

# BEVATTNING I ÅKERBRUKET

LUOKO rf



**Utgivare**

Utbildningsföreningen för naturvård LUOKO rf  
Simonsgatan 12 A 11,  
00100 Helsingfors  
tfn: 0400 882 136

Publikationen kan laddas ner i elektronisk form på adressen:  
[www.salaojayhdistys.fi/sv/framsida/](http://www.salaojayhdistys.fi/sv/framsida/) -> Publikationer

**Pärmbild**

Sakari Alasuutari, Vastavalo.net

**Layout**

CheckPoint Production Oy

**Översättning**

Mediatjänst Kerstin Holmström och  
Svenska lantbrukssällskapens förbund

Stiftelsen Finlandssvenska Jordfonden har understött översättningen  
av denna publikation

**Tryckeri**

Grano Oy, Helsingfors, 2023

ISBN: 978-952-5345-55-1

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	5
<b>1. Inledning</b> .....	7
<b>2. Faktorer i samband med vattenhushållningen som påverkar behovet av bevattning</b> .....	9
2.1 Nederbördsunderskottet och dess inverkan på växternas tillväxt.....	9
2.2 Jordens vattenhållningsförmåga och vattnets rörelser.....	12
2.3 Grundvattnets höjd.....	15
2.4 Jordens torkkänslighet.....	15
2.5 Topografins inverkan på vattenhushållningen.....	16
<b>3. Mängden bevattningsvatten och bevattningstidpunkten</b> .....	17
3.1 Mätning av jordmånens fuktighet.....	18
3.2 Vattenbalansmetoden.....	20
3.3 Rotsystemets inverkan på bevattningsbehovet.....	22
3.4 Odlingsväxtens inverkan på bevattningsmängderna.....	23
<b>4. Bevattningsvattnets kvalitet</b> .....	25
4.1 Sötvatten som vattenkälla.....	25
4.2 Havsvatten.....	25
4.3 Återvunnet vatten.....	26
4.4 Producenten ansvarar för vattenkvaliteten.....	27
<b>5. Anskaffning av bevattningsvatten</b> .....	28
5.1 Planering av vattenanskaffningen.....	28
5.2 Lagring av vatten.....	28
5.3 Lagstiftning om vattenanskaffning.....	32
<b>6. Bevattningsmetoder</b> .....	35
6.1 Sprinklerbevattning.....	35
6.2 Bevattning med fukt slang.....	37
6.3 Droppbevattning.....	38
6.4 Sprinkler-, fukt- och droppbevattnings-anläggningarnas olika delar.....	38
6.5 Underbevattning.....	39
<b>7. Planering av bevattningssystemet</b> .....	42
7.1 Val och dimensionering av bevattningsmetod.....	42
7.2 Val av pump.....	46
<b>8. Bevattning som investering</b> .....	48
8.1 Investerings-, användnings- och underhållskostnader.....	48
8.2 Bedömning av investeringens lönsamhet.....	50
<b>9. Bevattning ur samhällets perspektiv</b> .....	52
9.1 Försörjningsberedskap.....	52
9.2 Resurseffektivitet.....	52
9.3 Effekter på vattendragen.....	53
9.4 Utsläpp av växthusgaser.....	53
9.5 Naturens mångfald.....	54
<b>Till sist</b> .....	55
<b>Källor</b> .....	56



# Förord

På jordbruksjordarna i Finland är det idag främst specialgrödor med hög avkastning som bevattnas. Under de närmaste åren kommer behovet av bevattning sannolikt att öka på grund av de torrperioder som klimatförändringen orsakar, och det kommer att bli lönsammare att bevattna också andra än specialgrödor. Med hjälp av bevattning kan vi säkerställa vår försörjningsberedskap och en tillräcklig inhemsk livsmedelsproduktion och utjämna årliga skördevariationer.

I den här guiden har vi samlat information om bevattning till stöd för jordbrukarens beslutsfattande. Publikationen innehåller information om behovet av bevattning, anskaffning av bevattningsvatten, bevattningsmetoder, lönsamhet och miljöaspekter. De grödor som behandlas här är vall, spannmål, potatis, oljeväxter och baljväxter.

Också andra än jordbrukare, till exempel rådgivare och myndigheter, kan ha nytta av publikationen.

Publikationen har utarbetats som ett samarbete mellan Luonnonhoidon koulutusyhdistys, Utbildningsföreningen för naturvård,

LUOKO rf och Täckdikningsföreningen rf. Den har finansierats av Stödstiftelsen för täckdikning sr, MTK rf och Täckdikningsföreningen rf. I publikationens redaktionsråd ingick AFD, docent, ledande specialist Liisa Pietola (Sitra), professor Tarmo Luoma (LUOKO rf), AFD, DI, verksamhetsledare Seija Virtanen (Stödstiftelsen för täckdikning), DI, verksamhetsledare (till slutet av år 2022) Helena Äijö (Täckdikningsföreningen rf), DI, verksamhetsledare (fr.o.m. år 2023) Olle Häggblom (Täckdikningsföreningen rf), professor Laura Alakukku (HU), AFD, PeM, direktör Susanna Kumpulainen (MTK). Texten i publikationen baserar sig delvis på Täckdikningsföreningens bok Maan vesi- ja ravinnetalous (Markens vatten- och näringshushållning). Texten har skrivits av AFM Jenna Bergholm.

Innehållet har kommenterats av flera specialister inom området. Ett stort tack till alla som bidragit till arbetet med utgåvan.

Helsingfors 23.5.2023, redaktionsrådet



# 1. Inledning

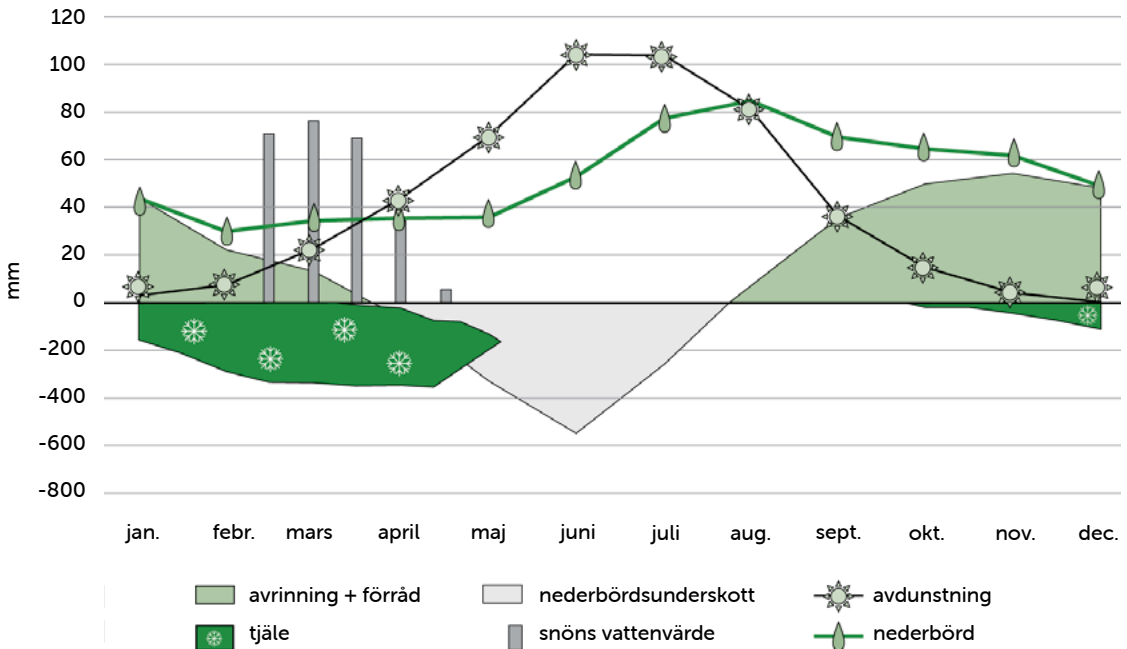
I Finland är den årliga nederbörden större än avdunstningen, vi har med andra ord ett klimat av humid typ. Därför har dräneringen hos oss varit en av de viktigaste åtgärderna för att reglera vattenhushållningen i jordbruket. Dräneringens primära uppgift är att leda bort överflödigt vatten från åkern. Detta skapar utrymme för luft i marken, så att rötter och mikroorganismer får tillräckligt syre för att främja markhälsan och växternas tillväxt. Dräneringen värmer jorden och skapar goda förutsättningar för rottillväxten varvid också växternas torktålighet förbättras.

Med hjälp av dränering åstadkoms också den markbärkraft som jordbruksmaskiner kräver. Eftersom nederbörden varierar under tid både inom året och mellan åren förekommer det också torra perioder hos oss. Under maj-augusti har vi i Finland ett nederbörds-

underskott (dvs. avdunstningen är större än nederbörden) på i medeltal 50-200 mm, under torra år är underskottet regionalt till och med större. Viktigare än underskottets storlek är den tidpunkt då torkan infaller med tanke på växtens tillväxt. Till exempel bildas skördekomponenterna för stråsåd vid 2-3-bladsstadiet. Torka eller annan stress i detta tillväxtstadium begränsar skördens storlek.

I Finland är det idag främst specialgrödor som bevattnas. Under de närmaste åren kommer behovet av bevattning sannolikt att öka och det kommer att bli lönsammare att bevattna också andra än specialgrödor. I och med klimatförändringen förutspås förekomsten av extrema väderfenomen öka vilket också ökar behovet av bevattning.

I Finland används bevattning också för frostbekämpning på specialgrödor som ny-



Figur 1.1. I Finland är avdunstningen vanligen större än nederbörden i maj, juni och juli. Under de andra månaderna är nederbörden vanligen större än avdunstningen, i början och slutet av växtperioden är de nästan lika stora. På grund av den stora mängden nederbörd och smältvatten är dränering ofta en förutsättning för odling i vår korta vegetationsperiod. Trots det förekommer också nederbördsunderskott under växtperioden då behovet av bevattning kan vara riktigt stort. (Bild: Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>)

potatis och bär. Bevattningen utförs vanligen med vattenspridare. Från och med 1990-talet har man också använt droppbevattning, bevattning med svett- eller fuktslang och underbevattning. Utvecklingen av teknik för bevattningen och bedömningen av bevattningsbehovet, såsom solceller, batterier, instrument för mätning av jordens fuktighet och grundvattennivån och väderobservationer har gått framåt, och kostnaderna har sjunkit mycket under de senaste åren, och den trenden kommer sannolikt att fortsätta. För att tekniken ska kunna utnyttjas effektivt krävs det att uppmätt data kan kombineras och analyseras till grund för beslutsfattandet.

Bevattningens lönsamhet måste bedömas från fall till fall. Lönsamheten påverkas av bland annat vilken gröda som odlas, priset för skörden, produktionsinsatserna, åkerns torkkänslighet, väderförhållandena, behovet av insatser för att ordna bevattningen, tillgången till bevattningsvatten, bevattningens investerings- och driftskostnadet samt eventuella stöd. Vid anordnande av bevattning

måste man beakta de randvillkor som lagstiftningen ställer.

Med hjälp av bevattning kan växternas näringsupptagning effektiveras vilket ökar skördens storlek och förbättrar dess kvalitet, och minskar risken för näringsutlakning. Genom att höja grundvattennivån kan man på sura sulfatjordar minska uppkomsten av surhet och minska upplösningen och utlakningen av metaller till vattendragen. På torvjord kan man genom att höja grundvattennivån minska nedbrytningen av torv och de utsläpp av växthusgaser som uppstår på grund av detta.

Växterna upptar näring tillsammans med vattnet så vi kan påverka skördebildningen med hjälp av bevattning och genom att upprätthålla tillräcklig fuktighet. När växterna effektivt kan utnyttja de näringsjoner som finns i marken och de lättrorliga näringsjoner som frilagts genom mikrobernas aktivitet minskar också utlakningen av näring. Det blir alltså kvar mindre mängd näringsämnen vars utlakningsrisk är stor, särskilt efter skörd och under milda vintrar.



## 2. Faktorer i samband med vattenhushållningen som påverkar behovet av bevattning

Behovet av bevattning är beroende av väderförhållandena, framför allt av nederbördsunderskottet, odlingsväxten och dess tillväxtfas, jordarten, jordens vattenhållningsförmåga och vattenledningsförmåga samt andra faktorer som påverkar grundvattennivån såsom till exempel den omgivande topografin.

Nytan av bevattningen beror på hur och när bevattningen görs. Metoden och tidpunkten bör alltså anpassas enligt växtens behov, jordmånens egenskaper och vädret. Förutom av det rådande vädret och nederbörds-

och avdunstningsförhållandena påverkas markens fuktillstånd av de olika jordarternas vattenhållnings- och vattenledningsförmåga. Om till exempel en lerjord innehåller 30-40 volymprocent vatten kan växter inte uppta vatten tillräckligt snabbt från markens små porer för att tillgodose sitt vattenbehov eftersom markfuktigheten i praktiken är vid vissningsgränsen. Då man utvärderar behovet av bevattning är det dessutom viktigt att känna till rotsystemets djup och olika växters vattenbehov i olika utvecklingskedan.

### 2.1 Nederbördsunderskottet och dess inverkan på växternas tillväxt

Med nederbördsunderskott avses skillnaden mellan nederbörds mängden och avdunstningen. Under perioder med nederbördsunderskott minskar markens vattenförråd.

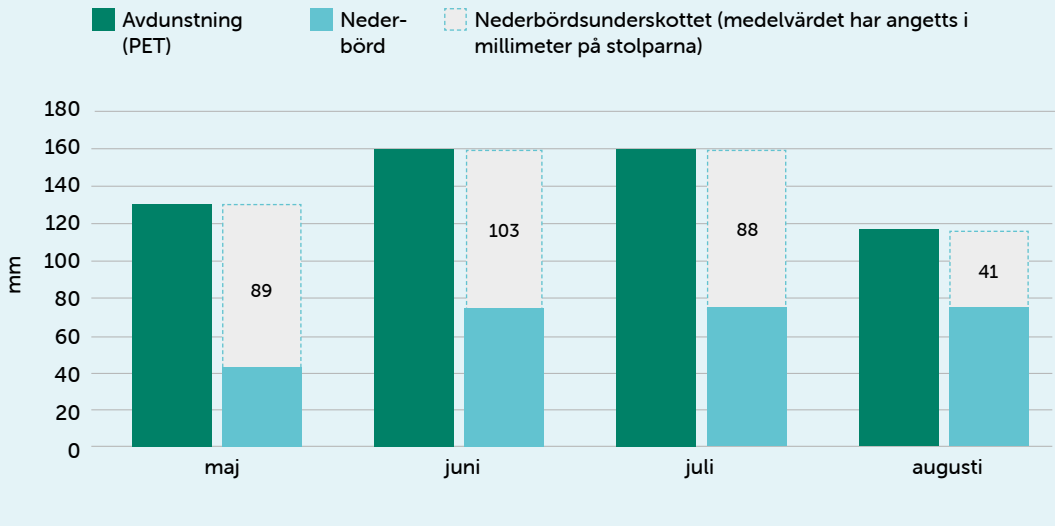
I avdunstningen inräknas den avdunstning som sker via marken (evaporation) och den vattenmängd som avdustar via växterna (transpiration), vilka båda påverkas av vädret (luftfuktighet, vind, temperatur). De kallas med ett gemensamt namn för evapotranspiration. Den potentiella evapotranspirationen (nedan PET) beskriver en situation där avdunstningen inte begränsas av brist på vatten. PET kan utnyttjas i beräkningen av vattenbalansen och bedömningen av bevattningsbehovet.

I Finland är avdunstningen ofta klart större än nederbörden under maj, juni och juli och då har vi nederbördsunderskott (se figur 2.3). I till exempel Jockis har nederbördsunderskottet i maj under en 24 års uppföljningsperiod oftast (9 år av 24) varit 70-100 mm (figur 2.2). I juni har nederbördsunderskottet under uppföljningsperioden varierat mest, ändå med betoning på större nederbördsunderskottsvärden. I juli har betoningen legat klart på större

nederbördsunderskottsvärden trots att det kumulativa nederbördsunderskottet under fem år av 24 varit endast under 20 mm. I augusti har nederbördsunderskottet under 9 år av 24 varit under 20 mm, dvs. avdunstningen har varit bara litet större än nederbörden. De övriga åren har värdena varit nära det genomsnittliga nederbördsunderskottet. Under uppföljningsperioden har det ändå inträffat en augustimånad då nederbördsunderskottet varit större än 150 mm. Man kan alltså göra en genomsnittlig uppskattning av storleken på de nederbördsunderskott som förekommit, såsom i figur 2.1, men det förekommer också exceptionella år. Dessutom förutspås klimatförändringen medföra ännu större nederbördsunderskott under växtperioderna.

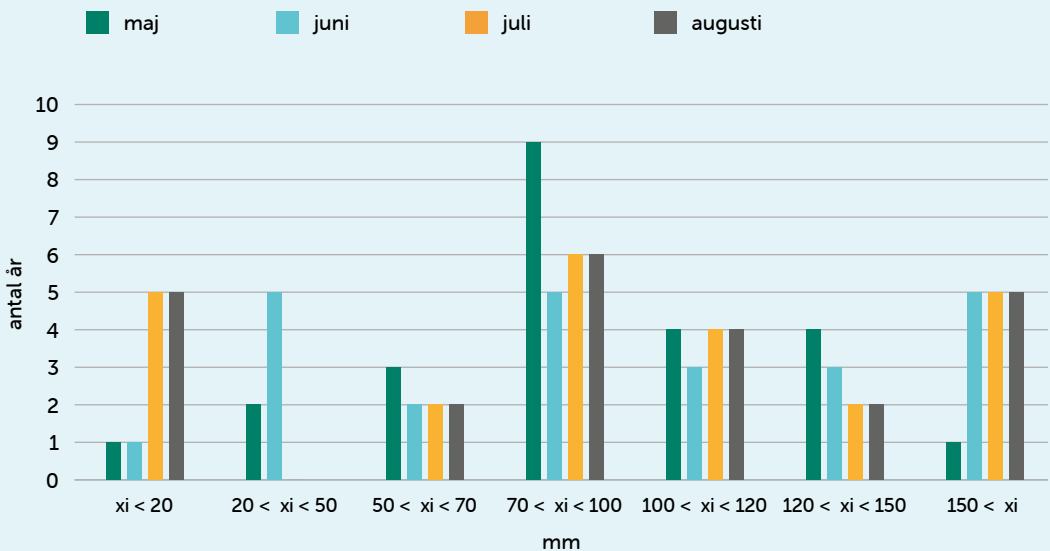
Nederbördens och bevattningens mängd uppskattas i förhållande till växtlighetens vattenförbrukning, dvs. till den potentiella evapotranspirationen. På det sättet kan man uppskatta den mängd bevattningsvatten med vilken växternas behov kan tillgodoses. I de nordiska länderna är nederbördsunderskottet under växtperioden i medeltal mellan 50 och

## JOCKIS MEDELTAL 1999-2022



Figur 2.1. Nederbörd och avdunstning i medeltal i Jockis åren 1999-2022. Nederbördsunderskottets medelstorlek har angetts som siffrvärden på stolparna. Avdunstningen (PET) i figur 2.1 och 2.2 har räknats ut med Hargreaves-metoden och de meteorologiska data (Jockis) har laddats ner från Meteorologiska institutets hemsida ([www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus](http://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus)).

## JOCKIS, NEDERBÖRDSUNDERSKOTT 1999-2022



Figur 2.2. Variation i nederbördsunderskottet i Jockis under maj-augusti åren 1999-2022

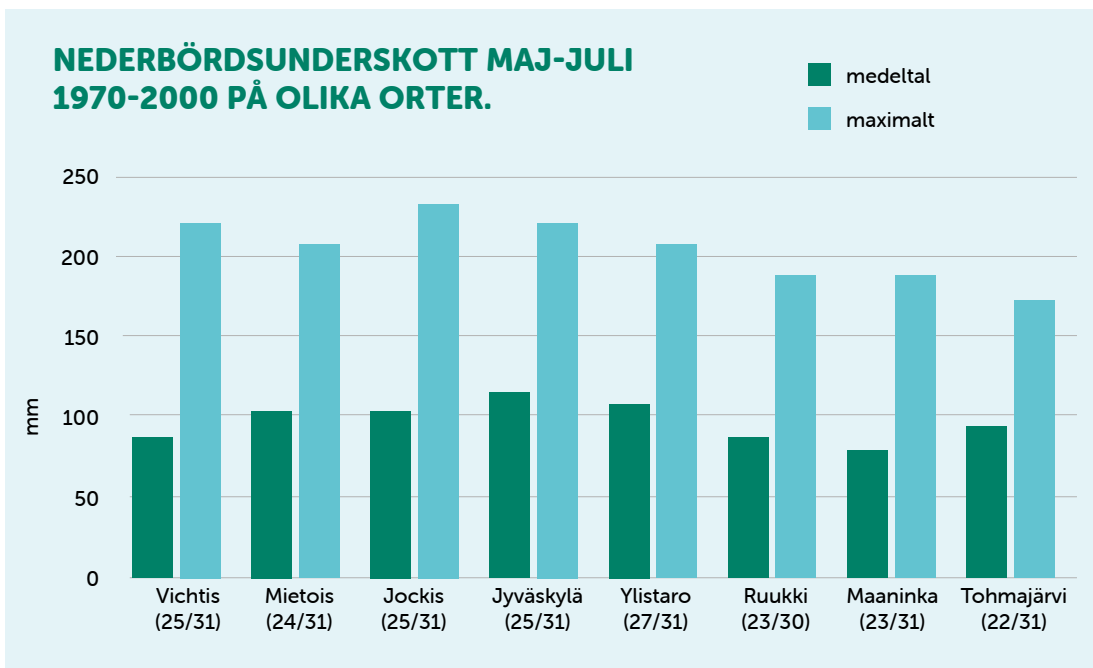
200 mm, under torra år är den regionala variationen ännu större.

