

# Jordbrukets behov av vattenförsörjning



- Rapporten innehåller reviderade beräknings- och kunskapsunderlag som beskriver vattenbehovet för både växtodling och djurhållning. Dessa kan länen använda som underlag till regionala vattenförsörjningsplaner.
- Jordbrukets vattenbehov behöver ägnas större uppmärksamhet, inte minst till följd av ett framtida klimat med större variationer i nederbörd mellan olika regioner.
- Jordbrukarna bör ha ökad uppmärksamhet på sitt vattenbehov och se över förutsättningarna för vattenuttag, effektivare vattenanvändning, magasinering och nödvattenförsörjning, i synnerhet i regioner med risk för vattenbrist.



# Jordbrukets behov av vattenförsörjning

*Denna rapport är Jordbruksverkets rapportering av regeringsuppdraget jordbrukssektorns behov av vattenförsörjning. Rapporten utgör ett underlag för andra aktörer exempelvis länsstyrelser som vill bedöma jordbrukssektorns vattenbehov i sina regionala vattenförsörjningsplaner för långsiktiga bedömningar och prognoser i relation till andra konkurrerande samhällsbehov.*

Utredningsenheten

Författare

Eskil Mattsson

John Andersson

Ulrika Sabel

Gwidon Jakowlew

Tomas Johansson

Lars Bollmark

Omslagsfoto: Frans Johnson



# Sammanfattning

Tillgång till vatten är en nödvändig förutsättning för att producera livsmedel. Jordbrukets vattenanvändning utgör endast 3 procent av den totala vattenanvändningen i Sverige. Vattenanvändningen varierar dock mycket mellan olika regioner av landet. Inom det svenska jordbruket används vatten främst för bevattning av grödor och för djurhållning. Förväntade klimatförändringar tillsammans med de senaste årens vattenbrist har satt fokus på behovet av att kunna säkerställa tillgången på vatten för livsmedelsproduktion.

## Nu finns reviderade beräknings- och kunskapsunderlag till de regionala vattenförsörjningsplanerna

I denna utredning har Jordbruksverket reviderat befintliga underlag som beskriver vattenbehovet för både växtodling och djurhållning. Länsstyrelserna kan använda dessa som underlag till regionala vattenförsörjningsplaner. Underlagen utgör huvudresultatet av utredningen. Revideringen av vattenbehovsmängderna har inneburit en kvalitetshöjning av uppgifterna om jordbrukets vattenanvändning.

## Både klimatet och jordbrukets framtida inriktning gör det svårt att bedöma vattenbehovet

Bedömning av nuvarande och framtida bevattningsbehov är dock förknippat med stora osäkerheter. Utredningen visar att bevattningsbehovet är mer beroende av klimatfaktorer än av vattenbehovet för djurhållning och är därför svårare att bedöma. Jordbrukets framtida vattenanvändning är också i hög grad beroende av jordbrukets framtida inriktning och utveckling.

## Mer kunskap kan minska vattenförbrukningen, öka produktionen och gynna miljön

Bevattningsmängder för olika regioner och grödor och vattenbehov för olika djurslag behöver uppdateras oftare framöver. Här behövs mer forskning och vägledning. En viktig frågeställning är i vilka situationer det är lönsamt att bevattna och om det finns behov, ekonomi och vattentillgång att investera i bevattning. Att tillgodose en grödas behov av vatten är viktigt för att uppnå en hög skörd med god kvalitet. Att bevattna vid rätt tidpunkt, med rätt mängd och att använda effektiv utrustning minskar både kostnaden och miljöbelastningen. Jordbrukarna bör också ha ökad uppmärksamhet på sitt vattenbehov och se över förutsättningarna för vattenuttag, effektivare vattenanvändning, magasinering och nödvattenförsörjning, i synnerhet i regioner med risk för vattenbrist.

Enligt den livsmedelsstrategi som har antagits av riksdagen ska Sveriges livsmedelsproduktion öka. Klimatförändringarna leder inte bara till att tillgången på vatten tidvis och regionalt riskerar att minska. Det leder också till att jordbrukets behov tidvis kommer att öka. Sammantaget innebär det att jordbrukets vattenbehov behöver ägnas större uppmärksamhet i vattenplaneringen, särskilt i regioner med stor konkurrens om vatten och hög andel jordbruksförbrukning.



# Innehåll

1	Inledning.....	9
1.1	Uppdraget från regeringen .....	9
1.2	Syfte och avgränsningar .....	10
1.3	Genomförande.....	11
1.4	Dialog och samråd.....	12
1.5	Organisation.....	12
1.6	Läsanvisningar.....	12
2	Jordbrukets vattenbehov i dag.....	13
2.1	Bevattning.....	14
2.1.1	Vilka fördelar ger bevattning? .....	16
2.1.2	Bevattningsmetoder.....	19
2.1.3	Bevattningsdammar och våtmarker .....	21
2.1.4	Bevattning och vattenkvalitet.....	22
2.2	Hur stort är bevattningsbehovet? .....	25
2.2.1	Jordbruksmark .....	27
2.2.2	Frilandsodling .....	28
2.2.3	Växthusodling .....	28
2.3	Djurhållning.....	29
2.3.1	När behövs vatten? .....	29
2.3.2	Konsekvenser vid vattenbrist.....	30
2.3.3	Djurhållning och vattenkvalitet.....	30
2.4	Hur stort är vattenbehovet hos olika djurslag? .....	31
2.4.1	Mjölkkor .....	32
2.4.2	Övrig nötproduktion .....	33
2.4.3	Gris .....	33
2.4.4	Fjäderfä.....	34
2.4.5	Får.....	34
2.4.6	Häst.....	34
2.4.7	Sammanställning vattenbehov alla djurslag .....	34
2.5	Hur stort är det övriga vattenbehovet? .....	36
3	Faktorer och åtgärder som påverkar vattenbehovet i framtiden .....	37
3.1	Klimatförändringar.....	37
3.1.1	Hur blir det framtida klimatet?.....	37
3.1.2	Låga grundvattennivåer och torka påverkar jordbruket.....	37
3.1.3	Hur påverkar ett förändrat klimat bevattningsbehovet? .....	38
3.1.4	Förändrad produktionsinriktning .....	39
3.2	Förändrad jordbrukspolitik och livsmedelsmarknad .....	39

4. Jordbrukets vattenbehov i framtiden .....	41
4.1. Hur stort är det framtida bevattningsbehovet? .....	41
4.1.1 Jordbruksmark .....	41
4.1.2 Växthusodling .....	43
4.1.3 Scenarier för framtida bevattningsbehov .....	43
4.2 Hur stort är det framtida vattenbehovet hos olika djurslag? .....	46
4.2.1 Mjölkcor.....	46
4.2.2 Övrig djurproduktion .....	47
4.3.3 Scenarier för framtida vattenbehov hos djur.....	47
5. Slutsatser.....	50
Referenser .....	52
Bilagor .....	55



# 1 Inledning

Jordbruket står idag för ca 70 % av den globala sötvattenanvändningen. I Afrika och Asien beräknas jordbruket stå för över 80 % av sötvattenanvändningen (SCB, 2017; UN Water, 2015). Från 1961 till 2012 mer än fördubblades den bevattningsbara arealen jordbruksmark i världen från 1,4 miljoner km<sup>2</sup> till 3,2 miljoner km<sup>2</sup>. Globalt sett används det mesta vattnet inom jordbrukssektorn för bevattning av grödor men även djurhållningens behov av vatten har ökat över tid då antalet djurenheter i världen ökat från 7,3 miljarder år 1970 till 24,2 miljarder år 2011 (UN Water, 2017).

I Sverige är jordbrukets andel av vattenanvändningen relativt sett liten och uppgår till cirka tre procent av den totala användningen. Orsaken är framförallt att det nord-europeiska klimatet gör behovet av bevattning av grödor mindre här än i torrare delar av världen. Inom det svenska jordbruket används vatten främst för bevattning av grödor och för djurhållning. Av de cirka 75 miljoner kubikmeter vatten som jordbruket använde under 2015 gick omkring 64 % till bevattning och resterande 36 % till dricksvatten för husdjur (SCB, 2017).

Tillgång till vatten är en nödvändig förutsättning för att producera livsmedel från den svenska jordbruksmarken. För att åstadkomma en konkurrenskraftig och hållbar svensk livsmedelsproduktion krävs rätt mängd vatten vid varje tidpunkt för grödans tillväxt. För att uppnå det övergripande målet i livsmedelsstrategin att svensk livsmedelsproduktion ska öka fram till 2030 krävs därför en ökad kunskap om jordbrukets vattenbehov.

Jordbrukssektorns nuvarande och framtida vattenbehov har under senare tid inte varit föremål för någon systematisk genomlysning. Bristen på underlag från jordbruket vad gäller bevattningsbehov för jordbruksmark och vattenbehov för djurhållning innebär svårigheter att göra bedömningar av framtida konkurrens om vattnet (SOU, 2016). Ett förändrat klimat förväntas ge ökande temperaturer och avdunstning, liksom på sina håll sjunkande grundvattennivåer, vilket kan få betydelse för konkurrensen om tillgängliga vattenförekomster. Dessutom kan en sänkt markvattenhalt och en förlängd odlingsäsong påverka vattenbehovet liksom att perioden för återfyllnad av vattenmagasinen på vissa håll kan komma att kortas. De senaste årens torka i delar av Sverige ger en bild av hur framtiden kan komma att se ut och har återväckt intresset bland både lantbrukare och myndigheter för hur vattenbehovet kan tryggas för livsmedelsproduktionen.

Vid sidan av klimatförändringarna påverkas framtiden av livsmedelsmarknaden och den gemensamma jordbrukspolitikens utveckling, vilket innebär betydande svårigheter att prognosticera jordbrukets vattenbehov. För att få en bild av framtida konkurrenssituation behövs uppskattningar av både de nuvarande och långsiktiga behoven.

## 1.1 Uppdraget från regeringen

I SOU 2016:32, *En trygg dricksvattenförsörjning* föreslogs att Jordbruksverket ges i uppdrag att närmare bedöma och redovisa jordbrukssektorns framtida behov av vattenförsörjning.

Jordbruksverket fick därefter i 2017 års regleringsbrev i uppdrag av regeringen att bedöma jordbrukssektorns behov av vattenförsörjning med hänsyn tagen till livsmedelsmarknadens och den gemensamma jordbrukspolitikens utveckling liksom till klimatförändringar.

Så här formuleras uppdraget i 2017 års regleringsbrev:

*Jordbrukssektorns behov av vattenförsörjning*

*Jordbruksverket ska bedöma jordbrukssektorns behov av vattenförsörjning med hänsyn tagen till livsmedelsmarknadens och den gemensamma jordbrukspolitikens utveckling liksom till klimatförändringar samt redovisa underlag för detta. Underlaget ska kunna användas bl.a. i arbetet med regionala vattenförsörjningsplaner för långsiktiga bedömningar och prognoser i relation till andra konkurrerande samhällsbehov. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) bör vid behov bidra med tillgängligt klimatrelaterat underlag för bedömning av jordbrukets bevattningsbehov. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 1 april 2018.*

## 1.2 Syfte och avgränsningar

Dricksvattenutredningen föreslår i sitt slutbetänkande, En trygg dricksvattenförsörjning, SOU 2016:32, att länsstyrelserna ska ta fram regionala vattenförsörjningsplaner som stöd för bland annat kommunernas översiktsplanering. En regional vattenförsörjningsplan är ett vägledande handlingsprogram för hushållning med vatten med syftet att trygga dricksvattenförsörjning på lång sikt. Underlagen är också värdefulla för långsiktig planering av försörjningen inom andra samhällssektorer, bland annat jordbruk och industri.

Vi har tolkat uppdraget från regeringen som att vi behöver sammanställa ett kunskaps- och beräkningsunderlag som kan användas av olika aktörer, främst länsstyrelser när de i sina regionala vattenförsörjningsplaner ska bedöma jordbrukets vattenbehov i relation till andra konkurrerande samhällsbehov. Primär målgrupp för utredningen är därför länsstyrelser.

Utredningen kan även utgöra ett kunskapsunderlag för andra myndigheter, kommuner, jordbrukare, rådgivare, entreprenörer och konsulter som arbetar med vattenförsörjningsfrågor i jordbruket.

Arbetet med uppdraget har avgränsats till att beskriva nutida och framtida vattenbehov inom det svenska jordbruket. Vi har i inledande dialoger med länsstyrelser, andra myndigheter och forskare vidgat problembilden till att också inkludera och beskriva vattenbehovet i relation till andra faktorer som påverkar behoven, till exempel vattenkvalitetsaspekter, bevattningsmetoder och magasinering.

Jordbrukets vattenbehov avgränsas i denna utredning till följande kategorier:

- 1) bevattning av jordbruksmark inklusive frilands- och växthusodling
- 2) vattenbehov för djurhållning fördelat på olika djurslag inklusive rengöring och spolning
- 3) övrigt vattenbehov (exempelvis hushållsbehov på gårdsnivå)

Betesmarker, enskilda trädgårdar, parker och golfbanor ingår inte i analysen.

Utredningen går inte in på tillgångsfaktorer, det vill säga hur man ska få fram det vatten som täcker behovet eller hur man ska lösa målkonflikter som kan uppstå i relation till andra konkurrerande samhällsbehov. Vi bedömer inte de kostnader som uppkommer för att täcka behoven eller vilket vattenbehov som behövs för att producera importerade insatsvaror. Utredningen tar inte hänsyn till vattenbehov från konsumtion eller förändrade konsumtionsmönster till följd av ändrad tillgång på vatten.

Arbetet med utredningen har bäring på ett flertal av miljökvalitetsmålen framförallt när det gäller miljömålen *Ett rikt odlingslandskap, Levande sjöar och vattendrag, Ett rikt växt- och djurliv, Ingen övergödning, Giffri miljö, Grundvatten av god kvalitet samt Begränsad klimatpåverkan*.

Resultat och rekommendationer från arbetet med regeringsuppdraget bidrar även till Sveriges arbete med att uppnå Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling. Det globala mål som främst berörs av arbetet är mål 2 *Ingen hunger*, mål 6 *Rent vatten och sanitet*, mål 12 *Hållbar konsumtion och produktion*, mål 11 *Bekämpa klimatförändringen* samt mål 15 *Ekosystem och biologisk mångfald*.

### 1.3 Genomförande

Uppdraget har genomförts i tre, delvis parallella steg.

I steg 1 har vi kartlagt vilka befintliga och nya beräkningsunderlag som behövs för att bedöma befintligt vattenbehov i Sverige uppdelat i följande kategorier:

- bevattning av jordbruksmark (inklusive frilands- och växthusodling)
- djurhållning (inklusive rengöring av stallar och maskiner)
- övrigt vattenbehov (exempelvis hushållsbehov på gårdsnivå)

I steg 2 har vi bedömt vilka andra faktorer som påverkar nuvarande och framtida vattenbehov inom jordbruket.

I steg 3 använde vi underlaget vi fick fram i steg 1 för att bedöma framtidens vattenbehov fördelat på samma kategorier som ovan. I detta steg diskuterar vi också hur vattenbehovet kan se ut i framtiden med hänsyn till klimatförändringar, en förändrad produktion och livsmedelsmarknad. Vi presenterar också slutsatser och förslag till kommande arbete.

Vi har i alla delar utgått ifrån befintligt material baserat på publicerade data och skriftliga referenser. Inom ramen för arbetet i steg 1 och steg 3 har Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) på uppdrag av Jordbruksverket tagit fram nuvarande och framtida bevattningsmängder för olika grödor och regioner samt belyst och reviderat vattenbehov för olika djurslag utifrån empiriskt material. Dessa fördjupningsstudier finns detaljerat beskrivna i bilagorna 1-2 till rapporten.

## 1.4 Dialog och samråd

Samråd har genomförts med representanter från berörda myndigheter, företrädare för akademien samt lantbruksnäringen genom en referensgrupp vid två olika skeden. Inledningsvis fick referensgruppen i maj 2017 bidra med sakkunskap och synpunkter på vårt uppdrag när vi hade problemställningen klar. Därefter fick referensgruppen möjlighet att lämna synpunkter och inspel på ett rapportutkast i februari 2018. Följande myndigheter och organisationer har ingått i referensgruppen:

- Länsstyrelserna
- Sveriges Kommuner och Landsting, SKL
- Havs- och Vattenmyndigheten, HaV
- Svenskt Vatten
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI
- Lantbrukarnas Riksförbund, LRF
- Sveriges Geologiska undersökning, SGU
- Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU

Vi har inom ramen för utredningen även haft värdefulla diskussioner med SMHI och Statistiska centralbyrån (SCB) kring val av metodik och dataunderlag. Inledningsvis hade vi diskussioner med flera länsstyrelser kring vilka underlag som behövs från jordbrukssektorn för bättre belysa jordbrukets vattenbehov för länen.

## 1.5 Organisation

Utredningen har gjorts av en arbetsgrupp bestående av Eskil Mattsson och Lars Bollmark, utredningsenheten, John Andersson, Ulrika Sabel, Gwidon Jakowlew och Tomas Johansson, miljöanalysenheten. Else-Marie Mejersjö, Sofia Blom och Thorsten Rahbek Pedersen har utgjort styrgrupp.

## 1.6 Läsanvisningar

I nästa kapitel ger vi en introduktion till jordbrukets vattenbehov fördelat på jordbruksmark och djurhållning. Vi börjar med att beskriva vilka faktorer som påverkar behoven fördelat på bevattning och djurhållning. Därefter redogör vi för hur stort behovet är och vilka metoder och underlag som kan användas för att uppskatta nuvarande behov. I kapitel 3 beskriver vi några av de faktorer som kan påverka de framtida vattenbehoven. I kapitel 4 belyser vi hur jordbrukets vattenbehov förväntas utvecklas i framtiden med hänsyn till klimatförändringar, förändrad produktion och livsmedelsmarknad. Vi resonerar också kring hur de framtida vattenbehoven kan uppskattas. Slutligen i kapitel 5 diskuterar vi slutsatser, förslag till åtgärder och vidare arbete.

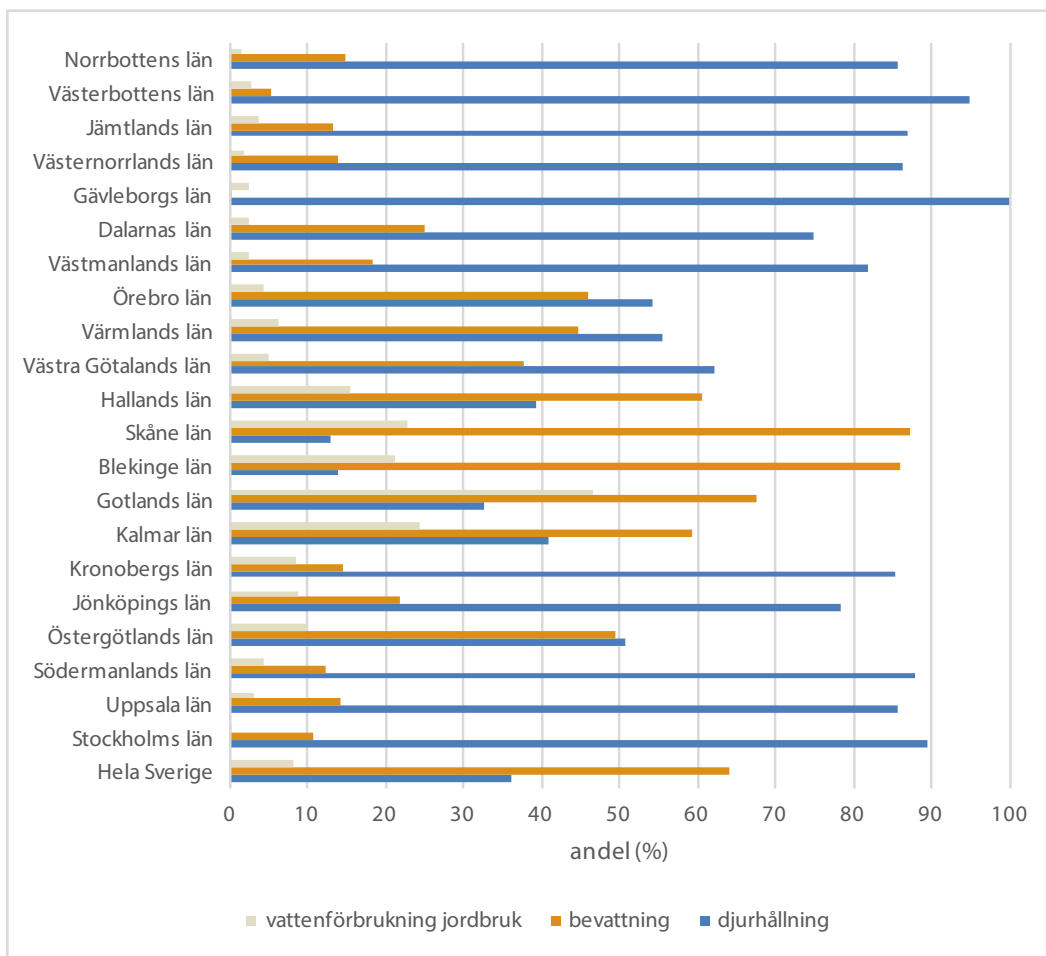
För den läsare som endast vill veta hur vattenbehovet för bevattning, djurhållning och övrig verksamhet kan beräknas rekommenderas kapitel 2.2, 2.4, 2.5 samt 4.1 och 4.2.

## 2 Jordbrukets vattenbehov i dag

Vattenförhållandena inom växtodling är avgörande för grödors etablering, tillväxt och den skördade produktens kvalitet. Tillgång till bevattning är därmed en viktig förutsättning för höga och jämna skördar av god kvalitet och minskad produktionsrisk.

Inom djurhållningen, styrs vattenbehovet bland annat av temperatur, hur mycket djuret arbetar och rör sig och sammansättningen på fodret. En högre lufttemperatur, aktivitet och ett foder med mycket salter och fibrer är faktorer som ökar vattenbehovet. Till skillnad från bevattning som är kraftigt väderberonde och koncentrerad till sommar-månaderna är vattenbehovet för djurhållning relativt väderoberoende och jämnt fördelat över hela året. Vissa produktionsformer använder också vatten för rengöring.

