



Мали, нискотрошковни, еколошки прифатливи системи за наводнување: избирање на локации и подготовка на целосно тендерско досие за изградба
EuropeAid/137393/DH/SER/MK



МИНИСТЕРСТВО ЗА ЗЕМЈОДЕЛСТВО,
ШУМАРСТВО И ВОДОСТОПАНСТВО

Компонента 2:

Поддршка за засегнатите страни што се вклучени во планирањето и спроведувањето на секторската политика за наводнување

ПРИРАЧНИК ЗА ОБУКА за институционални засегнати страни

ТЕМА:

- Управување со наводнувањето на земјоделските површини

Датум: 4 септември 2018 г



Овој проект е финансиран од Европската унија

Проектот е имплементиран од:



temelsu





Table of Contents

1	РЕЗИМЕ	2
2	УПРАВУВАЊЕ СО ВОДИТЕ ЗА НАВОДНУВАЊЕ НА САМИТЕ ФАРМИ	4
2.1	Вовед. (Brouwer et all, 1985 (1))	4
2.2	Главни концепти	4
2.3	Потреба за наводнување (Brouwer & Heibloem, 1986)	26
2.4	Распоред за наводнување (Brouwer et all, 1989)	50
2.5	Утврдување на распоредот за наводнување за оризови полиња.....	69
2.6	Потреби на земјоделските стопанства или на системите за наводнување (Hoevenaars et all, 1992).....	69
2.7	Делови на системот за наводнување и одводнување (I&DS).....	77
2.8	Системи за залевање (или начини на наводнување) Brauwer et al., 1985 година (3)	78
3	КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	97
4	АНЕКСИ	98
4.1	АНЕКС I: Мерење на врнежите од дожд (Doorenbos, 1976).....	98
4.2	АНЕКС II: Ефикасност на наводнувањето	100
4.3	АНЕКС III: Евалуација на успешноста на наводнувањето	103



1 РЕЗИМЕ

Во согласност со Проектните задачи (ToP), целта на Компонента 2: „Поддршка за засегнатите страни што се вклучени во планирањето и спроведувањето на секторската политика за наводнување“ е да обезбеди градење на капацитетите на сите учесници во управувањето со наводнувањето, првенствено на Управата за водостопанство (УВС) при Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство (МЗШВ), јавните претпријатија за водостопанисување и групите земјоделци на избраните локации.

Поддршката за институционалните учесници (УВС при МЗШВ и јавните претпријатија) треба

- 1) да обезбеди појаснувања и да го пренесе неопходното знаење за практичната примена на избраната стандардизирана методологија што се користеше за изработка на резултатите/производите од Компонента 1
- 2) заради успешно спроведување на тековната политика за пренесување на одговорноста за управувањето со водите врз корисниците на водата.

Ваквата поддршка ќе се реализира преку следниве обуки и теми:

- 1) Методологијата за изработката на пред-студиите за изводливост
- 2) Стратегија за пренесување/споделување на управувањето со води со корисниците на вода за наводнување (Трансфер на управувањето со наводнувањето) (Работилница)
- 3) Управување со системот за наводнување
- 4) Управување со водите за наводнување на самите фарми
- 5) Метода за балансирање на влагата во почвата
- 6) Практична примена на алатката Cropwat на ФАО
- 7) Методологија што треба да се примени при изработката на студиите за изводливост
- 8) Управување со водните ресурси во сливното подрачје
- 9) Економија во земјоделството

Оцена на потребите за градење на капацитетите

Во текот на обуките ќе се идентификуваат потребите за градење на капацитетите преку прашалник на следниве теми за идни обуки. Тие теми до сега опфаќаат:

- 10) Партиципаторни методи
- 11) Методологијата што ќе се примени при изработката на главните технички проекти
- 12) Формирање здруженија на корисници на вода (ЗКВ)
- 13) Работилница(-и) за методологијата за пресметување на тарифите за вода
- 14) Подготовка на тендерското досие (според најновите PRAG-правила на ЕУ)
- 15) Постапки за аплицирање кај различни донатори / мултилатерални и билатерални организации



2 УПРАВУВАЊЕ СО ВОДИТЕ ЗА НАВОДНУВАЊЕ НА САМИТЕ ФАРМИ

2.1 ВОВЕД. (BROUWER ET ALL, 1985 (1))

Распространето е верувањето дека земјоделците имаат големо искуство кога станува збор за површински и модерни методи за наводнување поради тоа што ги користат со години. Но, земјоделците многу ретко оценуваат како го спроведуваат наводнувањето врз основа на следново:

- Познавање на стапката на инфилтрација на нивите и приспособување на наводнувањето за да не се надмине капацитетот на почвата за инфилтрација.
- Познавање на колкава длабочина е кореновиот систем
- Мерење на количината нанесена вода (проток и времетраење на наводнувањето)
- Проценување колкава е влажноста на почвата во зоната кај кореновиот систем пред и по наводнувањето.

Оттаму, тешко е да се знае дали се користело значително поголемо количество вода и дали истата е изгубена преку длабока перколација (понирање) под кореновиот систем. Земјоделецот може премногу да наводнувал долги години а да не е свесен за тоа.

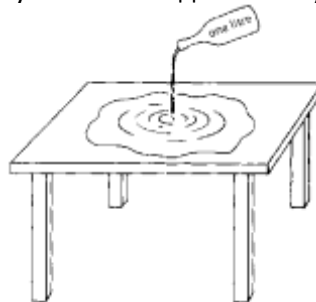
Делотворното користење на водата и продуктивноста може значително да се унапредат преку оцена на реалните практики за наводнување на земјоделецот и последователна обука.

2.2 ГЛАВНИ КОНЦЕПТИ

2.2.1 ДЛАБОЧИНА НА ВОДАТА, ПРОТОК

Количина на вода во нивата. Длабочина на водата.

Да претпоставиме дека шише од еден литар е наполнето со вода. Во овој случај волуменот на водата изнесува 1 литар или 1 dm^3 . Кога сета вода од шишето ќе ја истуриме на масата, водата се шири по масата и формира тенок слој вода. Количината вода на масата е иста со количината вода од шишето, односно 1 литар. Волуменот на водата останува ист, се менува само формата на „водното тело“ (види Слика 2.1).



Слика 2-1 Еден литар вода распространета по маса

Истото се случува и кога водата за наводнување ќе се распространи од резервоарот каде што се чува низ нивата на земјоделецот.



ПРАШАЊЕ: Да претпоставиме дека има резервоар полн со вода, долг 5 метри, широк 10 метри и длабок 2 метра. ($5 \times 10 \times 2 = 100 \text{ m}^3$) Сета вода од резервоарот се користи да се полее на нива од 1 хектар ($10,000 \text{ m}^2$). Пресметајте ја длабочината на водата (а тоа е дебелината на водниот слој) на нивата.

Треба да се користи следнава формула:

$$\text{Water depth (d)} = \frac{\text{Volume of water (V)}}{\text{Surface of the field (A)}}$$

Длабочина на водата изнесува $100 \text{ m}^3 / 10,000 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ m} = 0,01 \times 1000 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$.

Кога има врнежи од 10 mm, нивата од 1 хектар добива 100 m^3 .

Стапка на истекување или проток

Дефиниција: Стапка на истек(ување) или проток на река, или канал, е волуменот на вода што протекнува низ таа река, или канал, во даден временски период. Во врска со наводнувањето, волуменот на водата вообичаено се изразува во литри (l) или во кубни метри (m^3), а времето во секунди (s) или часови (h). Стапката на истек се нарекува и стапка на проток. Пресметка и единици: Водата што истекува од славина полни шише од еден литар за една секунда. Според тоа, стапката на истек (Q) е еден литар на секунда (1 l/s) (види Слика 2.2).



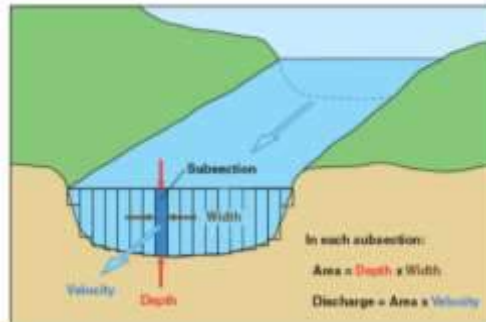
Слика 2-2 Стапка на проток од еден литар на секунда

ПРАШАЊЕ: Вода што се снабдува преку пумпа исполнува казан од 200 литри за 20 секунди. Колкава е стапката на истекување на оваа пумпа? Се користи следнава формула:

$$Q = \text{Flow - rate (l/s)} = \frac{\text{Volume of water (litres)}}{\text{Time (seconds)}} \quad Q = \frac{\text{Volume of water}}{\text{Time}} = \frac{200\text{l}}{20\text{s}} = 10\text{l/s}$$



Единицата „литар на секунда“ вообичаено се користи за мал проток, на пример кај славини и кај мал канал. Кај голем проток, на пример кај река или главен канал, најчесто се користи единицата „кубен метар на секунда“ (m^3/s).



Слика 2-3 Метод за определување на протокот како функција од брзината и површината

Колкав е протокот на вода во канал или река може да се одреди кога површината на водата во попречен пресек на каналот ќе се помножи со просечната брзина на водата во тој пресек.

Проток = површина x брзина

2.2.2 МЕРЕЊЕ НА ПРОТОКОТ

Кај многу системи за наводнување и за одводнување мерењето на протокот е основна компонента на работниот процес. Протокот треба да се мери кај реки, канали, одводни канали и цевки, а може да се направи на повеќе начини со користење на:

1. Методи за мерење на протокот со утврдување на брзината и површината
2. хидраулични структури
3. мерачи на протокот
4. Метод (методологија) за определување на протокот како функција од наклонот-хидрауличниот радиус-површината:

За мерење на брзината на протокот се користат следниве параметри: косината на водната површина, попречниот пресек и потопениот периметар (дното и страните) од метар должен од едноделна (униформна) секција од каналот со користење на формула каква што е формулата на Манинг.

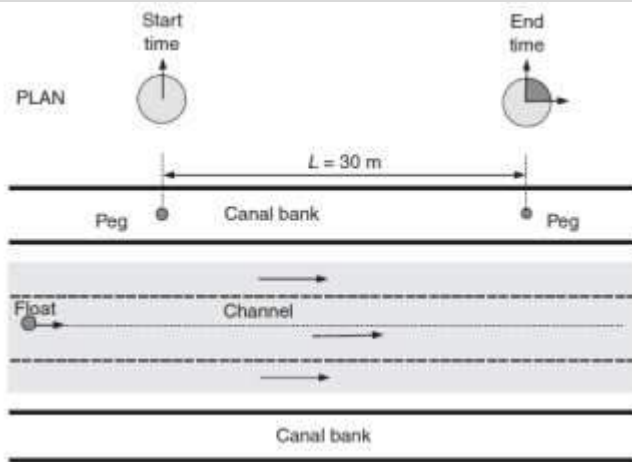
5. техника со обележувач: Стапката на проток се мери така што се одредува во колкава мера се растворила одредена додадена состојка-трејсер (обележувач).

Најчесто користени техники се методите за мерење на протокот со утврдување на брзината, хидрауличните структури и мерачите на протокот.

Методи за мерење на протокот со утврдување на брзината и површината; овде се мери попречен пресек на каналот (со метар и нивелир или со длабиномер) и просечната брзина на протокот со помош на мерач за мерење на протокот или со пловак.

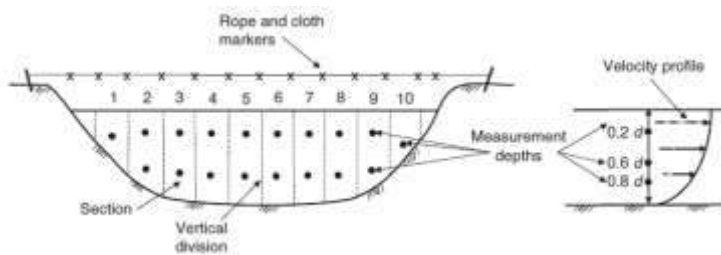
Методи за мерење на протокот со утврдување на брзината

Метода со пловак



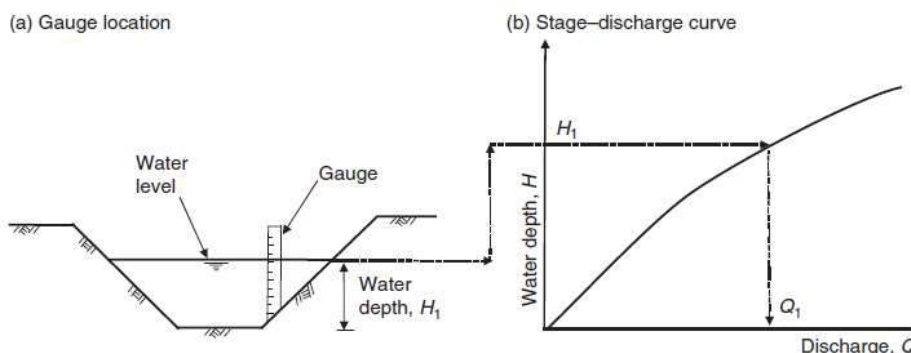
Методата со пловак е едноставен, а сепак делотворен начин да се утврди протокот во водотекот (со точност од $\pm 20-30\%$), кој одговара за помали канали

Мерач на протокот



Мерењето на протокот може да биде прецизна метода ($\pm 5\%-10\%$)

Крива на проток

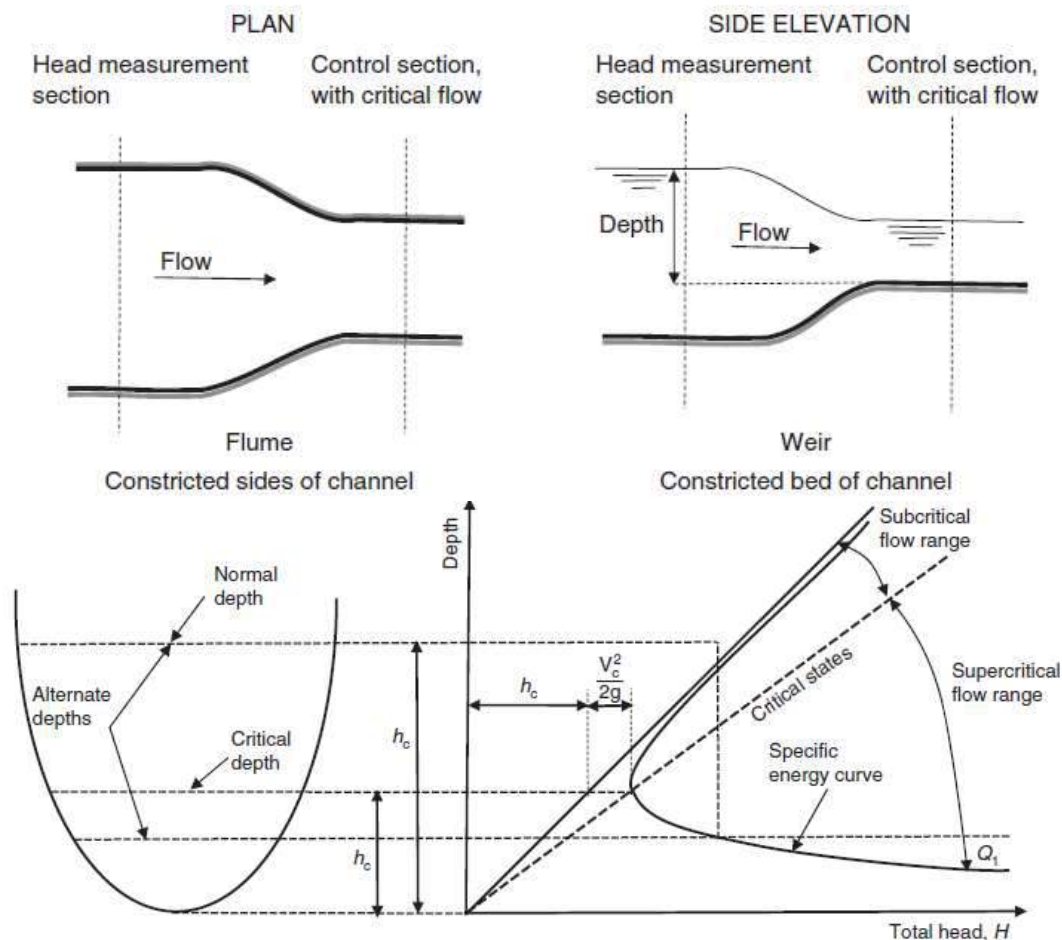


Кога се направени мерења на дадена локација во различни услови на протокот, може да се направи крива на фазите на протокот, при што протокот ќе може да се одреди според длабочината.

Хидраулични структури: Ако се конструирани според стандардни нацрти, обезбедуваат едноставна и точна метода за мерење на протокот преку соодносот на единечно мерење на длабочината на водата со водата што истекува преку структурата. Во мерната структура пресекот на каналот е стеснет (ширина на страните, висина на дното, или двете) при што специфичното ниво на енергија се намалува од субкритично преку минимално до

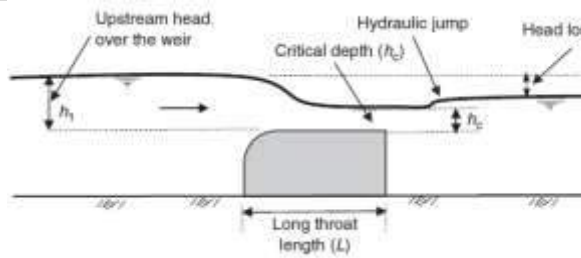


суперкритично. Преминот од суперкритично назад кон субкритично се случува низводно од контролната станица, во обик на хидрауличен скок. За некои мерни структури односот помеѓу длабочината и протокот може да се изведе математички; (од односот помеѓу брзината на критичната длабочина, Бернулиевата равенка и равенката за континуитет), а за други мора да се определи емпириски преку лабораториски мерења.



Структурата за мерење на протокот не го намалува протокот што влегува во каналот; ова често ги загрижува земјоделците кои понекогаш ја оштетуваат мерната структура бидејќи мислат дека го попречува текот. Структурата го поткрепа нивото на водата возводно за 5-10 см и ја зголемува брзината во контролниот дел. Протокот е ист како во каналот без мерната структура.

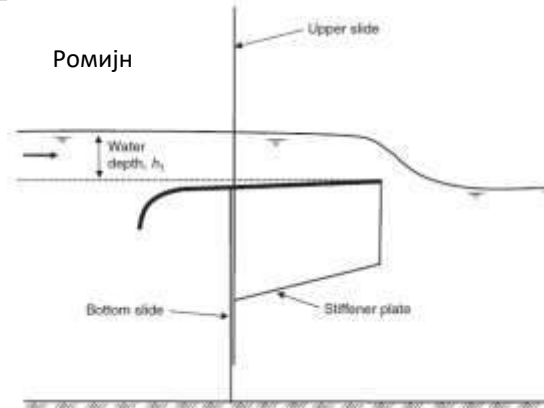
Хидраулични структури



$$Q = 1,71 b h_1^{(3/2)} \quad (b \text{ ширина на преливот})$$

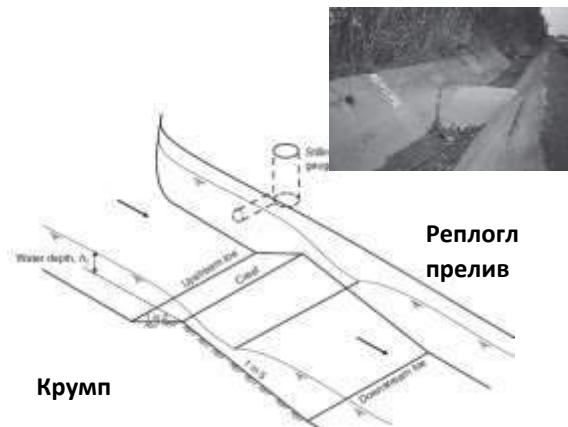
Широки преливи;

Широките преливи се поробусни од острите преливи иако не се толку точни. Тие имаат висока модуларна граница и не изискуваат висока загуба на енергија низ структурата. Од друга страна, може да е тешко да се конструираат (да се осигура лицата да се паралелни, гребенот да е униформен и хоризонтален, и да има мазни дури возводни кривини кај преливи со заоблени гребени).



Ромијн преливот (Romijn weir) ги комбинира функциите на регулирање на протокот и мерењето. Се приспособува нагоре или надолу за потребниот проток да премине преку неговиот гребен.

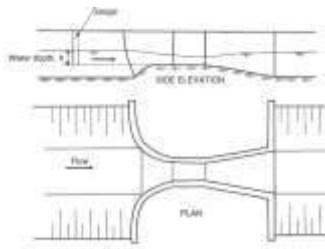
Кратки преливи;



Крум преливот (Crump weir) е погоден за мали канали и реки, точен е, релативно е ефтин и лесно се конструира, а има и високо модуларно ограничување. Седиментот слободно поминува низ структурата.

Реплогл преливот (Replogle weir) е сличен на Крумп преливот затоа што преливот паѓа однапред, но на задната страна има краток хоризонтален гребен со вертикално лице или лице со наклон. Лесен е за градење и е погоден за трапезоидни или параболични линиски канали.

Жлебови



Жлебовите се слични на преливите со таа разлика што стеснувањето на текот се постигнува со стеснување на ширината наместо со поткревање на дното.

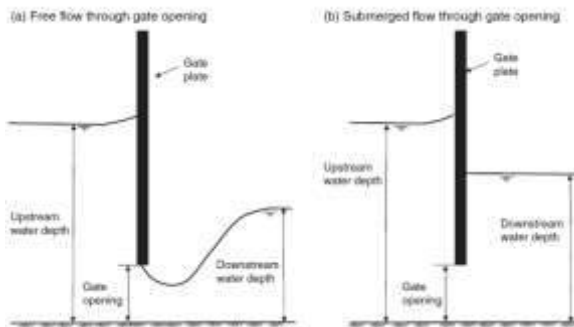


Со долг врат: Може да се третираат аналитички

Со краток врат: истекот во грлото не е паралелен, не може аналитички да се третира, односот фаза-проток се определува со калибрирање на лице место и во лабораторија.

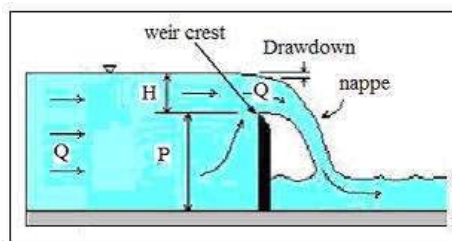
Паршал жлеб, X-жлеб (Parshall flume, H-flume)

Отвори



За мерење на протокот може да се користат порти за регулација, но мора секоја посебно да биде калибрирана поради варијациите во условите на протокот (дебелина на портата, обликот на страничниот ѕид и на коритото и нивната состојба). Калибрирањето на портите може да биде тешко. Користењето на вакви постапки за мерење на протокот генерално не се препорачуваат за секојдневни оперативни цели. Се претпочита стандардна структура за мерење.

Преливи со остар гребен



Sharp Crested Weir Parameters



Ако се инсталираат и одржуваат правилно, екстремно се точни ($\pm 5\%$). Нивен недостаток е што остриот врв на гребенот се оштетува од пловечкиот отпад, и потребна е релативно висока загуба на енергија за правилно да функционира. Исто така, се собира седимент возводно поради што се случуваат грешки во мерењата.



Мерачи на протоколот



Пропелерниот мерач вообичаено се користи за мерење на протоколот во цевките. Се работи за тотализациско мерење при што бројот обрти е пропорционален на вкупниот проток.



Електромагнетен
мерач на проток

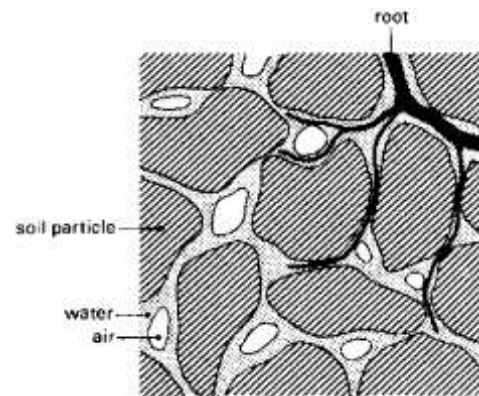
Неинтрузивни уреди за мерење на протоколот. Функционираат преку Доплеровиот ефект или со точно мерење на времето на патување на ултразвучните сигнали што се на спротивните страни од цевките.



2.2.3 ПОЧВА: СОСТАВ, ПРОФИЛ, ТЕКСТУРА, СТРУКТУРА

Состав на почвата:

Кога ќе смачкате сува почва во раката, може да видите дека е составена од секакви видови честички со различни големини. Повеќето од овие честички се создаваат со деградацијата на карпите; и се нарекуваат минерални честички. Некои се создаваат од остатоците од растенија или животни (гнили лисја, парчиња коски, итн.), и се нарекуваат органски честички (или органски материји). Се чини дека почвените честички се допираат едни со други, но во реалноста помеѓу нив има простори. Овие простори се нарекуваат пори. Кога почвата е „сува“, порите главно се исполнети со воздух. По наводнување или врнежи, порите главно се исполнети со вода. Во почвата има жив материјал. Тоа може да бидат живи корени, како и бубачки, црви, ларви итн. Тие помагаат почвата да се збогати со воздух и на тој начин се создаваат поволни услови за растење на растенијата (Слика 2.4)

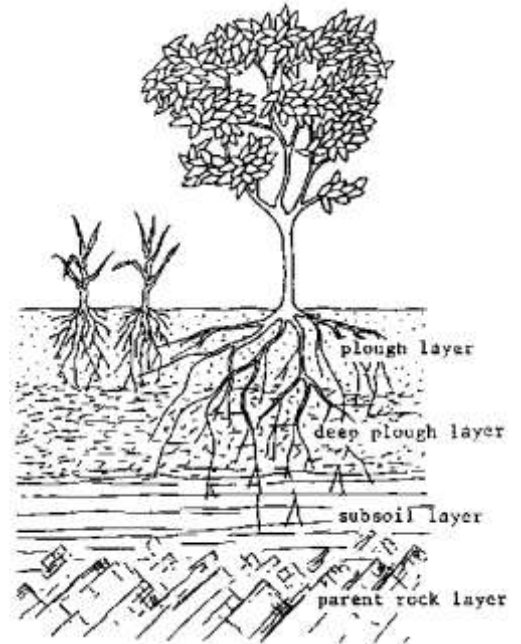


Слика 2-4 Состав на почвата

Профил на почвата Ако во почвата се ископа јама длабока 1 метар, може да се видат повеќе различни слоеви почва со различна боја и состав. Овие слоеви се нарекуваат почвени хоризонти. Овој редослед на почвени хоризонти се нарекува профил на почвата (Сл. 2.5).

Еден доста општ и поедноставен профил на почва може да се опише на следниов начин:

- Ограничен слој (дебел 20 до 30 cm): богат е со органски материји и содржи многу живи корења. Овој слој често подлежи на подготовка на земјиштето (на пр. со орање, дробење и растресување, итн.) и често има темна боја (кафена до црна).
- Длабок ограничен слој: содржи значително помалку органски материји и живи корења. Овој слој речиси и не трпи никакви промени поради вообичаените активности за подготовки на почвата. Неговата боја е посветла, најчесто сива, а понекогаш и проткаена со жолтеникави или црвеникави места.
- Длабок слој: ретко има органски материји или живи корења. Овој слој не е многу важен за растот на растенијата бидејќи корења ретко стигнуваат до него.
- Матичен супстрат: се состои од карпи преку чија деградација била создадена почвата. Овие карпи понекогаш се нарекуваат матичен супстрат.



Слика 2-5 Профил на почвата



Текстура на почвата: укажува на релативната содржина на честици во различна големина, како песок, прав и глина во почвата

Минералните честици во почвата значително се разликуваат во големината и може да се групираат на следниов начин:

Назив на честичките	Гранична големина во mm	Се распознава со голо око
Чакал	Повеќе од 1	Очевидно
Песок	1 до 0,5	Лесно
Прав	0,5 до 0,002	Едвај
Глина	Помалку од 0,002	Невозможно

Табела 2-1 Класификација на честичките на почвата

Текстурата на почвата е одредена од содржината на песок, прав и глина.

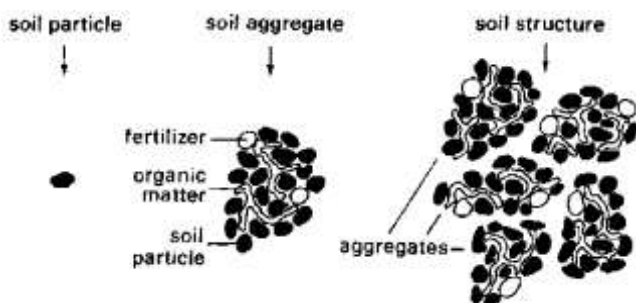
Почвите со груба текстура најмногу содржат песок (песокливи почви). Почвите со средна текстура најмногу содржат прав (иловести почви). Почвите со фина текстура најмногу содржат глина (глинести почви).

На нива, текстурата на почвата може да се определи така што почвата ќе се протрие меѓу прстите. Земјоделците често зборуваат за тешка почва и лесна почва/земја. Почвата со груба текстура е лесна бидејќи лесно се обработува, додека почвата со фина текстура е тешка бидејќи со неа е тешко да се работи. Текстурата на почвата е **постојана/перманентна** кога земјоделецот не може да ја модифицира или промени.

Изрази што ги користат земјоделците	Изрази од литературата	
лесна	песоклива	груба
средна	иловеста	средна
тешка	глинеста	фина

Табела 2-2 Деноминации на текстурата на почвите

Структура на почвата: Структурата на почвата се однесува на групирањето на почвените честички (песок, прав, глина, органска материја и ѓубрива) во порозни соединенија. Овие



соединенија се нарекуваат агрегати. Структурата на почвата се однесува и на распореденоста на овие агрегати што се разделени со пори и пукнатини (Сл. 2.6). Основните структурни агрегати се прикажани на Слика 2.7: зрнеста, поголеми парчиња, призматична и масивна структура.

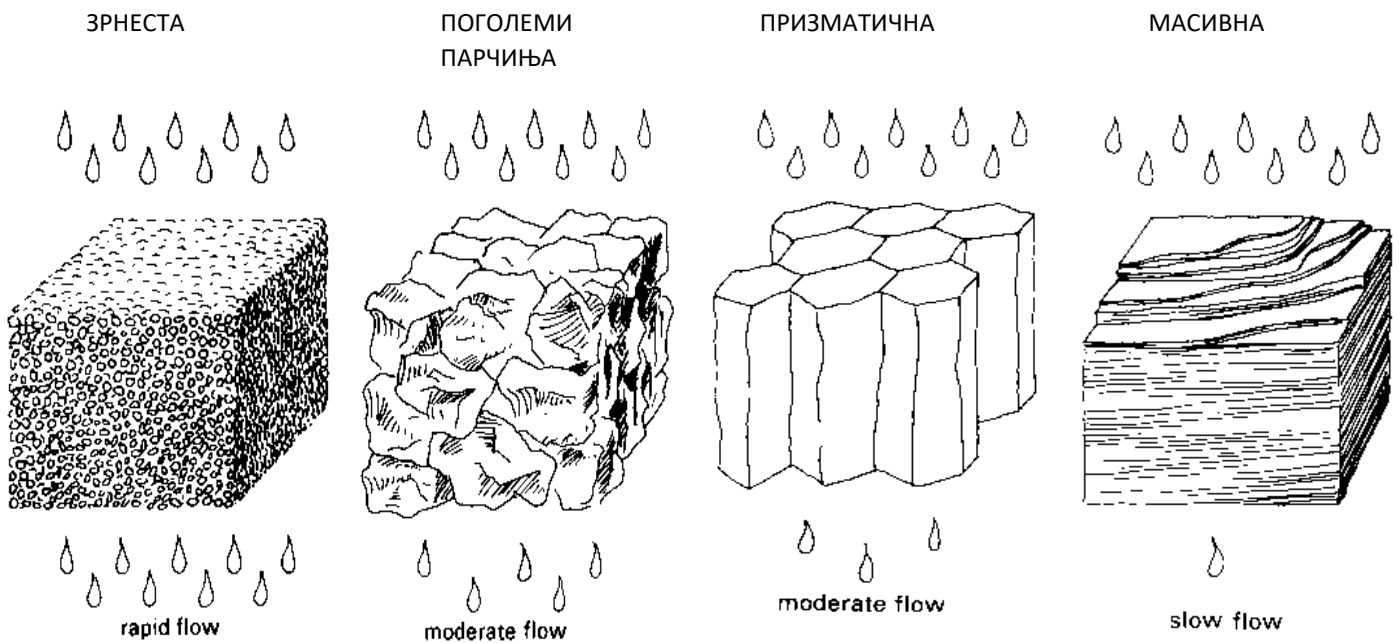
Слика 2-6 Структура на почвата



Кога е присутна во обработливиот слој (хоризонт А), масивната структура го блокира продирањето на водата, проникнувањето на семето е тешко поради слабата аерација (проветрување). Од друга страна, ако обработливиот слој е зрнест, водата лесно навлегува и 'ртењето на семето е полесно.

Кај призматичната структура, движењето на водата во почвата е најмногу вертикално и затоа корењата на растенијата слабо се снабдуваат со вода.

За разлика од текстурата, структурата на почвата не е трајна. Со обработка (орање, браздење, и сл.) земјоделците се обидуваат да добијат зрнеста структура на обработливиот слој во своите ниви.

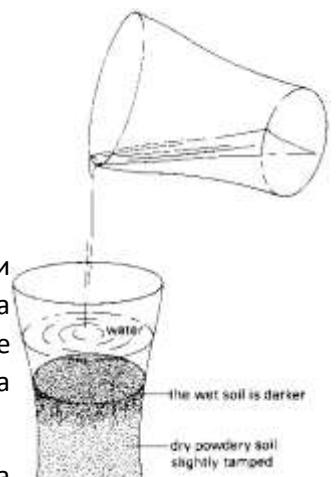


Слика 2-7 Примери за структура на почвата

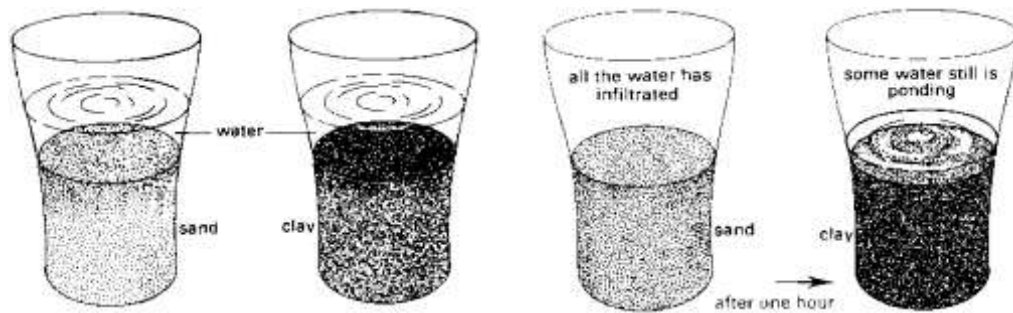
2.2.4 Вода во почвата: СТАПКА НА ИНФИЛТРАЦИЈА, СОДРЖИНА НА ВЛАГА ВО ПОЧВАТА

Процес на инфилтрација: Кога на нивата ќе стигне вода од врнежи или наводнување, водата се впива во почвата. Овој процес се нарекува инфилтрација. Инфилтрацијата може да ја визуелизираме како налевање вода во чаша полна со сува прашкаста земја, малку натапкана. Водата се впива во земјата, бојата на земјата станува потемна кога се навлажнува (Сл. 2.8).

Повторете го тестот, овој пат со две чаши. Едната исполнета со сув песок, а другата исполнета со сува глина (Сл. 2.9).