Vattnets betydelse för växterna illustreras av att växterna för sina normala livsfunktioner kräver fullständig vätskespänning i de levande cellerna. När vätskespänningen minskar blir cellvätskan mer koncentrerad och gör livsfunktionerna och tillväxten långsammare. Av det vatten som växternas rötter upptar stannar endast en liten del i växten medan största delen bara går igenom dem. Växterna kan alltså sägas slösa med vatten vilket delvis beror på fotosyntesen då vattenånga släpps ut via växtens öppna klyvöppningar. Avdunstningen spelar en viktig roll för att svalka växterna. Dessutom består största delen av skörden av vatten: av t.ex. gräsartade växter består ca 60-90 % av färskvikten av vatten.<sup>2</sup>

I en torr atmosfär pågår ett avdunstningsflöde från mark som är fuktigare än atmosfären. Vid brist på vatten försöker växterna anpassa sig till detta genom att stänga sina klyvöppningar varvid avdunstningen via växterna och därmed vattenförlusten till atmosfären minskar. Detta begränsar samtidigt växtens tillväxt. Växterna övergår till en mindre vattenförbruk-

Avdunstningen på en åker påverkas av många faktorer såsom jordarten, odlingsväxten och tillgången till vatten. I den här publikationen menas med **potentiell evapotranspiration (PET)** en allmänt använd definition på den potentiella avdunstningen från vallbeståndets yta då marken är helt täckt av ett kort bestånd i en situation där avdunstningen inte begränsas av vattenbrist. PET kan beräknas kalkylmässigt bl.a. på basis av observationer av temperaturen och strålningen.

ning genom att stänga klyvöppningarna, redan mycket tidigare innan den så kallade vissningsgränsen, dvs. den lägsta markfuktighet vid vilken växten kan uppta vatten, uppnås. Också detta bör beaktas om man eftersträvar högsta möjliga skörd. Tillväxten avtar vanligen redan när växten har förbrukat hälften av det växttillgängliga markvattnet. Bevattningen borde inledas redan innan denna kritiska gräns uppnås om man eftersträvar maximal tillväxt.



Figur 2.3. Det genomsnittliga och det största nederbördsunderskottet under maj-juli 1970-2000 på olika orter. I beräkningen har man tagit med de år då det förekom nederbördsunderskott. Antalet sådana år och antalet år i hela kalkyleringsperioden har angetts inom parentes. (Figur: Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>)

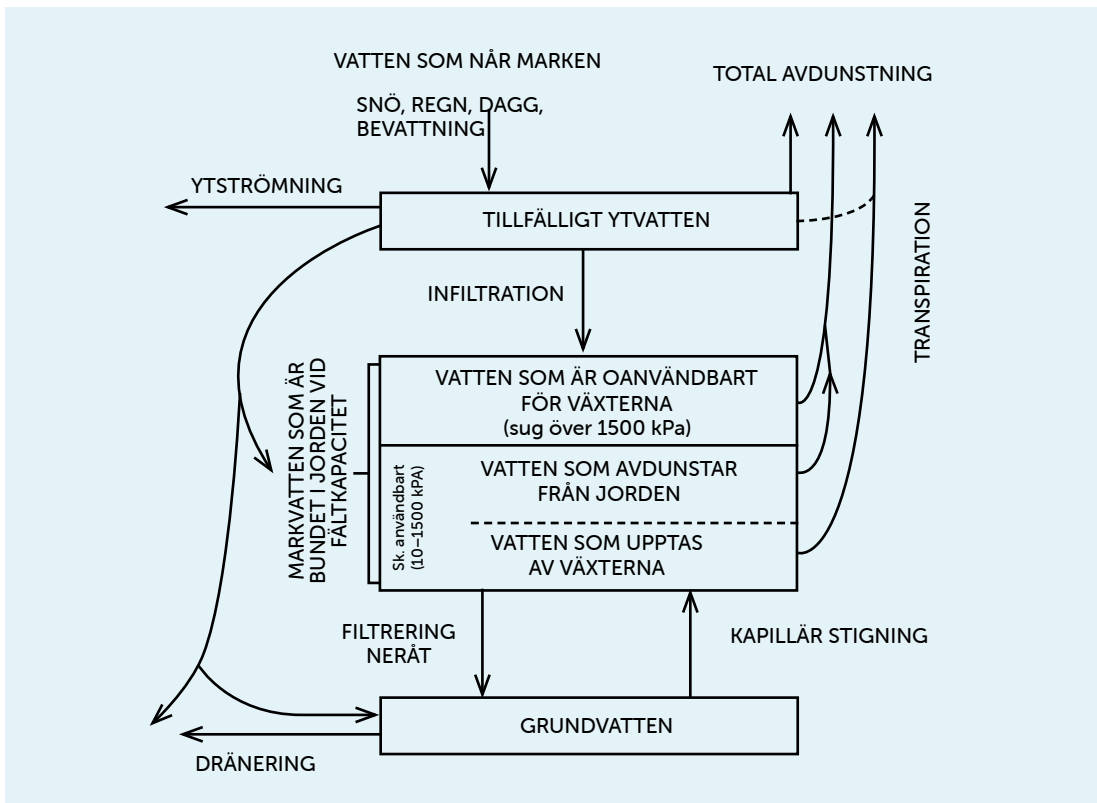
## 2.2 Jordens vattenhållningsförmåga och vattnets rörelser

Vattnets rörelser och upplagringen av vatten i jordbruksjord med tanke på växternas behov kan sammanfattas enligt figur 2.4.

Med hjälp av vattenhållningskurvan (se figur 2.5) kan vi granska markens förmåga att binda vatten. Den illustrerar förhållandet mellan suget mot jorden och jordens vattenhalt. Vattenhalten har uppgetts i volymprocent av markens totala volym (marks substansen och porerna). Kurvan ritas upp genom att undertryck eller vakuüm riktas mot ett vattenmättat jordprov. Figuren visar också diametern på det kapillärrör ( $d$ ), där kapillärkraften är i balans med sugkraften. När suget är svagt avger jorden vatten endast från de största porerna. Ju större suget är, desto mindre är de porer som töms på vatten, och desto tunnare är vattenmantlarna runt jordpartiklarna (diametern

( $d$ ) är liten). Ju större porerna ( $d$ ) är och ju tjockare vattenmanteln är, desto lösare är vattenmolekylerna bundna vid jorden. Fenomenet beskriver markvattnets klassificering som oanvändbart för växter (sug över  $\sim 1500$  kPa) eller som användbart (ca  $10$ - $1500$  kPa), av vilket endast en del är användbart för växterna eftersom avdunstningen minskar det vattenförråd som är bundet i marken (figur 2.4).

Vattnet rör sig i terrängen och markens stora porer (makroporer) med hjälp av tyngdkraften. Markvattnets rörelser påverkas också av markens adhesionskraft, tryckskillnader, temperaturskillnader och skillnader i markvattnets koncentration. I de små porerna rör sig vattnet i riktning mot torrare jord. Vatten kan röra sig i luften som vattenånga också av temperaturens inverkan, det kan man se på sommarmorgnar då



Figur 2.4. Vattnets rörelser och klassificering i jorden. (Bild enligt Heinonen 1985<sup>3</sup>.)

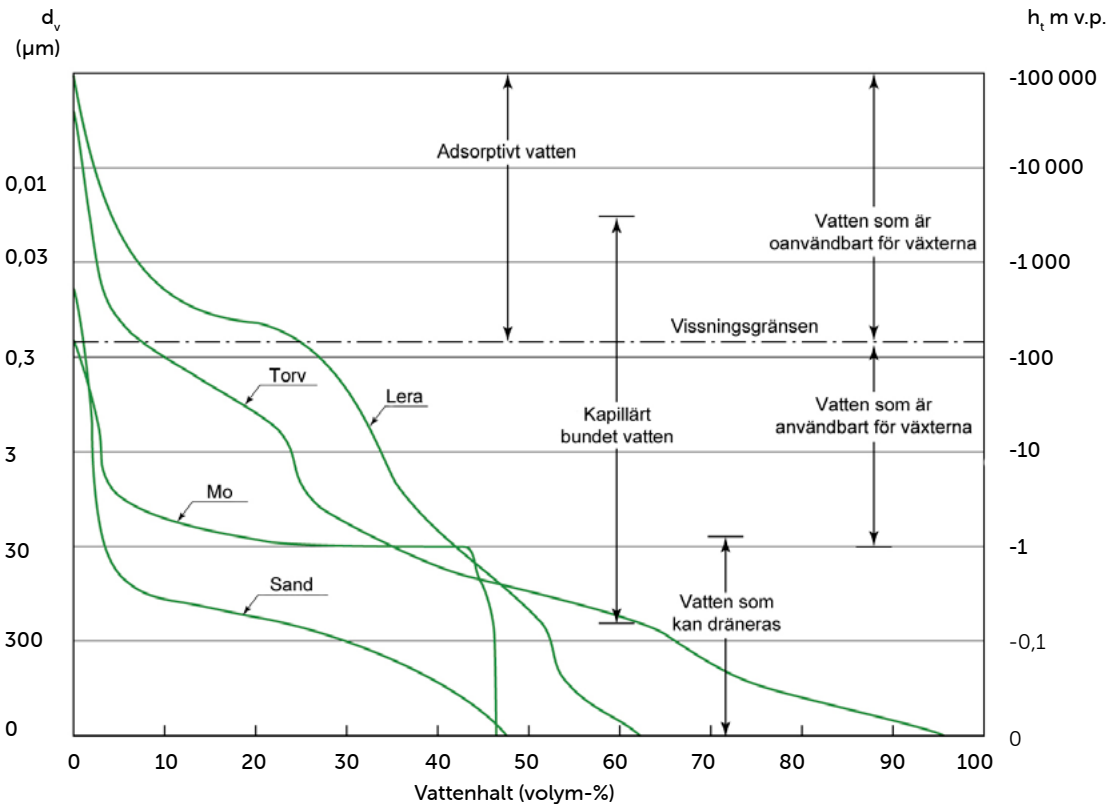
markytan är fuktig bland annat på grund av avdunstning och kondensation under natten <sup>4</sup>.

Förutom de vattenhållande porernas storleksfördelning är också sambandet mellan porerna viktigt för vattnets rörelser. Om också de tunna vattenmembranerna är förenade med varandra rör sig vattnet också i torrare, fin jord, fast långsamt. I grövre jord upphör däremot vattnets rörelser när förbindelsen brister. På grova jordar försöker man förbättra tillgången till vatten genom att packa till jorden. På finkorniga lerjordar bör man däremot undvika för stor markpackning, för att inte andelen små porer och härigenom andelen vatten som växterna inte kan nå (vissningsgränsen (-1500 kPa)) ska öka i onödan och härigenom försäma åtkomsten till vatten.

Jordarten bestämmer hur suget påverkar markens vattenhalt. I lerjordarnas små po-

rer samlas mycket vatten, men vattnet är så hårt bundet att växterna inte kan utnyttja det så länge vattenhalten är under 30 % (vissningsgränsen i figur 2.5). I sandjord rinner vattnet vid motsvarande vattenhalt på ca 30 % bort från de stora porerna när grundvattnet är på en meters djup. Mo och särskilt mulljord binder däremot vatten som växterna kan använda eftersom de innehåller mycket medelstora porer (stor nyttokapacitet). Om grundvattnet är vid marknivå, dvs. marken är helt vattenmättad, kan sand och mo binda vatten motsvarande

Vid grundvattnenytan är suget mot markvattnet lika med noll. Ju lägre grundvattnennivån sjunker, desto större kraft eller sug riktas mot markvattnet ovanför grundvattnennivån, och desto torrare är jorden.



Figur 2.5. Olika jordarters vattenhållningsförmåga (enligt Andersson & Wiklert 1972 <sup>5</sup> i boken Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016 <sup>4</sup>). Med skalan i figurens vänstra kant ( $d_v$  ( $\mu\text{m}$ )) beskrivs markporernas storlek i mikrometer. Skalan i högre kanten ( $h_t$  m v.p.) beskriver suget i enheten meter vattenpelare. Skalan i nedre kanten beskriver jordens vattenhalt i volymprocent.

omkring hälften av sin volym, lerjord kan binda drygt 60 % och torv ca 95 %. Olika jordarter har därför olika vattenhalt när alla porer är fyllda med vatten, dvs. då marken är mättad med vatten. Den maximala vattenhalten i volymprocent är lika med markens porvolym. Faktorer som påverkar detta är jordens täthet samt mängden organisk substans, på torvjordar också förmultningsgraden.

Med vattenhållningskurvans skala beskrivs också pordiametern som korrelerar med sugkraften. Sugkraften ökar då porerna blir mindre. Vid t.ex. ett undertryck som motsvarar -10 kPa är kapillärkraften hos porer med diametern 30 mikrometer (0,03 mm) i balans med suget. Då har de porer som är större tömts på vatten på grund av tyngdlagen medan de mindre porerna är vattenfyllda.

Till exempel mo och sand saknar de små porer som finns i torv och lera, och de grova jordarterna fasthåller därför inte vatten lika bra eftersom porerna töms på grund av tyngdlagen. Ökad lerhalt ökar mängden små porer som binder vatten hårt. Genom att öka mängden organisk substans kan man öka markens specifika yta och öka smulstrukturen vilket förbättrar växternas tillgång till vatten tack vare gynnsammare porstorlek.

I figur 2.5 syns de centrala fuktighetsgränserna med tanke på växtens tillväxt. Vid vissningsgränsen har angetts det sug (-1500 kPa) som växterna i regel maximalt kan utveckla. Suget motsvarar generellt en porstorlek på 0,2 mikrometer (0,0002 mm). I porer som är mindre än detta är vattnet bundet med så stor kraft att det är otillgängligt för växterna. Fältkapacitet är den mängd markvatten (fuktighet) som finns kvar i marken när överskottsvatten efter regn eller bevattning har dränerat bort. Fältkapacitet inträffar vanligen vid ett sug på -10 kPa som motsvarar en meters dräneringsdjup.

Skillnaden mellan vissningsgränsen och fältkapaciteten anger den så kallade nyttokapaciteten som beskriver markens innehåll av växttillgängligt vatten. I praktiken försvåras emellertid växternas vattenupptagning redan före vissningsgränsen eftersom vattenledningsförmågan blir långsammare. Nyttokapaciteten beskriver också volymen av medelstora porer

**Fältkapacitet** råder vid det ställe av markprofilen där suget motsvarar 10 kPa, dvs. där grundvattnet ligger en meter under detta ställe. Då har de största porerna tömts på vatten medan de medelstora och små porerna är vattenfyllda. Till exempel efter regn eller bevattning är markytans fuktighet i fältkapacitet när grundvattnenivån är på en meters djup.

**Vissningsgränsen** kallas det ställe i markprofilen där vattnet är så hårt bundet i (endast) de små porerna att växterna inte kan utnyttja det. Vid vissningsgränsen är vattnet bundet med ett sug som motsvarar i medeltal 1500 kPa. Detta är också den sugkraft som växter i genomsnitt maximalt kan producera. Sugkraften varierar ändå från växt till växt. Till exempel hos potatis som har grunda rötter är suget svagare än genomsnittet, dvs. potatis är en torkkänslig växt. Allmänt taget försämras växternas tillväxt redan före vissningsgränsen och det intervall där vattenpotentialen är mellan ca 100 kPa och 1 000 kPa kallas därför för område med minskande mertillväxt <sup>6</sup>.

**Nyttokapaciteten** beskriver den mängd vatten i jorden som växterna maximalt kan tillgodogöra sig. Jordens nyttokapacitet beräknas genom att man räknar ut hur mycket växttillgängligt vatten det finns mellan vissningsgräns och fältkapacitet. Om det t.ex. på en lerjord finns 25 volymprocent vatten vid vissningsgränsen och lerjordens fältkapacitet är 42 volymprocent så är lerjordens nyttokapacitet 17 volymprocent.

(0,2-30 mikrometer), även kallade vattenporer, eftersom just de är de viktigaste porerna med tanke på växternas tillgång till vatten.

Jordart	Vatten som är tillgängligt för växter i medeltal, volym-%	Normalt variationsintervall, volym-%	Andel lättillgängligt vatten av hela mängden växttillgängligt vatten, %
Fin sand	10	5–15	50-60
Lerig sand - grov mo	15	10-20	50-70
Lerig fin mo	25	20-30	50-70
Mager lera, mjällera	25	20-35	30-40
Lera	25	20-30	20-30
Mycket styv lera	15	10-20	15-25
Mulljordar	40	30-60	50-70
Moränjordar	15	10-20	40-60

Tabell 2.1. Nyttokapaciteten, dvs. mängden vatten som lätt kan utnyttjas på olika jordarter (millimeter vatten i ett 10 cm (1 dm) tjockt jordskikt). (Harry Linnér i boken Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>)

## 2.3 Grundvattnets höjd

Grundvattnets höjd påverkar markens fuktprofil. Genom dränering avlägsnas överflödigt vatten, genom uppdämning förhindras avrinning och genom att tillföra mera vatten, dvs. med underbevattning, tillförs vatten till jorden. Genom att reglera grundvattnets höjd kan vi påverka mängden växttillgängligt vatten och avlägsna vatten som är överflödigt för växterna. Med god torrläggning får vi marken att bära i tid före vårbruket och kan utnyttja den korta vegetationsperioden bättre. Körning på våt jord med tunga maskiner ökar risken för markpackning.

Det gäller att skapa goda förutsättningar för odlingsgrödornas rötter att växa djupt ner i marken där de kan hämta vatten och näring. Djupgående rötter stöder också växten och förbättrar markens struktur och vattenledningsförmåga. Rotsystemet ska ha tillräcklig syreförsörjning, minst ca 10 % av porvolymen bör vara fylld med luft. Tillräcklig syretillgång också djupare nere i marken gör det möjligt för växten att förankra rötterna djupt i jorden. För att den koldioxid som produceras vid rotandningen ska utväxlas mot atmosfärens syre får porerna inte vara vattenfyllda.

## 2.4 Jordens torkkänslighet

Men torkkänslighet menas en jords förmåga att tåla torka. Torkkänsligheten påverkas av jordarten, förekomsten av olika markskikt, t.ex. plöjningssula som är ett kompakt ogenomträngligt skikt under bearbetningsskiktet, samt grundvattnets naturliga höjd och närheten till vattendrag. Också åkerns och de närliggande områ-

denas topografi påverkar det odlade områdets torkkänslighet då de påverkar vattnets rörelser på åkern. Man behöver därför känna till den egna åkerns egenskaper mer ingående än bara gällande bearbetningsskiktets egenskaper.

Stor vattenhållningsförmåga och kapillär stighöjd minskar jordens torkkänslighet.

Jord som innehåller mycket medelstora porer håller bra vatten. Ju mindre nyttokapacitet, desto torkkänsligare jord. Sand innehåller mest stora porer och endast litet medelstora porer och är därför torkkänslig. Samma sak gäller lera som främst innehåller små porer som binder vatten hårt. I sand är kapillariteten svag

Kapillariteten är ett mått på markporernas sugkraft på vatten. På jord med god kapillaritet har porerna den storleken och är sambandet mellan porerna sådant att vattnet rör sig bra i dem. Ju mindre de sammanbundna porerna är, desto högre stiger vattnet. Enbart stighöjden är inte betydelsefull i sig, utan kapillariteten bestäms också av det stigande vattnets mängd och stighastighet. Om t.ex. grundvattnet är på 2 meters djup kan den kapillära stigningen i mojord vara två millimeter per dygn, medan den i lera kan vara under en millimeter per dygn, dvs. för låg med tanke på växternas behov trots att vattnets stighöjd är tillräcklig.

och i lerjord rör sig åter vattnet långsamt. Vid odling på lerjord gäller det därför att snabbt få rötterna att växa djupt ner i marken där det finns vatten så det räcker senare när ytan torkar upp, och vatten inte stiger till det torra ytskiktet. Mojordens kapillaritet är tillräckligt snabb och vattnet rör sig lätt från djupare lager upp till ytjorden. Det är därför jordarten kallas för ”frisk”. Mjåla betar sig på samma sätt, men alltför snabbt, med vatten som stiger från större djup och obegränsat vilket gör att också mjåla kan vara torkkänslig om en torrperiod pågår länge. Mulljordar är torktåliga, upp till 40 % av jorden består av sådan volym från vilken växten kan ta vatten (tabell 2.1). En bra tumregel är att torkkänsliga jordar kräver bevattning nästan varje år, medan torktåliga jordar bara behöver bevattnas när det är extra torrt<sup>7</sup>.