SCB publicerar vart femte år sammanställningar för vattenanvändningen i Sverige. Till sammanställningen bidrar Jordbruksverket med underlag för jordbrukssektorns vattenanvändning fördelat på bevattning och djurhållning. Den senaste statistiken som är tillgänglig avser år 2015 (SCB, 2017). I Figur 1 redovisas jordbrukets vattenförbrukning år 2015 per län fördelat mellan bevattning och djurhållning. Generellt står djurhållningen för en större del av jordbrukets vattenförbrukning i de mellersta och norra länen medan i de sydligare länen står bevattning för den största vattenanvändningen. I tabellen visas också jordbrukets vattenanvändning i relation till den sammanlagda förbrukningen av kommunens allmänna dricksvattenförsörjning och jordbruk på länsnivå. Eftersom den största delen av vattenförbrukningen i kommunerna, 70 %, utgörs av enskild industriförbrukning, blir andelen jordbruksförbrukning vid en sådan jämförelse 8 %. Jordbrukets vattenförsörjning har stor betydelse i vissa regioner medan betydelsen i flertalet län är mer begränsad. I Skåne, Hallands, Blekinge, Kalmar och Gotlands län överstiger jordbrukets vattenförbrukning 10 % (Figur 1).



**Figur 1.** Jordbrukets vattenförbrukning 2015 redovisat per län fördelat på andel djurhållning och bevattning (procent, %). I tabellen visas även jordbrukets andel av jordbrukets och kommunernas sammanlagda förbrukning (SCB, 2017).

## 2.1 Bevattning

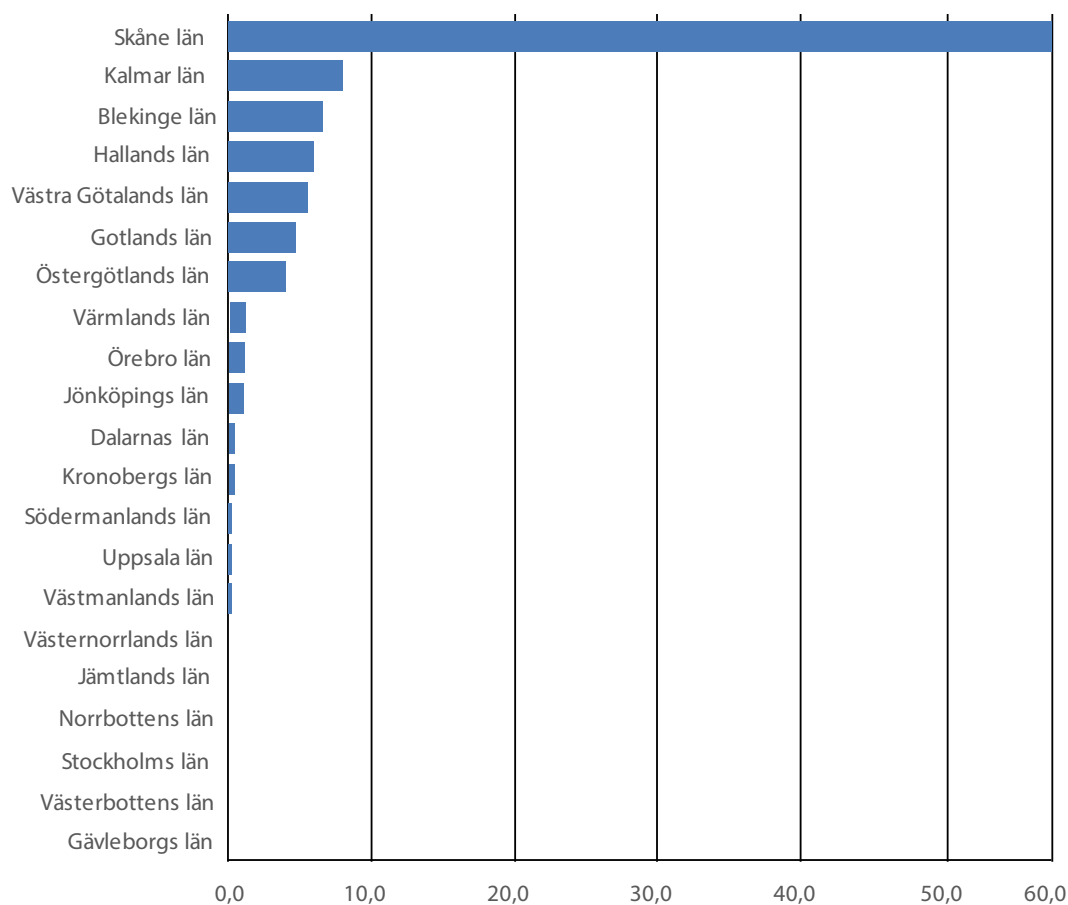
Bevattning i det svenska jordbruket har förekommit sedan slutet av 1700-talet. På den tiden tillämpades ängsbevattning genom att naturliga vattendrag periodvis dämades upp och översvämmade de så kallade översilningsängarna med syre- och växtnäingsrikt vatten. Kring 1920 började spridare användas men den stora utbredningen av bevattning utvecklades i början av 1940-talet. Vid slutet av 1960-talet bevattades cirka 30 000 hektar och 1970 bevattades omkring 140 000 hektar (Jordbruksverket, 1992).

Till följd av förbättrade tekniska förutsättningar har jordbrukssektorns bevattning ökat betydligt i omfattning sedan 1970-talet. Tillgång till modern utrustning och torra somrar i mitten av 1970-talet ledde då till omfattande investeringar i bevattningsanläggningar. Bevattnad areal och vattenuttagkapacitet flerfaldigades. Under 1980-talet förblev den bevattnade arealen i huvudsak konstant. Huvuddelen av vattenuttagen baserades på ytvatten. Under torråret 1975 uppstod på vissa håll akut konkurrens kring vattnet och i en del fall uppstod fullständig torrläggning av mindre vattendrag. Mot bakgrund av långvarig torra år 1989 fick Jordbruksverket 1991 tillsammans med Naturvårdsverket i uppdrag att utreda jordbrukets framtida bevattningsbehov. Dessa behov bedömdes under normala förhållanden och för perioden

fram till 2000 att utgöra cirka 32 miljoner kubikmeter per år och omfatta arealer om 55 000 hektar. Under torrår beräknades efterfrågan öka till 95 miljoner kubikmeter för arealer om 90 000 hektar (Jordbruksverket, 1992). Vattenbehoven inom djurhållningen har inte varit föremål för någon liknande utredning.

SCBs senaste sammanställning av jordbrukets vattenanvändning 2015 visar att användningen av bevattningsvatten stadigt minskar i Sverige. År 2010 användes omkring 62 miljoner kubikmeter vatten för bevattningsändamål. År 2015 var motsvarande siffra 48 miljoner kubikmeter. Även om minskningen är tydlig bör man vara försiktig med att dra allt för långtgående slutsatser angående förändringar över tid, dels på grund av förändringar i undersökningsmetodik men också på grund av att bevattningsvolymerna kan antas variera beroende på om det aktuella undersökningsåret varit ett torrår eller inte (SCB, 2017).

Inom Sverige råder stora regionala skillnader kring hur mycket som bevattnas. Enligt SCB (2017) används nästan 60 % av den totala volymen vatten för bevattning i Skåne län. Skåne är ett län med mycket jordbruksmark totalt sett och i länet finns också omkring 40 % av den bevattningsbara arealen jordbruksmark i Sverige<sup>1</sup>. Andra län som använder förhållandevis mycket vatten för bevattningsändamål är Kalmar län, Hallands län och Blekinge län. I Norrlandslänen används obetydliga mängder vatten för bevattning (Figur 2).



**Figur 2.** Fördelningen av den totala volymen bevattningsvatten år 2015 fördelad procentuellt efter län, procent (SCB, 2017).

<sup>1</sup> Bevattningsbar areal kan enligt Jordbruksverkets strukturundersökning definieras som den areal där brukarna har tillgång till bevattningsutrustning och kan bevattnas.



Äldre totalundersökningar av jordbruksföretagens bevattning visade att cirka 85 % av jordbrukets bevattningsvatten kom från ytvatten medan resterande del i huvudsak kommer ifrån egna grundvattentäkter samt i enstaka fall även från Östersjövatten (Johansson och Klingspor, 1976). Små mängder av jordbrukets vatten kom från kommunal dricksvattenproduktion. Bilden från tidigare studier bekräftas i en enkätundersökning gjord av Jordbruksverket 2015. I den studien uppger 84 % av jordbruksföretagen att de hämtar sitt bevattningsvatten från ytvattentäkter. Det går dock inte att förutsätta att vattenvolymer fördelar sig proportionellt mot de vattentyper som företagen har angett att de nyttjar. Många jordbruksföretag använder flera olika typer av täkter för bevattning och det är svårt att avgöra hur stora volymer som tas ur respektive takt. Det finns dessutom ingen information som kan stödja en uppdelning av vattnet för djurhållning efter typ av vatten (SCB, 2017).

Bevattningsbehovet beror på att avdunstningen under växtsäsongen är större än nederbörden. I Sverige bevattnas oftast mindre än 100 000 hektar av jordbruksmarken vilket motsvarar 3,5 % av den odlade arealen (Wesström, 2017). I dagsläget bevattnas huvudsakligen högvärdesgrödor som potatis, lök, sockerbetor, grönsaker och frukt och då framför allt på lättare jordar. Förutom detta bevattnas vall, golfbanor, timmerupplag, kommunala grönytor och kyrkogårdar i relativt stor omfattning (Jordbruksverket, 2010). Vid ihållande torra sker ofta betydande skördebortfall på arealer som inte bevattnas. I tyska fältförsök visar torkstress skördebortfall på 50 % i spannmål och för potatis och vall ännu större bortfall.

Bevattning är ett av de användningsområden inom jordbruket som är svårast att få fram bra statistik och beräkningsunderlag om. Merparten av tillgänglig forskning genomfördes under 1970- och 80-talen och fokuserade i huvudsak på bevattningens effekter på skördenivåer i olika delar av landet. Befintliga underlag som beskriver bevattningsbehovet för olika regioner och grödor och som bland annat Jordbruksverket och SCB använder som underlag för att bedöma storleken på jordbrukets samlade vattenuttag är framtagna på 1970-talet (Johansson och Klingspor, 1976).

För denna utredning bedömde vi att befintligt underlag som beskriver jordbruksmarkens bevattningsbehov för olika grödor och regioner inte är tillförlitliga för att bedöma dagens bevattningsbehov i Sverige eftersom dagens klimat och skördenivåer skiljer åt jämfört med situationen på 1970-talet. Inom ramen för utredningen har vi därför tagit fram nya bevattningsmängder för olika grödor och regioner för den senaste 30 års period som är representativ för dagens klimat. Kompletterat med arealfördelningar mellan olika grödor och hur stor del av denna areal som bevattnas kan det ge uppskattning av det totala volymbehovet.

### **2.1.1 Vilka fördelar ger bevattning?**

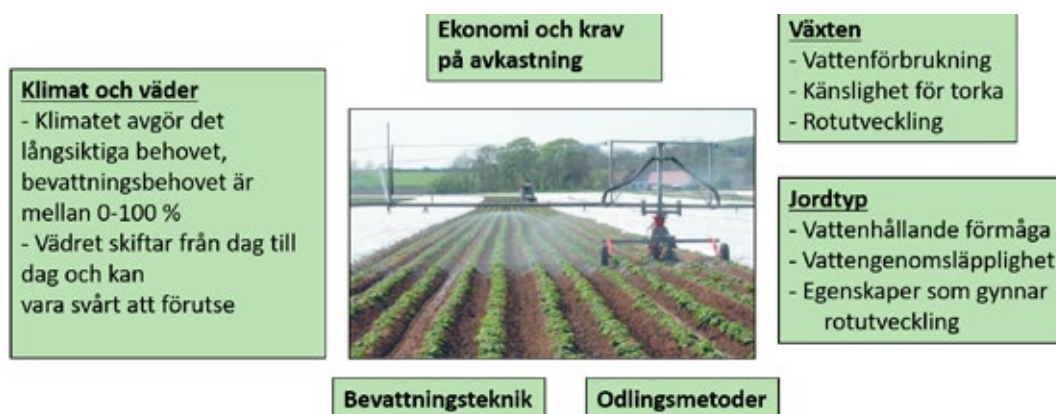
Bevattning ger ökad odlingssäkerhet, högre skördar och minskad produktionsrisk. Svenska bevattningsförsök på 1970- och 80-talen visar att man under ett normalår kan räkna med skördeökningar i storleksordningen 10 till 40 % beroende på jordtyp och gröda med en genomsnittlig skördeökning mellan 20 och 40 % på lättare jordar och mellan 10 och 35 % på lerjordar (Tabell 1; Linnér, 2003). Behovet av bevattning avgörs bland annat av gröda, jordart och väderlek och varierar stort från år till år beroende på nederbörden (Figur 3). Målet med bevattning är att tillföra den mängd vatten, som behövs för att växternas vatten- och växtnäring försörjning ska bli så optimal som möjligt. I dag bevattnas ca 70 till 80 % av arealen frukt, bär, grönsaker och potatis i Sverige.



Tabell 1. Skördeökning för bevattning i olika grödor och på olika jordar (Linnér, 2003).

Gröda	Lätt jord	Lerjord	Antal försök
Vårspannmål	30–40%	15–35%	134
Slättervall	20–40%	25–30%	46
Sockerbetor	20–30%	10–20%	44

För odling av specialgrödor som grönsaker och potatis är bevattning en nödvändig förutsättning för höga och jämna skördar av god kvalitet. Odling på lätta jordar kräver bevattning oftare än mullrika och styva jordar eftersom grödan normalt har ett relativt litet rotdjup på lätta jordar med begränsad möjlighet till att lagra vatten. Tillgång till bevattning på lätta jordar är därför i princip alltid nödvändigt för att få lönsamhet i sin odling (LRF, 2010). Grödans tillgång till vatten är helt avgörande för skördens storlek, grödans kvalitet och därmed det ekonomiska resultatet från odlingen. Tillgång till bevattning kan ses som en försäkring om att få en säljbar skörd av stor kvantitet och hög kvalitet. Utan tillgång till bevattning blir den ekonomiska risktagningen alldeles för stor vid odling av specialgrödor, även under år med normal nederbörd.



Figur 3. Faktorer som påverkar bevattningsbehovet (Joel, 2017).

Bevattning av grödor såsom vall, spannmål och sockerbetor ger inte samma ekonomiska utbyte som specialgrödor, även om bevattning av dessa grödor på lättare jordar ofta kan löna sig. Behovet av att kunna bevattna dessa grödor avgörs av hur riskbenägen man är, vilka jordar som grödorna odlas på, tillgången till vatten i närområdet samt hur lokalklimatet ser ut på aktuell plats. Bevattning av vall, spannmål och sockerbetor kan också löna sig om kostnader för ledningsdragning, lagring av vatten och drift kan hållas låga. Den bevattning av spannmål som förekommer idag sker framförallt där det finns en lucka i kapaciteten för en redan befintlig bevattningsanläggning. Denna lediga kapacitet infaller oftast under våren och försommaren och bevattning av spannmålsgrödor kan under denna tidsperiod leda till stora skördeökningar (Hansson, 2012). Bevattning av vall kan vara lönsamt och kan vara ett sätt att säkerhetsställa mängden egenproducerat foder. Ärter och oljevaxter kan också löna sig att bevattna om det finns andra lönsamma grödor att bevattna vilket kan betala de fasta kostnaderna för bevattningsutrustning.

Bevattningsens effekter är i hög grad beroende av när och hur bevattningen utförs. Det är viktigt att bevattna vid rätt tidpunkt och att bevattningsmängder anpassas till grödans behov, till jordens egenskaper och till väderleken (Tabell 2). Ett bra resultat av bevattningen förutsätter därför kunskaper om olika grödors behov av vatten under olika utvecklingsstadier, om jordarnas vattenhållande egenskaper och om rotdjupet. Det är också viktigt för avkastning, kvalitet och näringsutnyttjande att man använder en bevattningsteknik som sprider vattnet jämnt över fälten. Rätt utförd bevattning kan minska miljöbelastningen genom att grödorna utnyttjar växtnäringen i marken effektivare vilket minskar risken för växtnäring förluster (Linnér, 2003; LRF, 2010).

**Tabell 2.** Lämpliga bevattningsmängder för olika jordar och rotdjup (Linnér, 2003).

Jordart i matjorden	Rotdjup, cm	Bevattning, mm per gång
Mullhaltig sand	0–30	15–20
	0–50	25–30
Mullhaltig grovmo	0–30	25–30
	0–50	35–45
Mullhaltig lättlera	0–30	30–40
	0–50	40–50
Mullhaltig styv lera	0–30	25–30
	0–50	35–45
Mulljord	0–30	30–40
	0–50	40–50

Bevattnade jordar kräver också en väl fungerade dränering. Eftersom man vid bevattning fyller rotzonen med vatten finns det risk för syrebrist, rötskador och igenslamning om dräneringen av fälten är bristfällig och det efter bevattningstillfället kommer ett kraftigt regn.

Effekterna av bevattning är större i de östra och sydöstra delarna av Sverige till följd av ett torrare klimat i dessa regioner. I Sverige varierar årsnederbörden mellan 400 och 900 mm per år. Under sommaren och hösten är nederbörden som störst och sjunker sedan successivt till februari. Även om nederbörden stiger under våren och försommaren är den ändå lägre än de flesta grödors vattenbehov. Under växtperioden är nederbördsunderskottet är i de flesta fall 50–200 mm och på vissa jordar är en förlust på 20 mm av det växttillgängliga vattnet tillräckligt för att känsliga grödor ska få tillväxten nedsatt på grund av vattenbrist (Linnér, 2003; Greppa Näringen, 2006).

### 2.1.2 Bevattningsmetoder

Bevattning i Sverige sker till största del med bevattningsmaskiner med bevattningskanon. En nackdel med denna teknik är att spridningen av vattnet blir ojämn redan vid måttliga vindar, vilket innebär ojämn avkastning och ojämn kvalitet på grödan. Om bevattningskanonen ersätts med en ramp med småspridare eller dysor blir spridningen jämnare även vid starkare vindar. Användning av bevattningsramper begränsas av fältens lutning, arrondering och av att arbetsbehovet är större. Bevattningsintensiteten är också hög vilket kan leda till ytavrinning på kuperade fält. Bevattning med småspridare av slagpendeltyp monterade på flyttbara aluminiumrör kan vara ett bättre alternativ för bevattning av mindre arealer och arealer med oregelbunden form. Bevattningsformen är dock arbetsintensiv. För alla bevattningsmetoderna ovan är det viktigt att dimensionera kapaciteten på pumpen så den täcker behovet. Stamledningarna och hydranter bör också planeras så att det blir lätt att vattna vilket minskar flyttiderna av bevattningsmaskinerna (Greppa Näringen, 2006).

Användningen av större bevattningsanläggningar som till exempel center-pivot som roterar kring sin egen axel och bevattnar en cirkulär yta som kan variera mellan ett hundratal meter till flera kilometer är inte ekonomiskt lönsamt att använda i Sverige. Dessa anläggningar är däremot vanligt förekommande i andra länder med större arrondering och fältstorlek och med varmare klimat och grödor som kräver intensiv bevattning (Hansson, 2012).

#### *Droppbevattning*

Droppbevattning är den bevattningsmetod som möjliggör vattentillförsel med minimal arbetsinsats och effektivt vattenutnyttjande. Droppbevattning användes först för bevattning i växthus men används numera i fält, om än i begränsad skala. Vid droppbevattning tillförs vatten till växterna med hjälp av smala plastslangar, droppdysor eller små hål som placeras i grödans rader. Droppbevattning är mycket bevattningseffektiv eftersom endast växternas rötter bevattnas med låg avdunstning som följd. Metoden möjliggör att flytande växtnäring kan tillsättas i små doser vilket gör att man får god kontroll på växtnäringsutnyttjandet med minskad risk för näringsläckage. Droppbevattning kräver dessutom en liten arbetsinsats, har god spridningsprecision och är lätt att automatisera. Systemen för droppbevattning har de senaste åren även genomgått en teknikutveckling och blivit billigare än vad den har varit tidigare. Tekniken lönar sig främst för specialgrödor med stort bevattningsbehov på lätta jordar med dålig vattenförhållande förmåga och används idag främst i radodling på friland och vid frukt- och bärödling på mindre arealer där ledningarna kan ligga kvar mellan säsongerna (Greppa Näringen, 2006).

Både svenska och utländska försök visar att droppbevattning ger en betydande skördeökning i förhållande till konventionell bevattning, med till exempel rörliga bevattningsmaskiner. Nackdelen med droppbevattning är höga investeringskostnader, arbete med att rulla in och ut ledningar samt risk för igensättning i droppställena. Investerings- och årskostnader blir i dessa fall lika eller lägre än för motsvarande rörsystem. I andra fältmässiga specialodlingar blir droppbevattning oftast dyrare, om det inte gäller anläggningar för mycket små och specialiserade odlingar.

### *Reglerbar dränering och underbevattning*

Diken, kanaler och täckdikningssystem som i vanliga fall används för att leda bort vattnet kan under torra perioder utnyttjas för underbevattning genom att höja vattennivån i dräneringsrören och låta kapillärkraften verka. Vattnet sprids då uppåt i marken och vattnar grödorna. Denna bevattningsmetod bygger på att man håller upp grundvattenytan med hjälp av regleringsluckor eller låga dammar anlagda i kanalen eller diket. Detta kallas för reglerbar eller kontrollerad dränering. Om inte det tillgängliga dräneringsvattnet räcker kan man under växtsäsongen pumpa in vatten i dräneringssystemet. För att metoden ska fungera bör bevattningen ske på plana fält annars går det åt för många regleringsbrunnar. Marken bör också vara genomsläpplig så att vattnet kommer till dräneringsrören. För att grundvattenytan ska hållas kvar på en hög nivå behövs tät jord under dräneringsledningarna. Rötterna får tag i vattnet genom att vattnet stiger från grundvattenytan upptill rötterna med kapillaritet, vilket kräver att jorden inte är för lätt eftersom kapillariteten är svag i dessa jordarter (Greppa Näringen, 2006).

