

**ОСНОВИ НА ХИДРОТЕХНИКА**  
**ДЕЛ 5**  
**МЕЛИОРАЦИИ**

## **СОДРЖИНА**

### **1. ПРЕДМЕТ НА ИЗУЧУВАЊЕ И ПОДЕЛБА**

### **2. ПОТРЕБНИ ИСТРАГИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ НА МЕЛИОРАТИВНИ СИСТЕМИ**

### **3 ХИДРОТЕХНИЧКИ МЕЛИОРАЦИИ**

#### **3.1 НАВОДНУВАЊЕ**

##### **3.1.1 Општо**

##### **3.1.2 Системи за наводнување**

##### **3.1.3 Режим на наводнување**

**3.1.4 Определување на количество за димензионирање на каналите во мелиоративниот систем**

##### **3.1.5 Засолување и заблатување на почвите**

#### **3.2 ОДВОДНУВАЊЕ**

#### **3.3 ЗАШТИТА ОД ГОЛЕМИ ВОДИ**

## 1 ПРЕДМЕТ НА ИЗУЧУВАЊЕ И ПОДЕЛБА

Мелиорациите претставуваат збир на мерки насочени кон подобрување на основните карактеристики на почвата и одржување на оптимален водно-воздушен режим на почвата со цел да се подобрат условите за раст и развој на засадените земјоделски култури и да се добијат повисоки и поквалитетни приноси.

Во зависност од карактерот и средствата за спроведување на мелиоративните активности се разликуваат три основни видови на мелиоративни мерки. Врз основа на превземените мерки може да се направи генерална поделба на дејноста мелиорации, и тоа на следните видови мелиорации:

**1. Хидромелиорации/ хидротехнички мелиорации**, се превземаат мерки и активности насочени кон регулирање и подобрување на водниот режим на почвите преку отстранување на вишокот на вода од почвата (одводнување, дренирање) или со дополнување на недостигот на вода од земјиштето (наводнување).

**2. Агромелиорација**, се превземаат агротехнички мерки кои ги подобруваат условите за развој на растенијата. Агротехничките мерки ги вклучуваат сите мерки кои се насочени кон третман на земјиштето со сите видови ѓубрива и заштитни сретства со цел подобрување на физичките и хемиските својства на почвите.

**3. Културнотехнички (шумско технички) мелиорации**, систем на мерки (процес) со кои се состојат од продлабочување на ораничниот слој (слојот кој се обработува), или пошумување (подигање на ветрозаштитни појаси) со цел да се заштити влагата во земјата и да се промени микроклимата во одредено подрачје. Сечењето на шума и изградбата на брана или насип истотака е културнотехничка мелиорација.

## 2 ХИДРОМЕЛИОРАТИВНИ ИСТРАГИ

За успешно планирање и проектирање на еден мелиоративен систем се потребни разновидни и опширни податоци, односно информации кои главно се користат од литература или истражувања од претходни студии (за друга цел), водостопански основи, но и се предвидуваат нови истражни работи. Овие истражни работи се обемни и генерално може да се поделат на:

- Топографски и геодетски,
- Климатски,
- Геолошки и хидрогеолошки,
- Хидролошки,
- Педолошки,
- Бактериолошки,
- Биолошки,
- Агроекономски, зоотехнички и шумарски
- Економски и други.

**Топографските и геодетските истраги/подлоги** обезбедуваат информации за графската положба, обликот, конфигурацијата и висинската претстава на теренот каде треба да се проектира мелиоративниот систем. На овие подлоги може да се лоцираат и постојните хидротехнички објекти (зафати, доводи, пумпни станици и др.) кои го сочинуваат мелиоративниот систем.

