode koju moramo evakuirati, izvedbu sifona vršimo pod vodom. Ovakvi slučajevi su rjeđi ali se u praksi pojavljuju a primjenjuje se specijalna tehnologija izvedbe. U pripremljenu građevnu jamu na dnu vodotoka spušta se sifon opterećen utezima, montira, i izvodi se zaštita. Ovi radovi izvode se uz pomoć specijalne opreme, brodova, dizalica, ronilaca ili drugih sredstava.

Kada se sifoni izvode u nepovoljnom temeljnom tlu, često je potrebna zaštita građevinske jame, koja se izvodi pomoću iglofiltera, bunara, crpljenja vode i drugih sredstava.

Da bi se zaštitio sifon i spriječila erozija kanala iznad sifona, treba na toj dionici kanala izvesti zaštitu dna i pokosa. Ova zaštita izvodi se prema rješenjima iz prethodnog poglavlja. Još jedan faktor za dobar rad sifona je dobra izvedba ulaza i izlaza sa zaštitom.

Kad se izvodi sifon ispod drugih komunikacija, raznih cjevovoda i slično, potrebno je izvršiti njihovu zaštitu prema uvjetima korisnika toga objekta.



Slika 18. SIFON NA KRIZANJU VODOTOKA BID I LATERALNOG KANALA "BID POLJA" - ULAZNI DIO

### 3.3 ODRŽAVANJE SIFONA

Održavanje sifona treba provoditi redovno, i eventualna oštećenja na vrijeme otklanjati. Posebno treba obratiti pažnju na ulazni i izlazni dio objekta sifona, pravilno tečenje i prenošenje nanosa. Na vodotocima koji nose svojim tokom plivajući nanos, koji može zatvoriti otvor sifona (razno granje, korov i slično), treba izvesti posebnu zaštitu. Ona se najčešće sastoji od rešetke koja spriječava začepljenje sifona, ali se mora istovremeno osigurati i čišćenje rešetke.



## 4. MOSTOVI

### 4.1 OPĆENITO

Mostovi su objekti koji neku saobraćajnicu, vod i dr. prevode preko drugih saobraćajnica, dolina, vodotoka odnosno zapreka. Ovakva definicija mosta je očito nepotpuna i jednostrana. Do pravilne i potpune definicije mosta sa suvremenog stanovišta moguće je doći tek kada se sagladavaju i obrade načela suvremenog projektiranja i građenja mostova.

Općenito uzevši važno je znati da za razne namjene postoje i različiti zahtjevi, uvjeti i principi po kojima treba mostove projektirati i graditi. Most prije svega treba da je u suglasnosti s namjenom za koju se gradi.

U svrhu lakšeg tehničkog poimanja postoji više sistematizacijskih podjela mostova prema raznim kriterijima. U osnovi postoje dvije konceptualno-sistematizacijske sheme podjele mostova i to:

- po vrstama
- po tipovima

Po vrstama mostovi se dijele prema okolnostima koje su u vezi sa svrhom za koji se most gradi, dok se na tipove mostovi dijele po užoj konstrukterskoj obradi objekta.

U nastavku daju se tabelarni prikazi podjele mostova na vrste i tipove, a kriteriji podjele vidljivi su iz samog zaglavlja tih tabelarnih prikaza.

### 4.2. ZAHTJEVI NA MOST

Mostovi u eksploataciji moraju udovoljiti različitim zahtjevima kao što su:

#### **Tehnički (stabilnost)**

Dokazati stabilnost svih konstruktivnih dijelova kao i cjeline (naponsko stanje, realni koeficijent sigurnosti, krutost, deformacije).

Problemu treba pristupiti reološki tj. sagledati problem prema realnim svojstvima materijala i stvarnog ponašanja konstrukcije u vrijeme izgradnje, odmah nakon izgradnje i vremenom.

#### **Ekonomski zahtjevi (racionalnost)**

Komparativno upoređivanje i iznalaženje najpovoljnije varijante, a imajući u vidu troškove održavanja objekta nakon izgradnje, vijek trajanja i mogućnost izvedbe.

#### **Funkcionalnost**

Ogleda se u što je moguće većoj podesnosti objekta za korištenje. Težiti ostvarenju: što nesmetaniji promet, udobniji prelaz preko i ispod mosta, osiguranje slobodnih profila, preglednost i sl. S pojmom funkcionalnosti u vezi su pravilan, siguran saobraćaj na prilazima, samom mostu i ispod njega.

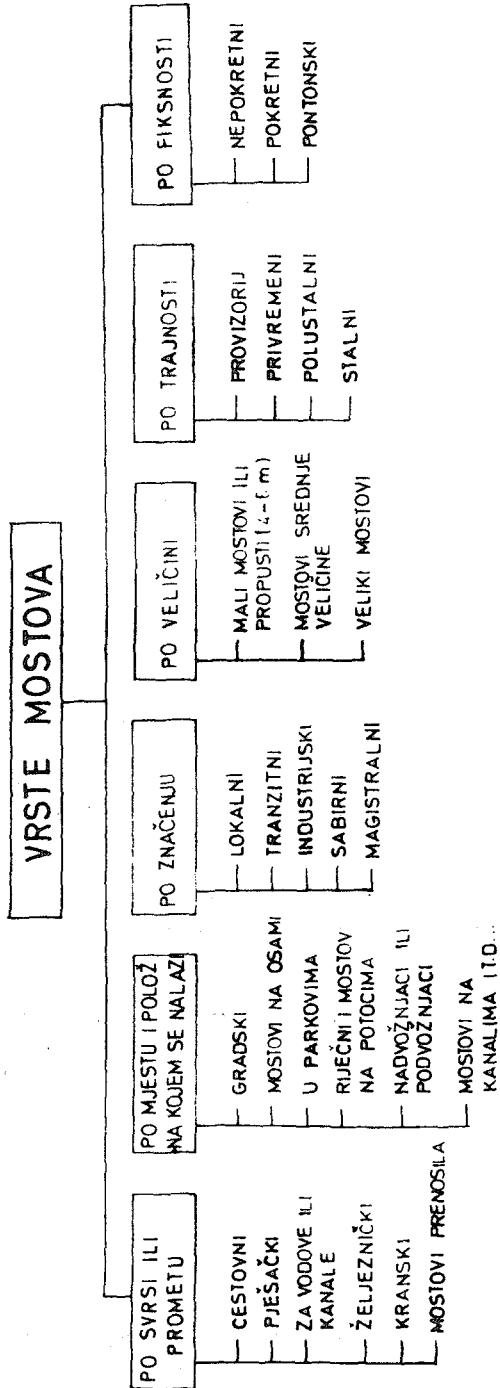
#### **Estetika**

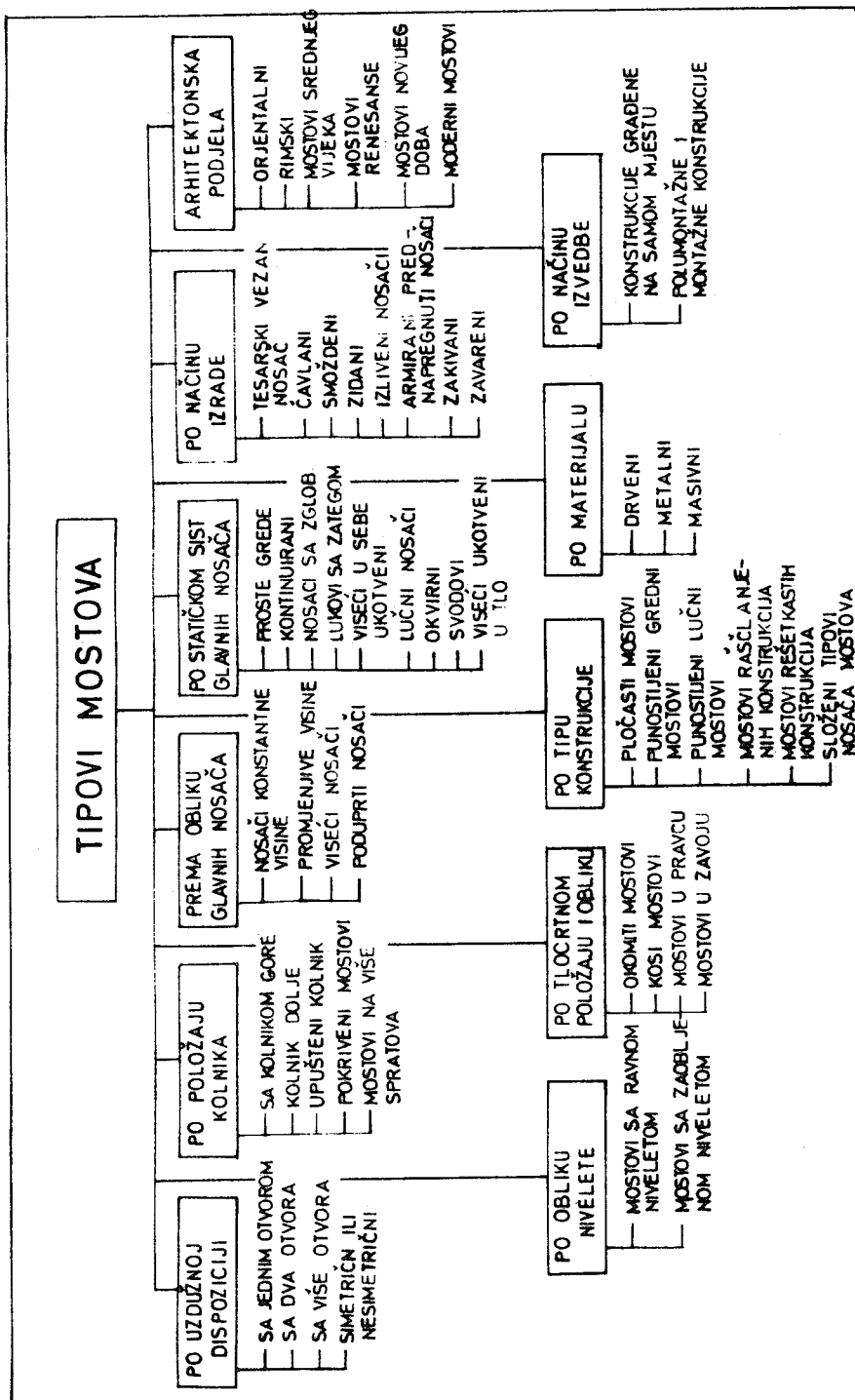
Nastojanje da most bude što ljepši odnosno da čini harmoniju sa okolinom koja most okružuje.

Estetskim zahtjevima ne treba bezuvjetno suprotstavljati ekonomske zahtjeve. Ovi zahtjevi su naročito važni kod gradskih mostova i mostova na istaknutim mjestima.

#### **Objektivnost**

Izraženo je u nepristranom stavu, rasuđivanju, procjeni i odlučivanju po pitanjima kao: utvrđivanje potrebe za mostom, izbora trase, mjesta i položaja mosta, izbor materijala, konstruktivne koncepcije, sistema raspona, obrade, drugim riječima rješenja. Objektivnost nas vodi pri odlučivanju na koji način doći do optimalnog rješenja.





## Originalnost

U tjelesnoj je vezi sa inventivnošću i stvaralačkom svježinom konstruktora.

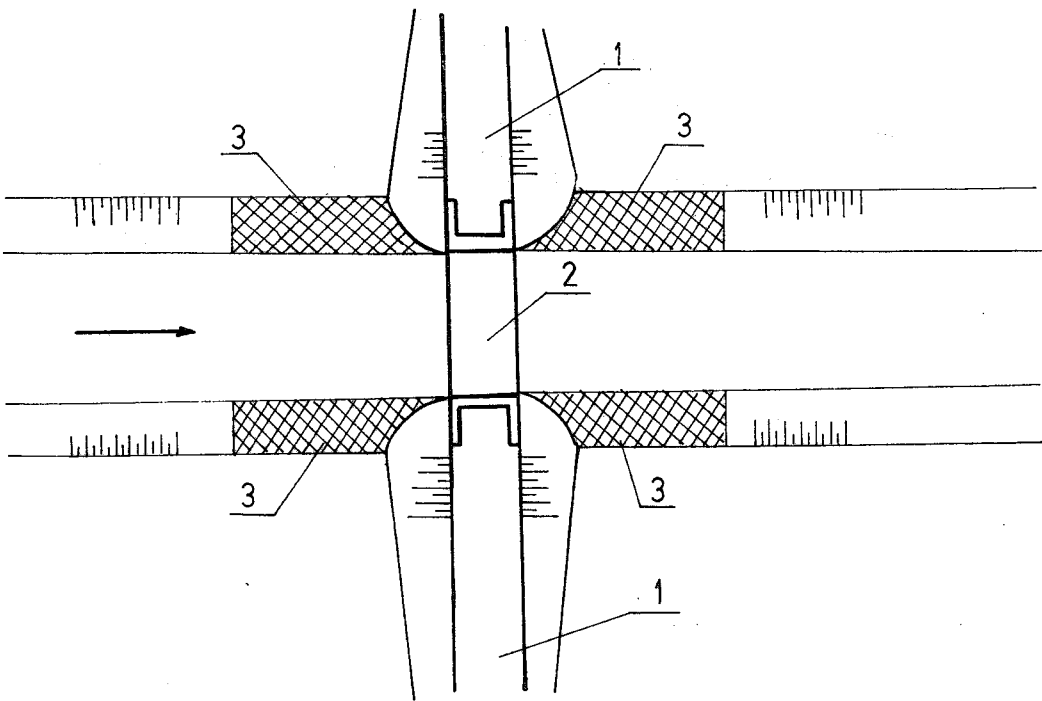
"Postaje se arhitekt, postaje se inženjer, ali se rađa konstruktor" (Violet-le-Duk).

Svi zajedno gore navedeni principi optimalno zadovoljeni mogu dovesti do ostvarenja lijepog mosta, shvaćeno široko u punom smislu riječi.

### 4.3 PREDHODNI RADOVI

Mostovi mogu biti mali, srednji (30-60 m) i veliki (preko 60 m). Ove granice su relativne, no ovdje ih spominjemo obzirom da su u hidrotehničkoj praksi najbrojniji objekti propusti i mali mostovi. Literatura o mostovima i propustima je vrlo opširna. U ovom skraćenom radu prvenstveno će biti obrađeni propusti i mali mostovi i to armirano-betonski i prenapregnuti.

Kod mostovskih prelaza postoje tri grupe građevina: prilazni mostovi, sam most i osiguranje korita (sl. 20).



Slika 20. OBJEKTI MOSTOVSKOG PRELAZA

1 prilaz mostu, 2 most, 3 osiguranje korita

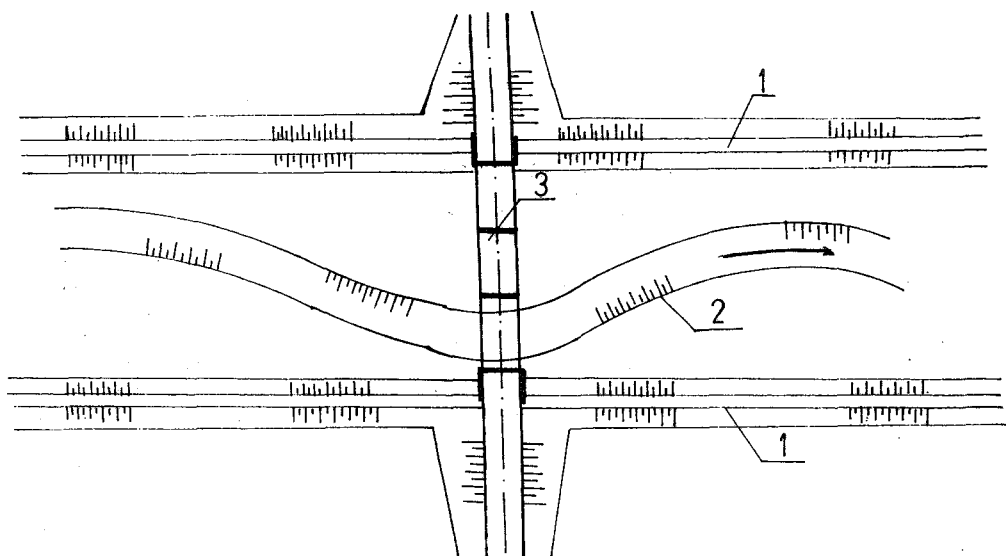
#### 4.3.1 Izbor mjesta i položaja za most

Mostovi su objekti na saobraćajnom putu koji utječu povećanim troškovima građenja i održavanja. Izborom mjesta prelaza treba zadovoljiti uslov najboljeg tehničko-ekonomskog rješenja ne samo za sam most nego i za dionicu trase u blizini mosta.

Dužnost je projektanta, prije projektiranja bilo kakvog mosta, da ispita na terenu mogućnost najboljeg položaja i izbere optimalnu lokaciju. Izbor mjesta prelaza zavisi od mnogih okolnosti: od terena i njegovih karakteristika, od značaja saobraćajnoj puta za koji se gradi objekt, od veličine i režima vodnog toka. Kod manjih objekata odnosno prolaza malih vodotoka položaj mosta od sporednog je značaja prema pravcu trase, jer dobivene uštede obično nisu u skladu sa lošije odabranom trasom.

Ponekad i u ovakvim slučajevima možemo poboljšati uslove za izgradnju mosta i protjecanje vode, malom ili neznom korekcijom trase. Kod manje važnih saobraćajnica moći će se redovito podesnim vođenjem linije trase postići povoljniji položaj za most odnosno da most bude okomit na vodotok ili drugu prepreku. Za izbor položaja odnosno mjesta prelaza vodotoka općenito najbolje je birati mjesto pravilnih stabiliziranih profila, mjesta užih profila, kao i mjesta gdje su uvjeti temeljenja povoljniji.

Kada su u pitanju prelazi preko srednjih i velikih vodotoka treba težiti, ukoliko je to moguće, da os objekta bude okomita na os vodotoka za veliku vodu, odnosno najpovoljniji je slučaj kada je most okomit kako na smjer toka velike vode, tako i srednje i male, ukoliko je to uopće moguće ostvariti (sl. 21).



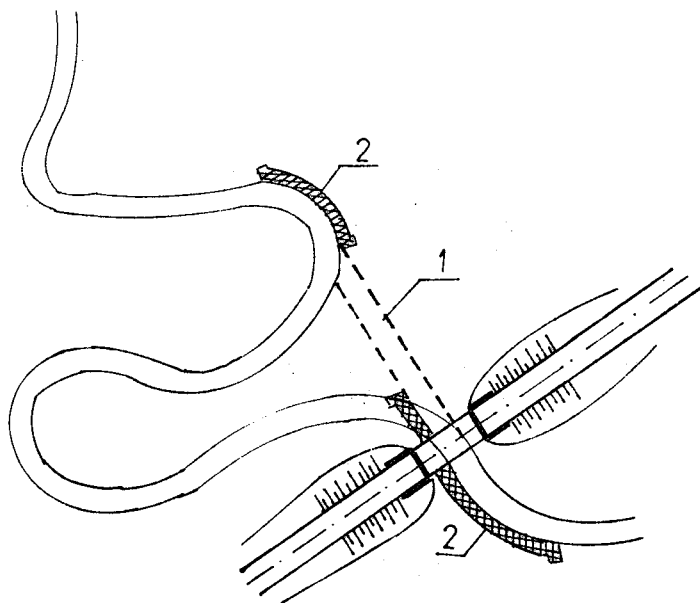
Slika 21. POLOŽAJ MOSTA U ODNOSU NA VODOTOK

1 obrambeni nasipi, 2 riječno korito za male i srednje vode, 3 most sa tri otvora

Na manjim vodotocima može se povoljniji položaj mosta postići i regulacijom ili preloženjem vodotoka.