### *Spridningsförluster*

En god vattenhushållning förutsätter att vattenförlusterna vid spridning är små. Vattenförluster genom avdunstning och vindavdrift överstiger sällan 10–15 % i vårt klimat. Grödans rotzon kan bara hålla kvar en begränsad vattenvolym. Bevattnar man mer än vad som kan hållas förloras vatten genom dräneringssystemet eller genom sjunkning till grundvatten.

Bevattning med kanoner eller ramper medför alltid vattenförluster. Man bör därför undvika att bevattna under blåsig och torra dagar. Under sådana förhållanden kan vattenförluster stiga till 10–15 % till följd av avdunstning, vindavdrift och kortare kastlängd. Vid ringa vattentillgång rekommenderas att utföra bevattningen under natten eftersom avdunstningen är mindre under denna del av dygnet. Man ska inte påbörja att vattna om det förutsägs stora regnmängder inom några dagar. De minsta förlusterna förekommer vid olika typer av droppbevattningar.

Varje bevattning ska ge god effekt och för att göra det måste bevattningen ske vid lämpliga tidpunkter. Med lämpliga tidpunkter menas sådana som tar hänsyn till grödans utveckling och markens uttorkning. Om grödan visar torksymptom betyder det att man har väntat för lång tid med att vattna. Torksymptom betyder att grödans tillväxt redan har varit nedsatt i flera dagar med minskad skörd som följd.

Vid bevattning är avsikten att vattnet skall hamna i rotzonen, tas upp av växtrötterna och genom ökad transpiration bidra till bättre tillväxt (Linnér, 2003). Grödans rotdjup avgör hur stort vattenmagasin grödan kan utnyttja. Rotdjupet styrs av dräneringsdjupet, och mängden växttillgängligt vatten och därmed behovet av bevattning (Greppa Näringen, 2006). Grödan får inte tömma markens vattenmagasin helt. Bevattningsrekommendationer inom grönsaksodling bygger på att man ska bevattna senast när 50 % av det växttillgängliga vattnet förbrukats i rotzonen för att skörde kvaliteten ska bli bra. Bevattnar man mer än vad som kan hållas kvar i rotzonen förloras vatten genom dräneringssystemet eller till grundvattnet.

### *Bevattningsoptimering*

Att tillgodose en grödas behov av vatten är viktigt för att uppnå en hög skörd med god kvalitet. Att utföra bevattningen vid rätt tidpunkt är en utmaning eftersom det kan vara svårt att veta den optimala markfuktigheten för en specifik gröda för den jordart där den odlas. Dessutom kan begränsningar i bevattningskapaciteten eller tillgång till bevattningsvatten försvåra arbetet med att uppnå den önskade markfuktsnivån.

Att optimera eller anpassa bevattningen innebär att man når högsta möjliga lönsamhet utifrån de bevattningsresurser som finns att tillgå. Ofta handlar det om att prioritera bevattningen rätt. Till exempel kan en hög bevattningsintensitet innebära höga kostnader och risk för växtnäringsläckage. Istället kan bevattningen optimeras genom att man bevattnar mer under vissa perioder av säsongen och mindre under andra. Att bevattningsoptimera kräver planering och kunskap om hur respektive gröda bör vattnas för den jordart där den odlas och under vilket utvecklingsstadium som behoven är som störst. Tillgång till väderprognoser och historisk klimatdata underlättar en sådan planering och ger underlag för korrekta beslut. Prognosmodeller för bevattning och mätinstrument som mäter markfukten är därmed tillgängliga hjälpmedel som kan vara till hjälp vid beslutsfattandet kring bevattning så att rätt mängd vatten appliceras vid rätt tillfälle (Ekelöf m fl. 2010). Teknikutvecklingen för bevattningsstyrning har avancerat på senare år. Idag finns mät- och styrteknik som gör det möjligt att man kan styra markfukten mer exakt än vad som var möjligt tidigare. Automatiserade bevattningssystem kan även innebära en stor arbetsbesparing.

#### **2.1.3 Bevattningsdammar och våtmarker**

För att möta ett förändrat bevattningsbehov i framtiden kan möjligheterna till ökat uttag av grundvatten för bevattningsändamål vara mycket begränsade till följd av längre torrperioder under växtsäsongen och konkurrens om vattnet från andra samhällssektorer. Därför kommer man att i stor utsträckning behöva förlita sig till ytvatten. Ett ökat bevattningsbehov kan dock medföra att befintliga ytvattenmagasin innehåller för små volymer vatten för att täcka behovet.

För att säkra tillgången på vatten kan anläggande av bevattningsdammar och/eller våtmarker därför vara en möjlighet. Anläggandet av bevattningsdammar är ett sätt att försäkra sig om en säkrare och jämnare vattentillgång under växtsäsongen och därmed en jämnare produktion. Genom att samla upp vatten vintertid kan det sedan användas under vegetationsperioden för bevattning.

Fördelen med en bevattningsdamm är att vatten och näring samlas upp som vid bevattning återgår till jordbruksmarken. Detta bidrar till att vattnet bromsas upp i landskapet och ger en minskad näringsbelastning på sjöar, hav och vattendrag. Bevattningsdammar bidrar även till miljömålet *Ett rikt odlingslandskap* eftersom dammar ofta blir attraktiva våtmarksområden för många fågelarter.

I en bevattningsdamm kan vatten användas vid behov och lagras under perioder när den naturliga vattentillgången är hög och inte påverkar vare sig miljö, allmänna eller enskilda intressen. En bevattningsdamm ska kunna fungera i många år framöver vilket kräver planering i dimensionering i kapacitet för kommande förändringar i klimatet.

Om ny täckdikning planeras, kan man undersöka möjligheten att samla, leda och eventuellt pumpa vattnet till ett befintligt eller ett nytt bevattningsmagasin. Om det

finns förutsättningar kan reglerbar eller kontrollerad dränering tillämpas genom dämningrör i täckdikningsystemens brunnar kombinerat med installation av utrustning för underbevattning. Diken, kanaler och täckdikningssystem som i vanliga fall används för att leda bort vattnet kan under torra perioder utnyttjas för underbevattning. Denna bevattningsmetod bygger på att man håller uppe grundvattenytan med hjälp av regleringsluckor eller låga dammar anlagda i kanalen eller diket. Detta kallas för reglerbar eller kontrollerad dränering (se avsnitt 2.1.2).

Anläggning av bevattningsdammar är anmälningspliktig och i vissa fall tillståndspliktig även om det gäller egen mark.

Har man ett mindre vattenbehov, och rätt markförutsättningar går det att kombinera en konventionell bevattningsdamm och en våtmark. Då anlägger man en vanlig våtmark med flacka strandkanter men gräver en stor djuphåla i mitten för att få mer vattenvolym. Under bevattningsperioden kommer då vissa delar av den grunda delen att bli torrlagd, men denna nivåändring kan vara positiv ur skötselsynpunkt när det gäller att hålla efter växter som bredekaveldun och bladvass, vilka ofta orsakar igenväxningsproblem. Den renande effekten blir mindre jämfört med en våtmark där det finns växter över hela ytan, men i gengäld återanvänder man de näringsämnen som finns lösta i vattnet när man bevattnar med det.

#### **2.1.4 Bevattning och vattenkvalitet**

Eftersom tillgången på vatten är en grundläggande förutsättning för produktion av olika grödor är bevattningsvattnets kvalitet en viktig fråga oberoende av odlingsplats (Alsanius, 2014). Krav på bevattningsvattnets kvalitet varierar beroende på vilka grödor som odlas och när under växtperioden som bevattningen sker.

I samband med produktion av ätliga trädgårdsprodukter, i synnerhet produkter som är avsedda för direktkonsumtion eller konsumtion efter minimal tillredning, spelar vattnets hygieniska kvalitet en viktig roll (LRF, 2010). Ju närmare vattnet kommer i kontakt med skördeprodukten desto högre krav bör det ställas på vattnets hygieniska kvalitet. Kraven ur hygienisk synpunkt på bevattningsvatten till grönsaker som ska ätas råa bör till exempel vara lika höga som för dricksvatten (Alsanius, 2014).

Ofta används samlingsbegreppet hortikulturellt vatten inom produktionskedjan av trädgårdsprodukter. Användningsområdena är:

- Bevattning
- Applicering av gödsel- och växtskyddsmedel
- Skörd
- Produktkonditionering
- Processvatten

Olika grödor ställer olika krav på bevattningsvattnet. Grödornas känslighet som bärare av tarmsmittor varierar mellan olika växtslag och under odlingssäsongen. Även om det inte finns några allmänna rekommendationer så styr användningsområdet vattnets minimikvalitet. Detta innebär att en högre hygienisk kvalitet krävs ju närmare vattnet den slutgiltiga produkten kommer. Processvatten och vatten som används för konditionering måste vara av högsta hygieniska kvalitet. För bevattningsändamål är inte endast skördetillfället avgörande utan appliceringssättet och mängd av tillfört bevattningsvatten och hur skördeprodukten kommer att användas (Alsanius, 2014).



### *Källor för bevattningsvatten*

Det vatten som används vid bevattning kan ha olika ursprung. Vattnets hygieniska kvalitet kan variera mycket beroende på vattenkällan och dess omgivning. Kommunalt vatten samt borrade grundvattenbrunnar har för det mesta mycket hög hygienisk kvalitet eftersom vattnet filtreras när det sjunker genom markprofilen. Även om grundvattentillgången är ojämnt fördelad över landet lämpar sig grundvatten i de flesta fall mycket väl för bevattning. Kvalitetsproblem som kan uppstå beror vanligen på höga klorid-, järn- och manganhalter vilket kan orsaka igensättning av bevattningsutrustningen och fläckar på bladen (Kreuger, 1986).

Kvaliteten på ytvatten, dvs. öppna vattendrag, sjöar och bevattningsdammar är däremot varierande. Vatten i ytvatten kan vara mottagare för potentiellt förorenat vatten och innehålla skadliga organismer med risk för smittspridning till människor och djur (patogener) om det till exempel innehåller avloppsvatten från reningsverk eller enskilda avlopp. Även läckage från gödselvårdsanläggningar och strandbetande djur kan påverka vattenkvaliteten negativt, liksom uppsamlingsdammar som används som badplats för fåglar. I stillastående vatten kan också uppförökning av patogener äga rum. Detta kan medföra problem i grödor avsedda för direktkonsumtion som sallat, blomkål, broccoli, och jordgubbar. Rester av kemiska bekämpningsmedel och deras nedbrytningsprodukter kan finnas både i yt- och grundvatten, i varierande omfattning. Resultat från flera olika undersökningar under senare år visar att risken är betydligt mindre att hitta bekämpningsmedel i grundvatten än i ytvatten (Jordbruksverket, 2003; LRF, 2010).

Anläggandet av bevattningsdammar som fylls på från dräneringssystem eller av naturlig genomströmning av ytvatten medför att näringsämnen till stor del recirkuleras inom de aktuella jordbruksmarkerna. Det medför en positiv effekt för nedströms belägna vattendrag och i förlängningen havet. En ökad och förlängd magasinering av bevattningsvatten kan däremot innebära kvalitetsförsämringar av vattnet genom att magasinerna utgör en lockande lokal för fågel. Beroende på vilken gröda som ska bevattas kan detta leda till problem.

Obehandlat eller behandlat avloppsvatten anses inte vara lämpligt för bevattning av frukt och grönt för färskkonsumtion eller konsumtion efter minimal tillredning (LRF, 2010). På Gotland har man sedan i mitten av 1980-talet använt avloppsvatten för bevattning. En grundförutsättning är att avloppsvattnets kvalitet är tillfredsställande. Det uppnås genom att avloppsvattnet sedimenteras i två fördammar, sedan lagras cirka ett halvår i flera stora dammar för att patogener ska försvinna, varefter näringsämnen som kväve och fosfor kan återföras till åkrar med bevattning. Bevattning med avloppsvatten fungerar i nuläget endast som komplement till bevattning med övriga vattenkällor, och kräver att kommuners avloppsrening är planerad och anpassad för bevattning (Jordbruksverket, 1992).

Inom EU har det i flera år pågått ett arbete att skapa gemensamma regler för att öka återanvändningen av vatten. Frågan har aktualiserats i och med att frågan om vattenbrist blivit alltmer aktuell. Syftet är delvis att ta fram en förordning om minimikvalitetskrav för återanvänt vatten, i synnerhet för bevattning av åkermark som förväntas ge klarhet, samstämmighet och förutsägbarhet för de marknadsaktörer som vill investera i återanvändning av vatten inom EU.

Det finns inget regelverk i Sverige som styr kvaliteten i bevattningsvatten. Under 2017 har EU dock presenterat en vägledning om ”hantering av mikrobiologiska risker med färska frukter och grönsaker i primärproduktionen genom god hygien (EU 2017/C163)” där tröskelvärden anges för bevattningsvattnets hygieniska status (Alsanius och Löfström, 2017).

#### *Vattenkvalitet och bevattningsanläggningar*

Bevattningsanläggningens skötsel och underhåll kan också påverka kvaliteten. Samtidigt som vattenkällans kvalitet är intressant är hygien i bevattningsledningarna av stor betydelse. Bevattningsrör ligger ofta öppna kvar på marken i väntan på en ny insats. Dels kommer ofta rörens inre i kontakt med jord, dels är de ett bra gömställe för smådjur som kan vara smittbärare för tarmsmittor. Man bör också tänka på att rengöra bevattningsrören, eftersom mikroorganismer kan samlas och avlagras via en tunn kladdig beläggning på insidan av vattenrören, en så kallad biofilm. (Mogren m.fl. 2017; LRF, 2010).

#### *Risker för effekter av växtskyddsmedel i bevattningsvatten*

Det finns få studier gjorda på risker med växtskyddsmedel i bevattningsvatten i Sverige (Kreuger, pers komm). Ett generellt överslag är att ca 1 % av applicerade växtskyddsmedel lämnar fältet. Dessa rester bryts successivt ned och späds ut i den recipient som blir täkt för bevattningsvattnet. Frågan är om rester från växtskyddsmedel kan ha någon effekt på de fält som bevattnas? Som en jämförelse kan halten av växtskyddsmedel i en brukslösning ligga på några hundra milligram per liter, medan halterna i dräneringsvatten ligger i storleksordningen mikrogram per liter. Det är därmed inte troligt att man skulle få några märkbara effekter av de bekämpningsmedel som kommer via bevattningsvatten. Men bevattningen använder stora volymer vatten, som skulle kunna leda till en ackumulerad dos som inte är försumbar. För att detta kan man uppskatta storleksordningen av den hektardos som bevattningen medför.

#### *Bevattning med salthaltigt vatten*

Längs Östersjökusten samt på Öland och Gotland används det salthaltiga havsvattnet för bevattning i viss omfattning. I första hand bevattnas sockerbetor och vallar med havsvatten. Salthalten i Östersjöns vatten varierar från ca 0,9 % vid Skånes sydkust, till ca 0,6 % utanför Stockholm och ca 0,1 % vid Haparanda. En potentiell bevattningsgiva på 30 mm vatten tillför 2 100 kg salt per hektar om salthalten är 0,7 % (Ingvarsson, 1992). Normalt utlakas det tillförda saltet av nederbörden under höst och vinter, men upprepade bevattningar med salthaltigt vatten kan innebära risk för skadlig efterverkan på mark och grödor. Risken för påverkan av närliggande vattentäkter bör också beaktas. Olika grödor är olika känsliga för salthaltigt vatten. Grönkål, rödbeta, sparris och spenat är några exempel på ”salttoleranta” grödor som bäst lämpar sig för bevattning med salthaltigt vatten. Blomkål, broccoli, lök, morot, potatis, rödkål, sallat och vitkål betecknas som måttligt salttoleranta. Grödor som bönor, gurka, rädisa, selleri och ärter är saltkänsliga och bör inte bevattnas med salthaltigt vatten (Tabell 3).



Tabell 3. Salttolerans efter groddplantstadiet hos grönsaker. (Johansson och Linner, 1977).

	Salttoleranta	Måttligt salttoleranta	Saltkänsliga
<b>Grönsaker</b>	Rödbeta	Tomat	Ärter
	Grönkål	Broccoli	Gurka
	Sparris	Rödkål	Rädisa
	Spenat	Vitkål	Selleri
		Blomkål	Bönor
		Sallat	
		Morot	
		Lök	
<b>Lantbruksgrödor</b>	Korn	Råg	Vitklöver
	Socketbeta	Vete	Ängskavle
	Raps	Havre	Alsikeklöver
		Potatis	Rödklöver
		Majs	
		Engelskt rajgräs	
		Blålucern	
		Hundäxing	

Östersjön kan dock bli mer intressant som bevattningsresurs på längre sikt när brackvattengränsen till följd av den ökade tillrinningen av ett varmare klimat trycks söderut (Jordbruksverket, 2011). Samtidigt bedöms havets vattennivå stiga med ca en meter längs Sveriges södra kust under de närmaste 100 åren till följd av en framtida uppvärmning. Högre vattennivåer innebär att kustlinjen flyttar sig inåt land och att tryckförändringar i grundvattenmagasinet uppstår som motverkar grundvattenytans naturliga lutning från land ut mot havet. Kombinationen av ett förväntat ökat bevattningsbehov, högre havsnivåer och en minskad grundvattenbildning kan på sikt medföra kvalitetsproblem i kustnära lägen och i extrema fall leda till att bevattning av vissa saltvattenkänsliga grödor med grundvatten omöjliggörs (Jordbruksverket, 2010).

## 2.2 Hur stort är bevattningsbehovet?

Det årliga maximala bevattningsbehovet för ett specifikt område eller län kan beräknas genom att multiplicera arealen av den bevattnade grödan med en koefficient bestående av bevattningsmängden som krävs för den specifika grödan. Man får ett dimensionerande maxbehov som skulle behövas om all areal av grödan skulle bevattnas inom området. För att få det totala behovet kan denna beräkning sedan upprepas för alla grödor. I verkligheten bevattnas bara en del av jordbruksarealen. Man bör därför ta hänsyn till hur stor del av den totala arealen grödor som bevattnas idag eller som kan bevattnas utifrån tillgänglig bevattningsinfrastruktur. Exempelvis bevattnas ca 70–80 % av arealen frukt, bär, grönsaker och potatis i Sverige, men för andra grödor som till exempel spannmål och vall är den bevattnade arealen betydligt mindre än så. Samma beräkningssätt gäller även för frilands- och växthusgrödor.

Den senaste tillgängliga statistiken om areal som har bevattnats och areal som kan bevattnas utifrån befintlig bevattningsinfrastruktur finns tillgänglig från Jordbrukets strukturundersökning 2016 och från en kompletterande enkätundersökning från samma år där man frågade ett urval av jordbruksföretagen hur mycket areal som har bevattnats och som kan bevattnats. I tabell 4 redovisar vi det totala bevattningsbehovet för olika län för år 2016 genom att multiplicera den areal som har och kan bevattnats för varje län med ett antal bevattningsmängder framtagna för olika grödor och som speglar ett torrår i dagens klimat (se nästa avsnitt 2.2.1). Det totala bevattningsbehovet är ca 133 miljoner kubikmeter om man utgår från den areal som har bevattnas och ca 377 miljoner kubikmeter om man tar hänsyn till den areal som företagarna har möjlighet att bevattna. Båda siffrorna speglar ett torrår och avser en bevattningseffektivitet på 100 procent. Siffrorna ska ses som ungefärliga på grund av ett begränsat statistikunderlag om bevattnad areal från jordbruksföretagarna samt att bevattningsmängderna baseras på modelleringar från tre län (Skåne, Östergötland och Gotland) och endast vissa grödor (höstvet, vårsäd, potatis och vall).

**Tabell 4.** Bevattningsbehov för länen år 2016 baserat på areal som har bevattnats och areal som kan bevattnas.

	Areal 2016 (har bevattnats, ha)	Areal 2016 (kan bevattnas, ha)	Bevattningsbehov 2016 (har bevattnats, m <sup>3</sup> )	Bevattningsbehov 2016 (kan bevattnas, m <sup>3</sup> )
Stockholms län	68	1 173	12 000	213 000
Uppsala län	342	2 099	82 000	505 000
Södermanlands län	123	1 573	138 000	1 765 000
Östergötlands län	2 397	11 976	8 428 000	42 100 000
Jönköpings län	498	2 885	515 000	2 984 000
Kronobergs län	177	1 726	507 000	4 953 000
Kalmar län	4 976	13 123	14 657 000	38 652 000
Gotlands län	2 861	6 784	7 507 000	17 801 000
Blekinge län	3 093	6 603	6 464 000	13 797 000
Skåne län	30 075	64 245	76 919 000	164 311 000
Hallands län	2 900	13 218	11 696 000	53 304 000
Västra Götalands län	2 856	19 434	3 521 000	23 962 000
Värmlands län	537	3 593	991 000	6 632 000
Örebro län	324	1 685	577 000	3 002 000
Västmanlands län	163	1 636	117 000	1 170 000
Dalarnas län	632	2 154	480 000	1 634 000
Gävleborgs län	12	1 068	i.u	i.u
Västernorrlands län	62	365	39 000	233 000
Jämtlands län	144	274	i.u	i.u
Västerbottens län	107	713	1 460	9 720
Norrbottens län	57	335	7 040	41 000
<b>Totalt</b>	<b>52 404</b>	<b>156 661</b>	<b>132 520 500</b>	<b>377 068 720</b>

Årligt uppdaterade arealer för olika grödor fördelat på länsnivå eller vattendistrikt finns tillgängligt bl.a. från Jordbruksverkets webbaserade statistikdatabas. Detaljerad statistik som bland annat visar arealfördelning av frilands- och växthusodlade trädgårdsväxter finns tillgänglig via SCBs publikation Trädgårdsproduktion (SCB, 2015).

Det är stora vattenmängder som går åt vid bevattning. En millimeter vatten motsvaras av 1 liter per kvadratmeter eller 10 000 liter per hektar. Vid en bevattningsgiva på till exempel 25 mm går det åt 250 000 liter per hektar. Ett bevattningsbehov på 150 mm per år, motsvarar 1500 kubikmeter per år och hektar. Om det bevattnade området är 20 hektar som behöver 150 mm bevattningsvatten behövs en vattentillgång som är på 20 hektar \* 1500 kubikmeter = 30 000 kubikmeter.