За општа претстава се користат топографски карти и планови во размер 1:500000;

1:100000; 1:5000 или 1:25000. Изборот на размерата зависи од големината на површината што ја истражуваме и положбата на извориштето на вода или рецепиентот. За проектирање на мелиоративниот систем се користат карти и планови во размер 1:10000; 1:5000; 1:2500, 1:1000; и 1:100, во зависност од степенот и фазата на проектирање и сложеност на теренот. Топографските подлоги даваат можност за анализа на површинската конфигурација, меѓусебниот распоред и оддалеченост на разни делови и точки од мелиоративните површини. На овие подлоги (истраги) се претставува/се исцртува техничкото решение на мрежата за наводнување или одводнување и другите објекти на системот и се определува вредноста и обемот на работите за изведба на целиот систем.

**Климатските истражувања** се насочени кон проучување на климатските параметри на подрачјето каде се проектира мелиоративниот систем. Се анализираат следните климатко метеоролошки параметри: врнежите, температурите на воздухот и водата, почвата, испарувањето, ветерот и друго. За таа цел се користат низи од мерени податоци од овластени служби за мерење.

**Геолошките и хидрогеолошките истражувања** се насочени кон дефинирање на геолошката структура на почвата, наслагите, литолошкиот состав, водопропусливоста, минерализацијата, условите за засолување на почвата и друго. Се дефинираат карактеристиките на подземните води, промена на нивото, врски со површинските води, квалитет на подземните води и друго.

**Хидролошките истражувања** се прават со цел да се дефинира режимот на површинските води, односно нивниот распоред по време и простор. Ова проучување е важно, бидејќи најчесто површинските води се изворишта на вода за наводнување или рецепиенти на вода од одводнителните системи. Се проучуваат и определуваат карактеристиките на наносот, квалитетот на водите, температурниот режим, појавата на мраз и слично. Со проучување на овие фактори се дефинираат можностите за наводнување или одводнување и потребните мерки за заштита на земјоделските површини од поплавни бранови или излевање на водотеците.

**Педолошки истражувања** ја определуваат состојбата на земјоделската вредност на почвата. Квалитетот на почвата се дефинира преку нејзините физички и хемиски својства.

Кај физичките особини треба да се определат: специфичната тежина, запреминската тежина, порозност на почвата, водопропусност, хигроскопност, максимален капацитет на почвата, капиларно издигање на водата, воздушен капацитет и други параметри.

Кај хемиските особини се испитуваат резервите на растително-хранителни соли, нивниот меѓусебен однос и облик на соединување, степенот на засолување и количина на хумус. Се определуваат и прогнозираат процесите на почвата под влијание на наводнувањето и одводнувањето (засолувањето, растворувањето на разните минерали и соли, испирање на почвата и друго).

**Бактериолошките истражувања** се прават со цел да се пределат количеството и видовите на микроорганизми во водата и почвата.

**Биолошки истражувања** се определуваат видовите на билки кои најдобро ќе успеваат на мелиорираното подрачје.

**Агрономски, зоотехнички и шумарски истражувања** даваат појасна слика за начинот и размерите на земјоделското стопанисување на теренот каде што се предвидени мелиорациите во сегашна состојба и прогноза на идното земјоделско производство, откако ќе се изгради новиот мелиоративен систем.

**Економски истражувања** докажуваат економската оправданост и степенот на економскиот развој на подрачјето по изградба на мелиоративниот систем.

### 3 ХИДРОТЕХНИЧКИ МЕЛИОРАЦИИ

Целта на хидротехничките мелиорации е преку систем на мерки, методи и објекти, во почвата да се создаде оптимален водно-воздушен режим за развој на растенијата. Ова може да се постигне со отстранување (одводнување, дренирање) на вишокот вода, доведување (наводнување) на недостигот на вода и заштита на одредени површини од големи води.

Според превземените техничките мерки, хидротехничките мелиорации може да се поделат на следниот начин:

- Наводнување,
- Одводнување (површинско и подземно),
- Заштита од големи води.