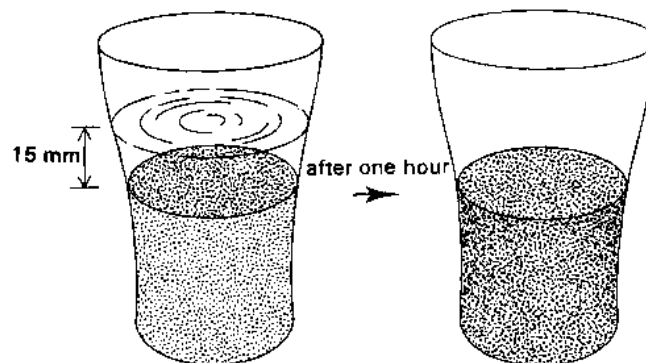
Слика 2-8 Процесот на инфилтрација



Слика 2-9 Споредба на инфилтрација на вода во песок и во глина

Во двете чаши се става исто количество вода. По еден час, водата се инфилтрирала во песокот, додека над глината се уште има вода. Водата побрзо се инфилтрира во песокот отколку во глината. Се вели дека песокот има повисока стапка на инфилтрација.

Стапката на инфилтрација на почвата е брзината со која водата се впира во почвата. Таа вообичаено се мери со длабочината (во милиметри) на слојот вода што почвата може да го апсорбира за еден час. Стапка на инфилтрација од 15 милиметри/час значи дека воден слој од 15 милиметри на површината на почвата ќе се инфилтрира за еден час (види Сл. 2.10).



Слика 2-10 Почвата со стапка на инфилтрација од 15 милиметри/час

ниска стапка на инфилтрација	помалку од 15 mm/час
средна стапка на инфилтрација	15 до 50 mm/час
висока стапка на инфилтрација	повеќе од 50 mm/час

Табела 2-3 Типични вредности за стапка на инфилтрација на почвата

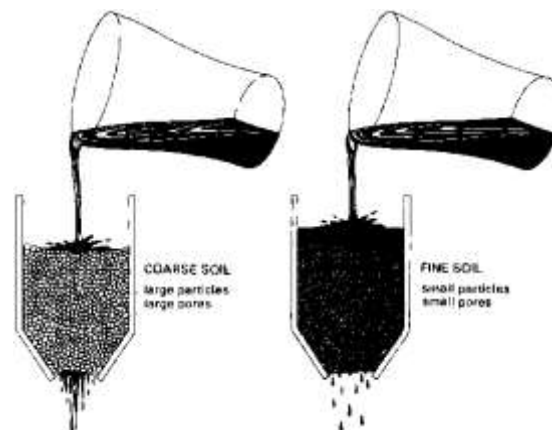
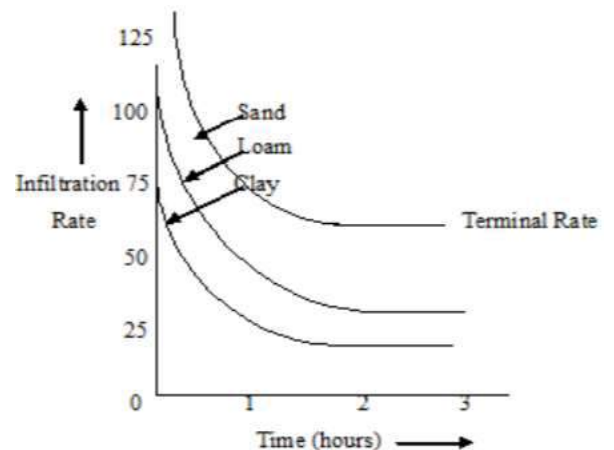
Стапката на инфилтрација на почвата ја одредува максималната стапка при која треба да се примени наводнувањето. Кога водата за наводнување се применува со повисока стапка, таа се собира на површината и истекува по површината, што може да предизвика ерозија кај нивите со наклон и губење на водата.

Фактори што влијаат врз стапката на инфилтрација:

Стапката на инфилтрација на почвата зависи од фактори што се константни, како што е текстурата на почвата, а зависи и од факторите што варираат, како што е содржината на влага во почвата.

i. Текстура на почвата

Почвите со груба текстура имаат главно големи честици меѓу кои има големи пори. Од друга страна, почвите со fina текстура имаат главно мали честици меѓу кои има мали пори (види слика 2.11).



Слика 2-11 Стапка на инфилтрација и текстура на почвата

Кај грубите почви, дождот или водата за наводнување влегува и полесно се движи низ поголемите пори; потребно е помалку време за вода да се инфилтрира во почвата. Со други зборови, стапката на инфилтрација е повисока кај погрубите почви отколку кај почвите со fina текстура.

ii. Содржина на влага во почвата

Водата побрзо се инфилтрира (повисока стапка на инфилтрација) кога почвата е сува, отколку кога е влажна. Следствено, кога водата за наводнување ќе се нанесе на нивата на почетокот лесно се инфилтрира, но како почвата станува повлажна така се намалува стапката на инфилтрација.



iii. Структура на почвата

Генерално, водата брзо се инфилтрира (висока стапка на инфилтрација) во зрнести почви, а многу споро се инфилтрира (ниска стапка на инфилтрација) во масивни и компактни почви. Бидејќи земјоделецот може да влијае врз структурата на почвата (преку активности за култивирање), земјоделецот може да ја промени стапката на инфилтрација.

iv. Органски материи:

Органските материи го зголемуваат навлегувањето на водата така што ја заштитуваат почвената маса од разронување под влијание на дождовните капки.

v. Вегетација:

Покривката од треви и лисја ја заробува наврнатата дождовница со што спречува таа вода да се апсорбира во земјата. Водата што тече низ вегетацијата ја намалува брзината на протокот, а со тоа земјата добива време да ја апсорбира водата. Земјите без вегетација вообичаено имаат повисока стапка на атмосферски води што истекуваат и пониски стапки на инфилтрација.

vi. Затнување на порите на почвата и создавање кора:

Кора на површината на земјата ќе ги затне порите и ќе го ограничи влезот на вода во почвата. Со формирање на затка од 5 mm стапката на инфилтрација се намалува за 75%.

vii. Стапка на врнежи

Високите стапки на врнежи може да доведат до уништување на површинскиот слој на земјиштето што пак може да доведе до затнување на порите или формирање кора и до намалување на стапката на инфилтрација.

Мерка за стапката на инфилтрација: Мерката за инфилтрација на водата во почвата е важен показател за: делотворноста на наводнувањето и одводнувањето, оптимизирање на достапноста на вода за растенијата, подобрување на приносот на култури и сведување на ерозијата на минимум.

Опрема: инфилтрометар со два прстена (два челични прстени со дијаметар 300 и 600mm x 370mm), дрвено колче за да се внесат прстените во почвата, чекан, кофа, бокал за мерење, нож, стоперка, метар, крпа и вода.

Постапката за мерење: И двата цилиндри (надворешен и внатрешен) се втеруваат во почвата (на длабочина од 15 cm). Се препорачува зеленилото околу периферијата на прстените да се сече со нож, на тој начин почвата помалку се нарушува од внесувањето на прстените. Перфорирана метална плоча (или хартија од весник) се поставува на површината на почвата во внатрешниот цилиндар, со цел да се искористи силата на ставената вода, водата подеднакво да се дистрибуира во внатрешноста на прстенот и да се спречи нарушување на површината на почвата. Металната плочка се прицврстува со шајки со различна должина на две различни точки (или во внатрешниот цилиндар се прават две обележувања/знаци). Овие точки се користат за набљудување на намалувањето на нивото на водата за време на инфилтрацијата (нивото на водата во внатрешниот цилиндар треба да достигне до горната точка на шајки или на знакот).

Во двата цилиндра се става вода (нивото на водата во внатрешниот цилиндар треба да достигне до горната точка на шајките или на знакот). Мерењето се прави во внатрешниот цилиндар. Надворешниот цилиндар се користи само како алатка што обезбедува водата од внатрешниот цилиндар да не понири надолу туку странично.



Ја активираме штоперката и го мериме и забележуваме времето што е потребно нивото на водата да се симне од горниот до долниот знак. По ова изминато време, одредена количина вода се инфилтрирала. Кога нивото на водата ќе го достигне понискиот знак, го забележуваме времето, а исто количество вода ставаме повторно назад од претходно подготвено шише. Нивото на водата во надворешниот цилиндар се одржува на исто ниво како во внатрешниот.

Измерените податоци се забележуваат и потоа се пренесуваат во графички приказ (mm хартија во нивата или во MS Excel) заради визуелна проверка на измерените податоци. Измерените податоци може да се анализираат со Филиповите равенки за инфилтрација (Filip, 1957).

Стабилната стапка на инфилтрација и по подолго време на инфилтрација (линијата на инфилтрација е паралелна со хоризонталната оска на времето) останува константна, а нејзината вредност е многу слична на вредноста на заситената хидраулична спроводливост K . Значи, оваа метода овозможува да се одреди и вредноста на k на терен.



И двата цилиндри се втеруваат во почвата.



Перфорирана метална плоча (или хартија од весник) се поставува на површината на почвата во внатрешниот цилиндар.

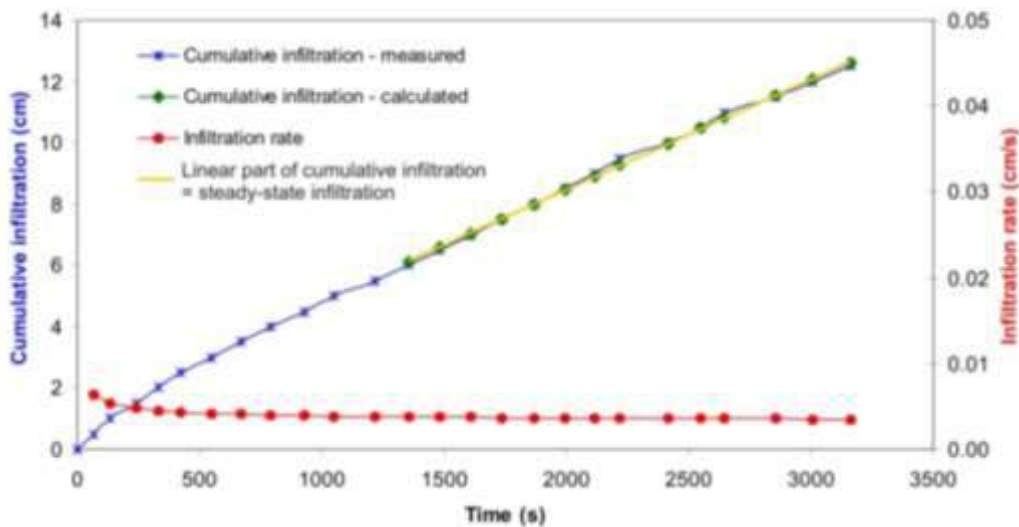


Во цилиндерот се става вода до горниот знак.



Нивото на водата во надворешниот цилиндар се одржува на исто ниво како во внатрешниот. Се запишува количеството вода и времето.

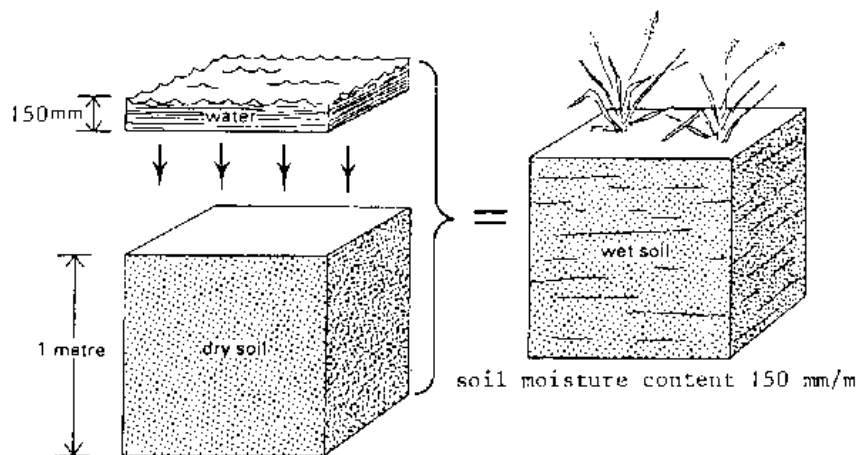
Слика 2-12 Постапка за мерење на инфилтрацијата со два прстена



Слика 2-13 Кумулативна инфилтрација и места за обележување на стапката на инфилтрација

Содржина на влага во почвата: Содржината на влага во почвата укажува на количеството на вода присутно во почвата.

Најчесто се изразува како количество вода (во милиметри длабочина на вода) присутно во длабочина од еден метар почва. На пример: кога вода (во милиметри длабочина на вода) во количество од 150 mm е присутна на длабочина од еден метар во почвата, содржината на влага во почвата изнесува 150 mm/m (види Слика 2.12).



Слика 2-14 Содржина на влага во почвата од 150 mm/m

Содржината на влага во почвата може да се изрази и во волуменски проценти. Во горниот пример, 1 m³ почва (на пр. со длабочина од 1 m и површина од 1 m²) содржи 0,150 m³ вода (на пр. со длабочина од 150 mm = 0,150 m и површина од 1 m²). Ова доведува до содржина на влага во почвата во волуменски проценти од:

$$\frac{0.150 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times 100\% = 15\%$$



Следствено, содржина влага од 100 mm/m одговара на содржина влага од 10 волуменски проценти.

Забелешка: Количеството вода што се наоѓа во почвата не е константно во текот на времето и може да варира.

Сатурација (заситеност): во текот на наводнување или врнежи порите во почвата се полнат со вода. Ако сите пори на почвата се наполнети со вода, се вели дека почвата е заситена. Во почвата не останува воздух (види Сл. 2.15а). Лесно е да се утврди на нивата дали почвата е заситена. Ако ја наполните раката со заситена почва и ја стиснете почвата, помеѓу прстите ќе ви протече малку (каллива) вода.

На растенијата им се потребни и воздух и вода во почвата. Кога имаме сатурација, нема воздух во почвата, и растенијата патат. Многу култури не можат да издржат заситена почва подолго од 2-5 дена. Оризот е еден од исклучоците на ова правило. Периодот на сатурација на (горниот) обработливиот слој вообичаено не трае долго. По завршување на врнежите или наводнувањето, дел од водата во пошироките пори ќе се придвижи надолу. Овој процес се нарекува одводнување или перколација.

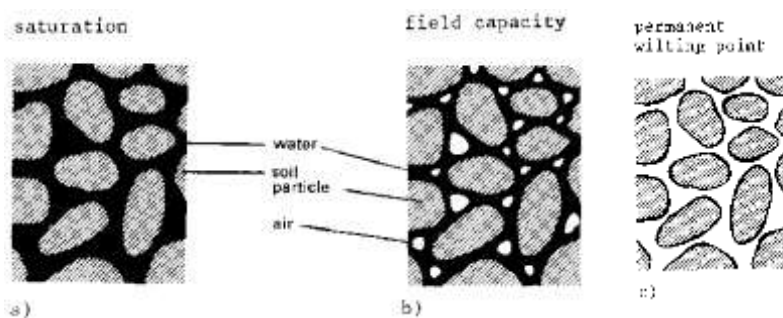
Водата што се одводнува од порите се заменува со воздух. Кај грубите (песокливи) почви, одводнувањето се случува/завршува во период од неколку часа. Кај глинестите почви (со фина текстура), одводнувањето може да трае неколку (2-3) дена.

Капацитет за апсорпција: Откако ќе престане одводнувањето, големите почвени пори се исполнуваат со воздух и вода, додека помалите пори и понатаму се полни со вода. Во оваа фаза, почвата се вели дека го исполнила капацитетот за апсорбирање вода. Кога капацитетот за апсорпција е исполнет, водата и воздухот во почвата се сметаат за идеални за растот на културите (види слика 2.15б).

Точка на трајно венење: Малку по малку, корените на растението ја искористуваат водата што е во почвата или таа испарува од горниот обработлив слој во атмосферата. Ако не се дотури дополнителна вода на почвата, таа постепено се суши.

Колку е почвата посува, толку поцврсто ја чува преостанатата вода и на корените на растенијата им е потешко да ја земат. Во одреден момент, водата што растението ја зема не е доволна за да ги задоволи неговите потреби. Растението ја губи свежината и вене, листовите ја менуваат бојата и од зелени стануваат жолти. На крај, растението умира.

Содржината вода во почвата во моментот кога растението умира се нарекува точка на трајно венење. Почвата сè уште содржи малку вода, но премногу е тешко за корените да ја смукаат од почвата (види слика 2.15в).



Слика 2-15 Карактеристики на влага во почвата



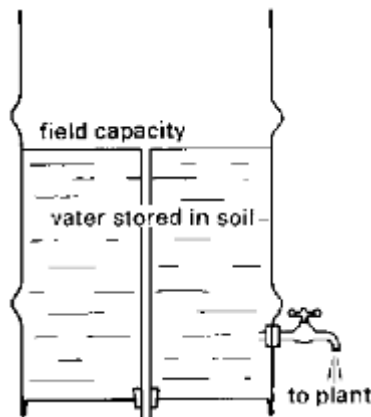
Достапно количество вода: Почвата може да се спореди со резервоар за вода за растенијата. Кога почвата е заситена, резервоарот е полн. Сепак, одредена количина вода брзо се дренира под кореновиот систем пред растението да може да ја искористи (види слика 2-14а).

Кога оваа вода се издренирала (перколирала), почвата го постигнала својот полн капацитет за апсорпција. Корените на растенијата ја црпат вода од она што останува во резервоарот (види Слика 2-16б).

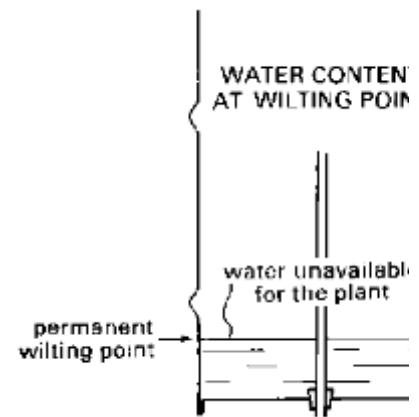
Кога почвата ќе ја достигне точката на трајно венење, преостанатата вода повеќе не му е достапна на растението (види слика 2-14в).



Сл. 2-14а. Сатурација



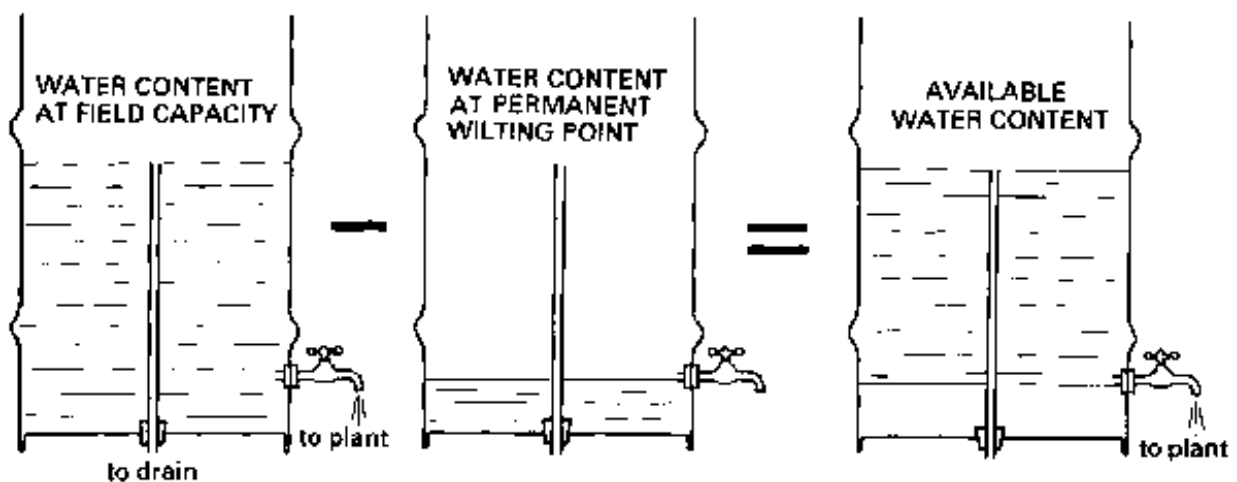
Сл. 2-14а. Капацитетот за апсорпција



Сл. 2-14а. Точка на венење

Слика 2-16 Типично количество вода кај различни карактеристики на влагата во почвата

Количината вода што всушност му е достапна на растението е количеството вода што се наоѓа во почвата при исполнет капацитет на апсорпција минус водата што ќе остане во почвата кога имаме точка на трајно венење. Ова е илустрирано на Сл. 2-17.



Слика 2-17 Достапна влага или вода во почвата



Достапно количество вода = количество вода при исполнет капацитетот за апсорпција - количество вода на точката на трајно венење

Достапното количество вода многу зависи од текстурата и структурата на почвата. На следнава табела дадени се вредности за различни видови почва.

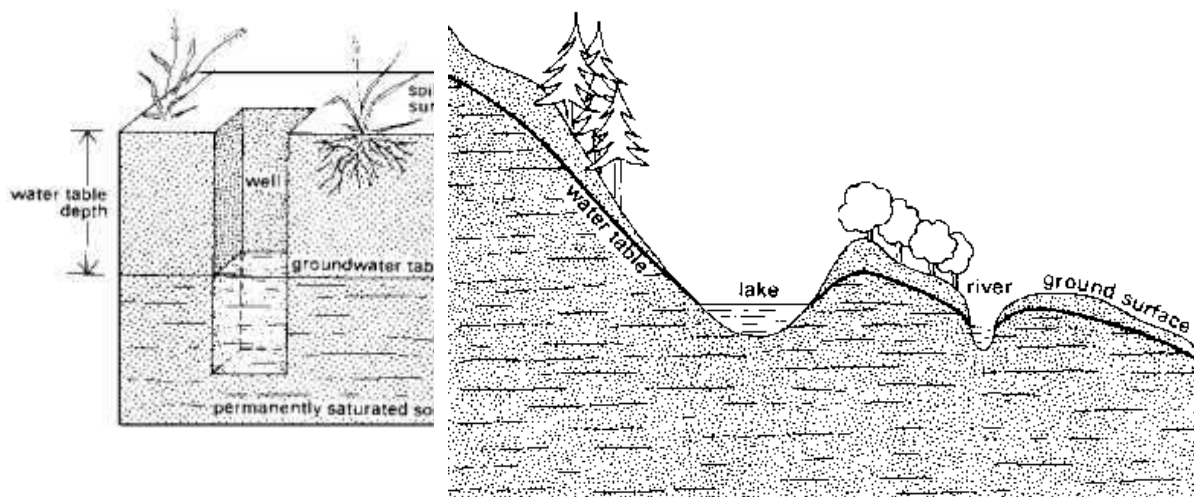
Почва	Достапно количество вода во mm длабочина на водата по m длабочина на почвата (mm/m)
песоклива	25 до 100
иловеста	100 до 175
глинеста	175 до 250

Табела 2-4 Достапно количество вода кај различни почви

Капацитетот за апсорбирање вода, точката на трајно венење (PWP) и достапното количество вода се нарекуваат карактеристики за влага во почвата. Тие се константни за даден вид почва, но значително варираат од еден до друг вид почва.

2.2.5 НИВО НА САТУРАЦИЈА И КАПИЛАРНИ ПОЈАВИ

Ниво на сатурација: Дел од водата што се става на површината на почвата се исцедува под кореновиот систем и се сместува во подлабоките слоеви на почвата кои се трајно заситени; врвот на заситениот слој се нарекува ниво на сатурација/заситеност со подземни води или едноставно ниво на сатурација. Длабочината на нивото на сатурација варира од место до место, главно поради промените во топографијата на областа (види Слика 2-18).



Слика 2-18 Ниво на сатурација и длабочина



Капиларни појави: Досега објаснивме дека водата може да се движи надолу, и хоризонтално (или странично). Но, водата може да се движи и нагоре. Ако потопиме во вода парче хатриено марамче, водата се впива и се движи нагоре по марамчето. Истиот процес се случува и со нивото на сатурација и почвата над него. Водата може да се движи нагоре по почвата преку малите пори што се викаат капилари. Овој процес се нарекува капиларна појава.

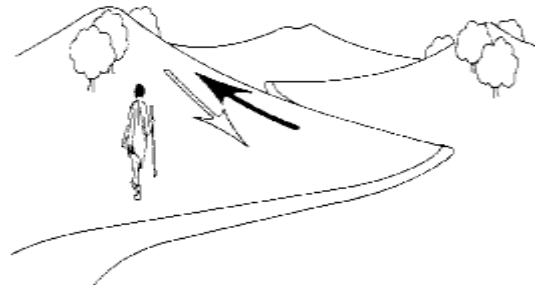
Кај почвата со фина текстура (глина), нагорното движење на водата е споро но стигнува далеку. Од друга страна, кај почвата со груба текстура (песоклива), нагорното движење на водата е брзо и не стигнува далеку.

Текстура на почвата	Капиларна појава (во см)
груба (песоклива)	20 до 50 см
средна	50 до 80 см
фина (глина)	повеќе од 80 см донеколку метри

Табела 2-5 Висина на капиларните појави кај различни текстури на почва

2.2.6 ЕЛЕМЕНТИ НА ТОПОГРАФИЈАТА: НАКЛОНИ, КОНТУРНИ ЛИНИИ (BROUWER ET ALL, 1985 (2))

Наклони: наклон е нагорна или надолна косина на почвената површина. Важно е земјоделецот или наводнувачот да ги идентификува наклоните на земјиштето. Наклон лесно се препознава во ридско подрачје. Кога одите нагоре од подножјето на ридот до неговиот врв, тоа се нарекува нагорнина (види слика 2.19, црна стрелка). Кога одите надолу по наклонот, тоа се нарекува надолнина (види слика 2.19, бела стрелка).



Слика 2-19 Нагорнина и надолнина на наклон

Рамните подрачја никогаш не се строго хоризонтални; има нежни падини во навидум рамен простор, но тие често се едвај забележливи со голо око. За да се утврдат овие таканаречени „рамни наклони“ потребно е да се направи точно мерење на земјиштето.

Метода за прикажување на наклоните: Наклонот на полето/нивата се изразува како сооднос. Тоа е вертикалната разлика, или разликата во висината, помеѓу две точки во нивата, поделена со хоризонталната разлика помеѓу овие две точки. Формулата е:

$$\text{Slope} = \frac{\text{height difference (m) between A and B}}{\text{horizontal distance (m) between A and B}} = \frac{3 \text{ m}}{1000 \text{ m}} = 0.003$$

$$\text{Slope} = \frac{\text{height difference (metres)}}{\text{horizontal distance (metres)}}$$



Наклонот може да се **изрази и во проценти**; тогаш се користи следнава формула:

$$\text{Slope in \%} = \frac{\text{height difference (metres)}}{\text{horizontal distance (metres)}} \times 100$$

И се користат истите мерки:

$$\text{Slope in \%} = \frac{3 \text{ m}}{1000 \text{ m}} \times 100 = 0.3\%$$

Конечно, наклонот може да се **изрази и во процентили или во стапка од илјади**; тогаш се користи следнава формула:

$$\text{Slope in ‰} = \frac{\text{height difference (metres)}}{\text{horizontal distance (metres)}} \times 1000$$

со бројките од истиот пример:

(ЗАБЕЛЕШКА: Наклон во ‰ = наклон во % x 10)

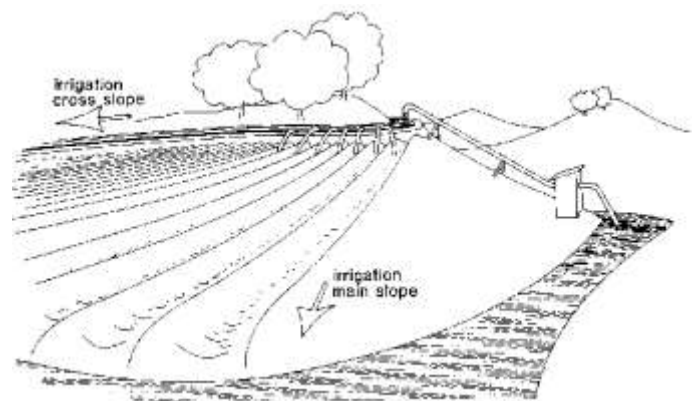
$$\text{Slope in ‰} = \frac{3 \text{ m}}{1000 \text{ m}} \times 1000 = 0.3‰$$

ПРАШАЊЕ: Колкав е наклонот во проценти и во процентили на нива со хоризонтална должина од 200 m и висинска разлика од 1,5 m помеѓу врвот и подножјето? **ОДГОВОР:** (1,5 m / 200 m) x 100 = 0,75% = 7,5‰

ПРАШАЊЕ: Колкава е разликата во висината помеѓу врвот и подножјето на нивата кога хоризонталната должина на нивата изнесува 300 m а косината е 2‰? **ОДГОВОР:** 0,002 x 300 m = 0,6 m.

Табела 2-6 Опсег на наклони што најчесто се среќаваат кај наводнувани ниви

Наклон	%	‰
Хоризонтален	0-0,2	0-2
Многу рамен	0,2-0,5	2-5
Рамен	0,5-1	5-10
Благ	1-2,5	10-25
Стрмен	Повеќе од 2,5%	Повеќе од 25‰



Нивата што се наводнува може да има главен наклон и попречен наклон, како што е прикажано на слика 2.20.

Слика 2-20 Главни и попречни наклони на нива што се наводнува

Дебела стрелка: насока на главниот наклон; тенка стрелка: насока на попречниот наклон.

Контурни линии: Контурната линија е замислена хоризонтална линија која ги поврзува сите точки во нивата што се на иста височина. Контурната линија е замислена, но може да ја визуелизираме ако за пример земеме езеро: нивото на водата на езерото може да се движи нагоре и надолу, но површината на водата секогаш останува хоризонтална. Нивото на водата на крајбрежната линија на езерото прави контура, бидејќи стигнува до точки што се на иста



височина. Да претпоставиме дека нивото на водата на езерото се зголемува 50 cm над неговото првично ниво. Контурната линија, формирана од крајбрежната линија, се менува и добива нова форма, сега вклучувајќи ги сите точки на 50 cm повисоко од оригиналното ниво на езерото.

Контурните линии се корисно средство за илустрирање на топографијата на нивата/полето на рамна карта; висината на секоја контура линија е означена на картата, така што може да се идентификуваат ридовите и депресиите.

2.2.7 ЕРОЗИЈА НА ЗЕМЈИШТЕ ПОРАДИ ВОДА

Ерозија е пренесување на почвата од едно на друго место. Климатските фактори како што се ветерот и дождот може да предизвикаат ерозија, но може да се појави и при наводнување. Во краток период, процесот на ерозија е речиси невидлив. Но, ерозијата може да трае при што целиот плоден обработлив слој на нивата може да исчезне за неколку години.

Ерозијата на земјиште поради вода зависи од:

- наклонот: стрмните наклони се повеќе изложени на ерозија;
- структурата на почвата: лесните почви се поизложени на ерозија;
- обемот или стапката на проток на вода на површината: поголеми или брзи текови предизвикуваат поголема ерозија.

Ерозијата обично е најизразена за време на раната фаза на наводнувањето, особено кога се наводнува на падини. Сувата површинска почва која понекогаш е растресена од обработката лесно се отстранува со вода што тече. По првото наводнување, почвата е влажна и се смирува, така што ерозијата се намалува. Новите наводнувани области се поизложени на ерозија, особено во раните фази.

Постојат два главни типови ерозија предизвикани од вода: слоевитата ерозија (во тенки слоеви - ламели) и линиска ерозија (бразди, јаруги). И најчесто ерозијата е комбинирана.

Слоевитата ерозија: Кај слоевитата ерозија доаѓа до рамномерно отстранување на тенок слој или „ламела“ од горниот обработлив слој на земјиштето. Се јавува на големи подрачја земјиште и предизвикува најголем дел од загубата на почва (види Сл. 44). Знаци за слоевитата ерозија се следниве:

- само тенок слој од горниот обработлив слој на почвата; или делумно е изложен длабокиот слој; понекогаш и матичниот супстрат е изложен;
- прилично големи количини на груб песок, чакал и камчиња во обработливиот слој, пофиниот материјал е отстранет;
- изложеност на корените;
- депонирање на еродираниот материјал во подножјето на наклонот.

Линиска ерозија: Линиската ерозија е отстранување на почва од концентриран воден тек кој е доволно голем да формира бразди или јаруги (помали и поголеми канали). При обилни дождови и наводнување, водата тече низ овие бразди и јаруги и тие постепено стануваат пошироки и подлабоки.



Слоевита ерозија



Линијска ерозија

Слика 2-21 Слоевита и линијска ерозија

2.3 ПОТРЕБА ЗА НАВОДНУВАЊЕ (BROUWER & HEIBLOEM, 1986)

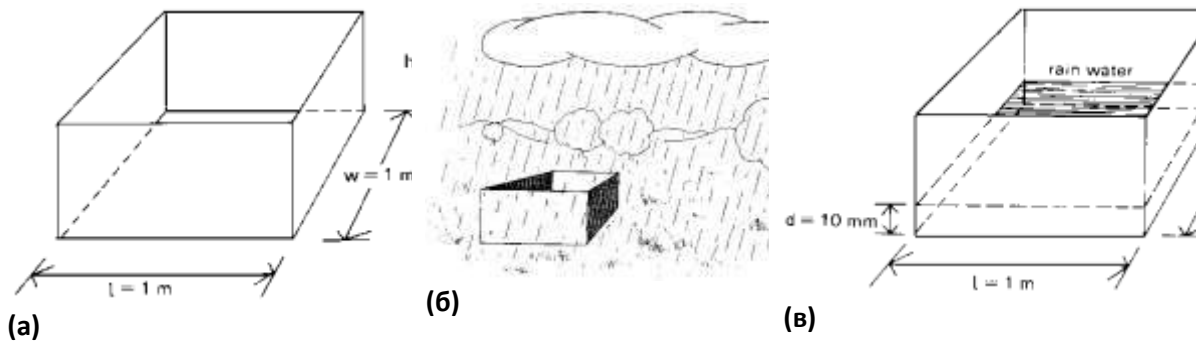
Еден од главните проблеми на наводнувачот е да знае со колкаво количеството вода треба да ја наводнува нивата за да се задоволат потребите за вода на културите; со други зборови, треба да се утврди колкава е потребата за наводнување. Премногу вода значи губење на вода која е многу скапоцена во сушните земји. Исто така, може да доведе до зголемување на подземните води и до несакано ниво на сатурација во зоната на кореновиот систем како и до ерозијата на почвата. Премалку вода за време на сезоната на растење предизвикува растенија да венат. При долги периоди во текот на кои снабдувањето со вода е недоволно доаѓа до губење на приносот или дури и до пропаѓање на културите. Дополнително, треба да се утврди колкава е потребата за наводнување за правилно да се проектира системот за наводнување и да се воспостави распоредот за заливање.

2.3.1 Дождови

На сите култури им треба вода за да растат и да донесат принос. Најважниот извор на вода за раст на културите се дождовите. Кога дождовите не се доволни, може да се наводнува за да се обезбеди добра жетва.

Дождови: Дождот и другите врнежи се главниот извор на вода за земјоделско производство, во големи делови од светот. Дождовите се карактеризираат со наврната количина, интензитет и распореденост во времето (зачестеност).

Количина на дождови: Замислете отворен коцкест сад, широк 1 m, долг 1 m и висок 0,5 m (види Слика 2-20a). Садот се поставува хоризонтално на отворено место во нивата (види слика 2-20б).



Слика 2-22 Отворен сад за прибирање дождовница

Додека врне, во садот се собира дождовница. Да претпоставиме дека кога дождот ќе сопре, длабочината на водата во садот изнесува 10 mm (види слика 2.20в). Волуменот на вода собрана во садот е:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = l \text{ (m)} \times w \text{ (m)} \times d \text{ (m)} = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,010 \text{ m} = 0,01 \text{ m}^3 \text{ или } 10 \text{ литри}$$

Во однос на волуменот, со врнежи од 10 mm секој квадратен метар на полето добива 0,01 m³ или 10 литри дождовница. Со врнежи од 1 mm, секој метар квадратен добива по 1 литар дождовница.

Врнежите од 1 mm обезбедуваат 0,001 m³, или 1 литар вода за секој квадратен метар на нивата. Така 1 ha добива 10 000 литри.

Интензитет на врнежите дожд:

$$\text{Rainfall intensity (mm/hour)} = \frac{\text{total amount of rain water (mm)}}{\text{duration of the rainfall (hours)}}$$

Интензитет на врнежите дожд претставува длабочината на водата (во mm) што се добива во текот на врнежот поделена со времетраењето на врнежот (во часови). Се изразува во милиметри длабочина на вода на час (mm/h). На пример, врнежот дожд трае 3,5 часа и наврнуваат 35 mm вода. Интензитетот на овој врнеж е 35 mm/3,5 часа = 10 mm/h.