Specifika bevattningsmängder för olika grödor och som kan utgöra underlag för att bedöma det totala bevattningsbehovet anges i delkapitlet nedan (2.2.1–2.2.3) fördelat på jordbruksmark, frilandsodling och växthusodling.

### 2.2.1 Jordbruksmark

Inom ramen för utredningen har SLU uppdaterat ett urval av de bevattningsmängder som togs fram av Johansson och Klingspor (1976) och som fortfarande ligger till grund för SCBs rapportering av jordbrukets vattenanvändning. De uppdaterade bevattningsmängderna tar hänsyn till dagens skördenivåer och dagens klimat baserat på klimatet de senaste två 30-års perioderna (Joel m fl. 2017). Vid valet av grödor utgick vi från fyra representativa grödor som ingår i en vanlig svensk växtföljd; höstvetete, vårsäd, vall och potatis. Höstvetete och vårsäd fick representera spannmålsodling. Vall är en gröda som har lång växtsäsong och som svarar mycket positivt på bevattning under torra perioder. Potatis fick representera torkkänsliga grödor där bevattning är en förutsättning för odling.

Vid framtagande av bevattningsmängder har vi utgått från en vattenbalans där underskottet av vatten utgörs av skillnaden mellan nederbörd och potentiell evapotranspiration (dvs., avdunstningen från mark och växter). Bevattningsbehovet har beräknats med klimatdata från tre platser med stort vattenbehov och där behovet förväntas öka i framtiden – en plats i Östergötland, Gotland respektive Skåne. Som en del i metodiken beräknades nederbördsunderskottet för perioden maj–september. För beräkning av bevattningsbehovet valdes året rankat som nr 25 av 30 år, dvs. ett torrår, dock inte det torraste året. I tabell 5 finns en sammanställning av bevattningsmängder för fyra olika grödor i tre områden för 1991–2016.

**Tabell 5.** Bevattningsmängder under ett torrår (april-september) för höstvetete, vårsäd, potatis och vall i mm samt i Skåne och Östergötland samt på Gotland under perioden 1961–1990 och 1991–2016 (Joel m fl., 2017).

Gröda	År	Bevattningsbehov, Skåne (mm)	Bevattningsbehov, Östergötland (mm)	Bevattningsbehov, Gotland (mm)
Höstvetete	1961–1990	190	280	230
Höstvetete	1991–2016	235	230	225
Vårsäd	1961–1990	150	215	185
Vårsäd	1991–2016	170	165	140
Potatis	1961–1990	180	240	185
Potatis	1991–2016	175	180	185
Vall	1961–1990	200	260	200
Vall	1991–2016	200	210	225

Framtagna värden i tabellen ovan är bevattningsbehovet, det vill säga, hur mycket extra vatten man behöver tillföra en odling. Bevattningsbehoven i tabellen ovan ska ses som indikativa värden. Det verkliga behovet och strategierna för bevattning kan variera något för olika typer av jordar och odlingsinriktningar. Dessutom kan nederbördsfördelningen under året ha en direkt inverkan på storleken på bevattningsbehovet. Hur mycket den totala vattenåtgången kommer att bli beror på hur man utför bevattningen, dvs. bevattningseffektiviteten. Bevattningseffektiviteten i Sverige ligger mellan 80–90 % och därför bör värdena på bevattningsbehovet i tabell 5 multipliceras med en faktor på 1,11 till 1,25 för att erhålla det totala bevattningsbehovet.

Det finns ett behov att utöka analysen ovan till fler län och fler grödor. Innan sådana analyser finns tillgängliga kan man vid beräkningar i andra län eller regioner som inte finns representerade i tabell 5 utgå ifrån de län i tabellen som har likande klimat- och växtodlingsbetingelser

Se bilaga 1 för en mer detaljerad beskrivning av metod och resultat som användes i analysen att beräkna bevattningsbehovet. Där finns också bevattningsbehovet redovisat månadsvis. SLU har även tagit fram bevattningsmängder för samma grödor och regioner i ett framtida klimat, under perioden 2021–2050, se avsnitt 4.1.

### **2.2.2. Frilandsodling**

Bevattningsbehov för olika grönsaker är svårare att beräkna än enskilda andra jordbruksgrödor som vall, spannmål och potatis eftersom vattenbehovet skiljer sig åt mellan olika grönsaksorter. Dessutom skiljer sig växtfördelningen för olika grönsakskulturer under växtsäsongen vilket försvårar analysen ytterligare. Enligt SLU kan för grönsaker dock anta samma bevattningsmängder som potatis (tabell 5) för de grönsaker som har liknande rotdjup.

En del län har sedan tidigare tagit fram detaljerade schabloner som visar bevattningsbehovet för olika grönsaker. Schabloner som visar bevattningsmängder för frilandsgrönsaker under ett torrår och som använts vid tillståndsansökningar för odling i Skåne (Länsstyrelserna och Vattenmyndigheterna, 2009) inkluderar b.l.a sallad (60 mm), morötter (200 mm) och lök (250 mm).

Ovanstående siffror ska ses som ungefärliga värden. Det verkliga behovet och strategierna för bevattning beror, precis som för bevattning av andra jordbruksgrödor, på typen av jordar, odlingsinriktning och fördelningen av nederbörd under året. Dessutom kan nederbördsfördelningen under året betyda mycket och ha en direkt inverkan på storleken på bevattningsbehovet.

För att ta hänsyn till bevattningseffektiviteten bör även värdena för frilandsodling multipliceras med en faktor på 1,11 till 1,25 för att erhålla det totala bevattningsbehovet.

### **2.2.3. Växthusodling**

Det vatten som åtgår i växthusodling är beroende av spill från bevattningssystem och växternas transpiration som är starkt beroende av solinstrålningen och växthusklimatet.

Enligt miljöbalken får man som växthusodlare inte släppa ut avloppsvatten som näringsrikt dräneringsvatten från växthus i mark, vattenområde eller i grundvattnet. Till följd av detta recirkulerar de flesta växthusanläggningarna sitt vatten idag vilket innebär att man återanvänder uppsamlat vatten. Genom att återanvända dränerings-

vattnet görs vinster både för miljön och i den egna odlingen. För den enskilde grönsaksodlaren kan det innebära en besparing om 20 till 25 % när det gäller vatten- och gödselkostnad medan en prydnadsväxtodlare spar något mindre. Ur miljösynpunkt bidrar man till att leva upp till miljö kvalitetsmålen ”Ingen övergödning” och ”Grundvatten av god kvalitet”.

Behovet av vatten varierar med grödval och klimatet. Det genomsnittliga bevattningsbehovet i en växthusodling med grönsakskulturer har tidigare beräknats vara 900 liter per m<sup>2</sup> växthusyta och år (Jordbruksverket, 2007). För prydnadsväxter är den genomsnittliga siffran 525 liter per kvadratmeter även om spridningen är stor till följd av att man odlar på både på året-runt på bord (som exemplen ovan utgår ifrån) och under säsong. För säsongodling av exempelvis vårblommor på marknivå är vattenförbrukningen betydligt lägre. Ofta förekommer båda odlingssätten i ett och samma företag. I siffrorna för både grönsakskulturer och prydnadsväxter har man utgått från att man använder system där man recirkulerar och återanvänder uppsamlat vatten.

Andra uppskattningar på specifika grönsakskulturer visar att gurkodling kräver upp till 5 liter per kvadratmeter och dygn en varm torr sommardag. Detsamma gäller för släktingar till gurkan, så som melon och squash. Tomat och paprika kräver som mest 4 liter per kvadratmeter och dygn (Jordbruksverket, 2008).

Andelen överskottsvatten kan på årsbasis uppskattas till 20–25 % av den tillförda vattenmängden. Det innebär att en hel del växtnäring går till spillo och inte kommer den odlade kulturen till del. Utöver att använda överskottsvattnet till den egna växthusproduktionen kan dräneringsvattnet även användas för bevattning av olika fältgrödor vilket ur miljösynpunkt är ett bra sätt att ta till vara den växtnäring som finns i överskottsvattnet.

## 2.3 Djurhållning

Djurhållningen i Sverige är viktig av flera orsaker, bland annat bidrar den stort till jordbrukets totala omsättning. Mjölken står för drygt 20 % av värdet av den svenska jordbruksproduktionen och produktion av nöt, gris och fjäderfä är relativt betydande. Får och lamm är sett till ekonomisk storlek en liten men växande produktionsgren.

Djurhållningen är också viktig för att hålla marker öppna och bidrar därmed till den biologiska mångfalden. Utan djuren är det omöjligt att uppnå flera av delmålen inom miljö kvalitetsmålet ett rikt odlingslandskap.

### 2.3.1 När behövs vatten?

Hos alla djur används vatten för att transportera salter, kolhydrater och proteiner till rätt ställe i kroppen. Via urinen utsöndras slaggprodukter och saltbalansen regleras i kroppen. Avdunstning av vatten är också ett viktigt sätt att reglera kroppstemperaturen.

Alla djurslag behöver således vatten för att dricka men det är stora variationer i hur mycket vatten som går åt. Dessutom behövs vatten för att hålla rent i stallar och framför allt inom mjölkproduktionen för att diska de system som används där.

### 2.3.2 Konsekvenser vid vattenbrist

Djurhållningen i Sverige styrs av djurskyddslagen och i dess 3:e paragraf sägs att djur ska ges tillräckligt med foder och vatten och tillräcklig tillsyn. Fodret och vattnet ska vara av god kvalitet och anpassat efter det djurslag som utfodras. Detta innebär att vattenbrist hos en jordbrukare leder till ett lagbrott. Förutom det uppenbara lidandet hos djuren som drabbas leder vattenbristen snabbt till stora ekonomiska konsekvenser för lantbrukaren.

Förutom det uppenbara lidandet hos djuren som drabbas leder vattenbristen snabbt till stora ekonomiska konsekvenser för jordbrukaren.

### 2.3.3 Djurhållning och vattenkvalitet

Jordbruksverket (1999) skriver att djurens behov av vatten och deras krav på kvaliteten varierar med deras allmänkondition, aktivitetsnivå, hälsoläge, produktion, foderstat, arv, miljö, ålder osv. De faktorer som styr vattenkvaliteten kan grovt delas in i fysikaliska, kemiska och hygieniska.

#### *Fysikaliska faktorer*

Temperaturen på dricksvatten spelar roll för hur mycket ett djur dricker. Går temperaturen på vattnet ner under 6 grader minskar vattenkonsumtionen generellt. (Jordbruksverket, 1999). Mjölkproduktionen är som bäst om temperaturen på dricksvattnet är cirka 19 grader (Svensk Mjölk, 2007).

#### *Kemiska faktorer*

När det gäller dricksvatten till nöt, häst och får visar ett kunskapsunderlag från 2016 att det bästa är om djuren har tillgång till färskvatten som har en salthalt under 1 promille (Spörndly och Ternman, 2016). Salthalter upp till 3 promille tolereras av samtliga djurslag i alla produktionsfaser. Salthalter mellan 3 och 6 promille kan resultera i lägre produktionen hos högproducerande djur (lakterande eller tillväxt) men förväntas inte ge allvarliga hälsoeffekter.

#### *Hygieniska faktorer*

En rekommendation avseende hygienisk kvalitet i dricksvatten till nötkreatur, häst och får är att samma gränsvärden som gäller för dricksvatten från egen vattenkälla till människa tillämpas också på djur. Gränsvärdet gäller för prov taget vid källan till vattnet, och inte i utfodringsituationer där djuren själva kan kontaminera vattnet i samband med att de dricker. Att hålla så god hygien som möjligt vid utfodringsplatsen ska alltid eftersträvas och är en viktig faktor i god djurskötsel (Spörndly och Ternman, 2016).

Djur ska förhindras att dricka vatten vid kraftig algblomning. Det gäller speciellt vatten där alger koncentrerats, som till exempel att de flutit upp till ytan eller ansamlats med hjälp av vind eller strömmar. Vad som avses med kraftig algblomning är en bedömningsfråga som djurägaren måste kunna hantera. Ansamling av alger i havs- och sjövattnet kan uppträda plötsligt och en plan för alternativt dricksvatten bör finnas. För att avgöra om algbemängt vatten är giftigt krävs analys och kan först göras i efterhand (Spörndly och Ternman, 2016).

## 2.4 Hur stort är vattenbehovet hos olika djurslag?

Jordbruksverket tog 1999 fram en övergripande skrift, Vatten till husdjur som översiktligt beskriver vattenbehovet hos de flesta djurslag (Jordbruksverket, 1999). Rapporten bedöms fortfarande vara rättvisande.

I SCBs senaste sammanställning om vattenförsörjningen i Sverige redovisas vattenanvändningen för djur genom att multiplicera antalet djur i olika kategorier med en koefficient för hur mycket varje djur antas konsumera på ett år.

I samband med denna utredning har Jordbruksverket låtit SLU utreda hur dessa koefficienter står i sig i dagens produktionsförhållanden (Spörndly 2017 – se bilaga 2). De reviderade koefficienterna har använts i SCBs senaste sammanställning.

Enligt Spörndly (2017) ska koefficienterna som beskriver djurens vattenbehov se ut enligt tabell 6 nedan.

**Tabell 6.** Dricksvattenbehov (kubikmeter per år) för olika kategorier av djurslag i Landsbygdsregistret (LBR) (Spörndly, 2017).

Kategorier enligt LBR	Förklaring	Dricksvattenbehov, kubikmeter per år (m <sup>3</sup> /år)
kubikmeter per år (m <sup>3</sup> /år)	68	1 173
MjKor	Mjölkkor	30
Amkor	Amko/diko	16
Kvig2	Kviga >2 år	14
Kvig12	Kviga 1–2 år	9
TjurStut2	Tjur,Stut >2 år	14
TjurStut12	Tjur, Stut 1–2 år	9
KvigKalv	Kvigkalv < 1 år	5
TjurStutKalv	Tjurkalv < 1 år	5
TackBagg	Tacka, bagge	2,3
Lamm	Lamm	0,8
Galtar	Galt	5,5
Suggor	Sugga	6
Slaktsvin	Slaktsvin > 20 kg	2,4
Smagrisar	Smågris < 20 kg	0,8
Hons	Höna >= 20 v.	0,11
VarpKyckl	Värpkyckling	0,05
SlaktKyckl	Slaktkyckling	0,05
Hastar	Häst	10
Getter	Get	1,8
Killingar	Killing	1,6
Kalkon	Kalkon	0,15



## 2.4.1 Mjölkkor

Mjolkproduktionen är den viktigaste ekonomiska djurproduktionen i Sverige och står för cirka en femtedel av värdet av den svenska jordbruksproduktionen.

Den svenska mjolkproduktionen har historiskt karaktäriseras av många små företag men denna bild håller på att förändras. Antalet producenter som levererar mjolk till mejeri har halverats de senaste tio åren. Samtidigt har avkastningen per ko ökat med 6 %, den genomsnittliga besättningen har ökat med 73 % och medelinvägningen per leverantör har ökat med 79 %.

När besättningsstorlekarna ökar ställs nya krav på att det finns tillgång på vatten. Vid nybyggnation av kostallar är det en mycket viktig punkt att säkerställa vattentillgången.

Jordbruksverket (1999) anger att en högvastande mjolkko kan behöva mer än 100 liter vatten per dygn. Enligt Växa (2014) beräknas en högvastande ko under vissa perioder i laktationen konsumera upp till 130 liter vatten per dygn. Det är viktigt att anläggningar och vattenkällor planeras för att klara denna vattenåtgång. Det är dock inte en representativ siffra för mjolkkors vattenbehov i genomsnitt. Det ligger istället på 30 kubikmeter vatten per år, eller cirka 82 liter vatten per dag (Spörndly, 2017).

I mjolkproduktionen går det dessutom åt en stor mängd vatten till disk, tvätt och spolning av mjolkningssystem. Det finns flera olika system för mjolkning och det åtgår olika mycket vatten till olika processer beroende på vilket system som används.

Enligt Växa Sverige (2014) är den totala vattenförbrukningen för en stallanläggning med konventionellt mjolkssystem ungefär lika stor som en stallanläggning med automatisk mjolkning (17 respektive 18 liter per mjolkko och dygn, se tabell 7). Detta betyder att det totala vattenbehovet för en mjolkko är ganska precis 100 (82 + 18) liter vatten per dygn i genomsnitt. På ett år motsvarar det 36,5 kubikmeter vatten.

Enligt detta resonemang kan en högproducerande mjolkko i perioder ha ett behov av 150 liter vatten per dygn.

**Tabell 7.** Vattenbehov (liter per dygn) för disk, tvätt och spolning i en konventionell stallanläggning med 300 kor respektive stallanläggning med automatisk mjolkning.

Konventionell stallanläggning med 300 kor (liter/dygn)	
Disk av anläggning (2 ggr/dag)	2 100
Tankdisk	500
Övrig förbrukning	2 500
<b>Totalt</b>	<b>5 100</b>
<b>Per mjolkko</b>	<b>17</b>
Stallanläggning med 300 kor Automatisk mjolkning med 4 robotar (liter/dygn)	
Robot och disk	3 020
Tvätt av golv	1 400
Tankdisk	500
Övrig daglig förbrukning	450
<b>Totalt</b>	<b>5 370</b>
<b>Per mjolkko</b>	<b>18</b>



Dessutom används vatten ofta vid kylning av mjölken. Detta kan göras på flera sätt, antingen som kylning före eller i mjölk tanken eller som en kombination av dessa. Vattenbehovet för kylning beskrivs ofta som ett förhållande till mjölkproduktionen och varierar i olika system mellan 1 och 2,5, det vill säga från lika mycket vatten som producerad mängd mjölk till två och en halv gång så mycket vatten som producerad mängd mjölk. Det vatten som används till kylning är dock i de allra flesta fall det som används som dricksvatten. Genom att värmeväxla mot dricksvattnet får detta en högre temperatur vilket är fördelaktigt ur produktionsperspektiv. Mjölkproduktionen fungerar som bäst om temperaturen på dricksvattnet är ca 19 grader (Svensk Mjolk, 2007).

Enligt djurskyddslagen ska stallar tvättas minst en gång om året och det görs också i de allra flesta fall. Enligt Ingemar Eriksson, Växa (pers med) går det i genomsnitt åt ca 200 liter vatten per ko och år för tvätt av stallar. Denna siffra är ett genomsnitt som inkluderar tvätt av rekryteringsdjur.

Total vattenanvändning per mjölkko och år blir då 36,7 kubikmeter.

#### **2.4.2 Övrig nötproduktion**

En del av den övriga nötköttsproduktionen är kopplad till mjölkproduktionen. Den rekrytering som finns på ett mjölkföretag bestående av kvigor och kalvar har ett vattenbehov som motsvarar dricksvattenbehovet.

När det gäller nötköttsproduktion finns i SCBs statistik en kategori för am- och dikor. Förutom dricksvattenförbrukningen finns här en vattenförbrukning för tvätt och rengöring av stallar. Enligt Ingemar Eriksson, Växa (pers med) går det i genomsnitt åt ca 200 liter vatten per ko och år för tvätt av stallar. Denna siffra är ett genomsnitt som inkluderar tvätt av rekryteringsdjur.

Den totala vattenförbrukningen för am- och dikor blir 16,2 kubikmeter per djur och år.

#### **2.4.3 Gris**

När det gäller grisproduktion visar SLUs data att en sugga dricker ca 6 kubikmeter vatten per år. Detta baseras på att suggan har två kullar per och år och att det inkluderar halva smågrisarnas vattenbehov under diperioden.

När det gäller galtar är vattenbehovet 5,5 kubikmeter per år.

Smågrisarnas vattenbehov redovisas till hälften tillsammans med suggans vattenbehov men andra hälften ger ett vattenbehov på 0,8 kubikmeter per smågrisplats.

För slaktsvin är vattenbehovet beräknat till 2,4 kubikmeter per år per slaktssvinsplats vilket är det mått som SCB använder i sin statistik över djurproduktion i Sverige.

Enligt Jan Sandberg, (pers. medd.) används tvättrobot hos cirka 20 % av landets grisanläggningar vilka omfattar cirka 50 % av det totala antalet grisar som produceras i Sverige.

Enligt Jan Sandberg, (pers. medd.) går det åt cirka 100 liter vatten för att tvätta efter en producerad gris. Detta tvättvatten fördelar sig på hela grisens livstid men då den absolut största delen används i slaktsvinsproduktionen läggs hela volymen på där vilket innebär att vattenförbrukning för slaktsvin ska öka med 0,1 kubikmeter per år. Då det produceras 3 slaktsvin per år på en slaktsvinsplats ska vattenbehovet öka med 0,3 kubikmeter vatten i den totala sammanställningen.

#### 2.4.4 Fjäderfä

Enligt Spörndly (2017) har en höna ett dricksvattenbehov av 0,11 kubikmeter vatten per år. En värpkyckling och en slaktkyckling har ett dricksvattenbehov av 0,05 kubikmeter vatten per år.

Enligt Svensk fågel (Lotta Waldenstedt, pers. medd.) beräknas en tvätt i ett fågelstall ha en vattenåtgång på ca 15 liter per kvadratmeter. Med en beläggning på 18 djurplatser per kvadratmeter och 7 tvättar per år innebär det en vattenåtgång på 5,8 liter per slaktkycklingsplats.

När det gäller slaktkyckling har Svensk Fågel en beräkning som innebär att dricksvattenkonsumtionen är lägre än vad Spörndly (2017) angivit och då tvättvatten är ett litet tillskott i det totala behovet torde koefficienten 0,05 kubikmeter per år och slaktkycklingsplats kunna täcka både dricksvatten och rengöring.

Samma resonemang antas vara tillämpligt när det gäller värpkycklingar.

När det gäller värphöns beräknar enligt Lenny Andreasson, Jordbruksverket (pers. medd.) att det går åt cirka 5 liter vatten för att tvätta en hönsplats.

#### 2.4.5 Får

SLU anger att ett får och en bagge har ett dricksvattenbehov på 2,3 kubikmeter vatten per år. Lamm har ett dricksvattenbehov på 0,8 kubikmeter per år.