#### 3.1 НАВОДНУВАЊЕ

##### 3.1.1 Општо

Од технички аспект, наводнувањето претставува доведување на вода во земјоделското земјиште, за да се подобри водно-воздушниот режим на почвата со цел да се зголемат приносите.

Врз основа на целта која треба да биде постигната во процесот на наводнување може да се разликуваат:

- Навлажнително наводнување,
- Нагубрително наводнување,
- Затоплувачко наводнување и
- Очистувачко наводнување.

По правило, секое наводнување е навлажнително, а поделбата е направена врз основа на тоа која е примарната цел на наводнувањето.

Ако во водата се растворат, или водата служи за транспорт на хранливи материи (губрива), тогаш е **нагубрително наводнување**.

**Затоплителното наводнување** има задача да ја затопли почвата, а со тоа да го продолжи вегетациониот период.

**Очистителното наводнување** има задача да ја ослободи почвата од премногу соли и да ги уништи живите штетници.

**Навлажнителното наводнување** има за цел да обезбеди вода и да го регулира водно-воздушниот режим во почвата.

Во понатамошните излагања главно ќе се објаснува навлажнителното наводнување или кратко само наводнување.

При наводнувањето се врши влијание и на микрофизичките, биолошките и хемиските својства на почвата. Во зависност на квалитетот на водата и видот на почвата, наводнувањето може да биде и штетно, пр. ако глинести почви се

наводнуваат со води кои имаат глинеест нанос, или ако засолените почви се наводнуваат со води богати со соли и сл..

Според начинот на кој се доведува водата, наводнувањето може да биде површинско, подземно, наводнување со дождење и наводнување капка по капка.

**Подземното наводнување** се врши со мрежа од подземни канали-цевководи, поставени на длабочина од 40-60 m. Водата од овој систем се носи во активниот слој на земјиштето преку подигање на нивото на подземните води и капиларно качување до надворешниот систем на растенијата (коренот).

**Површинското наводнување** може да се подели на:

- наводнување со заливање со преливање,
- наводнување со заливање со бразди,
- наводнување со заливање со потопување.

Во случајот кога наводнувањето се врши **со дождење**, водата на растенијата им се носи во вид на дожд со помош на специјални направи за распрскување на водата т.н. прскалки.

Во последно време во експлоатација е и системот на **наводнување капка по капка**, каде водата се доведува површински или подземно, а се дава непрекинато на растението во количини кои се неопходни за нејзиниот развој и тоа капка по капка, директно во коренот на растението.