Jordartens mullhalt, dvs. dess innehåll av organisk substans, ökar torktåligheten. Vi kan därför förbättra markens porstruktur och nyttokapacitet genom att tillföra organisk substans genom olika odlings- och jordförbättringsåtgärder. Då blir det också mindre viktigt att regnen kommer jämnt som i fall när jordarten har sämre nyttokapacitet.

## 2.5 Topografins inverkan på vattenhushållningen

Större vattenmassor rör sig i form av löst vatten med hjälp av tyngdkraften. Då påverkar terrängens form, dvs. topografin, vattets rörelser på markytan och i jordmånen. Den inverkar på hur vattnet strömmar, absorberas och filtreras, samt på hur dräneringen fungerar och vattnet transporterar näring och eroderande material. Åkerns vattenhushållning påverkas alltså mycket också av de omgivande områdenas ytformer och höjdskillnader. Om en åker ligger lägre än omgivningen rinner vatten in på åkern och med vattnet kommer det in näring i riktning mot åkern. Om åter situationen är den motsatta, och åkern ligger högre än den omgivande terrängen, rinner vattnet och näringen bort från åkern till områdena omkring. Ju större höjdskillnaderna är, desto snabbare rör sig vattnet i jorden. Vattnets rörelser i terrängen påverkas förut-

om av terrängens form och höjdskillnader också av bland annat markens jordartssammansättning och vegetation.

I svackor på åkern är tillväxten ofta sämre (på ställen där sluttningar planar ut kan den dåliga växten tyda på att det är för vått). Genom ytplanering av åkern kan man få en jämnare fördelning av vattnet och jämnare vegetationsförhållanden. Detta är också bra med tanke på odlingen eftersom det minskar behovet av särskilda odlingsåtgärder för olika ställen på åkern. Om åtgärderna, bland annat sprinklerbevattning, inte heller annars kan anpassas separat för olika ställen, kan ytplaneringen effektivisera åtgärdernas positiva effekter. Också för reglerande dränering krävs att åkern har tillräckligt liten lutning (högst 2 %) och för underbevattning krävs ännu mindre lutning (högst 1 %).



# 3. Mängden bevattningsvatten och bevattningstidpunkten

En sak som gör det svårt att fastställa rätt mängd bevattningsvatten och rätt bevattningstid är de varierande väderförhållandena och svårigheten att ställa rätt prognoser. Allmänt taget borde bevattningsmängden vara sådan att marken är i fältkapacitet efter bevattningen (se figur 3.4). Fältkapacitet anses vara den optimala fukthalten för växter eftersom det då finns rikligt med tillgängligt vatten i marken, men också tillräckligt syre.

Jordens fuktighet ska helst hållas mellan fältkapacitet och den permanenta vissningsgränsen. Bevattningen ska inledas senast när hälften av nyttokapaciteten, dvs. hälften av det växttillgängliga vattnet har förbrukats. Om till exempel det på en lerjord finns 25 volymprocent vatten vid vissningsgränsen och lerjordens fältkapacitet är 42 volymprocent så är lerjordens nyttokapacitet 17 volymprocent. Då ska bevattningen påbörjas när det finns 33,5 volymprocent vatten kvar i marken.

Överdriven bevattning eller rikliga regn efter bevattningen kan leda till att jorden blir för blöt och att det blir onödig avrinning. Därför ska bevattningen vara måttlig och utföras med beaktande av väderförhållandena. Å andra sidan kan en otillräcklig bevattningsmängd leda till att fukten inte når hela rotzonsområdet och att det vatten som blir kvar

## Faktorer som påverkar bevattningsmängden

- jordens fuktighet och jordens nyttokapacitet
- väder och prognos: nederbörd, avdunstning, temperatur
- växtart, utvecklingskede och kvalitetskrav på produktionen

vid ytan snabbt avdunstar utan att utnyttjas av växterna. Det kan leda till att rotsystemets och växtens tillväxt stannar av. Vid torr och varm väderlek ska bevattningen påbörjas tidigare än då det är svalt och fuktigt.

Det lönar sig inte att vänta på att växterna ska börja visa tecken på vattenbrist. Om växterna visar tecken på torka, såsom tillfällig vissning, gulnande eller mörka blad, har tillväxten börjat stanna av redan flera dagar tidigare. Särskilt i fråga om växter med stort vattenbehov och höga produktionskostnader är det viktigt att börja bevattna redan innan symptom på uttorkning kan ses. Dessutom ska man se till att det, med den bevattningskapacitet som finns, går att bevattna hela arealen innan det uppstår bestående skador.

Tabell 3.1. Faktorer som påverkar bevattningsbehovet. Harry Linnér i boken Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>.

Bevattningsbehov	Nederbördsunderskott	Markvattenförråd	Växt
Störst	Mycket stort (> 200 mm)	Mycket litet (<50 mm)	Grönsaker, frukt, bär
	Stort (150–200 mm)	Litet (50–100 mm)	Potatis, vall
	Måttligt (100–150 mm)	Måttligt (100–150 mm)	Socketbeta
Minst	Litet (< 100 mm)	Stort (>150 mm)	Spannmål, oljeväxter

De vanligaste hjälpmedlen för att bestämma den bästa bevattningstidpunkten och -mängden är mätning av markens fuktighet och grundvattennivå, vattenbalanskalkyler och väderprognoser. I takt med att mätningsteknologin utvecklas får vi allt exaktare verktyg genom att kombinera olika metoder. Man kan t.ex. förbättra prognosticeringen genom att kombinera mätning av markens fukthalt med väderprognoser och evapotranspirationsmodeller, dvs. modeller för beräkning av totalavdunstningen från olika jordområden. Genom att studera satellitbilder och skördekartor kan man bedöma hur bevattningen har lyckats.

## 3.1 Mätning av jordmånens fuktighet

*Författare AFD, doc. Johannes Tiusanen*

Flera undersökningar har bekräftat att man genom att mäta fukten i rotzonen med markfuktsgivare kan få en så noggrann bild av vattensituationen på varje skifte att en optimal bevattning sedan endast beror på de förutsättningar bevattningsanläggningens användare har för att genomföra den behövliga vattentillförseln på basis av uppmätta data. Då begränsas inte bevattningens resultat längre av ovisshet om vad som verkligen sker under markytan.

I princip har det ingen betydelse vilken teknik man använder för att följa upp fuktigheten i rotzonen. De lösningar som visat sig fungera sämst, som t.ex. de inexakta och förvittrande gipsblocken, har redan tagits ur bruk.

Tensiometern är en vätskefylld undertrycksmätare som enkelt visar hur stor sugkraft växterna måste alstra för att få vatten från jorden. Tensiometrarna måste ändå avläsas, de ska fyllas varje år, och de tål inte frysning. Dessutom ser man inte av det uppmätta värdet om givarens porösa spets förlorar kontakten med marken när åkern torkar och spricker. En annan utmaning när man använder mätare som bara mäter fuktigheten på en plats, som tensiometern gör, är att

Om bevattningen sker uppifrån bör man bedöma mängden vatten per bevattning, bevattningens längd och effektivitet. Om åkern däremot bevattnas genom underbevattning kan man räkna ut den vattenmängd som behövs på basis av porvolymen och behovet av att höja grundvattennivån. Det eventuella vattenflödet till andra skiften eller till öppna diken ska beaktas oavsett bevattningsmetoden.

I tabell 3.1 beskrivs hur bevattningsbehovets storlek kan bedömas enligt nederbördsunderskottet, markvattenförrådet och odlingsväxten.

få ett representativt värde för hela rotzonen. Det bästa är om mätningen görs på minst två djup och vid flera mätpunkter så att jordartsvariationen kan beaktas.

Markfuktsgivare och -sensorer har olika tekniker för att mäta mängden vatten i jorden. De kapacitiva teknikerna, TDR- (Time Domain Reflectometry), FDR- (Frequency Domain Reflectometry) eller neutronteknikerna skiljer sig från varandra i fråga om hur elektroniken används men i praktiken är skillnaderna mycket små. En del marknadsförs som mer exakta än andra. Oberoende av vilken teknik som används måste användaren själv tolka givarens värden.

Med en kontinuerligt fungerande markfuktighetsgivare får man inte bara fram det fuktvärde som råder för stunden, utan man får en kurva som visar förändringarna i markens fuktighet. När jorden blir våt upprepade gånger syns det på mätkurvan som en stigande topp som sjunker till fältkapacitetsnivå. Informationen från givarna kan förutom för att fastställa tidpunkten för bevattning och för att följa bevattningsresultatet, också användas förebyggande då mätningssdata ackumuleras, som stöd för ens beslut att investera i en bevattningsanordning.

Genom att lägga ut givare på delar av skiften som är inbördes olika får man en täckan-



Figur 3.1. Trådlösa givare som installeras i jorden för flera år för att mäta markens fuktighet kan monteras parvis i olika skikt av jorden. Givarna kan också ge data om markens salinitet och temperatur.  
(Bild: Markku Pulkkinen.)

de bild av situationen på åkerskiftet. Skördekartor hör till de bästa verktygen för att identifiera exceptionellt bra eller dåliga ställen på ett skifte. Också avgiftsfria satellitkällor såsom biomassafoton från EU:s Sentinel-2-satelliter<sup>8</sup> ger en bra bild av vilka delar av åkern där det finns problem.

Det viktigaste skulle vara att samla information om de ställen av åkern där också bevattningen kan regleras separat. Om man använder en bevattningskanon eller -ramp lönar det sig att göra mätningar på olika remсор. Om man åter bevattnar med svett- eller

fuktslang lönar det sig att kartlägga de områden vars ventiler kan manövreras separat. På det sättet blir det lättare att veta när man ska börja bevattna och efter varje bevattning ser man genast hur mycket markfuktigheten höjts. Dessa observationer kan också beaktas vid följande bevattning. Då behöver man inte heller bry sig om huruvida förändringarna av fuktigheten beror på vädret, grundvattnet eller växtens vattenupptagning eftersom det enda kriterium som styr bevattningen är att rotzonens fuktighet hålls optimal.

## 3.2 Vattenbalansmetoden

Med en vattenbalanskalkyl kan man följa upp nederbörds- och bevattningsmängden samt den totala avdunstningen (evapotranspirationen). Med hjälp av metoden räknar man ut markvattenförrådets förändring vid olika tidpunkter med en vattenbalans ekvation där avrinningen och den faktiska totalavdunstningen subtraheras från nederbörden och bevattningsmängden. I vattenbalansmetoden beaktas inte den kapillära stigningen eftersom den vanligen är låg på jordarter som kräver bevattning. För att få de data som behövs är det bra att själv mäta nederbörden på gården. Data om avdunstningen kan räknas ut på basis av väderobservationer eller bestämmas med hjälp av ett avdunstningskärl. Om man inte har tillgång till uppmätta eller kalkylerade värden om avdunstningen kan man använda data från litterära källor.

I vattenbalansmetoden börjar man med att räkna ut den godtagbara upptorkningen som baserar sig på markens vattenhållningsegenskaper och rotsystemets djup. Resultatet fås i form av millimeter vatten som växterna kan tillgodogöra sig. Bevattning blir aktuellt när detta vatten förbrukats. Utgående från detta värde och växternas genomsnittliga dygnsbehov kan man räkna ut ett lämpligt bevattningsintervall. I finländska förhållanden uppskattas att växternas genomsnittliga vattenbehov på sommaren är ca 3-3,5 mm i dygnet. Under varma och torra perioder kan behovet öka till 4-5 millimeter och under svala och fuktiga perioder kan det sjunka till 1-2 millimeter i dygnet.

Med vattenbalansmetoden får man en uppskattning av bevattningsintervallet genom att dividera den tillåtna minskningen av för växter användbart vatten i rotsystemet, dvs. upptorkningen, med växternas genomsnittliga vattenbehov per dygn. Om till exempel växternas genomsnittliga vattenbehov per dygn är 3 mm och den tillåtna minskningen av för växterna användbart vatten är 25 mm i rotzonen, kan be-



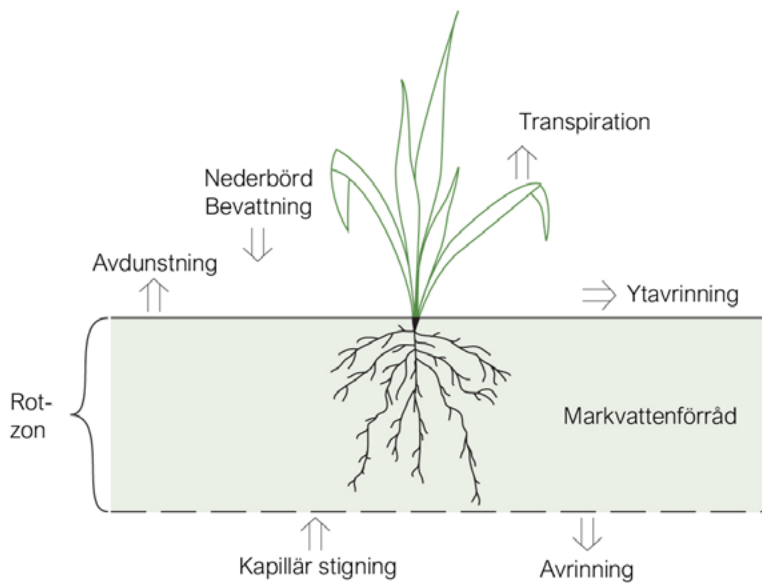
Figur 3.2. Regnmätare Det lönar sig att mäta regnmängden på gården eftersom regn ofta är lokala. (Bild: Täckdikningsföreningen rf)

vattningsintervallet uppskattas till 7 dagar (25 mm divideras med det genomsnittliga vattenbehovet per dygn, 3 mm). I exemplet i figur 2.4 har man beskrivit förändringarna i rotzonens vattenförråd när bevattningsintervallet utan regn är sju dygn, och hur till exempel de regn som föll dagarna 24 och 29 skjöt upp bevattningsbehovet från sju till tolv dygn. Vattenbalansmetoden har i praktiken konstaterats vara en bra metod för att räkna ut bevattningsintervallet.

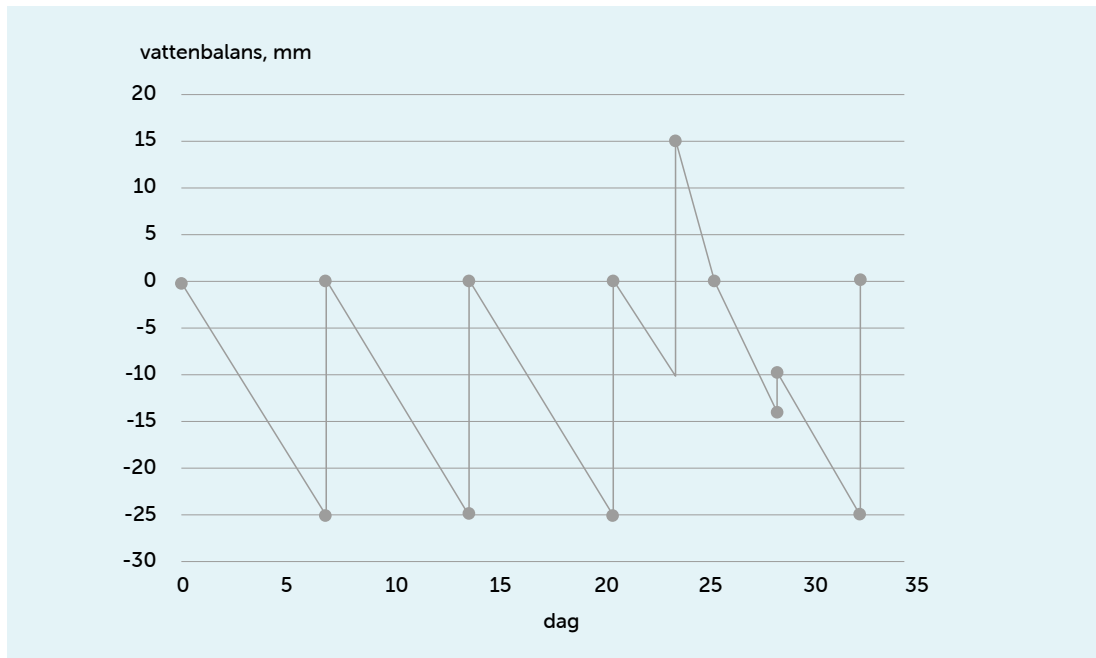
Växtens faktiska avdunstning är mindre eller lika stor som den potentiella avdunstningen. Den faktiska avdunstningen påverkas av fuktigheten i rotskiktet. Om det finns litet eller för mycket vatten i rotzonen är den faktiska avdunstningen mindre än den potentiella avdunstningen. Mängden vatten som växten avdunstar (transpirationen) ökar då bladytan växer, upp till en viss punkt (tills bladyteindexet eller bladytan i förhållande till markytan är 3-4). Efter det begränsas avdunstningen endast av väderfaktorerna. Växternas vattenbehov ökar då temperaturen, strålningen, vinden och växternas tillväxt ökar samt då den relativa luftfuktigheten minskar.

### Vattenbalans ekvation

Förändring i markvattenförrådet = nederbörd + bevattning - avrinning - faktisk evapotranspiration



Figur 3.3 Faktorer som påverkar rotzonens vattenbalans. Evapotranspirationen består av avdunstningen från växten (transpiration) och avdunstningen från jorden. Kapillärstigningen beaktas inte i vattenbalansmetoden. Vatten avrinner så länge jordmånens fuktighet är över fältkapacitet dvs. den nivå fukthalten i den aktuella jordmån har efter regn eller bevattning, när torrläggningen med täckdiken fungerar. (Bild: Harry Linnér i boken Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>.)



Figur 3.4. Exempel på förändringar i rotzonens vattenförråd. Vattenbalansvärdet 0 mm beskriver den ifrågasvarande jordens fältkapacitet. När vattenbalansen stiger över 0 mm på grund av regn eller bevattning, uppstår avrinning som upphör när jorden nått fältkapacitet, dvs. då jordens vattenhållningskapacitet uppnås vid fungerande dränering. Negativa vattenbalansvärden visar hur mycket jorden torkat. I exempelfallet är den tillåtna upptorkningen, dvs. minskningen av vatteninnehållet 25 mm. När detta värde nås, i exempelfallet sju dagar efter bevattningen, är det igen dags att bevattna. I detta exempel bevattnar man dag 7, 14, 21 och 33. Intervallet mellan de två sista bevattningarna ökade med fem dagar från det normala på grund av regn som föll dag 24 och 39 (regnmängder 25 och 6 mm). Då fältkapaciteten överskreds dag 24 ledde det till avrinning som upphörde efter två dagar, då marken igen uppnådde fältkapacitet (dag 26).

### 3.3 Rotsystemets inverkan på bevattningsbehovet

Olika växter har olika rotsystem vars storlek också påverkas av växternas tillväxtstadium och förhållandena i omgivningen. Detta ska beaktas vid bevattningen (se tabell 2.1). I början av tillväxten ska till exempel vattenmängden vid varje bevattning vara mindre på grund av växternas mindre rotsystem och vattenbehov.

De faktorer i rotsystemets omgivning som påverkar dess utveckling är bland annat det mekaniska motståndet, brist på syre och jordens surhet. I till exempel sandjord och tillpackad lerjord kan markens mekaniska motstånd begränsa rotsystemets djup. Syrebrist kan begränsa rotsystemets tillväxt på dåligt dränerad och tillpackad jord, och lågt pH kan begränsa utvecklingen på sulfatjordar. När rotsystemets tillväxt är svag ökar bevattningsbehovet. I det faktpaketet om rötter som pu-

blicerats inom ramen för RaHa-projektet Juuristotietopaketti<sup>9</sup> – finns mycket information om rötters jordförbättrande effekter och egenskaperna hos olika växters rötter.