När det gäller tvätt av fårstallar antas att de tvättas en gång om året i enlighet med djurskyddslagen. Genom att jämföra hur mycket stallutrymme får respektive kor har som lagkrav fås ett förhållande på 8, det vill säga det går 8 får på samma stallutrymme som en ko. Det antas därför gå åt 8 gånger mindre vatten att tvätta efter ett får jämfört med en ko och det ger att det går åt ca 25 liter vatten per får. Siffran antas inkludera lamm.

#### 2.4.6 Häst

När det gäller hästar anger Spörndly (2017) att det åtgår 10 kubikmeter vatten för dricksvatten till hästar i genomsnitt. Enligt Jordbruksverket (1999) kan denna siffra variera beroende på vilket arbete hästen utför och det finns således hästar som används i arbete eller högpresenterande tävlingshästar som har ett mycket större behov än genomsnittet.

När det gäller tvätt av hästar och stallar finns även här en stor variation beroende på vad hästen används till.

#### 2.4.7 Sammanställning vattenbehov alla djurslag

Tabell 8 anger det totala vattenbehovet för olika djurslag i Sverige. Antalet djur är det totala antalet djur för respektive kategori i Sverige baserat på uppgifter i Jordbruksverkets statistikdatabas från år 2016. Övrigt vattenbehov inkluderar disk och tvätt av stallar. Enligt beskrivning av de olika djurslagen ovan är övrigt vattenbehov för rekryteringsdjur för både nöt och lamm inkluderade i moderdjuren och för samtliga grisar är övrigt vattenbehov inkluderat i siffran för slaktsvin. Dessa är markerade med x i tabellen.

**Tabell 8.** Vattenbehov 2016 för olika djurslag

Djurslag	Dricksvattenbehov (m <sup>3</sup> per år)	Övrigt vattenbehov (m <sup>3</sup> per år)	Antal djur	Totalt vattenbehov (m <sup>3</sup> )
Mjölkkö	30	6,7	330 833	12 141 571
Amko/diko	16	0,2	193 657	3 137 243
Kviga > 2 år	14	x	84 183	1 178 562
Kviga 1-2 år	9	x	221 044	1 989 396
Tjur,Stut >2 år	14	x	30 118	421 652
Tjur, Stut 1-2 år	9	x	153 872	1 384 848
Kvigkalv < 1 år	5	x	238 013	1 190 065
Tjurkalv < 1 år	5	x	237 184	1 185 920
Tacka, bagge	2,3	0,025	281 327	654 085
Lamm	0,8	x	296 847	237 478
Galt	5,5	x	1 481	8 146
Sugga	6	x	138 983	833 898
Slaktsvin > 20 kg	2,4	0,3	835 323	2 255 372
Smågris < 20 kg	0,8	x	378 499	302 799
Höna >= 20 v.	0,11	0,005	8 174 310	940 046
Värpkyckling	0,05		1 575 281	78 764
Slaktkyckling	0,05		9 002 683	450 134
Häst	10		355 500	3 555 000
<b>Summa</b>				<b>31 944 979</b>

**Tabell 9.** Totalt vattenbehov 2016 för alla djurslag fördelat per län.

Totalt vattenbehov alla djurslag (m <sup>3</sup> )	
Stockholms län	581 615
Uppsala län	898 457
Södermanlands län	1 010 935
Östergötlands län	2 369 971
Jönköpings län	2 230 035
Kronobergs län	1 139 429
Kalmar län	3 037 833
Gotlands län	1 254 919
Blekinge län	628 436
Skåne län	4 963 167
Hallands län	2 220 663
Västra Götalands län	5 430 835
Värmlands län	948 197
Örebro län	828 263
Västmanlands län	562 124
Dalarnas län	688 603
Gävleborgs län	795 023
Västernorrlands län	556 524
Jämtlands län	566 748
Västerbottens län	829 888
Norrbottens län	403 312
<b>Summa</b>	<b>31 944 979</b>

## 2.5 Hur stort är det övriga vattenbehovet?

Förutom vatten för djurens konsumtion, för disk och tvätt finns ett behov som består av djurskötarens konsumtion. Enligt arbetsmiljölagen ska det finnas tillgång till toalett på en arbetsplats och även duschmöjlighet kan vara en källa som kräver vatten.

Enligt Svensk Mjök (2007) kan en normal vattenförbrukning antas uppgå till omkring 400-500 liter per dag för tio anställda på en mjölgård.

Enligt Hushållningssällskapet (Rebecca Asplund, pers. medd.) räknar man med att det går åt 100 liter vatten per person och dygn.

I Sverige fanns det 65 000 lantbruksföretag år 2015. På ungefär hälften av dessa fanns det djurproduktion (SCB, 2016) och av dessa var ungefär 16 400 heltidsjordbruk.

## 3. Faktorer och åtgärder som påverkar vattenbehovet i framtiden

### 3.1. Klimatförändringar

#### 3.1.1 Hur blir det framtida klimatet?

Klimatscenarier från SMHI visar att medeltemperaturen kommer att öka i hela landet, med den största ökningen i norra Sverige under vintern (Eklund m.fl. 2015). Medelnederbörden kommer att öka i hela landet, främst under vintern och våren och den extrema korttidsnederbörden med skyfall kommer bli mer intensiv. Ytvattentillgången förväntas öka på årsbasis i hela Sverige, förutom i östra Götaland, med den största ökningen på vintern. Det är enbart under vintern som hela landet beräknas få en ökning i vattentillgång. Sommartid väntas istället en minskad vattentillgång i större delen av landet på grund av ökad avdunstning. Den största minskningen väntas i östra Götaland. Det är således de områden som har lägst årsmedelnederbörd idag som påverkas mest av klimatförändringarna framöver med en torrare vegetationsperiod som följd. Det är under vegetationsperioden som perioderna med torrt väder tycks öka. Lägg därtill att temperaturen ökar och därmed avdunstningen från mark och gröda. Konsekvensen blir att grödan lider brist på vatten under fler perioder i framtiden.

Den nederbörd som har störst inverkan på grundvattenbildningen är den som faller under grundvattenbildningsperioden, dvs. sen höst, vinter och tidig vår. Klimatförändringarna väntas dock medföra en förlängd vegetationsperiod, vilket innebär att perioden för bildning av grundvatten minskar (Eveborn m.fl. 2017). SMHI tog under 2015 fram regionala länsanalyser som visar i vilken grad klimat förändras beroende hur stora växthusgasutsläppen kommer att bli. Klimatanalyserna kan användas för samhällets planering och vara en hjälp i arbetet med att ta fram vattenförsörjningsplaner.

#### 3.1.2 Låga grundvattennivåer och torra påverkar jordbruket

De senaste årens torra med påföljande vattenbrist har återväckt intresset kring jordbrukets vattenförsörjning hos både jordbrukare och myndigheter. Vatten till bevattning och djurhållning kan antingen hämtas ur ytvatten, grundvatten eller dräneringsvatten.

Grundvattenbildningen till stora magasin bedöms i de sydöstra delarna av Sverige framöver minska med 5–15 procent under perioden 2071–2100 jämfört med perioden 1961–1990 (Eveborn m fl. 2017). I små grundvattenmagasin är trenden densamma men mer utpräglad (en relativ minskning på upp till 20 procent) och mer utbredd. Grundvattentillgången kan under torrare sommarperioder minska i stort sett över hela landet förutom längst i norr. Vattentillgången kan i de fallen behöva säkras på annat sätt (Jordbruksverket, 2011). Vad gäller ytvattentäkter, blir det troligen inga problem med vattenuttag ur större sjöar och vattendrag. För vattenuttag i mindre sjöar och vattendrag bör man redan nu planera för en framtida bristsituation.

De senaste vintrarna har stora delar av landet haft låga nederbördsmängder vilket gjort att grundvattenmagasinen inte fyllts på i tillräcklig mängd och det har blivit problem med vattenbrist och torra efterföljande vegetationsperiod. Låga grundvattennivåer kan påverka jordbruket på flera sätt. På gårdar med djur är den största effekten att tillgången på rent dricksvatten till djuren blir begränsad. På mjölkgårdar är även

spolvatten för rengöring av mjölkkningsanläggningen en mycket viktig resurs. Vid akut brist kan stora problem uppstå när vatten måste fraktas till gården med tankbil. Ett alternativ kan vara att snabbt borra en ny eller fördjupa en befintlig brunn för att säkra tillgången. Båda dessa alternativ innebär förstas kostnader vilket påverkar ekonomin i varierande grad. En potentiell risk för vattenbrist på en gård kan vara till stor belastning och påverka olika strategiska beslut vilket i förlängningen hämmar jordbruksföretagets ekonomiska och affärsmässiga utveckling. När det gäller grundvattenbrist på gårdar utan djur är det främst de som odlar specialgrödor med bevattning som drabbas. Bevattning av jordbruksgrödor sker i Sverige både med ytvatten och med grundvatten varför olika gårdar är olika sårbara för vattenbrist (Gottfridsson, 2017).

Tillgången på vatten i de övre marklagren påverkas direkt av vädret i närtid och har snabbare variationer än grundvattennivåerna. Det är detta markvatten jordbruksgrödorna tar upp via sina rötter och som påverkar grödans utveckling och skörd. Vattenbrist i de övre marklagren ger stora negativa effekter på grödornas avkastning. Brist på ytvatten kan också ställa till problem för de jordbruksföretag som är beroende av det för bevattning av sina grödor. Tillgången på växttillgängligt vatten i marken är troligen den mest avgörande faktorn för avkastningen på de flesta av Sveriges åkrar. Vattentillgångens effekt på jordbruksföretagets ekonomi och lönsamhet är således avgörande i många fall. Gårdar med betande djur som dricker från ytvattentäcker kan få problem med både tillgång och kvalitet när ytvattennivåerna sjunker. Att transportera vatten till betesmarker långt från gården kan vara kostsamt och tidskrävande (Gottfridsson, 2017).

### 3.1.3 Hur påverkar ett förändrat klimat bevattningsbehovet?

Klimatförändringar under de närmaste decennierna kommer med största sannolikhet påverka förutsättningarna för jordbruket i Sverige. Ökad temperatur och förändrade nederbördsförhållanden leder till förändrade vattenförhållanden för jordbruket, vilket också kommer att påverka bevattningsbehovet framöver. Därtill kan en längre vegetationsperiod leda till ökad produktion och odling av nya och fler växtslag. Minskad nederbörd sommartid kan leda till ökande vattenunderskott för flera grödor. Bevattning och hur den utförs förväntas därmed spela en större roll för att säkra produktion och öka tillväxt framför allt på lättare jordar. Även odlingsmetoderna behöver förändras vad gäller till exempel växtskydd och tidpunkter för sådd, skörd och gödning.

Ett varmare klimat ger upphov till en längre vegetationsperiod och därmed en längre odlingsäsong för ett flertal grödor. En längre odlingsperiod möjliggör att man kan odla fler omgångar av exempelvis olika frilandsgroänsaker. Detta kan få till följd att bevattningsbehovet ökar. Längre perioder av torka innebär även att det kan bli ännu mer lönsamt att bevattna exempelvis spannmål, vall och oljevaxter än bara högvärdesgrödor. Samtidigt kan vi genom växtförädlingen få fram mer torktåliga växtsorter vilket kan minska bevattningsbehovet för vissa grödor.

Långa perioder av torka är inget ovanligt i dagens klimat. Därför är bevattning en nödvändighet för att få en god skörd av hög kvalitet. I framtiden blir det ännu viktigare att ha kontroll över sitt vatten och bevattna rätt gröda, på rätt plats, vid rätt tid.

Förändringen i bevattningsbehov kan uttryckas som differensen mellan förändringen i nederbörd och förändringen i avdunstning samt förändringen i avrinning. Avrinningen är generellt sett liten på sommaren så differensen mellan förändringen i nederbörd och förändringen i avdunstning avspeglar förändringen i bevattningsbehov ganska väl.

Om nederbörden minskar samtidigt som det blir varmare och torrare ökar avdunstningen. Därmed borde bevattningsbehovet öka mer än nederbördsminskningen. Enligt Eckersten et al. (2008) kommer förändringarna i nederbörd vara överordnade förändringarna i avdunstning. Bevattningsbehovet beräknas därför öka i samma storleksordning som nederbörden minskar. Dessa uppskattning är dock mycket generell och för en noggrannare analys måste man beakta när i perioden regnet faller och på vilken jordtyp.

Sammantaget bidrar de pågående klimatförändringarna inte bara till att tillgången på vatten tidvis och regionalt riskerar att minska. Det leder också till att jordbrukets vattenbehov ökar på lång sikt.

### **3.1.4 Förändrad produktionsinriktning**

Höstsådda grödor klarar generellt torka bättre än vårsådda. De har ett djupare rot-system som kan hämta vatten från djupare jordlager. De har dessutom också ofta hunnit utvecklas längre när torkperioderna sätter in under sommaren. Detta talar för att odlingen av höstsådda grödor kan tänkas öka i framtiden. När det gäller grovfoderproduktionen kan majs ha en fördel mot våra traditionella grovfoderväxter som gräs och klöver eftersom den klarar att lagra in kolhydrater vid högre temperaturer.

Jordbearbetning kan också spela roll för vattenbehovet. Mer växtrester i markytan gör att avdunstningen minskar och man sparar på markvattnet längre in i vegetationsperioden. Det finns flera olika tekniker att använda sig av för att spara på markvattnet. Genom att bearbeta jorden i remsor enbart där grödan etableras kan växtrester finnas kvar på stora delar av markytan och skydda mot avdunstning (Hushållningssällskapet, 2015).

Ett varmare klimat kortar ner utvecklingstiden från sådd till skörd av de flesta fri-landskulturer samtidigt som en högre temperatur ger en ökad avkastning till en viss gräns. För grönsaker som har behov av svalare temperaturer kan det i perioder med mycket höga temperaturer ge problem med kvalitén, så att produktionen kraftigt minskar (Muriel m.fl. 2001). Med framtida klimatförändringar kommer vi troligen kunna odla grönsaker även i delar av norra Sverige som vi tidigare bara kunnat odla i Götaland och Svealand. Det kommer att finnas en potential för odling av grödor som har ett stort värmebehov, till exempel nya sorter av grönsaker, baljväxter och bönor (Fogelberg, 2008). Denna utveckling kommer förmodligen att öka bevattningsbehovet eftersom framför allt grönsaksodling kräver en god vattentillgång för att ge en säljbar skörd (Marmolin, 2013). Hur stort vattenbehovet blir beror delvis på arealfördelningen av dessa grödor och i vilka områden de kommer att odlas. Vattenbehovet påverkas också lönsamheten i odlingen, dvs. intäkten för grödan och kostnaden för att få fram vatten och driva bevattningen.

## **3.2 Förändrad jordbrukspolitik och livsmedelsmarknad**

Vi vet inte hur världen kommer att se ut i framtiden. Alla antaganden om hur svensk jordbruksproduktion kommer se ut och dess påverkan på vattenbehovet är och förknippade med stor osäkerhet. En förändring av klimatet med ökad temperatur och förändrade nederbördsmonster kommer dock öka behovet att anpassa befintlig produktion och verksamhet.

Klimatförändringar kan göra att områden utanför Sverige där det idag produceras mycket livsmedel inte längre lämpar sig för livsmedelproduktion. På motsvarande sätt



kan områden som idag inte är lika produktiva få bättre temperatur- och vattenförhållanden. En möjlig utveckling kan därför vara att olika livsmedel skulle produceras i olika länder beroende på var produktionsförutsättningarna är bäst. Om svenska förhållanden exempelvis skulle bli mer gynnsamma för grönsaksproduktion kanske vi skulle öka denna och istället producera mindre av något som ett annat land har bättre förutsättningar för.

Redan idag importerar och exporterar Sverige livsmedel. Vi är därför beroende av produktion i andra länder och vi äter inte själva allt som produceras här. Detta påverkar indirekt den svenska jordbrukssektorns vattenbehov men i vilken utsträckning är mycket svårbedömt.

Regeringen tog 2017 fram en nationell livsmedelsstrategi för hela livsmedelskedjan fram till år 2030. Strategin ska bidra till en ökad och hållbar produktion av mat för både den svenska och den utländska marknaden vilket kan leda till högre tillväxt och fler jobb i hela landet. Strategin innebär att den svenska livsmedelsproduktionen totalt sett behöva öka.

Den svenska jordbruksarealen har minskat i många år. Den nya livsmedelsstrategin med ökad livsmedelsproduktion kan leda till att trenden med minskad jordbruksareal bryts. Minskad jordbruksareal kan i längden leda till ett minskat vattenbehov eftersom den bevattnade arealen minskar något. Samtidigt kan ett varmare klimat och en större efterfrågan av olika grönsaker leda till att man satsar på bevattningsintensiva grödor. Eftersom olika växters vattenbehov kommer att öka med ökad temperatur och avdunstning kommer fler jordbruksföretagare behöva skaffa sig bevattningsutrustning för att täcka det ökade behovet.

Programmet Framtidens Lantbruk på SLU har tagit fram sju framtidsberättelser om hur det framtida jordbruket kan komma att se ut fram till 2030 (Andersson m fl. 2016). En framtidsberättelse som ligger i linje med en ökad livsmedelsproduktion i Sverige visar att jordbruksarealen och livsmedelsproduktionen ökar i Sverige fram till 2030, i jämförelse med i mitten av 2010-talet. Sveriges ansvar för den globala livsmedelsförsörjningen ökar i takt med klimatförändringen eftersom vi har god tillgång till vatten och bördiga jordar. Det kan innebära högre skördar och möjligheter att odla nya grödor.

I ett annat scenario bidrar teknikutvecklingen till ett hållbart jordbruk. Fokus är att minska miljöpåverkan och öka möjligheten att driva kretslopps jordbruk, både på land och i vatten. Precisionsodling används och odlingsåtgärder och insatsmedel finjusteras med hänsyn till lokala förhållanden och variationer. Djuren utfodras efter sina individuella behov, vilket minimerar miljöpåverkan och optimerar resursanvändningen. Den nationella livsmedelsstrategins handlingsplan att 30 % av jordbruksmarken ska vara ekologisk år 2030 skulle kunna stödja en sådan utveckling.

Hur vattenbehovet ändras i de möjliga händelseutvecklingarna ovan är svårt att överblicka. Hur den framtida jordbrukspolitikens och livsmedelsmarknaden påverkar vattenbehovet beror i hög utsträckning på hur stora klimatförändringarna och dess effekter blir och hur detta styr val av grödor och odlingsmetoder.



## 4. Jordbrukets vattenbehov i framtiden

### 4.1. Hur stort är det framtida bevattningsbehovet?

Att bedöma bevattningsbehovet på lång sikt efter 2050 är förenat med stora osäkerheter eftersom både klimatförändringar, förändrad livsmedelsproduktion och gemensam jordbrukspolitik är svåra att förutse. Det finns en stor variation mellan olika klimatmodeller och det är dessutom svårt att förutsäga hur ett givet klimat påverkar vattenbehovet. Vi vet heller inte hur jordbruket kommer att utveckla sig i framtiden. Ju längre framåt i tiden desto större blir osäkerheterna. Med hänsyn till detta har Jordbruksverket i samarbete med SLU bedömt att det inte är meningsfullt att i första hand beräkna bevattningsbehovet efter 2050, utan begränsat analysen till att beskriva bevattningsbehovet under perioden 2021–2050.

#### 4.1.1 Jordbruksmark

Metodik och beräkningar för att ta fram bevattningsmängderna liknar tillvägagångssättet att ta fram nuvarande bevattningsmängder (se kapitel 2.2.1). Bevattningsmängder togs fram för samma grödor (höstvet, vårsäd, potatis och vall) och regioner (Östergötland, Gotland och Skåne).

Vid beräkning av bevattningsbehovet utgick vi från en vattenbalans där underskottet av vatten utgörs av skillnaden mellan nederbörd och potentiell evapotranspiration. Grödans vattenbehov skiljer sig under vegetationssäsongen beroende på växtens utvecklingsstadium och också mellan olika slags grödor. Genom att inkludera en grödkoefficient i vattenbalansberäkningen kan man ta hänsyn till växtens utvecklingsstadium. Storleken på grödkoefficienten varierar för olika slags grödor.

Två olika utsläppsscenarioer har använts, RCP 4.5 och RCP 8.5. I scenario RCP 4,5 har strategier för att reducera växthusgasutsläpp implementerats vilket medför att strålningsdrivningen stabiliserats vid 4,5 W/m<sup>2</sup> före år 2100. RCP 8,5 representerar en trend med fortsatt ökat utsläpp av växthusgaser och är i dagsläget det scenario som ligger närmast nuvarande ökning av koncentrationen växthusgaser i atmosfären. De ökande växthusgasutsläppen medför att strålningsdrivningen når 8,5 W/m<sup>2</sup> år 2100 (SMHI, 2017). För utsläppsscenario RCP 4,5 och RCP 8,5 finns data från fem ”koppade modeller” för respektive scenario tillgängliga.

Som en del i metodiken beräknades nederbördsunderskottet för perioden april–september. För beräkning av bevattningsbehovet valdes året rankat som nr 25 av 30 år, dvs. ett torrår dock inte det torraste året. I rankningen utgick man ifrån det totala nederbördsunderskottet för perioden. Vi har också förlängt perioden som vi redovisar data till att inkludera april månad, dels för att det ger en bättre bild på hur nederbördsunderskottet ser ut i början av växtsäsong och dels för att det finns osäkerheter om utsträckning av odlingsssäsongen i framtiden. Mer information om klimatmodellerna och detaljerad information om metodiken finns beskriven i bilaga 1.