### 3.1.2 Системи за наводнување

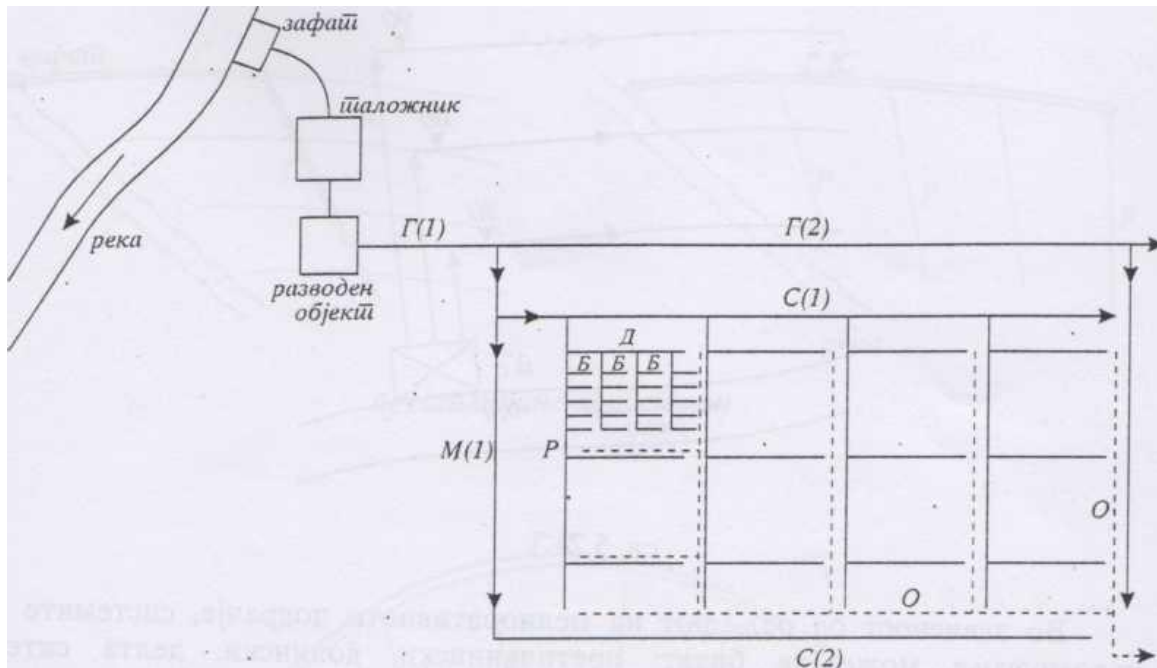
Системот на објекти со кои водата се зафаќа од извориштето, се доведува до мелиоративната површина и распределува на растителните култури се вика мелиоративен систем на наводнување. Кај овие системи најчесто се застапени следните објекти: водозафати, канали, тунели, таложници, мостови, аквадукти, сифони, каскади, брзотеци, пумпни станици, разводни објекти и други.

**Извориште на вода** може да биде река, езеро, вештачка акумулација, подземни води, извори и друго. Извориштето на вода може да биде над површините кои се наводнуваат, водите се доведуваат гравитационо, и може да биде под мелиорираната површина, тогаш водите се доведуваат со пумпање.

**Водозафатите** може да бидат различни во зависност од видот на извориштето, количините на потребна вода, од топографските, геолошките и други услови. Може да бидат тиролски зафати, бунарски зафати, со галерии, со дренажи, со цицачки цевководи, водозафатни кули и други.

**Распределителен објект** служи за распределба на водата во главните канали.

**Главните канали** служат за да водата се одведе до површините за наводнување. Најчесто имаат два дела и тоа мртов дел и работен дел на каналот. Мртовиот дел од каналот служи само за транспорт на водата, а кај работниот дел од каналот покрај транспортната способност, од него водата се пренесува во каналите од понизок ранг (стопански, блоковски и други.). Од главниот канал водата се предава во меѓустопански, разделни, делнички, блоковски и други видови канали. На следната слика дадена е шема на општ вид на систем за наводнување кој зафаќа вода од река и наводнувањето е со заливање низ бразди.



**Слика 3.1. Шема за мелиоративен систем**  
**Г(1)-главен канал (неработен дел), Г(2)-главен канал (работен дел), М-меѓустопански канал, С-стопански канал, Р-разводен канал, Д-делнички канал, Б-блоковски канал, О-одводнителни канали, — мрежа канали за наводнување, - - - мрежа канали за одводнување**

### 3.1.3 Режим на наводнување

Секое растение има своја критична фаза на развој, кога е многу чувствително на недостаток на вода. Оптималниот принос е во директна функција со правовременото наводнување на различните земјоделски култури. На пример пченицата бара најмногу вода за време на класењето, памукот за време на цветањето итн.

Режимот на заливање, значи збир на заливни норми и рокови на полевање кои при дадени климатски, почвени и агротехнички услови обезбедуваат правилен развој на земјоделските култури.

Количината на вода која се троши за транспирација на растенијата, формирање на сувата маса и испарувањето е сумарна потреба на вода за наводнување за еден циклус:

$$Q_{ВК} = Q_{ТР} + Q_{ИСП} \quad [m^3/ha] \quad 3.1$$

Постојат повеќе методи за определување на сумарната потреба од вода и тоа:

- метод на транспирационен коефициент,
- метод на искористување на коефициентот на приносот,
- метод на искористување на дефицитот на влажноста на воздухот,
- метод на искористување на температурниот фактор,
- метод на Блејн и Кридл (врз основа на средномесечни температури на воздухот),
- метод на идеални врнежи.