Да претпоставиме дека иста количина вода (35 mm) наврнува за само еден час, со врнеж на дожд со поголем интензитет: 35 mm / 1,0 час = 35 mm/h.



Иако иста количина на вода (35 mm) наврнала при двата врнежи дожд, културите имаат помалку корист од врнежот со висок интензитет. Врнежите со висок интензитет обично имаат големи капки што паѓаат со поголема сила на површината на почвата. Особено кај почва со фина текстура почвените агрегати брзо се раситнуваат во ситни честички што ја затнуваат површината на почвата (види Сл. 2.21). При тоа, инфилтрацијата се намалува, а се зголемува количината на атмосферска вода што истекува.



Слика 2-23 Затнување на површината на почвата со дождовни капки

Дождот со помал интензитет има помали капки. Површината на почвата не се затнува, дождовницата продира полесно и помала е количината на атмосферска вода што истекува.

Дистрибуција на врнежите

Да претпоставиме дека во текот на еден месец одредена област добива вкупно врнежи од 100 mm (100 mm / месец). За развивањето на културата важна е распределеноста на врнежите дожд во текот на овој месец.

Наврнуваат по 50 mm дождовница во текот на два врнежи дожд, едниот на почетокот на месецот, а другиот на крајот на месецот.	Помеѓу двата врнежи културата се соочува со долг и сув период и може дури и да овене. Затоа е потребно наводнување за време на овој период.
Дожд наврнува редовно со мали врнежи, рамномерно распоредени во текот на месецот.	Континуирано се одржува соодветна влажност на почвата, па наводнување може и да не е потребно.

Не е важна само дистрибуцијата на врнежи во текот од еден месец. Важно е да се разгледа и распределбата на врнежи во текот на годините.

Да претпоставиме дека во одредена област просечните врнежи од дожд во мај изнесуваат 150 mm и дека оваа количина е доволна за да се задоволат потребите од вода за време на овој месец. Може меѓутоа да утврдите дека во оваа област врнежите во исклучително сува година изнесуваат само 75 mm, а во влажна година 225 mm. Следствено, во сува година би било неопходно да се наводнуваат културите во мај, додека во просечна година или во влажна година наводнување не е потребно.

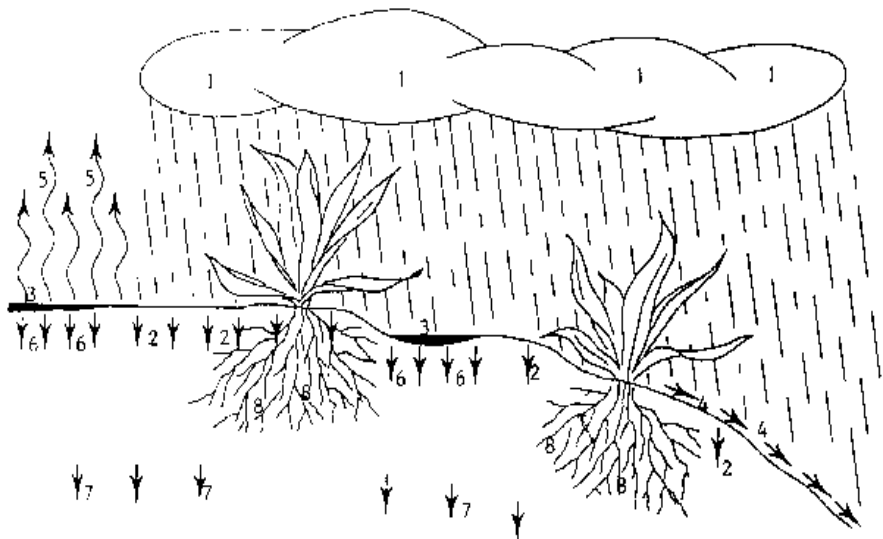


Ефективни врнежи од дожд

Кога дождот ((1) во Сл. 2-24) паѓа на површината на почвата, дел од дождот се инфилтрира во почвата (2), дел се задржува на површината (3), додека дел истекува преку површината на земјиштето (4).

Кога дождот ќе запре, дел од водата што се задржала на површината (3) испарува во атмосферата (5), додека остатокот полека се инфилтрира во почвата (6).

Од целата вода што се инфилтрира во почвата ((2) и (6)), дел понира под кореновиот систем (7), а остатокот останува зачуван во зоната на кореновиот систем (8).



Слика 2-24 Ефективни врнежи од дожд (8) = (1) - (4) - (5) - (7)

Со други зборови, ефективни/делотворни врнежи (8) се вкупните врнежи дожд (1) минус атмосферската вода што истекува (4) минус испарување (5) и минус длабока перколација (понирање) (7); растенијата можат да ја користат само водата што се чува во зоната на кореновиот систем (8) и таа вода е она што се нарекува ефективен дел од дождовницата. Терминот ефективен дожд се користи за да се дефинира овој дел од вкупната количина на дождовница која е корисна за задоволување на потребите од вода за културите.

Фактори што влијаат врз ефективниот дожд

Многу фактори влијаат на ефективните врнежи дожд. Постојат фактори врз кои земјоделецот не може да влијае (на пример, климата и текстурата на почвата) и фактори на кои земјоделецот може да влијае (на пример, структурата на почвата).

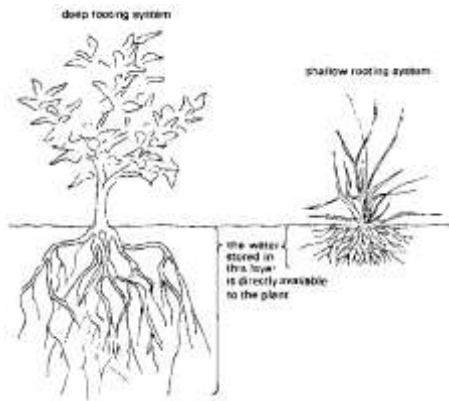
а. Климатски услови Климата ја одредува количината, интензитетот и распределбата на врнежите од дожд што има директно влијание врз ефективните дождови

б. Текстура на почвата: Кај почва со груба текстура водата брзо се инфилтрира, но и голем дел од водата понира под кореновиот систем. Кај почвите со фина текстура, водата се инфилтрира споро, но многу повеќе вода се чува во кореновиот систем.

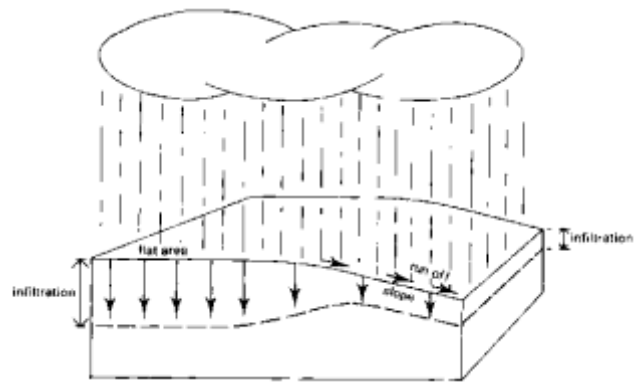
с. Структура на почвата: Состојбата на структурата на почвата во голема мера влијае врз стапката на инфилтрација и следствено на ефективните дождови. Поволна структура на почвата може да се добие со култивирање на почвата (на пр. со орање, нанесување мулч, браздење итн.).

д. Длабочина на кореновиот систем Водата што е складирана во длабоките слоеви на почвата растенијата можат да ја користат само кога корените пробиваат/пенетрираат до таа длабочина. Длабочината на пенетрација на коренот првенствено зависи од видот на културата, но и од видот на почвата. Колку е погуст кореновиот систем толку повеќе вода има на располагање на растението (види Слика 2.25).

е. Топографски карактеристики: На наклони со стрмна падина водата има помалку време да се инфилтрира отколку на претечно рамни површини бидејќи многу вода бргу истекува по падината (види слика 2.26). Следствено, во областите со наклон има помалку ефективни дождови.



Слика 2-25 Ефективни врнежи од дожд и длабочина на кореновиот систем



Слика 2-26 Ефективни врнежи од дожд и топографија

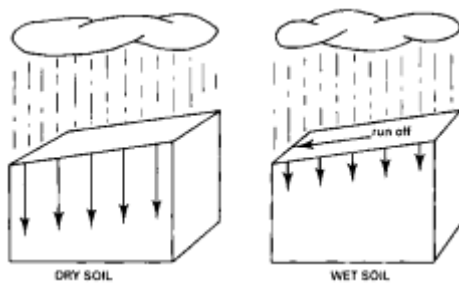
ф. Почетна содржина на влага во почвата: Во Поглавје 2.2.3 ii се објасни дека кај дадена почва стапката на инфилтрација е повисока кога почвата е сува отколку кога е влажна. Ова значи кај дожд што наврнува кратко време по претходен врнеж или наводнување, стапката на инфилтрација е пониска а количината на вода што истекува преку површината на почвата е поголема (види Сл. 2.27).

г. Методи за наводнување: Постојат различни методи за наводнување, и секој метод има специфично влијание врз ефективните врнежи од дожд.

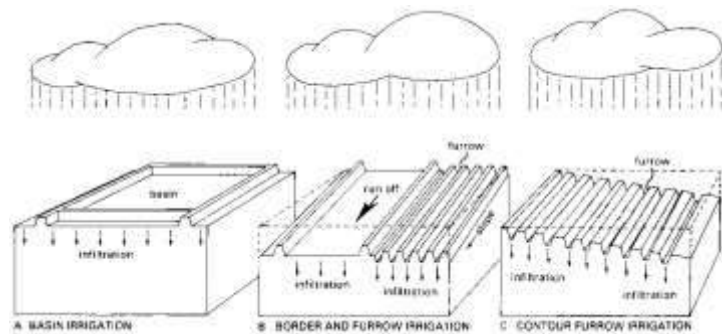
Кај наводнувањето со потопување нема површинско истекување на водата. Сета дождовница е заглавена во базенот и има време да се инфилтрира (Слика 2.28а).

Каде што има наводнување со леи и наводнување со бразди терен со наклон значително е површинското истекување на вода. Во долниот крај од нивата, водата се собира во одводен канал и се изнесува од нивата (Сл. 2.28б). Така, ефективните врнежи кај наводнувањето со бразди и со леи се помали отколку кај наводнувањето со потопување.

Кај наводнувањето со контурна бразда има многу малку или воопшто нема наклон во правецот на браздата и со тоа е ограничено и површинското истекување на водата; истекувањето кај попречниот наклон е исто така ограничено бидејќи водата е зафатена од гребените. Ова резултира со релативно висока ефективност на врнежите од дожд, во споредба со наводнувањето со бразди и леи (види Слика 2.29)



Слика 2-27 Ефективни врнежи од дожд и почетна содржина на влага во почвата

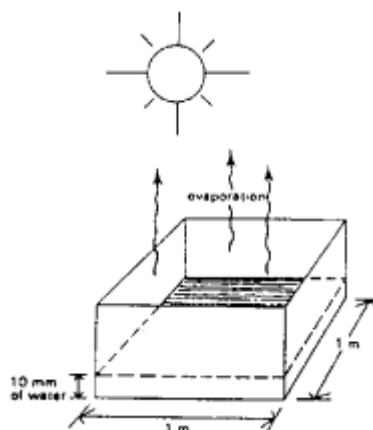


Слика 2-28 Ефективни врнежи од дожд и методи за наводнување

2.3.2 ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА

2.3.2.1 ИСПАРУВАЊЕ

Замислете го истиот отворен сад што го користевме за собирање дождовница, но овој пат со вода длабока 10 mm во него; оставете го садот на нивата 24 часа. Осигурајте се дека нема да врне во текот на тие 24 часа (Слика 68a).



Слика 2-29 Сад со 10 mm вода

Кога скоро изминале 24 часа, дел од водата што беше во садот испарила. Ако во контејнерот останала длабочина од само 6 mm вода, испарувањето во текот на овој ден изнесувало $10 - 6 = 4$ mm.

Дел од водата во почвата во нивата околу садот исто така испарила во текот на денот. Но, би било погрешно да се претпостави дека испарувањето од садот е еднакво на испарувањето од почвата.

Всушност, испарувањето од површината на почвата може да биде најмногу еднакво на испарувањето од садот, но најчесто е помало од испарувањето од отворена површина на вода.

2.3.2.2 ТРАНСПИРАЦИЈА

Корените на растенијата смукаат или извлекуваат вода од почвата за да живеат и растат. Поголемиот дел од оваа вода не останува во растението, туку излегува во атмосферата како

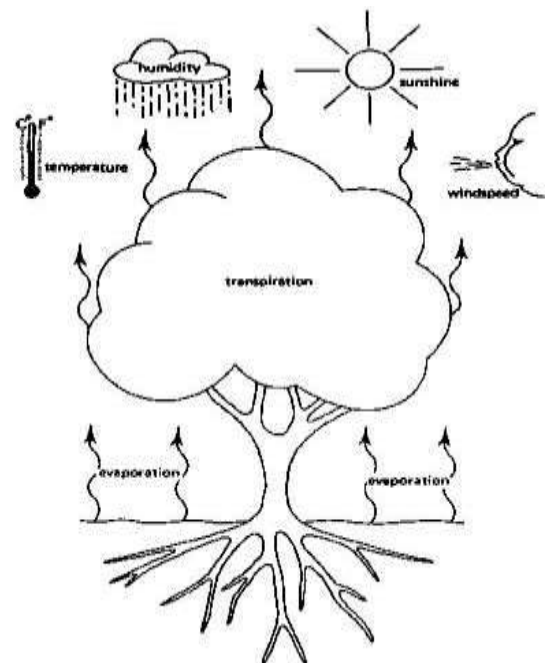
пара низ лисјата и стеблата на растението. Овој процес се нарекува транспирација на растението. Транспирацијата се случува претежно во текот на денот. Количината вода што се користи за транспирација може да се изрази како милиметри вода дневно (милиметри/ден). Имајте на ум дека еден ден има 24 часа.

2.3.2.3 ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА

Евапотранспирација е вкупната количина вода од почвата што растенијата ја користат за транспирација и испарувањето од околната површина на почвата. Со други зборови, евапотранспирација е количеството вода што културата и нејзината околина го искористува. Евапотранспирацијата најчесто се изразува во милиметри вода што се користи дневно (mm/ден) или неделно (mm/неделно) или месечно (mm/месечно).

Фактор	Ефект врз евапотранспирацијата на културата	
	Висока	Ниска
Климатски услови	Топло	Свежо
Климатски услови	Суво	Влажно
	Ветровито	Нема ветер
	Нема облаци	Облачно
Култура	Средна / доцна	На почеток или при зреење
	Густо насадени растенија	Растенијата с енасадени на поголемо растојание
Влага во почвата	Влажа	Сува

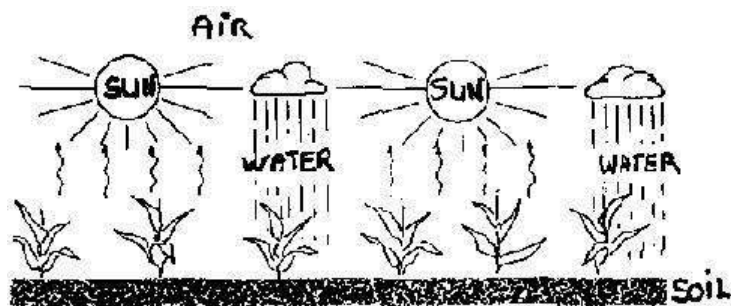
Табела 2-7 Фактори што влијаат врз евапотранспирацијата



Слика 2-30 Ефекти на климатските фактори врз евапотранспирацијата

2.3.3 ПОТРЕБА ОД ВОДА ЗА НАВОДНУВАЊЕ

На сите полски култури им се потребни почва, вода, воздух и светлина (сонце) за да растат. Почвата им дава стабилност на растенијата; исто така ги чува хранливите материи што растенијата можат да ги користат низ нивните корени. Сончевата светлина ја обезбедува енергијата потребна за раст на растенијата (Слика 2.30). Воздухот им овозможува на растенијата да „дишат“.

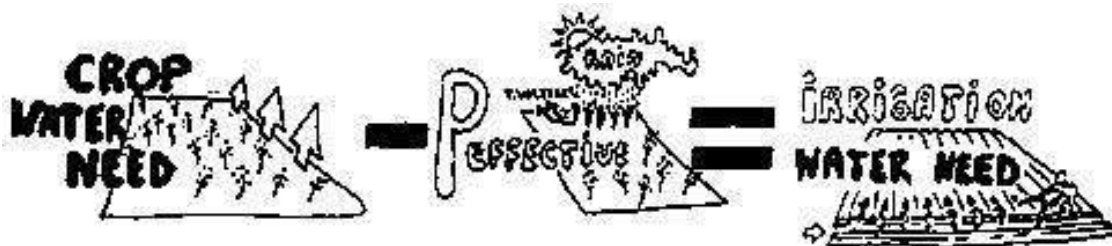


Слика 2-31 На растенијата им се потребни почва, вода, воздух и сончева светлина

Без вода културите не можат да растат. Ни премногу вода не е добра за многу култури. Освен оризот, има само уште неколку култури што сакаат „да растат со нозете во вода“. Најпознат извор на вода за раст на растенијата е дождот. Се наметнуваат две важни прашања: Што да се прави кога има премногу дожд? Што да се прави кога има премалку дожд?

Ако има премногу дожд, почвата ќе биде полна со вода и нема да има доволно воздух. Вишокот вода мора да се отстрани. Отстранувањето на вишокот вода - или од површината на земјата или од коренот - се нарекува **одводнување**.

Ако има премногу мал дожд, водата мора да се снабдува од други извори; потребно е **наводнување** (слика 2.31). Количината на вода за наводнување што е потребна не зависи само од количината на вода што е веќе достапна од врнежите, туку и од вкупната количина на вода што им е потребна на различните култури.



Слика 2-32 Потреба од вода за наводнување

Во многу земји веќе се е добро познати потребите од вода на културите и потребите од наводнување на најчесто одгледуваните култури. Ваквите податоци обично можат да се добијат од Агенцијата за поттикнување на развојот на земјоделството, Одделението за наводнување или од Министерството за земјоделство. Во таков случај не е неопходно да се одреди потребата од вода на културата и потребата од вода за наводнување. Сепак, може да има ситуации каде што не е можно да се добијат овие податоци и затоа е потребно да се утврдат на самото место.

Да претпоставиме дека потребата од водата на одредена култура во многу топла, сува клима е 10 mm/ден. Ова значи дека секој ден таа културата има потреба од слој од вода од 10 mm на целата територија на која се одгледува културата (Слика 5). Тоа не значи дека овие 10 mm треба да се снабдат со дожд или со наводнување секој ден.

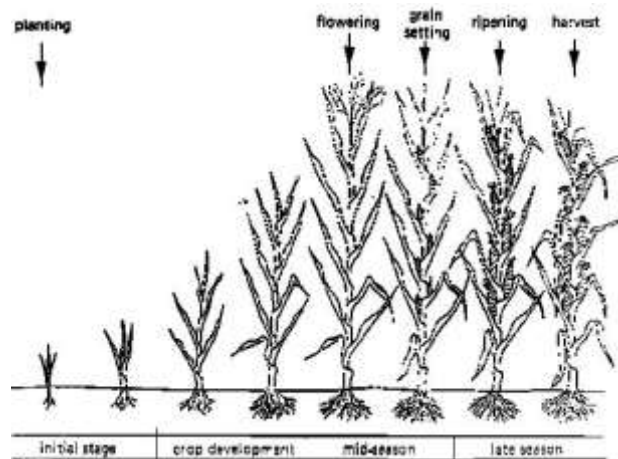
Се разбира, можно е да се обезбеди, на пример, 50 милиметри вода за наводнување секои 5 дена. Потоа растенијата ќе ја чуваат водата од наводнувањето во коренот и постепено ќе си ја користат: секој ден по 10 mm.

Потребите од вода на културите главно зависат од евапотранспирацијата, климата, фазата на раст и од типот на културата.

Влијанието на типот на култура врз потребата на културата од вода е важно на два начина:

1. Типот на култура има влијание врз дневните потреби за вода на потполно развиена култура; т.е. највисоките дневни потреби за вода: целосно развиена пченка ќе има поголема дневна потреба за вода од целосно развиена култура на кромид.
2. Типот на култура има влијание врз времетраењето на вкупната сезона на растење на културата. Постојат краткотрајни култури, на пр. грашок, со времетраење на вкупната сезона на одгледување од 90-100 дена и подолгорајни култури, на пр. дињи, со времетраење на вкупната сезона на растење од 120-160 дена. А постојат, се разбира, и повеќегодишни култури што се на нивата многу години, какви што се овошните дрвја.

Влијанието на фазата на раст: Кога растенијата се многу мали, испарувањето има поголема важност од транспирацијата. Кога растенијата се целосно пораснати, транспирацијата е поважна од испарувањето.



Слика 2-33 Фазата на раст на култура

За време на садењето и за време на почетната фаза, испарувањето е поважно од транспирацијата, а евапотранспирацијата или потребата на културата за вода за време на почетната фаза се проценува на 50 проценти од потребите на културата за вода во текот на фазата во средина на сезоната кога културата е целосно развиена.

Во текот на таканаречената фаза на развој на културите, потребата на културата за вода постепено се зголемува од 50 проценти од максималната потреба за вода до максималната потреба за вода. Максималната потреба за вода се постигнува на крајот на фазата на развој на културата, што е почеток на фазата на сред-сезона.

Во поглед на фазата на доцна сезона, а тоа е периодот во кој културата зрее и се собира, може да се направи разлика помеѓу две групи култури:

Свежо собрани култури: такви се зелена салата, зелката, итн. Кај овие култури потребата од вода во фазата на доцна сезона останува иста како во фазата на сред-сезона. Културите се собираат свежи и поради тоа им треба вода до последниот момент.

Суви собрани култури: такви се памукот, пченката (за производство на жито), сончогледот итн. Во фазата на доцна сезона овие култури дозволно е да се исушат, а



понекогаш дури и да умрат. Па така, нивните потреби за вода за време на доцната сезона се минимални. Ако навистина се дозволи културата да умре, потребата од вода изнесува само 25% од потребата за вода на културата за време на сред-сезоната или во периодот кога има најголема потреба од вода. Се разбира, овие култури не се наводнуваат во фазата на доцна сезона.

2.3.4 ПОТРЕБА НА КУЛТУРАТА ЗА ВОДА (ET CROP)

2.3.4.1 РЕФЕРЕНТНА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА НА КУЛТУРАТА (ЕТО)

Најголемата потреба за вода се јавува во области кои се жешки, суви, ветровити и сончеви. Најниските вредности се јавуваат кога е студено, влажно и облачно, со малку или речиси без ветар.

Од изнесеното јасно е дека една култура која расте во различни климатски зони ќе има различна потреба од вода. На пример една сорта на пченка која расте во студена клима ќе има помала потреба од вода на ден од истата сорта пченка која расте во потопла клима.

Поради тоа корисно е да се земе определена стандардна култура или референтна култура и да се определи колку вода ѝ треба на оваа култура во еден ден во различни климатски региони. Тревата е избрана да биде стандардна култура односно референтна култура.

Во Табела 2.8 наведени се просечните дневни потреби за вода на оваа референтна култура. Дневната потреба за вода на тревата зависи од климатската зона (режимот на врнежи) и од дневните температури.

На пример, стандардната трева која расте на полусува клима со средна температура од 20°C има потреба од околу 6,5 mm вода на ден. Истата трева ако расте на полувлажна клима со средна

температура од 30°C има потреба од околу 7,5 mm вода на ден.

Оваа дневна потреба од вода на стандардната трева исто така се нарекува „**евапотранспирација на референтна култура**“. Во следните параграфи ќе објасниме како да се утврди потребата од вода за културите кои, на пример, се одгледуваат со системи за наводнување во однос на потребата за вода на стандардната трева.

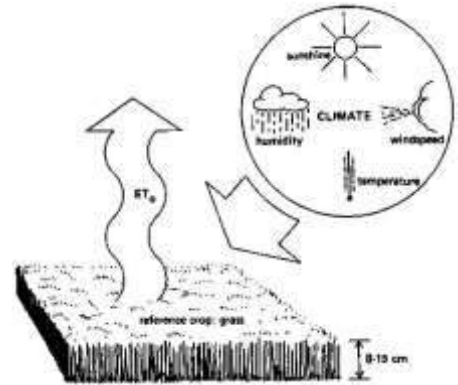
Climatic zone	Mean daily temperature		
	low	medium	high
	(less than 15°C)	(15-25°C)	(more than 25°C)
Desert/arid	4-6	7-8	9-10
Semi arid	4-5	6-7	8-9
Sub-humid	3-4	5-6	7-8
Humid	1-2	3-4	5-6

Табела 2-8 Просечна потреба за вода на стандардната трева во сезона на наводнување

Потребата за вода на културата (ET_{crop}) се дефинира како длабочина (или количество) вода кое е потребно за да се надомести водата загубена преку евапотранспирација. Со други зборови, тоа е количеството вода кое им е потребно на различните култури за оптимално да растат.

Потребата од вода на културата секогаш се однесува на културата што расте во оптимални услови, односно униформирана култура, која активно расте, целосно го искористува сонцето, нема болести и има поволни услови на почвата (плодност и вода). Поради тоа културата го постигнува полниот производен потенцијал во дадената средина.

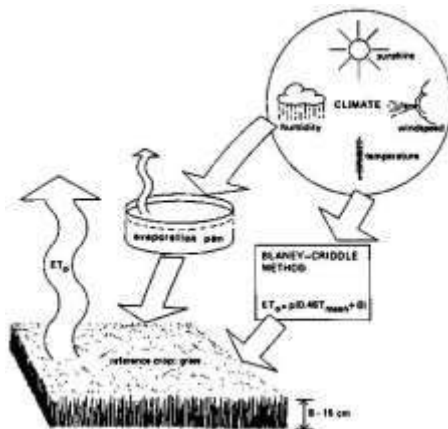
Влијанието на климата врз потребата од вода на растението е претставено преку евапотранспирацијата на референтната култура (ET_0). ET_0 обично се изразува во милиметри во единица време, на пример mm/den , $mm/meseц$, или $mm/сезона$. Референтната култура е тревата.



Слика 2-34 Евапотранспирација на референтната култура



Дефиниција на ET_0 : ET_0 е стапката на евапотранспирација од голема површина, покриена со зелена трева со висина од 8 до 15 cm, која активно расте, целосно ја покрива земјата и на која не ѝ недостига вода (види Слика 2.34).



Методи за утврдување на ET_0

Постојат неколку методи за утврдување на ET_0 (види Слика 2.35). Тие се или:

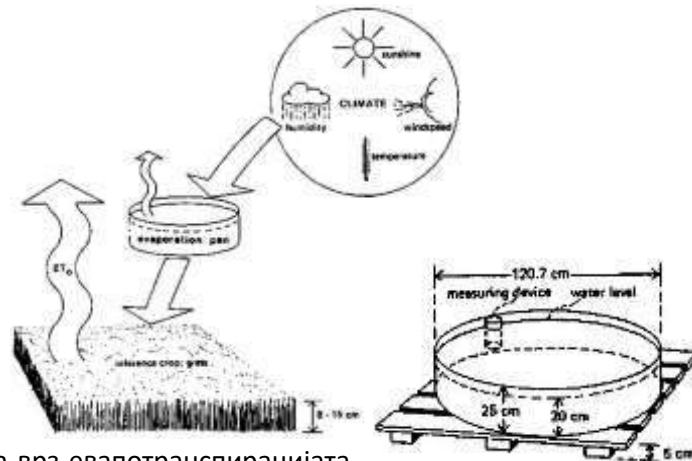
- експериментални, со употреба на тава за испарување (евапометар) или
- теоретски, со употреба на измерени климатолошки податоци, односно методот на Блејни-Кридл (Blaney-Criddle) или изменетиот метод на Пенман (Penman)



Слика 2-35 Методи за утврдување на евапотранспирацијата на референтната култура

Метод со тава за испарување (евапометар)

Тавата за испарување овозможува да се измери комбинираното влијание на температурата, влажноста, брзината на ветерот и сончевата светлина врз евапотранспирацијата на референтната култура (ЕТо).



Метод со тава за испарување

Начелото зад овој метод е следното:

1. тавата се поставува во полето
2. тавата се исполнува со познато количество вода (позната е површината на тавата и длабочината на водата)
3. водата се остава да испари во определен временски период (обично 24 часа). На пример, секое утро во 7 часот се прави мерењето. Врнежите, доколку ги има, се мерат истовремено
4. по 24 часа, се мери преостанатото количество вода (односно длабочината на водата)
5. се пресметува количеството на испарена вода во единица време (разликата помеѓу двете измерени длабочини на вода); тоа е испарувањето од тавата: E_{pan} (во mm/24 часа)
6. E_{pan} се множи со коефициентот на тавата, K_{pan} , со цел да се добие E_{To} .

$$\text{Формула: } E_{To} = K_{pan} \times E_{pan}$$

Утврдување на K_{pan} : кога се користи тава за испарување за да се утврди E_{To} , всушност, се прави споредба меѓу испарувањето од површината на водата во тавата и евапотранспирацијата на стандардната трева. Секако дека водата во тавата и тревата не реагираат идентично на климата. Поради тоа се користи посебен коефициент (K_{pan}) за да се постави однос меѓу едното и другото. Коефициентот на тавата, K_{pan} , зависи од:

- видот на тава која се користи (за тава за испарување Класа А, K_{pan} варира меѓу 0,35 и 0,85. Просечниот коефициент $K_{pan} = 0,70$ а за тавата Санкен Колорадо (Sunken Colorado) K_{pan} варира меѓу 0,45 и 1,10. Просечниот $K_{pan} = 0,80$).
- окружувањето на тавата: дали тавата е поставена на необработена или на обработена почва
- климата: влагата и брзината на ветерот

Метод на Блејни Кридл (Blaney-Criddle)

Ако нема локални податоци измерени со евапометар (тава), се користи теоретски метод (односно методот на Блејни Кридл) за да се пресмета евапотранспирацијата на референтната култура E_{To} . Има голем број теоретски методи за определување на E_{To} . Многу од нив се



утврдени и тестирани локално. Доколку има таква формула за вашата земја, таа треба да се користи. Доколку нема такви локални формули, мора да се користи еден од општите теоретски методи.

Овде ќе го претставиме само методот Блејни-Кридл. Овој метод е едноставен, се користи само податокот за измерената температура. Сепак треба да се земе предвид, дека овој метод не е многу точен; дава само груба пресметка. Методот Блејни-Кридл е особено непрецизен во екстремни климатски услови: во ветровити, суви и сончеви предели, ЕТо обично се потценува (се пресметува пониско од реалното) и тоа до речиси 60%, додека во мирни, влажни, облачни предели ЕТо се преценува (до некои 40%).

Формулата за методот Блејни-Кридл: $ETo = p (0.46 T_{mean} + 8)$

Каде:

ЕТо = Евапотранспирација на референтната култура (mm/ден) како просек за период од 1 месец

T_{mean} = средна дневна температура (°C)

p = среден дневен процент на денски часови во една година

Методот Блејни-Кридл секогаш користи месечни вредности, и за температурата и за ЕТо. Ако на пример, се утврди дека T_{mean} во март е 28°C, тоа значи дека во текот на целиот месец март, средната температура се смета дека е 28°C.

Употреба на формулата на Блејни-Кридл:

Чекор 1: Се утврдува дневната средна температура: T_{mean}

Ако се мери минималната и максималната дневна температура во локалната метеоролошка станица, тогаш средната температура се пресметува на следниот начин:

$$T_{max} = \frac{\text{sum of all } T_{max} \text{ values during the month}}{\text{number of days of the month}} \quad T_{min} = \frac{\text{sum of all } T_{min} \text{ values during the month}}{\text{number of days of the month}} \quad T_{mean} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Чекор 2: Се утврдува средниот дневен процент на денски часови во текот на една година:
p

За да се утврди вредноста на p се користи Табела 2.9. За да може да се утврди Р вредноста мора да се знае приближната географска ширина на областа: бројот на степени северно или јужно до екваторот (види Сл. 12).



Табела 2-9 Средни дневни проценти (p) на денски часови во текот на годината за различни географски ширини

Latitude	North	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
	South	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
60°		.15	.20	.26	.32	.38	.41	.40	.34	.28	.22	.17	.13
55		.17	.21	.26	.32	.36	.39	.38	.33	.28	.23	.18	.16
50		.19	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.20	.18
45		.20	.23	.27	.30	.34	.35	.34	.32	.28	.24	.21	.20
40		.22	.24	.27	.30	.32	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
35		.23	.25	.27	.29	.31	.32	.32	.30	.28	.25	.23	.22
30		.24	.25	.27	.29	.31	.32	.31	.30	.28	.26	.24	.23
25		.24	.26	.27	.29	.30	.31	.31	.29	.28	.26	.25	.24
20		.25	.26	.27	.28	.29	.30	.30	.29	.28	.26	.25	.25
15		.26	.26	.27	.28	.29	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.25
10		.26	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.26
5		.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.27	.27	.27
0		.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27

Да претпоставиме дека p вредноста за месецот март е определена за подрачје со јужна географска ширина од 45°. Од табелата 4 може да се види дека вредноста на p во текот на март = 0.28.

Чекор 3: Пресметајте го ETo, со употреба на формулата: $ETo = p (0.46 T_{mean} + 8)$

Пример за пресметување на ETo со методот Блејни-Кридл:

Location: EXAMPLE... Date: 1/8/86...
 Latitude:13..... °North/South

Month	T min (°C)	T max (°C)	T mean (°C)	p Table 4	ETo mm/day
Jan	15.5	32.1	23.8	0.26	4.9
Feb	18.8	35.8	27.3	0.26	5.3
Mar	21.8	38.0	29.9	0.27	5.9
Apr	24.5	38.7	31.6	0.28	6.3
May	26.0	39.0	32.5	0.29	6.7
Jun	25.0	36.6	30.8	0.29	6.4
Jul	22.7	32.6	27.6	0.29	6.0
Aug	22.0	30.8	26.4	0.28	5.6
Sep	23.0	31.8	27.4	0.28	5.8
Oct	21.3	34.8	28.0	0.27	5.6
Nov	18.7	35.0	26.8	0.26	5.3
Dec	16.6	32.0	24.3	0.25	4.8

Изменетиот метод на Пенман (Penman)

Теоретскиот метод кој најчесто се користи е изменетиот метод на Пенман кој детално е објаснет во Документот 24 за наводнување и одводнување на ФАО. Сепак, овој метод е многу



комплициран. За користење на овој метод подобро е да се користи софтверот на ФАО CROPWAT. Употребата на овој софтвер ќе се објасни на следната обука.

2.3.4.2 ПОТРЕБА НА КУЛТУРАТА ЗА ВОДА (ET CROP)

Влијанието на климата врз потребата на растението за вода, како што беше кажано и претходно, е прикажано преку евапотранспирацијата на референтната култура ETo; референтната култура во овој случај е тревата.

Влијанието на видот на културата и фазата на раст врз потребата за вода на растението ќе се разгледува во овој дел. Со други зборови, во овој дел се разгледува односот меѓу референтната култура и културата која во реалност се одгледува на нивата.

Односот меѓу референтната култура, односно тревата и културата која реално се одгледува е претставен преку факторот на културата, Kc, како што се гледа на следната формула:

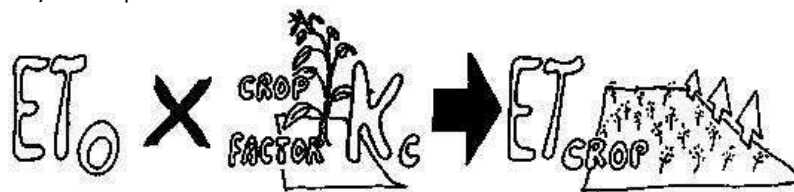
$$ET\ crop = Kc \times Eto$$

ET crop = евапотранспирација на културата или потреба од вода на културата (mm/ден)

Kc = фактор на културата

ETo = референтна евапотранспирација (mm/ден)

И ET и ETo се изразени во иста единица: обично во mm/ден (како просек за период од еден месец) или во mm/месец.