SLUs analyser visar att bevattningsbehovet på säsongsbasis kommer att minska för höstvet och vårsäd för alla undersökta regioner under perioden 2021–2050 jämfört med perioden 1991–2016, dvs. nuvarande behov (Tabell 10). För potatis och vall är bevattningsbehovet mer varierande i framtiden jämfört med nuvarande behov. Samtidigt finns det en stor variation mellan de klimatmodeller som analyseras, vilket visar

på de osäkerheter som finns. Vissa modeller är mer känsliga för förändringar i atmosfärens koldioxidhalt, vilket påverkar modelleras resultat. Därför pekar vissa modeller mot ett ökat behov och vissa pekar mot ett minskat behov. Modell 1 ger i de flesta fall ett ganska litet bevattningsbehov. Modellerna 2–5 ger varierande resultat. Detta är relaterat till när vattenunderskott inträffar och hur stort växtens vattenförbrukning är då. Potatis och vall har haft det största bevattningsbehovet för samtliga modeller. Detta kan förklaras av att potatis bevattnas mer frekvent än de andra grödorna samt att vallen har en längre växtsäsong. Bevattningsbehovet var större för höstvetete än för vårsäd vilket beror på den längre växtsäsongen hos höstvetete.

**Tabell 10.** Bevattningsbehov per år för höst- och vårsäd, potatis och vall i mm i Skåne, Östergötland och Gotland under perioden 2021–2050 för utsläppsscenarioer RCP 4.5 och RCP 8.5. Som jämförelse visas även nuvarande bevattningsbehov för perioden 1991–2016. Siffrorna inom parentes visar spridningen från fem klimatmodeller för respektive scenario.

Gröda	År	Bevattningsbehov Skåne (mm)	Bevattningsbehov Östergötland (mm)	Bevattningsbehov Gotland (mm)
Höstvetete <sup>1</sup>	2021–2050	211 (140–280)	175 (125–240)	213 (140–250)
Höstvetete <sup>2</sup>	2021–2050	157 (65–300)	210 (145–245)	180 (60–240)
Höstvetete <sup>3</sup>	1991–2016	235	230	225
Vårsäd <sup>1</sup>	2021–2050	164 (120–220)	122 (55–180)	146 (65–190)
Vårsäd <sup>2</sup>	2021–2050	121 (35–245)	142 (100–190)	133 (35–195)
Vårsäd <sup>3</sup>	1991–2016	170	165	140
Potatis <sup>1</sup>	2021–2050	210 (135–290)	153 (85–210)	217 (160–275)
Potatis <sup>2</sup>	2021–2050	187 (130–295)	164 (120–205)	185 (145–220)
Potatis <sup>3</sup>	1991–2016	175	180	185
Vall <sup>1</sup>	2021–2050	228 (160–315)	171 (125–245)	238 (175–295)
Vall <sup>2</sup>	2021–2050	176 (80–310)	197 (95–240)	197 (110–240)
Vall <sup>3</sup>	1991–2016	200	210	225

*1 medelvärde av modell 1–5, RCP 4,5, Siffror inom parentes avser spannet i bevattningsbehov mellan klimatmodell 1–5.*

*2 medelvärde av modell 1–5, RCP 8,5, Siffror inom parentes avser spannet i bevattningsbehov mellan klimatmodell 1–5.*

*3 nuvarande bevattningsbehov (1991–2016).*

En ojämnfördelning av nederbörd kan ha en stor påverkan på hur mycket av regnet som kan magasineras i markprofilen och senare utnyttjas av växten. Bevattningsbehovet kan därför vara större under ett år där stora nederbördsmängder faller under få tillfällen än vad som framgår av beräkningarna för hela odlingsperioden. För att få noggrannare resultat bör beräkningarna göras på dygnsbasis. Det blir då möjligt att ta hänsyn till hur mycket av nederbörden som kan magasineras i marken.

Resultaten i tabell 10 bör betraktas som indikativa värden för bevattningsbehov. Det verkliga behovet och strategierna för bevattning kan variera något för olika typer av jordar och odlingsinriktningar, dessutom kan nederbördsfördelningen under året ha en direkt inverkan på storleken på bevattningsbehovet. Enligt SLU kan för grönsaker även anta samma bevattningsmängder som potatis för de grönsaker som har liknande rotdjup. För en detaljerad beskrivning av bevattningsbehov per månad, se bilaga 1.

Det finns ett behov att utöka analysen ovan till fler län och fler grödor. Innan sådana analyser finns tillgängliga kan man vid beräkningar i andra län eller regioner som inte finns representerade i tabell 10 utgå ifrån de län i tabellen som har likande klimat- och växtodlingsbetingelser.

Framtagna värden i tabell 10 är bevattningsbehovet dvs. hur mycket extra vatten man behöver tillföra en odling. Hur mycket den totala vattenåtgången kommer att bli beror på hur man utför bevattningen, bevattningseffektiviteten. Bevattningseffektiviteten i Sverige ligger mellan 80 % till 90 %. Därför bör värdena på bevattningsbehovet i tabell 10 multipliceras med en faktor på 1,11 till 1,25 för att erhålla det totala bevattningsbehovet.

#### **4.1.2 Växthusodling**

Det är svårt att kvantitativt bedöma hur vattenbehovet för växthusodling kan komma att utvecklas framöver till följd av ett förändrat klimat. Överlag bedöms det inte ske några större förändringar av vattenbehovet räknat i liter per kvadratmeter växthus och år. Det finns växthusytor som idag saknar recirkulering av vatten och framöver kan förändrade regelverk göra att det blir obligatoriskt med omhändertagande av överskottsvatten och återanvändning av vatten. Vissa kommuner har idag sådana krav. För dessa företag innebär det en viss minskning av vattenbehovet (Hansson, pers. medd.).

Samtidigt finns det planer att anlägga större växthusodlingar på olika håll i landet, särskilt där man har möjlighet att använda sig av billig överskottsenergi. Hur mycket som kan komma att realiseras är svårbedömt. Skulle det dock anläggas ett antal växthusanläggningar med storleksordningen 5–10 hektar styck så ökar vattenbehoven.

#### **4.1.3 Scenarier för framtida bevattningsbehov**

För att illustrera hur det totala bevattningsbehovet kan komma att ändras i framtiden på länsnivå med hänsyn till ett förändrat klimat, jordbrukspolitik och livsmedelsproduktion har vi utgått från två möjliga scenarier fram till år 2030.

1. Scenario 1: Nuvarande utveckling med minskad åkerareal:

I det första scenariot vi utgått från att nuvarande utveckling kommer att fortsätta, det vill säga att åkerarealen kommer att minska fram till år 2030, baserat på statistik av jordbruksarealens linjära utveckling för bevattningsbara grödor mellan åren 2002–2016 (Tabell 11).

## 2. Scenario 2: Ökad livsmedelsproduktion med oförändrad jordbruksareal:

I den andra händelseutvecklingen har vi utgått från att den nya livsmedelsstrategin bidrar till att livsmedelsproduktionen ökar och därmed motverkar den nuvarande nedåtgående trenden att åkerarealen minskar och att produktiviteten på befintlig jordbruksmark kommer att öka. Den sammanlagda bilden blir därmed att jordbruksarealen antas därför oförändrad till år 2030 jämfört med idag (Tabell 12).

I båda räkneexemplen har vi utgått från de framtida bevattningsmängderna som SLU tagit fram (Tabell 10). Vi har i båda exemplen utgått från de arealer som har bevattnats/kan bevattnas idag. I det första exemplet har vi utgått från att jordbruksarealen till år 2030 minskar lika mycket i alla län och att minskningen är lika stor för alla grödor.

**Tabell 11.** Scenario 1. Bevattningsbehov 2030 per län utifrån nuvarande utveckling med minskad jordbruksareal.

	Bevattningsbehov 2030 utifrån areal som har bevattnas i dag (m <sup>3</sup> )	Bevattningsbehov 2030 utifrån areal som kan bevattnas i dag (m <sup>3</sup> )
Stockholms län	15 000	258 000
Uppsala län	74 000	455 000
Södermanlands län	99 000	1 113 000
Östergötlands län	6 639 000	33 167 000
Jönköpings län	542 000	3 094 000
Kronobergs län	438 000	4 283 000
Kalmar län	15 034 000	39 645 000
Gotlands län	7 935 000	18 880 000
Blekinge län	4 118 000	8 790 000
Skåne län	79 868 000	170 611 000
Hallands län	9 256 000	42 182 000
Västra Götalands län	2 513 000	17 101 000
Värmlands län	40 000	269 000
Örebro län	266 000	1 381 000
Västmanlands län	54 000	544 000
Dalarnas län	345 000	1 176 000
Gävleborgs län	i.u.	i.u.
Västernorrlands län	20 000	118 000
Jämtlands län	i.u.	i.u.
Västerbottens län	1 400	9 600
Norrbottnens län	8 800	51 000
<b>Totalt</b>	<b>127 932 200</b>	<b>340 033 600</b>

**Tabell 12.** Scenario 2. Bevattningsbehov 2030 per län utifrån ökad livsmedelsproduktion med oförändrad jordbruksareal.

	Bevattningsbehov 2030 utifrån areal som har bevattnas i dag (m <sup>3</sup> )	Bevattningsbehov 2030 utifrån areal som kan bevattnas i dag (m <sup>3</sup> )
Stockholms län	10 000	181 000
Uppsala län	64 000	395 000
Södermanlands län	107 000	1 376 000
Östergötlands län	6 705 000	33 498 000
Jönköpings län	544 000	3 154 000
Kronobergs län	512 000	5 005 000
Kalmar län	14 844 000	39 143 000
Gotlands län	7 553 000	17 911 000
Blekinge län	6 814 000	14 544 000
Skåne län	80 232 000	171 389 000
Hallands län	11 925 000	54 345 000
Västra Götalands län	3 749 000	25 511 000
Värmlands län	1 189 000	7 958 000
Örebro län	481 000	2 500 000
Västmanlands län	98 000	986 000
Dalarnas län	381 000	1 298 000
Gävleborgs län	i.u	i.u
Västernorrlands län	33 000	198 000
Jämtlands län	i.u	i.u
Västerbottens län	1 200	8 200
Norrbottens län	5 900	34 000
<b>Totalt</b>	<b>135 248 100</b>	<b>379 434 200</b>

Bevattningsbehovet är större för scenario 2 än scenario 1, det vill säga det scenario där åkerarealen är oförändrad. Det nuvarande totala bevattningsbehovet (tabell 4) bedömdes vara 133 miljoner respektive 377 miljoner, dvs. i princip lika stort som för behovet för scenario 2, men mindre än scenario 1.

Det bör nämnas att scenariobeskrivningarna ovan är kraftigt förenklade och inte tar hänsyn till regionala skillnader i arealförändringar. Vi antar också bevattningsmängder för ett antal grödor baserat på de bevattningsmängder vi har för höstvet, vårsäd, potatis och vall. Vi har också antagit att de län som inte var med i analysen hade samma bevattningsmängder som antingen Skåne, Östergötland och Gotland utifrån den indelning Johansson och Klingspor (1976) gjorde med hänsyn till skillnader i växtodlingsbetingelser och genomsnittligt bevattningsbehov.

## 4.2 Hur stort är det framtida vattenbehovet hos olika djurslag?

Enligt Spörndly (pers. medd.) är den temperaturökning som förespås i klimatscenerierna inte tillräckligt stor för att djurens dricksvattenbehov ska påverkas i någon större omfattning. Det är först när medeltemperaturen stiger till över ca 25 grader som dricksvattenintaget ökar och över 27 grader stiger vattenbehovet drastiskt.

Det är därför två andra faktorer som är viktiga att beakta när det gäller det framtida vattenbehovet för djurproduktionen; produktionsökning samt användning av vatten för att hantera värmestress.

När det gäller djurens dricksvattenbehov finns det formler bakom de koefficienter som används i denna rapport och där en av parametrarna är relaterat till produktionen i form av mjölk eller kött.

Det finns många studier som visar att värmestress ger en minskad produktion på alla produktionsgrenar. Redan idag är värmestress något man hanterar i både mjölkproduktionen, i grisproduktionen och i fågelproduktionen. Värmestress gör bland annat att djuren äter mindre och producerar mindre (Melin m fl., 2013).

### 4.2.1 Mjölkkor

Det finns olika bedömningar av över hur stor den framtida mjölkavkastningen kan tänkas bli. I rapporten "Ett klimatvänligt jordbruk 2050" räknar Jordbruksverket med att avkastningen ökar med 0,5 procent per år (Jordbruksverket, 2012). Enligt samma rapport räknar man inom EU med att avkastningen ska öka med 1 % per år.

I denna utredning gör vi ett antagande som ligger mitt emellan ovanstående, att mjölkavkastningen ökat med 10 % fram till år 2030.

Enligt Spörndly (pers. medd.) kommer dricksvattenbehovet öka med 7 % vid en 10 % högre avkastning.

När det gäller mjölkproduktionen finns det studier som visar att det redan idag finns en påverkan på produktionen på grund av värmestress (Collier m.fl. 2012). Denna värmestress kan enligt Hallén-Sandgren (2016) hanteras i stor utsträckning i Sverige genom att anpassa stallar, ventilation, bete och betestider samt att i vissa fall använda sprinklersystem som duschar mjölkkoorna för att hålla nere kroppstemperaturen. Sådana system används idag i många länder runt om i världen.

Enligt Anglard (2009) är det i länder med betydligt varmare klimat som dessa system används. Exempelvis i Brasilien, Australien och Saudiarabien är dessa system en förutsättning för mjölkproduktion och där är vattenanvändningen betydande. För länder som Irland och Nya Zeeland finns det inget behov av sprinklersystem och bedömningen är att det inte kommer att finnas något större behov för Sverige i framtiden i någon större utsträckning.

En översiktlig bedömning är att vattenförbrukningen per djur kommer att stiga med 2,5 kubikmeter per år på grund av dessa faktorer.

#### **4.2.2 Övrig djurproduktion**

När det gäller gris och fjäderfä är de lösningar som finns när det gäller värmestress inte byggda på vattenanvändning utan det är ventilation och kylaggregat som drivs med el som används. För dessa djurslag antas därför inte vattenbehovet påverkas av värmestress i framtiden.

#### **4.2.3 Scenarier för framtida vattenbehov hos djur**

I tabell 13 och 14 visas en sammanställning över det uppskattade vattenbehovet för alla djurslag år 2030. Antagandena är baserat på samma scenarier som för det framtida bevattningsbehovet (avsnitt 4.1.1) med hänsyn till ett förändrat klimat, jordbrukspolitik och livsmedelsproduktion.

Scenario 1: Nuvarande utveckling med minskad produktion (antalet djur minskar)

I det första scenariot vi utgått från att nuvarande utveckling kommer att försätta, det vill säga att djurantalen kommer att fortsätta minska fram till år 2030, baserat på statistik av djurantalets linjära utveckling mellan åren 2002–2016 (Tabell 13).

Scenario 2: Ökad livsmedelsproduktion med ökad produktion (oförändrat antal djur)

I den andra händelseutvecklingen har vi utgått från att den nya livsmedelsstrategin bidrar till att livsmedelsproduktionen ökar och därmed motverkar den nuvarande nedåtgående trenden med minskat djurantal och att produktiviteten i djurproduktionen kommer att öka. Antalet djur antas därför oförändrad till år 2030 jämfört med i dag (Tabell 14).

I båda räkneexemplen har vi utgått från de uppdaterade dricksvattenbehoven för djur som SLU tagit fram (Tabell 6). I scenario 1 har vi antagit att minskningen är lika stor för alla djurslag.



**Tabell 13.** Scenario 1. Vattenbehov för alla djurslag per län 2030 utifrån nuvarande utveckling med minskad produktion.

Vattenbehov alla djurslag (m <sup>3</sup> )	
Stockholms län	246 000
Uppsala län	696 000
Södermanlands län	805 000
Östergötlands län	2 490 000
Jönköpings län	2 189 000
Kronobergs län	1 002 000
Kalmar län	3 206 000
Gotlands län	1 274 000
Blekinge län	495 000
Skåne län	4 164 000
Hallands län	1 966 000
Västra Götalands län	4 599 000
Värmlands län	818 000
Örebro län	671 000
Västmanlands län	316 000
Dalarnas län	359 000
Gävleborgs län	745 000
Västernorrlands län	344 000
Jämtlands län	427 000
Västerbottens län	652 000
Norrbottnens län	294 000
<b>Summa</b>	<b>27 758 000</b>

**Tabell 14.** Scenario 2. Vattenbehov för alla djurslag 2030 per län utifrån ökad livsmedelsproduktion med ökad produktion.

Vattenbehov alla djurslag (m <sup>3</sup> )	
Stockholms län	589 000
Uppsala län	923 000
Södermanlands län	1 033 000
Östergötlands län	2 429 000
Jönköpings län	2 302 000
Kronobergs län	1 170 000
Kalmar län	3 135 000
Gotlands län	1 293 000
Blekinge län	639 000
Skåne län	5 060 000
Hallands län	2 284 000
Västra Götalands län	5 574 000
Värmlands län	966 000
Örebro län	844 000
Västmanlands län	573 000
Dalarnas län	704 000
Gävleborgs län	817 000
Västernorrlands län	574 000
Jämtlands län	585 000
Västerbottens län	862 000
Norrbottens län	417 000
<b>Summa</b>	<b>32 773 000</b>

Djurens totala vattenbehov bedöms i framtiden vara är större för det scenario där åkerarealen är oförändrad, dvs. scenario 2. Detta behov är i princip lika stort som det nuvarande behovet, vilket bedöms vara ca 33 miljoner kubikmeter (tabell 8). I scenario 1 där vi antar en nuvarande utveckling med minskad produktion bedöms det totala vattenbehovet för djur till ca 28 miljoner kubikmeter.

## 5. Slutsatser

Tillgång till vatten är en nödvändig förutsättning för att producera livsmedel från den svenska jordbruksmarken. Jordbruk innebär alltid en ekonomisk risk och grödornas avkastning är beroende av bland annat gynnsamma väderförhållanden. Klimatförändringar kan göra att vi får större variationer i nederbörd med större variationer i grund- och ytvattentillgång som följd. Ett förändrat klimat med varmare temperaturer och tidvis mindre nederbörd under sommaren kräver en effektivare vattenhushållning. Odlingen måste anpassas därefter. Många jordbruksföretag blir allt större och därmed också mer sårbara vid akut vattenbrist. Detta i kombination med de senaste årens låga grundvattennivåer har i vissa delar av landet skyndat på det förebyggande arbetet på gårdarna. Ett arbete som måste fortsätta.

Mot bakgrund av pågående klimatförändringar och inte minst i ljuset av vattenbristen i sydöstra Sverige behövs en diskussion om samhällets ansvar för enskild dricksvattenförsörjning på landsbygden och jordbrukets behov av vatten för djurhållning och bevattning.

Enligt den livsmedelsstrategi som har antagits av riksdagen ska Sveriges livsmedelsproduktion öka. De pågående klimatförändringarna leder till att tillgången på vatten riskerar att minska och att jordbrukets vattenbehov tidvis både ökar och minskar. Sammantaget innebär det att jordbrukets vattenbehov behöver ägnas större uppmärksamhet i vattenplaneringen, särskilt i regioner med stor konkurrens om vatten och hög andel jordbruksförbrukning. Trots de senaste årens vattenbristsituation i delar av Sverige har vi idag relativt gott om vattenresurser jämfört med många andra delar av världen. I ett förändrat klimat bör vi därför eftersträva att på ett hållbart sätt använda våra resurser till producera den mängd livsmedel som vi har arealer och förutsättningar till.

I denna utredning har vi kartlagt befintligt och framtida vattenbehov i Sverige. Utifrån befintlig litteratur och expertkunskap har vi diskuterat vilka faktorer som påverkar nuvarande och framtida behov.

Utredningens slutsatser kan sammanfattas i följande punkter:

- I Sverige utgör jordbrukets vattenanvändning endast 3 % av den totala användningen. Samtidigt varierar jordbrukets vattenanvändning mycket mellan olika delar av landet och har stor betydelse i vissa län medan betydelsen i flertalet län är mer begränsad.
- Vid torrperioder är tillgång till bevattning en förutsättning för höga och jämna skördar av god kvalitet och minskad produktionsrisk. Vattenförsörjningen är en av de viktigaste faktorerna i all djurhållning och i särskilt hög grad för lakterande djur.
- Den revidering som gjorts av vattenbehovsmängderna för olika grödor och djurslag i denna utredning har inneburit en kvalitetshöjning av uppgifterna om jordbrukets vattenanvändning. Bedömning av nuvarande och framtida bevattningsbehov är dock förknippat med stora osäkerheter.

- Bevattningsmängder för fler grödor och regioner och vattenbehov för olika djurslag behöver uppdateras oftare liksom vattenbehovet fördelat på typ och kvalitet av vatten. Här behövs mer forskning och vägledning.
- Bevattningsbehovet är mer beroende av klimatfaktorer än vattenbehovet för djurhållning och är därför svårare att bedöma. Fram till 2050 bedöms bevattningsbehovet både öka och minska. Bevattningsbehovet för framtiden varierar mycket beroende på hur stor förändringen i klimatet blir.
- Jordbrukets framtida vattenbehov är också i hög grad beroende av jordbrukets framtida utveckling, vilken produktionsinriktning man väljer och hur stor produktionen blir.
- Det finns en osäkerhet hur många jordbrukare som kommer att skaffa sig bevattningsutrustning. Kostnaden för vattnet kommer därför att ha stor betydelse för om bevattning kan bli en lönsam åtgärd. Grödor med högt värde kan motivera de höga kostnader som är förknippade med ny eller förändrad bevattningsteknik. Det finns därför ett behov att titta vidare på i vilka situationer det är lönsamt att bevattna och om det finns behov, ekonomi och vattentillgång att investera i bevattning i framtiden.
- Bevattningsvatten och vatten för djurhållning kräver vatten av god kvalitet. Vattnets hygieniska kvalitet kan variera mycket beroende på vattenkällan och dess omgivning. Det råder osäkerheter kring vilken vattenkvalitet som behövs för olika ändamål. Ny riktlinjer behöver tas fram kring ansvarsfördelning och vilket vatten om kan användas för olika verksamheter.
- För att säkra tillgången på vatten kan anläggande av bevattningsdammar vara en möjlighet i de områden där det finns begränsat med vatten.
- Jordbrukarna bör känna till sitt eget vattenbehov och hushålla med vattenresurserna och ha en plan för nödvattenförsörjning. Framför allt i regioner där jordbruket står för ett stort uttag av vatten eller där vattentillgången är en begränsande faktor bör lantbrukarna se över förutsättningarna för vattenuttag, magasinering och utnyttja vattnet effektivt exempelvis genom att bevattna vid rätt tidpunkt, med rätt mängd och att använda effektiv utrustning.