En tumregel för bevattning i det skede då rötterna inte ännu nått så djupt är att helst bevattna 20-30 millimeter per gång. Detta är ofta en lämplig mängd också på grova mineraljordar där rotsystemet sällan går djupare än till matjordsskiktet. När jorden har god vattenhållning eller när rötterna går djupare är 40-50 mm oftast lämplig bevattningsmängd. På mulljordar är det viktigt att börja bevattna i tid även om mulljord har god vattenhållningsförmåga. Om jorden kommer åt att torka helt absorberas vattnet långsamt och jorden kan bli hydrofobisk (vattenavstötande). Särskilt torvjord blir lätt hydrofobisk då den torkar.

Bearbetningsskiktets jordart	Rotsystemets djup, cm	Bevattning, mm/gång
Mullhaltig sand	0-30	15-20
	0-50	25-30
Mullhaltig grov mo	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mullhaltig mjällera	0-30	30-40
	0-50	40-50
Mullhaltig mycket styv lera	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mulljord	0-30	30-40
	0-50	40-50

Tabell 2.1. Lämpliga vattenmängder per bevattningsgång (mm) på olika jordarter och med olika rotdjup. Källa Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup>.

## 3.4 Odlingsväxtens inverkan på bevattningsmängderna

De olika växternas vattenbehov är beroende av deras fysiologi. De utvecklingsskeden då växterna har störst nytta av tillräcklig fuktighet varierar. Ibland varierar behovet av bevattning i olika utvecklingsskeden också hos samma produktionsgröda, beroende på grödans mängd- och kvalitetskrav. Nyttan av bevattning är ofta störst i början av tillväxten när rotsystemets utveckling ännu pågår. Då anpassas bevattningsmängden per gång till rotsystemet så att vattenmängden är tillräckligt stor för att hjälpa rotsystemet att utvidgas och stärkas. Man ska också känna till markens fuktighet och vattenhållningsegenskaper väl för att tidsplacera och anpassa bevattningen enligt detta. Redan efter lätt torka kan det vara ekonomiskt försvarbart att vattna mer värdefulla grödor.

### Potatis

Potatis odlas ofta på jord med god genomsläpplighet. På grund av markens obetydliga vattenförråd och för att säkerställa en god skörd och kvalitet behövs ofta bevattning, särskilt under knölbildningen och tillväxten. Dessutom ökas torkkänsligheten av att potatisens rotsystem är relativt svagt och litet och ligger nära markytan.<sup>10</sup> Tiden mellan potatisens uppkomst och blomning är mycket viktig.<sup>11</sup> Tillräcklig tillgång till vatten under knölbildningen ökar antalet knölar och minskar risken för potatisskorv. I det skede när knölar växer till sig påverkas knölarernas antal och storlek och även olika kvalitetsfaktorer av markfuktigheten. Å andra sidan kan också för stor vattentillförsel i kombination med dålig marktorrläggning öka förekomsten av sjukdomar såsom stjälkrota, bladmögel, brunröta och nätskorv.

Potatis produceras för olika ändamål vilket påverkar bevattningsbehovet och -tidpunkten. Tidig potatis bevattnas i allmänhet eftersom man genom bevattning kan få en tidig skörd, vilket är ekonomiskt viktigt. För matpotatis är det viktigt med jämn fuk-

tighet under hela växtperioden, medan återkokningsegenskaperna kan förbättras genom torrare förhållanden under slutsäsongen då potatisens torrsubstanshalt ökar. Vid odling av utsädespotatis strävar man efter att få så många, jämnstora knölar som möjligt. För att öka knölantalet ska man trygga tillräcklig vattentillförsel genast efter plantsättningen då jordutlöparna bildas.<sup>11</sup>

Potatis bevattnas vanligen med spridare, antingen vattenkanoner eller -ramper. I en studie där man undersökte hur olika bevattningsmetoder lämpar sig för potatisodling höll spridarna markens ytskikt fuktigare än de andra metoder som användes (underbevattning och fuktslangsbevattning).<sup>12</sup> Nackdelen med sprinklerbevattning var att näring utlakades med vattnet. Bevattning med vattenkanoner utlakade något mer näring än bevattning med ramper. Underbevattning fuktade inte ytjorden men var den metod som bäst höll marken nära knölarerna jämnt fuktig vilket ökade mängden handelsduglig skörd genom att betydligt minska förekomsten av skorv jämfört med andra bevattningsmetoder. I försöket lyckades man inte hålla marken tillräckligt fuktig med fuktslangsbevattning, och dessutom varierade fuktigheten mycket. Det ska ändå observeras att bevattningsmängderna med alla försöksmetoder i försöket var för små för potatisens behov (bevattning något tiotal millimeter då behovet var 100-200 millimeter). När man använde fuktslangsbevattning kunde man tillsätta gödselmedel i bevattningsvattnet vilket gjorde att tillförseln av kalcium, som är viktigt för potatis, var bättre än med andra metoder.<sup>12</sup>

### Vall och spannmål

På vall är det viktigast att det finns tillräckligt mycket vatten genast efter slåttern när växterna tar upp rikligt med vatten genom sin vattenkrävande osmos. På betesvall ger bevattning möjlighet till jämn tillväxt och kvalitet. På torkkänsliga jordarter, såsom grova

mineraljordar, kan man med bevattning få 20-30 % bättre skörd än utan bevattning<sup>10</sup>. En lämplig bevattningsmängd på vall är 30-50 mm (daglig förbrukning 3-6 mm), som kan upprepas efter 2-3 veckor vid ihållande torra<sup>13</sup>.

Vårsäd behöver i våra klimatförhållanden i medeltal 250-300 millimeter under en vegetationsperiod för att uppnå en god skördenivå. På jordar med god vattenhållning brukar nederbörden vara tillräcklig under genomsnittliga år. Om markvattenförrådet är litet minskar det ofta skördens storlek. På mjåla- och momjålajordar och på sandjordar där rottillväxten är begränsad kan man torra år få skördeökning genom bevattning. Med tidig bevattning kan man få rotsystemet att växa så bra att också det vatten som finns under bearbetningsskiktet, dvs. i alven, kan utnyttjas av växterna. Överflödigt vatten, särskilt i kombination med hög kvävegiva, ökar risken för liggsäd.

På vårsäd är den lämpliga tidpunkten för att börja bevattna ca 10 dagar efter uppkomsten<sup>13,14</sup>. Nyttan av bevattning är särskilt stor om det råkar vara torra i 2-3-bladstadiet<sup>6</sup>. Vårvete är det spannmålsslag som är mest känsligt för torra<sup>13,15</sup>. Lämplig mängd vatten per bevattninggång är ca 30-35 mm<sup>13,14,15</sup>.

## Ärter

För ärter är det viktigt att ha tillgång till vatten under blomningen. Också i baljornas matningsskede kan bevattning ge en skörde-

ökning<sup>13</sup>. Torra år lönar det sig ofta att vattna före och efter blomningen. Om man bevattnar ärter väldigt mycket i början av tillväxten kan beståndet blir för frodigt. Särskilt på jord med dålig dränering kan för mycket fukt leda till syrebrist som skadar växten. Lämplig mängd vatten per bevattninggång för ärter är 25-30 mm<sup>15</sup>.

## Oljevaxter

Hos oljevaxter infaller bevattningsbehovet vid blomningen. För att fröskörden ska lyckas är det viktigt att optimera bevattningen. Tidig bevattning kan leda till för riklig tillväxt vilket minskar fröskörden. Å andra sidan minskas fröskörden av torra under blomningen.

## Socketbeta

God tillgång till vatten ökar i sockerbeta rotsystemets och bladens tillväxt och höjer sockerhalten. Bevattning under slutet av säsongen kan däremot sänka sockerhalten. Hos sockerbeta syns vattenbrist på att bladskäften slaknar under varma dagar. Hos sockerbeta leder de här uttorkningssymptomen till följd av en måttlig vattenbrist inte ännu till att klyvöppningarna sluts, utan växtens avdunstning och tillväxt kan fortsätta som normalt, när det effektiva och djupa rotsystemet fortsätter att ta upp vatten från marken. Hos andra växter börjar tillväxten avta redan flera dagar innan de första symtomen på vissning kan ses.



## 4. Bevattningsvattnets kvalitet

Kriterierna för vattenkvaliteten kan indelas i hygieniska, kemiska och fysikaliska faktorer. Hygieniska faktorer är till exempel virus, bak-

terier och parasiter, kemiska faktorer är tungmetaller, gifter och salter och fysikaliska faktorer är partiklar, färg och temperatur.

### 4.1 Sötvatten som vattenkälla

När man planerar att använda sötvatten för bevattning gäller det att se noga på vattnets kvalitet och dess jämnhet, särskilt då man använder ytvatten. Den lokala miljöskyddsmyndigheten kan ge mera information om de faktorer som behöver beaktas.<sup>16</sup>

Vatten som kommer att användas för bevattning av växter som ska ätas råa bör analyseras innan det tas i bruk, och därefter analyseras med tre års mellanrum. Vattnet ska åtminstone analyseras för *Escherichia coli* och fekala enterokocker, och vattnets lukt och smak ska bedömas organoleptiskt. Halten av *Escherichia coli* ska vara under 300 cfu/100 ml och halten av fekala enterokocker ska vara under 200 cfu/100 ml. Om vattnet används för till exempel tvättning, rengöring

eller kylning av växter som ska ätas råa ska vattenkvaliteten motsvara kvaliteten på hushållsvatten i små enheter (Social- och hälsovårdsministeriets förordning 401/2002) varvid vattnet inte får innehålla *Escherichia coli* och fekala enterokocker. Vattnet behöver inte undersökas om växterna endast bevattnas under blomningstiden eller om bevattningen görs med underbevattning.<sup>16</sup>

Temperaturen har ingen betydelse för bevattningen om man använder spridare. Vid bevattning med spridare hinner vattnets temperatur utjämnas så att det bara är något svalare än luften innan det når växterna. Vid användning av fuktslangsbevattning kan temperaturen ha en viss betydelse, bland annat om man tillsätter gödselmedel till vattnet.<sup>10</sup>

### 4.2 Havsvatten

Då man bevattnar med havsvatten eller grundvatten i kusttrakterna bör man beakta vattnets salthalt och växtens tålighet mot salt. Salthalten varierar regionalt, enligt vattnets uttagsdjup och också tidsmässigt.

Östersjöns salthalt är låg jämfört med salthalten i oceanerna. Halten är i medeltal sju promille, dvs. sju gram per kilogram vatten. Ytvattnets salthalt minskar gradvis när man rör sig från de danska sunden (där halten är ca 20) mot norr - längst uppe i Bottenhavet är salthalten ca 2 promille, och längst inne i Finska viken är halten 0-3 promille<sup>17</sup>. Grundvattnet nära kusten är sällan salthaltigt eftersom det ofta härstammar från regnvatten i avrinningsområdet. I sällsynta fall kan vattnet ändå vara salthaltigt. Om till ex-

empel uttaget av vatten från kustens vattenförråd är mycket stor kan grundvattnet fyllas på från havet.

Markvätskans salthalt påverkar växternas upptag av vatten och näring. Dessutom ska man beakta växtartens saltkänslighet (se tabell 3.1). Om jorden är effektivt dränerad kan salttåliga växter bevattnas med vatten som innehåller högst 0,2 % salt<sup>18</sup>. Växter som inte tål salt ska inte bevattnas med salthaltigt vatten. Exempel på växter som är känsliga för salt är jordgubbe, ärter, bönor och klöver. Växtslag som däremot tål hög salthalt är oljeväxter, sockerbetor, rödbetor och korn. Många växter är extra känsliga för salt i början av tillväxtskedet. De kan få brännskador, särskilt under heta och soliga dagar. Om

bevattningsvattnet är salthaltigt lönar det sig därför att bevattna på natten. Också annars är det ofta klokt att sprinklerbevattna nattetid då vindförhållandena och avdunstningen är gynnsammare.

I Finland uppstår sällan problem med anrikning av salt i jorden trots upprepad bevattning med havsvatten. I vårt fuktiga klimat med tillräcklig nederbörd sköljs salter-

na bort, vilket inte alltid sker i varmare klimat där anrikningen av salt i jordmånen är ett verkligt problem. På lerjord leder bevattning med salthaltigt vatten till att jordens vattengenomsläpplighet försämras eftersom salt söndrar markens aggregatstruktur. Jord som bevattnats med salthaltigt vatten är klibbig då den är våt och skör som en skorpa när den är torr.

Salttålig	Måttlig salttålighet	Dålig salttålighet
Korn	Råg	Klöver
Socketbeta	Vete	Bönor
Rödbeta	Havre	Ärter
Oljevaxter	Tomat	Jordgubbe
Grönkål	Broccoli	Gurka
Spenat	Huvudkål	Selleri
Sparris	Blomkål	Rädisa
	Sallat	
	Morot	
	Lök	
	Majs	

Tabell 3.1. Beskrivning av vissa gröders salttålighet. (Tabellen sammanställd av källor i Harry Linnér i boken Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016<sup>1</sup> och Marmolin 2010<sup>18</sup> (ursprunglig källa Johansson & Linnér 1977<sup>19</sup>.)

## 4.3 Återvunnet vatten

Återvunnet vatten, såsom avlopps- (grå-) och dagvatten samt vatten från olika industriprocesser kan innehålla virus, bakterier och parasiter, så kontaminationsrisken är stor då man vattnar livsmedel med återvunnet vatten som är obehandlat eller endast litet behandlat. Användning av råa livsmedel som bevattnats med sådant vatten kan ge upphov till magproblem hos både människor och djur. Kvalitetskraven på bevattningsvatten för växter som äts råa är därför samma som kraven på hushållsvatten. Kraven på vatten som används på växter som kokas innan de äts är ändå lindrigare. I många länder är det tillåtet att använda mekaniskt renat vatten för bevattning av till exempel oljevaxter, stråsäd och industripotatis.

När bevattningen utförs med spridare kan eventuella sjukdomsalstrare spridas med vinden många hundra meter över det område som bevattnas, särskilt vid fuktigt väder. Det här ska beaktas när man vattnar med avloppsvatten eller mindre renat vatten, genom att lämna ett tillräckligt stort avstånd till bösättning och vägar.

Europaparlamentet och rådet gav år 2020 en förordning om återanvändning av avloppsvatten för bevattning i jordbruket<sup>20</sup>. Förordningens syfte är att garantera att återvunnet vatten kan användas säkert för bevattning i jordbruket genom att säkerställa en hög nivå på miljö- och hälsoskyddet.

Statsrådet beslöt sommaren 2022 att förordningen om återanvändning inte tilläm-

pas i Finland. Man konstaterade att återanvändning inte är ändamålsenligt i Finland på grund av våra rikliga vattenresurser och att det inte heller kan motiveras på miljöskyddsmässiga eller ekonomiska grunder. Beslutet

kommer ändå att ses över senast efter sex år då behovet av att tillämpa förordningen i Finland omprövas.<sup>21</sup>

## 4.4 Producenten ansvarar för vattenkvaliteten

Jordbrukaren är skyldig att visa varifrån det vatten som använts för bevattning kommer och lägga fram analysresultat över kvaliteten om sådana krävs. Analyserna ska göras vid ett av Livsmedelsverket godkänt laboratorium. Det finns en lista över dem på Livsmed-

elsverkets webbplats.<sup>22</sup> Om man använder hushållsvatten som levereras av en anläggning som övervakas enligt hälsoskyddslagen behövs inga analyser. Man ska ändå kunna visa vilken vattenkälla som används t.ex. genom att visa upp vattenräkningen.<sup>23</sup>

## 5. Anskaffning av bevattningsvatten

En granskning av Finlands totala vattenbalans tyder på att tillgången till bevattningsvatten inte är något problem. I Finland används endast ca 2 % av den totala avrinningen av söt-vatten för olika nyttoändamål av vilken största delen går till industrins och samhällets vattenbehov. Dessutom baserar sig bevattningen hos oss främst på lösningar där man använder lokala ytvatten och inte de stora system för vattentransport eller grundvatten som används i varmare länder.

I Finland ligger en tredjedel av åkrarna i omedelbar närhet till vattendrag som sjöar, åar eller huvuddiken. Något över en tredjedel av åkrarna ligger högst 300 meter från vattendrag och en fjärdedel av åkrarna finns på längre avstånd, då havsstränder inte räknas med bland vattedragen. Närheten till vattendrag varierar regionalt. På västkusten där det finns många vattendrag som utmynnar i havet finns också det största antalet åkrar som ligger nära vattendrag. Det minsta antalet åkrar som lig-

ger nära vattendrag finns i skärgården, på sydkusten och i Östra Finlands inland. Också i dessa områden ligger 20-30 % av åkrarna nära ett vattendrag och i Insjö-Finland är andelen sådana åkrar ännu större.<sup>24</sup>

I Finland används i genomsnitt 20-30 mm vatten per bevattninggång då det behövs en vattenmängd på 200-300 kubikmeter per hektar. Vid den tid åkrarna behöver bevattnas är områdets vattenförråd ofta som minst så för att nå upp till bevattningskapaciteten kan man behöva lagra upp vatten.

För att noggrannare kunna uppskatta den vattenmängd som behövs krävs kunskap om den växt och den areal som ska bevattnas och kunskap om nederbördsunderskottet. Grundförutsättningen för en fungerande bevattning är att det vid den tidpunkt bevattningen görs finns den mängd kvalitetsmässigt lämpligt vatten som behövs. I det skede anskaffningen planeras ska också de juridiska frågorna beaktas (se punkt 4.4 och 5.3).

### 5.1 Planering av vattenanskaffningen

I Finland bevattnar man vanligen med ytvatten som pumpas från en å, sjö, bäck eller ett dike i närheten. I vissa fall kan man pumpa upp ytvatten i dammar för att syrsätas och värmas upp, eller använda havsvatten eller avfallsvatten.

Transport av vatten från längre avstånd blir dyrt och minskar bevattningens lön-

samhet. Det är bra om flera jordbrukare kan samarbeta särskilt om man är tvungen att anlägga långa stamlinjer och pumpverk.

Om vattendraget ligger långt borta eller om vattentillgången är begränsad under torrperioder kan det löna sig att lagra upp vatten i lagringsdammars (se punkt 5.2).

### 5.2 Lagring av vatten

Under växtperioden är vattenmängden på många orter mindre än vanligt eftersom flödet i vattedragen just då är som lägst. För att säkra tillgången till bevattningsvatten på sommaren kan man behöva lagra vatten. Ett sätt är att ta till vara vårens flödvatten. Mängden flödvatten vid ett visst ställe kan bedömas på basis av avrinningsområdet vars storlek kan uppskattas

grovt enligt grundkartans höjdkurvor. Lagring av flödvatten kan också vara bra för miljön om man på det sättet kan minska mängden näringsrikt vatten som rinner ut i vattedragen. Finlands miljöcentral har utvecklat ett verktyg som kan användas för att bedöma avrinningsområdets storlek och markanvändningen på avrinningsområden (VALUE)<sup>25</sup>.

Det lönar sig att planera lagringen av vatten noggrant. Kontaktuppgifter till vattenhushållningsplanerare finns till exempel på Täckdikningsföreningens webbplats på adressen [www.salaojayhdistys.fi](http://www.salaojayhdistys.fi). Vid upplagringen av vatten ska man också beakta de tillstånd som behövs samt tillståndens kostnader och behandlingstider (se punkt 5.3 och tabell 5.1).