Ako je predviđena regulacija vodotoka onda je svakako poželjno da se ovo i izvede barem na području lokacije mosta (sl. 22).





Slika 22. PRELAZ MOSTA NA KOREKCIJI KORITA

1 presjek nepravilne krivine, 2 osiguranje obale

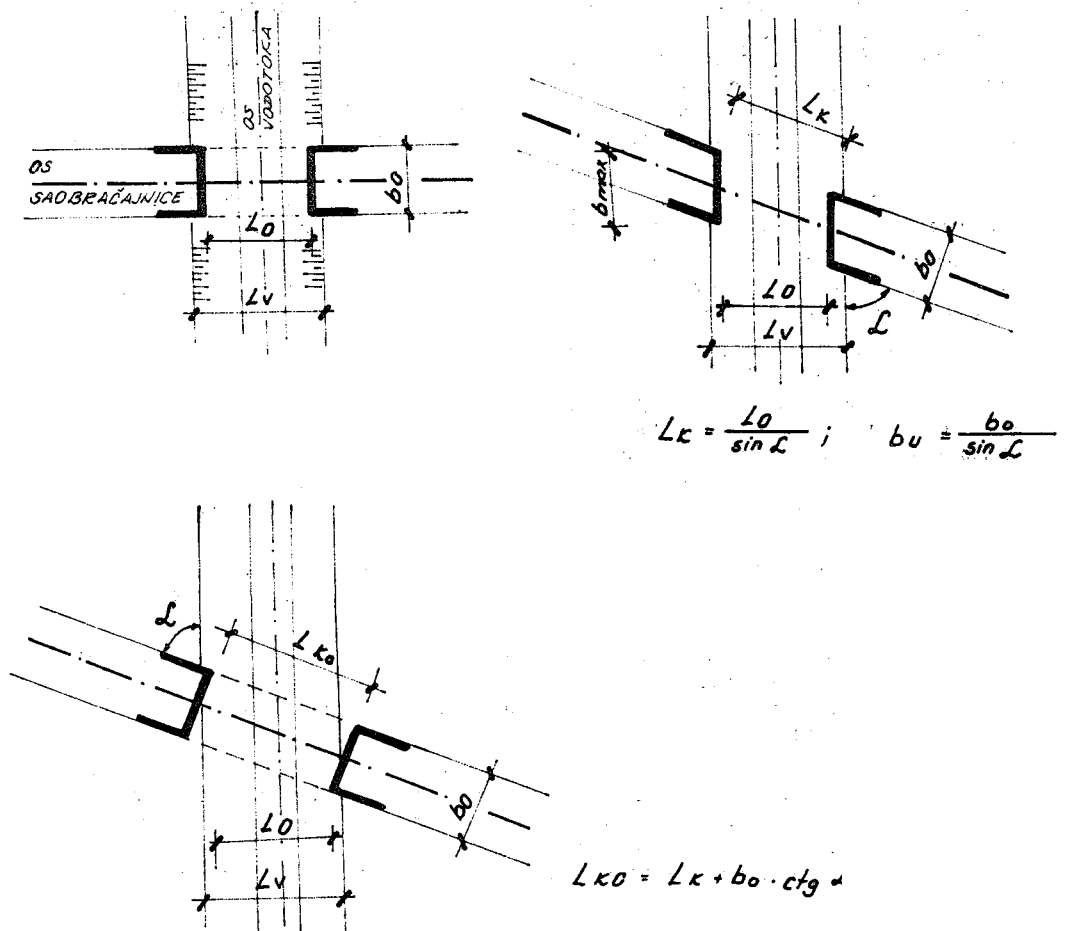
Trase današnjih modernih saobraćajnica sve su ispruženije i često uvjetuju pojavu kosih križanja (sa vodotocima ili drugim preprekama). Nekada i kod manje važnih saobraćajnica nije uvijek uputno izbjegavati kosi prelaz, pa čak i na putnoj mreži hidromelioracijskih sustava površinske odvodnje ako se time narušava pravilnost parcela, na uštrb malih ušteta u izgradnji objekata. Kad se odlučimo na kosi prelaz to još ne znači da i most treba biti kosi. Kosi je most onaj kod kojeg stupovi i upornjaci nisu okomiti na rasponsku konstrukciju, odnosno kod kojih spojnice ležajeva glavnih nosača nije okomita na ravninu glavnih nosača. Na sl. 23 dana su varijantna rješenja kosog prelaza sa kosim mostom i okomiti most na kosom križanju. Kod okomitog mosta na kosom križanju važna je širina mosta jer ona utječe na podesnost rješenja, pa je u tom slučaju podesno primjeniti rasponsku konstrukciju koja ima što uži donji stroj. Ovakva rješenja nepovoljna su za mostove sa više otvora, jer kod stupova nastaju vrtlozi i ubrzani tokovi, otklonjeni od osnovnog smjera što uvjetuje daljnje nepovoljnosti vezane uz podlokavanje.

Kosi mostovi u području  $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$  mogu se tretirati u konstruktivnom pogledu i po proračunu kao okomiti. U području  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$  potrebno je kosinu objekta u proračunu uzeti u obzir. U području ispod  $40^{\circ}$  može se objekt izvesti samo osobitim rješenjima konstrukcije ili stupova.

Općenito je tendencija da se trasa saobraćajnice preko prepreke položi u pravcu, da se pravac proteže preko mosta i prilaza, a ne da pravac završava ostrim zavojem tik uz most. Mnogo puta okolnosti primoravaju da se most izvede u zavoju jer bi drukčije rješenje u znatnoj mjeri pogoršalo liniju trase.

I u slučajevima obnove starih porušenih mostova potrebno je sagledati sve okolnosti prije donošenja odluke da li most graditi na istom mjestu ili ne.

Definitivnu odluku u svim slučajevima treba donositi poslije izvršenih studija i analiza građenja budućeg održavanja mosta, prilaza i vodotoka.



Slika 23. OKOMIT PRELAZ I VARIJANTE KOSOG PRELAZA

#### 4.3.2 Prikupljanje podataka o mjestu prelaza

Za pravilan izbor mjesta za most, otvora mosta, osiguranje stabilnosti objekta, prilaza i vodotoka neophodno je izvršiti prikupljanje podataka o mjestu prelaza.

Ovo prikupljanje podataka i proučavanje dijelimo na:

- a) prethodna ispitivanja za idejni projekt
- b) detaljna ispitivanja za glavni objekt

##### 1. Snimanja

U svakom slučaju treba pribaviti situacije u mjerilu 1:5000 tamo gdje one postoje. Uz to potrebno je od vodoprivrednih organizacija prikupiti razna vodoprivredna rješenja koja mogu biti od utjecaja na lokaciju mosta. Prije bilo kakvih snimanja neophodno je da projektant izađe na teren, da sam pregleda i ocijeni situaciju, i dade uputstva što je potrebno snimiti, u kojem mjerilu i kojoj dužini uzvodno i nizvodno od mosta.

Detaljna situacija snima se u mjerilu 1:500 do 1:1000. Situacija treba obuhvatiti sve inundacione dijelove iznad maksimalne računске velike vode, obale i korita vodotoka, eventualno staru cestu u prilazu na većoj dužini, stalne predmete u blizini mosta (drveće, kuće, stupovi raznih vodova i dr. istaknute detalje). Naravno ukoliko je vodotok veći, situacija treba obuhvatiti veći dio terena. U svakom konkretnom slučaju treba unaprijed ocijeniti u kojem obimu treba biti snimljena situacija, a za preporuku je da se na ovome ne štedi, nego da se snimi nešto veći potez od onog koji na prvi pogled izgleda dovoljan.

Na situaciji treba biti označen položaj snimljenih poprečnih profila, mjesta snimljenih nivoa vode u vrijeme snimanja kao i položaj matice, sondažnih bušotina, tragove velikih voda i dr.

U nekim slučajevima dovoljno je snimiti samo uzdužni profil (odnosno poprečni profil kanala ili neke druge prepreke) ako se radi o kanalu sa pravilnim koritom. I u ovom slučaju projektant treba da na terenu dade detaljna uputstva.

Situaciju je potrebno snimiti i za male mostove jer je važno imati snimku terena radi što boljeg smještaja objekta i eventualne korekcije vodotoka. Osim u iznimnim slučajevima treba na mjestu prelaza snimiti minimalno tri poprečna profila. Jedan na mjestu budućeg mosta i po jedan uzvodno i nizvodno. Kod nepravilnih korita i tečenja broj profila mora biti veći a naročito sa nizvodne strane. U slučajevima kada dolazi u obzir i regulacija vodotoka ili preloženje broj snimljenih profila mora biti dovoljan da se takvi radovi mogu kvalitetno projektirati i izvršiti. Razmak poprečnih profila ovisi od veličine vodotoka. Što je veći vodotok, razmak poprečnih profila je veći, isto tako ukoliko je pad manji razmak je veći.

Po jednoj prihvaćenoj konvenciji svi se profili crtaju u pravcu napredovanja stacionaže, po drugoj sve što je na desnoj obali treba ucrtavati na desnoj strani, pa je najbolje označiti lijevu i desnu obalu da ne dođe do zabune.

Uzdužni profil vodotoka crta se za cijelu snimljenu dionicu. Na uzdužnom profilu treba biti označena stacionaža, kote dna korita, lijeva i desna obala, nivo vode u vrijeme snimanja, padovi dna i nivoi vode i eventualno naznačeni tragovi velike vode. Uzdužni profil trase sa poprečnim profilima potrebno je snimiti u dovoljnoj dužini kako bi se pravilno riješili prilazi mostu.

Ako se radi o zamjeni dotrajalih mostova ili njihovoj rekonstrukciji potrebno je premjeriti stari most, snimiti uzdužni profil stare ceste sa poprečnim profilima, ustanoviti prosječnu širinu saobraćajnice na većem razmaku od mosta, po mogućnosti ustanoviti kotu temeljenja upornjaka i riječnih stupova, vizuelno ocijeniti stanje starog mosta odnosno pojedinih dijelova. Prilikom snimanja uzeti i podatke o sastavu tla obala i korita vodotoka, a korisno je izvršiti i plića bušenja ručnim svrdlima za grubu orijentaciju.

## 2. Geološko-geomehanički podaci

Već kod prethodnih radova potrebno je sakupiti opće geološke podloge i probne sonde radi izbora najpodesnijeg mjesta prelaza. Za izradu glavnog projekta dobro je na temelju prethodnih podataka orijentaciono odabrati dispoziciju i način temeljenja objekta kako bi se potrebni sondažni radovi izvršili na mjestima budućih temelja objekta. Za mostove dužine do 30 m obično je dovoljna po jedna sonda u osi mosta na mjestima budućih stupova dubine oko 10 m. Za veće mostove i kada okolnosti u pogledu geološkog sastava tla nisu jasne, treba povećati broj sondi i dubinu, kako bi se dobio uvid u pogledu nagiba slojeva i eventualne promjenjivosti u tlu.

Općenito se može reći da dubina sondažnih bušotina ovisi od geološkog sastava tla. U svakom slučaju dubina mora biti dovoljna da bi se sa dobivenim podacima mogli provesti slijedeći poslovi projektiranja:

- izbor sistema konstrukcije tj. izbor dispozicije i tipa mosta naročito obzirom na osjetljivost konstrukcije na diferencijalna slijezanja tla pod opterećenjem, preuzimanje horizontalnih sila i dr.,
- izbor načina i dubine temeljenja,
- određivanje dopuštenih napona tla,
- određivanje vjerovatne deformacije tla pod datim opterećenjima,

- utvrđivanje potrebe pobijanja zavjese, pobijanja ili bušenja-pilota te utvrđivanje potrebe, temeljenje pomoću bunara ili kesona,
- izbor mjera za osiguranje dna i obala korita.

#### 4.3.3 Određivanje potrebnog otvora za most

Otvorom mosta nazivamo razmake lica vode između obalnih stupova mjereno na nivou računске velike vode. Kod mostova sa riječnim stupovima širina riječnih stupova ne ulazi u veličinu otvora mosta. Katkada se grade mostovi čiji se stupovi ne računaju u slobodni proticajni profil, ali razlozi moraju biti tehnički i ekonomski opravdani.

Radi određivanja potrebnog otvora mosta dobro je već na terenu prikupiti podatke o građevinama koje se nalaze uzvodno i nizvodno, kao i podatke o postojećim mostovima na tome vodotoku. Po mogućnosti prikupiti podatke o maksimalno zapaženoj velikoj vodi preko najbližeg vodomjera ili po iskazu mještana. Za određivanje veličine otvora mostova i propusta mjerodavna je računska velika voda, koja se dobije hidrološko-hidrauličkim i tehničko-ekonomskim proračunima.

Mjerodavna računska velika voda određuje se na temelju veličine vodotoka, važnosti saobraćajnice, vrijednosti dobara koja se štite od poplavnih voda i dr.

U ovoj oblasti ne postoji jedinstvena regulativa, pa se kao mjerodavna računska velika voda određene vjerovatnoće pojave određuje od slučaja do slučaja.

Kao mjerodavna uzima se obično računska velika voda pojavi 0,1 % do 1 % na velikim rijekama, na srednjim rijekama i vodotocima 1 % do 2 %, na kanalima II reda 2 % do 5 %, a na kanalima III i IV reda 5 % do 10 %.

Velike vode određene vjerovatnoće pojave računaju se na dva načina i to:

- kada raspoložemo sa dovoljno osmatranih podataka, proračun se vrši po statističkim metodama bilo preko vodostaja ili protoke,
- kada ne raspoložemo sa dovoljno osmatranih podataka ili ih na dotičnom vodotoku uopće nema, proračun se vrši na osnovu teoretsko-empirijskih formula hidrologije za pojedina slivna područja.

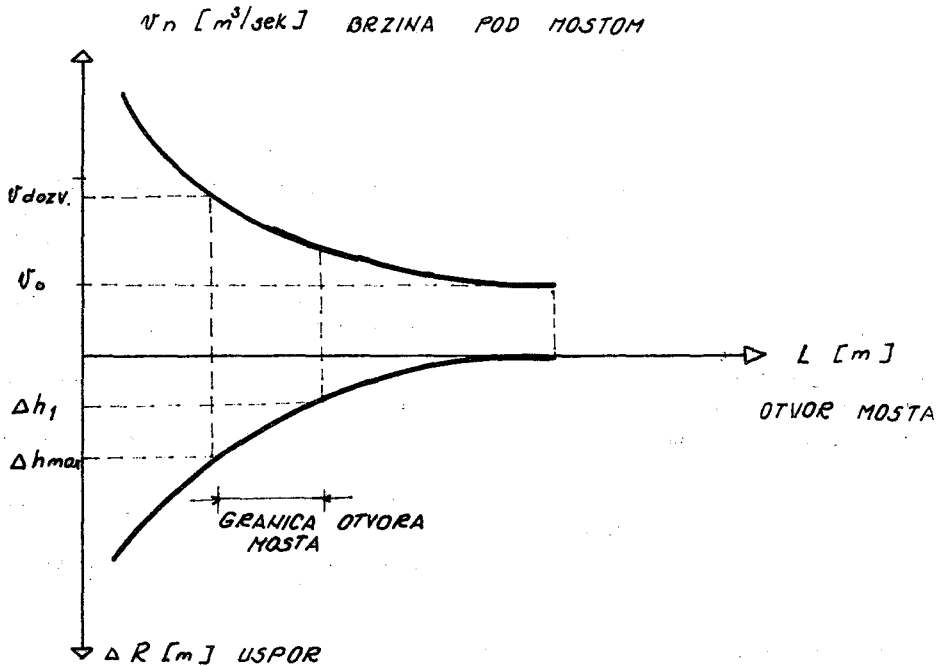
S prethodnim podacima vrši se hidraulički proračun, koji određuje tri uzajamno vezane karakteristike mostovskog prelaza:

- usvojeni otvor mosta za protok računске velike vode,
- veličina uspora koji nastaje kod mosta i uzvodno od mosta i
- brzina vode ispod mosta.

Općenito se može reći da brzina vode ispod mosta mora biti manja od kritične brzine kod koje dolazi do odnošenja čestica tla u koritu, a koja se određuje na temelju geomehničkog sastava tla odnosno otpora tla u rječnom koritu što se može vidjeti u kvalitativnom prikazu zavisnosti navedenih parametara u priloženoj sl. 24.

U nekim slučajevima naročito kod propusta brzina vode iza ili ispod objekta je veća od kritične brzine pa se u tim slučajevima predviđa osiguranje u vodotoku kao i proračun produbljenja iza osiguranja radi određivanja visine završnog zuba odnosno objekti koji završavaju osiguranje. Kod svih objekata nužno je izvršiti i proračun produbljenja korita i lokalnih produbljenja. Slobodna visina mosta računa se od usporenog nivoa računске velike vode i donje ivice konstrukcije. Ovo nadvišenje služi za propuštanje plivajućih predmeta, leda, a sadrži i elemente nepouzdanosti proračuna nivoa mjerodavne velike vode.

Veličina slobodnog prostora od usporene računске velike vode u principu treba da ovisi o protoci i brzini vode pod mostom, a kreće se od 0,5 do 1,5 m. Manji vodotoci i manja brzina vode zahtjevaju i manje nadvišenje i obrnuto. Kod vodotoka kod kojih se pojavljuje led pored slobodnog prostora važna je i širina otvora koji treba da propusti led da ne dođe do zagušenja. Slobodni prostor u ovom slučaju ovisi o intezitetu pojave leda kao i veličine vodotoka a iznosi 1,0 do 1,5 m.



Slika 24. ODNOS BRZINA I VELIČINA USPORA POD MOSTOM

Kod tipičkih propusta u hidromelioracionom sustavu veličina nadvišenja uzima se 1/3 dubine vode u propustu. Vrlo česta je pojava da se za računsku veliku vodu propusti dimenzioniraju sa potopljenim ulazom. U ovom slučaju mogu nastati znatni problemi sa plivajućim predmetima (pokošeno sijeno, trska i dr.), ako se kod održavanja kanalske mreže ne vrši izbacivanje ili spaljivanje pokošene mase.

Kod većih objekata važno je napraviti analize vremena i trajanja malih voda radi mogućnosti izvođenja objekta u najpovoljnije vrijeme (naročito temeljenje). Za projektiranje interesantan je najučestaliji vodostaj u godini jer prema tom vodostaju treba oblikovati most i odabrati proporcije objekta i njegovih dijelova.

#### 4.3.4 Projektiranje

Prije pristupa projektiranju sastavlja se projektni zadatak kojim se definiraju osnovni elementi mostovskog prelaza:

- gabariti mosta odnosno slobodni profili (širina i broj kolovoznih traka, zaštitne trake, pješačke staze, biciklističke staze i dr.)
- računska brzina radi određivanja potrebnih minimalnih radijusa krivina na prilazima mostu ili na samom mostu
- eventualno instalacije koje treba provesti preko mosta
- rokovi za građenje i predaju gotovog objekta.

Potrebno je prije projektiranja ishoditi uvjete uređenja prostora, vodoprivredne uvjete i drugo, ovisno o namjeni objekta i rijeci ili vodotoku na kojem se gradi objekt.

Na temelju svih prethodno prikupljenih podataka i projektnog zadatka, poznavanja svojstava građevinskih materijala koji se upotrebljavaju kod gradnje mosta, poznavanje konstruktivnih mogućnosti tih materijala te poznavanje statičkih i dinamičkih mogućnosti dokazivanja stabilnosti

pojedinih konstruktivnih elemenata i cijele konstrukcije, kao i mogućnosti izbora tehnologije izvođenja mosta dobiju se osnovni elementi za projektiranje i stvaralačko kombiniranje.