Факторот на културата, Kc, главно зависи од:

- видот на културата
- фазата на раст на културата
- климата

Kc и видот на културата: Целосно развиената пченка, која има големи листови ќе може полесно да испарува преку листовите, и поради тоа ќе користи повеќе вода од референтната култура, односно од тревата: Kc, кај пченката е повисок од 1. Краставиците, кога се целосно развиени, ќе користат помалку вода од референтната култура: Kc, кај краставицата е помалку од 1.

Kc и фазата на раст на културата: Некои култури користат повеќе вода кога целосно ќе се развијат во споредба со периодот која биле засадени/засеани.

Kc и климата: климата влијае врз траењето на вкупниот период на растење и на различните фази на раст. Во студени клими определени култури ќе растат по бавно отколку во топла клима. Поради тоа, за да се определи факторот на културата Kc, потребно е, за секоја култура да се знае вкупната должина на периодот на раст и должината на различните фази во овој период.



Утврдувањето на Кс за различните фази на раст на културите подразбира неколку чекори:

- Чекор 1 - да се утврди вкупниот период на раст за секоја култура
- Чекор 2 - да се утврдат различните фази на раст за секоја култура
- Чекор 3 - да се утврдат вредностите на Кс за секоја од фазите на раст за секоја култура

Утврдување на вкупниот период на раст

Вкупниот период на раст (во денови) е периодот од засадувањето или пресадувањето до последниот ден на бербата/жетвата. Тој главно зависи од следното:

- видот и сортата на културата
- климата
- датумот на засејување/засадување

Бидејќи периодот на раст главно зависи од локалните околности (на пример од локалните сорти на определена култура) секогаш е препорачливо овие податоци да се наоѓаат локално. Само ако нема такви податоци локално, тогаш треба да се користи табелата 2.10.

Табела 2-10 Индикативни вредности за вкупниот период на раст

Crop	Total growing period (days)	Crop	Total growing period (days)
Alfalfa	100-365	Millet	105-140
Banana	300-365	Onion green	70-95
Barley/Oats/Wheat	120-150	Onion dry	150-210
Bean green	75-90	Peanut/Groundnut	130-140
Bean dry	95-110	Pea	90-100
Cabbage	120-140	Pepper	120-210
Carrot	100-150	Potato	105-145
Citrus	240-365	Radish	35-45
Cotton	180-195	Rice	90-150
Cucumber	105-130	Sorghum	120-130
Eggplant	130-140	Soybean	135-150
Flax	150-220	Spinach	60-100
Grain/small	150-165	Squash	95-120
Lentil	150-170	Sugarbeet	160-230
Lettuce	75-140	Sugarcane	270-365
Maize sweet	80-110	Sunflower	125-130
Maize grain	125-180	Tobacco	130-160
Melon	120-160	Tomato	135-180

Како што може да се види од Табела 6, има голема разлика во вредностите не само помеѓу различните култури туку и во рамките на истата култура. Генерално, може да се претпостави дека периодот на растење за некои култури е подолг на постудена и пократок на потопла клима.

Утврдување на фазите на раст

Штом вкупниот период на раст е познат, треба да се утврди времетраењето (во денови) на различните фази на раст. Вкупниот период на раст се дели на 4 фази на раст

1. Првична фаза: ова е периодот од засејувањето или пресадувањето сè додека културата не покрие околу 10% од земјата.



2. **Фаза на развој на културата:** овој период почнува на крајот на почетната фаза и трае се додека целосно не се покрие земјата (околу 70-80%); не значи по секоја цена дека културата е целосно порасната.
3. **Фаза на зрелост:** овој период започнува на крајот на фазата на развој на културата и трае се до нејзината целосна зрелост; вклучува цветање и развој на зрното.
4. **Доцна фаза:** овој период започнува на крајот на фазата на зрелост и трае до последниот ден на бербата/жетвата; го вклучува зреењето.

Во 2.10 дадено е времетраењето на различните фази на раст за некои од најважните полјоделски култури. За секоја култура земено е минималното и максималното времетраењето на целиот период на раст (види табела 2.11) и истите се поделени во различните фази на раст.

Табела 2-11 Фази на раст за главните полјоделски култури

	STAGES				
	Total	Initial	Crop Develop	Mid season	Late season
Barley/Oats/Wheat	120	15	25	50	30
	150	15	30	65	40
Bean/green	75	15	25	25	10
	90	20	30	30	10
Bean/dry	95	15	25	35	20
	110	20	30	40	20
Cabbage	120	20	25	60	15
	140	25	30	65	20
Carrot	100	20	30	30	20
	150	25	35	70	20
Cotton/Flax	180	30	50	55	45
	195	30	50	65	50
Cucumber	105	20	30	40	15
	130	25	35	50	20
Eggplant	130	30	40	40	20
	140	30	40	45	25
Grain/small	150	20	30	60	40
	165	25	35	65	40
Lentil	150	20	30	60	40
	170	25	35	70	40
Lettuce	75	20	30	15	10
	140	35	50	45	10
Maize, sweet	80	20	25	25	10
	110	20	30	50	10
Maize, grain	125	20	35	40	30
	180	30	50	60	40
Melon	120	25	35	40	20
	160	30	45	65	20
Millet	105	15	25	40	25
	140	20	30	55	35
Onion/green	70	25	30	10	5
	95	25	40	20	10
Onion/dry	150	15	25	70	40
	210	20	35	110	45
Peanut/Groundnut	130	25	35	45	25
	140	30	40	45	25
Pea	90	15	25	35	15
	100	20	30	35	15
Pepper	120	25	35	40	20
	210	30	40	110	30
Potato	105	25	30	30	20
	145	30	35	50	30
Radish	35	5	10	15	5
	40	10	10	15	5
Sorghum	120	20	30	40	30
	130	20	35	45	30
Sovbean	135	20	30	60	25
	150	20	30	70	30
Spinach	60	20	20	15	5
	100	20	30	40	10
Squash	95	20	30	30	15
	120	25	35	35	25
Sugarbeet	160	25	35	60	40
	230	45	65	80	40
Sunflower	125	20	35	45	25
	130	25	35	45	25
Tomato	135	30	40	40	25
	180	35	45	70	30

Во однос на Табела 2.11 треба да се истакне следното:



- Во табелата секогаш се споменуваат засеани култури. Кога културата се пресадува, должината на првичната фаза треба да се намали. На пример:
Домати: период на раст 180 дена од засејувањето
Директно сеење: првична фаза 35 дена
Пресадување: (проценка) првична фаза 15 дена
Така периодот на раст за пресадениот домати е $(180 - 20) = 160$ дена
- Кога културата се бере зелена или свежа, доцната фаза е кратка. Споредете ги на пример боранијата со гравот. Времетраењето на доцната фаза е 10 дена за боранијата и 20 дена за гравот.
- Ако културата е засадена во зима или расте во студениот период од годината, вкупниот период на раст е долг. Ист е случајот и со поединечната должина на фазите на раст. Разликата ќе биде најизразена за фазата во која има најниска температура.

Треба да се има предвид дека разликите во вкупниот период на раст на културата имаат големо влијание врз потребата од вода на растението. Не е толку важна различната должина на фазите на раст. Со други зборови: важно е да се добие (по можност за таа локација) точна проценка на вкупниот период на раст. Времетраењето на четирите фази на раст може да се утврди со помош на Табела 2.10.

Определување на факторите на културата

Четири фактори мора да се утврдат за секоја култура: односно по еден фактор за секоја од четирите фази на раст. Во Табела 2.12 дадени се вредностите на Кс по култура за секоја од четирите фази на раст.

Табела 2-12 Вредности на факторот за различните култури и за различните фази на раст

Crop	STAGES			
	Initial	Crop Deve	Mid season	Late season
Barley/Oats/Wheat	0.35	0.75	1.15	0.45
Bean, green	0.35	0.70	1.10	0.90
Bean, dry	0.35	0.70	1.10	0.30
Cabbage/Carrot	0.45	0.75	1.05	0.90
Cotton/Flax	0.45	0.75	1.15	0.75
Cucumber/Squash	0.45	0.70	0.90	0.75
Eggplant/Tomato	0.45	0.75	1.15	0.80
Grain/small	0.35	0.75	1.10	0.65
Lentil/Pulses	0.45	0.75	1.10	0.50
Lettuce/Spinach	0.45	0.60	1.00	0.90
Maize, sweet	0.40	0.80	1.15	1.00
Maize, grain	0.40	0.80	1.15	0.70
Melon	0.45	0.75	1.00	0.75
Millet	0.35	0.70	1.10	0.65
Onion, green	0.50	0.70	1.00	1.00
Onion, dry	0.50	0.75	1.05	0.85
Peanut/Groundnut	0.45	0.75	1.05	0.70
Pea, fresh	0.45	0.80	1.15	1.05
Pepper, fresh	0.35	0.70	1.05	0.90
Potato	0.45	0.75	1.15	0.85
Radish	0.45	0.60	0.90	0.90
Sorghum	0.35	0.75	1.10	0.65
Soybean	0.35	0.75	1.10	0.60
Sugarbeet	0.45	0.80	1.15	0.80
Sunflower	0.35	0.75	1.15	0.55
Tobacco	0.35	0.75	1.10	0.90



Табелата погоре покажува просечни вредности на K_c за различни култури во различни фази на раст. Всушност, K_c исто така зависи и од климата и, особено од релативната влажност и брзината на ветерот. Вредностите наведени погоре треба да се намалат за 0,05 ако релативната вредност е висока ($RH > 80\%$) а ветерот е слаб ($u < 2 \text{ m/sec}$), на пр. $K_c = 1,15$ станува $K_c = 1,10$. Вредностите треба да се зголемат за 0,05 ако релативната влажност е ниска ($RH < 50\%$) и ако има силен ветар ($u > 5 \text{ m/sec}$), на пр. $K_c = 1,05$ станува $K_c = 1,10$.

DATA SHEET 4 Determination of crop factors



Location : Example... Date : 1/8/86
 Humidity : crop 1: high medium / low Wind speed : crop 1: high medium / low
 crop 2: high medium / low crop 2: high medium / low

Crop 1 : Maize (grain) Planting Date : 1 July
 Duration of total growing period : 130 days
 (from local information or Table 6)
 Estimated duration of growth stages (Table 7) :

	Days	Dates
Initial stage	<u>20</u>	<u>1 July - 20 July</u>
Crop dev. stage	<u>35</u>	<u>21 July - 25 August</u>
Mid-season stage	<u>45</u>	<u>26 August - 10 October</u>
Late season stage	<u>20</u>	<u>11 October - 10 November</u>

Crop factors, K_c (Table 8) :

Initial stage	<u>0.40*</u>
Crop dev. stage	<u>0.80*</u>
Mid-season stage	<u>1.15*</u>
Late season stage	<u>0.70*</u>

Crop 2 : Cotton Planting Date : 1 JUNE
 Duration of total growing period : 165 days
 (from local information or Table 6)
 Estimated duration of growth stages (Table 7) :

	Days	Dates
Initial stage	<u>25</u>	<u>1 June - 25 June</u>
Crop dev. stage	<u>45</u>	<u>26 June - 30 August</u>
Mid-season stage	<u>50</u>	<u>1 September - 30 September</u>
Late season stage	<u>45</u>	<u>1 October - 15 November</u>

Crop factors, K_c (Table 8) :

Initial stage	<u>0.45</u>
Crop dev. stage	<u>0.75</u>
Mid-season stage	<u>1.15</u>
Late season stage	<u>0.35</u>

* In case of low RH & high wind speed the K_c values would resp. be: 0.45, 0.85, 1.20 & 0.75. In case of high RH & low wind speed the K_c values would resp. be: 0.35, 0.75, 1.10 & 0.65.



ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ПОТРЕБАТА ОД ВОДА (ET crop)

ET crop се пресметува со следната формула: $ET\ crop = ETo \times Kc$. Иако оваа формула лесно се користи, сепак има некои практични проблеми кои треба да се надминат, кои најдобро може да се објаснат преку пример.

Утврдете ја потребата од вода за домати, ако имате:

Месец	Јан	Фев	Март	Април	Мај	Јуни	Јули
Eto	4,0	5,0	5,8	6,3	6,8	7,1	6,5

Средна влажност (60%)

Средна брзина на ветерот (3 m/s)

Времетраење на периодот на раст (од засејување): 150 дена

Датум на засејување: 1 февруари (директно засејување)

ПРЕСМЕТКА

Чекор 1: Проценете го времетраењето на различните фази на раст, со употреба на Табела 2.10.

Култура	Вкупно	Првична фаза	Развојна фаза	Фаза на зрелост	Доцна фаза
Домати	150	35	40	50	25

Чекор 2: Наведете во табелата, согласно примерот подолу, кои се вредностите на ETo и траењето на фазите на раст.

Забелешка: Кога се пресметува потребата на растението од вода, се подразбира дека сите месеци имаат 30 дена. За пресметување на евапотранспирацијата на референтната култура (ETo, дел 3.1), се користи реалниот број на денови за секој месец, на пр. јануари - 31 ден, февруари 28 или 29 дена итн.

Crop: Tomatoes..... Planting Date: 1 February..

Months	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ETo (mm/day)	4.0	5.0	5.8	6.3	6.8	7.1	6.5					
Growth stages		INITIAL CROP ST.	CROP dev. st.	mid season st.	late s. st.							

Датум на засадување	1 фев
Првична фаза, 35 ден	1 фев- 5 март
Фаза на развој на културата, 40 дена	6 март - 15 април
Фаза на зрелост, 50 дена	16 април - 5 јуни
Доцна фаза, 25 дена	6 јуни - 30 јуни
Последниот ден на бербата	30 јуни

Чекор 3: Проценете го факторот Kc за секоја од четирите фази на раст со употреба на Табела 8 и имајќи предвид дека има средна влажност и брзина на ветер.



Кс, првична фаза =	0,45
Кс, фаза на развој на културата =	0,75
Кс, фаза на зрелост =	1,15
Кс, доцна фаза =	0,8

Вредностите на Кс се вметнуваат во Табелата:

Crop: Tomatoes..... Planting Date: 1 February.

Months	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ETo (mm/day)	4.0	5.0	5.8	6.3	6.8	7.1	6.5					
Growth stages		initial st.	crop dev. st.	mid season st.	late s. st.							
Kc per gr. st.		0.45	0.75	1.15	0.8							

Од табелата погоре може да се види дека месеците и фазите на раст не соодветствуваат. Како последица на ова не одговараат и вредностите на ETo и Кс. Сепак, ET crop (= ETo × Кс) мора да се утврдува на месечна основа. Поради тоа е потребно да се определи Кс на месечна основа, што се прави на следниот начин:

Февруари: Кс Feb = 0,45

Март: 5 дена: Кс = 0,45

$$Kc \text{ March: } Kc = \frac{5}{30} \times 0.45 + \frac{25}{30} \times 0.75 = 0.07 + 0.62 = 0.69 = \text{approx } 0.70$$

25 дена: Кс = 0,75

ЗАБЕЛЕШКА: Вредностите на Кс се заокружени до најблиското 0,05 или 0,00.

Април: 15 дена: Кс = 0,75

$$Kc, \text{ April: } Kc = \frac{15}{30} \times 0.75 + \frac{15}{30} \times 1.15 = 0.38 + 0.58 = 0.96 = \text{approx } 0.95$$

15 дена: Кс = 1,15

Мај: Кс, мај = 1,15

Јуни: 5 дена: Кс = 1,15

$$Kc, \text{ June: } Kc = \frac{5}{30} \times 1.15 + \frac{25}{30} \times 0.80 = 0.19 + 0.67 = 0.86 = \text{approx } 0.85$$

25 дена: Кс = 0,80

Да заклучиме:

Crop: Tomatoes..... Planting Date: 1 February.

Months	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ETo (mm/day)	4.0	5.0	5.8	6.3	6.8	7.1	6.5					
Growth stages		initial st.	crop dev. st.	mid season st.	late s. st.							
Kc per gr. st.		0.45	0.75	1.15	0.8							
Kc per month		0.45	0.70	0.95	1.15	0.85						



Чекор 4: Пресметајте, месечно, која е потребата на културата од вода, со употреба на следната формула:

$$ET \text{ crop} = ETo \times Kc \text{ (mm/ден)}$$

Февруари: $ET \text{ crop} = 5,0 \times 0,45 = 2,3 \text{ mm/ден}$

Март: $ET \text{ crop} = 5,8 \times 0,70 = 4,1 \text{ mm/ден}$

Април: $ET \text{ crop} = 6,3 \times 0,95 = 6,0 \text{ mm/ден}$

Мај: $ET \text{ crop} = 6,8 \times 1,15 = 7,8 \text{ mm/ден}$

Јуни: $ET \text{ crop} = 7,1 \times 0,85 = 6,0 \text{ mm/ден}$

Crop: Tomatoes..... Planting Date: 1 February

Months	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ETo (mm/day)	4.0	5.0	5.8	6.3	6.8	7.1	6.5					
Growth stages		initial st.	crop dev. st.	mid season st.	late s. st.							
Kc per gr. st.		0.45	0.75	1.15	0.8							
Kc per month		0.45	0.70	0.95	1.15	0.85						
ET crop (mm/day)		2.3	4.1	6.0	7.8	6.0						

Чекор 5: Пресметајте ја потребата на растението за вода за месеците и за цела сезона.

Забелешка: се смета дека сите месеци имаат 30 дена.

Февруари	ET crop = 30	$\times 2,3 = 69 \text{ mm/месец}$
Март	ET crop = 30	$\times 4,1 = 123 \text{ mm/месец}$
Април	ET crop = 30	$\times 6,0 = 180 \text{ mm/месец}$
Мај	ET crop = 30	$\times 7,8 = 234 \text{ mm/месец}$
Јуни	ET crop = 30	$\times 6,0 = 180 \text{ mm/месец}$

На домотите им треба вкупно 786 mm вода за целата сезона на раст. Да заклучиме:

Crop: Tomatoes..... Planting Date: 1 February

Months	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ETo (mm/day)	4.0	5.0	5.8	6.3	6.8	7.1	6.5					
Growth stages		initial st.	crop dev. st.	mid season st.	late s. st.							
Kc per gr. st.		0.45	0.75	1.15	0.8							
Kc per month		0.45	0.70	0.95	1.15	0.85						
ET crop (mm/day)		2.3	4.1	6.0	7.8	6.0						
ET crop (mm/m)		69	123	180	234	180						



Посебни случаи

Во претходните делови беше укажано дека количеството вода што им е потребно на културите се пресметува за различни полјоделски култури со следната формула: $ET_{crop} = K_c \times ET_0$. Сепак има некои култури кои не се вклопуваат директно во овој модел: нивниот фактор на култура K_c се определува поинаку. Посебните случаи се следните:

- **Луцерка, пасишта и детелина:** Луцерката, пасиштата и детелината редовно се косат во текот на годината. Веднаш по косењето, тие се во „почетна фаза“ а веднаш пред косењето, тие се во „доцна фаза“. За да се одреди колку вода му треба на растението најдобро е да се користи просечната вредност на факторот за културата - K_c
- **Банани:** За зафаќањето на нови плантажи со банана потребно е околу 6 месеци од насадувањето до целосно покривање на почвата. Една година по насадувањето се врши првата берба, по што се отстрануваат изданоците кои веќе родиле. Во меѓувреме целосно се развиваат млади изданоци и тие започнуваат да раѓаат
- **Цитрусни овошки:** Факторот K_c за чисти култивирани цитрусни овошки е 0,70 во текот на целата година. Оваа вредност е применлива за големи зрели дрвја, кои покриваат околу 70% од површината на земјата. Ако нема контрола на пирејот, вредноста на K_c е 0,90 во текот на целата година.
- **Ориз:** има посебна табела со вредности за K_c за ориз.
- **Шеќерна трска:** Коефициентите за шеќерна трска многу варираат во зависност од климата и сортата. Најдобро е да се користат локално достапни податоци.
- **Какао, кафе, чај, маслини:** се препорачуваат исти K_c вредности за целата година
- **Грозје:** Дадената K_c вредност може да се користи во кога почнува појавата на првите лисја

Индикативна потреба од вода на различни култури

Во Табела 2.13 прикажана е индикативната потреба од вода за вкупниот период на раст за некои од најважните култури.

Табела 2-13 Индикативна потреба од вода и чувствителност на суша

Crop	Crop water need (mm/total growing period)	Sensitivity to drought
Alfalfa	800-1600	low-medium
Banana	1200-2200	high
Barley/Oats/Wheat	450-650	low-medium
Bean	300-500	medium-high
Cabbage	350-500	medium-high
Citrus	900-1200	low-medium
Cotton	700-1300	low
Maize	500-800	medium-high
Melon	400-600	medium-high
Onion	350-550	medium-high
Peanut	500-700	low-medium

Crop	Crop water need (mm/total growing period)	Sensitivity to drought
Pea	350-500	medium-high
Pepper	600-900	medium-high
Potato	500-700	high
Rice (paddy)	450-700	high
Sorghum/Millet	450-650	low
Soybean	450-700	low-medium
Sugarbeet	550-750	low-medium
Sugarcane	1500-2500	high
Sunflower	600-1000	low-medium



Вредностите наведени во табелата се непрецизни и треба да се користат само ако потребата од вода не може да се пресмета попрецизно поради недостиг од податоци. Во табелата за секоја култура дадена е минимална и максимална вредност за потребата за вода. Бидејќи потребата од вода зависи во голема мера од времетраењето на вкупниот период на раст, максималната вредност треба да се користи доколку има долг период на раст (види исто Табела 6) а минималната вредност треба да се користи кога вкупниот период на раст е краток. Кај среден период на раст треба да се користи просечна вредност.

Покрај ова, во Табела 14 дадена е индикација за чувствителноста на различни култури на недостиг на вода или на суша. Доколку чувствителноста е висока тоа значи дека културата не може да издржи добро недостиг на вода и таквите ситуации треба да се избегнуваат. Доколку чувствителноста е ниска, тоа значи дека културата добро поднесува суша и може добро да издржи недостиг на вода.

ЕФЕКТИВНИ ВРНЕЖИ

Водата за наводнување потребна за некоја култура е всушност разликата помеѓу потребата за вода на таа култура и делот од врнежите кој културата може ефективно да го користи (ефективни врнежи).



За секоја култура која се наводнува од систем за наводнување се определува потребата од вода, обично на месечно ниво. Потребата од вода на културата се изразува во mm воден слој по единица време, во овој случај mm/месец.

Ефективните врнежи се оценуваат месечно, со употреба на измерените врнежи и Табелата 6 (или ако има локални информации).

За сите култури и за секој месец од сезоната на раст, потребната вода за наводнување се пресметува преку одземање на ефективните врнежи од потребата за вода на конкретната култура.

ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ЕФЕКТИВНИТЕ ВРНЕЖИ

Во продолжение е формулата на ФАО/АГЛВ за пресметување на делот од вкупните врнежи кој ефективно го користи растението. Има и други формули кои исто може да се применат во области со максимален наклон од 4-5%:

$P_e = 0,8 (P - 25) \text{ ако } P_{\text{месечно}} > 75 \text{ mm/месец}$ $P_e = 0,6 (P - 10) \text{ ако } P_{\text{месечно}} < 75 \text{ mm/месец}$

каде P = врнежи (mm/месец)

P_e = ефективни врнежи (mm/месец)

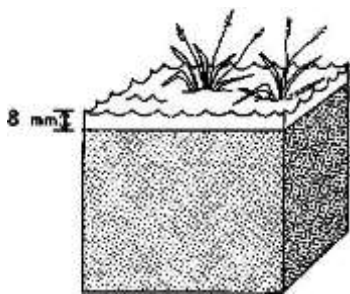
ЗАБЕЛЕШКА: P_e секогаш е еднакво или поголемо од нула; никогаш не е негативно



2.4 РАСПОРЕД ЗА НАВОДНУВАЊЕ (BROUWER ET ALL, 1989)

Во ова Поглавје се објаснува како да се утврди распоредот за наводнување. Распоредот за наводнување покажува со колку вода мора да се залева културата, и колку често тоа се прави.

Ова зависи од тоа колку вода ѝ е потребна за културата. Како да се определи колку вода за наводнување е потребна беше разгледано во Дел 3. Потребата од вода за наводнување се дефинира како разлика меѓу потребата за вода на растението и ефективните врнежи. Таа обично се изразува во mm/ден или mm/месец. На пример, кога потребата за наводнување на определена култура која расте во жешки, суви клими е 8 mm/ден (види Слика 1), ова значи дека секој ден растението има потреба од воден слој од 8 mm врз целата нива на која расте културата. Оваа вода мора да се снабдува преку наводнување.



Но, кога потребата од вода за наводнување е 8 mm/ден, сепак, тоа не значи дека секој ден треба да се снабдува таа количина преку наводнување. Во теорија, водата може да се пушта секојдневно. Но тоа би одзело многу време и бара многу труд па пожелно е периодите меѓу залевањата да бидат подолги. Така на пример, можно е да се залева со 24 mm на секои 3 дена, или со 40 mm на секои 5 дена. Водата за ќе се чува во кореновиот систем и растението постепено ќе ја користи: секој ден по 8 mm. Интервалот за залевање



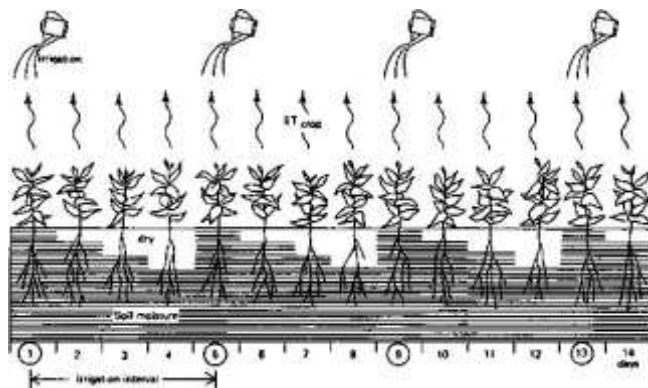
мора да се избере на таков начин што растението да не почувствува недостиг на вода.

ДА ЗАКЛУЧИМЕ:

Колку често да наводнуваме? Доволно често за растенијата да не страдаат од суша.

Со колку вода да се залева/наводнува? Со количина што растенијата ја имаат искористено од претходното наводнување.

Ако водата се пушта редовно, растенијата нема да страдаат од недостиг на вода.



Сепак, количеството вода за наводнување кое може да се пушти при едно наводнување е ограничено.

Максималната количина вода со која може да се залева мора да се определи и врз него може да влијаат следните нешта:

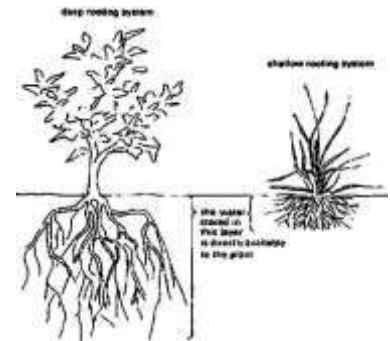
- видот на почвата
- длабочината на коренот
- методот на наводнување.

Видот на почвата влијае врз максималното количество вода кое може да се чува во почвата на метар длабочина (достапна вода). Песокливата почва не складира многу вода, односно има малку достапна вода. Поради тоа, на песоковите почви ќе биде потребно често да се наводнува со мали количества вода. Глината чува многу достапна вода. Поради тоа на глинени почви може да се наводнува со поголеми количини, поретко. Исто така треба да се земе предвид и стапката



на инфилтрација како ограничувач на количеството вода кое може да се испорача во единица време.

Длабочината на коренот исто влијае врз максималната количина вода која може да се чува во кореновиот систем (види Слика 2.5). Ако кореновиот систем на растението е плиток, таму може да се складира малку вода и потребно е често наводнување, но со помалку вода. Растенијата со длабок корен, можат да задржат повеќе вода и поради тоа може да се наводнува поретко, а со повеќе вода. Младите растенија имаат плитки корени во споредба со целосно пораснати растенија. Поради тоа, веднаш по засадувањето или сеењето, на растението му треба почесто наводнување со помалку вода, отколку кога е целосно развиено.



Растенијата со длабоки корени може да земаат вода од поголеми длабочини од тие со плиток корен.

2.4.1 УТВРДУВАЊЕ НА РАСПОРЕДОТ ЗА НАВОДНУВАЊЕ/ЗАЛЕВАЊЕ (НЕ И ЗА ОРИЗ)

Точното утврдување на распоредот за наводнување одзема време и е комплициран процес. Сепак со компјутерските програми, сега е полесно и можно е точно да се утврди овој распоред согласно потребите на растенијата. Идеално, на почетокот на сезоната на раст, потребно е на секое наводнување да се залева со помалку вода и тоа да се прави почесто (ова исто се нарекува длабочина на наводнување). Ова е така поради малата евапотранспирација на младите растенија и нивните плитки корени. Во текот на фазата на зрелост, длабочината на наводнувањето треба да е поголема и се залева поретко поради големата евапотранспирација и максималната длабочина на коренот. Поради тоа, идеалните длабочина на наводнувањето и/или интервалот на наводнување (или честотата) се различни во различни периоди од развојот на растението.

Кога се користат прскалки или капка по капка може да е можно и практично да се менува длабочината на наводнување и интервалот во текот на една сезона на растење. Кај овие методи може да се пушти повеќе/помалку вода и тоа да се прави поретко/почесто.

Кога се користи површинско наводнување, не е многу практично премногу да се менува длабочината и честотата на наводнување. Особено кај површинското наводнување, можни се само ограничени варијации во длабочината на наводнување. Исто така многу е збунувачки за земјоделците да го менуваат постојано распоредот.

Поради тоа, често е доволно да се оцени или грубо да се пресмета распоредот за наводнување и да се фиксира најсоодветната длабочина и интервал; односно да се одржува длабочината на наводнување и интервалот на константа во текот на целата сезона. Во ова Поглавје, накратко се опишани три едноставни методи за утврдување на распоредот за наводнување: метод со набљудување на растението, метод со проценка и метод со едноставна пресметка. Во последниот дел од ова поглавје има коментари за тоа како се земаат предвид врнежите при планирање на наводнувањето.

- **Методот со набљудување на растението** е методот кој земјоделците обично го користат за да оценат „кога“ да наводнуваат. Овој метод се заснова врз набљудување на промените во



карактеристиките на растението, како на пример промена во бојата на растението, виткањето на лисјата и обелувањето на растението.

- **Метод со мерење на влагата во почвата:** Друг метод кој се користи да се определи распоредот за наводнување е мерењето на влагата во почвата. Кога влагата во почвата ќе падне на определено критично ниво, се наводнува. Инструменти за мерење на влагата на почвата се блокови со гипс, тензиометри и неутронски сонди.
- Во делот за **методот со проценка** дадена е табела со распоред за наводнување за најчестите култури кои се одгледуваат во различни климатски зони.
- **Методот со едноставна пресметка** се заснова на проценка на длабочината (во mm) на наводнувањето и на пресметаната потреба за наводнување за културата во сезоната на раст.

МЕТОД СО НАБЉУДУВАЊЕ НА РАСТЕНИЕТО

Овој метод определува „кога“ растенијата треба да се наводнуваат и се заснова врз набљудување на промените во карактеристиките на растението, како на пример промена во бојата на растението, виткањето на лисјата и обелувањето на растението. Промените често можат да се забележат само со гледање на целиот посев, а не со анализа на поединечни растенија. Кога растението страда за вода се менува изгледот и од растение со напреден раст (многу млади листови кои се светло зелени) се добива растение со забавен или воопшто без раст (помалку млади листови, со потемна боја, а понекогаш и сивкасти и омлитавени).

Некои растенија (како што е маниока) реагираат на недостиг на вода со тоа што го менуваат правецот на листот: ако има доволно вода листовите се директно испружени под сонцето (со што се овозможува оптимална транспирација и род). Сепак, кога има малку вода, листовите го избегнуваат сонцето (со што се намалува транспирацијата и родот).

За успешно да се користи овој метод, потребно е искуство и добро познавање на локалните околности. Еден земјоделец на пример знае каде се песочните делови во нивата и таму растенијата први ќе покажат знаци на стрес: промена на бојата и венење).

Пример за овој метод е даден на Слика 2.36. Шеќерната трска на сликата 9 многу страда за вода: лисјата се крути (свиткани кон центарот) и свиткани. На Слика 10 се гледа истата шеќерна трска кога има доволно вода: пониските лисја висат, со што тие целосно се изложени на сончева светлина и имаат максимална евапотранспирација (употреба на вода на растенијата) и род.

Пример за овој метод е даден на Слика 2.36.





Сериозен недостиг на вода:
лисјата се крути (навалени кон
центарот) и свиткани

Истата шеќерна трска кога има доволно
вода: пониските лисја висат, со што тие
целосно се изложени на сончева
светлина и имаат максимална
евапотранспирација (употреба на вода на
растенијата) и род.

Слика 2-36 Шеќерна трска која страда од недоволно вода

Недостигот на овој метод е што во моментот кога ќе се видат симптомите, растението веќе долго време било без вода и загубата на растението и на приносот е речиси неизбежна. Важно е да се каже дека не е препорачливо да се чека да се јават симптомите. Особено во раните фази на раст (на почеток и при развој на растението), растението мора да се залее пред да се појават симптомите.

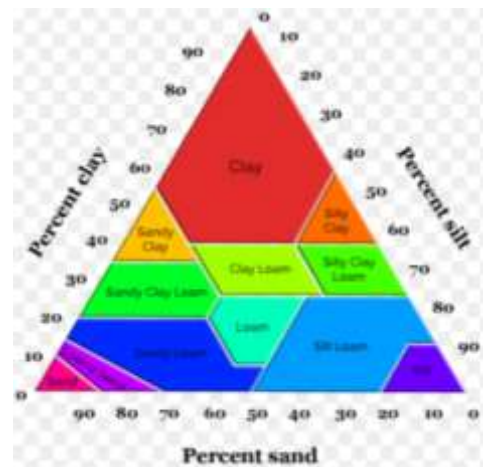


Друг индикатор на достапноста на вода е температурата на листот. Ако лисјата се ладни за време на топлиот дел од денот (Слика 11), растенијата не страдаат за вода. Сепак, ако лисјата се топли, потребно е наводнување. Изработени се посебни уреди (инфра-црвени термометри) за мерење на температурата на листот во однос на температура на воздухот. Сепак, тие мора да се калибрираат за специфичните услови пред да се искористат за да се определи распоредот за наводнување.

МЕТОД СО МЕРЕЊЕ НА ВЛАГАТА ВО ПОЧВАТА

Потребно е да се земат примероци од почвата во лабораторија за да се утврдат нејзините карактеристики:

Текстура на почвата: песок, иловица и глина, и подгрупите. Ова е исто така потребно за да се види дали може да се користат тензиометри. Глинестите и тињести почви задржуваат преку 50% водата достапна за растението и при сукција поголема од 80 cb, што е надвор од работниот спектар на тензиометарот. Во таков случај може да се користат гипсани блокови.



Капацитет на полето (FC): Содржина на вода во почвата откако гравитацијата ја отстранила сета можна вода, обично 1 до 3 дена по врнежи. Капацитетот на полето се смета за горна граница на вода достапна за растението. Кога се мери на терен тоа е еквивалент на тензија почва-вода од околу 0.1 бари.

Точка на трајно венење (PWP): содржина на почва-вода при која здравите растенија веќе не можат да вадат вода од почвата доволно брзо за да се опорават од венење. Точката на трајно венење се смета за најнизок праг на вода достапна за растението. Во оваа точка, тензијата на водата во почвата се смета дека е 15 бари.

Вода достапна за растението (PAW): Количеството вода кое го има во почвата кое им е достапно на растенијата; разликата меѓу капацитетот на полето и точката на трајно венење.

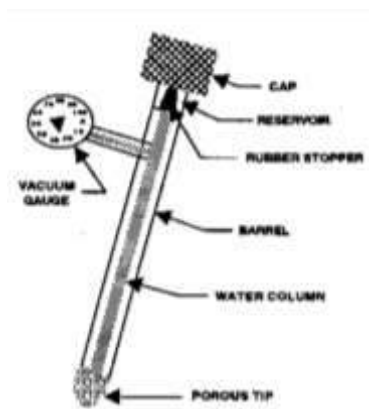
Стапка на инфилтрација во стабилна состојба (= заситена хидраулична спроводливост K): стапката по која водата може да се инфилтрира во почвата во заситени услови.