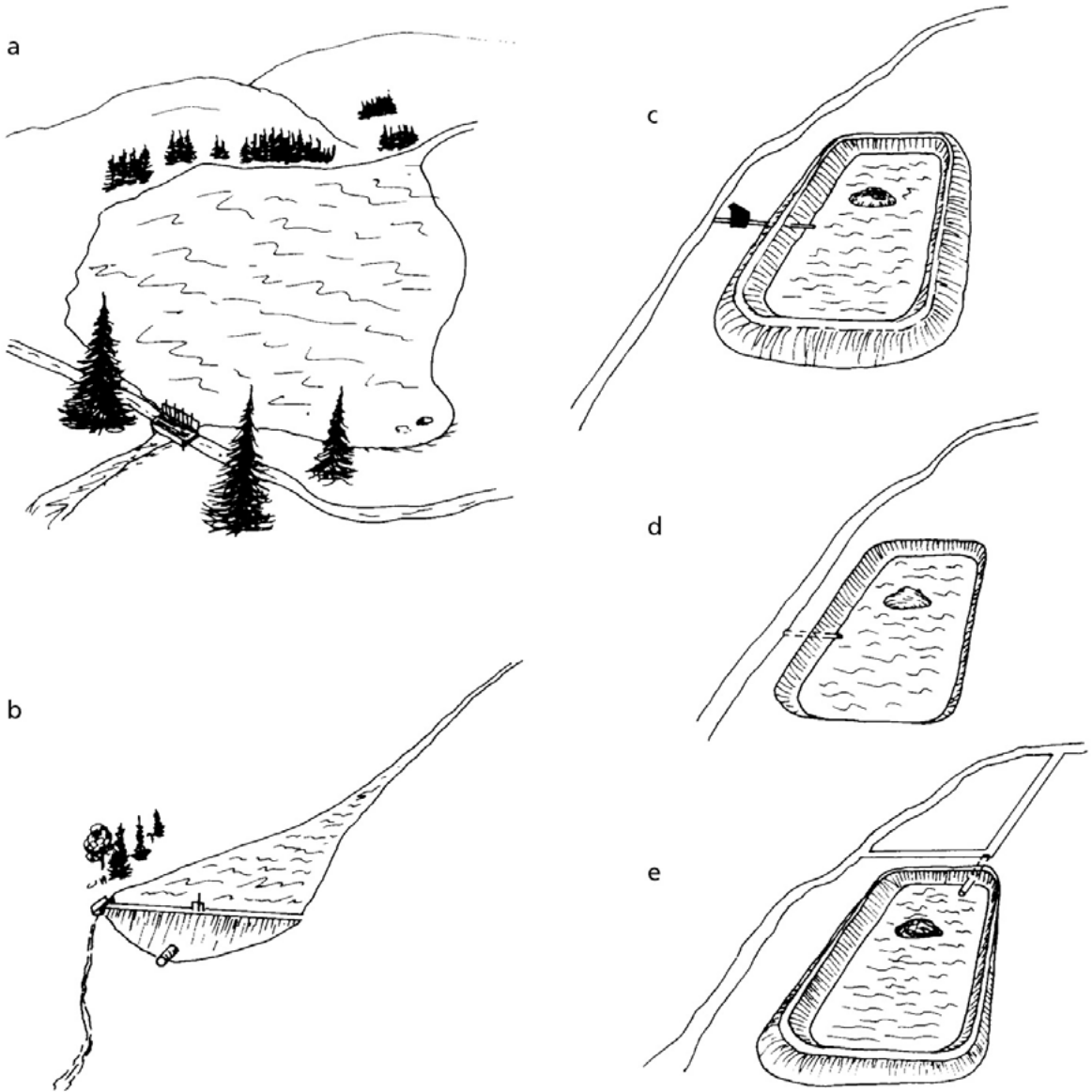
Upplagring av vatten kan göras bl.a. genom sjöreglering, genom uppdämning av åar eller bäckar eller med särskilt anlagda dammar. En damm kan fyllas antingen genom att pumpa in yt- eller grundvatten eller genom att dammen anläggs så att den fylls på naturlig väg. Vid anläggningen av en damm ska man beakta bottensjords täthet, dvs. att vattnet hålls i bas-

sängen utan att botten plastbeläggs. Om bottenjorden t.ex. består av en mycket tät lerjord hålls vattnet kanske i dammen, men oftast måste bassängen fodras med plast för att vara tillräckligt tät. Av alternativen ovan är sjöreglering den lösning som är tekniskt enklast, om det finns sjöar i området. För reglering av en sjö behövs oftast tillstånd av regionförvaltningsverket (se tabell 5.1 och punkt 5.3).

Det är billigare att anlägga en damm genom uppdämning än genom grävning. Därför är det oftast bara mindre dammar som är grävda. Dammen ska ändå vara tillräckligt stor med tanke på bevattningsbehovet. Det är också viktigt att den är tillräckligt djup för att vattenkvaliteten ska hållas bra. En natur-

<b>Bottendamm eller annan fast damm för uppdämning</b>		<b>Avgift för behandling av tillstånd (€)</b>
	stort uppdämningsområde (över 4 km <sup>2</sup> ) (40 dagsverken)	19 000
	medelstort uppdämningsområde (storlek 0,1 -4 km <sup>2</sup> ) (27 dagsverken)	13 000
	litet uppdämningsområde (under 0,1 km <sup>2</sup> ) (17 dagsverken)	7 900
<b>Ärende som gäller reglering av vattendrag</b>		
	reglering av vattenområde över 50 km <sup>2</sup> (205 dagsverken)	98 000
	reglering av vattenområde på 10-50 km <sup>2</sup> (113 dagsverken)	54 000
	reglering av vattenområde under 10 km <sup>2</sup> (44 dagsverken)	21 000
<b>Ärenden som gäller vattentäkt</b>		
	uttag av yt- och grundvatten över 2000 m <sup>3</sup> /dygn (20 dagsverken)	9 500
	uttag av yt- och grundvatten 500-2000 m <sup>3</sup> /dygn (14 dagsverken)	6 700
	annat vattentäktsärende (7 dagsverken)	3 200

Tabell 5.1 Exempel på avgifter för åtgärder som kräver vattentillstånd (2/2023, [www.avi.fi/palveluhinnasto](http://www.avi.fi/palveluhinnasto)). Inom parentes anges den uppskattade genomsnittliga arbetsmängden (dagsverken) för tillstånden. Behandlingsavgiften ska betalas även om tillståndet inte beviljas. Avgifterna kan ändras, de kan slås upp på regionförvaltningsverkets hemsida.<sup>26</sup> Med uppdämningsområde menas det vattenområde ovanför dammen, vars vattennivåer påverkas av en bottendamm eller en annan fast damm.



Figur 5.1. Olika sätt att lagra vatten. a) Sjöreglering, b) en damm i en vattenfåra, c) en separat damm som fylls genom att vatten pumpas in, d) en damm som grävs på ett låglänt ställe som fylls av sig själv under högvattentid, e) en damm som fylls av sig själv från vattentäkt uppströms. Sjöreglering och dammar i vattenfåror kräver sannolikt tillstånd av regionförvaltningsverket. För behandling av tillståndsansökan betalas avgift som fastställts i statsrådets förordning och också tillståndets behandlingstid ska beaktas (se tabell 5.1 och punkt 5.3). (Bild: Paasonen-Kivekäs m.fl. 2016 <sup>1)</sup>)

lig plats för en damm kan t.ex. vara landhöjningsmark eller annat låglänt område vid ett vattendrag.<sup>10</sup>

För att anlägga en damm genom uppdamning krävs att markytan har lämplig form. Dessutom är det bäst, också av miljöskäl, om bassängen kan anläggas på en plats dit åkerns eller skogens avrinningsvatten rinner naturligt.<sup>10</sup>

Också en våtmark kan fungera som upplagringsdamm. Genom att planera våtmarken så att dess vattennivå varierar med strömningen kan man påverka bäckvattendraget eller utfallsdiket nedströms genom att minska översvämningsflödet och öka underflödet<sup>27</sup>. Samtidigt kan våtmarken fungera som viktig biotop för att öka den naturliga mångfalden. Då ska man också beakta den vattenmängd som biotoperna behöver och se till att våtmarken inte blir för tom på vatten.

Genom att bygga bottendammar eller trösklar kan man förhindra att vattennivån i utfallsdiken inte blir för låg i sluttande terräng. Med hjälp av bottendammar kan man hålla en högre vattennivå i fåran, vilket kan minska upptorkningen av åkrarna. Dessutom kan man med hjälp av bottendammar ta bevattningsvatten från fåran.<sup>27</sup>

En lagringsdamm som anläggs genom uppdamning av en vattenfåra kräver en underflödesledning till dammen. Via den kan man under lågvattenperioder leda ut lika mycket vatten som det kommer in uppströms. På det sättet har man vattentillförsel också nedanför dammen.

Vid planeringen av vattenlagrets storlek ska storleken dimensioneras enligt behovet under torra år, med beaktande av filtrat och avdunstningsförluster. Vid kalkyleringen ska man granska väderdata från så lång tid som möjligt eftersom det är viktigt att ha en uppfattning om hur stort nederbördsunderskottet som mest kan vara. Vattenbehovet för en bevattningssäsong räknas ut enligt den bevattnade arealen och de bevattnade växternas vattenbehov. Om man t.ex. på ett område på 15 hektar, utgående från väderobservationerna och odlingsväxten, konstaterar ett vattenbehov på 150 mm (=1 500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) under torra år, kan man räkna ut att det behövs en vattenmängd på 15 ha

x 1 500 m<sup>3</sup>, alltså 22 500 m<sup>3</sup>. Det motsvarar en damm med måtten 50 m x 150 m x 3 m. Vid dimensioneringen av dammen beaktas nederbörden, avdunstningen och eventuella filtrat samt den vattenvolym som finns kvar i dammen efter bevattningen. Hur stor vattenvolym som ska vara kvar efter bevattningen beror på om dammen också har andra användningsändamål. Ju större nyttovolym en bassäng har, desto bättre passar den för att reglera flödesvariationerna. Då noggranna flödesmätningar saknas kan man utgå från att mängden flödvatten från vintern och våren är ca 1 000 kubikmeter per hektar<sup>28</sup>. Då man tar tillvara flödesvattnet från avrinningsområdet ska man också beakta vattnets eventuella andra användningsändamål och den mängd vatten som biotoperna behöver.

Man kan undvika försumpning, lågt vattenstånd och skadlig vegetation genom att göra bevattningsdammens kanter tillräckligt branta och dammen tillräckligt djup. Utlakning av näringsämnen kan motverkas med en skyddsremsa mellan dammen och åkern. Träd runt dammen skyddar mot vind och avdunstning på grund av vinden.<sup>10</sup> Skuggan från träden minskar också avdunstningen genom att hålla vattentemperaturen lägre. Skuggningens effekt för att minska avdunstningen varierar beroende på trädbeståndets sammansättning, täthet och andra miljöfaktorer.

Genom att planera mångsidiga dammar med tillhörande våtmarker och sedimenteringsbassänger får man en anläggning som passar in i landskapet och miljön. Med tanke på miljön är det bra att placera dammen så att den kan ta emot dräneringsvattnet från åkern. Då tas den näring som kommer från åkern tillvara och kan i bästa fall användas som bevattningsvatten.<sup>10</sup>

1 mm bevattningsvatten = 10 m<sup>3</sup>/ha.

Om man under hela bevattningsperioden behöver 120 mm bevattningsvatten ska man reservera en vattenmängd på 1 200 m<sup>3</sup>/ha/år + den mängd som ersätter svinnet. T.ex. ska man för en areal på 20 ha för ett år reservera 1 200 m<sup>3</sup> x 20 ha = 24 000 m<sup>3</sup> (+ svinn).

**Exempel på kostnader för ett dammbygge**, en damm på 0,7 ha för lagring av vatten<sup>29</sup> som anlagts genom grävning.

Investeringskostnaderna för ett dammbygge varierar från fall till fall. Kostnaderna påverkas mycket av dammens storlek och anläggningsmetoden. För att bestämma dammens storlek och välja hur och var den ska anläggas krävs planering. Om det går att anlägga dammen så att den fylls med flödesvatten som rinner in med hjälp av tyngdkraften, så som i exempelfallet, behöver vatten inte pumpas in i bassängen. Utöver det övriga planeringsarbetet ska man från fall till fall förhandla om projektet med det aktuella avrinningsområdets övriga markägare, göra de anmälningar och tillståndsansökningar som behövs och beakta de eventuella kostnaderna för detta (se tabell 5.1 och punkt 5.3).

**Kostnader för anläggning av en damm enligt 1. bevattningsarealen och 2. dammens volym av bevattningsvatten:** Kostnaden per åkerareal som kan bevattnas var ca 2 800 €/ha. Kostnaden enligt mängden bevattningsvatten som kan lagras i dammen var ca 8 €/kubikmeter.

Kostnaderna kan specificeras i olika kostnadsposter på följande sätt:

- Planering som utförts som köpt tjänst 20 %
- Grävarbete 65 %
- Brunnar, rör och plast (= tillbehör) 20 %
- Övrigt (röjning) 2 %

I kostnaderna i exemplet har man inte beaktat det egna arbetets andel av planeringen, konkurrensutsättningen och övervakningen.

De ovan angivna kostnadsklasserna (planering som köpt tjänst, grävarbete, material, övrigt, t.ex. röjning) ingår som regel i förverkligandet av motsvarande projekt, men deras andelar kan variera från fall till fall.

Grävarbetet gjordes i exempelfallet främst på vintern vilket erbjöd ett arbetstillfälle åt den dräneringsentreprenör som utförde arbetet. Eftersom grävarbetet gjordes utanför säsongen kan det ha påverkat kostnaderna för grävarbetet.

## 5.3 Lagstiftning om vattenanskaffning

I vattenlagen (587/2011)<sup>30</sup> föreskrivs om skyldigheten att förebygga och minska olägenheter av alla vattenhushållningsprojekt. Även om ett projekt inte kräver tillstånd ska denna skyldighet iakttas. Projektet ska genomföras så, *att allmänna eller enskilda intressen inte kränks på ett sätt som kan undvikas, om syftet med projektet eller användningen kan nås utan oskälig ökning av kostnaderna i förhållande till de totala kostnaderna och till den skada som orsakas.*

Om uttag av vatten stadgas i vattenlagens fjärde kapitel. Bestämmelserna gäller uttag av ytvatten och grundvatten. I fråga om uttag av konstgjort grundvatten tillämpas bestämmelserna om grundvatten. När ytvatten leds in i marken för konstgjord grundvattenbildning ska dessutom 16, 17 och 28 § i miljöskyddslagen beaktas (27.6.2014/531).

Ägaren till ett område får fritt ta ytvatten från området för sedvanlig förbrukning på sin fastighet. Om den uttagna vattenmäng-



den är större än 100 kubikmeter per dygn ska ägaren anmäla till NTM-centralen om uttaget. Anmälan ska göras minst 30 dygn före åtgärden eller 60 dygn före åtgärden om det handlar om att placera en ledning på en annans vattenområde (vattenlagen 2 kap 5 a §).<sup>30</sup>

Man behöver tillstånd av regionsförvaltningsverket för uttag av vatten, om uttag av vatten från det egna området för förbrukning på fastigheten inverkar på i vattenlagen definierade allmänna intressen. Tillstånd behövs också för att ta ut grundvatten i större mängd än 250 kubikmeter per dygn. Tillstånd behövs alltid om grund- eller ytvatten tas ut för omfattande verksamhet såsom för ett vattentjänstanläggnings behov. Behovet av tillstånd för uttag av vatten definieras i vattenlagens 3 kap. 2 och 3 §.<sup>30</sup> Information om avgifter för tillstånd som söks hos regionförvaltningsverket hittas på verkets hemsida<sup>26</sup> och exempel finns i tabell 5.1.

Om annan än obetydlig dikning ska meddelas skriftligt till NTM-centralen minst 60 dygn innan dikningen inleds. Som obetydlig dikning kan betraktas dikning av ett mindre skogsskifte, dikning på eget område som behövs för att torrlägga en byggnadsplats, dikning av ett mindre åkerskifte, kompletteringsdikning eller täckdikning av ett åkerskifte. Dikning på sur sulfatjord eller dikning på grundvattenområde ska alltid anmälas.<sup>32</sup> Av anmälan ska framgå vem som ansvarar för projektet. I anmälan beskrivs projektet och dess verkningsområde samt hur projektet påverkar miljön (vattenlagen 5:6)

<sup>30</sup>. Närmare bestämmelser om vad anmälan ska innehålla kan utfärdas genom beslut av statstrådet. NTM-centralen bedömer behovet av tillstånd på basis av anmälan. För dikning, användning av diken och underhåll av diken krävs i vissa fall tillstånd av regionförvaltningsverket (AVI)<sup>30,33</sup>.

För muddring ska ansökas om tillstånd av regionförvaltningsverket om mängden muddermassa överstiger 500 kubikmeter. Om muddermassan är mindre och muddringen utförs maskinellt ska det anmälas till NTM-centralen och vattenområdets ägare minst 30 dygn innan muddringen inleds. Behovet av tillstånd beaktas från fall till fall med beaktande av områdets naturvärden. Om ett projekt kan medföra olägenheter för naturen eller fiskbeståndet behövs tillstånd. De naturliga förhållandena för vissa naturtyper såsom flador, källor eller glon på högst tio hektar får inte äventyras. Det är också förbjudet att någon annanstans än i landskapet Lappland äventyra de naturliga förhållandena i tjärnar eller sjöar på högst en hektar eller i rännilar. Anmälningar till NTM-centralen är avgiftsfria men tillståndsansökningar till regionförvaltningscentralen är avgiftsbelagda. Mera information om pacering av muddringsmassor, tiderna för muddring, olägenheter av muddring och hur man undviker dessa, lagstiftningen om muddring och anmälningsblanketter hittar du i Miljöförvaltningens webbtjänst och i vattenlagen<sup>34,30</sup>.

Vid grundtorrlägningsprojekt (dikning, rörläggning och rensning av utfallsdiken

<b>Den uttagna vattenmängden större än 100 m<sup>3</sup>/dygn</b>	Anmälan till NTM-centralen minst 30 dygn innan åtgärden inleds (60 dygn om ledningen läggs på en annans vattenområde)
<b>Den uttagna vattenmängden större än 250 m<sup>3</sup>/dygn</b>	Kräver tillstånd av regionförvaltningsverket (AVI), kom ihåg att beakta tillståndsavgiften och behandlingstiden.
<b>Uttaget av vatten påverkar allmänna intressen (definieras i vattenlagen<sup>30</sup>)</b>	Kräver tillstånd av regionförvaltningsverket (AVI), kom ihåg att beakta tillståndsavgiften och behandlingstiden.

Tabell 5.2. Gränsvärden för anmälningar och tillstånd för uttag av vatten.<sup>30</sup>

och bäckar, uppdämning av odlingsområden), som ofta också har ett samband med tillgången till bevattningsvatten, borde man gynna naturliga metoder som samtidigt också kan förbättra biodiversiteten<sup>35</sup>. Finlands miljöcentral har gett ut en guide om naturliga metoder *Maatalousalueiden perattujen purojen luonnonmukainen kunnostus*<sup>36</sup>.

I och med att bevattningsbehovet sannolikt ökar i framtiden är det möjligt att lag-

stiftningen om vattenanskaffning ändras för att motsvara det ökade behovet av vattentäkt. Det har till exempel föreslagits att vattentäktprojekt där vattenkällan är ett vattendrag borde tas in i systemet med anmälningsförfarande också då den uttagna vattenmängden är mindre än nu (10 kubikmeter per dygn) och att anmälaren borde göra en utredning om vattnets tillräcklighet också vid mindre projekt<sup>28</sup>.

## 6. Bevattningsmetoder

Valet av bevattningsmetod påverkar både bevattningsresultatet och bevattningens lönsamhet. Därför är det mycket viktigt att planera bevattningen noga. Man ska bland annat tänka på varifrån vattnet tas, hur mycket vatten som behövs, hur den bevattningsmetod man väljer påverkar markens vatten- och näringshushållning och hur stora investerings- och användningskostnaderna blir. Också de juridiska frågorna måste beaktas (se punkt 4.4 och 5.3).

I Finland är bevattning med spridare (sprinklerbevattning) den vanligaste bevattningsmetoden. Också under- och fuktslangsbevattning används i viss mån. Översvämnings- och nedsänkingsbevattning är vanliga bevattningsmetoder på andra håll i

världen, men inte hos oss. I Finland är bevattningsbehovet på grund av klimatförhållandena mindre än i varmare områden och används främst vid odling av specialgrödor som bär, grönsaker och potatis. Dessutom används bevattning för frostbekämpning vid odling av specialgrödor. Om det blir vanligare med torrperioder och om priset för jordbruksprodukter gör bevattning lönsam kan bevattning bli vanligare i framtiden.

Vid sprinkler- och droppbevattning och bevattning med fukt slang leds vattnet uppifrån ner på växtens eller markens yta, vid bevattning med fukt slang kan vatten också ledas in en aning under markytan. Vid underbevattning stiger vattnet uppåt från grundvattnet till rotzonen.

### 6.1 Sprinklerbevattning

Vid sprinklerbevattning pumpas vattnet längs rörledningar till det område som ska bevattnas och sprutas med högt tryck ut i luften på ett sätt som imiterar regn. Den utrustning som används för bevattningen är sprinklers eller spridare, bevattningsramper, center pivot-bevattningssystem eller bevattningskanoner.

Bevattningsramper är skonsammare mot markytan än bevattningskanoner. Om man har en bevattningsutrustning som måste flyttas uppskattas att det i medeltal krävs ca 30 minuters arbetet för att flytta en bevattningskanon och ca 45 minuter för att flytta en bevattningsramp<sup>37</sup>.

En av sprinklerbevattningens fördelar är att den är mångsidig. Metoden kan användas på åkrar med olika ytformer och jordarter, på nästan alla grödor och den kan också användas för frostbekämpning. Vattenbehovet måste ändå vara måttligt – sprinklerbevattning används vanligen i fuktiga områden bara för att täcka nederbördsunderskottet under torrperioder. Vattensvinnet vid sprinklerbevattning är också större än vid

dropp- och fukt slangsbevattning på grund av avdunstningen och den sämre träffsäkerheten. Därför lönar det sig att om möjligt låta spridarna gå på natten när avdunstningen är mindre och vindförhållandena vanligen är bättre än på dagen.