Naročito treba naglasiti usku povezanost projektiranja i izvođenja radova imajući u vidu sve detalje kod izgradnje, kasnije kod eksploatacije i održavanja objekta. Često se dešava da pojedini projektanti zaokupljeni dokazom stabilnosti pojedinih konstruktivnih elemenata i konstrukcije u cjelini, ne posvećuju dovoljno pažnje na oko nevažnim sitnicama kao što su odvodnja, hidroizolaciji prelazne konstrukcije, izloženosti objekta agresivnim sredstvima a koji elementi bitno utječu na vijek trajanja objekta i visinu troškova održavanja, a ponekad zbog propusta u projektiranju i izvođenju potrebni su i ozbiljni zahvati na sanaciji objekta.

Na temelju prikupljenih podataka (prethodni radovi), projektnog zadatka i uvjeta, pristupa se izradi idejnoj projekta, a gotovo uvijek dolazi u obzir više idejnih rješenja.

Na temelju idejnih rješenja i njihovim međusobnim uspoređivanjem odabire se konačno rješenje za most, koji u najvećoj mjeri zadovolja postavljene uvjete.

Za manje objekte ne radi se uvijek idejno rješenje, ako se i bez usporednih varijanti može izabrati povoljno rješenje.

## Literatura

1. Veselin M. Kostić, Betonski mostovi, Grad. knjiga Beograd 1963. godine
2. M. S. Trojanović, Betonski mostovi I i II
3. M. S. Trojanović, Savremeni mostovi od armiranog i prednapregnutog betona
4. Vladimir Petrović, Otvori mostova i propusta, Vodoprivredni glasnik, sveska 60-63 Novi Sad 1970. godine
5. Zbornik radova sa IX Savjetovanja JDNI i redovnog godišnjeg savjetovanja JDH, Split 6-9. X 1986. godine
6. Prof. ing. Kruno Tonković, Masivni mostovi, skripta
7. Milenko Pržulj, dipl.inž.građ., Čelične skele za mostove, privremeni mostovi i nadstrešnice "Sistem MP", Savremene skele i oplata
8. Mr Josip Marušić, Objekti hidromelioracijskih sustava površinske odvodnje, Priručnik za hidrotehničke melioracije broj 3, Zagreb, 1985. godine
9. Razni autori: R.O. "Standard-beton", Bela Crkva, prospekt "Viadukt" Zagreb, Montažni mostovi, prospekt
10. Projektna rješenja objekata na hidromelioracijskim sistemima površinske odvodnje VRO-Zagreb, OOOUR "Vodoprivreda Biđ-Bosut" Vinkovci.



## PROPISI KOJI SE PRIMJENJUJU KOD IZGRADNJE VODOPRIVREDNIH OBJEKATA

I. ŠIMUNOVIĆ\*

### I. UVODNE NAPOMENE

Na izgradnju vodoprivrednih objekata gotovo se u cjelini primjenjuju isti propisi koji se primjenjuju na izgradnji građevinskih objekata uopće. To su savezni i republički zakoni i podzakonski akti, određeni akti samoupravnog prava i uzance kao specifičan skup pravnih normi.

#### 1. ZAKON O OBVEZNIM ODNOSIMA

Najznačajniji savezni propis koji se primjenjuje u vezi s izgradnjom objekata jest Zakon o obveznim odnosima (Službeni list SFRJ broj 29/78 i 39/85), koji se naziva i Zakonom o obligacionim odnosima. To su u prvom redu odredbe glave XII. i XIII. toga zakona. U glavi XII. (član 600. do 629) su odredbe o ugovoru o djelu, a u glavi XIII. (član 630. do 647) odredbe o ugovoru o građenju. Te su odredbe obavezne i s njima moraju biti u skladu i republički zakoni odnosno drugi propisi. No i mnoge odredbe Općeg dijela toga zakona, koji ukupno ima 1109 članova, od kojih Opći dio dio 453 člana, primjenjuju se na pravne i druge odnose u vezi s građenjem. To su - pored ostalog - odredbe o načinu zaključenja ugovora, sposobnosti subjekata za preuzimanje prava i obveza, računanju rokova, načinu ispunjenja činidbe, kamatama, zastari, odgovornosti za štetu i dr. Za razliku od odredaba glave XII. i XIII, koje se primjenjuju obavezno, odredbe Općeg dijela ne primjenjuju se u pitanjima koja su drugačije uređena republičkim (pokrajinskim) zakonom. U tim pitanjima primjenjuju se odredbe republičkih (pokrajinskih) zakona.

#### 2. REPUBLIČKI (POKRAJINSKI) ZAKONI O IZGRADNJI OBJEKATA

Zbog specifičnosti i važnosti materije područje građenja uređeno je posebnim zakonima republika i autonomnih pokrajina. Sve su republike i autonomne pokrajine donijele posebne zakone kojima se isključivo uređuje područje izgradnje objekata, s izuzetkom SR Bosne i Hercegovine u kojoj je ta materija uključena u Zakon o prostornom uređenju (Sl. list BiH br. 13/74, 16/77, 21/81, 34/86 i 5/87). U drugim republikama i autonomnim pokrajinama to su zakoni:

- u SR Crnoj Gori: Zakon o izgradnji i financiranju investicionih objekata (Sl. list CG br. 40/83 i 10/86),
- u SR Hrvatskoj: Zakon o izgradnji objekata (Narodne novine br. 54/86),
- u SR Makedoniji: Zakon za izgradba na investicioni objekti (Sl. vesnik br. 15/83)
- u SH Sloveniji: Zakon o graditvi objektov (Uradni list br. 34/84. i 29/86.),
- u SR Srbiji: Zakon o izgradnji objekata (Sl. glasnik br. 10/84),
- u SAP Kosovo: Zakon o izgradni investicionih objekata (Sl. list br. 5/86),
- u SAP Vojvodini: Zakon o izgradnji investicionih objekata (Sl. list br. 13/80, 22/80, 32/83, 1/85, 23/85, 26/86 i 2/87).

Dok su Zakonom o obveznim odnosima uređena pitanja koja se odnose na ugovore o građenju, odnosno ostale ugovore i prava, obveze i odgovornosti, u republičkim, odnosno pokrajinskim zakonima o izgradnji uređuje se u širem smislu područje izgradnje polazeći od općeg društvenog interesa. U navedenim zakonima su odredbe o uvjetima za izvršenje određenih poslova u vezi s izgradnjom objekata, sadržaju i izradi tehničke dokumentacije, aktima vlasti koji su potrebni u vezi s

\* *IVAN ŠIMUNOVIĆ, dipl. pravnik SOUR "Vodoprivreda Hrvatske"*



izgradnjom, ustupanju radova građenja, izvođenju radova, posebnim dužnostima i pravima investitora i izvođača, stručnim uvjetima za obavljanje poslova i dr.

Između navedenih zakona republika i autonomnih pokrajina postoje značajnije razlike, kako u pogledu potpunosti pojedinih pravnih normi, tako i u pogledu termina i definiranja pojmova. U pojedinim zakonima neka su pitanja detaljnije, a neka uže obrađena. To se odnosi na definiranje sadržaja tehničke dokumentacije, uvjete ustupanja građenja, utvrđivanja prava i dužnosti investitora i izvođača i druge odredbe. Stoga je veoma značajno pitanje koji će se zakon primijeniti u odnosima u kojima su ugovorne strane iz različitih republika, odnosno pokrajina. U pogledu uvjeta za građenje, izdavanje građevinske dozvole, dozvole za upotrebu objekta, inspekcijskog nadzora i sl. primjenjuje se zakon republike (pokrajine) na čijem se teritoriju građevina nalazi. U pogledu obveznih odnosa (prava i dužnosti) koji proizlaze iz ugovornih odnosa, rješenje je dano u članu 1101. Zakona o obveznim odnosima. To je zakon odnosno propis republike (pokrajine) jedne od stranaka, a prema njihovom sporazumu.

Ako sporazum nije postignut primjenjuje se zakon republike (pokrajine) na čijem je području ugovor sklopljen.

### 3. POSEBNE UZANCE O GRAĐENJU

Posebne uzance o građenju (Službeni list SFRJ br. 18/77) predstavljaju specifični skup pravnih normi, koje se primjenjuju u vezi s odnosima u građenju. Taj je akt donijela skupština Privredne komore Jugoslavije.

Posebnim uzancama o građenju utvrđuju se pravila ponašanja subjekata koji su u odnosu naručioca i izvođača radova na građevinskim objektima. To su po sadržaju norme o pravima, obvezama i odgovornostima ugovornih strana. U 127 točaka uzanci daju se odredbe o bitnim sastavnim dijelovima ugovora, cijenama, uvođenju izvođača u posao, ugovornoj kazni, plaćanju, kvaliteti radova i materijala, garanciji za kvalitet radova, osiguranju, snalažanju rizika, stručnom nadzoru, primopredaji radova, odgovornosti i dr. U uzanci 2. je određeno da se uzance primjenjuju ako su stranke pristale na njihovu primjenu, a u praksi se pristankom smatralo ne samo kada je to izričito ugovoreno, već i ako stranke nisu izričito isključile primjenu uzanci. Ta je odredba djelomično derogirana Zakonom o obveznim odnosima. Prema članu 21. st. 2. toga zakona, uzance se primjenjuju ako su sudionici ugovorili njihovu primjenu, ili ako iz okolnosti proizlazi da su htjeli njihovu primjenu. No, ako bi uzance bile suprotne dispozitivnim odredbama Zakona o obveznim odnosima, prema članu 1170. st. 3. toga zakona, primjenjuju se odredbe zakona, osim ako stranke izričito ne ugovore primjenu uzanci. Prema tome u ugovoru o građenju potrebno je izričito odrediti, da će se u pogledu onoga što nije izričito određeno primijeniti Posebne uzance o građenju.

### 4. OSTALI PROPISI

Pored navedenih zakona i uzanci područje izgradnje uređeno je i nizom drugih propisa. To su - osim zakona - i podzakonski propisi kojima se bliže uređuje materijala iz pojedinog zakona (uredbe, pravilnici i dr.), zatim određeni akti samoupravnog prava, odluke općinskih skupština, kao i samoupravni akti organizacija udruženog rada.

Značajne su odredbe saveznih zakona:

- Zakon o standardizaciji (Sl. list SFRJ br. 33/77. i 11/80) kojima se daju odredbe o donošenju i obezi primjenjivanja standarda, tehničkih normativa, normi kvaliteta proizvodnje i usluga i drugih odgovarajućih akata o standardima i tehničkim normativima;
- Zakon o proširenoj reprodukciji i minulom radu (Sl. list SFRJ br. 21/82. i 32/82). Ovim su zakonom utvrđeni uvjeti za ulaganja u proširenu reprodukciju odnosno za investicijska ulaganja;
- Zakon o osiguravanju plaćanja između korisnika društvenih sredstava (Sl. list SFRJ br. 60/75, 2/76, 13/76, 22/78, 31/83);
- Zakon o ustupanju izgradnje stranom izvođaču (Sl. list SFRJ broj 24/76. i 36/79).

Republičkim i pokrajinskim podzakonskim aktima uređuju se pitanja načina ustupanja građenja, kontrole tehničke dokumentacije, evidentiranja namjeravanih investicija, vođenja evidencija o građenju i dr.

Osobito su značajni republički zakoni kojima se uređuje način prostornog planiranja, jer se njima određuju i uvjeti koji moraju prethodno biti ispunjeni prije pristupanja građenju.

Pored navedenih propisa, koji se neposredno odnose na izgradnju, te na osiguravanje i korištenje sredstava za investicije, zakonima kojima se uređuju pojedine privredne i druge oblasti uređuju se i specifična pitanja koja se odnose na izgradnju, održavanje i upravljanje objektima iz tih oblasti. To su osobito zakoni kojima se uređuju oblasti vodoprivrede, elektroprivrede, cestovnog i željezničkog prometa. Prikaz svih propisa koji se primjenjuju u vezi s izgradnjom objekata prelazi potrebe za koje je ovaj tekst namijenjen, te će u daljnjem tekstu pojedina pitanja biti obrađena polazeći od izričito navedenih saveznih propisa, uz navođenje nekih rješenja iz Zakon o izgradnji objekata SR Hrvatske.

## **5. SPECIFIČNOSTI PROPISA OD ZNAČENJA ZA IZGRADNJU I ODRŽAVANJE VODOPRIVREDNIH OBJEKTA**

Područja voda i vodoprivrede uređeno je posebnim zakonima. Na razini SFRJ donesen je Zakon o osnovama režima voda važnih za dvije ili više republika odnosno autonomnih pokrajina i o međudržavnim vodama (Sl. list SFRJ broj 2/74. i 24/76), a sve republike i autonomne pokrajine donijele su svoje zakone o vodama. To su:

- u SR Bosni i Hercegovini: Zakon o vodama (Sl. list br. 36/75. i 41/75),
- u SR Hrvatskoj: Zakon o vodama (Narodne novine br. 32/84. i 26/87),
- u SR Crnoj Gori: Zakon o vodama (Sl. list br. 25/81),
- u SR Makedoniji: Zakon na vodite (Sl. vesnik br. 13/82),
- u SR Sloveniji: Zakon o vodah (Uradni list br. 38/81),
- u SR Srbiji: Zakon o vodama (Sl. glasnik br. 33/75, 53/75, 18/76, 21/76, 14/77. i 7/82),
- u SAP Kosovo: Zakon o vodama (Sl. list br. 30/76. i 20/78),
- u SAP Vojvodina: Zakon o vodama (Sl. list br. 12/86).

Za materiju koja je predmet ovog teksta, značajno je da navedeni zakoni sadrže odredbe o vodoprivrednoj djelatnosti, statusu i načinu upravljanja vodoprivrednim objektima, načinu i izvorima za financiranje izgradnje i održavanje tih objekata, odnosima između korisnika i davalaca usluga u vodoprivredi.

## **II. VODOPRIVREDNI OBJEKTI**

### **1. DEFINIRANJE I DIOBA VODOPRIVREDNIH OBJEKATA PREMA NAMJENI**

Vodoprivrednim objektima smatraju se građevine i slični objekti koji služe namjenama obuhvaćenim pojmom vodoprivrede tj. za zaštitu od štetnog djelovanja voda, zaštitu voda i osiguravanje zaliha voda. Prema zakonima republika i autonomnih pokrajina, ti se objekti dijele na zaštitne, hidromelioracijske i posebne vodoprivredne objekte. U nekim zakonima imamo i podjelu na objekte za upotrebu voda i objekte za zaštitu voda (unutar grupe posebnih vodoprivrednih objekata).

Zaštitnim vodoprivrednim objektima smatraju se objekti koji služe za zaštitu od poplava, erozija i bujica i drugih oblika štetnog djelovanja voda, te regulacijski objekti na vodotocima. Karakteristični zaštitni objekti jesu nasipi, obaloutvrde, oteretni kanali, ustave na zaštitnim retencijama i akumulacijama i dr.

Hidromelioracijskim (ili melioracijskim) objektima smatraju se objekti koji služe za odvodnjavanje i za navodnjavanje zemljišta. Objekti za odvodnjavanje su u tu svrhu uređeni prirodni vodotoci, lateralni kanali, osnovna i detaljna kanalska mreža, drenaže i drugi objekti za zaštitu od vanjskih i unutrašnjih voda. Iako je najčešća osnovna namjena tih objekata da omogućavaju bolje korištenje

poljoprivrednog zemljišta, oni u pravilu služe i za odvodnjavanje površinskih, atmosferskih i podzemnih voda i s drugih površina (građevinsko zemljište, prometnice, zemljište pod privrednim objektima i sl.). Hidromelioracijski objekti za navodnjavanje redovito su u funkciji poljoprivredne proizvodnje.

Posebni vodoprivredni objekti predstavljaju grupu vodoprivrednih objekata koji služe različitim namjenama kao što su vodoopskrba, akumuliranje voda za pogonske i energetske potrebe, umjetni kanali za plovidbu, uređaji za prečišćavanje zagađenih voda. Ti se objekti u odnosu na zaštitne i hidromelioracijske objekte razlikuju pošto predstavljaju sredstva rada odnosno sredstva za proizvodnju određenih organizacija (najčešće komunalnih), i imaju status osnovnih sredstava.

Organizacija koja njima upravlja naplaćuje određenu cijenu razmjerno koristi (isporučena količina vode) ili ponašanju (količina ispuštene vode i sl.).

Za razliku od posebnih vodoprivrednih objekata, zaštitni vodoprivredni objekti imaju neodređeni krug korisnika, njihova je funkcija da osiguravaju normalne uvjete za život i privređivanje na određenom području, njihova se vrijednost - u pravilu - ne prenosi neposredno na korisnike, ne stvaraju akumulaciju za organizaciju koja njima upravlja, a opseg korištenja ovisi o prirodnim i drugim uvjetima.

To se odnosi i na hidromelioracijske objekte za odvodnjavanje, čija se izgradnja i održavanje financiraju iz sredstava samoupravih interesnih zajednica i kojima upravljaju vodoprivredne organizacije (ili u nekim republikama samoupravne vodoprivredne interesne zajednice). U pravilu u svim slučajevima u kojima hidromelioracijski sistem služi većem broju korisnika na određenom području, tim se sistemom upravlja jednako kao i zaštitnim vodoprivrednim objektima, a to znači da tim objektima upravljaju vodoprivredne organizacije ili samoupravne vodoprivredne interesne zajednice.

U SR Hrvatskoj, SR Sloveniji, SAP Vojvodini, te u pogledu hidromelioracijskih objekata u SR Makedoniji zakonom je određeno da vodoprivrednim objektima upravljaju vodoprivredne organizacije. U skladu sa stajalištem utvrđenim na saveznoj razini i u drugim republikama pripremaju se takva rješenja.

### **III. GRADENJE, REKONSTRUKCIJA I ODRŽAVANJE VODOPRIVREDNIH OBJEKATA**

#### **1. POJAM GRADENJA I ODRŽAVANJA OBJEKATA**

Pod pojmom "izgradnja objekata" u pravilu obuhvaćamo aktivnosti od utvrđivanja potrebe za investiranjem odnosno izgradnjom, pa do završetka izgradnje i predaje u svrhu korištenja. Prema Zakonu o izgradnji objekata SR Hrvatske izgradnjom se smatra obavljanje prethodnih radova, izrada tehničke dokumentacije i građenje odnosno rekonstrukcija objekata.

Prethodnim radovima smatraju se istražni i drugi radovi potrebni za investicijski program, izrada investicijskog programa, i radovi u vezi s pribavljanjem građevinskog zemljišta.

Izradom tehničke dokumentacije smatra se izrada projekata potrebnih za dobivanje građevinske dozvole, te projekata za građenje (izvedbena dokumentacija).

Građenjem se smatra izvođenje pripremnih i građevinskih radova, ugradnja opreme i drugi radovi potrebni za dovršenje i osposobljavanje objekata za korištenje. Pripremnim radovima smatraju se radovi i izgradnja objekata na gradilištu, koji su privremenog karaktera i koji su potrebni radi omogućenja izvođenja radova građenja objekta.