За да се измери водата во почвата може да се користат различни методи и уреди. Тие се методот со допир, гравитацискиот метод, тензиометар, гипсани блокови, неутронска сонда, Фено-ќелии и рефлектометар со временски домен. Најголем дел од овие методи и уреди не го мерат директно количеството вода во почвата; тие ги мерат карактеристиките на почвата кои се поврзани со присуството на вода во почвата и поради тоа се нарекуваат индиректни методи. Овие методи се различни во однос на нивната едноставност, сигурност, цена на чинење и трудоинтензивност.

Метод со допирање: како што се гледа и по името, овој метод подразбира утврдување на водата во почвата преку допирање на почвата. Овој метод лесно се користи и многу земјоделци вака утврдуваат кога треба да наводнуваат. Сепак, овој метод е целосно субјективен; резултатите зависат од искуството на поединецот кој го врши мерењето. Сигурноста на овој метод не е висока, освен ако лицето не е со големо искуство. Методот со допир генерално не се препорачува и треба да се користи само како последен избор.

Гравиметриски метод: со овој метод, влагата на почвата се утврдува преку земање на примерок од почвата од посакуваната длабочина, потоа се мери неговата тежина, се суши во печка (24 часа на температура од 104 Целзиусови) и потоа повторно се мери исушениот примерок за да се утврди колку вода е загубено. Овој метод е едноставен и сигурен. За жал, не е практичен за закажување на наводнувањето бидејќи потребен е цел ден за да се исуши примерокот. Песокливите почви побрзо се сушат, и може да е потребно да се наводнува пред да бидат готови резултатите од мерењето. Гравиметрискиот метод е најкорисен за калибрација на други уреди за мерење на односот на водата во почвата.



Тензиометар

Тензиометар е запечатена, водонепропуствна цевка исполнета со вода, со порозен врв на едната страна и вакуумски мерач на другата страна. Тензиометарот го мери само вшмукувањето на водата од почвата (негативниот притисок) кој обично се изразува како тензија (притисок). Ова вшмукување е еднакво на силата или енергијата која мора да ја употреби растението за да извлече вода од почвата. Инструментот мора правилно да се постави со цел порозниот врв да е во добар контакт со почвата, односно вшмукувањето на вода од почвата да е во рамнотежа со вшмукувањето на водата во врвот. Силата на вшмукување во порозниот врв се пренесува преку водата во цевката и се прикажува како притисок кој се чита во вакуумскиот мерач. Тензијата меѓу почвата и водата обично се изразува во бари или центибари (cb).

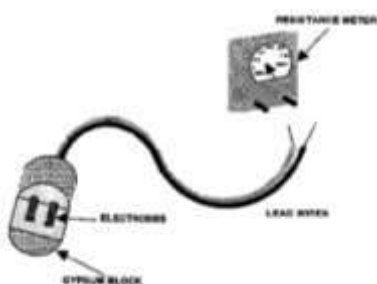
Вшмукувањето на врвот се пренесува до мерачот благодарение на кохезивните сили меѓу соседните водени молекули. Кога вшмукувањето ќе се доближи до 0,8 бари (80 cb), кохезивните сили се раскинати од вшмукувањето и молекулите на водата се разделуваат. Кога ова ќе се случи, воздухот може да влезе низ цевката преку порозниот врв и тензиометарот веќе не функционира правилно. Оваа состојба се нарекува како *прекршна тензија*. Тензиометрите работат во опсег од 0 до 0,8 бари. Скалата за вшмукување на вакуумскиот мерач кај најголем број од комерцијалните тензиометри е од 0 до 100 cb.

Тензиометрите се прилично евтин начин за распределување на залевањето. Трошокот се движи од 25 до 50 долари за парче, во зависност од должината на цевката, која се движи од 6 до 72 инчи. Единствената друга опрема која е потребна е мала рачна вакуумска пумпа која се користи



за калибрација и повремено сервисирање. Тензиометрите лесно се користат, но може да дадат погрешни резултати ако не се сервисираат редовно.

Тензиометрите најдобро да се користат во почви кои најголем дел од достапната вода ја ослободуваат при вшмукување меѓу 0 и 80 cb. Почвите кои влегуваат во оваа категорија се тие кои се состојат од песок, иловичест песок, песоклива иловица и почви со малку погруба текстура како што се иловицата и песочната глинеста иловица. Многу глинести и тињести почви задржуваат преку 50% водата достапна за растението и при сукција поголема од 80 cb, што е надвор од работниот спектар на тензиометарот. Тензиометрите не се препорачуваат за глинести и тињести почви освен ако наводнувањето не треба да се спроведе пред достапната вода да спадне на 50%, која е нормална пракса за некои градинарски култури како што се доматиите.



Блокови со електричен отпор

Овие блокови се состојат од две електроди опкружени со блок на порозен материјал. Блоковите најчесто се од гипс, иако понекогаш се користат и пластика или најлон. Овие блокови најчесто се нарекуваат *гипсени блокови* и понекогаш само *блокови за влага*. Електродите се поврзани на изолирани оловни жици кои одат нагоре кон површината на почвата.

Отпорните блокови го користат својството на водата да спроведува електрицитет. Кога се поставени соодветно, вшмукувањето на водата од страна на порозниот блок е во рамнотежа со вшмукувањето на водата од околната почва. Како што се менува влагата во почвата, така и содржината на вода во порозниот блок се менува. Електричниот отпор меѓу двете електроди се зголемува како што се намалува количеството вода во порозниот блок. Отпорот на блокот е поврзан со содржината вода во почвата преку кривата на калибрација.

За да се измери точно количеството на вода во почвата, оловните жици се поврзуваат со мерач со отпорник кој содржи извор на напон. Мерачот вообичаено чита од 0 до 100 или од 0 до 200. Високите вредности на скалата (кои одговараат на низок електричен отпор) покажуваат високо ниво на вода во почвата, додека ниските вредности покажуваат малку вода во почвата. Отпорните блокови се релативни евтини и чинат од 3 до 12 долари. Подвижен и рачен мерач со отпорник чини меѓу 250 и 300 долари и може да се поврзе да чита повеќе блокови.

Поради големината на порите во материјалот кој се користи за најголем дел од овие отпорни блокови, особено оние кои се од гипс, содржината на водата и со тоа и електричниот отпор во блокот не се менува значително на сукција помала од 0,5 бари (50 cb). Поради тоа, отпорните блокови најмногу одговараат за ситни почви, како што се тињи и глини кои задржуваат најмалку 50% од водата достапна за растението при сукција поголема од 0,5 бари. Овие блокови не се сигурни за одредување на количеството вода во песокливи почви каде преку 50% од водата достапна за растението обично се осиромашува на сукција помала од 0,5 бари.

Неутронски сонди

Неутронската сонда користи извор на радијација за да се измери водата во почвата. Празна цевка (пристапна цевка) со дијаметар од 5 см мора вертикално да се постави во почвата на секоја нива каде треба да се измери водата во почвата. Кога соодветно ќе се калибрира, неутронската сонда лесно се користи, сигурна е и точна, но е исто така и скапа (3.000 до 4.000



долари по парче). Една од предностите е што мерењата може лесно да се прават на различни длабочини во почвата. Поради високата цена, неутронската сонда не е толку практична како другите методи. Може да е добра опција за земјоделци со големи ниви. Во моментот ја користат некои консултанти за наводнување за да вршат технички пресметки кои се потребни за распоредување на залевањата.

Фено-ќелии

Фено-ќелиите функционираат бидејќи почвата спроведува топлина соодветно на содржината на вода во неа. Преку мерење на топлината која се пренесува од изворот на топлина и преку калибрација на спроводливоста наспроти содржината на вода за конкретна почва, Фено-ќелиите се користат за сигурно да се одреди содржината на вода во почвата. Поради тоа што фено-ќелиите се поставуваат на посакуваната длабочина, потребно е да се користи посебна ќелија за секоја длабочина на секоја локација која треба да се следи. Една ќелија чини околу 100 долари, и инструментот кој е потребен за да се измери дистрибуцијата на топлината чини дополнителни 1000 долари. За наводнување на мали ниви, вкупните трошоци за користење на фено-ќелијата се помали отколку тие за неутронска сонда. За големи површини, неутронската сонда може да е поисплатлива.

Рефлектометар со временски домен

Рефлектометарот со временски домен (TDR) е нов уред кој е изработен за да ја измери водата во почвата. Две паралелни прачки или крути жици се внесуваат во почвата на длабочина на која треба да се измери просечната содржина на вода. Прачките се поврзуваат со инструмент кој испраќа електромагнетен пулс или бран на енергија долж прачките. Стапката со која бранот енергија се пренесува во почвата и се враќа до површината на почвата директно зависи од просечната содржина на вода во почвата. Еден инструмент може да се користи за стотици чифта прачки. Овој уред, сега стана комерцијално достапен и лесно може да се користи, а е и сигурен. Сепак тој е скап уред и чини речиси 8000 долари. Иако најверојатно е премногу скап за распоредување на залевањата (освен за многу големи фарми) може да стане префериран уред во иднина.

МЕТОД СО ПРОЦЕНКА

Овој метод за распределување на залевањето може да се користи само ако нема големи врнежи во текот на сезоната на раст на растението. Доколку има врнежи, методот треба да се прилагоди со пресметување на водата во почвата.

Shallow and/or sandy soil	In a sandy soil or a shallow soil (with a hard pan or impermeable layer close to the soil surface), little water can be stored; irrigation will thus have to take place frequently but little water is given per application.
Loamy soil	In a loamy soil more water can be stored than in a sandy or shallow soil. Irrigation water is applied less frequently and more water is given per application.
Clayey soil	In a clayey soil even more water can be stored than in a medium soil. Irrigation water is applied even less frequently and again more water is given per application.
Climate 1	Represents a situation where the reference crop evapotranspiration $ETo = 4 - 5$ mm/day.
Climate 2	Represents an $ETo = 6 - 7$ mm/day.
Climate 3	Represents an $ETo = 8 - 9$ mm/day.

Во овој дел, дадена е табела за тоа како да се утврди кога треба да се залеваат главните полјоделски култури во периодот кога им треба најмногу вода; распоредот е даден за три



различни типа на почва и за три различни климатски типови. Табелата се заснова на пресметани потреби за вода на растението и за проценета длабочина на коренот за секоја од културите кои се разгледуваат. Табелата е заснована на претпоставката дека со залевање/наводнување максималната нето длабочина до која може да стигне водата е 70 mm.

Во однос на видовите почва, се разликува меѓу песоклива, иловица и глина, кои имаат малку, средно и многу вода во себе.

Во однос на климата, се разликува меѓу три климатски типови.

Climatic zone	Mean daily temperature		
	low (less than 15°C)	medium (15-25°C)	high (more than 25°C)
Desert/arid	4 - 6	7 - 8	9 - 10
Semi-arid	4 - 5 (3)	6 - 7	8 - 9
Sub-humid	3 - 4 (2)	5 - 6	7 - 8
Humid	1 - 2(1)	3 - 4	5 - 6

Табела 2-14 Проценета распределба на залевањето за главните полјоделски култури во периодот кога имаат најголема потреба од вода

Climate	Shallow and/or sandy soil			loamy soil			clayey soil					
	Interval (days)			Interval (days)			Interval (days)					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Alfalfa	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Banana	5	3	2	25	7	5	4	40	10	7	5	55
Barley/Oats	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Beans	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Cacao	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Carrot	6	4	3	25	7	5	4	35	11	8	6	50
Citrus	8	6	4	30	11	8	6	40	15	10	8	55
Coffee	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Cotton	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Cucumber	10	7	5	40	15	10	8	60	17	12	9	70
Crucifers*	3	2	2	15	4	3	2	20	7	5	4	30
Eggplant	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Flax	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Fruit trees	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Grains, small	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Grapes	11	8	6	40	15	11	8	55	19	13	10	70
Grass	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Groundnuts	6	4	3	25	7	5	4	35	11	8	6	50
Lentils	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Lettuce	3	2	2	15	4	3	2	20	7	5	4	30
Maize	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Melons	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Millet	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Olives	11	8	6	40	15	11	8	55	19	13	10	70
Onions	3	2	2	15	4	3	2	20	7	5	4	30
Peas	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Peppers	6	4	3	25	7	5	4	35	11	8	6	50
Potatoes	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Radish	4	3	2	15	5	4	3	20	7	5	4	30
Safflower	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Sorghum	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Soybeans	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Spinach	3	2	2	15	4	3	2	20	7	5	4	30
Squash	10	7	5	40	15	10	8	60	17	12	9	70
Sugarbeet	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Sugarcane	7	5	4	40	10	7	5	55	13	9	7	70
Sunflower	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70
Tea	9	6	5	40	13	9	7	60	16	11	8	70
Tobacco	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Tomatoes	6	4	3	30	8	6	4	40	10	7	5	50
Wheat	8	6	4	40	11	8	6	55	14	10	7	70

* cabbage, cauliflower, etc.



Важно е да се нагласи дека распоредот за залевање даден во Табела 2.13 се однесува на периодот кога на растението му треба најмногу вода. Исто така се претпоставува дека во сезоната на раст многу малку врне или речиси и воопшто да не врне.

ПРИМЕРИ

1. *Проценка на времето за залевање за кикирики во длабока, глинеста почва, во жешка и сува клима.*

Прво мора да се идентификува климатската класа: Клима 3 (ETo = 8-9 mm/ден) претставува жешка клима. Во Табела 2.13 се гледа дека за Клима 3, наводнувањето за кикирики кои растат на глинеста почва треба да е на секои 6 дена, а нето длабочината на наводнувањето е 50 mm. Ова значи дека на секои 6 дена кикириците треба да се наводнуваат со нето количина вода од 50 mm.

2. *Проценка на времето за залевање за спанаќ кој расте на иловица во подрачје со просечна температура од 12° C во текот на периодот на раст.*

Просечната температура е ниска: Клима 1 (ETo = 4-5 mm/ден). Во Табела 2.13 се гледа, дека со Клима 1, за спанаќ кој расте на иловица интервалот на наводнување е 4 дена, а нето длабочината на наводнувањето е 20 mm.

3. *Проценка на времето за залевање за соргум (вид житарка) кој расте на песоклива почва, во предел со температури од 15-25° C во текот на периодот на раст.*

Просечната температура е средна: Клима 2 (ETo = 6-7 mm/ден). Табела 2.13 покажува дека со Клима 2, соргумот кој расте на песоклива почва, потребно е да се наводнува на секои 6 дена, со нето длабочината на наводнување од 40 mm.

Претворање на mm/ден во литри/секунда.ха

Во претходниот дел беше објаснето како да се определи длабочината на залевањето за секое наводнување (во mm) и времето помеѓу две залевања (во денови). Од овие бројки сепак не е лесно да се утврди колку треба да биде протокот на вода на една нива да речеме од еден хектар. Подолу е дадена една формула за претворање на длабочината на наводнување и интервалот за наводнување во постојан проток на вода.

8,64 mm/ден= 1,0 литар/секунда.хектар

Со други зборови, наводнувањето од 8,64 mm на ден одговара на постојан проток на вода од 1,0 литри во секунда на хектар. Дополнителните детали за ваквата конверзија се дадени во Прирачникот за системите за наводнување. Табелата може да помогне со конверзија на mm/ден во l/секунда.хектар.

ПРИМЕР: Да се утврди постојаниот проток на вода кога бруто длабочината на наводнување е 64 mm и интервалот е 8 дена, за површина од 50 ha.

ОДГОВОР: 64 mm за период од 8 дена е $64/8 = 8 \text{ mm/ден}$; 8 mm/ден одговара на 0,93 l/sec.ha. За површина од 50 ha нето постојаниот проток би бил: $50 \times 0,93 = 46,5 \text{ l/sec}$.

mm/day	l/sec.ha	l/sec.ha	mm/day
2	0.23	0.2	1.7
3	0.35	0.3	2.6
4	0.46	0.4	3.5
5	0.58	0.5	4.3
6	0.69	0.6	5.2
7	0.81	0.7	6.0
8	0.93	0.8	6.9
9	1.04	0.9	7.8
10	1.16	1.0	8.6
12	1.39	1.2	10.4
14	1.62	1.4	12.1
16	1.85	1.6	13.8
18	2.08	1.8	15.6
20	2.31	2.0	17.3

Приспособување на распоредот за наводнување/залевање

Приспособување за периодите кога на растението му треба помалку вода



Распоредот за наводнување, кој се добива со употреба на Табела 2.13, важи за периодите кога растението има потреба од многу вода; со други зборови во фазата на зрелост.

Во текот на раниот раст, кога растенијата се мали, потребата од вода е помала во споредба со зрелата фаза. Поради тоа, во раните фази на раст растението може да се наводнува со иста динамика како во сезоната со најголема потреба, но со помали количини вода. Ризично е да се залева со истото количество вода како во зрелата фаза, а тоа да се прави поретко; младите растенија може да страдаат за вода бидејќи нивните корења не се способни да ја преземаат водата од долните слоеви на кореновиот систем.

На културите кои се жнеат/берат суви или оние кои треба да изумрат пред берба (на пример пченката) им треба помалку вода во текот на доцната фаза отколку во зрелата фаза (кога им треба најмногу вода). Во текот на доцната фаза, корењата на растенијата се целосно развиени и поради тоа истото количество вода може да се чува во кореновиот систем како и во зрелата фаза. Поради тоа може во доцната фаза да се наводнува поретко, но со истата длабочина на наводнување (истото количество вода) како и во периодот кога на растенијата им треба најмногу вода.

Накратко, за да заштедиме вода, во раната фаза од развојот на растението, може да се наводнува со помалку вода отколку во периодот кога растението има потреба од најмногу вода. Во текот на доцната фаза може да се наводнува поретко, особено доколку бербата/жетвата се врши на суво растение.

Кога се прилагодува распоредот за наводнување за периодите кога на растението му треба помалку вода секогаш треба да се има предвид дека распоредот за наводнување треба да е едноставен, особено ако станува збор за површински системи за наводнување кои ги користат голем број на земјоделци. Често пати може да е потребно да се разговара со земјоделците, пред да се усвои распоредот за наводнување/залевање, да се разгледаат различните можности и да се дојде до договор со кој сите ќе бидат задоволни.

Прилагодување за клими каде многу врне во фазата на раст

Распоредот добиен од Табела 2.13 се заснова на претпоставката дека во фазата на раст врне малку или речиси воопшто не врне. Ако многу врне во текот на фазата на раст, распоредот мора да се прилагоди: обично со оставање повеќе време помеѓу деновите кога се наводнува. Исто може да се намали и нето длабочината на наводнување. Тешко е да се оцени како и колку треба да се прилагодат времето и длабочината на наводнување. Поради тоа, доколку врне многу во сезоната на раст на растението, се предлага да се користи методот со едноставна пресметка, наместо методот за проценка. Покрај ова, можно е да се прилагоди распоредот на наводнување на реалните врнежи, како што е опишано во продолжение.

Овој метод за утврдување на распоредот за наводнување/залевање може да се користи само ако нема големи врнежи во текот на сезоната на раст на растението. Методот со едноставна пресметка се заснова на просечното количество вода за наводнување кое му е потребно на растението, кое се добива кога од вкупната потреба за вода на растението ќе се одземе количината ефективни врнежи. Овој метод се користи кога се проектира и спроведува систем за наводнување кој има ротациско водоснабдување: секоја нива добива определено количество вода на датуми кои се однапред утврдени. Ротациското водоснабдување ги зема предвид само просечните врнежи а не и реалните врнежи во конкретниот момент; поради што доаѓа до прекумерно наводнување во повлажни години и помало наводнување во посуви години. Кај површинските системи за наводнување најчесто се користи овој ротациски метод.



Има и други методи за водоснабдување со кои водата се дистрибуира согласно потребите. На тој начин земјоделецот може да побара вода кога има потреба за тоа. Во ваков случај можно е да се земат предвид реалните врнежи во моментот и со тоа да се даде точното количество вода кое е потребно и во посуви и во повлажни години. Со овој метод на распоредување на наводнувањето, врнежите мора да се мерат секојдневно (види Анекс I). Нето длабочината на наводнување (d net) мора да се утврди во согласност со методот за наводнување кој се користи. Покрај ова, мора и секојдневно да се знае колку вода му треба на растението за секој месец од сезоната на раст. Штом недостигот на акумулирана вода ја надмине вредноста на нето длабочината на наводнување, се залева.

Подолу е даден пример за состојба во која потребата на растението за вода (CWN) е 8 mm/ден а нето длабочината на наводнување (d net) е 45 mm. Штом акумулираниот дефицит ја надмине вредноста на d net (= 45 mm), се залева. Имајте предвид дека „дефицитот“ никогаш не може да биде позитивен; најмногу може да биде нула.

day	CWN (mm/day)	Rain (mm)	d net (mm)		Accumulated deficit (mm)
1	8	-	-		-8
2	8	-	-	(-8-8)	-16
3	8	-	-	(-16-8)	-24
4	8	-	-	(-24-8)	-32
5	8	-	-	(-32-8)	-40
6	8	-	45	(-40-8+45)	-3
7	8	-	-	(-3-8)	-11
8	8	12	-	(-11-8+12)	-7
9	8	24	-	(-7-8+24)	0
10	8	-	-	(0-8)	-8
11	8	-	-	(-8-8)	-16
12	8	-	-	(-16-8)	-24
13	8	4	-	(-24-8+4)	-28
14	8	-	-	(-28-8)	-36
15	8	-	-	(-36-8)	-44
16	8	-	45	(-44-8+45)	-7
17	8	-	-	(-7-8)	-15
etc.					

Во горниот пример на прилагодувањето на распоредот на наводнување на реалните врнежи, се залева на 6 ден, на 16 ден итн., и секогаш нето длабочината на наводнување (количината вода) е 45 mm.

Прилагодување за локалните начини на наводнување или за методите за наводнување (залевање) кои се користат

Може да се случи нето длабочината на наводнување која ја има во Табела 3 да не одговара за локалните услови. Може да се случи и на пример, да се инфилтрираат 70 mm со методот на наводнување кој се користи локално. Тестовите може да покажале дека е можно да се инфилтрира околу 50 mm на секое наводнување/залевање. Во такви случаи и нето длабочината на наводнување и интервалот мора истовремено да се прилагодуваат. На пример, да претпоставиме дека пченката се одгледува на глинеста почва во умерена клима. Според Табела 2.13, интервалот е 10 дена а нето длабочината на наводнување е 70 mm. Ова одговара на потреба за вода за наводнување од $70/10 = 7$ mm/ден. Наместо да се даваат 70 mm на секои 10 дена, може да се направи и следното:

- 63 mm на секои 9 дена



- 56 mm на секои 8 дена
- 49 mm на секои 7 дена
- 42 mm на секои 6 дена итн.

Ова значи дека во горниот пример интервалот од седум дена е избран со нето длабочина од 49 mm.

Прилагодување за плитки почви

Почвата која е плитка може да складира само малку вода, дури и кога почвата е глинеста. За плитки почви - песокливи, иловица или глинеста - треба да се користи колоната од Табела 2.13 со наслов „плитки и/или песокливи почви“.

Прилагодување за почви подложни на осолување

Доколку се наводнуваат почви подложни на осолување треба посебно да се внимава на распоредувањето на наводнувањето. За оваа тема може да се прочита во Прирачникот на ФАО за одводнување и соленост.

МЕТОД СО ЕДНОСТАВНА ПРЕСМЕТКА

Во овој дел објаснет е методот со едноставна пресметка за распоредување на наводнувањето; **овој распоред се однесува на целата сезона на раст на растението**. Потоа е објаснето како да го прилагодите распоредот во периодот кога на растението му треба најмногу вода.

Методот со едноставна пресметка за распоредување на наводнувањето/залевањето се заснова на проценка на длабочината на (во mm) на наводнувањето и на пресметаната потреба за наводнување за културата во сезоната на раст.

За разлика од претходниот метод со проценка, овој метод се заснова на пресметување на потребите од вода за наводнување. Поради тоа, влијанието на климата, односно на температурата и на врнежите се пресметува попрецизно. Резултатите од методот со едноставна пресметка поради ова се и поточни во споредба со методот на проценка.

Методот со едноставна пресметка за распределување на наводнувањето/залевањето се состои од 4 чекори кои се објаснети во продолжение:

- **Чекор 1:** Се проценува нето и бруто длабочината на наводнување (d) во mm.
- **Чекор 2:** Се пресметува потребата за вода за наводнување (IN) во mm, за целата сезона на раст.
- **Чекор 3:** Се пресметува бројот на наводнувања во текот на целата сезона.
- **Чекор 4:** Се пресметува интервалот на наводнување во денови (на колку дена се наводнува).

Чекор 1: Се проценува нето и бруто длабочината на наводнување (d) во mm.

Нето длабочината на наводнување подобро се определува локално преку проверка на тоа колку вода се користи за секое залевање со локалните практики. Доколку нема такви локални податоци, тогаш може да се користи Табела 2.14 за да се процени нето длабочината на наводнување (d net), во mm. Како што може да се види од табелата, нето длабочината на наводнување се претпоставува дека зависи само од длабочината на коренот на растението и од видот на почвата. Мора да се истакне дека вредностите на d net во табелата се само приближни вредности. Исто така длабочината на коренот е најдобро локално да се определи. Ако нема податоци, може да се користи Табела 2.15 која може да покаже која е длабочината на коренот за главните полјоделски култури.



Табела 2-15 Приближни нето длабочини на наводнување, во mm

	Shallow rooting crops	Medium rooting crops	Deep rooting crops
Shallow and/or sandy soil	15	30	40
Loamy soil	20	40	60
Clayey soil	30	50	70

Табела 2-16 Приближна длабочина на коренот за главните полјоделски култури

Shallow rooting crops (30-60 cm):	Crucifers (cabbage, cauliflower, etc.), celery, lettuce, onions, pineapple, potatoes, spinach, other vegetables except beets, carrots, cucumber.
Medium rooting crops (50-100 cm):	Bananas, beans, beets, carrots, clover, cacao, cucumber, groundnuts, palm trees, peas, pepper, sisal, soybeans, sugarbeet, sunflower, tobacco, tomatoes.
Deep rooting crops (90-150 cm):	Alfalfa, barley, citrus, cotton, dates, deciduous orchards, flax, grapes, maize, melons, oats, olives, safflower, sorghum, sugarcane, sweet potatoes, wheat.

Растението не може да ја искористи сета вода која се пушта во полето. Дел од водата се губи поради длабинска перколација и истекување. За да се земе предвид и ова, се користи вредност за ефикасност на заливање (теренска апликација) (ea). За повеќе информации за ефикасноста на наводнувањето, видете го Анекс II. Бруто длабочината на наводнување (d gross), во mm, ја зема предвид загубата на вода во текот на наводнувањето и се определува со следната

$$d_{gross} = \frac{100 \cdot d_{net}}{ea}$$

формула:

Каде d gross = бруто длабочина на наводнување во mm

d net = нето длабочина на наводнување во mm

ea = ефикасност на залевањето (теренската апликација) во проценти

Ако има сигурни локални податоци за ефикасноста на залевањето (теренската апликација), тогаш тие треба да се користат. Ако нема такви податоци, може да се користат следните вредности:

- за површинско наводнување: ea = 60%
- за наводнување со прскалки: ea = 75%
- за капка по капка: ea = 90%

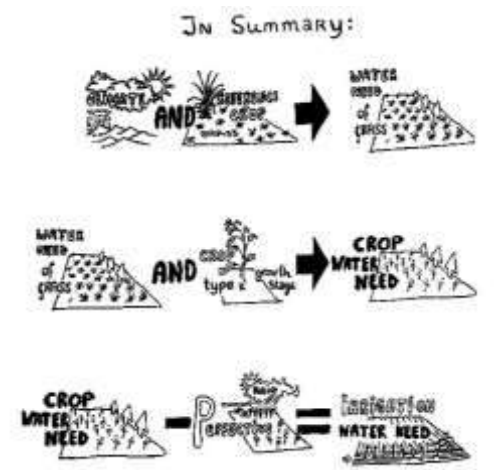
Ако на пример, доматиите растат на иловица, табелите 2.14 и 2.15 покажуваат дека проценетата нето длабочината на наводнување е 40 mm. Ако се користи наводнување со бразди ефикасноста на залевањето (теренската апликација) е 60% и бруто длабочината на наводнување се утврдува на следниот начин:

$$d_{gross} = \frac{100 \cdot 40}{60} = 67 \text{ mm} = \text{rounded } 65 \text{ mm}$$

Чекор 2: Се пресметува потребата за вода за наводнување (IWN) во mm, за целата сезона на раст.

Пресметката на потребата за вода за наводнување е опишана во дел 2.3.3

Да претпоставиме дека потребата за вода за наводнување (во mm/месечно) за домати, засеани на 1 февруари и кои ќе се





берат на 30 јуни, како што се пресметува во дел 2.3.3 и земајќи ги предвид и ефективните врнежи е следната:

КУЛТУРА Домати засеани на 1 февруари					
(Вредности во mm/месец)	Фев	Март	Април	Мај	Јуни
Et на културата или CWN	69	123	180	234	180
Ефективни врнежи	2	13	14	39	0
Потреба за вода од наводнување	67	110	166	195	180

Потребата од вода од наводнување за домати за вкупната сезона (февруари-јуни) е $(67 + 110 + 166 + 195 + 180 =) 718$ mm. Ова значи дека вкупно за целата сезона на раст во полето мора да се донесе нето воден слој од 718 mm. Ако нема податоци за потребите за вода за наводнување, треба да се користи методот за проценка (Дел 3.2).

Чекор 3: Се пресметува бројот на наводнувања во текот на целата сезона.

Бројот на наводнувања во текот на целата сезона на раст може да се добие ако се подели потребата за вода за наводнување во текот на целата сезона на раст (чекор 2) со нето длабочината на наводнување по залевање (чекор 1).

Ако нето длабочината за секое наводнување е 40 mm ($d_{net} = 40$ mm; чекор 1), и потребата од вода за наводнување во текот на сезоната на раст е 718 mm (чекор 2), тогаш потребни се вкупно $(718/40 =) 18$ залевања.

Чекор 4: Се пресметува интервалот (INT) на наводнување во денови (на колку дена се наводнува).

Така се гледа дека потребни се вкупно 18 наводнувања. Вкупната сезона на раст на домати е 5 месеци (февруари - јуни) или $5 \times 30 = 150$ дена. Осумнаесет залевања во 150 дена одговара на едно залевање на секои $150/18 = 8,3$ дена.

Со други зборови, времето кое треба да помине помеѓу две залевања е 8 дена. За да бидеме сигурни, интервалот секогаш се заокружува на цела бројка, на пример 7,6 се заокружува на 7 дена; 3,2 се заокружува на 3 дена.

ЗАКЛУЧОК

Во овој пример, распоредот за наводнување за домати е следен:

$d_{net} = 40$ mm

$d_{gross} = 65$ mm

интервал = 8 дена

Прилагодување на методот со едноставна пресметка на периодот кога на растението му треба најмногу вода

Кога се користи методот со едноставна пресметка за да се распредели наводнувањето, пожелно е да се увериме дека растението нема да страда за вода во месеците кога му треба најмногу вода.



На пример во горниот пример интервалот за наводнување е 8 дена, а нето длабочината на наводнување е 40 mm. Така на секои 30 дена (или еднаш месечно): се пуштаат $30/8 \times 40 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$ вода. Количеството вода кое се пушта секој месец (d net) треба да се спореди со количеството на потребна вода од наводнување за конкретниот месец (IWN).

Резултатот е прикажан подолу. Вредноста "IN" ја претставува потребата за вода од наводнување, додека "d net" претставува количество на вода во залевањето. Вредноста "d net - IN" покажува дали е искористено премалку или премногу вода:

КУЛТУРА Домати засени на 1 февруари						
(Вредности во mm/месец)	Фев	Март	Април	Мај	Јуни	Вкупно
Et на културата или CWN	69	123	180	234	180	786
Ефективни врнежи	2	13	14	39	0	68
Потреба за вода од наводнување IWN	67	110	166	195	180	718
d net	150	150	150	150	150	750
d net – IWN	83	40	-16	-45	-30	32

Вкупното нето количество на искористена вода за наводнување (750 mm) е повеќе од доволно за да се покрие целосната потреба од вода за наводнување (718 mm). Сепак, во февруари и март искористено е премногу вода, додека во април, мај и јуни премалку.

Треба да се внимава да не се користи премалку вода во периодот кога на растението му треба најмногу вода што е вообичаено фазата на раст на растението кога тие се најчувствителни на недостиг на вода.

За да се надмине ризикот да нема вода кога е најмногу потреба, можно е да се подобри методот со едноставна пресметка преку анализа само на месеците кога има најмногу потреба за вода и ако интервалот (периодот меѓу наводнувањата) се утврдува само врз основа на периодот кога треба најмногу вода.

Во примерот за домати, тоа значи да се гледаат само април, мај и јуни:

Месеци кога има потреба од најмногу вода за наводнување				
	Април	Мај	Јуни	Подзбир
Потреба за вода од наводнување IWN	166	195	180	541

Вкупната потреба за вода од наводнување од април до јуни (90 дена) е 541 mm, додека нето длабочината на наводнување 40 mm. Поради тоа потребни се $541/40 = 13.5$ (заокружено на 14) залевања. Четиринаесет залевања во 90 дена значи по едно залевање на секои 6,4 (заокружено 6) дена. Пресметано на овој начин, распоредот за наводнување за домати би бил:

d net = 40 mm
d gross = 65 mm
интервал = 6 дена



Во текот на вкупниот период на раст од 150 дена, ова значи $150/6 = 25$ залевања, секое со 40 mm net и со тоа вкупно $25 \times 40 = 1000$ mm.

Вкупниот резултат од прилагодување на распоредот за наводнување на месеците кога има најголема потреба од вода е прикажан подолу:

КУЛТУРА Домати засеани на 1 февруари						
(Вредности во mm/месец)	Фев	Март	Април	Мај	Јуни	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	67	110	166	195	180	718
d net	200	200	200	200	200	1000
d net – IWN	133	90	34	5	20	282

На овој начин се избегнува недостиг на вода во месеците кога е најпотребна, но од друга страна исто така имаме и повеќе вода која се троши во целата сезона.

Можно е да се комбинираат двата распореди. На овој начин дел од водата ќе се заштеди и нема да има недостиг на вода во периодот кога е најпотребна, но е малку покомплицирано за земјоделците.

Резултатот од комбинираниот распоред за наводнување за целата сезона е следниот:

КУЛТУРА Домати засеани на 1 февруари						
(Вредности во mm/месец)	Фев	Март	Април	Мај	Јуни	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	67	110	166	195	180	718
d net	150	150	200	200	200	900
d net – IWN	83	40	34	5	20	182

Да заклучиме:

фев-март

- d net = 40 mm
- d gross = 65 mm
- интервал = 8 дена

април-мај-јуни

- d net = 40 mm
- d gross = 65 mm
- интервал = 6 дена

Пример за пресметка на распоредот за наводнување

ПРАШАЊЕ: Утврдете го распоредот за наводнување за кикирики:

1. Врз основа на вкупниот период на раст.
2. Врз основа на месеците кога има потреба од најмногу вода за наводнување.
3. Врз основа на комбинација на двата распореди дадени погоре (1 и 2).

АКО:

Култура: кикирики

Вид на почва: иловица

Метод на наводнување: со бразди



Ефикасност на залевањето (теренската апликација): 60%

Вкупен период на раст: 130 дена

Датум на засејување: 15 јули

Потреба од вода од наводнување (IWN):

Датум на засејување на КУЛТУРАТА кикирики 15 јули						
(Вредности во mm/месец)	јули*	авг	сеп	окт	ное**	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	38	115	159	170	45	527

* од 15 јули
** до 25 ноември

ОДГОВОР 1: распоред за наводнување на кикирики, врз основа на вкупниот период на растење

Чекор 1: Утврдете ја нето и бруто длабочината (d) во mm на наводнувањето

Табелата 2.15 покажува дека кикириците имаат средна длабочина на коренот. Бидејќи растат на иловица, нето длабочината на наводнување (d net) ќе биде околу 40 mm (Табела 2.14). Ефикасноста на залевањето (теренската апликација) (ea) е 60%.