För traditionell sprinklerbevattning används roterande spridare som bevattnar ett område med 20-40 meters diameter. Spridarna är monterade på aluminiumrör som flyttas för hand, en eller flera gånger per dygn. Flyttningen är ett arbetsdygt moment. Med tanke på värdefulla grödor kan man i stället skaffa tillräckligt många spridare så att de täcker hela arealen. Då kan man också använda bevattning för frostbekämpning på t.ex. bärgårdar. Spridarna placeras omlott i förhållande till spridarna i raden bakom för att garantera en jämnare bevattning.

Center pivot-bevattningsanläggningen som används allmänt på andra håll i världen är ännu sällsynt i Finland. Den är uppbyggd av en pump mitt i ett cirkelformat fält som pumpar ut vatten till en bevattningsramp som kan vara hundra meter lång eller mera,



Figur 6.1. Bevattning av vall med bevattningskanon.  
(Bild: Sakari Alasuutari, Vastavalo.net.)



Figur 6.2. Bevattning av vall med en vändbar ramp på Pikkala gård i Sjundeå. I bevattningsrampens ändrar en bevattningskanon som bevattnar åkerns kant.  
(Bild: Jani Bergholm.)



Figur 6.3. Bevattning av majs med traditionella spridare på Pikkala gård i Sjundeå.  
(Bild: Jani Bergholm.)

och som cirkulerar runt navet och bevattnar ett cirkelformat område. Systemet kan också förses med rörliga vattenspridare som ger en bättre bevattning av åkerns kant och gör att det bevattnade området inte är helt cirkelrunt.

Med center pivot-bevattningssystemet kan man bevattna en stor areal på en gång. Anläggningen är flyttbar men på grund av systemets storlek måste flytten planeras noga så att flyttsträckan minimeras. Center pivot-systemet kunde passa för gemensam anskaffning av flera gårdar.

## 6.2 Bevattning med fukt slang

Vid bevattning med fukt- eller svett slang kommer vattnet ut genom små hål i slangen till växterna vid deras bas eller i marken precis under markytan, för potatis till exempel från bänkarnas ås till omkring 5-10 cm djup. Fukt slangsbevattning används förutom vid potatisodling allmänt också för andra speciälgrödor och i växthusproduktion.

Vid fukt slangsbevattning kan ett tryck på 0,5 bar vara tillräckligt om marken är jämn. På ojämn mark används effektivare pump, allt enligt markytans form.

Vid bevattning med fukt slang kan det bli problem med att hålen i slangen täpps till, så för att rena vattnet behövs åtminstone ett fint filter, men dessutom kan det också behövas ett sandfilter beroende på mängden partiklar i vattnet.

En ny typ av fördelningslinje med radvisa anslutningskopplingar har nyligen kommit på marknaden. Den kunde passa för ettåriga grödor, också t.ex. för stråsäd. Pro flat-slangen väger bara en tredjedel av vikten hos en vanlig slang, då den är tom håller den att köra över och den kan snabbt rullas ihop med en hydraulisk slangvinda. Slangen kan perforeras redan på fabriken. Monteringen av slangarna är snabbare och enklare än montering av vanliga slangar men kräver GPS-lokalisering.

Det finns också kombinationer av bevattningsramper och center pivot-bevattningssystem, svängbara bevattningsramper (se bild 6.1). Till skillnad från center pivot-systemet är den anslutning som används för att mata in vattnet inte fast utan flyttbar eftersom den är försedd med hjul. Med ett sådant bevattningssystem kan man bevattna en stor areal utan att flytta utrustningen eftersom anordningen själv vänder vid åkerns kant. Vattnet kan också tas från en källa brevid åkern och på det sättet kan området som bevattnas vara rektangelformat.



Figur 6.4. Vid fukt slangsbevattning kan slangen också läggas litet under markytan i stället för att dras ovanpå jorden vid växternas bas. (Bild: Lantbrukarnas Riksförbund (LRF).)



Figur 6.5. En fuktbevattningsslang fotograferad vid perforeringen, från slangens ut- och insida. För att förhindra att hålen täpps är det viktigt att bevattningsvattnet filtreras tillräckligt bra. Flödesutjämnarens syfte är att utjämna flödet till perforeringarna för att bevattningen ska vara så jämn som möjligt trots att trycket i röret varierar. (Bild: Lantbrukarnas Riksförbund (LRF).)

## 6.3 Droppbevattning

Vid droppbevattning leds vattnet via slangar till munstycket där mängden vatten som ges ut åt växten kan regleras separat genom att munstyckets skruv vrids åt eller upp. Droppbevattning används oftast i växthus, men används också på friland för bevattning av fruktträd.<sup>28</sup> Droppbevattningens fördel är att den gör det möjligt att optimera användning-

en av vatten med en liten arbetsmängd. Också användningskostnaderna är låga. Däremot är investeringskostnaderna för en droppbevattningsanläggning ofta höga. I växthus går man ofta in för att återanvända bevattningsvattnet vilket ökar investeringskostnaden men sänker kostnaderna för vatten och gödselmedel på längre sikt.

## 6.4 Sprinkler-, fukt- och droppbevattningens olika delar

Sprinkler-, fukt- och droppbevattningens viktigaste delar är pumpen med sin kraftkälla (se punkt 7.2 Val av pump), rörledningarna för vattnet och det eventuella sprinklersystemet.

Vattenledningarna i ett bevattningssystem kan vara fasta (vanligen av plast) eller flyttbara (vanligen av aluminium). De fasta ledningarna är ofta nedgrävda i marken och försedda med vattenposter där man kan

ansluta rör/slangar eller bevattningsanordningar.

De bevattningsanläggningar som används för bevattning med vattenkanon består vanligen av en 300-800 meter lång polyeten-slang som långsamt dras tillbaka till slangvinden samtidigt som den stora vattenkanonen bevattnar ett 40-80 meter brett område. Anordningen har en bevattningskapacitet på 25-30 mm vatten på 1-5 hektar i dygnet. Bevattningsanordningarnas dygnskapacitet kan variera från ca 0,5 hektar till 8 hektar, så också vattenbehovet varierar mellan 5 och 80 m<sup>3</sup>/timme<sup>37</sup>. Bevattningsanläggningarna är mycket energikrävande och vattnets sprids ojämnt vid blåsigt väder. För att få en jämnare spridning har man utvecklat bevattningsramper som är försedda med munstycken eller små sprinklers och som har en arbetsbredd på 20-75 meter. De ger en jämnare bevatt-

ning också vid relativt blåsigt väder. Nackdelen med ramper är att de är svåra att flytta.

För bevattning med dropp- eller fukt-slang används tunna, ca 12-16 mm plaströr, som får ligga orörda på åkern från säsong till säsong. Rören kan dras ovanpå markytan eller läggas under markytan. Via små hål eller munstycken i slangarna får växterna vatten litet åt gången. Fukt- eller droppbevattningssystem kan också användas för spridning av flytande gödselmedel.

Det är bra att redan i början av planerings-skedet ta kontakt med olika firmor som säljer och levererar bevattningssystem och som kan ge råd om vilket system som passar på just din gård. Olika bevattningssystem och deras särdrag har beskrivits närmare bland annat i publikationen *Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu* (Planering av marktorrläggning och bevattning)<sup>10</sup>.

## 6.5 Underbevattning

Med reglerande dränering där vatten däms upp i täckdikessystemet, eller underbevattning där bevattningsvatten pumpas in i ett täckdikessystem som däms upp, kan ytvattennivån hållas högre än normalt så att växtens vattentillgång förbättras. Också tegdiken kan dämmas upp. Man kan effektivera bevattningen och utvidga dess verkningsområde genom att också dämna upp utfallsdiken. Under växtperioden går man in för att reglera grundvattennivån så att fuktförhållandena blir optimala för växterna.

För att underbevattning ska fungera krävs att förhållandena är lämpliga och metoden passar inte för alla åkrar. De faktorer som påverkar lämpligheten är framför allt hur hastigt vattnet rör sig i jordarten, dvs. markens vattenledningsförmåga då den är mättad eller omättad med vatten, för att grundvattennivån ska kunna sänkas och höjas tillräckligt snabbt. Den viktigaste egenskapen för att trygga växternas vattentillförsel är markens kapillaritet. Eftersom lerjord har långsam kapillär stigning passar underbe-

vattning eller reglerande dräneringen i allmänhet inte på lerjordar. På jordar med djup torvjord är svårigheten med tanke på odling av livsmedelsväxter att jorden innehåller en stor vattenmassa som rör sig långsamt. Också markstrukturen påverkar hur lämplig en jord är för underbevattning.

Vid underbevattning sker bevattningen genom uppdämning av täckdikessystem eller öppna diken. Underbevattning är en gemensam benämning för alla underbevattningsmetoder. Andra benämningar på underbevattning eller dess olika typer är täckdiknings-, reglerande- och grundvattensbevattning. Vid underbevattning leds vattnet in genom det torrläggningssystem som används på åkern (öppet dike, täckdikarör) till marken. För att underbevattning ska lyckas måste marken vara jämn (lutning högst 1 %), ha enhetlig jordart och ha god genomsläpplighet (såsom fin mo och grövre jordarter samt gyttjelera), så att grundvattennivån ska kunna regleras tillräckligt snabbt. Djupare nere i jorden ska det finnas ett ogenom-



Figur 6.3. Grundvattennivån regleras med hjälp av en reglerbrunn. Vid underbevattning kan man pumpa in vatten utifrån till dikessystemet via reglerbrunnen. (Bild: Markus Sikkilä.)

släppligt skikt eller så ska grundvattennivån vara hög av naturen.

Under växtperioden pumpas vatten in eller däms upp så att grundvattennivån hålls på önskad höjd (t.ex. en halv meter under markytan). Pumpen kan regleras (genom att t.ex. mäta vattennivån i en reglerbrunn eller i ett grundvattenrör med en flottör) så att den startar först när grundvattnet sjunkit till ett på förhand inställt djup.

Vid underbevattning stiger vattnet till rotzonen genom kapillär stigning. På våren och hösten sänks grundvattennivån så att marken torkar upp och bättre bär arbetsmaskinerna, och för att förhindra markpackning.

Underbevattning används mest i Österbotten där det finns jordarter som naturligt är lämpliga för systemet. Till största delen sker bevattningen via täckdiken dit vatt-

net vanligen leds genom att pumpas in från sjöar eller åar. Oftast leds vattnet in i systemen från täckdikenas eller de öppna dikenas övre ände, leds vidare av reglersystemet och kommer till slut ut i jorden för att tas upp av växterna. Ibland man kan också mata in vatten mot dikenans lutning genom att dämna upp och pumpa in vattnet. Då är det ofta fråga om enstaka täckdiken som mynnar ut i utfallsdiken. I förhållanden som är optimala i fråga om lutning och dikenans placering går det också att låta vatten strömma in i dikessystemets övre lopp med självtryck varvid vattnet inte behöver pumpas in.

När man vill använda ett täckdikessystem för underbevattning tas detta i beaktande redan i planeringsskedet, i form av tätare dikesmellanrum. När man anlägger en helt ny täckdikning med tanke på reglerande dräne-



ring används ca 30 % tätare dikesmellanrum än vad som används vid konventionell täckdikning. Om man redan vid planeringen av täckdikningen vet att den reglerbara dräneringen också kommer att användas för bevattning kan täckdikningen göras upp till 50 % tätare än för konventionell täckdikning på motsvarande åkrar. Ett tillräckligt tätt dikesmellanrum garanterar jämn fuktighet under uppdamningen och snabb upptorkning till exempel efter störtregn.

Behovet av underbevattning eller torrläggning med täckdiken ska förutses i god tid eftersom behovet av att reglera uppdamningen och eventuellt pumpa in extra vatten påverkas av hur snabbt grundvattennivån på åkern förändras till följd av uppdamningen. Vid underbevattning är det viktigt att börja bevattna tillräckligt tidigt för att grundvattennivån inte ska hinna sjunka för lågt. Om grundvattennivån hinner sjunka för lågt kommer vattnet inte att kunna stiga till rotzonen genom kapillär stigning. Vid underbevattning lönar det sig att mata in vattnet i täckdikessystemet långsamt så att vattnet hinner sugas upp av jorden och eventuellt förbiflöde kan minimeras.

Vid underbevattning är grundvattenytan jämnare fördelad än vid reglerad dränering under torrläggningen. Då är också fukten i rozonen jämnare fördelad under den tid underbevattningen pågår än i en situation där marken torrläggs med hjälp av täckdikena. Underbevattning ger jämnare bevattningsresultat än bevattning uppifrån, till exempel med spridare, där bland annat vindförhållandena och spridarnas punktvisa placering kan göra att bevattningsvattnet fördelas ojämnt över åkern.

En fjärrstyrd reglerbrunn för underbevattning är nu under utveckling, så i framtiden när systemen utvecklats kan man också reglera underbevattningen automatiskt enligt väderförhållandena, markens fuktighet, nederbörden och grundvattennivån.



Figur 6.4. Grundvattennivån kan mätas med en antenn försedd med en flottör som placeras i grundvattenröret och som visar avståndet mellan grundvattennivån och markytan. Det finns också automatiska mätare för mätning av grundvattennivån. (Bild: Rainer Rosendahl)

# 7. Planering av bevattningssystemet

Vid planeringen av ett bevattningssystem ska man bland annat ta hänsyn till vattenkällans placering (avstånd och höjd), mängden bevattningsvatten (avgörande faktorer vattenbehovet eller tillgången), de bevattnade skiftenas särdrag (form, topografi, jordart och vattenhushållning), den areal som ska bevattnas, bevattningsmetoden, odlingsväxterna, de tillgängliga resurserna (t.ex. befintlig täckdikning, arbetskraft, lönsamhet, arrondering) samt gårdens framtidsplaner. Genom noggrann planering kan man optimera bevatt-

ningssystemet så att bevattningsresultatet blir jämnt och behovet av resurser såsom rör och andra delar till bevattningssystemet samt arbetskraft blir så litet som möjligt.

I bevattningssystemet ingår en vattenkälla och eventuella vattendammar, rör för uttag av vatten, pump, ledningsrör, fördelningsnätverk samt bevattningsanordningar. Dessutom kan bevattningssystemet innehålla olika slags mätapparater och automatik för uppföljning och genomförande av bevattningen.

## 7.1 Val och dimensionering av bevattningsmetod

Valet av bevattningsmetod påverkas till stor del av samma faktorer som för planeringen av systemet. Underbevattning är i förhållanden som lämpar sig för detta en lättskött och effektiv bevattningsmetod. Den vanligaste bevattningsmetoden i Finland är sprinklerbevattning som passar för många förhållanden. Vid sprinklerbevattning försvinner en del av vattnet genom avdunstning, och vid blåsigt väder sprids vattnet ojämnt.

Fördelar med bevattning med dropp- och fuktslang är den lilla arbetsinsatsen, att systemet fungerar med lågt vattentryck, har god precision (vattnar endast rotsystemet, inte t.ex. radmellanrummen) och möjligheten att automatisera bevattningen. Bevattning med dropp- och fuktslang används mest på bär- och fruktgårdar där slangarna kan hållas kvar permanent eftersom jorden inte kräver årlig bearbetning. Det tål att tänka på om bevattning med fuktslang också kunde användas på andra växtodlingsgårdar, där man sår med direktsådd. Det har också utvecklats maskiner som underlättar hanteringen av slangarna och gjort det möjligt att använda dropp- och fuktslangar också på ettåriga grödor. Ett allmänt problem vid droppbevattning och bevattning med fuktslang är att hålen täpps till. För att undvika detta är det ofta nödvändigt att filtrera vattnet. Man har också ut-

vecklat slangar som inte ska täppas till lika lätt som vanliga slangar.

Efter att man bestämt sig för en lämplig bevattningsmetod gäller det att fundera på hur bevattningskapaciteten ska dimensioneras. Dimensioneringen av bevattningskapaciteten påverkas förutom av fysiska faktorer också av ekonomin. För värdefulla växter dimensioneras kapaciteten ofta så att den räcker också under torrare år. För andra grödor kan man nöja sig med en kapacitet som är tillräcklig t.ex. under åtta år av tio. Vid dimensioneringen ska man också beakta hur djupa rötter den bevattnade växten har samt jordens vattenhållningsförmåga. Behovet av tillräcklig bevattningskapacitet är särskilt viktigt vid odling av växter med grunt rotsystem på sandjord där förrådet av växttillgängligt vatten kan förbrukas på några dagar. På jordar med god vattenhållningsförmåga där man odlar växter med djupa rötter förbrukas vattenförrådet i jämn takt, och där är korta torrperioder inte lika skadliga.

Också bevattningssystemets användningstid per dygn ska beaktas vid dimensioneringen. Utgående från den bevattnade arealen, vattenbehovet per dygn och användningstiden kan man räkna ut systemets bevattningskapacitet. Om man t.ex. har en odlingsareal på 20 hektar som ska kunna bevattnas 4 mm per dygn (dvs.

40 kubikmeter per hektar) och anläggningens användningstid uppskattas till 16 timmar per dygn under torrperioder och mängden vatten som går åt per dygn är 800 kubikmeter (20 ha x 40 kubik), blir bevattningssystemets kapacitet 50 kubik i timmen (vattenmängden per dygn dividerat med användningstiden: 800/16). Om användningstiden bara är 10 timmar per dygn skulle det behövas en timkapacitet på 80 kubikmeter. Det skulle innebära större kostnader i investeringsskedet när man bland annat behöver effektivare pump och grövre rör. När man känner till det totala vattenbehovet måste man för att säkerställa tillgången till vatten också beakta vattenanvändningen på andra gårdar och i hela avrinningsområdet. Trots att vattentäktsbehovet skulle vara mindre än

**Timkapaciteten** ( $m^3$ ) räknas ut genom att den vattenmängd ( $m^3$ ) som behövs per dygn divideras med bevattningssystemets användningstid (h/dygn).

#### **Vattenmängd per dygn**

= areal (ha) x vattenbehovet per dygn ( $m^3/ha$ , beräknas bevattningsbehovet per dygn (mm) x 10 =  $m^3/ha$ )

För värdefulla grödor som jordgubbar och grönsaker behövs en vattenmängd på ca 4-5 mm per dygn medan det för vall, potatis och sockerbetor räcker med i medeltal 3-4 mm per dygn.

gränsvärdet för anmälningskyldighet (100  $m^3/dygn$ ), kan den sammanräknade vattenanvändningen i området leda till problem med tanke på vattentillgången.

Vid underbevattning uppnås lämplig fuktighet i rotzonen genom reglering av grundvattennivån, där bevattningsvatten pumpas in. Behovet av bevattningsvatten kan uppskattas utgående från markens volym av sådana porer som kan fyllas med vatten samt utgående från skillnaden mellan den nuvarande grundvattennivån och den grundvattennivå som eftersträvas.

### **Exempel på behov av bevattningsvatten för underbevattning**

Grundvattennivån är 100 cm under markytan och man vill höja nivån med 40 cm för att få upp grundvattennivån till 60 cm från markytan. Som exempel används ett försöksskifte i Sievi<sup>38</sup>, där jordarten består av grov mo. När grundvattennivån ligger 100 cm under markytan är den tillgängliga porvolymen i den markprofil ovanför grundvattennivån som man vill fylla med vatten 10 % av markens totalvolym. När man vill höja vattennivån med 40 cm och den porvolym man vill fylla är 10 % kan vattenbehovet per hektar räknas ut genom att vi multiplicerar höjningsbehovet (0,4) med den porvolym som kan fyllas (0,1) och antalet kvadratmeter per hektar (10 000) vilket alltså ger vattenbehovet i kubikmeter per hektar (400). För t.ex. 10 hektar skulle det behövas 4 000 kubikmeter vatten för att höja grundvattennivån på den jord det gäller från 100 centimeter till 60 centimeter. Om vattnet pumpades in på fem dygn skulle det behövas en vattenmängd på 800  $m^3$  per dygn.

Vid underbevattning behövs en stor mängd vatten för att höja grundvattennivån. Trots att vatten däms upp förbrukas också en del av det tillförda vattnet genom avdunstning, växternas vattförbrukning och filtrat. I gynnsamma förhållanden sjunker ändå den uppdamda grundvattennivån relativt långsamt. Syftet med underbevattning är, till skillnad från andra bevattningsmetoder, att hålla en fortgående och jämn fuktnivå i rotzonen med hjälp av den höjda grundvattennivån. Den relativt höga grundvattennivå vi naturligt har i Finland möjliggör detta. I till exempel Sydeuropa ligger grundvattennivån av naturen flera meter under markytan, och där är det varken möjligt eller förnuftigt att höja nivån med hjälp av underbevattning.