Građenje se može izvoditi samo pod uvjetom da je izdana građevinska dozvola. Za izdavanje građevinske dozvole moraju biti ispunjeni zakonom i drugim propisima određeni uvjeti, bez kojih se ne smije početi s radovima. Isti su uvjeti i za rekonstrukciju objekata (adaptacija, nadogradnja, izmjene postrojenja i uređaja i sl.), jer se i takvim radovima mogu ugroziti život i zdravlje ljudi, sigurnost prometa, režim voda, sigurnost od požara i sl. Uvjeti koje treba ispuniti investitor da bi dobio građevinsku dozvolu, kao i obavezan nadzor u toku građenja, te prilikom dovršenja izgradnje, pružaju odgovarajuću garanciju da neće doći do štetnih posljedica i ugrožavanja općeg interesa odnosno interesa drugih osoba.

Karakteristika pretežnog dijela vodoprivrednih objekata jest, da se radi o niskogradnjama, najčešće od radova za izvođenje ne suviše složenih radova (zemljani radovi i sl.). Stoga se rekonstrukcija tih objekata sastoji najčešće od radova kojima se ne remete elementi koji bitnije utječu na pogoršanje sigurnosti. Da bi se pojednostavio prethodni postupak za izvođenje određenih radova i omogućilo njihovo kontinuirano obavljanje, Zakonom o vodama SR Hrvatske, kao i novim Zakonom o vodama SAP Vojvodine određeno je koji se radovi na vodoprivrednim objektima smatraju radovima održavanja. Taj je tekst gotovo istovjetan u oba zakona. Prema članu 42. Zakona o vodama SR Hrvatske radovima na održavanju zaštitnih vodoprivrednih i hidromelioracijskih objekata - pored radova uzgoja i održavanja biljnog pokrova tih objekata - smatraju se:

- popravci, pojačanja i obnavljanja nasipa, zaštita krune i pokosa nasipa, obnavljanje oštećenih dijelova zaštitnih vodoprivrednih objekata,
- održavanje dna i pokosa prirodnih i umjetnih vodotoka; uređenje korita i bankina, djelomično produbljivanje dna prirodnih i umjetnih vodotoka, obnavljanje i zamjena dotrajalih objekata u vodotocima, zemljani radovi u inundacijama, zamjena oštećenih i dotrajalih propusta i sl.,
- održavanje hidromelioracijskih objekata: obnavljanje i zamjena oštećenih objekata, ublažavanje zavoja i nagiba, manje dopune kanalske mreže, drenažni radovi, izrada tipskih propusta i sličnih objekata.

## 2. INVESTITORI I IZVOĐAČI RADOVA IZGRADNJE VODOPRIVREDNIH OBJEKATA

Investitor je osoba koja osigurava sredstva potrebna za izgradnju objekta i koja donosi odluku o potrebi izgradnje objekta.

Izvođač je osoba koja izvodi radove koji spadaju u izgradnju objekta. Zakonom su određeni posebni stručni i drugi uvjeti koje mora ispunjavati izvođač.

U praksi ima dosta slučajeva kada su i investitor i izvođač ista osoba. To je npr. u slučaju kada jedna organizacija, koje je registrirana za građenje, izvodi objekte za svoje potrebe ili izgrađuje stambene objekte za tržište. U ugovornim odnosima osoba koja osigurava sredstva i naručuje radove naziva se naručiocem (čl. 430. Zakona o obveznim odnosima, te Posebne uzance za građenje).

Kod izgradnje zaštitnih i hidromelioracijskih vodoprivrednih objekata, investitor je samoupravna vodoprivredna interesna zajednica (u nastavku "SVIZ"). Sredstva za izgradnju objekta osiguravaju se u planu te zajednice, plan utvrđuju organi zajednice (ili korisnici samoupravnim sporazumijevanjem), pa je i nominalni nosilac investicije SVIZ. Izvođač radova građenja novih vodoprivrednih objekata biti će ona organizacija, kojoj SVIZ povjeri izgradnju, a u skladu s republičkim (pokrajinskim) propisima. Kada se radi o radovima održavanja objekata, tada će to uvijek biti vodoprivredna organizacija, koja je davalac usluga u okviru SVIZ-a, kojoj je održavanje objekata jedan od osnovnih zadataka. Međutim, kada se radi o građenju, pravo je SVIZ-a da radove povjeri onoj organizaciji koja ispunjava odgovarajuće uvjete. Propisima nekih republika i pokrajina utvrđuje se obaveza davanja radova putem natječaja (konkursa) ili na osnovi izbora najpovoljnijeg ponuđača i ne dopušta davanje radova građenja na osnovi neposredne pogodbe (SR Hrvatske). No i tada postoji mogućnost da SVIZ prenese investitorska prava na vodoprivrednu organizaciju. Pretpostavka je za takav prijenos da se radi o objektima za koje je zakonom određeno da se nakon izgradnje predaju na upravljanje vodoprivrednoj organizaciji. U takvom slučaju SVIZ može donijeti odluku o prijenosu investitorskih prava na vodoprivrednu organizaciju, uz prijenos sredstava potrebnih za financiranje izgradnje objekta. Tada vodoprivredna organizacija nastupa kao investitor i u svoje ime traži građevinsku dozvolu.

U slučaju izgradnje hidromelioracijskih objekata pojedinih poljoprivrednih organizacija ili drugih sličnih organizacija, koje tu izgradnju financiraju iz svojih poslovnih sredstava, investitor je ta organizacija.

Organizacija koje je izvođač radova mora ispunjavati zakonom propisane uvjete. To su:

- da je registrirana za obavljanje djelatnosti,
- da ispunjava kadrovske i stručne uvjete, ako je to određeno zakonom.

Organizacija koja izrađuje tehničku dokumentaciju mora biti registrirana za djelatnost projektiranja

- podskupina 110402 (projektiranje građevinskih objekata). No, i organizacija koja je registrirana za vodoprivrednu djelatnost
- podskupina 040002 (zaštita od štetnog djelovanja voda) može izrađivati tehničku dokumentaciju za vodoprivredne objekte koji služe zaštiti od štetnog djelovanja voda, a to su zaštitni i hidromelioracijski objekti za odvodnjavanje. Naime, u opisu poslova te podskupine je i izrada tehničke dokumentacije. Projektna odnosno vodoprivredna organizacija mora imati i zakonom određeni broj radnika odgovarajuće stručnosti potrebne za izradu određene projektne dokumentacije. To je određeno republičkim (pokrajinskim) zakonima o izgradnji. Prema Zakonu o izgradnji SR Hrvatske takva organizacija mora imati najmanje dva projektanta VII/1 stupnja stručne spreme, struke i smjera u koji spada izrada pojedine vrste projekata, te položen stručni ispit i tri godine prakse.

Organizacija-izvođač radova građenja objekta mora biti registrirana za poslove građenja. Kada se radi o građenju vodoprivrednih objekata to je podskupina 050002, izgradnja hidrograđevinskih objekata, kao i podskupina 040002, zaštita od štetnog djelovanja voda u čiji okvir spada i "rekonstrukcija i izgradnja manjih objekata i postrojenja za zaštitu od štetnog djelovanja voda". Tu su uključeni i radovi na uređenju hidromelioracijskog sistema za odvodnjavanje. Većina vodoprivrednih organizacija registrirana je za djelatnost 040002 kao osnovnu djelatnost i za djelatnost 050202 kao sporednu djelatnost.

### **3. UVJETI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI ZA GRAĐENJE VODOPRIVREDNIH OBJEKATA**

Da bi se moglo pristupiti građenju vodoprivrednog kao i drugog građevinskog objekta potrebno je da budu ispunjeni slijedeći uvjeti:

- 3.1 da je usvojen investicijski program i donesena odluka o izgradnji,
- 3.2 da su osigurana sredstva,
- 3.3 da je izrađena tehnička dokumentacija potrebna za građevinsku dozvolu,
- 3.4 da je pribavljena građevinska dozvola, kao i ostale dozvole propisane zakonom ili na osnovi zakona,
- 3.5 da je zaključen ugovor o građenju.

#### **3.1 Investicijski program i odluka o izgradnji**

U Zakonu o proširenoj reprodukciji i minulom radu kao i u zakonima svih republika i autonomnih pokrajina kojima se uređuje izgradnja objekata, određeno je da društveno-pravne osobe prije početka izgradnje moraju donijeti investicijski program. To je ekonomsko-tehnički elaborat kojim se definira investicijski objekt, utvrđuju uvjeti njegove izgradnje i obrazlaže opravdanost izgradnje. U zakonima republika i autonomnih pokrajina u pravilu se ne daje definicija investicijskog programa, nego se utvrđuje njegov sadržaj tj. koje podatke mora imati takav program i kakva dokumentacija mora biti priložena kao njegov sastavni dio. U pravilu investicijski program mora sadržavati:

- podatke o objektu: opis, namjena, kapacitet, program proizvodnje,
- analizu ekonomske, društvene, tehničke i tehnološke opravdanosti izgradnje,
- analizu uvjeta uređenja prostora i drugih uvjeta izgradnje sa podacima o uklapanju u plan prostornog uređenja i ispunjenju posebnih propisanih uvjeta za izgradnju (vodoprivredni, urbanistički, energetske, prometni i dr.),
- podatke o predračunskoj vrijednosti objekta, visini, izvoru i načinu osiguravanja sredstava,
- podatke o dinamici i roku izgradnje.

Prema većini republičkih (pokrajinskih) zakona uz investicijski program mora biti priloženo i uvjerenje o uređenju prostora (urbanistički uvjeti), izvod iz srednjoročnog plana i tehničko rješenje u obliku idejnog projekta.

Prije donošenja odluke o izgradnji investicioni program podliježe ocjeni valjanosti, koju daje odgovarajuća stručna organizacija koju angažira investitor ili komisija koju osniva investitor iz reda stručnjaka. Uvjet je da navedene stručne organizacije odnosno članovi posebne komisije nisu sudjelovali u izradi investicionog programa.

Nakon usvajanja investicijskog programa donosi se odluka o izgradnji objekta. Tom se odlukom određuje da će se pristupiti izgradnji objekta u skladu s investicijskim programom i da se u tu svrhu osiguravaju potrebna sredstva. Odluku donosi organ upravljanja organizacije udruženog rada ili druge organizacije odnosno zajednica koja je investitor za izgradnju objekta.

Za izgradnju vodoprivrednih objekata koja se financira iz sredstava SVIZ-a, potrebno je da je njihova izgradnja predviđena u srednjeročnom planu razvoja SVIZ-a. U praksi se za velike objekte i sisteme izrađuje investicijski program, a kada se radi o manjim objektima dovoljno je da je u srednjeročnom planu predviđena njihova izgradnja i da su u godišnjim planovima osigurana sredstva za tu namjenu. I za njihovu izgradnju potrebni su uvjeti uređenja prostora i odgovarajuća tehnička dokumentacija. Već samim uvrštavanjem u plan, odnosno donošenjem srednjeročnog i godišnjeg plana smatra se da je donešena i odluka o potrebi izgradnje objekta.

### 3.2 Osiguravanje sredstava za izgradnju objekata

Da bi se moglo pristupiti građenju objekata koji se smatraju investicijskim objektima, a to su novi objekti, odnosno rekonstrukcija postojećih, zakonom je utvrđena obaveza prethodnog osiguravanja sredstava. Ta obaveza vrijedi kako za slučaj kada investitor povjerava drugom izgradnju objekata, tako i kada je investitor istodobno i izvođač. Ako je investitor organizacija udruženog rada, sredstva se osiguravaju u poslovnom fondu ili kreditom koji se vraća iz namjenskih sredstava. Pristupanje građenju bez prethodno osiguranih sredstava predstavlja privredni prijestup, a u određenim slučajevima i krivično djelo. Kao dokaz da su osigurana sredstva služi odgovarajuć obrazac potvrđen po Službi društvenog knjigovodstva.

Obaveza osiguranja sredstava za izgradnju objekata utvrđena su u pravilu posebnim zakonom. U pojedinim republikama i pokrajinama to su:

- u SR Bosni i Hercegovini: Zakon o obezbjeđenju sredstava za izgradnju investicionih objekata (Sl. list br. 17/80, 22/81, 13/82),
- u SR Hrvatskoj: Zakon o osiguranju sredstava za izgradnju objekata (Nar. novine br. 23/81, 45/86),
- u SR Sloveniji: Zakon o zagotoviti sredstev za graditev objektov (Uredni list br. 18/85, 29/86),
- U SR Srbiji: Zakon o obezbeđivanju sredstava za investicije (Sl. glasnik br. 2/85, 24/85),
- U SAP Kosovu: Zakon o obezbeđenju sredstava za izgradnju investicionih objekata (Sl. list br. 3/84).

U drugim republikama odredbe koje se odnose na osiguravanje sredstava sadržane su u zakonima kojima se uređuje izgradnja objekata.

Prema navedenim zakonima, uvjeti za osiguravanje sredstava za investicije, kada je investitor samoupravna interesna zajednica, razlikuju se od uvjeta kada je investitor organizacija udruženog rada. Ta razlika proizlazi iz načina prikupljanja sredstava. Stoga se kao dokaz o osiguranim sredstvima za SVIZ traži izvod iz godišnjeg plana iz kojeg se može utvrditi da će sredstva za financiranje biti osigurana u skladu s dinamikom radova. To je osobito važno kada se financiranje vrši iz sredstava koja se udružuju na osnovi samoupravnog sporazuma o udruživanju sredstava društvene reprodukcije.

Sredstva za izgradnju vodoprivrednih objekata osiguravaju se u SVIZ-ovima iz više izvora. Najznačajniji izvor u SR Hrvatskoj su sredstva udružena na osnovi posebnog samoupravnog sporazuma o udruživanju sredstava društvene reprodukcije. Takav način financiranja propisan je i u zakonima o vodama SR Slovenije i SAP Vojvodine, ali u praksi nije proveden. U nekim republikama (pokrajinama) se sredstva za izgradnju vodoprivrednih objekata osiguravaju na osnovi zakona. Ostali

izvori su naknade koje plaćaju korisnici u hidromelioracijskom sistemu i doprinosi koje plaćaju svi korisnici u SVIZ-ovima. No, pošto se doprinosi plaćaju iz dohodaka, mogućnost njihova korištenja za financiranje izgradnje novih objekata je ograničena. To je ograničenje izričito propisano u Zakonu o ukupnom prihodu i dohotku, prema kojem se sredstva doprinosi iz dohotka koja ostvaruju samoupravne interesne zajednice ne mogu koristiti za investicije i to privremeno do konca 1988. godine.

Održavanje vodoprivrednih objekata financira se iz redovnog priliva sredstava SVIZ-ova. To su u pravilu sredstva vodoprivrednog doprinosi i vodoprivrednih naknada. Pa i sredstva amortizacije obračunate na hidromelioracijske objekte mogu se - prema Zakonu o amortizaciji društvenih sredstava (član 46) - koristiti za radove koji predstavljaju investicijsko održavanje tih objekata. Spomenuti zakoni, kojima se određuju uvjeti za financiranje investicija, ne primjenjuju se na financiranje radova održavanja. Iz tih razloga je potrebno da se u zakonima o vodama odredi koji se radovi na vodoprivrednim objektima smatraju radovima održavanja.

### 3.3 Tehnička dokumentacija

Bez tehničke dokumentacije nije dozvoljeno pristupanje građenju. Za donošenje odluke o izgradnji potreban je investicijski program čiji je sastavni dio idejni projekt odnosno idejno rješenje, koji moraju sadržavati osnovnu prostornu, oblikovnu, funkcionalnu i tehnološku koncepciju objekta.

Zakonima o izgradnji republika i pokrajina određuje se što mora sadržavati tehnička dokumentacija koja predstavlja osnovu za dobivanje građevinske dozvole. Prema Zakonu o izgradnji SR Hrvatske tehnička dokumentacija je skup projekata i elaborata koji daju konačna tehnička rješenja u pogledu prilagođavanja objekta uvjetima uređenja prostora i drugim uvjetima izgradnje, stabilnosti objekta, zaštiti života i zdravlja ljudi, zaštite čovjekove okoline, zaštite na radu, zaštite od požara, elementarnih i drugih nepogoda, zaštite od ratnih djelovanja, zaštite prometa, telekomunikacija, režima voda, energetskih objekata, postrojenja i vodova. Zakonima je potanje određeno što moraju sadržavati određeni projekti. Tehnička dokumentacija za građenje, na osnovi koje se izdaje građevinska dozvola, naziva se i izvedbenom dokumentacijom.

Zakonima su bliže određeni uvjeti koje moraju ispunjavati organizacije za registriranje obavljanja projektantske djelatnosti. Već je spomenuto da i vodoprivredne organizacije, koje su registrirane za djelatnost zaštite od štetnog djelovanja voda, imaju pravo na osnovi te registracije izrađivati projekte za vodoprivredne objekte koji služe zaštiti od štetnog djelovanja, u što se ubrajaju i hidromelioracijski vodoprivredni objekti.

Za izvođenje radova održavanja vodoprivrednih objekata nije propisana vrsta i sadržaj potrebne dokumentacije. Stoga bi u svakoj vodoprivrednoj organizaciji trebalo internim aktima utvrditi što treba sadržavati tehnička dokumentacija za takve radove.

### 3.4 Građevinska dozvola

Za građenje novih objekata odnosno za rekonstrukciju objekata potrebna je dozvola nadležnog organa uprave, koju nazivamo građevinska dozvola. U zakonima republika i pokrajina takvo rješenje naziva se i odobrenjem za građenje odnosno dozvolom za građenje. Osnovna je svrha građevinske dozvole da investitor uskladi građenje sa općim društvenim interesom, kao i interesima pojedinaca na koje bi izgradnja mogla utjecati. Stoga se propisuje da je investitor dužan, uz zahtjev za izdavanje građevinske dozvole, priložiti projektnu dokumentaciju (izvedbene projekte), niz suglasnosti i potvrda nadležnih organa, dokaza o rješenim imovinsko-pravnim odnosima i dokaze o osiguranju sredstava.

Građevinsku dozvolu izdaje u pravilu općinski organ uprave nadležan za poslove građevinarstva, a za veće objekte je nadležan republički organ.

Građevinska dozvola izdaje se za građenje cijelog objekta, a iznimno za objekte čije građenje traje više godina može se izdati i dozvola za dio objekta. Tada se u pravilu izdaje načelna suglasnost za građenje cijelog objekta, a za dijelove objekta izdaju se građevinske dozvole nakon ispunjenja uvjeta za njihovu izgradnju.

Građevinska dozvola nije potrebna za radove koji se smatraju radovima na održavanju vodoprivrednih objekata.

### 3.5 Ugovor o građenju

Nakon ispunjenja svih prethodno navedenih uvjeta zaključuje se ugovor o građenju. Tim ugovorom investitor povjerava izvođaču građenje objekta, a izvođač se obvezuje da prema projektu i u ugovornom roku sagradi na određenom zemljištu određenu građevinu, odnosno da na već postojećem objektu izvrši druge građevinske radove, a da mu naručilac za to isplati određenu cijenu.

Ugovor o građenju mora biti u skladu s odredbama glave XII. i XIII. Zakona o obveznim odnosima.

Propisima republika i autonomnih pokrajina određen je način i postupak za davanje radova. U pravilu se radovi povjeravaju nakon provedenog natječaja u kojem radove dobiva najpovoljniji ponuđač, ili na osnovi prikupljanja ponuda u čemu postoji veća dispozicija investitora u pogledu izbora izvođača. Tek iznimno se propisima omogućava davanje radova na osnovni neposredne pogodbe.

Ugovor o građenju obavezno se zaključuje u pismenom obliku. To znači da je o tome potrebno sastaviti pismenu ispravu koju potpisuju ovlaštene osobe (punomoćnici) društveno-pravnih osoba koje ugovor zaključuju, odnosno fizička osoba koja zaključuje ugovor (obrtnik i sl.).