Најголем дел од водата при наводнувањето се троши за транспирација (вода која е неопходна за хранење и развој на растенијата и за регулирање на температурата

на надземните органи на растенијата, а помалку за формирање на неговите делови). Односот на употребената вода за транспирација и сувата материја на растенијата претставува коефициент на транспирација ( $K_{TP}$ )  
Согласно методот на транспирациониот коефициент, количината на вода која се троши за транспирација е:

$$Q_{TP} = K_{TP} \cdot y_o \quad [m^3/ha] \quad 3.2$$

каде:  $y_o$  е тежина на сувата маса на растението.

Ако се земе во предвид основното производство (принос на културата- $y$ ) и односот меѓу приносот и вкупната сува материја на растенијата ( $\rho$ ), може да се напише:  $y_o = \rho \cdot y$ , а за потребната вода за транспирација може да се пресмета со следната формула:

$$Q_{TP} = K_{TP} \cdot \rho \cdot y \quad [m^3/ha] \quad 3.3$$

Водата која испарува од земјата може да се определи како процент ( $\alpha=30\div60\%$ ) од водата потребна за транспирација:

$$Q_{ИСП} = \alpha \cdot Q_{TP} = \alpha \cdot K_{TP} \cdot \rho \cdot y \quad [m^3/ha] \quad 3.4$$

Вкупната потреба од вода може да се изрази со следниот израз:

$$Q_{ВК} = (1 + \alpha) \cdot Q_{TP} = (1 + \alpha) \cdot K_{TP} \cdot \rho \cdot y \quad [m^3/ha] \quad 3.5$$

Количината на вода која треба да се додаде дополнително на одредена земјоделска култура (заради недостаток) во текот на вегетациониот период за еден хектар површина се вика **нормата на наводнување**. Може да се пресмета со следната формулата:

$$Q_{НЕТО} = Q_{TP} + Q_{ИСП} - 10 \cdot \mu \cdot P - (W_t - W_{t+\Delta t}) \quad [m^3/ha] \quad 3.6$$

каде:

$Q_{НЕТО}$ -норма на наводнување,  
 $Q_{TP} + Q_{ИСП}$ -вода потребна за транспирација и испарување од почвата,  
 $P$ -врнежи кои паѓаат во вегетациониот период,  
 $\mu$ - коефициент на впивање во почвата ( $0,4\div0,8$ ),  
 $W_t$ -резерва на влага на почетокот на вегетациониот период,  
 $W_{t+\Delta t}$ -резерви на влага на крај на вегетациониот период.

Ако се земе предвид и резервите на подземна вода ( $W_P$ ),  $\Delta W = W_t - W_{t+\Delta t} + W_P$ , тогаш равенката ќе го добие следниот облик:

$$Q_{НЕТО} = Q_{TP} + Q_{ИСП} - 10 \cdot \mu \cdot P - \Delta W \quad [m^3/ha] \quad 3.7$$

Пресметаната потребна количина на вода не се дава одеднаш, туку во повеќе наврати за време на вегетациониот период, преку така наречените **заливни норми- $(m [m^3/ha])$** .

Заливна норма е она водно количество кое треба да и се даде на растението за единица површина и за едено заливање. Заливните норми се важни за димензионирање на каналите за наводнување.

Количината на вода која се доведува во единица време (секунда) на  $1 ha$ , просечно



за целата наводнувана површина се вика **хидромодул на наводнување-(q [m<sup>3</sup>/s.ha])**.