Бруто длабочината на наводнување (d gross) може да се пресмета со употреба на следната формула:

$$d_{gross} = \frac{100 \cdot d_{net}}{ea} \quad d_{gross} = \frac{100 \cdot 40}{60} = 67 \text{ mm (rounded to nearest 5 mm: 65 mm)}$$

Чекор 2: Се пресметува потребата за вода од наводнување (IWN) во mm, за целата сезона на раст.

Потребата за вода од наводнување во текот на целата сезона на раст од 130 дена (15 јули – 25 ноември) е $38 + 115 + 159 + 170 + 45 = 527 \text{ mm}$ (види податоци).

Чекор 3: Се пресметува бројот на залевања во текот на целата сезона.

Бројот на залевања е еднаков на потребата за вода од наводнување за сезоната (чекор 2) поделен со нето длабочината на наводнување (чекор 1). Така бројот на залевања е $527/40 = 13,2 =$ заокружено на 13 залевања.

Чекор 4: Се пресметува интервалот на наводнување во денови (на колку дена се залева).

Во вкупен период на раст од 130 дена се наводнува вкупно 13 пати. Поради тоа интервалот е $130/13 = 10$ дена.

ДА ЗАКЛУЧИМЕ:

Распоредот за наводнување на кикирики, врз основа на вкупниот период на растење е:

d net = 40 mm

d gross = 65

интервал = 10 дена

Споредбата меѓу потребната вода од наводнување (IWN) и искористената вода за наводнување (d net) е дадена подолу:



Датум на засејување на КУЛТУРАТА кикирики 15 јули						
(Вредности во mm/месец)	јули*	авг	сеп	окт	ное**	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	38	115	159	170	45	527
d net	60	120	120	120	100	520
d net – IWN	22	5	-39	-50	55	-7

* јули: Само 15 дена, бидејќи датумот на засејување е 15 јули
ное** 25 дена само, бидејќи бербата завршува на 25 ноември

ОДГОВОР 2: Распоред за наводнување за кикирики врз основа на потребата за вода во периодот кога таа најмногу му треба на растението
Како што може да се види од табелата погоре, месеците во кои најмногу има потреба од вода се септември и октомври. Во овој пример распределбата на наводнувањето ќе се заснова на овие два месеца.

Чекор 1: Проценете ја нето и бруто длабочината (d) во mm на наводнувањето. Нето и бруто длабочината (d) се пресметува на ист начин како во Одговорот 1.

Така:

d net = 40 mm

d gross = 65 mm (заокружено)

Чекор 2: Пресметајте ја потребата за вода од наводнување во текот на месеците кога има најголема потреба за вода.

Такви се септември и октомври и во текот на овие два месеца, IWN (159 + 170) = 329 mm.

Датум на засејување на КУЛТУРАТА кикирики 15 јули			
(Вредности во mm/месец)	сеп	окт	Вкупно
Потреба за вода за наводнување IWN	159	170	329

Чекор 3: Пресметајте го бројот на залевања во текот на овие месеци кога има најмногу потреба од вода

Така бројот на наводнувања е $329/40 = 8,2 =$ заокружено на 8 наводнувања.

Чекор 4: Се пресметува интервалот на наводнување во денови (на колку дена се наводнува).

8 залевања во текот на месеците септември и октомври, значи во текот на 60 дена:

интервал = $60/8 = 7,5 =$ заокружено на 7 дена.

ДА ЗАКЛУЧИМЕ:

Распоредот за наводнување за кикириците врз основа на потребата за вода во периодот кога таа најмногу му треба на растението, е:

d net = 40 mm

d gross = 65 mm

интервал = 7 дена

Споредбата меѓу потребната вода од наводнување (IN) и искористената вода од наводнување (d net) е дадена подолу:



Датум на засејување на КУЛТУРАТА кикирики 15 јули						
(Вредности во mm/месец)	сеп	окт	сеп	окт	ное**	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	38	115	159	170	45	527
d net	85	170	170	170	140	735
d net – IWN	47	55	11	0	95	208

* јули: Само 15 дена, бидејќи датумот на засејување е 15 јули, **Ное: 25 дена само, бидејќи бербата завршува на 25 ноември

Нема недостиг на вода во овие месеци, но вкупното количество на вода кое се искористува е високо.

ОДГОВОР 3: Распоредот за наводнување за кикирики со комбинација на претходните два распореди

Можно е да се комбинираат двата распореди кои се добиени во одговор 1 и одговор 2. За периодот во кој нема потреба од најмногу вода, се користи распоредот во Одговор 1. За периодот во кој најмногу има потреба од вода, се користи распоредот во Одговор 2. Резултатот е прикажан подолу.

Датум на засејување на КУЛТУРАТА кикирики 15 јули						
(Вредности во mm/месец)	сеп	окт	сеп	Окт	ное**	Вкупно
Потреба за вода од наводнување IWN	38	115	159	170	45	527
d net	60	120	170	170	100	620
d net – IWN	22	5	11	0од	55	93

јули, август, ноември

- d net = 40 mm
- d gross = 65 mm
- интервал = 10 дена

септември, октомври

- d net = 40 mm
- d gross = 65 mm
- интервал = 7 дена

Слично на ова, други распореди може да се утврдат со помош на проба и грешка. Целта треба да биде најдобро да се усогласи потребното количество вода со количеството кое во реалност се користи. Распоредите добиени на тој начин, не би требало да се многу комплицирани за земјоделците да ги применат.



2.5 УТВРДУВАЊЕ НА РАСПОРЕДОТ ЗА НАВОДНУВАЊЕ ЗА ОРИЗОВИ ПОЛИЊА

Оризот обично се одгледува во базени кои се поплавени со вода во најголем дел од сезоната на раст. Главната причина за поплавување на оризовите полиња е што најголем дел од сортите ориз подобро растат и даваат поголем принос кога растат на поплавени почви, отколку кога растат во суви почви. Поради слојот вода, се намалува и развојот на пирејот и тревата. Утврдувањето на потребите за вода од наводнување и распределувањето на наводнувањето за оризовите полиња е посебен случај. Тоа може да се погледне во (Brouwer et al, 1989)

2.6 ПОТРЕБИ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ СТОПАНСТВА ИЛИ НА СИСТЕМИТЕ ЗА НАВОДНУВАЊЕ (НОЕВЕНААРС ЕТ АЛЛ, 1992)

2.6.1 ШЕМА ЗА КУЛТИВАЦИЈА

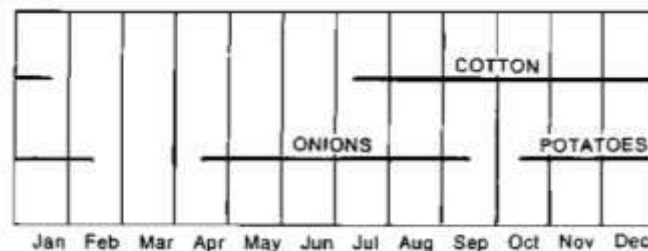
На едно земјоделско стопанство, или на некоја поголема површина може да има повеќе од една култура која се одгледува истовремено. За оваа шема, потребата од вода за наводнување може да се пресмета врз основа на шемата за култивација на конкретната нива. Шемата за култивација, или распоредот на садење на една наводнувана површина дава информации за три важни елементи (барем за една сезона):

- кои култури се одгледуваат
- кога се одгледуваат
- колку хектари има под секоја култура.

Овие информации се запишуваат, детално, на пример за површината која еден земјоделец ја обработува во текот на една година, и од оваа евиденција се појавува шемата (модел). На пример, шемата за култивација на нивата А:

- кромид кој се засадува од 15 април до 15 септември на 1 ha
- компири од 15 октомври до 15 февруари на 1/2 ha, на истата нива како и кромидот
- памук од 10 јули до 20 јануари на 1 и 1/2 ha

Информациите за видот на културата и времето на култивација може да се претстават во линиски дијаграм.

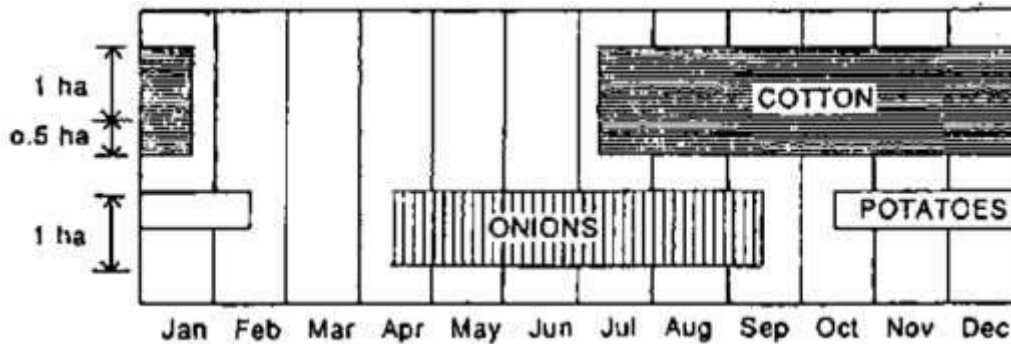


Слика 2-37 Линиски дијаграм на календарот за култивација на една нива

Овој дијаграм за календарот на култивација покажува дека земјоделецот А почнува да одгледува кромид на средината на април и го бере на средината на септември. За еден месец ќе ги засее компирите на истата нива, кои очекува да ги ископа во средината на февруари. Истиот земјоделец има втора нива на која одгледува памук во период од шест месеци од средината на јули до крајот на јануари следната година.



Ако мора да се покаже површината под секоја култура, линиите кои ги претставуваат поединечните култури треба да се заменат со столпчиња од кои секое столпче е мерка за површината под секоја култура. Во примерот подолу, на пример површината од еден хектар е претставена со висина на столпчето 0,5 сантиметри. Должината на столпчето ја покажува површината на која се одгледува таа култура. Дијаграмот со овие столпчиња а не со линии се нарекува шема на култивација.



Слика 2-38 Столбестиот дијаграм е пример на шема за култивација на еден земјоделец/земјоделско стопанство

На Сликата се гледа дека земјоделецот А одгледал 1 и 1/2 ха памук од 10 јули до 20 јануари, 1 ха кромид од средината на април до средината на септември и 1/2 ха компири од средината на октомври до средината на февруари.

Дијаграмот може да покажува повеќе датуми, како на пример датумот кога е фрлено ѓубриво и периодите кога е корнета тревата или кога е пресадувана културата. Исто така можно е да се исцрта шемата за култивација на дијаграм за поголеми површини, вклучително и за група на земјоделци, или за цел систем за наводнување. Единствената разлика е што кај едно земјоделско стопанство, се претпоставува дека културата е посеана или засадена на еден конкретен ден. Истата претпоставка не може да се направи во случај на поголем систем за наводнување. Всушност има неколку причини зошто земјоделците во еден систем за наводнување не сеат/садат сите во исто време:

- работниците и машините кои се потребни за да се подготви земјиштето ги нема доволно и обично треба да се чека на ред;
- земјоделецот не е подготвен поради другите активности па го одложува сеењето/садењето;
- исто така, невозможно е сите ниви кои се дел од еден систем за наводнување да се снабдат со вода во исто време, што ќе биде потребно ако сите садат/сеат во ист ден. Колку е поголема површината под системот за наводнување, толку повеќе време ќе биде потребно да се покријат сите ниви.

Поради тоа култивацијата на културите на нивите кои се дел од системот за наводнување се распределуваат низ определен временски период. Ова се нарекува распоредена култивација или распоредена шема за култивација.

2.6.2 МЕТОДИ ЗА ПРЕСМЕТКА

АПРОКСИМАТИВЕН МЕТОД

Апроксимативниот метод за утврдување на бруто потребата од наводнување на едно земјоделско стопанство или систем (SINgross) претпоставува дека има константна просечна



потреба од наводнување, INnet, во текот на целата сезона. Наједноставната стандардна вредност на INnet е 1 литар на секунда на хектар. Ова е еквивалент од дневна потреба за вода од 8.6 mm. Кога дневната потреба за вода е 4.3 mm, потребата од наводнување би била 0.5 l/s. Како и најголемиот број приближни правила, ова правило треба внимателно да се применува. Вредностите на INnet за жешки и суви клими може да бидат за три пати повисоки од оние во влажни климатски услови. Типичните вредности се претставени во Табела 2-17.

Табела 2-17 Приближни просечни вредности на innet за различни климатски услови и за ориз

Humid tropical climate	0.5 l/s/ha
Monsoon climate wet season	0.5 l/s/ha
Monsoon climate dry season	1.0 l/s/ha
Semi-arid climate wet season	1.0 l/s/ha
Semi-arid climate dry season	1.5 l/s/ha
Arid climate	1.5 l/s/ha
Rice	1.5 l/s/ha

Приближната вредност на потребата за наводнување за целото подрачје, SINnet може да се пресмета преку множење на INnet со површината на подрачјето во хектари. Поради тоа равенката со која се добива приближната нето потреба од наводнување за системот е:

$$\text{SINnet (l/s)} = \text{Површина (ha)} \times \text{INnet (l/s/ha)}$$

ПРИМЕР: Површината на земјоделското стопанство или на системот за наводнување на кој се одгледуваат неколку култури е 5 ha. Проценетата нето потреба за наводнување е 1 l/s/ha. Поради тоа, SINnet за целиот систем би бил:

$$5 \text{ (ha)} \times 1 \text{ (l/s/ha)} = 5 \text{ (l/s)}$$

Нето потребата за наводнување на целиот систем, SINnet е количината вода која е потребна за целиот систем, минус ефективните врнежи. Водата која се губи при испорака мора да се додаде пред да може да се утврди бруто потребата од наводнување за системот, SINGross.

SINGross се пресметува преку делење на SINnet со вкупната ефикасност на системот за наводнување (e), кој е производ на ефикасноста за пренос (ec) и ефикасноста на залевањето (теренската апликација (ea)). Темата за ефикасноста на наводнувањето се разгледува подетално во Анекс II.

Ако ефикасноста на пренос е околу 85% и ефикасноста на залевањето околу 60%, тогаш севкупната ефикасност на наводнувањето на површината е околу 50%. Штом е позната ефикасноста на наводнувањето на системот (e, изразена во проценти), SINGross може да се пресмета со следната формула:

$$\text{SINGross (l/s)} = 100/e \times \text{SINnet (l/s)}$$

Оваа формула покажува дека ефикасноста паѓа, односно повеќе вода мора да се доведува за да се задоволи потребата од наводнување на некој систем.

ПРИМЕР: Системот за наводнување или земјоделското стопанство со површина од 7 ha кое се наоѓа во полусуво подрачје се наводнува во текот на сувата сезона.



Просечната вредност на INnet може да се оцени како 1.5 l/s/ha (види Табела 2.16). Вкупната нето потреба од наводнување на системот е: Површината по INnet од што излегува $7 \times 1.5 = 10,5$ l/s. Ефикасноста на наводнување е 50% и поради тоа SINgross е еднакво на $100/e \times \text{SINnet}$, што пак е еднакво на $100/50 \times 10,5$, или 21,0 l/s.

SIN gross и SIN net се изразени како **ПОСТОЈАН ПРОТОК** во литри на секунда. Ова значи дека истиот проток на вода се доведува постојано, секунда по секунда, час по час, и ден по ден без прекин во текот на целата сезона на раст.

Сепак, водата не се снабдува секогаш постојано. Ако водата за наводнување се обезбедува само во 12 од можни 24 часа на ден, тогаш во текот на тие 12 часа мора да се пушти два пати повеќе вода за да се обезбеди истото вкупно количество.

Понатаму, ако наводнувањето не се прави секој ден, мора да се обезбедува повеќе вода во деновите кога се наводнува со цел да се одржи истото вкупно неделно количество.

Оперативни критериуми

Соодносот на часови во текот на еден ден и деновите во текот на неделата во кои функционира системот за наводнување, во овој Прирачник за нарекуваат **оперативни критериуми**. Со користење на овие оперативни критериуми, може да се утврди водата потребна за конкретен систем за наводнување со употреба на следната формула:

$$\text{SIN}_{\text{op}} \text{ (l/s)} = \text{SIN}_{\text{gross}} / T_{\text{op}}$$
$$T_{\text{op}} = d/7 \times h/24$$

каде:

SINop = потреба за вода за наводнување за системот

Top = оперативни критериуми

d = број на денови во кој се наводнува неделно

h = број на часови во кој се наводнува дневно

SINgross = бруто потреба за наводнување на системот

Формулата погоре покажува дека колку помалку број на наводнувања неделно или часа дневно во кои се наводнува, толку поголемо количество вода во системот треба да има, односно поголем треба да биде капацитетот на системот за наводнување.

МЕТОД СО ШЕМА НА КУЛТИВАЦИЈА

Кога има прецизни податоци за култивацијата и за климата, може да се направат многу попрецизни предвидувања на бруто потребата од наводнување на целиот систем, SINgross, додека оперативната потреба на системот за наводнување, SINop, може добро да се прилагоди на реалната потреба од наводнување. Сепак, кога со еден систем се наводнуваат многу култури, овој попрецизен метод бара и попрецизни пресметки. Примерот со методот на пресметување е објаснет во овој дел за да им помогне на теренските техничари и на лицата кои даваат поддршка на земјоделците да ги разберат и да се запознаат со основните начела и основните елементи кои се потребни за да се пресметаат потребите од вода во системот.



Пресметката на поединечната потреба за наводнување за некоја култура, IN_{net} , веќе беше објаснета. Со употреба на оваа пресметка како почетна точка, која завршува со нето потребата од наводнување на поединечна култура изразена во милиметри водена длабочина на месец ($mm/mесец$), во овој дел ќе се фокусираме на утврдување на нето потребата од наводнување на земјоделското стопанство или на целиот систем за наводнување со различни култури во текот на годината SIN_{net} (во литри на секунда).

Потреба од наводнување на земјоделското стопанство или на системот со една култура

Да претпоставиме дека 60 ha кромид се засадени во систем за наводнување од 150 ha и дека засадувањето на кромидот е распоредено рамномерно во текот на еден месец. Засадувањето започнува на 1 април и завршува на 30 април.

Потребата од вода за наводнување на кромидот кој прв е засаден во текот на месец април е 98 mm, што е 3,3 mm/ден за 30 дена. Кромидот кој нема да се засади до 15 април, нема потреба од вода во првите 15 дена од април. За преостанатите 15 дена од април, потребата за вода за наводнување е $15 \times 3,3$ mm, или 49 mm. Кромидот кој ќе се засади во последните денови од април воопшто нема потреба од вода за наводнување во април.

Овој пример покажува дека потребата за вода за наводнување на кромидот кој е засаден помеѓу кромидот кој е засаден најрано и тој што е засаден најдоцна исто така се наоѓа на средина помеѓу потребата за вода на кромидот засаден најрано и тој засаден најдоцна. Генерално, просечната потреба од вода за наводнување на површината засадена со кромид, или со некоја друга култура, е просек од потребата за вода за наводнување од најрано засадениот кромид (IN_e) и потребата за вода за наводнување од тој кој е најдоцна засаден (IN_1). Ова исто така е изразено и со формулата подолу:

$$IN_{av} = \frac{IN_e + IN_1}{2} \text{ (mm / month)}$$

Оваа месечна потреба од вода за наводнување, IN_{av} , е претставена како слој од вода кој се нанесува во текот на тој месец на определена површина. Сепак, протокот на вода не се изразува реално во милиметри вода кои покриваат определена површина во определен временски период, туку во литри во секунда или кубни метри во секунда. Поради тоа IN_{av} на месец треба да се конвертира во тековниот проток на вода за наводнување. SIN_{net} во литри во секунда (нето потребата од наводнување во системот) може да се пресмета на следниот начин:

$$SIN_{net} = \frac{IN_{av} \text{ (mm / month)} \times Area \text{ (ha)} \times 10\,000 \text{ (l / mm.ha)}}{30 \text{ (days / month)} \times 86\,400 \text{ (s / day)}} \text{ (l / s)}$$

Или

$$SIN_{net} = \frac{IN_{av} \text{ (mm / month)} \times Area \text{ (ha)}}{260} \text{ (l / s)}$$

Кога мора да се утврди месечната потребата од наводнување на подрачје со распределена култивација, мора да се пресмета потребата од наводнување на културите кои се засадуваат први и тие кои се засадуваат последни.

ПРЕТПОСТАВКИ:

Култура: Најрано засадување на сув кромид: 1 април

Вкупна површина: 60 ha Последно засадување: 30 април



Времетраење на фазите на раст на културата и Фактори на културата: (Кс)

Првична фаза: 15 дена Кс 0,5

Фаза на развој на културата: 25 дена Кс 0,75

Фаза на зрелост: 70 дена Кс 1,05

Доцна фаза: 40 дена Кс 0,85

Potential Evapotranspiration (ET_0) in the example location:

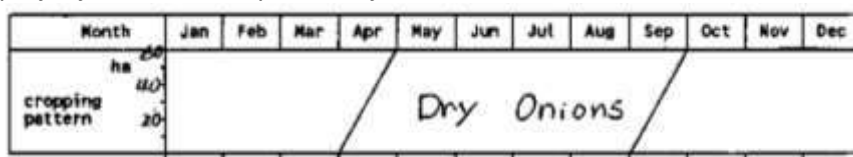
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ET_0 (mm/day)	4.7	5.1	5.2	5.6	5.7	6.1	5.8	5.5	5.6	5.2	4.3	4.6

Effective rainfall (P_e) in the example place:

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P_e (mm/mon)	1	3	7	10	12	13	72	82	16	7	1	0

ПРЕСМЕТКА:

Чекор 1: Исцртајте ја шемата за култивација.



Чекор 2: Пресметајте го IN_e согласно објаснетиот метод.

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ET_0 (mm/day)				5.6	5.7	6.1	5.8	5.5				
Growth stages				IS* DS*	Mid	Late*						
K_c per gr. st.				0.5	0.75*	1.05	*	0.85*				
K_c per month ¹				0.65	0.95	1.05	1.0	0.85				
ET_{cr} mm/mon ²				108	162	192	174	141				
P_e mm/mon ³				10	12	13	72	82				
IN_e mm/mon ⁴				98	150	179	102	59				

¹ average of K_c per month. For example, K_c for May = $0.75 \times (10/30) + 1.05 \times (20/30) = 0.95$

² ET_{cr} (mm/mon) = ET_0 (mm/day) x Crop growing days per month x K_c (per month)

³ P_e (mm/mon) : effective rainfall per month

⁴ IN_e or IN_i (mm/mon) = ET_{cr} (mm/mon) - P_e (mm/mon)

Чекор 3: Пресметајте го INI на истиот начин.



Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ET ₀ (mm/day)					5.7	6.1	5.8	5.5	5.6			
Growth stages					IS + OS	* Mid	* Late					
(Days in a month)					15	15	20	20	20			
K _c per gr. st.					0.5	0.75	1.05	0.85				
K _c per month ¹					0.65	0.95	1.05	1.0	0.85			
ET _c mm/mon ²					111	174	183	165	143			
P _e mm/mon ³					12	13	72	82	16			
IN ₁ mm/mon ⁴					99	161	111	83	127			

Чекор 4: Пресметајте ја просечната месечна потреба за наводнување IN_{av}.

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
IN _c mm/mon				98	150	179	102	59				
IN ₁ mm/mon					99	161	111	83	127			
IN _{av} mm/mon				49	125	170	107	71	64			

Чекор 4: Утврдете го SIN_{net} во литри во секунда за секој месец со следната формула:

$$SIN_{net} = \frac{IN_{av} \text{ (mm / month)} \times \text{Area (ha)}}{260} \text{ (l / s)}$$

На пример, ако во април IN_{av} е еднаков на 49 mm, тогаш SIN_{net} е еднаков на 49 mm по површината (60 ha) поделен со 260, или

$$\frac{49 \text{ mm} \times 60 \text{ ha}}{260} = 11 \text{ l/s}$$

Треба да се направи истата пресметка и да се забележи на распоредот подолу за месеците мај, јуни, јули, август и септември.

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
SIN _{net} l/s				11	29	39	25	16	15			

Ве молиме видете ги варијациите на SIN_{net} за секој месец во горниот пример. Интересно е да се споредат резултатите со тие добиени со апроксимативниот метод. Со овој метод, може да се добие само една вредност за SIN_{net}. Ако се претпоставува дека IN_{net} е 1 l/s/ha, SIN_{net} за 60 ha е 60 l/s, што е околу 50% повеќе од најголемата потреба за вода (39 l/s за јуни) пресметана погоре.

Потреба од наводнување на земјоделско стопанство или на систем со повеќе култури

Во едно земјоделско стопанство или во системи за наводнување може неколку култури да се одгледуваат истовремено во текот на годината. Поради тоа често е потребно да се пресмета потребата од наводнување за системот со повеќе култури. Штом ќе се оцени потребата од наводнување за една шема за култивација со една култура, потребата од наводнување за шемата со повеќе од една култура може да се утврди со собирање на потребата од



наводнување за секој месец. На овој начин ова се прави многу слично како и со пресметката за едноставната шема на култивација, следејќи ги трите чекори кои се претставени подолу.

Чекор 1: Исцртајте го дијаграмот на шемата за култивација за повеќе култури, како што е објаснето во Дел 3.3.

Чекор 2: Утврдете ја потребата од наводнување за секоја култура одделно, следејќи ги чекорите објаснети во Дел 3.4.1. Користете го Листот со податоци 1.

Чекор 3: Соберете ги пресметаните потреби од наводнување за секој месец. Вкупната потреба за наводнување за целиот систем треба да се изрази во литри во секунда.

ПРОБЛЕМ СО ПРИМЕРОКОТ: Утврдување на потребата од наводнување на системот врз основа на следните претпоставени податоци.

Претпоставки:

	Култура 1	Култура 2	Култура 3
Име:	кромид	памук	компир
Површина:	60	75	30
Период на засадување/засејување	на 1 април - 30 април	1 јули - 15 август	1 октомври - 30 октомври
Период на раст	150 дена	190 дена	120 дена

Potential Evapotranspiration (ET_0) in the example location:

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ET_0 (mm/day)	4.7	5.1	5.2	5.6	5.7	6.1	5.8	5.5	5.6	5.2	4.3	4.6

Effective rainfall (P_e) in the example place:

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P_e (mm/mon)	1	3	7	10	12	13	72	82	16	7	1	0

Чекор 2: Утврдувањето на потребата од наводнување за трите различни култури се врши на прикажаниот начин.

Резултатите се копираат во Листот со податоци.

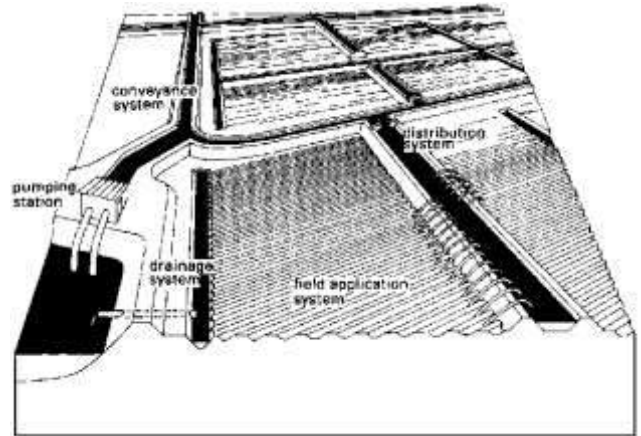
Чекор 3: Нето потребата од наводнување за целиот систем се утврдува со едноставно собирање на месечните потреби од наводнување за секоја култура.



2.7 ДЕЛОВИ НА СИСТЕМОТ ЗА НАВОДНУВАЊЕ И ОДВОДНУВАЊЕ (I&DS)

Деловите на системот за наводнување и одводнување (I&DS) се:

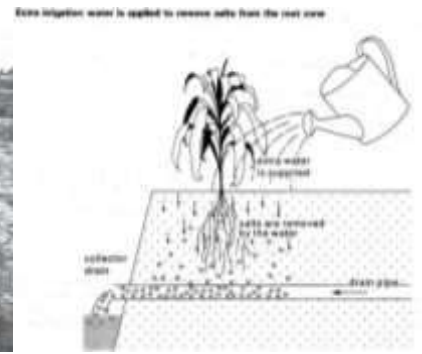
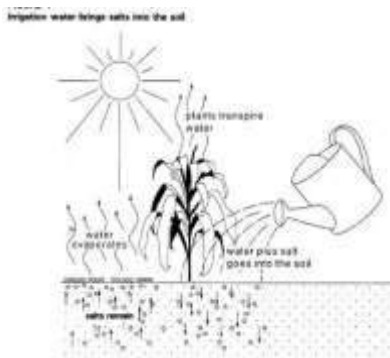
- **Главен објект за зафаќање на вода и пумпна станица:** се зафаќа вода директно од местото на зафаќање, како на пример од акумулација или река, во системот за наводнување. Во некои случаи, изворот на вода за наводнување е пониско од нивите кои треба да се наводнуваат. Тука мора да се користи пумпа за да се внесува водата во системот за наводнување
- **Системот за пренос и дистрибуција** обезбедува пренос на вода од главниот објект за зафаќање или главната пумпна станица па се до каналите покрај нивите.
- **Системи за залевање (теренска апликација):** Системот за дистрибуција го обезбедува преносот на водата низ каналите покрај нивите па се до нивите кои треба да се наводнуваат. Системот за залевање (теренска апликација) обезбедува пренос на водата во самите ниви.
- **Систем за одводнување:** го отстранува вишокот вода (од врнежи или/и од наводнување) од нивите.



Ако нема соодветно одводнување во системот за наводнување, може да дојде до загуба на земјоделското производство и евентуално пропаѓање на системот. Одводнувањето е потребно:

- за да се обезбеди нова почва за обработка;
- за да се отстрани вишокот површинска вода по наводнувањето или врнежи; (подобра аерација на почвата со што се овозможува оптимално земјоделско производство)
- за да се спречи или намали застојот на водата (подобра структура на почвата која произлегува од посуви почви);
- за контрола на нивото на соленост, истекување на несаканите соли од кореновиот систем.



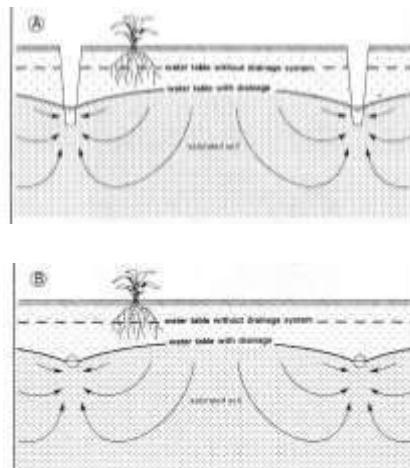


Има три главни видови на системи за одводнување:

- површинско одводнување: отворени одводни канали за да се отстрани вишокот вода од наводнување или од врнежите;
- потповршинско одводнување, (хоризонтални закопани цевки на 1–2 m под површината поврзани со длабоки отворени одводи); проектирани да спречат нивото на подземни води да се качи до кореновиот систем на растението;
- одводнување со пумпа, во кое се користат длабоки бунари со цел да се извечат подземните води, а солената вода од овие бунари се испушта во отворените одводни канали.



Одвод на полето за површинско одводнување



А
Потповршинско одводнување со отворени одводни канали



Б
Потповршинско одводнување со отворени одводни канали

2.8 СИСТЕМИ ЗА ЗАЛЕВАЊЕ (ИЛИ НАЧИНИ НА НАВОДНУВАЊЕ) BRAUWER ET AL., 1985 ГОДИНА (3)

Има четири главни начини на наводнување

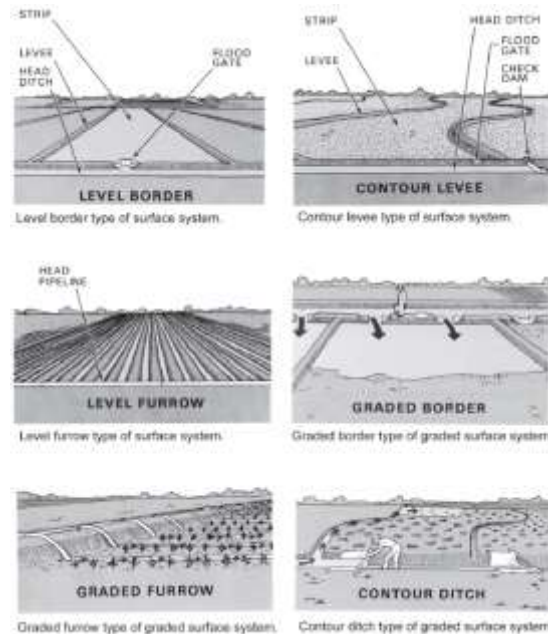
1. Површинско наводнување;
2. Наводнување со прскалки;
3. Наводнување капка по капка;
4. Подземно наводнување.



Секој од горенаведените начини на наводнување има свои предности и недостатоци, и е наменет за одредени физички услови, како што се видот на култура, видот на почва, наклонот на земјиштето, достапноста на вода, достапноста на средства, трошоците за вработени, достапноста на работна сила, итн.

Површинско наводнување: најстар и најшироко распространет начин на наводнување.

- неконтролирано потопување,
 - слободно потопување;
- контролирано потопување;
 - базен или нивелирана граница,
 - обликуван насип,
 - степенеста граница или граничен појас,
 - бразда,
 - вдлабнатина (мали бразди направени во почвата за житни култури).
- Карактеристики:
- не се препорачува кај високопорозни почви или стрмни наклони;
- најевтин од достапните системи, иако трошоците се зголемуваат ако е потребно обликување на земјиштето или негово нивелирање;
- подготовката на земјиштето е доста едноставна;
- лесен за употреба и одржување;
- не е засегнат од влијанијата на ветрот;
- ниски енергетски трошоци;
- може да биде високоефикасен (до 60%), но потребна е поголема вештина за водата рамномерно да се нанесе по земјената површина без непотребни загуби;
- ефикасноста на залевањето во голема мера зависи од знаењето и вештините на земјоделецот;
- честопати се смета дека земјоделците се многу искусни кога станува збор за површинското наводнување само затоа што го користат со години. Меѓутоа, земјоделците ретко вршат процена на ефектите од наводнувањето преку одредување на влажноста на почвата во рамки на кореновиот систем пред и по наводнување. Затоа, тешко е да се знае дали било нанесено прекумерно количество вода кое се изгубило како резултат на длабока перколација под кореновиот систем. Може некој земјоделец вршел прекумерно наводнување со години без да знае за тоа;
- може да се оствари значително подобрување на ефикасноста во користењето на водата и на продуктивноста преку процена на моменталните практики на наводнување на земјоделците проследена со обука.



НАВОДНУВАЊЕ СО ПОТОПУВАЊЕ (БАЗЕНИ)

Базените се рамни површини земја, оградени со ниски насипи. Насипите спречуваат водата да се прелее во соседните полиња. Наводнувањето со потопување обично се користи за ориз кој се одгледува на рамни површини или кај скалести леи на ридесто земјиште. Други култури кои се погодни за наводнување со потопување се:



- пасиштата, на пр. луцерка, детелина;
- дрвјата, на пр. цитруси, банана;
- културите засадени со расфрлање на семето, како што се житарките;
- во одредена мера, културите во редови, како што е тутунот.

Генерално, наводнувањето со потопување е соодветно за култури кои можат подолг период да останат потопени во вода (на пр. 12-24 часа).

Соодветен наклон на земјиштето и почва: Колку е порамна површината на земјата, толку е полесно да се обликуваат парцелите во базени. Исто така, базени може да се обликуваат и на закосено земјиште, но тие треба да се изведат во форма на скалила кои се нарекуваат леи. Кај наводнувањето со потопување се претпочита иловеста почва со цел да се избегне постојана заситеност на почвата со вода. Крупниот песок не се препорачува за наводнување со потопување, бидејќи како резултат на високата стапка на инфилтрација (продирање), загубите преку перколација може да бидат големи. Исто така, и почвите кои при сушење образуваат тврда кора, не се соодветни.

Форма и големина на базените: Тие главно се определени од наклонот на земјиштето, видот на почвата, големината на расположливиот проток (протокот на вода кон базенот), потребната длабочина на потопување при наводнување и земјоделските практики.