Osnovni sastojci ugovora o građenju su predmet, cijena i rok za izvođenje radova. U zakonima pojedinih republika (pokrajina) određeni su i drugi bitni sastojci ugovora. U Zakonu o obveznim odnosima i Posebnim uzancama o građenju su odredbe kojima se uređuju brojna pitanja u vezi s građenjem i koje se primjenjuju u svemu onom što ugovorom nije određeno (pod uvjetima da su stranke dogovorile odnosno pristale na primjenu uzanci).

U nastavku se daju bitni elementi za odnos stranaka koje su zaključile ugovor o građenju.

#### 3.5.1 CIJENE

Cijena radova određuje se po jedinici mjere (jedinična cijena) ili u ukupnom iznosu za cijeli objekt (ukupno ugovorena cijena). Prema tome cijena ne mora biti uvijek definitivno određena, što se osobito odnosi na slučaj kada se utvrđuje jedinična cijena. No, ugovorne će strane morati utvrditi ukupnu vrijednost radova obzirom na propise o osiguravanju plaćanja, prema kojima se za investicije mora unaprijed osigurati potreban iznos. Stoga će se u takvim slučajevima u toku građenja morati vršiti korekcija ukupnog iznosa aneksima ugovora i taj iznos (razliku) je dužan investitor prijaviti Službi društvenog knjigovodstva uz predočenje dokumentacije o osiguranju sredstava.

Cijena utvrđena u ugovoru može se mijenjati ako nastupe određene okolnosti. U tu svrhu stranke najčešće ugovaraju primjenu tzv. klizne skale. Prema članu 636. i 637. Zakona o obveznim odnosima, izvođač može zahtijevati povećanje cijene ako su se povećale cijene elemenata na kojima se zasniva dogovorena cijena za više od 2 %. Pa i u slučaju da izvođač nije na vrijeme dovršio radove, on može zahtijevati korekciju cijene ako je nastala razlika za više od 5 %, ali samo u okviru vremenskog termina u kojem su radovi trebali biti izvršeni. U navedenim slučajevima izvođač ostvaruje samo razliku iznad 2 odnosno 5 %. Pa i u slučaju kada je ugovorom određeno da se cijena neće mijenjati (klauzula o nepromjenjivosti cijene), izvođač ima pravo na razliku iznad 10 % povećanja cijena elemenata na kojima se zasniva cijena. Postotak povećanja cijena utvrđuje se na osnovi podataka Saveznog zavoda za statistiku, koji prati i mjesečno objavljuje indekse kretanja cijena.

Saveznim zakonom o osnovama sistema cijena i kontroli cijena propisano je da se za radove za koje se cijena pojedinačno utvrđuje (po narudžbi) - ista ne može mijenjati. To znači da se izvođač ne može pozivati na primjenu odredaba Zakona o obveznim odnosima koje se odnose na tzv. kliznu skalu i da je privremeno suspendirano važenje člana 397, 636 i 637. Zakona o obveznim odnosima. No i u ovom slučaju investitor i izvođač mogu aneksom ugovora mijenjati cijenu, što znači da je potrebna suglasnost obje ugovorne strane.

U Posebnim uzancama o građenju su odredbe o cijeni sadržane u uzancama 22. do 35.

Navedene odredbe o cijenama odnose se i na cijene za građenje vodoprivrednih objekata, koji se financiraju iz sredstava SVIZ-a. Drugačija je situacija s održavanjem vodoprivrednih objekata. SVIZ i vodoprivredna organizacija zaključuju samoupravni sporazum o odnosima u slobodnoj razmjeni rada, kojim utvrđuju i osnove za naknadu koju ostvaruje vodoprivredna organizacija za radove održavanja objekata. Pri tome se najčešće polazi od istih elemenata koje sadrži i cijena. No, postoji



mogućnost i slobodnijeg dogovaranja osnova. U SR Hrvatskoj se, u skladu sa Zakonom o vodama, na razini vodoprivrede Republike utvrđuju jedinstvene osnove za naknadu, radove, poslove i zadatke koji se obavljaju na osnovi slobodne razmjene rada, i ti se osnovi primjenjuju u svim SVIZ-ovima i vodoprivrednim organizacijama u Republici.

### 3.5.2 ROKOVI

U Zakonu o obveznim odnosima nisu utvrđeni posebni rokovi za izvršavanje obveza iz ugovora o građenju. Stoga stranke ugovorom određuju početak građenja, dovršenje pojedinih faza građenja i za završetak građenja. To je osobito značajno zbog mnogih obveza koje se zasnivaju na ispunjenju rokova od toka građenja do plaćanja. U Posebnim uzancama o građenju su u uzanci 36. do 44. odredbe o rokovima za izvođenje radova, a i u ostalim uzancama su pojedinačne odredbe o rokovima. Stoga je korisno da se prilikom zaključenja ugovora dogovori primjena Posebnih uzanci o građenju.

Rokovi se u pravilu utvrđuju i dinamičnim planom radova.

Rok za izvođenje radova teče od uvođenja izvođača u posao. Pod uvođenjem u posao se smatra predaja gradilišta bez smetnji koje bi mogao činiti bilo koji drugi ovlaštenik, predaja tehničke dokumentacije i građevinske dozvole i osiguravanja sredstava za financiranje izgradnje i dr. Ako investitor ne uvede izvođača, on ne može pristupiti izvođenju radova, a ako investitor ni u naknadnom roku ne ispuni obvezu, izvođač može tražiti raskid ugovora.

Rokovi utvrđeni ugovorom, mogu se u skladu sa uzancama produžiti ako postoje opravdani razlozi kao što su: prirodni događaji, mjere nadležnih organa, izvanredni nepredviđeni uvjeti za izvođenje radova u vodi i na zemlji, kašnjenje s uvođenjem u posao, nepredviđeni rokovi, zakašnjenja u isporuci opreme za koju nije kriv izvođač. O tom okolnostima mora izvođač obavijestiti investitora neposredno po saznanju, odnosno o njihovu nastupu.

## 4. TOK GRAĐENJA

Izvođač je u toku građenja dužan osobito:

- radove izvoditi u skladu s tehničkom dokumentacijom,
- pri izvođenju radova i ugradnji opreme postupati u skladu s jugoslavenskim standardima i tehničkim normativima,
- ugrađivati materijal, elemente, uređaje i tehničku opremu koja odgovara propisima o standardizaciji i drugim propisima,
- organizirati kontrolu radova,
- kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost dokumentirati ispitivanjima i ispravama (atesti) u skladu s propisima,
- poduzimati mjere za sigurnost radnika i drugih osoba, sredstava i materijala.

Investitor je dužan u toku radova osigurati stalni nadzor. Zakonima republika (pokrajina) određeni su stručni uvjeti koje mora ispunjavati osoba određena za vršenje nadzora.

Izvođač radova je dužan voditi građevinski dnevnik u koji upisuje sve događaje i tok radova kao što su: datum, vremenske prilike, opis izvedenih radova, vrijeme početka i završetka radova, prekidi rada, te svi podaci od značenja za stabilnost, sigurnost i kvalitetu radova.

## 5. OBRAČUNI I PLAĆANJE

Radovi se obračunavaju na osnovi ispostavljenih situacija, koje podnosi izvođač. To su privremene situacije koje se podnose u određenim vremenskim intervalima (mjesečno i sl.) ili nakon dovršenja određene faze radova, te konačni obračun koji se podnosi po završetku građenja u roku od 60 dana od izvršene primopredaje.

Sredstva za plaćanje investicijskih radova moraju biti unaprijed osigurana, ili se uz uvjete određene zakonom plaćanja mora osigurati jednim od oblika osiguranja plaćanja određenih Zakonom o

osiguravanju plaćanja između korisnika društvenih sredstava. To su: vlastita trasirana mjenica s rokom plaćanja od 90 dana, barirani ček, garancija banke i neopozivi dokumentirani akreditiv.

Investitor koji nije osigurao sredstva na način određen Zakonom o osiguravanju plaćanja čini privredni prijestup, a u određenim slučajevima i krivično djelo.

Investitor može zadržati dio situiranog iznosa, ako smatra da svi radovi nisu izvršeni ili da imaju nedostataka. O tome je dužan pismeno upozoriti izvođača i tražiti da u roku ukloni nedostatke.

Prema uzanci 63. plaćanje po privremenoj situaciji se vrši u roku od osam dana, a po okončanoj u roku od 15 dana.

Navedene odredbe ne odnose se i na plaćanje radova održavanja. Radovi održavanja se plaćaju nakon izvođenja i za njih nije potrebno plaćanje izvršiti unaprijed ili dati instrumente osiguranja plaćanja.

Ugovorne strane mogu ugovoriti da investitor izvođaču isplati avans kao predujam za radove. Taj se avans kasnije obračunava s potraživanjem iz situacija. U praksi su dosta česti sporovi o pravu izvođača na priznanje klizne skale na iznose primljene na ime avansa. Sudovi pri tome polaze od namjene za koju se avans daje. Ukoliko je avans doznačen za nabavu materijala, koji se u vrijeme doznake mogao nabaviti, u pravilu se klizna skala ne priznaje.

## 6. PRIMOPREDAJA RADOVA

Odredbe o primopredaji nalaze se u uzancama 110. do 115. a primjenjuju se i odredbe Općeg dijela Zakona o obveznim odnosima koje se odnose na ispunjenje ugovornih obveza (296. do 326. i dr.).

Nakon što su radovi na objektu dovršeni izvođač o tome obavještava investitora, radi dogovora o primopredaji radova. U tu svrhu se formira posebna komisija u koju investitor i izvođač imenuje svoje predstavnike. O primopredaji se sastavlja zapisnik u koji se unose podaci:

- da li su radovi izvedeni prema ugovoru, propisima i pravilima struke,
- da li kvalitet odgovara ugovorenim uvjetima, odnosno koje radove izvođač treba o svom trošku doraditi, popraviti ili ponovo izvesti,
- o kojim pitanjima tehničke prirode nije postignuta suglasnost,
- konstataciju o primopredaji garancijskih listova i atesta, datum završetka radova i izvršene primopredaje.

Datum i sat izvršene primopredaje važan je obzirom na snažanje rizika zbog slučajne propasti i oštećenja radova, materijala i opreme. Te rizike do trenutka primopredaje snosi izvođač, a nakon toga naručilac (investitor).

## 7. ODGOVORNOST ZA NEDOSTATKE I SOLIDNOST GRAĐEVINE

U pogledu odgovornosti primjenjuju se odredbe člana 641. do 647. Zakona o obveznim odnosima (ugovor o građenju) kao i odredbe člana 606. do 621. toga zakona (ugovor o djelu). Te su odredbe obavezne za stranke. Pored toga se primjenjuju i odredbe o ispunjavanju obveza iz Općeg dijela istoga zakona, ako stranke nisu drugačije ugovorile. I u pojedinim republičkim zakonima su odredbe o odgovornosti. Tako su u Zakonu o izgradnji SR Hrvatske odredbe o odgovornosti izvođača (čl. 59.) i o odgovornosti projektanta (čl. 22). I uzance 104. do 106. odnose se na odgovornost, ali obzirom na potpunije odredbe Zakona o obveznim odnosima, te odredbe uzanci nemaju praktičnog značenja.

U članu 644. Zakona o obveznim odnosima određeno je da izvođač odgovara za nedostatke u izradi građevine koji se tiču njene solidnosti za vrijeme od 10 godina od predaje i primitka radova. Isti rok vrijedi za odgovornost projektanta ako je uzrok nedostatka u projektnoj dokumentaciji. Ova se odgovornost ne može ugovorom isključiti ni ograničiti. Prema članu 615. istoga zakona, izvođač odgovara za skrivene nedostatke do isteka roka od dvije godine od primopredaje objekta. To su oni nedostaci koji ne utječu bitno na sigurnost odnosno solidnost građevine.

Da bi investitor ostvario pravo na regres, odnosno naknadu štete koja se tiče nedostataka u solidnosti građevine (čl. 644. Zakona o obveznim odnosima), dužan je o nedostacima obavijestiti izvođača u roku od jedne godine od dana saznanja odnosno ustanovljenja nedostataka. Za nedostatak iz člana 615. taj rok iznosi mjesec dana od otkrivanja skrivenih nedostataka.

## **8. DOZVOLA ZA UPOTREBU OBJEKTA**

Dozvolu za upotrebu objekta ili uporabnu dozvolu izdaje organ uprave koji je izdao građevinsku dozvolu, a nakon dovršenja izgradnje objekta i komisijskog pregleda objekta (tehnički pregled). Uvjeti za izdavanje dozvole za upotrebu, način formiranja komisije, postupak komisije i sadržaj dozvole određuju se u skladu sa zakonima o izgradnji republika i pokrajina. U Zakonu o izgradnji objekata SR Hrvatske to su odredbe člana 80. do 94.

Ako komisija za tehnički pregled utvrdi da su radovi izvršeni u skladu sa tehničkom dokumentacijom za koju je izdana građevinska dozvola i u skladu s propisima, te da nema nedostataka koji bi ugrožavali javna ili pojedinačna dobra i interese - izdati će dozvolu. Ako postoje nedostaci, odbiti će izdavanje i odrediti rok za njihovo otklanjanje nakon čega izvođač mora ponovo podnijeti zahtjev za izdavanje dozvole.

Ako objekt predstavlja opasnost po život i zdravlje ljudi, susjedne objekte, promet ili druge na zakonu zasnovane interese, a nedostaci se ne mogu otkloniti, nadležni organ će donijeti rješenje o rušenju objekta.

## **9. PREDAJA IZGRADENOG VODOPRIVREDNOG OBJEKTA VODOPRIVREDNOJ ORGANIZACIJI**

Uvodno je rečeno da se vodoprivredni objekti prema zakonima o vodama SR Hrvatske, SR Slovenije, SAP Vojvodine, te hidromelioracijski objekti za odvodnjavanje i navodnjavanje prema zakonu SR Makedonije - vode kao objekti vodoprivrednih organizacija. To znači da se ti objekti nakon dovršenja izgradnje prenose na vodoprivrednu organizaciju. To se odnosi na zaštitne vodoprivredne objekte kao i one hidromelioracijske objekte koji su izgrađeni u skladu sa planom SVIZ-a i iz sredstava SVIZ-a. U Zakonu o vodama SR Hrvatske izričito se određuje da se zaštitni i hidromelioracijski vodoprivredni objekti nakon izgradnje predaju vodoprivrednoj organizaciji, koja se brine o njihovom redovnom održavanju, obnavljanju, korištenju i funkcioniranju u skladu s namjenom (član 38. stav 2. i čl. 39. stav 2. toga zakona).

Način izvršenja i primopredaje objekta potrebno je odrediti samoupravnim aktom SVIZ-a. Najpogodnije je to odrediti samoupravnim sporazumom o slobodnoj razmjeni rada, jer je to akt kojim se uređuju odnosi između SVIZ-a i vodoprivredne organizacije kao davaoca usluga u SVIZ-u. U svakom slučaju, za to je potrebna odluka nadležnog organa SVIZ-a, te pismeni dvostrani akt SVIZ-a i vodoprivredne organizacije na koju se objekt prenosi. Taj akt (sporazum ili ugovor) mora imati elemente potrebne da se u zemljišnoj knjizi može provesti upis vodoprivredne organizacije kao stvarnopravnog ovlaštenika na objektu.

# HIDROMETEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA NEOPHODNA ZA PROJEKTIRANJE I IZGRADNJU HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA U KRAŠKIM PODRUČJIMA

O. BONACCI\*

## 1. UVOD

Površine na kojima je moguće organizirati poljoprivrednu proizvodnju u kraškim područjima dinarskog krša Jugoslavije ograničene su na dijelove kraških polja, na manje-više uske doline uz obale kraških rijeka, na male površine vrtača (dolina) u kojima je zbog visinskih i morfoloških odnosa došlo do koncentriranja plodnog tla, najčešće crvenice.

Iako se ne radi o velikim prostorima, njihov je značaj s aspekta proizvodnje hrane višestruk. Prije svega radi se o regijama u kojima ovi prostori predstavljaju jedina mjesta gdje je poljoprivredna proizvodnja moguća, pa ih se, bez obzira na sve probleme, tu i mora organizirati. S druge strane, radi se o izrazito plodnim tlima koja zbog klimatskih i hidroloških prilika ne zahtijevaju posebno skupu gnojibdu. Kao najbitnije treba naglasiti da klimatski uvjeti, naročito u prostorima nedaleko od obale Jadranskog mora, omogućuju uzgoj vrlo kvalitetnih, rijetkih i skupih mediteranskih kultura, a moguće je organizirati više žetvi godišnje. Grubo se procjenjuje da se za iste poljoprivredne površine u području Jadranskog krša može postići najmanje desetorostruka vrijednost u usporedbi s poljoprivrednom proizvodnjom u kontinentalnom dijelu zemlje. Na ovu činjenicu primarni utjecaj imaju klimatske prilike, ali i hidrološki odnosi o kojima će nastavno biti govora.

Neosporno je interesantno usporediti današnju poljoprivrednu proizvodnju s prijašnjom. Postignut je značajan napredak u svakom smislu, ali je očito došlo i do određenih negativnih trendova. Da se uvjerimo u ovo dovoljno je obići rijeku Krčić duž njenog toka od cca 11 km. Na ovom tipično kraškom vodotoku, koji presušuje u ljetnom periodu još i danas postoji desetak starih, napuštenih mlinica koje su mljele razne vrste žitarica. Danas nijedna od njih nije u funkciji, ne zato što su zastarjele, već zbog toga što poljoprivredne proizvodnje u slivu Krčića gotovo da i nema, a proizvodnja žitarica, kao i obrada površina na kojima su se uzgajale u cjelosti je napuštena. Radi se o općem trendu koji se može objasniti i neracionalnošću proizvodnje određenih kultura, ali se to objašnjenje ne može prihvatiti kao potpuni razlog napuštanja bilo kakve poljoprivredne proizvodnje. Čini se da nas već i strateški (a ne samo ekonomski), aspekti upućuju na to da poljoprivrednu proizvodnju treba intenzivirati i moderno organizirati i na ovim područjima. Pri tome se mora jasno imati na umu što i kako treba proizvoditi. To zavisi, prije svega o pedološkim, klimatskim i hidrološkim prilikama, te se bez detaljnih konzultacija s odgovarajućim stručnjacima ne može pristupiti proizvodnji.

U okviru uvodnih napomena nije nezanimljivo spomenuti podatke o površinama koje u Jugoslaviji na području krša stoje na raspolaganju za poljoprivrednu proizvodnju. Po raznim autorima one se razlikuju, što dijelom proizlazi iz činjenice da je svaki od njih mislio na druge regije, a osim toga se i vremenski podaci razlikuju. Marušić (1986) navodi da u Dalmaciji ima 38994 ha melioracijskih područja (što predstavlja 2,11 % od ukupne površine), dok u Istri i Primorju površina iznosi 43695 ha ili 2,37 % ukupne površine u SR Hrvatskoj. U radu se ne navodi koji je dio od ovih melioracijskih površina pod kršom, ali se može pretpostaviti bez velike greške da se sve ove melioracijske površine nalaze u regiji dinarskog krša. To bi značilo da se samo 4,48 % od ukupne obradive površine nalazi pod utjecajem specifičnih fenomena krša. Isti autor, dalje navodi da je u 1985. godini bilo zasijano 188040 ha ovih prostora, što je značilo 14,1 % od ukupno zasijanih površina u SRH. Iz ovih se podataka vidi da je obradivost površina na kršu bitno veća nego na ostalim, moglo bi se reći za obrađivanje lakšim područjima. Kad se tome doda da je broj kanala za odvodnju, kao i kapaciteta relativno bitno

\* Prof. dr. Ognjen Bonacci dipl.inž.grad., Građevinski institut Zagreb  
OOUR Fakultet građevinskih znanosti Split

manji na području krša nego u ostalim dijelovima SRH, može se konstatirati da se u ovim regijama više iskorištavaju poljoprivredne površine uz lošije uvjete obrade zemljišta. Razloge ovog, na prvi pogled, nonsensa treba tražiti u već navedenoj činjenici, da su prihodi od poljoprivredne proizvodnje u ovim regijama izuzetno veći nego u sjevernom djelu zemlje.