	<b>Sprinklerbevattning</b>	
<b>Lämplighet för olika förhållanden</b>	Lämpar sig för många förhållanden, också varierande markformer. En ramp gör det möjligt att tillsätta näring <sup>37</sup> . Bevattning med spridare kan användas för frostbekämpning.	
<b>Investeringskostnader</b>	Ramp är dyrare än kanon.	
<b>Vattenförbrukningen</b>	Svinn genom avdunstning, en ramp använder mindre vatten än en vattenkanon (10-20 %) <sup>37</sup>	
<b>Energiförbrukning</b>	En bevattningsmaskin kräver mycket energi, en ramp fungerar med mindre tryck och kräver därför mindre energi än en bevattningskanon. På grund av bevattningsanordningens krav på tillräckligt tryck är energiförbrukningen ändå större än vid bevattning med fukt slang eller underbevattning.	
<b>Arbetsintensitet</b>	Att flytta en bevattningsanläggning tar ca 30 minuter när man använder en kanon, och ca 45 minuter när man använder en ramp. <sup>37</sup>	
<b>Övrigt</b>	Bevattning med ramp ger jämnare vattenspridning än bevattning med vattenkanon, bevattning med ramp är också skonsammare mot markytan och ger mindre erosion.	

Tabell 7.1. Jämförelse av olika bevattningsmetoder

Bevattning med fuktslang	Underbevattning
<p>Används för radodling av specialgrödor på friland. Gödsel kan tillsättas till bevattningsvattnet.</p>	<p>Jorden ska ha tillräcklig vattenledningsförmåga, ett skikt som är ogenomsläppligt för vatten i bottenjorden och naturligt högt grundvattnet. Kräver en tät täckdikning och tillräcklig liten marklutning (under 1 %). Passar för alla växter.</p>
<p>Man kan minska kostnaderna genom att skaffa slangar som håller flera säsonger. Pumpen behöver inte producera högt tryck, särskilt om den används på jämn terräng varvid kostnaderna för pumpen är lägre än för en effektivare pump.</p>	<p>Kostnaderna påverkas bl.a. av om man kan utnyttja det befintliga täckdikessystemet, om man måste anlägga ytterligare grendiken och om det finns färdigt anlagda reglerbrunnar. Man klarar sig med en mindre pump än för andra bevattningsmetoder.</p>
<p>Effektiv användning av vatten, jämn fördelning av vattnet. Risken för avrinning mindre än vid sprinklerbevattning.</p>	<p>Effektiv i lämpliga förhållanden</p>
<p>Pumpen fungerar med lägre tryck och förbrukar därför mindre energi än bevattningssystem som kräver högre tryck.</p>	<p>Energi som krävs för den pump som används för att pumpa in vattnet (i specialfall behövs inte om vattnet kommer med självtryck). Underbevattning kräver inte tryck, endast för att pumpa in vatten i täckdikessystemet/reglerbrunnen.</p>
<p>Kräver nästan inget arbete efter installationen, flyttas vanligen inte.</p>	<p>Kräver inget flyttningsarbete, endast uppföljning av förhållanden och reglering. Pumpen kan kräva installation i början och slutet av säsongen, t.ex. om den installeras på en flotte.</p>
<p>Jämn vattenspridning garanterar jämn fuktighet. Filter behövs ofta för att förebygga stopp.</p>	<p>Bevattningen sker underifrån, det uppstår ingen ytavrinning. Möjliggör med rätt inställning att bibehålla en jämnare fuktighet i rotzonen än med andra metoder. Förutom att täckdikessystemet används för bevattning kan det också användas för torrläggning. Då grundvattnet hålls högre minskar försänkningen av jord på torvmarker.</p>



Figur 7.1. Pump med förbränningsmotor som används för att pumpa vatten från ån för bevattning. Pickala gård, Sjundea (Bild: Jani Bergholm.)

## 7.2 Val av pump

Vid bevattning används vanligen en centrifugalpump som kan drivas med traktorns kraftuttagsaxel, el, bränsle eller solceller. Enligt de preliminära resultaten av projektet Vattenushållningen i vattenskyddet (VesiHave) passar pumpar som fungerar med solenergi (bild 7.2) bra vid underbevattning tack vare sin jämna och tillräckligt låga effekt<sup>39</sup>. I undersökningen orsakade en solcelldriven pump klart mindre förbiströmning än en pump som drevs med förbränningsmotor. Om pumpen drivs med traktor kan man med en skyddsmekanism som kopplas till traktorn stänga av motorn om traktorn får något fel eller om trycket eller flödet förändras. Det går också att automatisera pumpsystemet så att det kan regleras med fjärrkontroll. Man kan till exempel starta eller stänga av pumpen med telefonen.

I lämpliga förhållanden kan bevattningen också ordnas så att den fungerar med självtryck, utan pump som pumpar upp vattnet från vattenkällan. När bevattningsvattnet

däremot tas från ett ställe djupt under vattenytan används en sänkpump.

Pumpens effektbehov beror på mängden vatten som ska pumpas och på höjdskillnaden (höjdskillnaden mellan pumpen och vattenkällan kan i praktiken vara högst 6-7 meter). Vid dimensioneringen av pumpens effekt ska man också beakta svinnet och möjligheten att minimera detta. Vid sprinklerbevattning ska man också observera att pumpen måste ha större effekt än den effekt spridarna kräver på grund av tryckminskningen i vattenledningarna.

När man vill räkna ut hur stor pump som behövs, ska man veta hur mycket vatten som behövs per timme för bevattningen, hur högt pumpen finns i förhållande till vattenkällan, hur högt bevattningsanordningen är belägen i förhållande till pumpen, ledningssvinnet i rören, svinnet från bevattningsanordningen, det önskade trycket för bevattningen samt pumpens nyttograd.



Bild 7.2 a) En solcellsdriven pump och b) solpanelen som är pumpens strömkälla. Pumpen har monterats på en flotte eftersom vattenhöjden i ån varierar och pumpens tillverkare rekommenderar att sugslangen är så kort som möjligt. Solpanelen, som fungerar som pumpens kraftkälla, har monterats på åkanten. Tillgången till solenergi är ofta som störst när också bevattningsbehovet är störst. (Bilder: Minna Mäkelä.)

**Pumpens effekt** kan räknas ut med följande formel:

Effekt (kW) = den behövliga vattenmängden per timme ( $\text{m}^3/\text{timme}$ ) \* önskat tryck (mvp) / 3,67 \* nyttoförhållandet (%)

1 mvp (meter vattenpelare) = 9,81 kPa eller 0,0981 bar

1 kPa = 0,102 mvp tai 0,01 bar

### Exempel på uträkning av bevattningspumpens storlek

(enligt Malm & Berglund 2007 <sup>37</sup>)

Önskad vattenmängd	50 $\text{m}^3/\text{timme}$
Pumpens sugkraft	5 meter
Höjdskillnad mellan fördelningsnätet och pumpen	5 meter
Tryckförluster i slangarna	10 meter vattenpelare
Tryckförluster i bevattningsanordningen	20 meter vattenpelare
Önskat distributionstryck	60 meter vattenpelare
Sammanlagt (1000 kPa)	100 meter vattenpelare

Vi antar att pumpens nyttoförhållande är 60 %

Effekt =  $50 * 100 / 3,67 * 60 = 22,7 \text{ kW}$

# 8. Bevattning som investering

Beslutet att investera i en bevattningsanläggning påverkas av gårdens ekonomiska situation, framtidsutsikter och möjligheterna i verksamhetsmiljön. Kommer gården att ha tillräckligt nytta av bevattning för att en investering ska löna sig.

Då man överväger att investera i bevattning kan man fundera över följande frågor:

## Växtproduktion

- Lider skiftena ofta av torka?
- Är jordarten torkkänslig?
- Är den gröda man odlar känslig (skördebildning och kvalitet) för torka?
- Hur stor skördeökning kan man få med bevattning under torra år?
- Hur ofta infaller sådan torka att den odlingsväxt man odlar klart lider, nu och i framtiden?
- Vill man ändra produktionsinriktning i framtiden?
- Ökar bevattning väsentligt möjligheten att ta in nya grödor i sortimentet?
- Hur mycket sämre blir insatsernas verkningsgrad under torra år utan bevattning?
- Finns det risk för frost på området? Med bevattning kan man minska risken för frostsador.

## Genomförandet av bevattningen

- Finns det tillgång till tillräckligt med bevattningsvatten på ett rimligt avstånd under torra år?
- Behöver man tillstånd för anskaffning av bevattningsvatten?
- Är bevattningsvattnets kvalitet tillräcklig?
- Måste man anlägga transportlinjer eller lager för att säkerställa tillgången till vatten?
- Vilken bevattningsmetod kan vara lämplig?
- Finns det risk för att torvskiften sätter sig på det skifte det gäller? Då grundvattnet hålls högre minskar försänkningen av jord på torvmarker.
- Är skiftena som ska bevattnas stora och regelbundna till formen, blir det många förflyttningar och långa transportsträckor?
- Behöver eller får man arbetskraft för bevattningen?
- Vilka är bevattningens investerings- och användningskostnader (se punkt 8.1)

## Övrigt

- Kan man betrakta en del av bevattningskostnaderna som en garanti för att undvika stora skördeförluster under torrare år?
- Kan bevattningen förbättra villkoren i odlingskontrakten?
- Hur mycket stiger produkternas priser under torra år?

## 8.1 Investerings-, användnings- och underhållskostnader

Bevattningens kostnader består av investerings-, användnings- och underhållskostnader. Investeringskostnaderna består av anläggningarnas anskaffnings-, planerings- och anläggningskostnader. I användnings- och underhållskostnaderna ingår kostnader för energi och vatten samt arbetskrafts- och underhållskostnader.

Det lönar sig att satsa på planeringen av bevattningssystemen eftersom ändamålsenlighet och resurseffektivitet är viktiga faktorer när det gäller investeringens resultat. Det lönar sig också att i ett tidigt skede ta kontakt med anläggningarnas leverantörer eftersom vissa bevattningssystem kan ha lång leveranstid. Du hittar kontaktuppgifter till fö-



retag som säljer bevattningsanläggningar i Finland på Täckdikningsföreningens webbplats [www.salaojayhdistys.fi/materiaalit-ja-apuvalineet](http://www.salaojayhdistys.fi/materiaalit-ja-apuvalineet).

De anskaffningspris för bevattningsanläggningar som anges nedan är genomsnittliga prisexempel från hösten 2022.

### *Bevattningsanläggningar*

För bevattningskanoner påverkas priserna av rörets längd och diameter samt av tilläggsutrustningen. Priserna för små maskiner börjar från ca 10 000 euro (moms 0 %) medan större kanoner med mera tilläggsutrustning kan kosta upp till 80 000 euro (moms 0 %). För bevattningsanläggningar med ramp påverkas priserna av rörens längd och diameter samt utöver tilläggsutrustningen också av rampens bredd. Priset varierar mellan 25 000 euro och upp till 95 000 euro (moms 0 %).

I fuktslangsbevattning är fuktslangen pris enligt en grov uppskattning 550 - 1 000 euro/ha (moms 0 %). Priset påverkas av slangarnas håltäthet som väljs enligt den växt som odlas samt av slangarnas materialtjocklek och diameter. För till exempel ettåriga växter byts slangarna ut årligen, på bl.a. jordgubbe byts de ut med några års mellanrum, och vid odling av fruktträd mycket mer sällan vilket påverkar de egenskaper som krävs av slangarna samt deras pris. Slangar som håller flera år är dyrare än slangar som är avsedda för bara en säsong eftersom de fleråriga slangarna är tjockare. De blir ändå ofta förmånligare att använda än ettåriga slangar eftersom de inte behöver bytas ut varje år. Till kostnaderna för bevattning med fuktslang kommer dessutom fördelnings- och rörledningar samt filter och trycksänkare vars kostnader fördelas över flera år.

Vid bevattning med spridare påverkas priset av typen av spridare och av hur tätt spridarna placeras. Antalet spridare kan variera mellan ca 50 till 80 per hektar. En spridare kostar i medeltal ca 12-20 euro (moms 0 %). Om man t.ex. lägger ut 64 spridare à 16 euro (moms 0%) per hektar, blir kostnaden för spridarna 1 024 euro/ha. I anläggningskostnaderna ingår också fördelnings- och rörledningar.

Priset för underbevattning, ifall bevattningen anläggs i samband med ett befintligt och tillräckligt tätt täckdikningssystem, varierar beroende på brunnarnas storlek och antal. Kostnaden för en installerad brunn är uppskattningsvis ca 800-1 000 euro. Med en brunn kan man, beroende på åkerns lutning, markens vattenledningsförmåga och dikenas placering, dämna upp och underbevattna ca 1-10 hektar. Om det redan finns reglerbrunnar på åkern består investeringen av en rörledning till åkern, pump och energikälla.

Om dikesmellanrummet på det befintliga dikessystemet är för glest med tanke på underbevattning kan man utföra kompletterande dikning och gräva fler täckdiken mellan de gamla diken. En helt ny täckdikning behövs till exempel om uppsamlingsdiket inte är tillräckligt djupt eller om åkern är dikad med öppna diken. Täckdikning kostar ca 5,1-6,0 euro per meter. Om ett nytt täckdikningssystem anläggs med 10 meters dikesmellanrum blir det 1000 meter täckdike per hektar, varvid kostnaden per hektar blir totalt 5 100 - 6 000 euro.

För reglerande dränering kan man av NTM-centralen beviljas investeringsstöd motsvarande högst 40 % av de godtagbara maximikostnaderna. På sura sulfatjordar och torvjordar kan man få 77 euro per hektar i stöd för skötsel av reglerbar dränering och 214 euro per hektar för skötsel av underbevattning år 2023.

### *Upplagringsdammar*

Om man för att säkra tillgången till bevattningsvatten är tvungen att anlägga upplagringsdammar för vatten genom att terrasera och dämna upp jord blir kostnaderna lägre än om dammen grävs (exempel på kostnader för grävda vattendammar punkt 5.2). Utgångspriset för grävning är ca 1,5-3 euro/kubik (moms 0) med utbredning av grävmassan. Priset på grävningen påverkas av hur lätt det går att gräva i den jordart man har. Grävning i hård och stenig jord är dyrare än grävning i lättgrävd jord. Dessutom blir arbetet dyrare ju längre man måste transportera grävmassorna. Kostnaderna

för att anlägga en grävd damm är ofta höga. Vid planeringen av vattendammar ska man också beakta de tillstånd som behövs för uppdamningen och uttaget av vatten, samt tillståndens behandlingstider (se tabell 5.1 och punkt 5.3).

#### *Pumpar och vattenledningar*

Priset för pumparna varierar mycket beroende på deras drivkälla och effekt. Förutom pump måste man också skaffa bland annat en sugslang, ställning och utlopp på trycksidan.

Om vattenkällan finns långt borta kan de långa vattenledningar, vägundergångar och pumpar som behövs bli mycket dyra.

#### *Mätutrustning*

Man kan ha nytta av att skaffa sig olika mätinstrument för bevattningen såsom fuktgivare, grundvattenrör eller tryckgivare för mätning av grundvattennivån, dataloggers, olika slag av automatik och en väderstation.

Fuktgivarnas pris varierar från något tiotal till flera tusen euro. Förmånligast är manuella mätare som mäter fukten med en givarsticka som trycks ner i jorden. Dyrast är mätare som har givare som lämnas kvar i jorden för flera år. Priset för sådana varierar beroende på vilka slags givare och hur många givare man väljer.

## 8.2 Bedömning av investeringens lönsamhet

Investeringskostnaderna är ofta stora och infaller vanligen i början av projektet medan igen bruks- och underhållskostnaderna är olika stora under olika år och fördelas jämnare över investeringens användningstid. Vid bedömningen av en investering räknas nyttan och kostnaderna enligt sina nuvärden. De kommande användningskostnaderna och nyttan kalkyleras enligt nuvärdet. För bevattningsanläggningar kan man t.ex. kalkylera en användningstid på 15 år och för underbevattning en användningstid på 30 år. Också behovet av att byta ut delar ska beaktas.

Det är viktigt att utvärdera investeringens lönsamhet innan man fattar beslut om investeringen. För att investeringen ska vara ekonomiskt lönsam ska de intäkter man beräknas få i framtiden vara större än kostnaderna för investeringen som också inbegriper användnings- och underhållskostnaderna efter investeringens första skede, samt eventuella stöd. Den kommande nytta man väntas få genom bevattningen påverkas av hurvida man får en skördeökning och av hur stor ökningen är. Man kan räkna ut den merintäkt bevattningen ger genom att multiplicera skördeökningen med det genomsnittliga producentpriset. Det är svårt att förutspå den kommande skördeökningen mer nog-

grant, så den kommande nyttan kan bara uppskattas.

Investeringens ekonomiska lönsamhet kan mätas med hjälp av nuvärdemetoden, internräntemetoden eller återbetalningsmetoden.

Nettonuvärdet får man genom att diskon-

**Nettonuvärdet =  
merintäkterna - merkostnaderna**  
= bevattningens anskaffningskostnader (neg. summa) + nettointäkt<sub>1</sub> investeringens brukstidsperiod \* (1 / (1 + diskonteringskoefficient)<sup>1</sup>) + ... nettointäkt<sub>n</sub> investeringens brukstidsperiod \* (1 / (1 + diskonteringskoefficient)<sup>1</sup>)

Med diskonteringskoefficienten omräknas de kommande intäkterna och kostnaderna till nuvärde så att de kommande penningflöden som infaller under olika tider ska vara jämförbara med varandra. Med internräntemetoden kan man räkna ut bevattningsinvesteringens avkastningsprocent. Återbetalningsmetoden räknas ut genom att bevattningens investeringskostnader divideras med intäkterna från den årliga skördeökningen.

tera alla inbetalningar och utbetalningar för investeringen till ett nuvärde från vilket investeringens anskaffningskostnad subtraheras. Om nettonuvärdet är positivt ( $\geq 0$ ), är det lönsamt att förverkliga projektet – ju högre nettonuvärde, desto lönsammare projekt.

Det finns olika stöd för jordbrukets vattenhushållningsprojekt som det lönar sig att fråga mera om på NTM-centralen. Man kan till exempel ansöka om stöd för täckdikning, reglerande täckdikning, underbevattning, anläggning av våtmarker och naturenlig vattenbyggnad.

Utöver kostnaden för bevattningsinvesteringen lönar det sig också att ta hänsyn till andra frågor som till exempel hur praktiskt det planerade systemet är. Om man lyckas åstadkomma ett praktiskt bevattningssystem är det mer sannolikt att bevattningen inleds i tid och upprepas vid behov, och då ger bevattningen bra resultat.

Förutom att bara se på en lönsamhetskalkyl som baserar sig på investeringskost-

naderna och den förväntade skördeökningen kan man också fundera på investeringens värde och lönsamhet ur ett riskminimeringsperspektiv. Om risken för att man under något eller några år inte får någon skörd eller bara en minimal skörd, skulle det årets förluster vara så stora att det var lönsammare att bekosta en bevattningsinvestering som ett slags försäkring för att undvika sådana här förlustbringande år? Man kan också minska risken genom att göra produktionen mer mångsidig – om skörden av en viss gröda misslyckas, får man sannolikt ändå inkomster från någon annan gröda. Dessutom lönar det sig att beakta att man under riktigt torra år, eller år när torkan slår till vid en kritisk tidpunkt, ofta får ett bra pris för den goda skörd man kan erhålla genom bevattning vilket ökar investeringens lönsamhet och förkortar amorteringstiden.

# 9. Bevattning ur samhällets perspektiv

Bevattning kan ge många fördelar som är betydelsefulla för samhället. Uttaget av bevattningsvatten ska ske på ett hållbart sätt som beaktar både den övriga vattenanvändningen och vattenmiljön. Eftersom man kan trygga växternas tillväxt och näringsupptag genom bevattning, effektiveras användningen av näringsämnen och risken för utlakning till vattendragen minskar. Då odlingsväxternas skörd tryggas med hjälp av bevattning kan en del av odlingsarealen användas för odling av fleråriga vallväxter med djupt rotsystem vilket främjar biodiversiteten och samtidigt ökar markens kolinlagring. Dessutom skapar våtmarker och andra bassänger för vattenlagring nya typer av biotoper.

Med hjälp av bevattning får man större skördar med bättre kvalitet, mindre skördevariation och jämnare mognad vilket är betydelsefullt med tanke på en bättre försörjningsberedskap, miljönytta och resurseffektivitet. Jämna skördar som utvecklas snabbt minskar risken för skördeförluster och behovet av energi för att torka skörden, vilket är viktigt i Finlands förhållanden.