Хидромодулот зависи од бројот на истовремени заливања на различни култури, од односот на културите, од нормите на заливање и траење на периодот на заливањето и од траење на заливањето во часови во текот на еден ден. Ако во еден ист ден и во еден ист час се заливаат повеќе култури, тогаш хидромодулот е збир од сите поделни хидромодули.

### 3.1.4 Определување на количество за димензионирање на каналите во мелиоративниот систем

Заемната врска помеѓу различните по ранг канали е таква, да секој поголем канал ги храни непосредно неколку помали канали, а овие уште помалите канали и се така дури водата не дојде до заливните бразди, леи или чекови и преку нив влезе во активниот слој на почвата.

При движење на водата од извориштето до браздите, таа во каналите поради филтрација низ фугите, пукнатините или низ сидовите на дното (особено кај земјените канали), како и со испарувањето, еден дел од водата се губи.

Ако со ( $Q_{\text{НЕТО}}$ ) го означиме потребното количество на вода за заливање, а со ( $Q_{\text{БРУТО}}$ ) количеството на вода кое треба да се обезбеди во каналот, тогаш нивниот однос е дефиниран со коефициентот на загуби на вода во мелиоративниот канал  $\eta$  ( $\eta = 0,8 \div 0,9$ ). Во тој случај количината на вода со која ќе се димензионираат каналите треба да се определи како:

$$Q_{\text{БРУТО}} = \frac{Q_{\text{НЕТО}}}{\eta} = \frac{q^{\text{max}} \cdot A}{\eta} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad 3.8$$

каде:

$q^{\text{max}}$ -максимална ордината во графиконот на хидромодулот,

A-површина која треба да се наводнува (намалени за површините кои се под патишта, канали и слично).

### 3.1.5 Конструкција на каналите од мелиоративниот систем

Каналската мрежа кај системите за наводнување може да биде отворена, затворена и комбинирана. Кај отворената мрежа каналите се отворени, лежат на теренот или се на столбчиња и тогаш се викаат каналети.

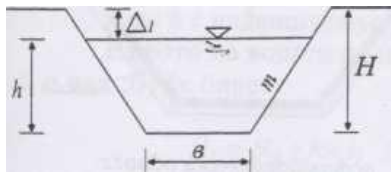
Кај затворените, канали кои се вкопани и покриени, попречните профили најчесто се правоаголни, кружни, а се изработуваат од бетон, армиран бетон, азбестцемент или пластика.

Отворените канали за наводнување во зависност од намената и условите на теренот може да бидат димензионирани во ископ, засек и многу ретко во насип.

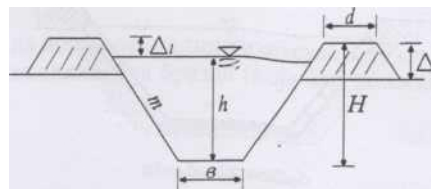
Каналот треба да се димензионира така да ги исполни следниве услови:

- да може да ги пропушти пресметаните водни количини за наводнување,
- максималната брзина во каналот да биде ограничена, односно брзините на водата во каналот да не дозволат да има појава на ерозија на каналот,
- наклонот на каналот да биде избран така да не се дозволи таложење на наносот,
- да има минимална филтрација-загуба на вода,
- да има стабилно дно и косини.

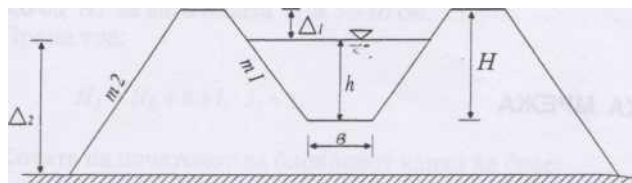
За постигнување на подобри хидраулички услови на течење, а особено за спречување на загубите на вода од филтрација, најчесто каналите се обложуваат и тоа со еластични и тврди облоги. Во еластични облоги спаѓаат глинени екрани и глинени облоги. Во тврдите облоги спаѓаат: камени, бетонски, армиранобетонски, торкретирани, асфалтни и други.