Prema Jelaviću i Šarcu (1975) jadransko slivno područje predstavlja široko područje krša koji pokriva ukupno 56618 km<sup>2</sup>, od čega SR Hrvatskoj pripada 45,55 %, SR BiH 31,41 %, SR Crnoj Gori 15,40 % i SR Sloveniji 7,6 %. Od ukupne površine jadranskog krša obrađeno je oko 19 %, a ostalih 81 % su suše, kamenjari i, opće uzevši, neplodno tlo. Prema ovim autorima u SRH je obrađeno 62000 ha, a u SR Hrvatskoj 150000 ha.

Zaključujući uvodno izlaganje, neophodno je istaći potrebu kompleksnijeg, znanstvenijeg i prije svega organiziranijeg pristupa projektiranja i izgradnje hidromelioracijskih sustava u krškim područjima u cilju poboljšavanja poljoprivredne proizvodnje.

Mišljenja sam da bi već i mala, ali smišljena ulaganja u tom pravcu dala značajne ekonomske, ali i ostale efekte. Pri tome se ne misli isključivo na veliki radove u većim kraškim poljima, već posebno na manje akcije na otocima i manjim kraškim depresijama odakle se stanovništvo na žalost raseljava i odlazi. Ovakve akcije pomogle bi njegovom vraćanju, zadržavanju i revitalizaciji u cjelosti.

## 2. O POLJIMA I DOLINAMA U KRŠU

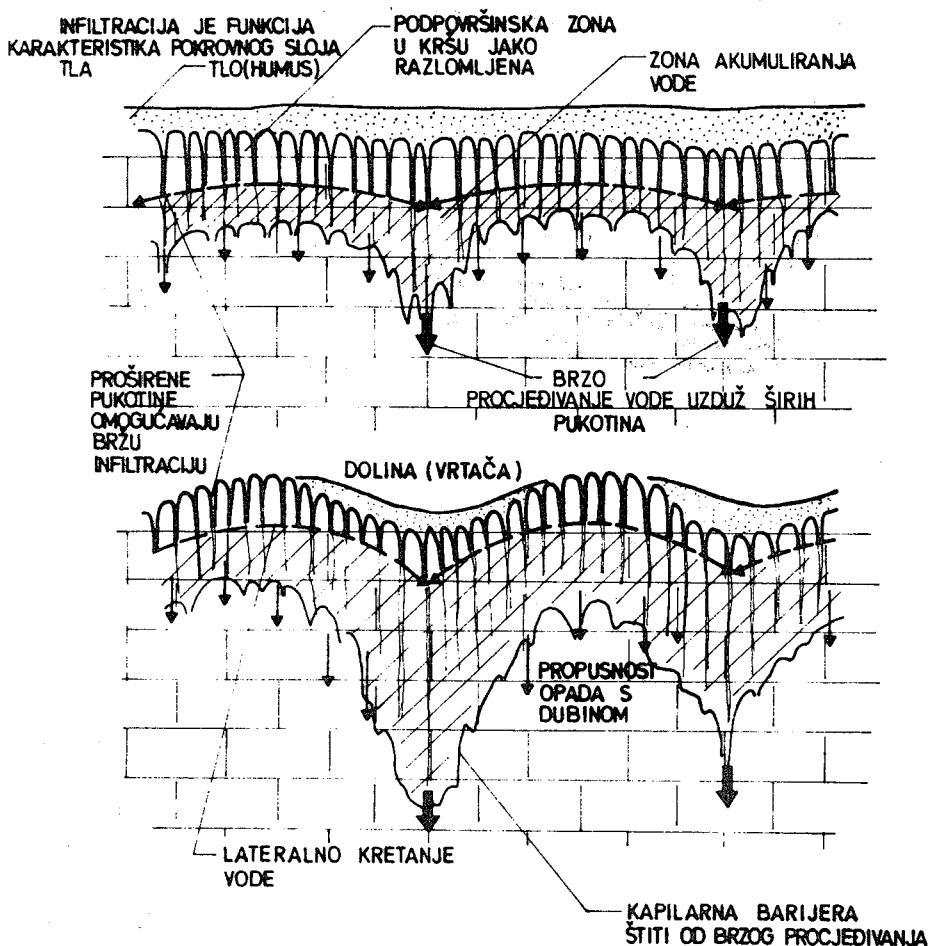
**2.1 Vrtače, ponikve ili doline** su ljevkasta kraška udubljena promjera od nekoliko metara do preko 100 m, s dubinom najčešće do reda veličine 10 m. Najdublje poznate vrtače u Jugoslaviji su Modro i Crveno jezero kod Imotskog, čija dubina iznosi 200 do 500 m. Osim kemijskim erozivnim djelovanjem vode, vrtače mogu nastati i prolamanjem tavanica u kavernama i kraškim kanalima (Milanović 1981). Williams (1983) daje jedno objašnjenje nastanka vrtača vezano uz ulogu potpovršinske zone u kršu. Slika 1 vezana je uz to objašnjenje. Vrtače su najčešće grupirane, a nerijetko koncentrirane duž rasjeda. Tek mali broj vrtača u dinarskim kršu ima dno povremeno ispod nivoa podzemnih voda, kao na primjer Modro i Crveno jezero. U pličem kršu drugih regiona svijeta, dna vrtača su mnogo češće položena ispod nivoa podzemnih voda, te su samim tim i vrtače često potopljene, što je kod nas vrlo rijedak slučaj.

**2.2 Suhe doline ili uvale** izdužena su i koritasta udubljena u kršu, a dno im je pretežno prekriveno vrtlačama, jamama i pećinama. S aspekta hidrologije posebno je interesantna činjenica da u njima nema stalnih, a vrlo se rijetko pojavljuju i povremeni otvoreni riječni tokovi. Uvjeta za formiranje tečenja po površini nema jer je proces karstifikacije bio snažniji i brži od procesa formiranja riječne doline. Milanović (1981) kao tipičnu navodi suhu dolinu Trebišnjice, između Hutova i doline Neretve, u koju se ova rijeka nekada površinski ulijevala. Suhe doline nastale su u principu zbog toga što je nivo podzemne vode zbog snažne karstifikacije nizak i nikada (ili tek u vrlo rijetkim situacijama) izbija do ili blizu površine, te omogućuje prihranjivanje otvorenih vodotoka podzemnim vodama.

Treba pripomenuti da u dinarskom kršu ima i takvih situacija kada stalni riječni tokovi protiču visoko iznad nivoa podzemne vode, čak i do reda veličine do 50 m. Karakterističan slučaj moguće je pratiti na potezu rijeke Zrmanje od Palanke do Ervenika, a slični se "viseći" potezi susreću na rijeci Krki od Marasovine do slapova Miljacka, pa dalje. Dok u sušnom periodu rijeka Zrmanja na navedenom potezu presuši, Krka nikada ne presuši. Štoviše, mjerenjima tu nisu ustanovljeni značajniji gubici vode. Razlog da gubitaka praktično nema, kao i razlog smanjenih gubitaka, a samim tim i činjenice da nije došlo do formiranja suhih dolina, leži u tome što rijeke teku u koritu kolmiranom vlastitim vrlo finim nanosom koji je manje ili više onemogućio infiltraciju, a time i gubitke vode preko omočenog opsega otvorenog vodotoka. Dok su u suhim dolinama uvjeti za poljoprivrednu proizvodnju, generalno uzevši vrlo nepovoljni, vrtače predstavljaju idealne površine za ovu svrhu.

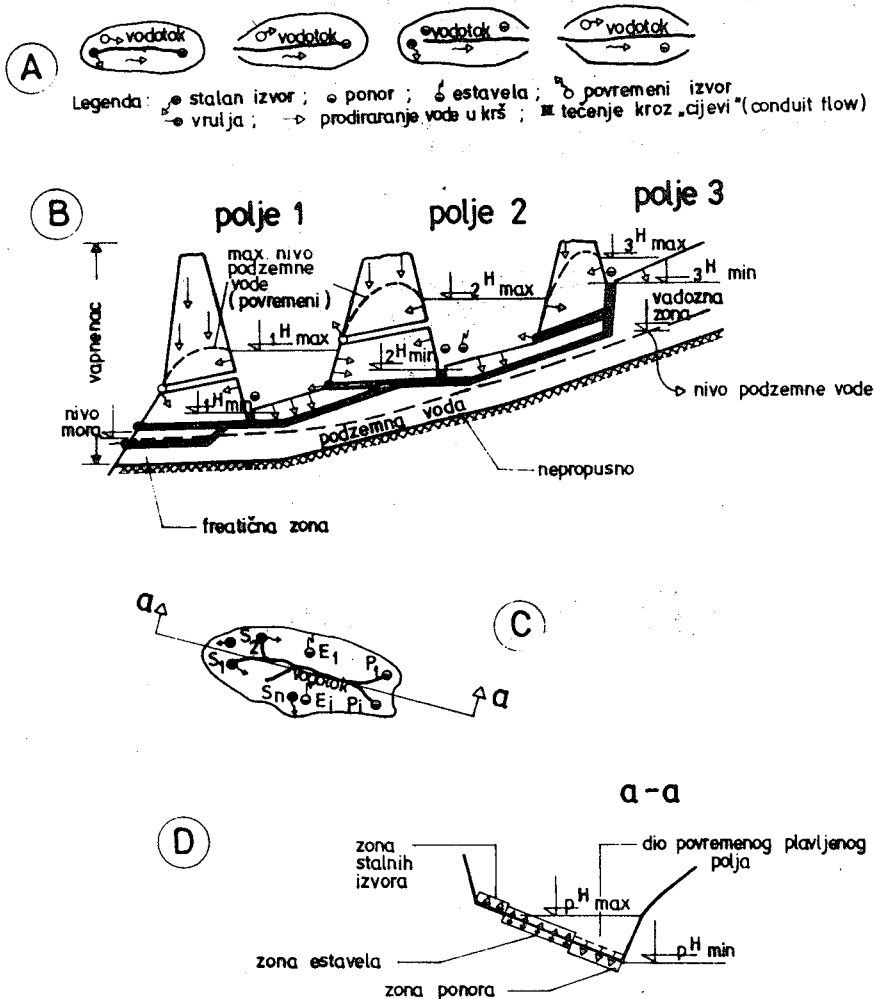
**2.3 Polja u kršu** predstavljaju depresije u vapnenačkom kršu generalno eliptične u situaciji s relativno blagim padom dna od zone izvora do zone ponora. Najčešće su prekrivena tlom koje pripada neogenim i kvartarnim sedimentima. Vrlo često se radi o crvenici (terra rossa). Površine polja variraju od vrlo malih, oko 0,5 km<sup>2</sup> do onih najvećih, reda veličine 500 km<sup>2</sup>. Le Grand (1983) daje slijedeću definiciju polja: "To je ravna aluvijalna dolina obrubljena relativno visokim i golim vapnenačkim

planinama. Polja se po dužoj osi protežu od jednog do nekoliko kilometara, a najveća su i dulja". U njima se redovno pojavljuju stalni ili povremeni otvoreni vodotoci, koji češće teku uzduž dulje osi. Rjeđe su slučajevi kada se površinsko tečenje u koncentriranim vodotocima vrši duž kraće osi. Polja u kršu javljaju se na raznim dijelovima zemaljske kugle, a najčešće u području Mediterana (Grčka, Italija, Jugoslavija, Francuska, Španjolska, Maroko, Tunis). Zapažen je manji broj polja u Aziji, veći broj na Kubi i Jamaici, te u Kanadi u području Nahanni krša, dok u USA postoji, prema Bøgliu (1980) samo jedno polje, Grassy Cove, u državi Tenessee. Po čestini pojavljivanja i njihovoj specifičnosti, daleko najviše polja pojavljuje se u dinarskom kršu Jugoslavije. To je ujedno i razlog da je riječ polje iz hrvatsko-srpskog jezika preuzeto kao tehnički termin za korištenje u cijelom svijetu, a odnosi se isključivo na pojam polja u kršu. Smatramo da bi trebalo koristiti termin "polje u kršu" i da bi trebalo izbaciti pojam "kraškog polja" kao tehnički neadekvatan. Polja u kršu (u Jugoslaviji, ali generalno uzevši, i u cijelom svijetu) predstavljaju jedine oaze za život u negostoljubivom kršu, unutar kojih su uvjeti za čovjekov opstanak relativno povoljni. Plodna zemlja i postojanje vode na površini omogućuju uspješne ljudske aktivnosti u siromašnoj, neplodnoj i vrlo često nepristupačnoj kraškoj okolini. Prema Bra-baliću (1976) ukupna površina zatvorenih kraških polja u Jugoslaviji iznosi oko 1350 km<sup>2</sup> ili oko 2% od ukupne površine krša, koja se procjenjuje na oko 75000 km<sup>2</sup>. Iako se radi o vrlo maloj površini, značenje s privrednog i socijalnog aspekta ne samo da nije zanemarivo, već je i veliko.



Slika 1 ULOGA PODPOVRŠINSKE ZONE U KRŠU S PRIKAZOM STVARANJA VRTAČA USLJED OTAPANJA KARBONATNIH STIJENA (prema P.W. Williams-u)

S hidrološkog aspekta, polje je samo dio šireg sistema. Ono se ne može, ali i ne smije tretirati kao cjeloviti sistem, već samo kao podsistem u procesu kretanja nadzemnih i podzemnih voda kroz kraški masiv. Stoga za njegovo kvalitetno izučavanje nije dovoljno postaviti mjerne uređaje u samom polju, već i u kraškom masivu, okolo njega, te u poljima viših i nižih horizonata, s kojima analizirani podsistem ima kontakte. Polja u kršu gotovo su redovno plavljena u hladnijem i vlažnijem periodu godine, od X do IV mjeseca, a ljeti pate od nedostatka žive vode. Moguće ih je klasificirati u četiri osnovna tipa: s obzirom na ulaze i izlaze voda iz njih: 1 - zatvorena polja, 2 - uzvodno otvorena polja, 3 - nizvodno otvorena polja i 4 - uzvodno i nizvodno otvorena polja. Razlozi plavljenja leže u ograničenim dimenzijama evakuacijskih organa kojima voda izlazi iz polja. Prema Brabaliću (1976) 35 % površine polja u kršu plavljeno je u toku godine. Na slici 2 dat je shematski prikaz navedenih karakteristika polja u kršu, dok je na fotografiji na slici 3 prikazana poplava Vrgorskog polja na dan 28. XII 1982. Vidljivo je da se radi o plodnim, poljoprivrednim površinama uglavnom pod vinovom lozom, što ukazuje na potrebu ulaganja sredstava u odvodnju i obranu od poplave.



Slika 2 SHEMATSKI PRIKAZ KARAKTERISTIKA POLJA U KRŠU

- (A) tipovi polja, (B) poprečni presjek kroz nekoliko polja u nizu,  
 (C) situacija tipična za polje u kršu, (D) uzdužni presjek polja



Slika 3 FOTOGRAFIJA POPLAVE U VRGORSKOM POLJU NA DAN 28.12.1982. g.

Pedološki površinska tla polja u kršu najčešće pripadaju najmlađim aluvijalnim tlima, a rjeđe su diluvijalna i deluvijalna. U svim našim kraškim poljima, od najnižeg Vrgorskog na 20 m n.m. do najvišeg Kupreškog na 1150 m n.m. razvijena su aluvijalno - mineralno - karbonatna, mineralno - organogena i organogena tla. Aluvijalna tla su duboka, mlada, a leže na starijim sedimentima. U većini polja sadržaj humusa je malen. Iznimke u tom smislu su Sinjsko, Lišansko i Vransko polje, te tla delte rijeke Neretve.

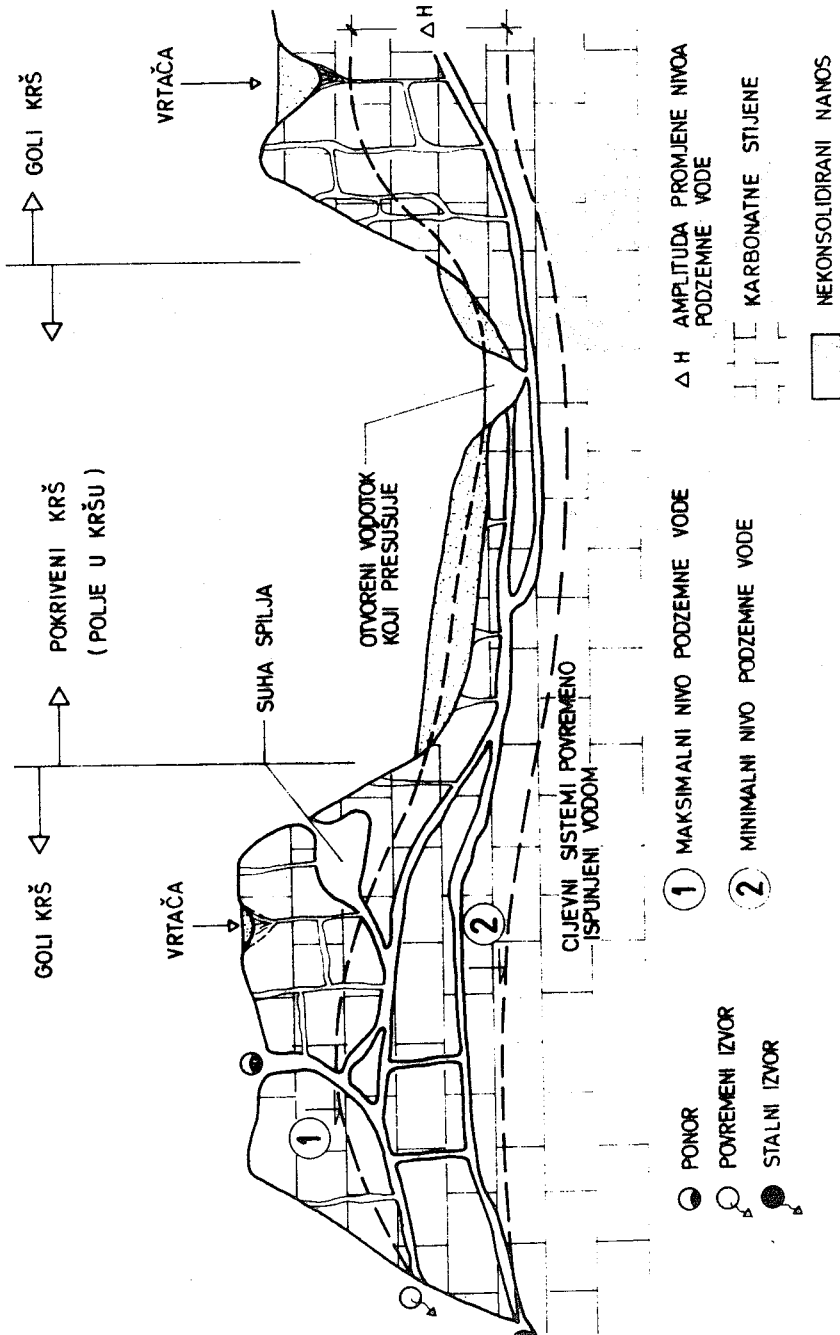
S porastom nadmorske visine pada sadržaj vapna u tlu, tako da ga na Kupreškom i Livanjskom polju praktično nema. Pošto je sadržaj  $K_2O$  nizak, a  $P_2O_5$  neznatan, jasno je da su poslije kompletno izgrađenog sistema odvodnje neophodne krupnije agromeliracione mjere i odgovarajući sustavi gospodarenja (Jelavić, Šarac 1975). Na svim većim i srednjim poljima primjena i najteže mehanizacije je moguća. Važno je istaknuti i tu činjenicu da velika većina polja ili riječnih plodnih dolina u kršu imaju izrađenu projektnu dokumentaciju za kompletnu odvodnju, a na nekim područjima ono je ili djelomično ili gotovo potpuno izvedeno. Neophodno je naglasiti da su područja koja leže na nižim nadmorskim visinama gospodarski mnogo kvalitetnija, kako klimatski, tako i zbog pedoloških, a naročito hidrološki povoljnijih uvjeta. Na površinama iznad 700 m n.m. pretežno je organizirana stočarsko-ratarska proizvodnja.