I Finlands förhållanden kunde man genom att lagra upp årets flödvatten i de flesta fall få tillgång till så mycket vatten att det täcker hela växtperiodens nederbördsunderskott. På det sättet kunde man undvika de problem man lokalt har på grund av tillfällig sänkning av grundvattennivån.

## 9.1 Försörjningsberedskap

Med tanke på Finlands försörjningsberedskap kommer bevattningen i framtiden att få allt större betydelse som en del av vår anpassning till klimatförändringen. Också hos oss kommer det att bli vanligare med torrperioder under växtperioden när klimatförändringen fortsätter. Globalt är bevattning redan nu mycket viktigt med tanke på försörjningsberedskapen i många varma och torra områden. När klimatförändringen gör en del av områden omöjliga att odla riktas ett ökat tryck mot

av att öka livsmedelsproduktionen i världens nordliga områden, bl.a. i Finland.

Bevattning ger inte bara möjlighet att få en god och högklassig skörd, utan effektiviserar också användningen av kritiska resurser, såsom kväve och energi för torkning av skörden. Detta har stor betydelse för Finlands försörjningsberedskap när tillgången till gödselmedel och energi försvåras och priserna stiger. Med hjälp av bevattning utnyttjas de kritiska näringsämnena bättre.

## 9.2 Resurseffektivitet

Med resurseffektivitet avser man att användningen av naturresurser både inom produktionen och konsumtionen effektiveras. Inom primärproduktionen innebär detta att alla resurser som använts för produktionen, såsom utsäde, gödselmedel, växtskyddsmedel, eventuellt bevattningsvatten, teknologi och anläggningar, energi och arbete, utnyttjas så optimalt som möjligt utan onödigt svinn på

ett hållbart sätt. Förbättring av de nuvarande verksamhetssätten kan anses vara en hållbar effektivisering när produktionen kräver en mindre miljöbelastning, samtidigt som det produceras mera mat än förut på samma areal.

Ett exempel på resurseffektiv växtodling är då man genom bevattning under torra år får gödselmedlen att utnyttjas effektivare till att

öka skörden och förbättra kvaliteten samt till att minska förlusten av näringsämnen. Miljöbelastningen minskar när utlakningen av näringsämnen minskar varvid man får en större skörd med mindre miljöbelastning. Ett led i detta är också delad kvävegiva och andra

gödslingsmetoder som följer skördepotentialen. I takt med att digitaliseringen och precisionsodlingen utvecklas kan variationerna inom skiftet kontrolleras bättre med hjälp av riktade produktionsinsatser såsom till exempel riktad tillförsel av vatten.

## 9.3 Effekter på vattendragen

Under torra tider kan man öka skörden och växternas näringsupptag genom bevattning och även minska risken för utlakning av näringsämnen. I ett försök med kvävegödsling av potatis konstaterades att när vattenushållningen hålls i ordning genom bland annat bevattning finns det mindre kväve kvar i jorden efter växtperioden än efter en torr sommar då man inte bevattnat<sup>40</sup>. Motsvarande resultat har fått på spannmål<sup>41,42</sup>. I en studie av gödselkvävet utnyttjande i vårverte konstaterades att bevattning under en synnerligen torr sommar ökade kväveutnyttjandet med ca 50 %<sup>41</sup>. Det kväve som inte använts finns kvar i jordmånen efter växtperioden. Detta framkom tydligt då man jämförde torra och våtare växtperioder och kväveupptagningen hos spannmål och oljeväxter med olika kvävegivor på 90-talet<sup>42</sup>. Halterna av utlakningsbenäget nitratkväve i markprofilen var större på hösten efter torra somrar än

efter somrar med normala fuktighetsförhållanden.

En av slutsatserna av projektet Grundförbättringar och näringsbalans i det finländska jordbruket (PERA)<sup>43</sup> där man undersökte grundförbättringens tillstånd, dvs. kalkning, dikning och näringsbalanserna inom åkerodlingen, var att de största problemen förutom av bristfällig kalkning och dikning berodde på åkerns upptorkning. När vattentillgången och grundförbättringarna är i ordning och växtföljden sköts ordentligt har man en gynnsam markstruktur som bidrar både till skördebildningen och till stävjandet av utsläpp. God bördighet med tillhörande god markstruktur förhindrar erosion.

På sura sulfatjordar kan försurning och utlakning av metallföreningar förhindras genom att grundvattennivån hålls på en tillräckligt hög nivå också under torrperioder.<sup>44</sup>

## 9.4 Utsläpp av växthusgaser

Inom alla sektorer av samhället strävar man efter att stävja klimatförändringen och minska utsläppen av växthusgaser. Samtidigt strävar man efter att anpassa sig till det förändrade klimatet. I jordbruket går arbetet för att minska klimatförändringen och anpassningen hand i hand och är beroende av varandra. I jordbruket sker de största utsläppen av växthusgaser från jordmånen<sup>45</sup>. När jordens bördighet förbättras minskar utsläppen från jorden i förhållande till skörden. Med hjälp

av bevattning säkerställer man en utveckling som gör det möjligt att producera mera med mindre utsläpp och resurser.

I jordbruket kan utsläppen av växthusgaser minskas på många olika sätt och framför allt med odlingsmetoder som stöder minskningen av utsläpp. De klimat fördelar man får genom bevattning är bättre verkningsgrad av gödselmedel och större kolinlagring i växterna när tillväxten blir bättre. Också trycket mot ändring av markanvändningen mins-

kar när man genom bevattning kan producera mat på en mindre åkerareal.

Genom att höja grundvattennivån på torvjord med reglerande dränering och underbevattning kan man bromsa upp torvens

nedbrytning och de växthusgasutsläpp det medför. När torven ligger under vatten i syrefri miljö stävjas nedbrytningen och friläggningen av koldioxid.

## 9.5 Naturens mångfald

När man med hjälp av bevattning kan få högre skördar med bättre kvalitet kan improduktiva odlingsjordar tas ur bruk och i stället användas för att förbättra biodiversiteten. Det bättre utnyttjande av näringsämnen man får genom bevattning ger också biodiversitets fördelar i form av mindre näringsbelastning och ett bättre ekologiskt tillstånd i vattendragen.

Då vattenförsörjningen för bevattning tryggas med naturenligen vattenbyggande (t.ex. anläggning av våtmarker, dammar, översvämningsskålar) kan man samtidigt öka områdets biodiversitet och skapa biotoper för nya arter.

## Till sist

Globalt sett har Finland utmärkt tillgång till vatten. Om det i framtiden blir vanligare med torka kommer troligtvis allt fler att börja lagra vatten under vårfloppet och också annars fästa större uppmärksamhet vid vattenhushållningen.

Bland annat Häggblom m.fl. har 2020<sup>46</sup> beskrivit behovet av beredskap mot torka. En utmaning för detta är lönsamheten. För att det ska löna sig att investera i bevattning måste livsmedelsproduktionens ekonomiska förutsättningar förbättras ordentligt, t.ex. till den nivå som rådde i Finland för exempelvis vårsådd spannmål före anslutningen till EU. Idag kan incitamentet för att investera i bevattning särskilt på stora gårdar som eftersträvar höga skördenivåer vara att bevattning utjämnar produktionsrisker och skördevariationer<sup>47</sup>.

Efter de undersökningar om bevattning av åkergrödor som gjordes på 60- och 70-talen har forskningen främst fokuserat på reglerande dränering och underbevattning (t.ex.

projektet Vattenhushållningen i vattenskyddet – VesiHave<sup>39</sup>). Förutom forskning om motverkande av torka gäller forskningen nu också hur höjning av grundvattennivån minimerar utsläppen av växthusgaser på torvjord (t.ex. Turvepeltojen ilmastokestävä viljely – klimathållbar odling av torvmark (TURINA)-projektet<sup>48</sup>). De miljöfördelar som påvisats i undersökningarna kan leda till att bevattning tas i bruk mer allmänt i framtiden.

Utan näringsämnen har vi varken mat eller biomassa. Det bättre utnyttjande av näringsämnen vi får genom bevattning är en form av resurseffektivitet. Det förbättrar verkningsgraden av gödselmedel och andra produktionsinsatser vi investerar i jorden för tillväxten, vilket förbättrar livsmedelsproduktionens ekonomiska hållbarhet och minskar resursanvändningen. Bevattning skapar med andra ord förutsättningar för att stärka frikopplingen mellan ekonomin och användningen av naturresurser.

# Källor

- <sup>1</sup> Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P., Äijö, H. (red.). 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous – Ojitus, kastelu ja ympäristö, 2:a reviderade upplagan. Täckdikningsföreningen rf. Grano Oy, Helsingfors.
- <sup>2</sup> Pankakoski, A. 2006. Puutarhurin kasvioppi. 8-12:e upplagan. Edita Prima Oy, Helsingfors.
- <sup>3</sup> Heinonen, R. 1985. Soil management and crop water supply. 4:e upplagan. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), avdelningen för jordartsvetenskaper. Uppsala, Sverige.
- <sup>4</sup> Miyazaki, T. 2005. Water flow in soils. 2:a upplagan. CRC Press, Boca Raton.
- <sup>5</sup> Andersson, S. & Wiklert, P. 1972. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XXIII. Om de vattenhållande egenskaperna hos svenska jordarter. Grundförbättring 25:53–143.
- <sup>6</sup> Seuna, P. 1977. Kasteluun vaikuttavista hydrologisista tekijöistä. Vattenstyrelsen, Helsingfors.
- <sup>7</sup> Muuttomaa, E. 2003. Avomaan kastelumenetelmät. Arbetseffektivitetsföreningens jordbruksmeddelande 11/2003 (562).
- <sup>8</sup> Copernicus Open Access Hub. <https://scihub.copernicus.eu/>. Refererat 24.9.2022.
- <sup>10</sup> Järvenpää L., Savolainen, M. 2015. Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu, 2:a uppdaterade upplagan. Miljöförvaltningens anvisningar 4/2015. Finlands miljöcentral, Helsingfors. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/156521>. Refererat 15.8.2022.
- <sup>11</sup> Potatisforskningsanstaltens hemsidor. Perunan kastelu. <https://petla.fi/viljelyohjeet/kastelu/>. Refererat 22.6.2022.
- <sup>12</sup> Mylly, M., Virtanen, E., Forsman, K. & Jauhiainen, L. 2009. Perunan kastelumenetelmien vertailu. Maa- ja elintarviketalous 139, 58 s. Forskningscentralen för jordbruk och livsmedels ekonomi. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met139.pdf>. Refererat 27.8.2022.
- <sup>13</sup> Hyytiäinen, T., Hedman-Partanen, R. & Hiltunen, S. 1999. Växtproduktion 2, 2:a upplagan. Kirjapaino Oy Westpoint, Raumo.
- <sup>14</sup> Elonen, P. 1978. Kuivuuden haittojen ehkäisy. Kasvinviljelyoppi 1 (red. Köppä, P.). ISBN/EAN 978951-26-1534-7
- <sup>15</sup> Elonen, P., Nieminen, L. och Kara, O. 1967. Sprinkler irrigation on clay soils in southern Finland. Journal of Scientific Agricultural Society of Finland 39:67-98.
- <sup>16</sup> Livsmedelsverket. Kvalitetskrav på vatten för primärproduktion. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/veden-laatuvaatimukset/>. Refererat 2022-07-05.



- <sup>17</sup> Itämeri.fi. Jan-Erik Bruun. Suolaisuus, lämpötila ja kerrostuneisuus. [https://itameri.fi/fi-FI/Luonto\\_ja\\_sen\\_muutos/Ainutlaatuinen\\_Itameri/Suolaisuus\\_lampotila\\_ja\\_kerrostuneisuus](https://itameri.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Ainutlaatuinen_Itameri/Suolaisuus_lampotila_ja_kerrostuneisuus). Refererat 11.8.2022.
- <sup>18</sup> Marmolin, C. 2010. Grönsaksproduktion i Sverige 2040. <https://docplayer.se/18024551-Gronsaksproduktion-i-sverige-2040-christina-marmolin-klimatoptimerar-svenskt-lantbruk.html>. Refererat 3.8.2022.
- <sup>19</sup> Johansson, W. & Linnér, H. 1977. Bevattning: behov, effekter, teknik. LTs förlag, Borås.
- <sup>20</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/741, utfärdad 25 maj 2020, om minimikrav vid återvinning av vatten <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0741>. Refererat 8.12.2022.
- <sup>21</sup> Statsrådets förordning JSM/2022/88. <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f807b9e67>. Refererat 8.12.2022.
- <sup>22</sup> Livsmedelsverkets hemsida. Laboratorier som utsetts med stöd av livsmedelslagen. <https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/ruokaviraston-hyvaksymat-laboratoriot/elintarvikelaboratoriot/>. Refererat 5.7.2022.
- <sup>23</sup> Livsmedelsverkets hemsida. Kvalitetskrav på vatten för primärproduktion. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/veden-laatuvaatimukset/>. Refererat 30.8.2022.
- <sup>24</sup> Peltonen-Sainio, P., Laurila, H., Jauhiainen, L., Alakukku, L. 2015. Proximity of waterways to Finnish farmlands and associated characteristics of regional land use, *Agricultural and Food Science* 24: 24-38.
- <sup>25</sup> VALUE - Valuma-alueen rajaustyökalu KM10. <https://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>. Refererat 27.2.2023.
- <sup>26</sup> Regionförvaltningsverkets hemsida. Servicetariff. [www.avi.fi/palveluhinnasto](http://www.avi.fi/palveluhinnasto). Refererat 27.2.2023.
- <sup>27</sup> Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. *Finlands miljöcentral*s publikation 631.
- <sup>28</sup> Pajula, H. & Triipponen, J.-P. (red.). 2003. Utredning av Finlands situation gällande bevattning - exempelområde egentliga Finland. *Suomen ympäristö* 629. *Finlands miljöcentral och Sydvästra Finlands miljöcentral*.
- <sup>29</sup> Naturresurscentralen hemsida. Ruukin tutkimusinfrastruktuuri. [www.luke.fi/fi/tutkimus/tutkimusinfrastruktuurit/ruukin-tutkimusinfrastruktuuri](http://www.luke.fi/fi/tutkimus/tutkimusinfrastruktuurit/ruukin-tutkimusinfrastruktuuri). Refererat 16.8.2022.
- <sup>30</sup> Finlex. Vattenlagen. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587#L5P6>. Refererat 5.7.2022.

- <sup>31</sup> Finlex. Miljöskyddslagen. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#L4P28>. Refererat 1.8.2022.
- <sup>32</sup> Suomi.fi. NTM-centralen - Anmälan om dikning. <https://www.suomi.fi/palvelut/ojituksen-ilmioittaminen-elinkeino-liikenne-ja-ymparisto-keskus/3c734b01-abef-49b6-be31-82de09914f71>. Refererat 1.8.2022.
- <sup>33</sup> Vesi.fi. Torrläggning av jordbruksmark. <https://www.vesi.fi/vesitieto/maatalousmaan-kuivatus/>. Refererat 27.2.2023.
- <sup>34</sup> Miljöförvaltningens webbtjänst. Vattentillstånd och anmälningar. <https://www.ymparisto.fi/fi/luvut-ja-velvoitteet/vesilupa-ja-ilmoitukset>. Refererat 14.4.2023.
- <sup>35</sup> Vesi.fi. Naturliga metoder för marktorrläggning. <https://www.vesi.fi/vesitieto/luonnonmukaiset-menetelmat-maankuivatuksessa/>. Refererat 27.2.2023.
- <sup>36</sup> Näreaho m.fl. 2006. Maatalousalueiden perattujen purojen luonnonmukainen kunnossapito. Finlands miljöcentralens publikation 52. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38784/SY\\_52\\_2006.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38784/SY_52_2006.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Refererat 1.7.2022.
- <sup>37</sup> Malm, P. & Berglund, P. 2007. Bevattning och växtnäringsutnyttjande. Jordbruksinformation 5 – 2007. Jordbruksverket. Prinfo Team Offset & Media.
- <sup>38</sup> Mäkelä, M. 2021. Täckdikningsföreningen rf:s medlemspublikation 1/2021. Grundvattenytans nivå och dess inverkan på markens fuktighet i rotszonen. [https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Salaojayhdistys\\_2021\\_www.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Salaojayhdistys_2021_www.pdf). Refererat 24.8.2022.
- <sup>39</sup> Äijö, H., Mylly, M., Sikkilä, M., Salo, H., Salla, A., Nurminen, J., Paasonen-Kivekäs, M., Koivusalo, H. 2021. Kontroll av vattenhushållningen i vattenskyddet - VesiHave, Slutrapport 2021. Forskningsföreningen för täckdikning rf. meddelande 35. [https://www.salaojitustutkimus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vesitalouden-hallinta-vesiensuojelussa-VesiHave\\_loppuraportti.pdf](https://www.salaojitustutkimus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vesitalouden-hallinta-vesiensuojelussa-VesiHave_loppuraportti.pdf). Refererat 1.9.2022.
- <sup>40</sup> Kuisma, P. 2002. Efficiency of split nitrogen fertilization with adjusted irrigation on potato. *Agricultural and Food Science in Finland*. 11:59-74.
- <sup>41</sup> Kaila, A. & Elonen, P. 1970. Influence of irrigation and placement of nitrogen fertilizers on the uptake of nitrogen by spring wheat. Reprint from *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 42:123–130.
- <sup>42</sup> Pietola, L., Tanni, R. & Elonen, P. 1999. Responses of yield and N use of spring sown crops to N fertilization, with special reference to the use of plant growth regulators. *Agricultural and Food Science in Finland* 8:423–440.
- <sup>43</sup> Ovaska, S., Liski, E., Äijö, H., Häggblom, O. & Paasonen-Kivekäs, M. 2021. Slutrapport över projektet Grundförbättringar och näringsbalans i det finländska jordbruket (PERA), Forskningsföreningen för täckdikning rf, meddelande 36. [https://mmm.fi/documents/1410837/0/PERA\\_Loppuraportti\\_36-2021.pdf/6d211b0e-4f7c-08a5-855b-ff-23632beefd/PERA\\_Loppuraportti\\_36-2021.pdf?t=1622199146452](https://mmm.fi/documents/1410837/0/PERA_Loppuraportti_36-2021.pdf/6d211b0e-4f7c-08a5-855b-ff-23632beefd/PERA_Loppuraportti_36-2021.pdf?t=1622199146452). Refererat 9.8.2022.

<sup>44</sup> Virtanen, S., UusiKämpä, J., Österholm, P., Bonde, A. & Yli-Halla, M. 2016. Potential of controlled drainage and sub-irrigation to manipulate groundwater table or mitigating acid loadings in Finnish acid sulfate soils. Written for presentation at the 10th International Drainage Symposium Partners University of Minnesota Water Resources Center American Society of Agricultural and Biological Engineers Minneapolis, Minnesota September 7–9, 2016.

<sup>45</sup> Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. 2020. Jordbrukets klimatvägkarta – Färdplan för minskande av utsläppen av växthusgaser i Finlands jordbruk. Centralförbundet för lant- och skogsbruksproducenter MTK rf Helsingfors <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>. Refererat 31.8.2022.

<sup>46</sup> Häggblom, O., Härkönen, L., Joensuu, S., Keskisarja, V. & Äijö, H. 2020. Riktlinjer för jord- och skogsbrukets vattenhushållning i en föränderlig miljö. Jord- och skogsbruksministeriets Publikationer 2020/6 Jord - och skogsbruksministeriet, Helsingfors.

<sup>47</sup> Peltonen-Sainio, P., Juvonen, J., Korhonen, N., Parkkila, P. Sorvali, J. & Gregow, H. 2021. Climate change, precipitation shifts and early summer drought: An irrigation tipping point for Finnish farmers?. *Climate risk management* 33.

<sup>48</sup> Turvepeltojen ilmastokestävä viljely – viljelijän näkökulma (TURINA)-projektet. <https://www.luke.fi/fi/projektit/turina>. Refererat 8.9.2022.

Föreningen Utbildningsföreningen för naturvård LUOKO rf (Luonnonhoidon koulutusyhdistys ry) grundades år 1996 i syfte att utveckla miljövården på landsbygden. Föreningen främjar i första hand utbildning med anknytning till vattenskydd och producerar utbildningsmaterial för detta. I föreningens styrelse ingår företrädare för forskningen, utbildningen, rådgivningen och producenterna.

Syftet med denna publikation är att föra fram och sammanställa information om bevattning som utförs vid åkerodling och vara till hjälp vid överväganden i samband med planering och förverkligande av bevattning. Vi hoppas att publikationen ska vara till nytta för framför allt jordbrukare och rådgivare som utför ett arbete av största vikt inom jordbrukets vattenhushållning.

Publikationen kan laddas ner i elektronisk form på adressen:  
[www.salaojayhdistys.fi/sv/framsida/](http://www.salaojayhdistys.fi/sv/framsida/) -> publikationer

LUOKO rf  
2023

ISBN 978-952-5345-55-1