Табела 2-18 Приближни вредности на максимална ширина на базенот или леата (m)

Slope %	Maximum width (m)	
	average	range
0.2	45	35-55
0.3	37	30-45
0.4	32	25-40
0.5	28	20-35
0.6	25	20-30
0.8	22	15-30
1.0	20	15-25
1.2	17	10-20
1.5	13	10-20
2.0	10	5-15
3.0	7	5-10
4.0	5	3-8

ШИРИНА НА БАЗЕНОТ: Главно ограничување во ширината на базенот е наклонот на земјиштето. Ако земјиштето има голем наклон, базенот треба да биде тесен, во спротивно би било неопходно преголемо раздвижување на земјиштето за да се обликуваат рамни базени.

Други три фактори кои може да влијаат врз ширината на базенот се:

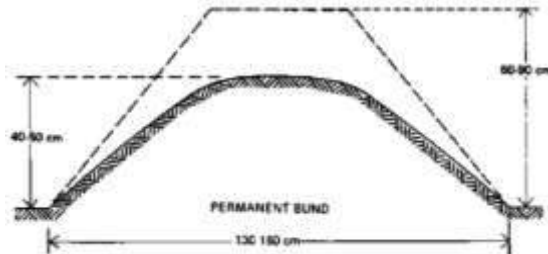
- длабочината на плодната почва – ако горниот слој е плиток, постои опасност од разоткривање на неплодниот долен слој при раскопување на леите. Тоа може да се избегне преку намалување на ширината на базените, со што ќе се ограничи длабочината на ископување
- начинот на изведба на базенот – базените може да бидат доста тесни ако се изработени рачно, но ќе треба да бидат пошироки ако сакаме да користиме механизација за машините да може лесно да маневрираат
- земјоделските практики – ако се врши рачно орање или орање со помош на добиток, тогаш базените може да бидат доста потесни, отколку при користење на механизација за обработка на земјиштето.

Големината на базените зависи не само од наклонот на земјиштето, туку и од видот на почвата и расположливиот проток на вода до базените. Односот меѓу видот на почва, големината на протокот и големината на базенот е даден во Табела 2.18. Вредностите се засноваат на практични искуства и се приспособени, особено да одговараат за услови на наводнување од мал обем.

Табела 2-19 Предложена максимална површина на базен (m²) за различни видови почва и големина на расположлив проток (l/sec)



Stream size (l/sec)	Sand	Sandy loam	Clay loam	Clay
5	35	100	200	350
10	65	200	400	650
15	100	300	600	1000
30	200	600	1200	2000
60	400	1200	2400	4000



БАЗЕНИТЕ ТРЕБА ДА БИДАТ МАЛИ АКО:

1. земјиштето има голем наклон
2. почвата е песоклива
3. протокот на вода до базенот е мал
4. потребна е мала длабочина на наводнување
5. подготовката на земјиштето се врши рачно или со помош на добиток.

БАЗЕНИТЕ МОЖЕ ДА БИДАТ ГОЛЕМИ АКО:

1. земјиштето е рамно или благо наклонето
2. почвата е глина
3. протокот на вода кон базенот е голем
4. потребна е голема длабочина на наводнување
5. подготовката на земјиштето се врши со механизација.

Форма и димензии на насипите: Насипите се мали земјени структури коишто ја задржуваат водата за наводнување во рамки на базените. Понекогаш се нарекуваат и брани или гребени.

Полнење на базените и шема на наводнување: Постојат два начина за снабдување на базените со вода за наводнување:

- Директен начин: водата се доведува директно од каналот во базенот со помош на сифони, испусти или отвори на насипите. Каскаден метод: кај наклонето земјиште, каде што се користат леи, водата за наводнување се доведува кај највисоката леа, и потоа се остава да

За добар раст на културите, важно е **кореновиот систем** да биде снабден со **соодветното количество** вода што му е потребно, како и да биде **рамномерно обезбеден со вода**.

протекува до пониската леа, и така натаму.

Ако културите добијат премалку вода, тие ќе претрпат стрес поради сушата и приносите може да бидат намалени. Ако добијат премногу вода, тогаш водата се губи преку длабока перколација, а кај глинестите почви особено, може да дојде до формирање на постојани бари, што би довело до давење на растенијата. Дискутирано е за тоа колку вода за наводнување треба да му се обезбеди на кореновиот систем – со други зборови „нето длабочина на наводнување“. Како водата за наводнување може рамномерно да се распредели во кореновиот систем е објаснето во продолжение.

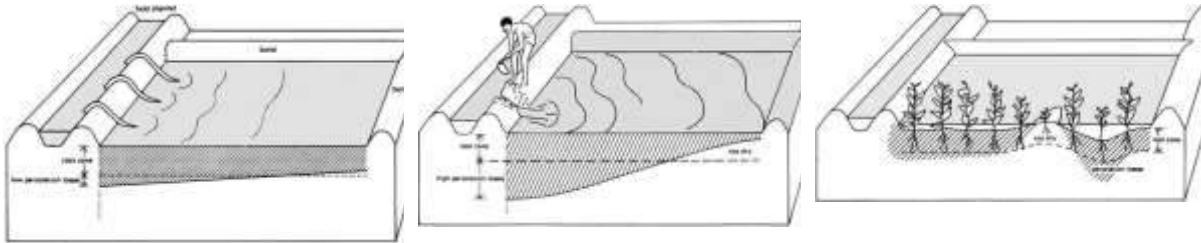
Идеална шема на наводнување

За кореновиот систем да биде рамномерно снабден со вода, површината на парцелата мора да биде рамна и водата за наводнување мора да биде брзо залеана. На Слика 17 е прикажана идеалната шема на наводнување: базенот е рамен и соодветно количество вода е обезбедено преку соодветна големина на проток. Како што може да се види од Слика 17, залевањето и кореновиот систем не се поклопуваат целосно. Делот од базенот близу каналот од кој се црпи вода за наводнување секогаш е подолго во контакт со водата за наводнување отколку спротивната страна на базенот. Оттука, загубите преку перколација ќе се случуваат во близина на каналот, доколку доволно количество вода се обезбеди на спротивната страна на базенот.

Лошо наводнување може да се јави како резултат на:



- неповолни природни услови, на пр. набиен слој под почвата, или различни видови почва во рамки на еден базен (парцела);
- лоша подготовка, на пр. слабо израмнета површина;
- лошо управување, на пр. несоодветна големина на протокот на вода, снабдување премало или преголемо количество вода.



идеален начин на полнење: залевањето и кореновиот систем не се поклопуваат целосно. Првиот дел од базенот добива повеќе вода отколку спротивната страна од базенот

ако залевањето е премногу бавно, со користење на мал проток на вода првиот дел од базенот ќе добие премногу вода, додека другиот дел од базенот ќе остане премногу сув.

ако површината на почвата не е рамна, некои делови од кореновиот систем добиваат премалку вода, а во подолните делови водата може да се насобира или да се губи преку длабока перколација.

Табела 2-20 Начин на залевање на парцелите (базените)

НАВОДНУВАЊЕ СО БРАЗДИ

Браздите се мали, паралелни канали, изработени за спроведување вода со цел наводнување на културите. Културите обично растат на гребените помеѓу браздите.

Наводнувањето со бразди е погодно за голем број култури, особено култури кои растат во редови. Култури кои би биле оштетени доколку вода го покрие нивното стебло или венец, треба да се наводнуваат со бразди, а тука спаѓаат:

- култури во редови, како што се пченката, сончогледот, шеќерната трска, сојата;
- култури кои би се оштетиле при потопување, како што се доматиите, зеленчукот, компирите, гравот;
- овошки, како што се лимони, грозје;
- култури засадени со расфрлање на семето (во вдлабнатини), како што е пченицата.

Наводнување во вдлабнатини е посебен вид на наводнување со бразди (мали вдлабнатини во површината на почвата) што се користи кај култури засадени со расфрлање на семето.

Соодветен наклон на земјиштето и почва:

- максимален препорачан наклон на браздата е 0,5% за да се избегне ерозија на земјиштето;
- минимален наклон на бразда се предвидува до 0,05% за да се олесни одводнувањето после наводнување или прекумерни врнежи со голем интензитет.

Кај брановидното земјиште, браздите треба да ги следат контурите на земјиштето. Бразди може да се изработат на повеќето видови почва. Меѓутоа, како и кај сите начини на површинско



наводнување, не се препорачливи површини со крупен песок, затоа што загубите преку перколација може да бидат големи. Почвите кои брзо формираат кора се особено погодни за наводнување со бразди затоа што водата не протекува преку гребенот, па така, почвата во која растението расте останува ровка. Кај песоковите почви, водата брзо се инфилтрира. Браздите треба да бидат кратки (покраќки од 110 m), за водата да може да стигне до долните краевии без преголеми загуби од перколација. Кај глинестите почви, стапката на инфилтрација е многу пониска отколку кај песоковите почви. Браздите може да бидат многу подолги кај глинестите почви отколку кај песоковите почви.

Форма на браздите: Формата, должината и растојанието меѓу браздите се одредуваат според природните околности, т.е. наклон, вид на почва и големина на расположлив проток. Меѓутоа, други фактори може да влијаат врз обликувањето на системот на бразди, како што се длабочината на наводнување, земјоделските практики и должината на полето.

Должина на браздата

Браздите може да бидат подолги кога наклонот на земјиштето е поголем. Браздите може да бидат и рамни, а со тоа да бидат многу слични на долги тесни базени.

Вид на почва: браздите треба да бидат кратки (покраќки од 110 m), за водата да може да стигне до долните краевии без преголеми загуби од перколација. Кај глинестите почви, стапката на инфилтрација е многу пониска отколку кај песоковите почви. Браздите може да бидат многу подолги кај глинестите почви отколку кај песоковите почви.

Големина на протокот: Вообичаено големина на проток до 0,5 l/sec би обезбедил соодветно наводнување под услов браздите да не се предолги. Кога е достапен поголем проток на вода, таа ќе се движи побрзо кон браздите, така што генерално браздите може да бидат подолги. Максималната големина на проток која не би предизвикала ерозија очигледно би зависела од наклонот на браздата; во секој случај, се препорачува да не се користи проток поголем од 3,0 l/sec.

Длабочина на наводнување: доколку се користи поголема длабочина на наводнување, тоа обично значи дека браздите може да бидат подолги затоа што има повеќе време на располагање за водата да протече низ браздите и да се инфилтрира.

Праќики на одгледување: кога во земјоделството се користи механизација, браздите треба да се направат што е можно подолги за да се олесни работата. За кратките бразди потребно е многу внимание затоа што протокот на вода мора често да се менува од една бразда во друга. Сепак, кратките бразди обично се наводнуваат поефикасно отколку долгите, затоа што е многу полесно загубите од перколација да се одржуваат на ниско ниво.

Должина на парцелата: Можеби е попраќично должината на браздата да биде иста со должината на парцелата, наместо да ја има идеалната должина. Должината на браздите треба да одговара на границите на парцелата.



Табела 2-21 Практични вредности за максимална должина на бразди

Furrow slope (%)	Maximum stream size (l/s) per furrow	Net irrigation depth (mm)					
		Clay		Loam		Sand	
		50	75	50	75	50	75
0.0	3.0	100	150	60	90	30	45
0.1	3.0	120	170	90	125	45	60
0.2	2.5	130	180	110	150	60	95
0.3	2.0	150	200	130	170	75	110
0.5	1.2	150	200	130	170	75	110

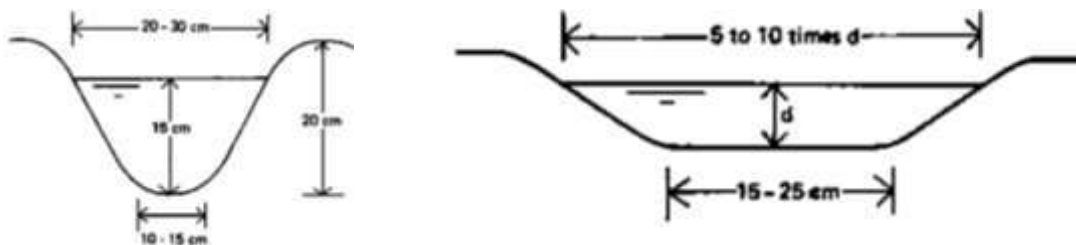
Браздите може да бидат подолги кај целосно механизирано производство од поголеми размери.

Важно:

Оваа табела дава само приближни информации за наклонот на браздата, видот на почва, големината на протокот на вода и длабочината на наводнување во однос на должината на браздата. Таа треба да се користи само како водич затоа што податоците се базираат првенствено на искуствата од терен, а не на научни испитувања. Максималната вредност за должина на браздата е дадена за разумно ефикасно наводнување. Меѓутоа, должината на браздите може да биде уште помала од онаа дадена во табелата и генерално тоа ќе помогне за подобрување на ефикасноста на наводнувањето. Само со поставување систем на бразди согласно упатствата, а потоа процена на нивното функционирање, може да се развие соодветен систем за дадена локација. Браздите може да бидат подолги кај целосно механизирано производство од поголеми размери.

Форма на браздите: Формата на браздите зависи од видот на почвата и големината на протокот на вода.

Вид на почва: Кај песоковите почви, водата се движи побрзо вертикално отколку странично (= латерално). Тесни, длабоки бразди во форма на буквата V се погодни за намалување на површината на почвата низ која настанува перколација на водата. Меѓутоа, песоковите почви се помалку стабилни, и честопати се растураат, со што може да се намали ефикасноста на наводнувањето. Кај глинестите почви, има многу поголемо странично движење, а водата и стапката на инфилтрација е многу помала отколку кај песоковите почви. Затоа, се препорачува широка и плитка бразда за да се добие поголема површина под вода и да се поттикне инфилтрација.



Длабока, тесна бразда на Широка и плитка бразда на глинеста почва
песоклива почва

Слика 2-39 Форми на бразди согласно видот на почва

Големина на проток: Генерално, колку е поголем протокот на вода, толку треба да биде поголема браздата за да го задржи протокот.



Растојание меѓу браздите: растојанието меѓу браздите зависи од видот на почва и од земјоделските практики на одгледување.

Вид на почва

- Песоклива почва: простор од 30 и 60 cm, т.е. 30 cm за крупен песок и 60 cm за ситен песок.
- Глинеста почва, простор од 75-150 cm. Кај глинеста почва, може да се користат и двојни бразди, односно бразди со два гребена.

Земјоделски практики на одгледување: Кај механизираниите земјоделски стопанства, потребен е компромис меѓу механизацијата што е на располагање за правење на браздите и идеалното растојание меѓу културите. Механизацијата би резултирала со помалку работа ако се одржува стандардно растојание меѓу браздите, дури и кога културите што се одгледуваат вообичаено бараат различно растојание на засадување. На тој начин, растојанието кај приклучната механизација нема потреба да се менува кога опремата се преместува од една култура кај друга. Меѓутоа, треба да се внимава да се овозможи стандардниот простор да обезбедува соодветно странично наводнување кај сите видови почва.

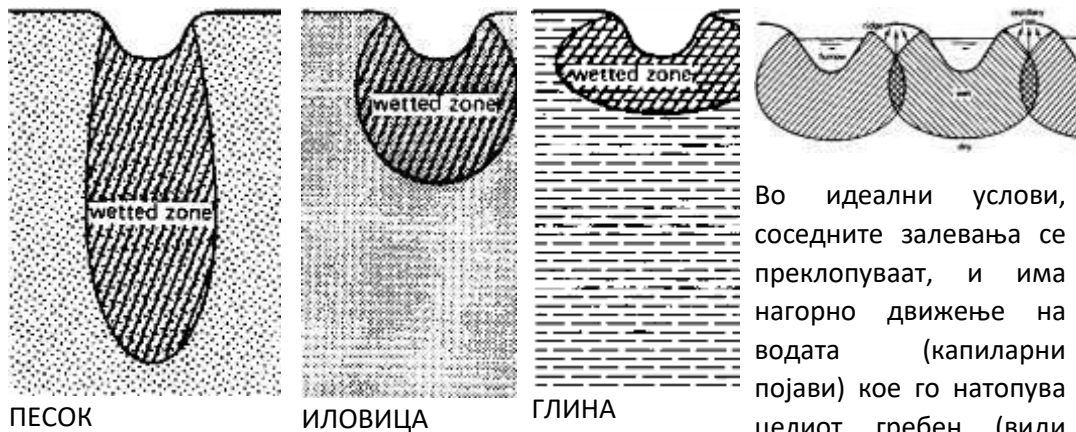
Залевање на бразди и шема на наводнување:

Во зависност од расположливиот проток во каналот на земјоделското стопанство, може истовремено да се наводнуваат неколку бразди. Кога има недостиг на вода, може да се редуцира количеството на вода што се доведува преку користење „наизменично залевање на браздите“. Тоа подразбира залевање на секоја втора бразда, наместо залевање на сите бразди. Па така, културата добива одредено количество вода на секои T/2 дена, наместо големо количество вода на секои T дена.

Истекувањето на вода на крајот од браздите може да биде проблем кај земјиштето кое има наклон. Таа може да достигне и 30 проценти од доведената вода за наводнување, дури и во рамки на добри услови. Па затоа, на крајот од парцелата секогаш треба да се направи плиток одвод, за да може да се отстрани вишокот вода. Доколку не се направи одвод, растенијата може да бидат оштетени од презаситување со вода. Прекумерното истекување на вода може да се спречи со намалување на доводот откако водата за наводнување ќе дојде до крајот на браздите. Ова се вика наводнување со скратување на доводот.

За да се обезбеди рамномерно наводнување на кореновиот систем, меѓу браздите треба да има соодветно растојание, тие треба да имаат рамномерен наклон и водата за наводнување треба брзо да се нанесе.

Бидејќи кореновиот систем во гребенот мора да се наводнува од браздите, надолното движење на водата во почвата е помалку важно од латералното (односно страничното) движење на водата. Како страничното, така и надолното движење на водата, зависи од видот на почвата и може да се види на Слика 2.41.



Во идеални услови, соседните залевања се преклопуваат, и има нагорно движење на водата (капиларни појави) кое го натупува целиот гребен (види Слика 39), со што му обезбедува вода на кореновиот систем.

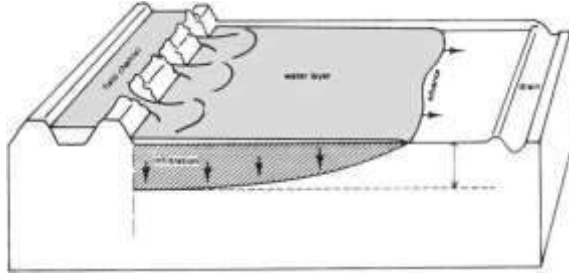
Слика 2-40 Различни шеми на залевање на браздите, во зависност од видот на почва и идеалната шема на наводнување

За да се добие рамномерна распределба на водата по целата должина на браздите, многу важно е да има рамномерен наклон и доволно голем проток за водата да може брзо да протече низ браздата. На тој начин може да се избегнат големи загуби од перколација на почетокот од браздата. Правилото на четвртина време се користи за определување на времето потребно за водата да помине од каналот за довод на вода за наводнување до крајот од браздата, со цел да се сведат на минимум загубите од перколација.

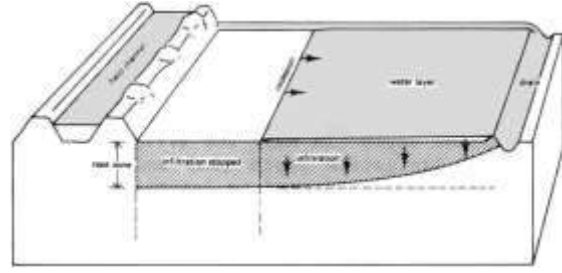


ПРАВИЛОТО НА ЧЕТВРТИНА ВРЕМЕ И ВРЕМЕТО НА НАВОДНУВАЊЕ

Кај површинското наводнување, парцелата се снабдува со вода од каналот за довод. Од онаа страна каде се наоѓа каналот за довод, водата протекнува кон спротивната страна од парцелата; тоа се нарекува надоаѓање на водната маса. Кога се запира доводот на вода, водата на парцелата постепено се инфилтрира во почвата и се оддалечува од каналот за довод; тоа се нарекува повлекување на водната маса.

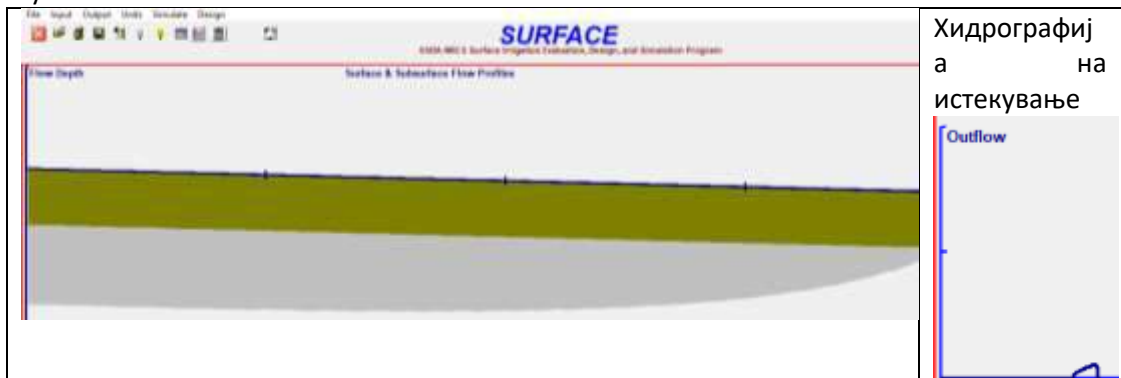


Надоаѓање на водната маса



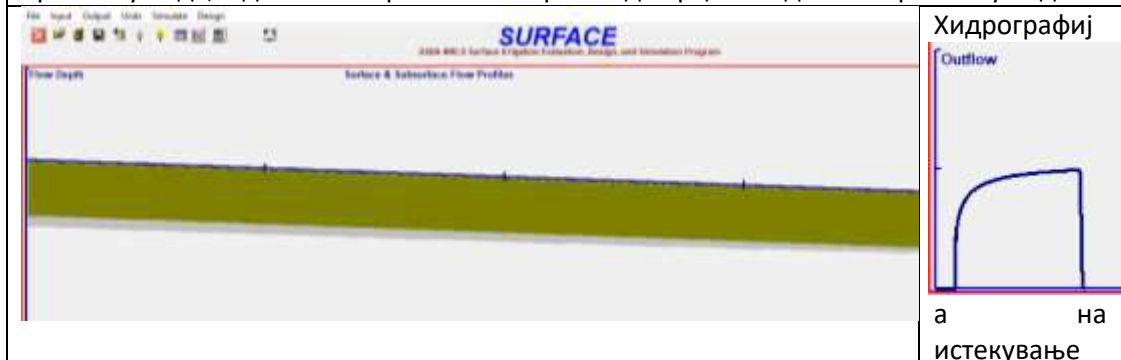
Повлекување на водната маса

Во идеални услови, надоаѓањето на водната маса треба да биде исто со повлекувањето; со тоа би се добила рамномерна инфилтрација на вода на целата парцела. Меѓутоа, надоаѓањето и повлекувањето не се еднакви: надоаѓањето е честопати побавно од повлекувањето. Како резултат на тоа, делот од парцелата кој е близу каналот за довод добива повеќе вода од делот во спротивната страна на парцелата. Ова особено важи ако доводот на вода во парцелата е премногу мал.



Хидрографија на истекување

кај песоклива почва, ако има мал проток на вода за голема парцела, ќе биде потребно многу време додека водата да дојде до крајот на парцелата; водата продира брзо во песокливата почва. Онаа страна на парцелата која се наоѓа до каналот за довод добива премногу вода, а делот на спротивната страна од парцелата добива премалку вода



Хидрографија на истекување

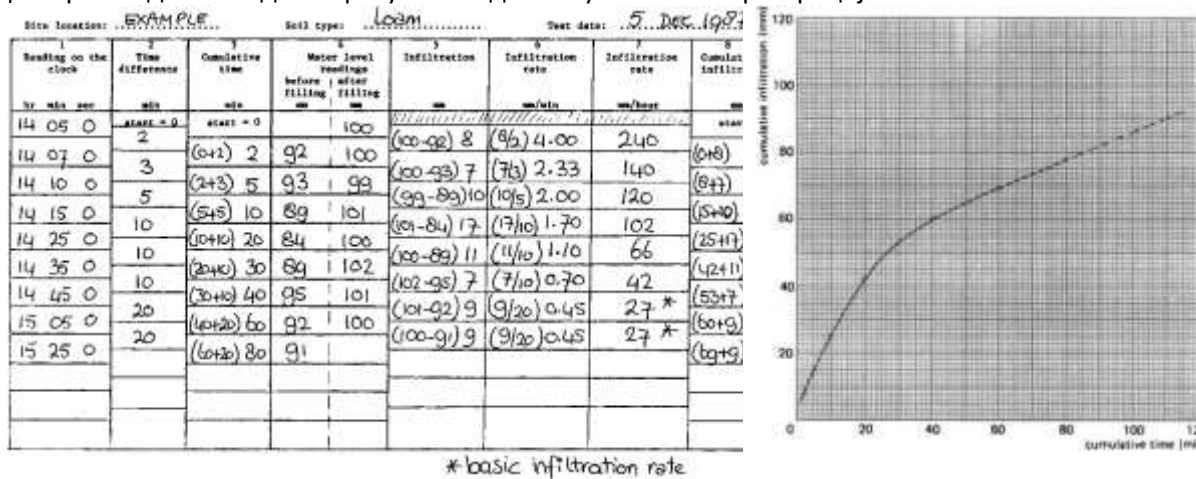


Ако протокот се зголеми, распределбата на вода ќе се подобри. Водата, се разбира, продира со иста брзина, но водната маса побрзо ќе дојде до спротивната страна на парцелата. Па така, и оваа страна ќе добие доволно количество вода, но секогаш тоа ќе биде помалку отколку делот од парцелата што се наоѓа до каналот за довод

За да се определи соодветниот проток на вода, се користи следново „практично правило“ кое се нарекува правило на четвртина време. Според ова правило, протокот треба да биде доволно голем за водата да може да стигне до крајот од парцелата (наводнување со бразди) или да ја покрие целата парцела (наводнување со потопување) за четвртина од времето потребно за исполнување на кореновиот систем со доволно количество вода (време на контакт). Времето на контакт е она време што е потребно за инфилтрирање на потребното количество вода. Времето на контакт може да се определи преку крива на испитување на инфилтрација.

Пример:

Да ги разгледаме следниве резултати од испитување на инфилтрација:



Да претпоставиме дека е утврдено дека 70 mm вода треба да се доведат до парцелата и таа да се потопи. Од кривата може да се забележи дека за да се инфилтрираат 70 mm би биле потребни околу 74 минути. Тоа значи дека кога ќе се примени правилото на четвртина време, парцелата мора да биде покриена со вода за 74/4 - 18 до 19 минути. Па така, протокот треба да биде со таква големина што ќе овозможи парцелата навистина да се потопи со вода за време од 18 или 19 минути. Доколку биде потребно подолго време за тоа да се случи, тоа значи дека распределбата на вода во кореновиот систем не е добра. Доколку од која било причина не е возможно да се зголеми протокот и потребно е повеќе од 18 или 19 минути за да се потопи парцелата, тогаш би било неопходно да се намали парцелата со цел да се овозможи таа целосно да биде потопена за 18 или 19 минути.

ВРЕМЕ НА НАВОДНУВАЊЕ

Време на наводнување (во минути или часови) е времето потребно за обезбедување на потребната длабочина на наводнување (во mm). Времето на наводнување зависи од: големината на протокот (l/sec), потребната длабочина на наводнување (mm) и големината на парцелата што треба да се наводнува (ha). За пресметка на времето на наводнување се користи следнава формула:



$$\text{Време на наводнување (часови)} = \frac{2,78 \times \text{длабочина на наводнување (mm)} \times \text{големина на парцела (ha)}}{\text{големина на проток (l/sec)}}$$

Пример:

На пример, ако потребната длабочина на наводнување е 50 mm, големината на расположливиот проток е 20 l/sec и големината на парцелата е 75 x 50 m, времето на наводнување се пресметува на следниов начин:

Чекор 1: Да се определи големината на парцелата во хектари.

Големината е $75 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 3750 \text{ m}^2 = 3750/10\,000 = 0,375 \text{ ha}$

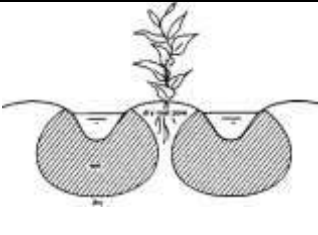
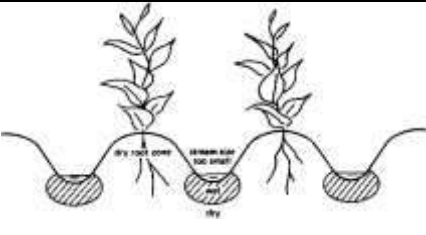
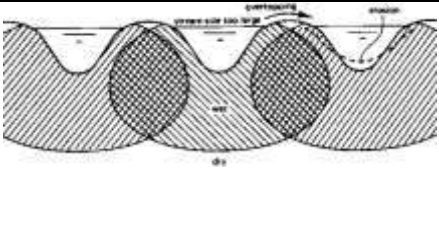
Чекор 2: Да се определи времето на наводнување

Време на наводнување (часови) = 2,6 часа = 156 минути

Ако го примениме правилото за четвртина време, тоа би значело дека водата треба да стигне до крајот на браздата или да ја потопи парцелата за $156/4 = 39$ минути. Ако е потребно подолго време од тоа, големината на протокот по бразда или парцела треба да се зголеми или пак да се намали должината на браздите или големината на парцелата.

Лошо наводнување може да се јави како резултат на:

- неповолни природни услови, на пр. набиен слој, различни видови почва, нерамен наклон;
- лоша подготовка, на пр. преголем простор меѓу браздите;
- лошо управување: обезбедување проток кој е преголем или премал, прерано прекинување на доводот на вода.

		
<p>Преголем простор меѓу браздите:</p> <ul style="list-style-type: none"> • кореновиот систем нема да добие соодветно наводнет 	<p>Премал простор меѓу браздите:</p> <ul style="list-style-type: none"> • несоодветно натопување на гребените. • лоша распределба на водата по должина на браздата. Бавно движење на водата. Големи загуби на почетокот од браздата. 	<p>Протокот е преголем</p> <ul style="list-style-type: none"> • на рамен наклон може да дојде до надминување на гребените • Кај пострмни наклони, ерозија на тлото и страните на браздата

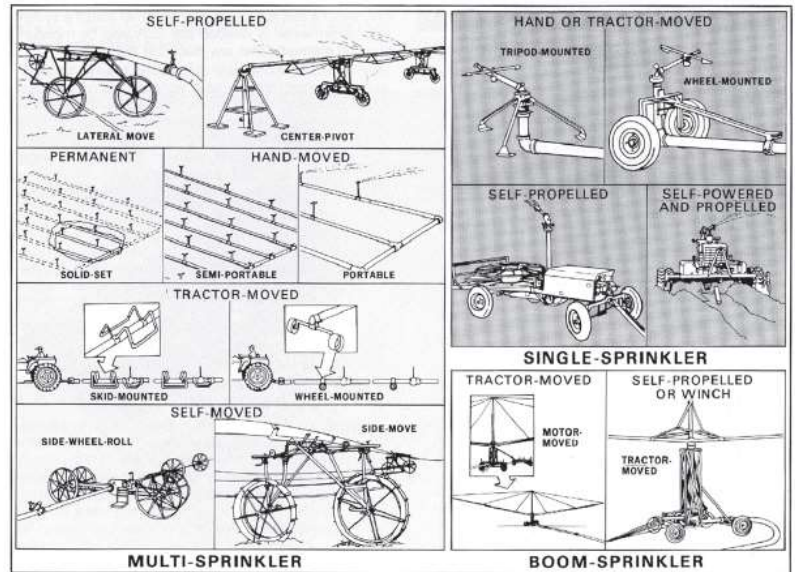
Слика 2-41 Лошо наводнување на бразди



НАВОДНУВАЊЕ СО ПРСКАЛКИ:

(5% од земјиштето што се наводнува во светот). (до 75% ефикасност на примената)

- одговара на повеќето видови почва и терени,
- не функционира добро во услови на ветер.
- може да се користи за заштита од мрзнење, и нанесување на ѓубрива и пестициди.
- Голем првичен трошок за опремата и трошоците за струја за работењето на пумпата.
- Потреба од квалитетна вода, особено со натриум и хлорид
- ЦЕНА: коренести култури, (1.600-2.300 евра/ha), компир, ориз, тутун, зелка (3.100-3.500 евра/ha). 40-50% намалување ако системите се без втора филтрација



Има различни видови прскалки: со ротирачка глава, со повеќе млазници, со фиксна глава, итн. Во однос на нивната подвижност, може да се категоризираат како неподвижни, полуподвижни, подвижни, (рачни, на трактор, самоподвижни, странично подвижни (кружно распрскување и странично движење), подвижни пиштол системи (со извлекување на цревето; со црево на макара), итн.

Наводнувањето со прскалки е начин на залевање кој е сличен на природните врнежи на дожд. Водата се разнесува преку систем на цевки, обично со пумпање. Потоа се распрскува низ воздухот преку прскалки на тој начин што водата се раздвојува на мали капки вода кои паѓаат на земјата. Системот за пумпање на вода, прскалките и работните услови мора да бидат такви што ќе овозможат рамномерно нанесување на водата.

Соодветни култури: Наводнувањето со прскалки е соодветно за повеќето од културите во редови, полјоделските култури и дрвенестите култури и водата може да се распрскува како во горниот, така и во долниот дел од културата. Меѓутоа, големите прскалки не се препорачуваат за наводнување нежни култури, како што е марулата, затоа што големите капки што ги создаваат прскалките може да ја оштетат.

Соодветен наклон на земјиштето и почва: Наводнувањето со прскалки е приспособливо на обработливо земјиште со каков било наклон, без разлика дали тоа е рамно или брановидно. Секогаш кога е возможно, страничните цевки од кои прскалките се снабдуваат со вода треба да бидат приспособени на формата на земјиштето. Со тоа би се свеле на минимум промените на притисокот во прскалките и би се обезбедило рамномерно наводнување.

Прскалките се најсоодветни за песоклива почва со висока стапка на инфилтрација, иако тие се приспособливи и може да се употребуваат кај повеќето почви. Просечната стапка на залевање од прскалките (во mm/час) секогаш треба да биде помала од основната стапка на инфилтрација на почвата за да се избегне формирање на бари и истекување на вишок вода. Прскалките не се соодветни за почви кои лесно формираат кора. Ако наводнувањето со прскалки е единствениот



достапен метод за наводнување, тогаш треба да се користи прскалка која ќе создава лесни, ситни капки. Треба да се избегнуваат поголемите прскалки кои создаваат големи капки вода.

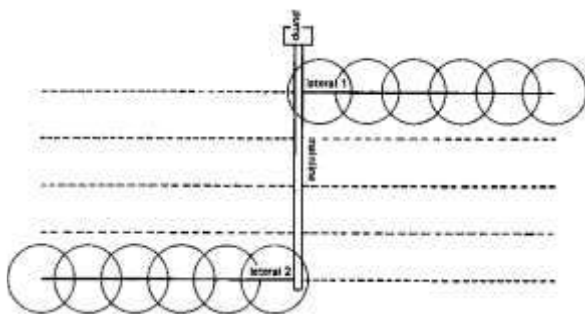
Соодветна вода за наводнување: неопходна е чиста, квалитетна вода, која не содржи суспендиран талог, за да се избегнат проблеми од типот на затнување на млазницата на прскалката или оштетување на културата со насобирање на талог врз неа.