Površina svih otoka u Jadranskom moru iznosi oko 1200 km<sup>2</sup>, a obradivo je tek cca 150 km<sup>2</sup>. Tla su ovdje najčešće plitka i kamenita, te zbog toga mnogo stradaju od suše. Ta činjenica uvjetuje i izbor poljoprivrednih kultura koje su u uvjetima nemogućnosti i nepostojanja natapanja prisiljena na maksimalno korištenje voda od kiša koje padaju u hladnijem periodu godine. Poljoprivredne površine pogodne za obradu ovdje su vrlo malene i pune kamenja, te je upotreba poljoprivrednih strojeva svedena na minimum. Zbog toga ovdje poljoprivredna proizvodnja traži posebnu organizaciju ne samo proizvodnje, već i prerade i prodaje. Treba naglasiti i to da se tu pretežno radi o skupim i vrijednim tržišnim proizvodima (mediteranskom voću i povrću), čime se kompenziraju povećani troškovi proizvodnje, a i problemi oko njene organizacije i izvođenja.



### 3. POTREBNE HIDROMETEOROLOŠKE ANALIZE

Na slici 4 dan je shematski presjek tipičnog kraškog područja na kojem se vide sve bitne hidrološke i hidrogeološke karakteristike vezane uz pojavu vode na ovom području.



Slika 4 SHEMATSKI PRESJEK TIPIČNOG KRAŠKOG PODRUČJA

Kako je već prethodno naglašeno, polja u kršu predstavljaju prostore u kojima je stanovništvo vrlo gusto naseljeno, pošto su mogućnosti i uvjeti za poljoprivrednu proizvodnju vrlo dobri. U dinarskom kršu Jugoslavije padne godišnje između 1.000 do 3.000 mm oborina (prosječno oko 1.500 mm). Zbog obilja topline u vegetacijskom periodu (ožujak - rujan) i relativno blagih zima (naročito na poljima bližim obali Jadranskog mora) postoje uvjeti za ostvarenje više žetvi godišnje. Osnovni problem polja je u tome što se ona plave redovno u hladnom periodu godine, od listopada do travnja, a osnovni uzrok poplavama leži u nedovoljnom kapacitetu evakuacionih organa. Za nizvodno zatvorena polja jedini prirodni evakuacioni organi su ponori. U nizvodno otvorenim poljima rijeke na izlazu iz polja teku kroz vrlo uske kanjone, čiji je kapacitet propuštanja vode ograničen. U drugom spomenutom slučaju poplave su obično kraće, ali nerijetko se po svom trajanju bitno ne razlikuju od prvospomenutih. Poplave mogu nastupiti kako od voda s vlastitog sliva polja, tako i zbog povećanog dotoka na izvorima koji se nalaze u uzvodnom, gornjem dijelu polja. Najčešće su poplave uzrokovane kombinacijom oba navedena uzroka. Prirodni evakuacioni organi su ponori, a njihov kapacitet samo u iznimnim slučajevima zavisi od visine vode u polju. Najčešće se za vrijeme poplava kapacitet gutanja ponora smanjuje usljed visokog nivoa podzemnih voda u okolnom masivu krša. Često se događa da piezometrijski nivoi u okolnom masivu diktiraju da ponori počinju raditi kao izvori (estavele).

Kao prvi problem u okviru obrane od poplave pojavljuje se izbor povratnog perioda velikih voda na koje treba dimenzionirati sistem površinske odvodnje u polju i evakuacione organe za odvod vode iz polja.

Na zahtjev i u koordinaciji s poljoprivrednim stručnjacima uobičajeno je, da se za potrebe poljoprivrede usvoji rang zaštite povratnog perioda od 20 godina. U slučaju da postoje vredniji objekti kao naselja, povratni period se diže na minimalno 100 godina. Zaštita kraških polja od poplava može se osigurati: 1. Kontroliranim zadržavanjem vode u slivu uzvodno od polja, tj. smanjenjem velikih voda prije njihovog ulaska u polje, 2. Omogućavanjem brze odvodnje velikih voda koje su dospjele u polje izgradnjom evakuacionih organa odgovarajućih kapaciteta, 3. Kombinacijom ovih metoda.

Izbor povratnog perioda za dimenzioniranje glavnog evakuacionog organa iz polja (npr. tunela) stvar je posebne analize, ali se radi o redu veličine većem od 50 godišnjeg povratnog perioda. Nastavno će biti nešto više govora o slučaju evakuacije poplava iz Vrgorskog polja. Za potrebe projektiranja i organiziranja poljoprivredne proizvodnje neophodno je raspolagati slijedećim dnevnim klimatološkim i hidrološkim podacima:

### 3.1 KLIMATOLOŠKE PODLOGE

Sunčeva radijacija (intenzitet i trajanje)

Temperatura zraka (min, max, srednja)

Pritisak zraka i vodene pare

Relativna vlažnost zraka

Brzina i smjer vjetra

Evapotranspiracija (potencijalna i realna)

Temperatura tla na slijedećim dubinama: 0, 10, 25, 50 i 100 cm

Oborine (visina i intenzitet)

Vlaga u tlu

### 3.2 HIDROLOŠKE PODLOGE

Protoke u vodotocima, u izvorima i regiji

Nivoi podzemnih voda

Temperature površinskih i podzemnih voda

Za ispravno dimenzioniranje i projektiranje odvodnje posebno je važno raspolagati točnim krivuljama intenziteta - trajanja i ponavljanja oborina definiranih na bazi preciznih mjerenja, izvršenih u samoj regiji. Prenošenje podataka s daljih područja ili čak i bliskih može unijeti veliku grešku koja će rezultirati posljedicama, poddimenzionirane ili predimenzionirane odvodne mreže. Ujedno je

krajnje vrijeme da se s Montanarijeve klimatske funkcije bazirane na dnevnim podacima oborina pređe na mnogo točnije krivulje intenziteta - trajanja i ponavljanja.

Drugi izrazito značajan proces za projektiranje poljoprivredne proizvodnje je evapotranspiracija. Treba napomenuti da se u našim uvjetima ovom procesu ne posvećuje ne samo dužna, već niti minimalna pažnja. Često se, vrlo šablonski i bez imalo kritičnosti i stručnosti, koriste podaci mjerenja iz regija koji klimatski ni po čemu ne odgovaraju analiziranoj regiji. Drugi vrlo česti pristup je primjena empirijskih i poluempirijskih izraza. Ovdje se čine još i veće greške, jer se miješaju rezultati realne evapotranspiracije ili samo evaporacije (ispiranja sa slobodne vodene površine) s onima u potencijalnim iznosima. Na osnovu iskustva naglašava se, da primjena Thorntweitovog izraza za potencijalnu evapotranspiraciju za gusti sklop vegetacije u našim uvjetima nije uvijek preporučljiva. Ovaj se izraz najčešće koristi zato jer je jednostavan i ne traži poznavanje većeg broja klimatskih podataka, ali je ujedno zbog toga i relativno neosjetljiv. Preporučuje se njegovo korištenje samo za prve grube proračune na bazi kojih se definira tek red veličine procesa. Definitivno je najkompletniji (a stoga ga se i preporučuje za upotrebu) izraz Penmana. On je vrlo složen i traži poznavanje i mjerenje brojnih klimatskih parametara do kojih je teško doći. Izveden je za isparavanje sa slobodne vodene površine, ali se uz korekzioni koeficijent srednje vrijednosti od 0,7 može prevesti u izraz potencijalne evapotranspiracije.

Specijalno važno poglavlje predstavljaju kiše i njihove analize. Treba naglasiti da su mjerenja kiša opterećena prosječnom greškom od oko 10 %. To bi značilo da zbog načina mjerenja, a posebno činjenic što je otvor kišomjera kod nas postavljen najmanje 1 m iznad tla, u lonac kišomjera uhvati se tek oko 90 % od stvarno palih oborina.

Na slici 5 dan je grafički prikaz hoda srednjih temperatura zraka, relativne vlage, padalina i isparavanja (određenih po Penmanu) u godini, na klimatološkoj stanici Sinj u periodu 1950- 1975. Ovi podaci bazični su za projektiranje hidromelioracionih i agrómelioracionih mjera i zahvata, ali se njima nažalost prerijetko raspolaže pošto je za njihovo prikupljanje potrebna kompletna meteorološka stanica s dugogodišnjim nizom opažanja.

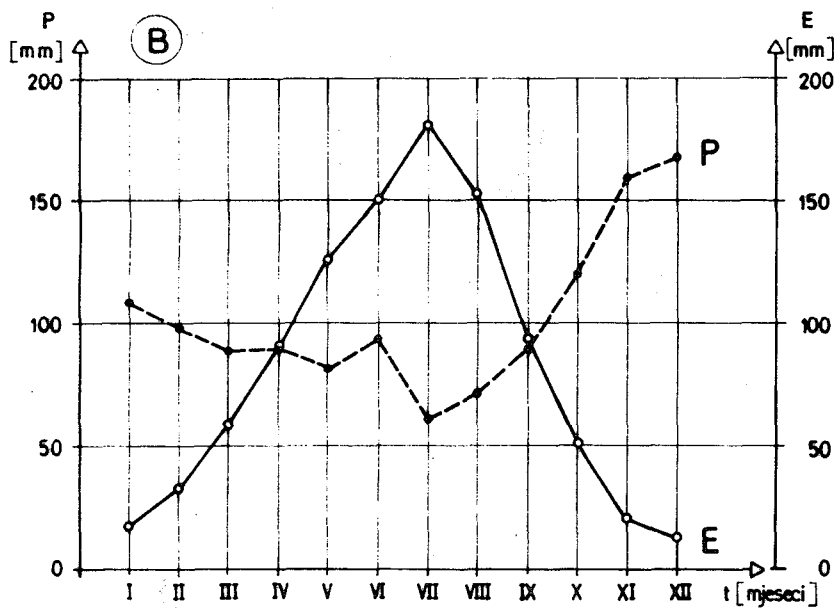
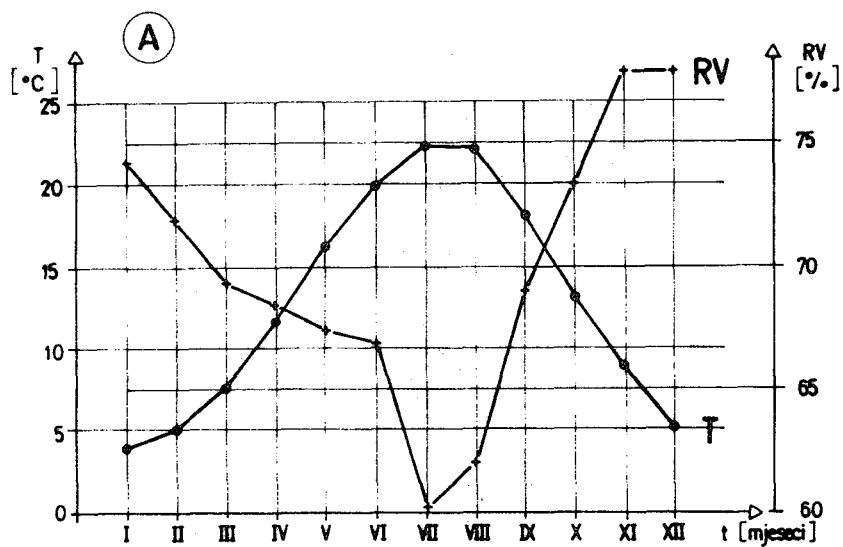
Na slici 6 data je karta izohijeta srednjih višegodišnjih oborina na južnodalmatinskim otocima. Iz ove karte je vidljivo da ni otoci ne oskudijevaju oborinama, ali da postoje problemi u njihovoj raspodjeli u vremenu a ne postoje retencioni i akumulacioni prostori za njihovo skladištenje u toku toplog perioda godine. Isparavanje sa slobodne vodene površine na istom području procjenjuje se godišnje na 1250 mm, a potencijalna evapotranspiracija iznosi cca 800 mm godišnje.

U situaciji kad se područja u kršu plave, ili kad rijeke koje kroz njih teku prešušuju, neophodno je izvršiti jednostavne, ali za praktično korištenje očite i jasne analize. Kao prvo, potrebno je izraditi datume početka i završetka poplava, kao i datume pojave maksimalnog nivoa vode u poplavnoj regiji. Ove analize mogu biti samo empirijske, ali mogu biti potkrepljene i "terenskim" dopunama, kao npr. definiranjem krivulja raspodjele, kao što je učinjeno na sl. 7.

Na slici 8 ucrтана je empirijska i numerička (prilagođena) krivulja raspodjele broja dana presušivanja rijeke Krčić na stanici Krčić. Kombinirajući ovu analizu s analizom datuma početka i završetka presušivanja može doći do vrlo kompleksnih saznanja o tome kada se mogu očekivati problemi s vodama. Kod toga se misli na probleme plavljenja, kao i na probleme nedostatka vode. Za rijeke koje teku u kršu tipično je, da im se hidrološka situacija drastično mijenja od profila do profila. Kao primjer navedeni su na slici 9 empirijski podaci o trajanju presušivanja na dva susjedna vodomjerna profila. Na jednom rijeka presuši prosječno 25,5 dana/god, a na drugom čak 68,3 dana/god.

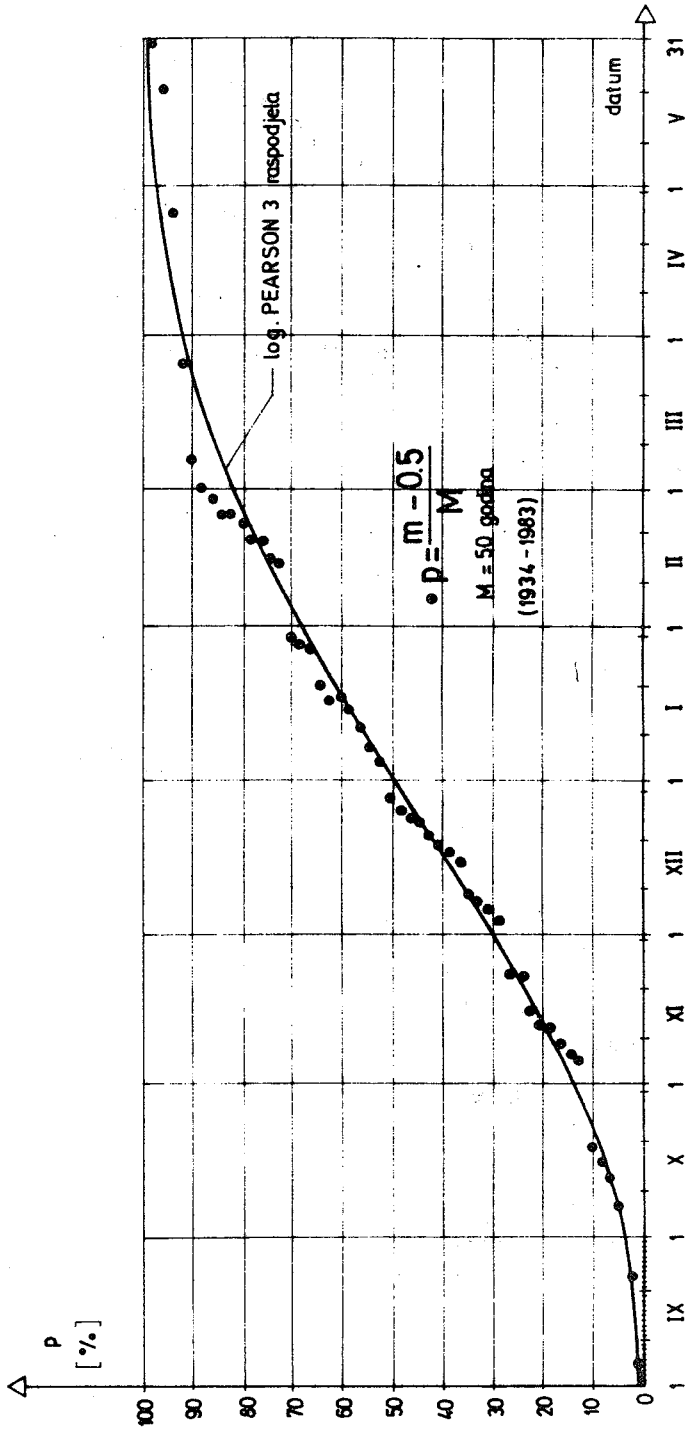
Uzvodno i nizvodno presušivanja nema. Na slikama 10 i 11 date su mjerene točno i usvojene krivulje raspodjele (log - normalna za velike vode, i Pearson 3 - za male vode) za niz maksimalnih i minimalnih godišnjih protoka koje su se pojavile na profilu Jankovića Buk na Zrmanji.

Poplave u poljima u kršu najčešće se rješavaju izgradnjom tunela kao što je to napravljeno i u slučaju Vrgorskog polja. Fotografija data na slici 3 snimljena je 28. XII 1982. Maksimalni kapacitet tunela u tom periodu iznosi oko 35 m<sup>3</sup>/s u trenutku kad je ulaz u tunel potopljen, te kad je uspostavljeno tečenje pod tlakom. Vidljivo je da, i pored velikog kapaciteta gutanja tunela, poplave još postoje. Napominje se da je to novi kapacitet tunela rekonstruiranog 1974. godine, pošto je u prvj fazi 1938. godine probijen tunel kapaciteta samo 25 m<sup>3</sup>/s.