# Referenser

Alsanius B (2014), *Hygien och bevattningsvatten*. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds och växtproduktionsvetenskap. Rapport 2014:10, Alnarp.

Alsanius B, Löfström C (2017), *Vattenrening för ökad hygien vid odling av frilandsgronsaker och bär*. LTV-fakultetens faktablad, 2017:33. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, SLU, Alnarp.

Andersson L, Bengtsson J., Dahlén L, Ekelund Axelsson L, Eriksson C, Fedrowitz K, Fischer K, Friberg H, Hallin S, Hunter E., Jansson T, Johnsson P, Mobjörk M, Oskarsson D, Patel M, Rydhmer L, Råty R., Röös E, Slätmo E, Stenström M, Sundberg C, Svensson C, Westholm E, Wikman Svahn P (2016), *Framtidsberättelser från lantbruket år 2030*. Uppsala, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Anglard m.fl (2009), *Future water availability- a limiting factor for dairy production*, Agrosystem – Projektarbete, SLU.

Armstrong B (1985) Bevattning- en global översikt, Avdelningsmeddelande 85:7. SLU, Uppsala.

Collier RJ, Hall LW, Rungruang S, Zimbleman RB (2012), *Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance*. Department of Animal Sciences, University of Arizona. <http://dairy.ifas.ufl.edu/RNS/2012/6CollierRNS2012a.pdf>

Eckersten H, Andersson L, Holstein F, Mannerstedt Fogelfors B, Lewan E, Sigvald R, Torssell B, Karlsson S (2008), *Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige*. Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE) No. 6 Swedish University of Agricultural Sciences (SLU).

Ekelöf J, Albertsson J, Råberg T (2010), *Utvärdering av markfuktsensorer och prognosmodeller för styrning av bevattning i potatis*. SLU Alnarp, Område Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet. 2010:41

Eklund A, Axén Mårtensson J, Bergström S, Björck E, Dahné J, Lindström L, Nordborg D, Olsson J, Simonsson L, Sjökvist E (2015), *Sveriges framtida klimat. Underlag till Dricksvattenutredningen*. SMHI Klimatologi nr 14. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

Eveborn D, Vikberg E, Thunholm B, Hjerne C-E, Gustafsson M (2017), *Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige*. SGU, 2017:09.

Fogelfors H (2008), *Strategic Analysis of Swedish Agriculture Production Systems and agricultural landscapes in a time of change*, SLU

Gottfridsson J (2017), *Brist på grundvatten och ytvatten i delar av Sverige 2017 – konsekvenser för lantbruket*. Uppdragsrapport Hushållningssällskapet, HS Konsult AB.

Greppa Näringen (2006), *Bevattning och Växtnäringsutnyttjade*.

- Hallén-Sandgren C (2016), *Intensifiering och hållbarhet i svensk mjölknäring hur möta framtida krav?* Presentation KSLA, 2016-09-30.
- Hansson P (2012), *Vatten begränsar svenska skördar*. Arvensis 04 – 2012.
- Hushållningssällskapet (2015), *Behov av bevattning i ett förändrat klimat*. Gradvis faktablad nummer 10.
- Ingvarsson A (1992), *Ekologisk trädgårdsodling. Bevattning*. Pärn. Jordbruksverket.
- Joel A (2017), *Hur mycket vatten behöver vi till växtodling?* Presentation på Vattendagen 30 jan, 2017. Hydrotekniska sällskapet.
- Joel A, Grusson Y, Wesström I (2018), *Beräknat framtida bevattningsbehov för svenskt jordbruk under en 30-års period; 2021-2050*. Slutrapport. SLU. SLU projektnr: 4353003 41200.
- Johansson W, Klingspor P (1976), *Bevattning inom lantbruket 1976. Bevattnad areal, vattenåtgång och vattentäkter*. Institutionen för markvetenskap, avdelning för lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck nr 100. Uppsala 1977.
- Johansson W, Linnér H (1977), *Bevattning – behov – effekter – teknik*. LT:s förlag.
- Jordbruksverket (1992), *Bevattning 2000, Utredning om efterfrågan och tillgång samt förslag till medel för konfliktlösning*.
- Jordbruksverket (1999), *Vatten till husdjur*. Jordbruksinformation 13 – 1999.
- Jordbruksverket (2003), *Bevattning i grönsaksodling*.
- Jordbruksverket (2003), *Dräneringsvatten i växthus*: Jordbruksinformation 16.
- Jordbruksverket (2007), *Goda exempel på rening av Returvatten från odling av grönsaker och prydnadsväxter i växthus*. Jordbruksinformation 4–2007.
- Jordbruksverket (2008), *Växthusteknik, Ekologisk odling i växthus*
- Jordbruksverket (2010), *Konsekvenser för jordbrukets vattenanläggningar i ett förändrat klimat, förstudie*.
- Jordbruksverket (2011), *Klimatförändringarna och bevattningen*.
- Kreuger J (1986), *Kemisk vattenkvalitet vid bevattning*. Rapport 149, SLU, Uppsala.
- Linnér H (2003), *Bevattningsstrategier på friland*. Miljömålsseminarium – från miljösmål till handling i yrkesmässig trädgårds- och potatisodling. 5-6 nov 2003.
- LRF (2010), *Bevattning*. Kraftsamling Växtodling.
- Länsstyrelserna och Vattenmyndigheterna (2009), *Miljöövervakning grundvattennivåer.Handledning framtagen inom det gemensamma delprogrammet Regional miljöövervakning av grundvattennivåer – programområde sötvatten*.

- Marmolin C (2013), *Grönsaksproduktion i Sverige 2040*. Delrapport 4 i Projektet Gradvis.
- Melin M, Oskarsson E, Ståhl Y, Lundberg S (2013), *Husdjur i Sverige 2040*. Delrapport 3 i Projektet Gradvis.
- Mogren L, Löfström C, Alsanius B (2017), *Håll bevattningsrören rena*.
- LTV-fakultetens faktablad, 2017:35. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, SLU, Alnarp.
- Muriel P. m.fl. (2001), *Climate Change and agriculture in the United Kingdom*. <http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/landmanage/climate/documents/climate-ag.pdf>
- SCB (2015), *Trädgårdsproduktion 2014*. Statistiska meddelanden. JO 33 SM 1501.
- SCB (2017), *Vattenuttag och vattenanvändning i Sverige 2015*, Redovisning för vattendistrikt och län.
- SMHI (2017), Ny generation scenarier för klimatpåverkan. Hämtat 2018-02-05, <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>
- Spörndly R (2017), *Justering av koefficienter för husdjurens dricksvattenbehov*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård.
- Spörndly R, Ternman E (2016), *Litteratursammanställning om möjligheter och risker att använda öppna vattenresurser i Sveriges inland och ostkust för dricksvatten till husdjur med speciell inriktning på algförekomst och salthalt*. Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- SOU (2016), *En trygg dricksvattenförsörjning 2016:32*. Regeringskansliet, Stockholm.
- Svensk Mjölk (2007), *Kvalitetssäkrat mjölkproduktion – Vatten*.
- UN Water (2015), *Water in a Changing World*. The United Nations World Water Development Report 2015.
- UN Water (2017), *Wastewater: The Untapped Resource*. The United Nations World Water Development Report 2017.
- Växa Sverige (2014), *Mjölkhämtningsrum-Vägledning för planering och utformning*
- Wesström I (2017), Vattenhushållning i odlingen för att möta klimatförändringar. Presentation på KSLA, 2017-04-05.



# Bilagor

Bilaga 1: Joel A, Grusson Y, Wesström I (2018), *Beräknat framtida bevattningsbehov för svenskt jordbruk under en 30-års period; 2021-2050*. Slutrapport. SLU projektnr: 4353003 41200

Bilaga 2: Spörndly R. 2017. Justering av koefficienter för husdjurens dricksvattenbehov

# Bilaga 1.

## Beräknat framtida bevattningsbehov för svenskt jordbruk under en 30-års period; 2021-2050

**Abraham Joel, Ingrid Wesström och Youen Grusson**

*Avdelningen för Markfysik, Institutionen för Mark och Miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.*

### Bakgrund

Jordbruksverket har fått i uppdrag av regeringen att bedöma jordbrukssektorns behov av vattenförsörjning med hänsyn tagen till livsmedelsmarknadens och den gemensamma jordbrukspolitikens utveckling liksom till klimatförändringar samt redovisa underlag för detta. Underlaget ska kunna användas bl.a. i arbetet med regionala vattenförsörjningsplaner för långsiktiga bedömningar och prognoser i relation till andra konkurrerande samhällsbehov.

Bedömningen av vattenförbrukningen inom jordbrukssektorn har delats in i tre kategorier: 1) vattenbehov för jordbruksmark, inklusive trädgårdssektorn 2) vattenbehov för djurhållning 3) vattenbehov för övrig verksamhet.

Tidigare beräkningar för att ta fram bevattningsbehov som faller under kategori 1 har grundat sig på värden för torrår som bestämts utifrån erfarenheter från bevattningsförsök med 16 olika grödor i skilda delar av landet på platser med olika jordarter (Johansson & Klingspor, 1977). I beräkningen av bevattningsbehovet ingick också en analys av väderleksdata från perioden 1931-1960 (Johansson 1974). Beräknade bevattningsmängderna utgjorde bruttovärden och inkluderade således även spridningsförluster.

Årsvärdet för varje gröda och region valdes så att det ungefär skulle motsvara bevattningsbehovet för år nr 25 i en rad av 30 år rankade så att år nr 1 har lägst och år nr 30 har störst bevattningsbehov. Uppskattade värden var därför lägre än de bevattningsmängder som kan behövas under de mest extrema torråren nr 26 till 30. Beräkningen av bevattningsmängder utfördes i sex regioner där indelningen av Sverige i olika regioner gjordes med hänsyn till skillnader i växtodlingsbetingelser och klimat.

### Uppdragets syfte och omfattning

SLU har fått i uppdrag att genom egna analyser och litteraturstudier korrigera bevattningsmängder för framtida klimat genom en analys av nederbördsunderskott per månad (P-ET) under vegetationsperioden (april till september) för en trettio-årsperiod 2021-2050 i tre regioner 3, 4, 5 enligt figur 3 i Johansson och Klingspor (1977). Klimatdata från två regionala klimatscenarier (RCP 4,5 och RCP 8,5) har använts.

För att Jordbruksverket ska kunna beräkna jordbrukets totala vattenvolym genom att multiplicera bevattningens areal per gröda med de framtagna bevattningsmängderna för olika grödors bevattningsbehov enligt nu justerad tidigare metodik (Joel et al., 2017),

ska de nya bevattningsmängderna tas fram för grödorna höstsäd, vårsäd, potatis och vall. För att underlätta jämförelsen mellan de framtida bevattningsbehoven med tidigare perioder inkluderas i denna rapport också beräkningar för historiska data.

Bevattningsmängderna ska redovisas totalt och halvmånadsvis för varje gröda och region för ett torrår, dvs. så att det ungefär ska svara mot bevattningsbehovet för år nr 25 i en rad av 30 år där år nr 1 har lägst bevattningsbehov och år nr 30 störst bevattningsbehov. Om möjligt ska även siffror för normalår och extremtorrår presenteras i tabellform på samma sätt.

I denna rapport har vi också förlängt perioden som vi redovisar data för dels för att det ger en bättre bild på hur nederbördsunderskottet ser ut i början av växtsäsong och dels för att det finns osäkerheter om utsträckning av odlings säsongen i framtiden.

## Metodik

Vid beräkning av bevattningsbehov utgår man från en vattenbalans där underskottet av vatten utgörs av skillnaden mellan nederbörd och evapotranspiration. Bevattningsbehovet har beräknats med framtida klimatdata från en plats i Östergötland (område 3), Gotland (område 4) respektive Skåne (område 5).

Grödans vattenbehov skiljer sig under vegetationssäsongen beroende på växtens utvecklingsstadium och också mellan olika slags grödor. Genom att inkludera en grödkoefficient i vattenbalansberäkningen kan man ta hänsyn till växtens utvecklingsstadium. Storleken på grödkoefficienten varierar för olika slags grödor. I denna studie har bevattningsbehovet beräknats för höst- och vårsäd, potatis och vall.

### *Indata för beräkning av bevattningsbehovet*

I detta uppdrag är data för framtida klimat framtagen genom Earth System Grid Federation (ESGF), ett gemensamt nätverk för klimatinstanser i det europeiska projektet Euro-Cordex (<https://www.cordex.org/output/esgf-menu.html>). För varje område har dygnsvärde för nederbörd, max- och min-temperatur hämtats via Rossby centre, SMHI.

Två olika utsläppsscenarioer har använts, RCP 4.5 och RCP 8.5. I scenario RCP 4.5 har strategier för att reducera växthusgasutsläpp implementerats vilket medför att strålning drivningen stabiliserats vid 4,5 W/m<sup>2</sup> före år 2100. RCP 8.5 representerar en trend med fortsatt ökat utsläpp av växthusgaser och är i dagsläget det scenario som ligger närmast nuvarande ökning av koncentrationen växthusgaser i atmosfären. De ökande växthusgasutsläppen medför att strålning drivningen når 8,5 W/m<sup>2</sup> år 2100 (SMHI, 2017).

I denna rapport refererar begreppet ”klimatmodell” till ”kopplade modeller” där kopplade modeller består av en global modell (GCM) och en regional modell (RCM). SMHI använder bara en regional modell (RCA4) för att generera klimatdata specifikt för Sverige. Denna RCM är framtagen av SMHI och gör det möjligt att skala ned och korrigera data från de globala klimatmodellerna mot observerade data. Klimatdata har skalats ned till ett rutnät på 5 x 5 km. För utsläppsscenario RCP 4.5 och RCP 8.5 finns data från fem ”kopplade modeller” för respektive scenario tillgängliga. Majoriteten av de ”kopplade modellerna” motsvarar perioden 1970 - 2100. Mer detaljerad information om använd klimatdata finns i Tabell 1. Modellernas namn är officiella och är

sammansatta utifrån ”Klimatinstans(er) och/eller labb – Modellnamn”. Exempelvis för första raden i tabellen: CNRM är den franska klimatbyrån vilken samarbetar med labbet CERFACS. Denna globala modell benämns ”CNRM-CM5”.

**Tabell 1.** Använda globala och regionala klimatmodeller samt data för korrigering för utsläppsscenarioer RCP 4.5 och 8.5. I löpande text står siffran inom parentes istället för namnen på de globala klimatmodellerna.

RCP 4.5 och RCP 8.5				
Global modell	Regional modell	Data för korrigering	Startdatum	Slutdatum
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 (1)	SMHI-RCA4	v1-METNO-QMAP-MESAN-1989-2010	01-01-1970	31-12-2100
ICHEC-EC-EARTH (2)	SMHI-RCA4	v1-METNO-QMAP-MESAN-1989-2010	01-01-1970	31-12-2100
IPSL-IPSL-CM5A-MR (3)	SMHI-RCA4	v1-METNO-QMAP-MESAN-1989-2010	01-01-1970	31-12-2100
MOHC-HadGEM2-ES (4)	SMHI-RCA4	v1-METNO-QMAP-MESAN-1989-2010	01-01-1970	30-11-2099
MPI-M-MPI-ESM-LR (5)	SMHI-RCA4	v1-SMHI-DBS45-MESAN-1989-2010	01-01-1951	31-12-2100

### Beräkning av potentiell evapotranspiration

Evapotranspiration är processen i vattnets kretslopp som beskriver flödet av vatten genom avdunstning från markytan och transpiration från växter tillbaka till atmosfären. Vid beräkningar av en grödas aktuella evapotranspiration inom agrohydrologi är det första steget att bestämma referens evapotranspirationen ( $ET_0$ ).  $ET_0$  är evapotranspiration från en markyta som är jämnt täckt med en referensgröda med en känd höjd, som har obegränsad tillgång till vatten. I denna studie har  $ET_0$  beräknats med hjälp av Hargreaves metod som beskrivs i Hargreaves och Samani (1985). Utvecklingen av metoden är baserad på mätningar utförda på markytor bevuxna med gräs (*Alta Fescue*). Gräset har haft en höjd på mellan 8 och 15 cm över markytan. Efter att en första uppsättning av ekvation presenterades i Hargreaves (1975), har metoden modifierats och tar nu hänsyn till dagslängden (genom latitudvärden) och temperaturvariationer under dygnet. Mer information om denna metod och dess utveckling över en 20 års period, samt en litteraturöversikt över tillämpningar finns i Hargreaves och Allen (2003). Den stora fördelen med denna ekvation vid beräkningar av evapotranspiration är att den bara kräver temperaturdata. Detta jämfört med andra ekvationer t ex Penman Monteith ekvation som förutom temperatur även behöver data för vind, solstrålning och luftfuktigheten. Vid en jämförelse mellan Hargreaves och Penman Monteith ekvationer har båda ekvationerna gett liknande resultat (Hargreaves och Allen, 2003).

I denna studie har beräkningar med Hargreaves ekvation genomförts i programvaran Matlab®, baserat på den algoritm som också används i den hydrologiska SWAT-modellen (Arnold et al., 1993). Ekvationen som används för att beräkna  $ET_0$  är följande (som beskrivs i Neitsch et al. (2011)):

$$ET_0 = 0,0023 \cdot \frac{H_0}{\lambda} \cdot (T_{mx} - T_{mn})^{0,5} \cdot (T_{av} - 17,8) \quad (1)$$

där  $ET_0$  är referensevapotranspiration ( $\text{mm d}^{-1}$ ),  $\lambda$  är den latent ångbildningsvärmen ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ),  $H_0$  är extraterrestriska strålningen ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ),  $T_{mx}$ ,  $T_{mn}$  och  $T_{av}$  är max-, min- och medeltemperatur för en viss dag (grader Celsius).  $\lambda$  bestäms av:

$$\lambda = 2,501 - (2,361 \cdot 10^{-3} * T_{av}) \quad (2)$$

I ekvation (1) används  $H_0$  för att korrigera värdet för  $ET_0$  som en funktion av latituden och perioden av året. Flera parametrar måste fastställas för att beräkna  $H_0$ :

- Instrålningvinkeln (sd):  
 $sd = \text{asin}(0,4 \cdot \sin[(2 \cdot \pi/365) \cdot (Dn - 82)]) \quad (3)$

där  $D_n$  är dygnsnummer under året.

- Jordens relativa avstånd från excentricitet i omloppsbanan (dd):

$$dd = 1 + 0,33 \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{Dn}{365}\right) \quad (4)$$

- Dagslängden under dygnet (h):

$$ch = -\sin(Lat) \cdot \tan(sd) / \cos(Lat) \quad (5)$$

Om  $ch > 1$  (+/-66,5° latitud motsvarande inget dagsljus/ingen natt på vintern)  
 $h = 0 \quad (6.1)$

Om  $ch < -1$  (+/-66,5° latitud motsvarande ingen natt/inget dagsljus på sommaren)  
 $h = 3,1416 \quad (6.2)$

Om  $-1 < ch < 1$  (latitud mellan -66,5° och +66,5°)  $h = \arccos(ch) \quad (6.3)$

Med hjälp av ekvationerna 3 till 6 kan  $H_0$  beräknas enligt följande:

$$H_0 = [30 \cdot dd \cdot (h \cdot (\sin(Lat) - \sin(sd)) + (\cos(Lat) - \cos(sd)) \cdot \sin(h))] \cdot \left(\frac{37,59}{30}\right) \quad (7)$$

där Lat är latitud (grader).

Efter utförda beräkningar av algoritmen har resultaten jämförts med resultaten från beräkningar av  $ET_0$  i SWAT modellen.

#### Beräkning av grödkoefficient

Effekterna av olika väderförhållanden beaktas i beräkningar av referensevapotranspiration, men den aktuella evapotranspiration ( $ET_c$ ) skiljer sig från fält till fält beroende på odlad gröda. Effekterna av egenskaper som skiljer referensgrödan från andra grödor integreras i den så kallade grödkoefficienten ( $K_c$ ). Den aktuella evapotranspiration från ett fält beräknas enligt:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (8)$$

där  $ET_c$  är aktuella evapotranspiration,  $ET_0$  är referensevapotranspiration och  $K_c$  är grödkoefficienten

Kc integrerar effekten av egenskaper som skiljer en typisk jordbruksgröda från en gräsyta som är referensgröda med en konstant höjd och full marktäckning. Detta gör att olika grödor kommer att ha olika Kc-värde. Förändrade egenskaperna av växten under växtsäsongen påverkar också Kc-värdet. Direkt avdunstning från marken är en integrerad del av Kc därmed kommer faktorer som påverkar avdunstning från marken också att ha en effekt på Kc. Mer utförliga beskrivningar av metoder och beräknings-sätt finns i Allen et al., 1998.

I beräkningar av Kc-värde kan man välja att integrera både effekterna av transpiration och markavdunstning i en faktor eller dela Kc-värdet i två separata delar där den ena delen behandlar transpiration och den andra delen är avdunstning från markytan. Valet att behandla Kc i en faktor eller i två separata faktorer bestäms av syftet med beräkningarna. Vid dimensionering av bevattningssystem och planering av bevattningsutförande är det tillräckligt att behandla Kc som en samlingskoefficient som tar hänsyn till både transpiration och markavdunstning vilket är fallet i denna studie.

För att ta fram information om hur Kc-värdet varierar under en odlingsäsong är det första steget att definiera den totala längden på odlingsäsongen och längderna på de olika utvecklingsstadierna under odlingsäsongen. Nästa steg är att ta fram värdena för Kc under tre av perioderna, etablering, mitten på säsongen och vid skörd. Som sista steg tas en kurva fram för att representera Kc-värdens variation under en växtsäsong.

Ursprungliga längderna för växtsäsongen är framtagna från Allen et al., 1998. Växtsäsongens längder har därefter justerats efter andra svenska källor som SCB och försöksserier från SLU som är redovisade i Berglund et al, 2002. De framtagna Kc-värdena har senare använts för att karakterisera en halvmånadsperiod.