Состав на системот со прскалки

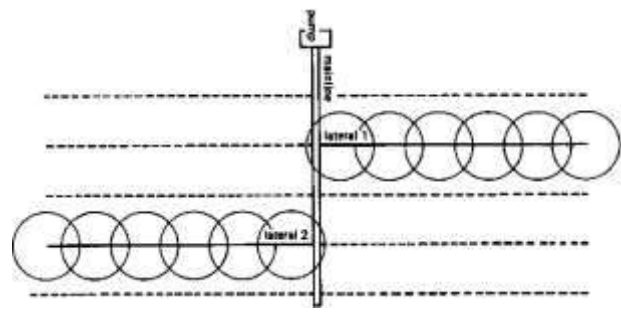
Типичниот систем за наводнување со прскалки се состои од следниве компоненти:

- Пумпа
- Главна цевка и понекогаш споредни цевки
- Разводни крила
- Прскалки

Главната цевка и споредните цевки се цевки кои спроведуваат вода од пумпата до разводните крила. Во некои случаи, овие цевки се неподвижни и се поставени на површината од почвата или се закопани под земја. Во други случаи, тие се привремени, и може да се преместуваат од една парцела во друга. Разводните крила ја спроведуваат водата од главните или споредните цевки до прскалките. Тие може да бидат неподвижни, но почесто се подвижни и изработени од алуминиумска легура или пластика за да може лесно да се преместуваат.



Систем на прскалки со рачно преместување со две разводни крила (Разводно крило 1 и 2 во позиција 1)



Систем на прскалки со рачно преместување со две разводни крила (Разводно крило 1 и 2 во позиција 2)

Слика 2-42 Најчест вид на систем со прскалки

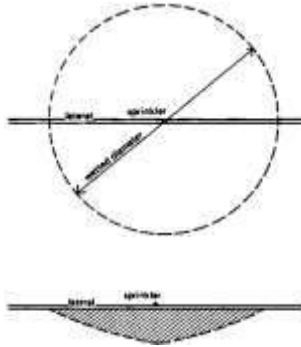
Најчестиот вид на систем со прскалки е прикажан на Слика 2.44. Се состои од систем од лесни алуминиумски или пластични цевки кои рачно се преместуваат. Ротирачките прскалки обично се поставени на растојание од 9-24 m по должината на разводното крило кое обично е со дијаметар од 5-12.5 cm. Тоа е така за да може лесно да се преместува. Разводното крило се наоѓа во парцелата сè додека не се заврши со наводнувањето. Тогаш пумпата се исклучува и разводното крило се откачува од главната цевка и се преместува на следната локација за наводнување. Таму повторно се поврзува, односно приклучува на главната цевка и повторно се започнува со наводнување. Разводното крило може да се преместува еднаш до четири пати во денот. Тоа постепено се преместува од едно на друго место на парцелата сè додека таа целосно не биде наводнета.



Слика 2-43 Преместување на разводно крило

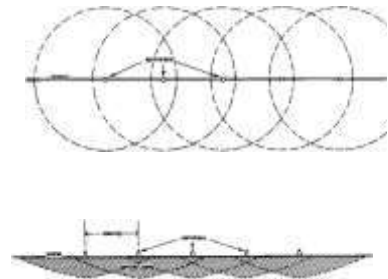


Чест проблем кај наводнувањето со прскалки е потребата од поголема работна сила за преместување на цевките и прскалките наоколу низ парцелите. Може да се случи да нема работници на располагање или нивното ангажирање да биде скапо. За да се надмине овој проблем, беа изработени голем број мобилни системи, како што се пиштолите-прскалки со црево на макара и со кружно распрскување. Меѓутоа, овие системи се надвор од опфатот на овој вовед во системите со прскалки за наводнување.



Шема на наводнување:

Наводнувањето од една ротирачка прскалка не е многу рамномерно (Види Сл. 2.47). Обично натопениот дел е во форма на круг (види приказ одозгора). Најнаводнет е делот блиску до прскалката (види страничен приказ). За добро рамномерно наводнување, повеќе прскалки треба да се постават близу една до друга за нивните кругови да се преклопуваат (Сл. 2.46). За добра рамномерност, преклопувањето треба да биде минимум 65% од дијаметарот на наводнување. Со тоа се одредува максималното растојание меѓу прскалките.



Фактори кои може да **влијаат врз рамномерноста** на наводнувањето со прскалки се **ветерот и притисокот на водата**. Капките од прскалките може лесно да бидат разнесени дури и од најмало ветре и со тоа може драстично да се наруши рамномерноста. За да се намали влијанието од ветерот, прскалките може да се постават поблиску една до друга.

Прскалките работат како што треба само ако се обезбеди соодветниот работен притисок пропишан од производителот. Ако притисокот е поголем или помал, тоа ќе влијае врз распределбата на капките. Најчест проблем е кога притисокот е премал. Тоа се случува кога пумпите и цевките се истрошени. Се зголемува триењето, па се намалува притисокот во прскалките. Како резултат на тоа, водата не се распрскува добро и целата вода паѓа во еден дел кон надворешноста на наводнетиот круг. Ако притисокот е преголем, тогаш и распределбата би била слаба. Се создаваат ситни капки кои паѓаат близу до прскалката.



Стапка на залевање

Ова е просечната стапка според која водата се распрскува на културите и се мери во mm/час. Стапката на залевање зависи од големината на млазницата на прскалката, работниот притисок и растојанието меѓу прскалките. При изборот на систем на прскалки, важно е да се обезбеди **просечна стапка на залевање која е помала од основната стапка на инфилтрација на почвата**. На тој начин, сета нанесена вода ќе биде соодветно апсорбирана и не би требало да се јават истечни води.

Големина на распрскувачките капки

Како што водата излегува од прскалките, таа се распрскува на капки со големина меѓу 0,5 и 4,0 mm. Малите капки паѓаат близу до прскалката, додека големите паѓаат близу работ на кругот на наводнување. Големите капки може да ги оштетат понежните култури и почви, па во такви случаи најдобро е да се користат помали прскалки.

Големината на капките, исто така, зависи и од притисокот и големината на млазницата. Кога притисокот е слаб, капките обично се поголеми затоа што водниот млаз не се распрскува лесно. Па така, за да избегнете оштетување на културите и почвите, користете млазници со мал дијаметар кои работат во рамки на или над нормалниот препорачан работен притисок.

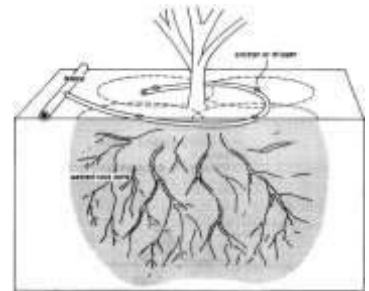
НАВОДНУВАЊЕ КАПКА ПО КАПКА

0,1% од наводнуваното земјиште. До 90% ефикасност. Овој начин на наводнување подразбира капење вода по почвата со многу мала брзина (2-20 литри/час) до самото растение, така што скоро цела вода се апсорбира во почвата, има малку или воопшто нема истечни води, и системот може да се користи за нанесување на ѓубрива.

- Скапа опрема и трошоците за нејзино поставување може да бидат големи,
- Проблем со блокирање на отворите за капење од песок и мил, наталожување хемикалии и алги.



Водата се залева близу до растенијата, така што само делот од почвата во кој расте коренот се наводнува, за разлика од површинското наводнување и наводнувањето со прскалки, кои вклучуваат залевање на целата површина на почвата. Кај наводнувањето капка по капка, водата се нанесува почесто (обично на секои 1-3 дена) отколку кај другите начини на наводнување, и со тоа се создава доста поволно високо ниво на влажност во почвата каде растенијата може одлично да успеваат.



Соодветни култури

Наводнувањето капка по капка е најсоодветно за културите во редови (зеленчуци, меко овошје), дрвенести култури и винова лоза каде еден или повеќе отвори за капење може да се обезбеди за секое растение. Обично, на овој начин се наводнуваат културите со висока вредност поради високите капитални трошоци за поставување на систем капка по капка.

Соодветен наклон

Наводнувањето капка по капка може да се приспособи на кое било земјиште со обработлив наклон. Обично, културите би се саделе по должината на контурите на земјиштето, а цевките за снабдување со вода (разводни крила) би биле поставени, исто така, по должината на контурите. Тоа се изведува така за да се сведат на минимум промените во испустот на отворите за капење, како резултат на промена на нивото на земјиштето.



Соодветни почви

Наводнувањето капка по капка е соодветно за повеќето видови почви. Кај глинените почви, водата мора да се нанесува бавно за да се избегне нејзино насобирање во форма на бара или истекување. Кај песокивите почви, би била потребна поголема стапка на испуст од отворите за капење за да се обезбеди соодветно странично залевање на почвата.

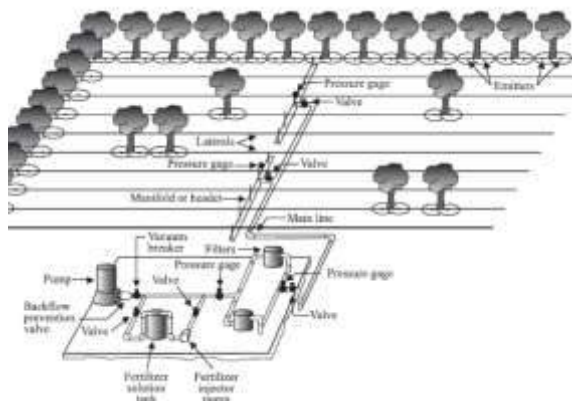
Соодветна вода за наводнување

Еден од главните проблеми кај наводнувањето капка по капка е затнувањето на отворите за капење. Сите отвори за капење имаат многу мали канали со големина од 0,2-2,0 mm во дијаметар и тие може да се затнат ако водата не е чиста. Па така, од суштинско значење е водата за наводнување да нема талог. Доколку таа има талог, ќе треба да се врши нејзино филтрирање.

Состав на системот капка по капка

Еден типичен систем за наводнување капка по капка е прикажана на Слика 61 и се состои од следниве компоненти:

- Пумпа
- Контролна глава
- Главни и споредни цевки
- Разводни крила
- Отвори или капалки.



Пумпата ја презема водата од изворот и го обезбедува соодветниот притисок за испорака во цевководот.

Контролната глава се состои од вентили кои ги контролираат испуштањето и притисокот во целиот систем. Може да има и филтри за прочистување на водата. Најзастапени филтри се ситестите филтри и градираните песочни филтри кои ги отстрануваат ситните материи растворени во водата. Некои контролни глави се опремени и со садови за ѓубриво или хранливи материи. Од нив полека се додава одредена доза ѓубриво во водата при наводнувањето. Ова е една од главните предности на наводнувањето капка по капка за разлика од другите начини на наводнување.

Главните цевки, споредните цевки и разводните крила ја спроведуваат водата од контролната глава до парцелите. Тие обично се изработени од PVC или полиетиленско црево и треба да бидат закопани под земја затоа што лесно може да се уништат при изложување на директна сончева светлина. Разводните крила обично се со големина од 13-32 mm во дијаметар.

Отворите или капалките се уреди што се користат за контрола на испуштањето вода од разводните крила до растенијата. Тие обично се наоѓаат на растојание од повеќе од 1 метар едни од други, при што една или повеќе капалки се користат за едно растение, како на пример едно дрво. Кај културите во редови може да се користат капалки на помало растојание, со цел наводнување на редот од почвата. Во изминативе години се произведени голем број различни дизајни на капалки. Основата на дизајнот е да се изработи капалка која ќе обезбеди утврдено константно испуштање кое не варира многу при промена на притисок и не се затнува лесно.



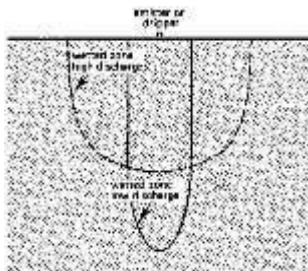
Работа на системите капка по капка

Системот капка по капка е обично постојан систем. Кога останува на едно место подолго од една сезона, системот се смета за постојан. Па така, лесно може да се автоматизира. Тоа е особено корисно ако нема многу работна сила која е на располагање или пак кога нејзиното ангажирање е скапо. Меѓутоа, за автоматизирање неопходни се посебни вештини, па така овој пристап не е соодветен во услови на отсуство на такви вештини.

Наводнувањето капка по капка овозможува залевањето да се врши често (ако треба и секој ден), а тоа овозможува многу поволни услови за одгледување на културите. Меѓутоа, ако културите се навикнат да се наводнуваат секој ден, може да развијат плитки корени и во случај системот да откаже, културите може набрзо да почнат да венеат.

Шема на наводнување

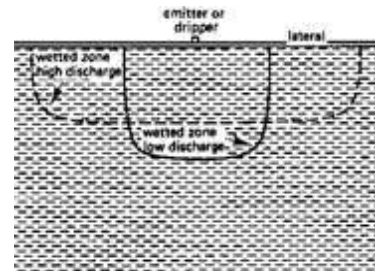
За разлика од површинското наводнување и наводнувањето со прскалки, кај наводнувањето капка по капка се натупува само дел од почвата на кореновиот систем. Тоа може да изнесува и само 30% од обемот на почвата натопен со користење на други методи на наводнување. Шемата на наводнување која се добива како резултат на капење вода во почвата зависи од испустот и од видот на почвата. На Сликата е прикажан ефектот од промените во испустот кај две различни видови почви, односно кај песоклива и кај глинеста почва.



ПЕСОК

Шема на наводнување

За разлика од површинското наводнување и наводнувањето со прскалки, кај наводнувањето капка по капка се натупува само дел од почвата на кореновиот систем. Тоа може да изнесува и само 30% од обемот на почвата натопен со користење на други методи на наводнување. Шемата на наводнување која се добива како резултат на капење вода во почвата зависи од испустот и од видот на почвата. На Сликите е прикажан ефектот од промените во испустот кај две различни видови почви, односно кај песоклива и кај глинеста почва.



ГЛИНА

Иако се натупува само дел од кореновиот систем, сепак важно е да се задоволи целосно потребата од вода на растението. Понекогаш се смета дека со наводнување капка по капка се заштедува вода со намалување на количеството вода што го користи растението. Тоа не е точно. Користењето вода од страна на растението не се менува според начинот на залевање. На растенијата им е потребно правото количество вода за добар раст.

Заштедите на вода што може да се остварат со помош на системот капка по капка се во насока на намалување на длабоката перколација, површинско истекување на вода и испарување од

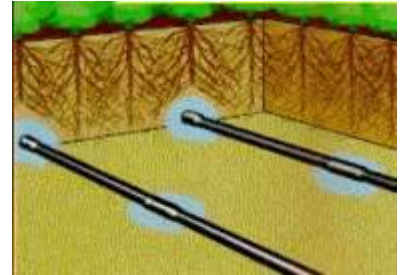


почвата. Овие заштеди, мора да се запомни, зависат подеднакво од корисникот на опремата, како и од самата опрема.

Наводнувањето капка по капка не претставува замена за други докажани начини на наводнување. Тоа е само друг начин на залевање. Најмногу одговара за места каде квалитетот на вода е маргинален, земјиштето е со стрмен наклон или брановидно и со слаб квалитет, каде водата или работната рака се скапи, или каде културите со висока вредност имаат потреба од почесто залевање.

Подземно наводнување: залевањето се врши под површината на земјата, со помош на закопани цевки или канали. Успешно може да се применува

- во некои влажни подрачја, како на пример, во Холандија.
- во сушни региони може да предизвика сериозни проблеми со соленоста.





3 КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Brouwer & Heibloem, 1986 C. Brouwer and M. Heibloem. IRRIGATION WATER MANAGEMENT Training manual no. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1986
- Brouwer et all, 1985 (1) C. Brouwer, A. Goffeau and M. Heibloem Irrigation Water Management: Training Manual No. 1 - Introduction to Irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985
- Brouwer et all, 1985 (2) C. Brouwer, A. Goffeau, M. Heibloem and J. Plusjé. Irrigation Water Management: Training Manual No. 2 - Elements of Topographic Surveying Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985
- Brouwer et all, 1989 C. Brouwer, K. Prins, M. Heibloem Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling. Training manual no. 4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1989
- Doorenbos, 1976 Doorenbos, FAO irrigation and Drainage Paper 27, Agrometeorological Field Stations, Chapter 6. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1976
- Hoevenaars et all, 1992 P.M. Hoevenaars, B.E. van Bosch, N. Hachco, M. Heibloem. Irrigation Water Management: Training Manual No. 6 - Scheme Irrigation Water Needs and Supply. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1992
- Brouwer et all, 1985 (2) C. Brouwer, K. Prins, M. Kay and M. Heibloem. Irrigation Water Management: Irrigation Methods: : Training Manual No. 5 - Scheme Irrigation Water Needs and Supply. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985



4 АНЕКСИ

4.1 АНЕКС I: МЕРЕЊЕ НА ВРНЕЖИТЕ ОД ДОЖД (DOORENBOS, 1976)

Вкупното количество врнежи од дожд во текот на одреден период се одредува како длабочина на водата која може да прекрие хоризонтална површина ако нема истекување, инфилтрација и испарување. Таа длабочина обично се мери во милиметри.

Прецизноста на мерењето на врнежите главно зависи од ветерот, висината на дождемерот и изложеноста. Грешките што се должат на ветер и изложеност може да бидат многу големи, дури и повеќе од 50 проценти. Зафаќањето на врнежите е функција на висината на дождемерот; колку е поотворена локацијата, толку поголема ќе биде разликата во зафаќање со висината.

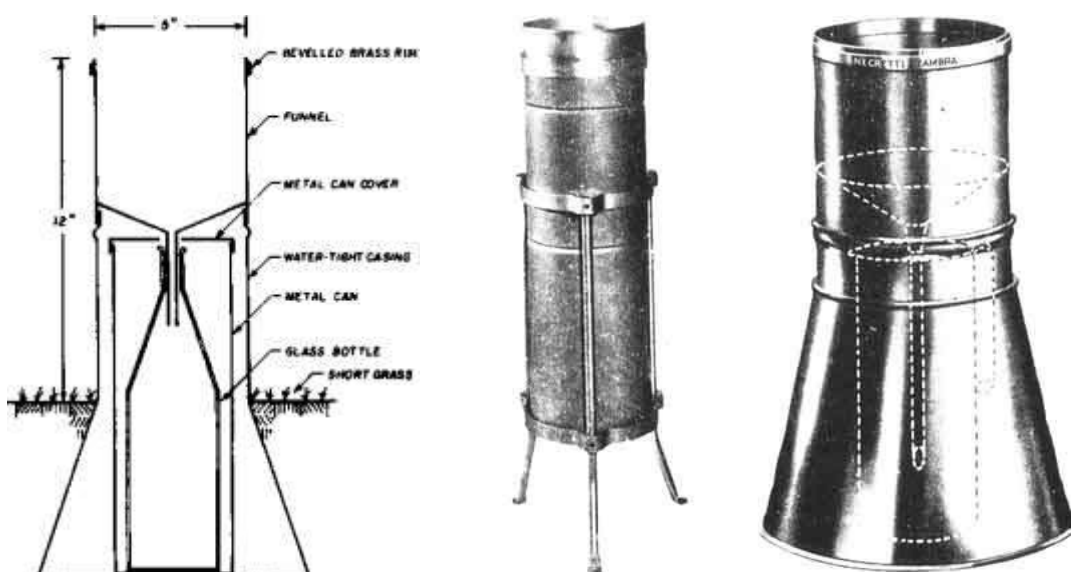
ДОЖДОМЕРИ

Дождемерите имаат цилиндрична форма. Непропустливиот собирач е поставен над инка која води до приемникот. Приемникот треба да има тесно грло во кое е поставена инката со цел намалување на загубите поради испарување.

Собирникот треба да има собирна површина од 200 до 500 cm². Обрачот на собирачот треба да биде остар и да биде свиткан вертикално кон внатре. Собирачот е дизајниран на тој начин што дождот не може да прска надвор; според тоа, сидовите треба да бидат доволно длабоки, а аголот на инката доволно остар (повеќе од 45°).

Дождемерите се изработуваат од некорозивен метал, фиберглас или пластика. Бидејќи видот, дијаметарот на собирачот, висината и начинот на изложување на мерачот значително се разликуваат од една земја до друга, важно е видот што ќе се избере и начинот на поставување да биде сличен со другите дождемери во тоа подрачје за да може да се добијат споредливи податоци. Нормална висинска изложеност е обично 30 cm над нивото на земјата.

На поголема висина, ветерот влијае врз прецизноста на мерењето. Во случај кога поставеноста на дождемерот, а особено локацијата, се разликуваат во голема мера од локалните практики, може да биде потребно да се изврши непосредна споредба меѓу двата дождемера. Градацијата на уредот за мерење (сад или цевче) сепак мора секогаш да биде конзистентен со големината на собирачниот простор на дождемерот. Подолу се прикажани неколку видови дождемери.

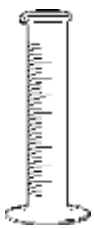




Локацијата мора да биде рамна и околното земјиште да биде еднообразно. Се препорачува земјиштето да биде со трева или растресита земја. Не смее да има никаков друг инструмент, објект или дрво на растојание четири пати поголемо од висината на дождомерот. Треба да се избегнуваат локации на кои има преголема изложеност, како што е врвот на некој рид. На локации со голема изложеност без какво било природно засолниште, понекогаш се користат штитници за дождомери. Дождомерот треба да биде цврсто поставен на бетонска подлога. Обрачот на дождомерот мора секогаш да биде хоризонтален.

МЕРЕЊЕ

Мерењата треба да се вршат во исто време секое утро. Треба да се користи градуирана мензура или градуирано потопно цевче. Се препорачува да се користи мензура. Доколку врне за време на мерењето, тоа треба брзо да се изврши за да не се нарушува зафаќањето на дождовната вода.



Мензурата, која е стандардна за инструментот што се користи, треба да биде од просирно стакло или пластика. Дијаметарот на мензурата не треба да биде поголем од една третина од дијаметарот на обрачот на дождомерот. Градуирањето треба да биде јасно видливо и скалата да се состои од степени од 0,2 mm. Процедурата на мерење се состои во тоа што дождовната вода од садот за складирање треба да се истури во мензурата и да се отчита количината на скалата. Доколку има големо количество дождовница, мерењето може ќе треба да се врши на два или повеќе пати. Како мерка се зема долниот менискус на течноста. При отчитувањето, мензурата треба да се држи вертикално. Празниот сад за складирање потоа се враќа во дождомерот и се заменува собирникот.

Ако нема посебно градуирана мензура приспособена на дождомерот што се користи, може да се користи мензура во cm³. Процедурата е иста, но евидентирираниот волумен треба да се подели со површината на собирникот на дождомерот во cm² за да се дојде до количеството дождовница во cm. При овој тип на мерење може да дојде до поголеми грешки.

ОТЧИТУВАЊЕ

Количеството вода од врнежи треба да се отчитува во единици од 0,1 mm. Читањата помали од 0,05 mm треба да се евидентираат како „трага“. „Траги“ се евидентираат и во случај кога нема знаци за врнење на дождомерот, но со сигурност се знае дека имало одредени врнежи во меѓувреме по последното отчитување на дождомерот.

Стандардно, насобраната вода за период од 24 часа што се отчитува на дождомерот се евидентира како состојба за 9.00 часот претходниот ден или порано. На пример, насобраната вода измерена во 08.00 часот на 1 декември ќе биде прикажана во евиденцијата за 30 ноември и ќе биде вклучена во вкупната пресметка за ноември. Меѓутоа, часот на мерење треба да се совпаѓа со локалните практики.

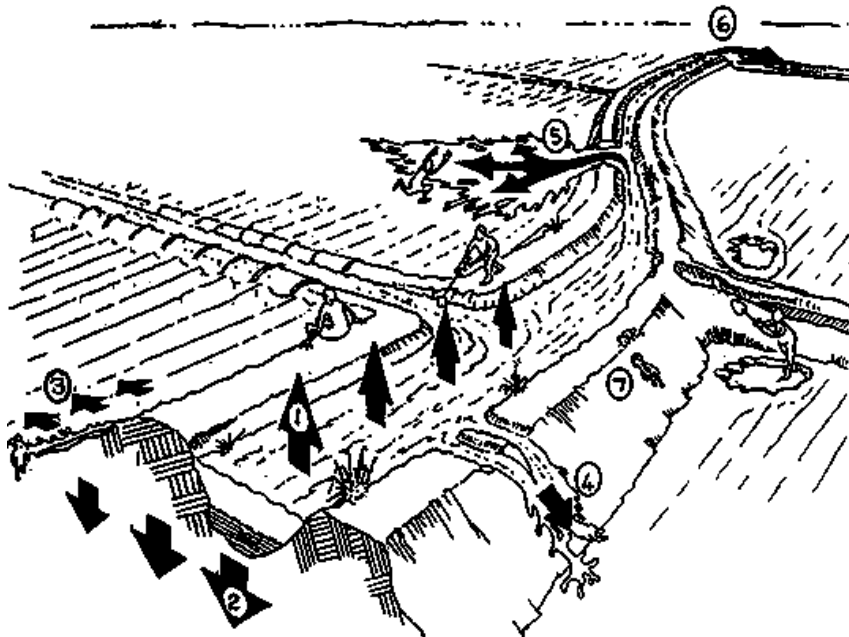
ОДРЖУВАЊЕ

Дождомерите треба да се проверуваат да не течат; прашиката и листовите треба да се отстранат од собирникот. Внатрешноста треба да биде чиста, но да не биде полирана. Мензурата треба да биде чиста, и да нема вглабнатини. На располагање треба да биде и резервна мензура. Не треба да се дозволи растење на растенија околу и над дождомерот.



4.2 АНЕКС II: ЕФИКАСНОСТ НА НАВОДНУВАЊЕТО

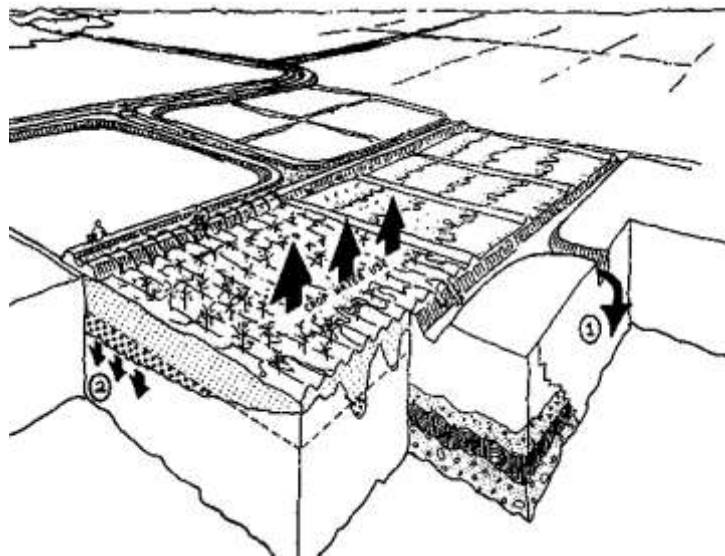
Сета вода што се презема од изворот (река, бунар) не стигнува до кореновиот систем на растенијата. Дел од водата се губи при транспортот низ каналите и во полињата. Останатиот дел се складира во кореновиот систем и на крај растенијата го искористуваат. Со други зборови, само дел од водата е искористена ефикасно, остатокот од водата за културите на полињата што требало да бидат наводнувани се губи.



Слика 4-1 Загуба на водата за наводнување во канали

На Слика 4.1 се покажани загубите на водата за наводнување во каналите. Тие се должат на:

1. Испарување од водната површина
2. Длабока перколација до слоеви на почва под каналите
3. Протекување низ насипите на каналите
4. Надминување на насипите (прелевање)
5. Рушење на насипите
6. Истекување во одводот
7. Дупки од стаорци во насипите на каналот



Слика 4-2 Загуба на водата за наводнување во полето

На Слика 4.2 се прикажани загубите на вода за наводнување во полето. Тие се должат на:

1. Површинско истекување, при што водата завршува во одводот
2. Длабока перколација кон слоевите на почвата под кореновиот систем

За да се одреди кој процент од водата за наводнување се искористува ефикасно, а кој процент се губи, се користи терминот ефикасност на наводнувањето.

Ефикасноста на шемата на наводнување (во %) се гледа според делот од водата испумпана или пренасочена преку доводот која е ефикасно искористена од растенијата. Ефикасноста на шемата на наводнување може да се подели на:

- ✓ ефикасност на пренесување (ec), што ја покажува ефикасноста на преносот на вода во каналите или спроводните системи, и
- ✓ ефикасност на залевање (ea), што ја покажува ефикасноста на залевањето на парцелата.

Ефикасноста на пренесување (ec) главно зависи од должината на каналите, видот на почвата или порозноста на коритото на каналот и состојбата на каналите.

Кај поголемите системи на наводнување се губи повеќе вода отколку кај малите, поради подолгиот систем од канали. Повеќе вода се губи од каналите во песоклива почва, отколку од каналите во тешка глинеста почва. Кога каналите се обложени со цигли, пластика или бетон, загубата на вода е многу мала. Ако каналите не се одржуваат добро, насипите пукаат и не се санираат соодветно, а стаорците копаат дупки, тогаш загубата на вода е голема.

Во Табела 7 се дадени некои индикативни вредности за ефикасноста на пренесување (ec), земајќи ја предвид должината на каналите и видот на почвата во која каналите се ископани. Нивото на одржување не е земено предвид: слабото одржување може да ги намали вредностите од Табелата 4.1 дури и за 50%.



Табела 4-1 Индикативни вредности за ефикасноста на пренесување (ес) кај соодветно одржувани канали

Soil type	Earthen canals			Lined canals
	Sand	Loam	Clay	
Canal length				
Long (> 2000m)	60%	70%	80%	95%
Medium (200-2000m)	70%	75%	85%	95%
Short (< 200m)	80%	85%	90%	95%

Ефикасноста на залевање (ea) главно зависи од начинот на залевање и нивото на дисциплина на земјоделските производители. Некои индикативни вредности на просечната ефикасност на залевање (ea) се дадени во Табела 4.2

Недостигот на дисциплина може да придонесе кон намалување на вредностите дадени во Табела 4.2.

Табела 4-2 Индикативни вредности за ефикасноста на залевање (ea)

Irrigation methods	Field application efficiency
Surface irrigation (border, furrow, basin)	60%
Sprinkler irrigation	75%
Drip irrigation	90%

Откако ќе се определат ефикасноста на пренесување и ефикасноста на залевање, ефикасноста на шемата на наводнување (e) може да се пресмета со помош на следнава формула:

$$e = \frac{ec \times ea}{100}$$

каде

e = ефикасност на шема на наводнување (%)

ec = ефикасност на пренесување (%)

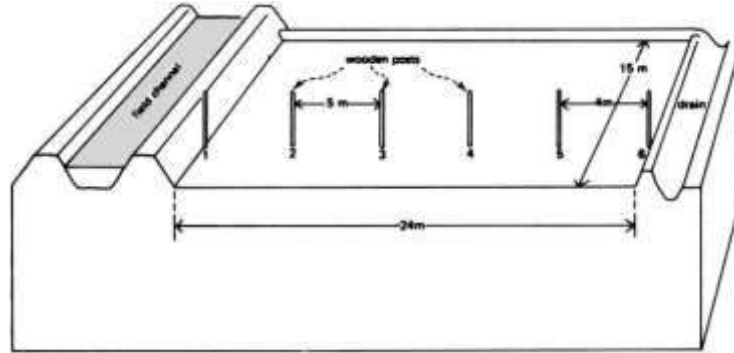
ea = ефикасност на залевање (%)

Ефикасност на шемата на наводнување од 50-60% е добра; 40% е разумна, додека ефикасност на шемата на наводнување од 20-30% е слаба.



4.3 АНЕКС III: ЕВАЛУАЦИЈА НА УСПЕШНОСТА НА НАВОДНУВАЊЕТО

Во овој дел е опишано како да се утврди успешноста на наводнувањето на базенот/браздата. Се претпоставува дека потребата од нето вода за наводнување на културата е позната (т.е. нето длабочината на наводнување). Тоа се споредува со она што се случува за време на самото наводнување. Ефикасноста на залевањето определена на тој начин е добра мерка за евалуација на успешноста на наводнувањето.



Слика 4-3 Поставени дрвени колци на растојание од 5 м

Потребна опрема

- Метро (30 m)
- Инфилтрометар
- Дрвени колци
- Штоперица или часовник
- Лист за податоци

Метод

Чекор 1:

Изберете типичен базен (парцела) или бразда, кои може да се сметаат за репрезентативни за локалните услови од аспект на големината, видот на почва и културата. Измерете ја големината на парцелата или должината на браздата со помош на метро. Заведете ги податоците во листот за податоци:

Пример:

Датум на испитување: 4 декември 1987 година

Големина на парцелата: 24 (m) x 15 (m) - 360 (m²)

Култура: Кикирики, потребна нето длабочина на наводнување: 45 mm

Чекор 2:

Поставете дрвени колци на растојание од 5 до 10 m како што е прикажано на Слика 4.3. Забележете ја позицијата на колците на листот за податоци (колона 2).

Чекор 3:

Извршете неколку испитувања на инфилтрација (види Анекс 3) и изработете (просечна) крива на инфилтрација. Во овој пример, се користи кривата од Анекс 3 (Слика 76).

Чекор 4:

Сега започнува наводнувањето. Користете ја истата големина на проток и истото време на залевање што обично ги користи лицето кое наводнува. Евидентирајте го времето потребно за водната маса да стигне до секој од дрвените колци (1 до 6). Ова се нарекува време на надоаѓање: колона 3.



Чекор 5:

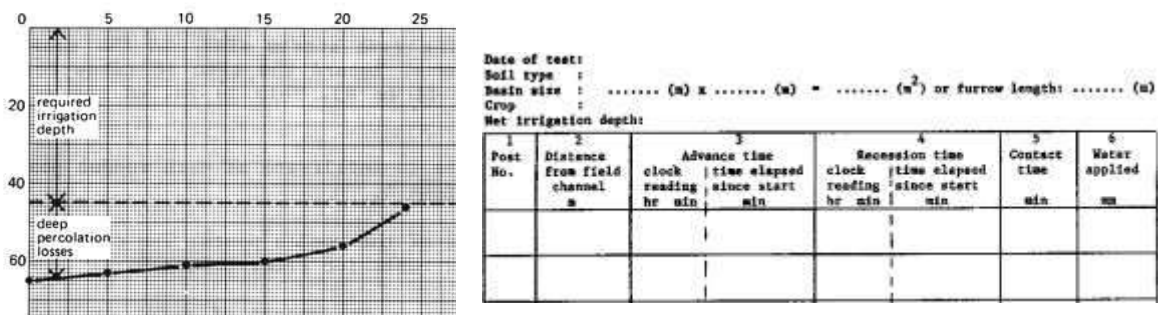
Евидентирајте го времето потребно за водата да се инфилтрира кај секој од дрвените колци (1 до 6). Ова се нарекува време на повлекување: колона 4.

Чекор 6:

Пресметајте го времето на контакт кај секој од дрвените колци. Времето на контакт е разликата меѓу времето на надоаѓање и времето на повлекување: колона 5.

Чекор 7:

Кај секој од дрвените колци, пресметајте го количеството на залиена вода (во колона 6 од следнава табела), со помош на кривата на инфилтрација. Сите податоци се евидентираат во листот за податоци, како што е дадено во примерот подолу.



Чекор 8:

Определете ја ефикасноста на залевање. Ефикасноста на залевање е делот од залиената вода што културата го искористува. Под услов да нема загуби во форма на одлевање, ефикасноста на залевање (%) е бараната длабочина на наводнување (mm), поделена со просечната длабочина на наводнување (mm), помножена со 100%.

Или:

$$\text{Ефикасност на залевање (\%)} = \frac{\text{потребна длабочина на наводнување (mm)}}{\text{просечна длабочина на наводнување (mm)}} \times 100\%$$

Просечната длабочина на наводнување (колона 6) е:

$$(65 + 63 + 61 + 60 + 56 + 46) : 6 = 59 \text{ mm}$$

Потребната нето длабочина на наводнување е 45 mm.

$$\text{Оттука, ефикасноста на залевање (\%)} = 45/59 \times 100\% = 76\%$$

Тоа значи дека (просечните) загуби од длабока перколација се 59 - 45 = 14 mm. Тоа е прикажано во следната табела.



1 Post No.	2 Distance from field channel m	3 Advance time			4 Recession time			5 Contact time min	6 Water applied mm
		clock reading		time elapsed since start	clock reading		time elapsed since start		
		hr	min	min	hr	min	min		
1	0	11	00	0	11	50	50	50	65
2	5	11	04	4	11	50	50	46	63
3	10	11	08	8	11	50	50	42	61
4	15	11	11	11	11	51	51	40	60
5	20	11	20	20	11	52	52	32	56
6	24	11	30	30	11	54	54	24	46
								Average	59 mm