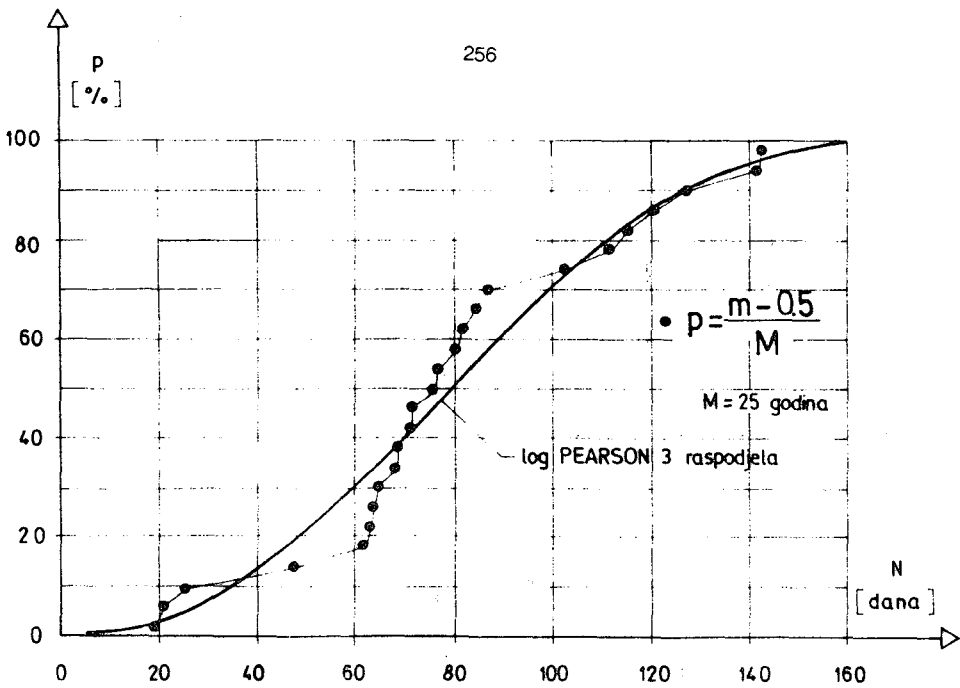


Slika 5 GRAFIČKI PRIKAZ HODA SREDNJIH TEMPERATURA ZRAKA - T, RELATIVNE VLAGE - RV, PADAVINA - P I ISPARAVANJA - E U GODINI NA KLIMATOLOŠKOJ STANICI SINJ (1950-1975)

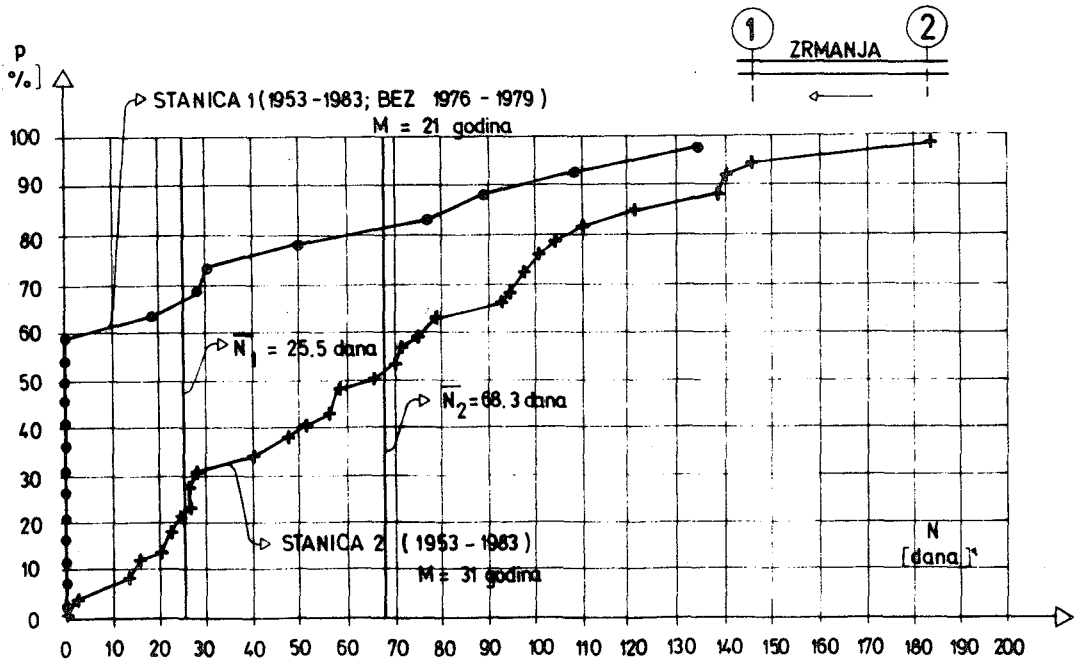




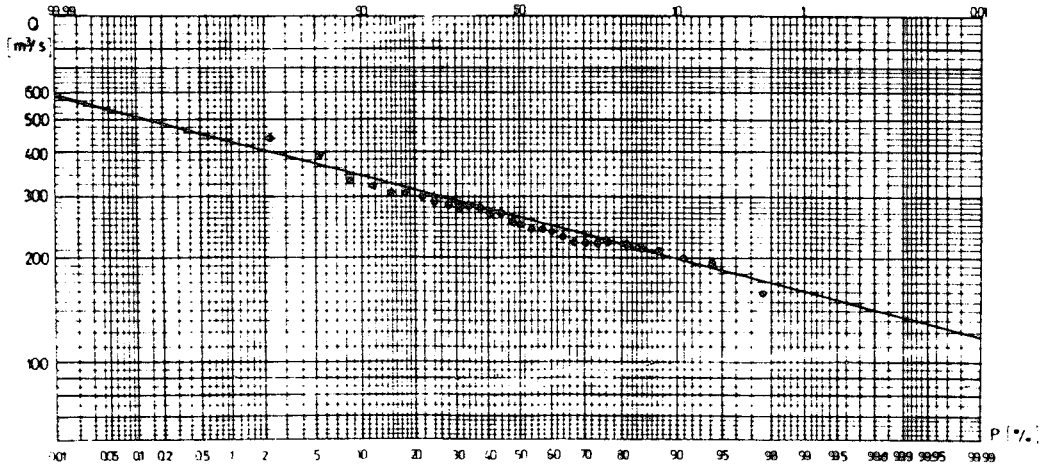
Slika 7 INTEGRALNA KRIVULJA RASPODJELE ZA DATUME POJAVE MAKSIMALNOG POPLAVNOG NIVOA U KONAVSKOM POLJU



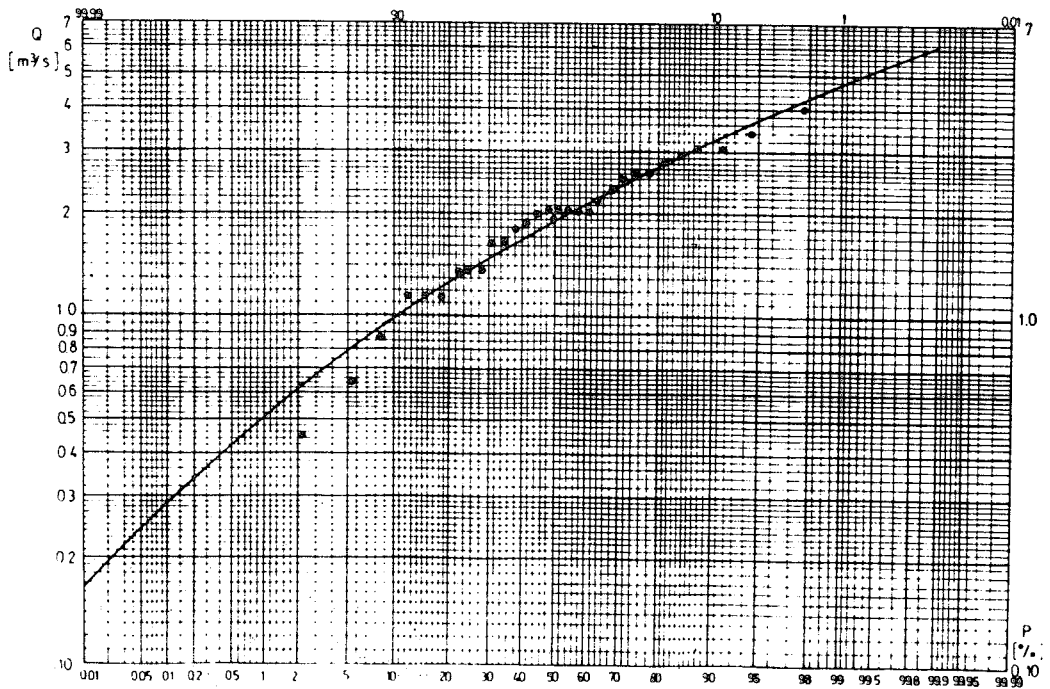
Slika 8 INTEGRALNA KRIVULJA RASPODJELE BROJA DANA PRESUŠIVANJA N RIJEKE KRČIĆ NA VODOMJERNOM PROFILU KRČIĆ ( 1959. - 1983. )



Slika 9 EMPIRIJSKE KRIVULJE VJEROJATNOSTI BROJA DANA PRESUŠIVANJA NA DVIJE VODOMJERNE STANICE RIJEKE ZRMANJE



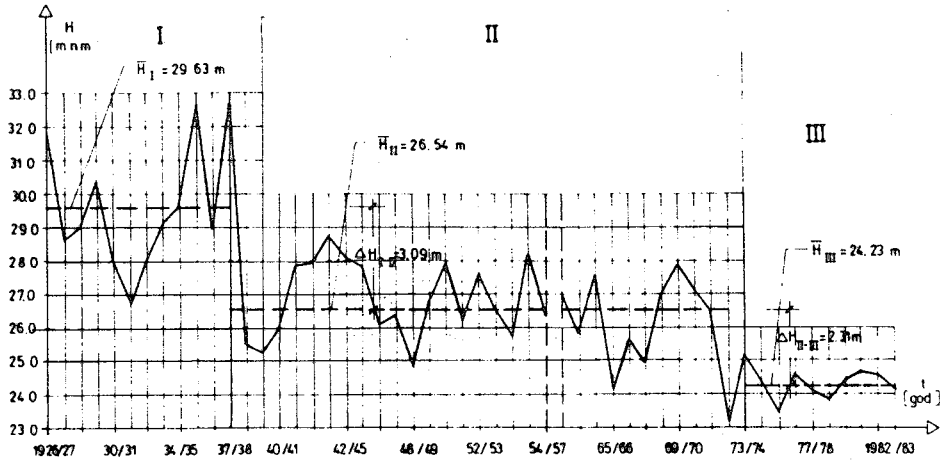
Slika 10 LOG. NORMALNA KRIVULJA RASPODJELE GODIŠNJIH VELIKIH VODA NA STANICI JANKOVIĆA BUK - ZRMANJA (1953-1982. g.)



Slika 11 PEARSON - 3 KRIVULJA RASPODJELE GODIŠNJIH MALIH VODA NA STANICI JANKOVIĆA BUK - ZRMANJA (1953-1982. g.)

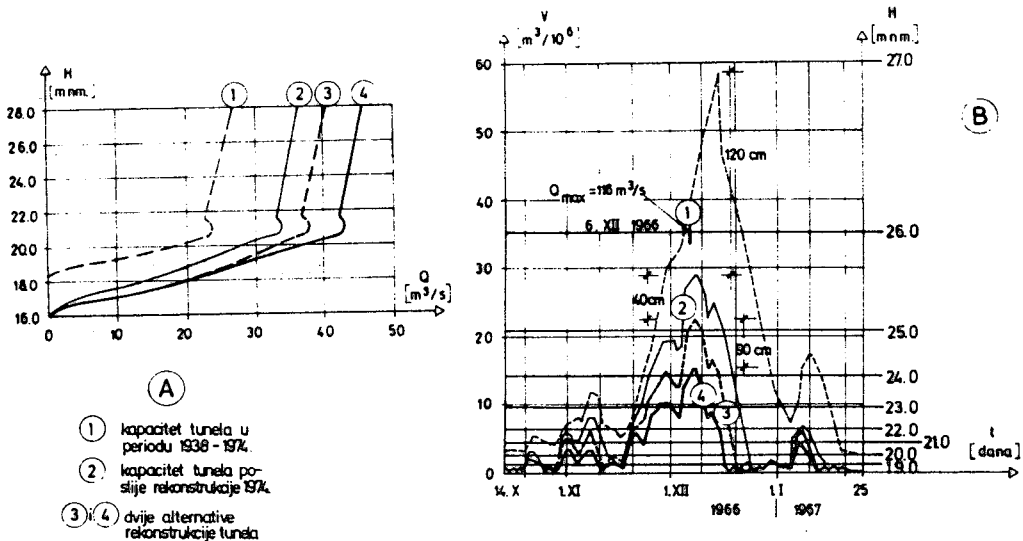


Na slici 12 dati su nizovi maksimalnih nivoa vode u polju poslije izgradnje tunela. Do 1983. srednja vrijednost opaženih maksimalnih nivoa iznosio je 29,63 m n.m. dok je po izgradnji tunela pao za 3,09 m.



Slika 12 NIZOVI MAKSIMALNIH GODIŠNJIH NIVOVA U VRGORSKOM POLJU: I PRIJE TUNELA; II POSLIJE IZGRADNJE TUNELA; III POSLIJE NJEGOVE REKONSTRUKCIJE

Testiranjem razlika aritmetičkih sredina nizova maksimalnih godišnjih nivoa u polju pomoću nekoliko parametarskih i neparametarskih testova dokazano je da se aritmetičke sredine međusobno značajno razlikuju. Time je samo i statistički verificiran utjecaj tunela na smanjenje trajanja i intenziteta poplava. Tunnel je bitno skratio trajanje poplava, ali ih nije mogao eliminirati u cijelosti pošto se njegov maksimalni kapacitet kreće oko  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Srednje vrijednosti maksimalne protoke u oba perioda su iste i kreću se oko  $95 \text{ m}^3/\text{s}$ , dok je najveći opaženi maksimum dosegao 22. veljače 1969. godine  $154 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ova protoka smatra se protokom stogodišnjeg povratnog perioda.



Slika 13 KRIVULJA KAPACITETA TUNELA U RAZNIM PERIODIMA (A) I HIDROGRAMI POPLAVA U POLJU U FUNKCIJI KAPACITETA TUNELA (B)

Razumljivo je da ne bi bilo ekonomski opravdano graditi tunel kapaciteta oko  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ , čime bi se praktično eliminirale poplave iz polja, time više što ni kapacitet korita otvorenog vodotoka Matice Vrgorske ne prelazi  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na slici 13.A dati su kapaciteti tunela (krivulje protoka tunela u raznim fazama rada), a na sl. 13.B data je transformacija hidrograma poplave (20. IX 1966 - 05. I 1967) u Vrgorskom polju u funkciji raznih kapaciteta tunela. Sa slike se može uočiti da bi rekonstrukcija tunela od 1974. bitno smanjila volumen poplava u polju čak za  $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ , ali ne i visinu poplava. Ona bi bila smanjena tek za 120 cm. Ispitane su još dvije varijante (nivogrami 3 i 4) različitih kapaciteta tunela. Poplava i dalje ostaje, ali je njeno trajanje smanjeno, a visine ograničene. Dokazano je da nema ekonomskog opravdanja za povećanje kapaciteta tunela iznad 45 do  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , jer bi tada trebalo izvršiti velike regulacione radove na koritu Matice Vrgorske, a poplave niti tada ne bi bile eliminirane, već tek umanjene.

#### 4. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Na problem promjene prirodnih uvjeta evakuacije voda iz plavljenih kraških polja ne smije se gledati jednostrano. Problemi su vrlo kompleksni i odnose se na tehnički, ali i ekonomski aspekt. Snižavanje nivoa i skraćivanje trajanja poplava u višem polju pogoršava najčešće hidrološke uvjete u donjim poljima. To ipak, zahtijeva dodatne radove i troškove, koji mogu biti skuplji od postignute dobiti u polju gornjeg horizonta. Općenito se može zaključiti da su brojni izvršeni zahvati u kršu ukazali na potrebu detaljnog izučavanja svih mogućih pozitivnih i negativnih posljedica koje oni mogu imati na hidrološko - hidrogeološke odnose, ali i na život u tim regijama (Bonacci, 1987).

#### LITERATURA

1. Marušić J.: Optimalizacija hidromelioracijskih sustava i njihov utjecaj na ekonomičnost proizvodnje hrane, Dizertacija na FGZ Zagreb 1986, 155
2. Jelavić A. i Šarac Lj.: Krška polja na jadranskom slivu SRH, SR BiH, te značenje tih polja za poljoprivredu na kršu. Zbornik radova, VI savjetovanje o problemu tala i melioracija zemljišta na području krša, Split 22 - 24. V 1975, 11 - 17.
3. Bonacci O.: Karst Hydrology, Springer Verlag 1987, 184
4. Barbalić Z., 1976.: Karakteristike vodoprivrednih sistema zatvorenih kraških polja. Zbornik Jug. - am. simpozija Hidrologija i vodno bogatstvo krša: 651 - 660.
5. Bögli A., 1980.: Karst Hydrology and Physical Speleology. Springer Verlag: 284. p.
6. Le Grand H., 1983.: Perspective on Karst Hydrology. In: W. Back and P. E. La Moreaux (Guest-Editors), V.T. Stringfield Symposium-Processes in Karst Hydrology, J. Hydrol., 61: 343-355.
7. Milanović P., 1981.: Karst Hydrogeology. Water Resources Publications, 434 p.
8. Williams P.W., 1983.: The role of Subcutaneous Zone in Karst Hydrology. J. Hydrol., 61: 45-67.



## SADRŽAJ

	Strana
PREDGOVOR . . . . .	1
Doc.dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad.	
ORGANIZACIJA GRAĐENJA HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA ZA ODVODNJAVANJE . . . . .	7
MIRKO ČOVIĆ, dipl.inž.geod. i inž.grad., ANTE BAGIĆ, dipl.inž.geod. i IVAN ROŽIĆ, dipl.inž.kult.tehn.	
GEODETSKI RADOVI U PROCESU IZGRADNJE HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG I PODZEMNOG ODVODNJAVANJA . . . . .	19
Doc.dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad.	
KOLIČINE I TROŠKOVI GLAVNIH RADOVA IZGRADNJE MELIORACIJSKOG KANALA . . . . .	51
ANTON MARIN, dipl.inž.stroj.	
STROJEVI ZA IZGRADNJU HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA . . . . .	91
Doc.dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad.	
UVJETI I NORME RADA BAGERA I DOZERA U PROCESU IZGRADNJE SUSTAVA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA . . . . .	111
ANTE GOJKO FABIJANIĆ, dipl.inž.agr.	
STROJEVI ZA IZGRADNJU PODZEMNE ODVODNJE POLJOPRIVREDNIH TALA . . . . .	121
Doc.dr. JOSIP MARUŠIĆ, dipl.inž.grad.	
UTJECAJ CIJENA PVC DRENAŽNIH CIJEVI NA TROŠKOVE GRAĐENJA SUSTAVA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA . . . . .	135
Prof.dr. FRANE TOMIĆ, dipl.inž.agr.	
PRIMJENA FILTER MATERIJALA U HIDROMELIORACIJSKIM SUSTAVIMA PODZEMNOG ODVODNJAVANJA . . . . .	155
DRAGUTIN GEREŠ, dipl.inž.grad., mr. MIODRAG ŠKOBALJ, dipl.inž.stroj.	
PLANIRANJE I PRAĆENJE RADA MEHANIZACIJE NA VELIKIM SUSTAVIMA ZA ODVODNJAVANJE . . . . .	171
DRAGUTIN MIHELČIĆ, dipl.inž.grad., ILIJA ČOSIĆ, dipl.inž.grad.	
OSNOVNI PROJEKTNO-IZVEDBENI ELEMENTI CRPNIH STANICA . . . . .	191
IVAN KOLOVRAT, dipl.inž.grad. i TOMISLAV ŽGUR, dipl.inž.grad.	
TIPSKI I OSTALI OBJEKTI NA HIDROMELIORACIJSKIM SUSTAVIMA POVRŠINSKOG ODVODNJAVANJA . . . . .	201
IVAN ŠIMUNOVIĆ, dipl.prav.	
PROPISI KOJI SE PRIMJENJUJU U VEZI S IZGRADNJOM VODOPRIVREDNIH OBJEKATA . . . . .	233
Prof.dr. OGNJEN BONACCI, dipl.inž.grad.	
HIDROMETEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA NEOPHODNA ZA PROJEKTIRANJE I IZGRADNJU HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA U KRAŠKIM PODRUČJIMA . . . . .	245