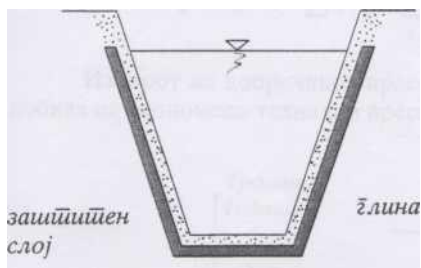
Слика 3.2. Канал во ископ



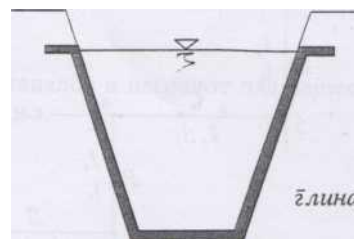
Слика 3.3. Канал во засек



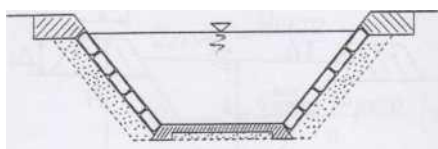
Слика 3.4. Канал во насип



Слика 3.5. Канал со глинен екран со заштитна облога



Слика 3.6. Канал со глинена облога



Слика 3.7. Канал со бетонска облога



Слика 3.8. Канал со асфалтбетонска облога

### 3.1.6 Засолување и заблатување на почвите

Кај наводнуваните површини често доаѓа до заблатување и засолување на почвите. **Заблатувањето** на почвата настанува поради преголема влага во неа, па водата излегува на површината на теренот. **Засолувањето** на почвите настанува поради натрупување на штетни соли во активниот почвен слој.

Причини за заблатување и засолување на почвите се:

- недоволна дренажна способност на почвата,
- примитивна и несоодветна техника на заливање,

- преголема норма на заливање,
- лошо израмнет терен,
- некавалитетни мерни инструменти и инсталации на каналите и друго.

Мерките за борба против заблатувањето и засолувањето на почвите се:

- добро функционирање на објектите и опремата за регулирање на дотекот во каналите,
- поставување на почетокот на секој канал на уреди за мерење на протекот,
- избор на правилна техника на заливање и намалување на филтрацијата во каналите,
- примена на соодветна агротехника,
- насади на дрва покрај каналите,
- придржување на нормите на заливање,
- при високи подземни води, изградба на дренажен систем и друго.

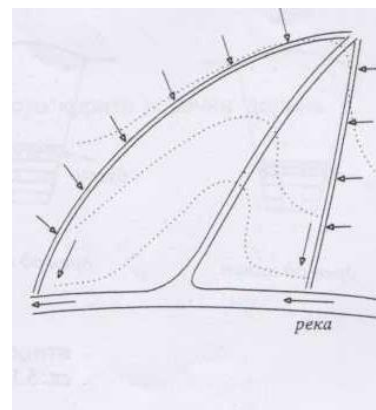
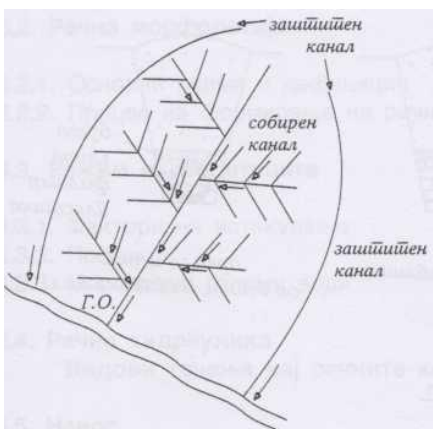
### 3.2 ОДВОДНУВАЊЕ

Преголемата содржина на влага во почвата е штетна за развој на растенијата, па целта на одводнувањето е да снижи нивото на подземната вода, да се одведе водата од мелиоративното подрачје и да се заштити подрачјето од плавење од површинските големи води на водотеците.

Одводнувањето или заштитата на земјиштето од преголема влага се врши на повеќе начини:

- одводнување со отворени канали,
- одводнување со вештачко истекување и
- одводнување со дренажи.

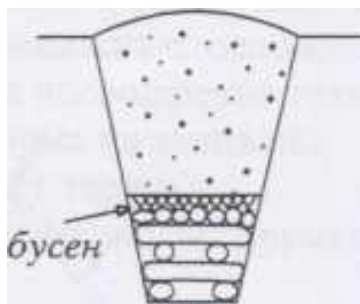
**Одводнувањето со отворени канали** е најстар и наједноставен. Со претходни проучувања на нивото на подземните води, водостоежите во водотеците во непосредна близина на мелиоративното подрачје, со геодетски снимања, карактеристика на почвата и други набљудувања и истражувања, се проектира мрежа на одводни канали, кои водата ја носат во собирниот канал или базен и често и со пумпање водата се префрла во природниот реципиент. Многу често по границите на мелиоративното подрачје се градат странични (ободни) одбрамбени канали за прифаќање на страничните води, а со тоа се смалува дотекот на вода во подрачјето. Шеми на одводнителни мрежи се прикажани на следната слика.



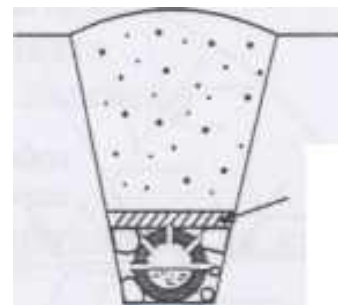
Слика 3.9. Шема на одводнителни мрежи

**Вештачкото одводнување** се остварува со надвишување на теренот со избагерисана земја од каналите, и преку надвишување со наводнување со вода богата со мил, која што ќе остави нанос од мил. Кај оваа метода најчесто се користи и принципот на изградба на бунари од кои водата се црпи со пумпи, а со тоа се снижува нивото на подземните води.

Кај **одводнувањето со дренажи** вишокот на вода се одведува низ вештачки подземни одводи кои уште се викаат дренажи. Во зависност од геомеханичките карактеристики на почвата и количините на вода кои треба да се одведат се пресметува дренажна мрежа од подземно поставени цевки низ кои водата истекува од мелиоративното подрачје. Длабочината и растојанието на дренажите се определува врз основа на претходни истражувања, а со користење на законите за мирување и движење на подземните води. Дренажите се изработуваат од различни материјали и на различни начини. Некои карактеристични пресеци на дренажни канали се прикажани на следните слики.



Слика 3.10. Дрен од облици



Слика 3.11. Дрен од цевка  
(бетонска, пластична)

### 3.3 ЗАШТИТА ОД ГОЛЕМИ ВОДИ

Одредени земјоделски површини може да бидат изложени на разни типови на поплавувања, заради излевања на водата од речни корита или поплавување заради појава на поплавен бран за време на интензивни врнежи. Во вакви случаи се превземаат технички мерки насочени кон заштита од поплавување на мелиоративното земјиште. Овие мерки може да се поделат во неколку групи:

1. Мерки насочени кон зголемување на пропусната способност на речното корито-**регулирање на коритото на пооделни делница**,
2. Мерки насочени кон намалување на поплавениот бран преку задржување на одредени количини на вода во средниот или долниот тек на реката-**изградба на акумулации или ретензиони базени**,
3. Штитење на плавената површина со **изградба на заштитни насипи** долж речното корито со што не се дозволува излевање на водата,
4. Штитење на плавената површина со **изградба на отворени површински канали (ободни канали)** кои површинската вода ја зафаќаат и ја носат надвор од мелиоративното подрачје,
5. Мерки во сливното подрачје насочени кон намалување на површинските води (површинското истекување)-технички, агро-мелиоративни и шумско мелиоративни мерки.