#### *Beräkning av bevattningsbehov*

Beräkning av bevattningsbehov görs i två steg; i det första steget har vi tagit fram nederbördsunderskott som är ett resultat av skillnaden mellan nederbördsmängd och  $ET_0$  under varje tvåveckorsperiod.  $ET_c$  värdena tas fram genom att multiplicera Kc-värden med  $ET_0$ . I ett andra steg definieras bevattningsbehovet som generellt beror på grödan och grödans utvecklingsstadier. Vissa generalisering har gjorts. Den så kallade bevattningssäsongen har vi definierat som perioden mellan april och september månad. Anledning till att april inkluderas beror på att växtsäsongen kan börja så tidig, samt att det är bra att erhålla information om vattenbalansen i marken från början av säsongen.

Bevattningen i spannmål och vall utförs som tillskottsbevattning så att så kallad vattenstress undviks. Detta beräknings sätt är bättre anpassat till bevattningsstyrning under ett mer modern jordbruket med grödor som ger högre avkastning. Bevattning utförts för att förhindra att vattenhalten i marken understiger 60 % av det växttillgängliga vattenmagasinet, vid lägre vattenhalt kommer växtens transpiration att minska och därmed också tillväxt. Rotdjupet antas vara en meter och det växttillgängliga vattenmagasinet 110 mm. Det förekommer inga bevattningar de sista tre veckor av växtsäsongen. I potatis ska bevattningen utföras så att vattenhalten i marken hålls högre än 80 % av växttillgängligt vattenmagasin. Inga bevattningar förekommer under de sista två veckorna av växtsäsongen. Rotdjupet i potatis antas vara 0,45 m och det växttillgängliga vattnet 60 mm.

### *Sammanställning av använd metodik för beräkning av bevattningsbehov*

1. Insamling och kontroll av dagliga nederbörds- och temperaturdata från fem kopplade klimatmodeller och två utsläppsscenarioer från år 2021 till år 2050 för tre områden.
2. Beräkningen av referensevapotranspiration ( $ET_0$ ) enligt Hargreaves metod med indata av max- och min- temperatur samt latitud för stationen.
3. Beräkning av en daglig grödkoefficient ( $K_c$ ) för höst- och vårsäd, potatis och vall.
4. Beräkning av daglig aktuell evapotranspiration ( $ET_c$ ) med hjälp av ekvationen;  
 $ET_c = ET_0 \cdot K_c$
5. Summering av dagliga nederbördsdata till 15 dagarsvärde ( $PcP_{15}$ ) för varje år under perioden, vilket ger nederbörd per halvmånad: från dag 1 till dag 15 och dag 16 till slutet av månaden.
6. Summering av dagliga  $ET_0$ -värden till 15 dagarsvärde ( $ET_{015}$ ) vilket ger ET per halvmånad: från dag 1 till dag 15 och dag 16 till slutet av månaden.
7. Beräkning av vattenbalansen för 15 dagarsperioder ( $WB_{15}$ ) enligt ekvationen;  
$$WB_{15} = PcP_{15} - ET_{15}$$
8. Ranking av nederbördsunderskottet under perioden med det största nederbördsunderskottet år 30. För historiskt klimat förekommer en period med 26 år (1991-2016)
9. Beräkning av bevattningsbehovet för höst- och vårsäd, potatis och vall med  $PcP_{15}$ - och  $ET_{c15}$ -värden från året rankat som nummer 25 med avseende på nederbördsunderskott för 30 års perioder och år nummer 22 för perioden med 26 år.

## **Resultat**

### *Sammanställning och ranking av nederbördsunderskottet*

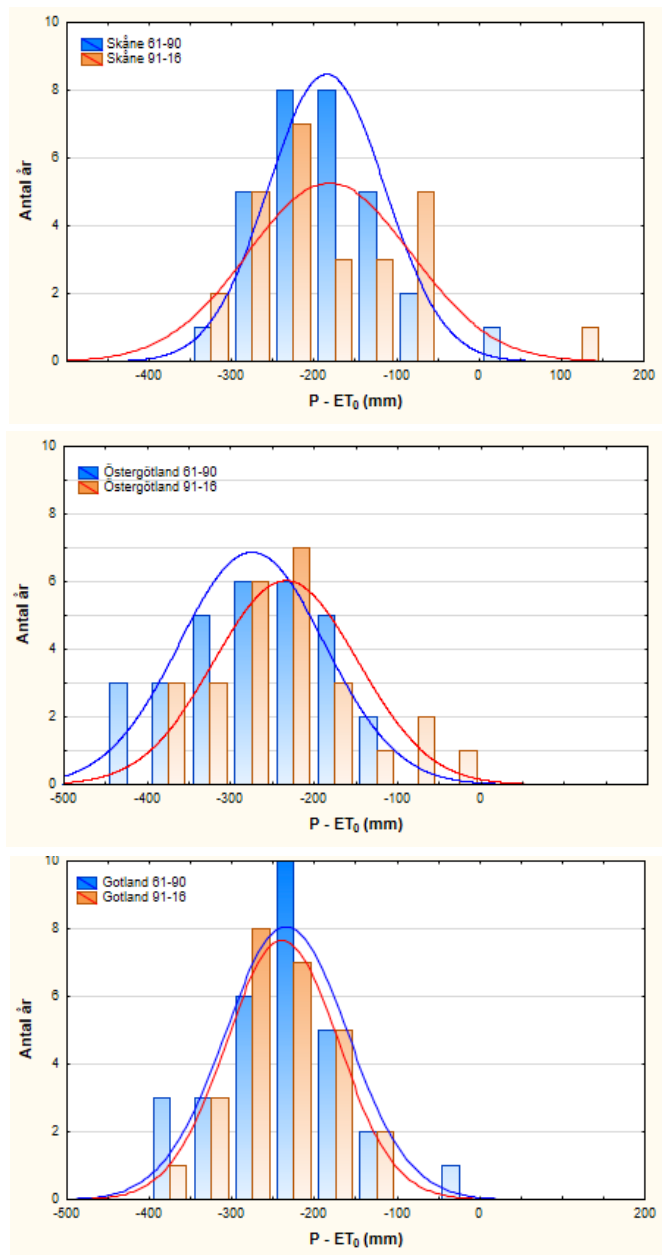
I figurerna 1-4 finns en sammanställning av nederbördsunderskott under april till september, de olika undersökta historiska och framtida tidsperioderna. Nederbördsunderskottet definieras som nederbörd minus potentiell evapotranspiration ( $P-ET_0$ ) där ett negativt värde ska tolkas som nederbördsunderskott som ger ett behov av bevattning. Ett positivt värde är ett nederbördsöverskott.

För historiska tidsperioder var skillnader mellan de så kallade indikativa torrår (år 25 respektive 22) för de två perioderna liten, utom i Östergötland där nederbördsunderskottet var något mindre under perioder 1991-2016. Spridningen av nederbördsunderskott under de historiska perioderna var generellt lägre jämfört med spridningen under den framtida perioden. Generellt var det ett sammanlagt nederbördsunderskott för perioden april till september under alla år med undantag för Skåne där några få år visade ett visst överskott (Figurerna 1 till 4). För den senaste historiska period hade den 25 % kvartilen med torra år (sammanlagda nederbördsunderskott för perioden april till september) en tendens för torrare förhållanden i både Skåne och Gotland. I Östergötland var skillnaden inte lika stora mellan de två historiska perioderna, men det totala nederbördsunderskottet var större jämfört med de andra två områdena.

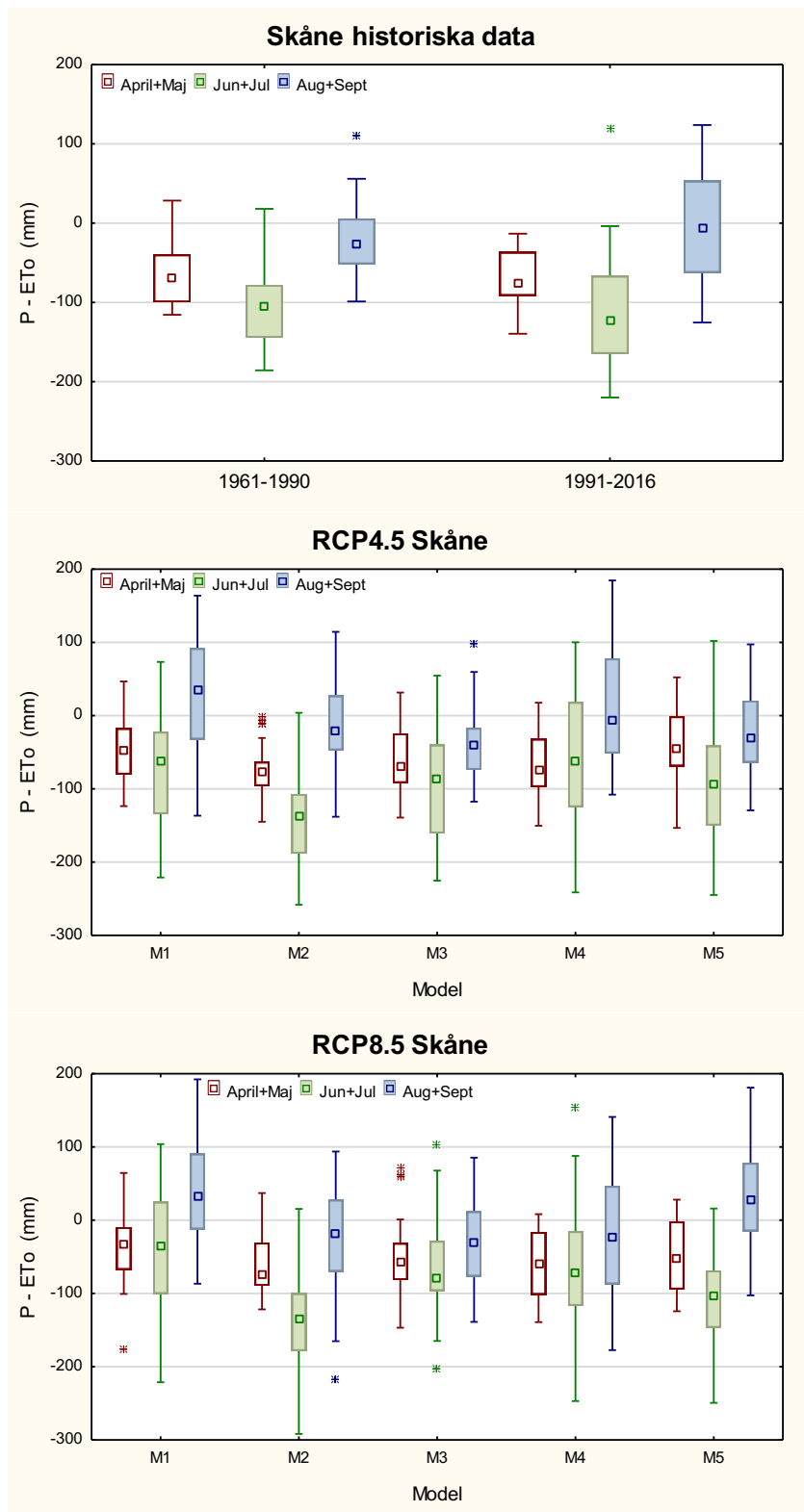


I alla område och för båda historiska perioder var nederbördsunderskott störst under perioden juni-juli, följt av april-maj och lägst under augusti-september. I Skåne var april-maj och juni-juli torrare i den senaste historiska perioden och augusti-september fuktigare. I Östergötland var nederbördsunderskottet samma för båda historiska perioderna under april-maj, juni-juli var mindre torr under den senaste historiska perioden och augusti-september något torrare. På Gotland var april-maj likartade, juni-juli mindre torr i den senaste perioden och augusti-september mycket torrare.

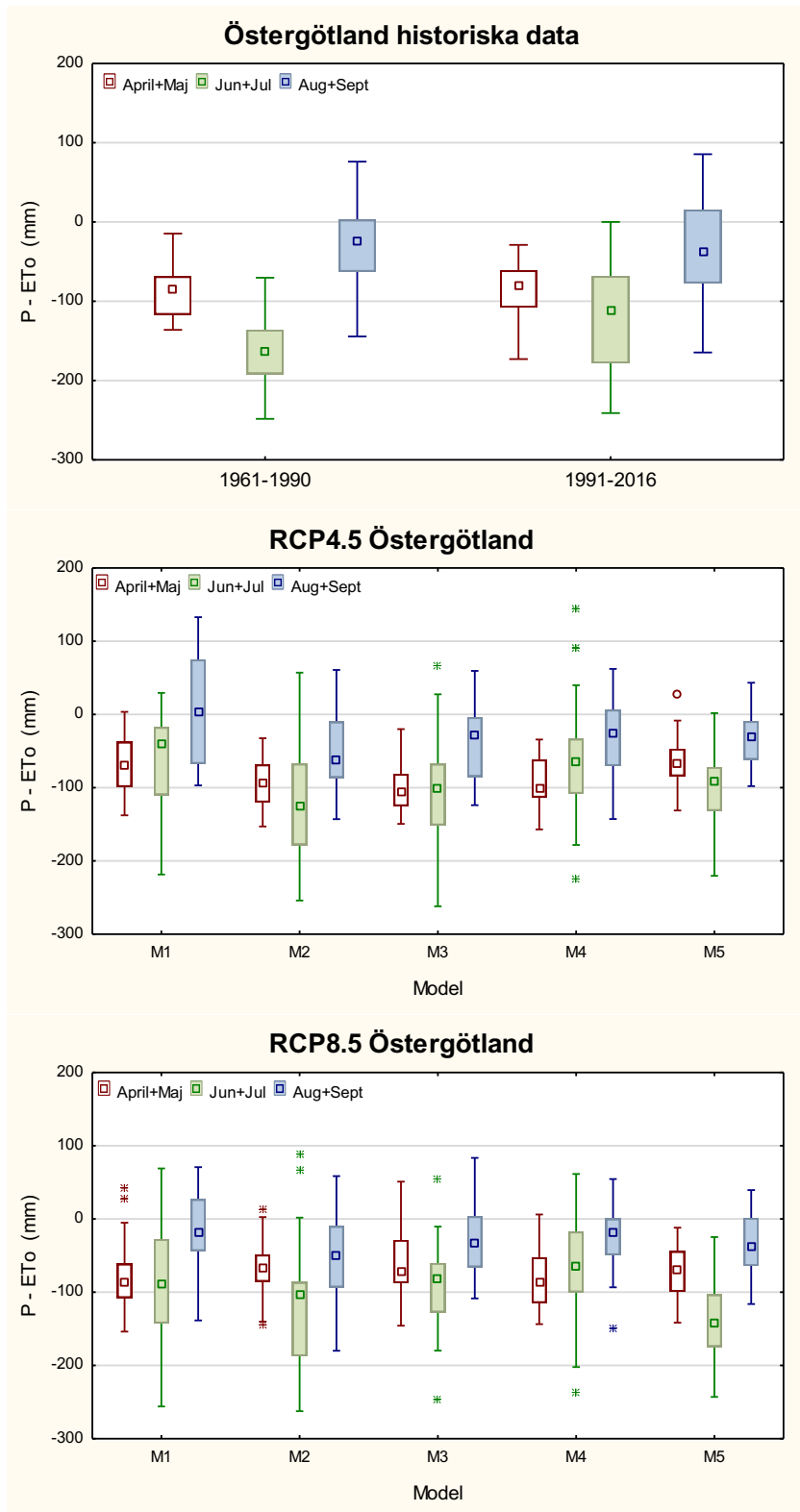
Under den framtida perioden var spridningen och graden av torra och våta år betydligt större än under de historiska perioderna. Också beräkningar visar att den kopplade Modell 1 tenderar att generera mera våta förhållande och Modell 2 mera torra förhållande.



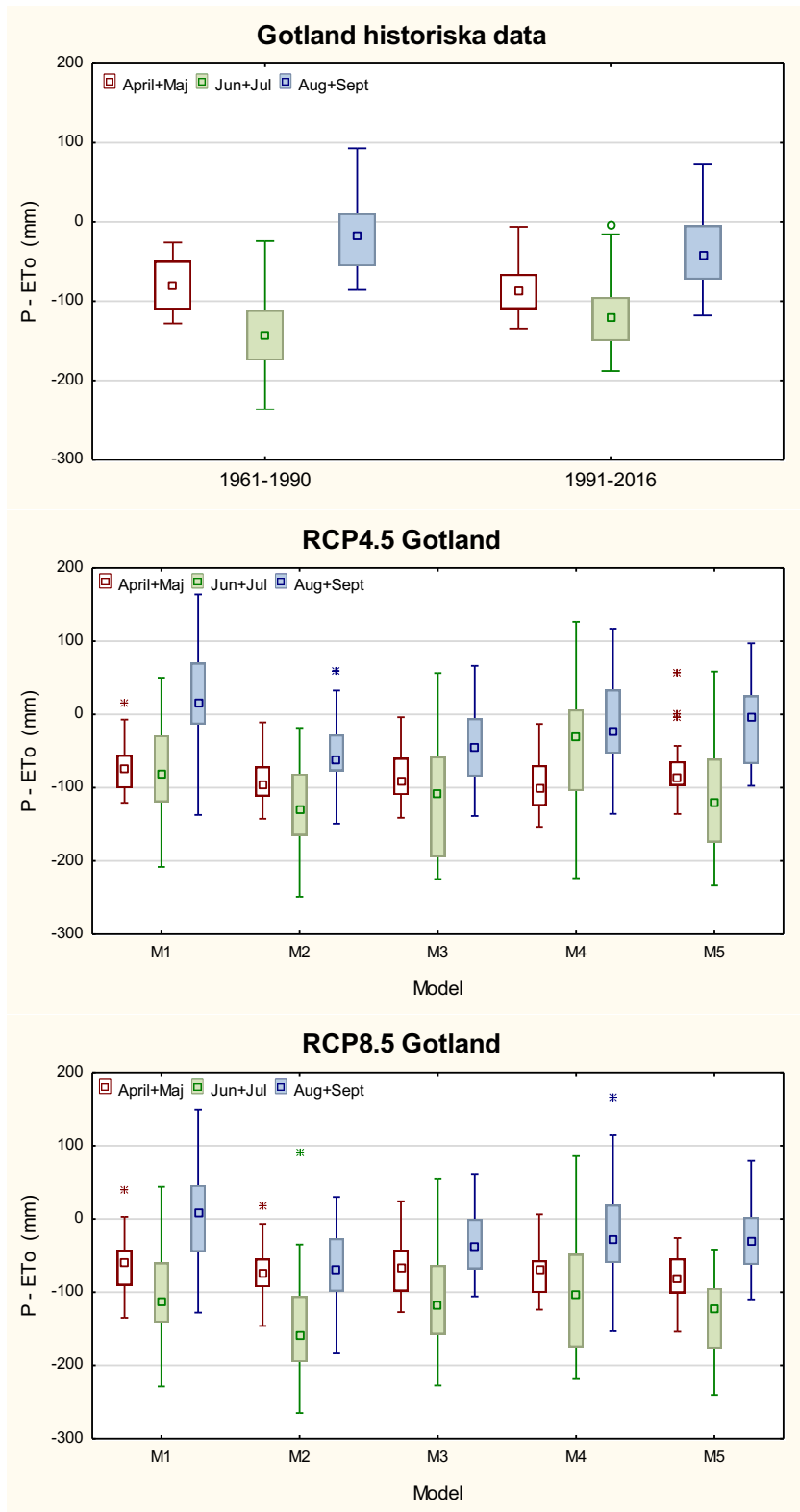
Figur 1. Fördelningen av nederbördsunderskott i Skåne, Östergötland och Gotland år 1961-1990 och 1991-2016.



**Figur 2.** Fördelningen av nederbördsunderskott i Skåne för två klimatscenarier under tidsperioden 2021-2050.



**Figur 3.** Fördelning av nederbördunderskott i Östergötland för två klimatscenarier under period 2021-2050.



**Figur 4.** Fördelning av nederbördsunderskott på Gotland för två klimatscenarier under tidsperiod 2021-2050.

### *Sammanställning av bevattningsbehovet*

I tabell 2 finns en sammanställning av en uppdaterad beräkning av bevattningsbehovet för fyra olika grödor i de tre undersökta områden för året rankat som nummer 25 av 30 år för 1961-1990 och året rankat som 22 av 26 för 1991-2016. Det går inte att dra några direkta sammanfattande resultat av bevattningsbehovet för alla grödor eftersom i vissa fall minskar och andra fall ökar bevattningsbehovet för en gröda och behovet varierar för olika grödor. Detta beror på begränsningar som finns i metodiken genom att åren är rankade efter hur stora underskotten var mellan april-september. Hänsyn har inte tagits när under säsongen nederbördsunderskottet inträffar. Vattenförbrukning varierar mellan olika grödor under säsongen.

I tabellerna 3 till 5 finns en sammanställning av uppskattat framtida bevattningsbehov för fyra olika grödor i de tre undersökta områden för året rankat som nummer 25 av 30 år för perioden 2021-2050. Bevattningsbehovet är beräknat med klimatdata från fem kopplade klimatmodeller med två olika klimatscenarier. Modell 1 ger i de flesta fall ett ganska litet bevattningsbehov. Modellerna 2-5 ger varierande resultat. Detta är relaterat till när vattenunderskott inträffar och hur stort växtens vattenförbrukning är då.

Bevattningsbehovet som redovisas i tabellerna 2 till 5 är nettobehovet av bevattning. Bevattningseffektiviteten ingår inte i beräkningen av bevattningsbehovet. Rankning är baserade på klimatdata för de olika kopplade modellerna och för de olika områdena. Detta resulterade i att de rankade åren blev olika år i de olika områdena.

**Tabell 2.** Bevattningsbehov i mm för höst- och vårsäd, potatis och vall samt i Skåne och Östergötland samt på Gotland under perioderna 1961-1990 och 1991-2016

Plats	Gröda	År	Apr-1	Apr-2	Maj-1	Maj-2	Juni-1	Juni-2	Juli-1	Juli-2	Aug-1	Aug-2	Sept-1	Sept-2	Total
Skåne	Höstvete	61-90	0	0	0	15	70	60	25	20	20	0	0	0	190
Skåne	Höstvete	91-16	0	0	20	40	25	55	75	20	0	0	0	0	235
Östergötland	Höstvete	61-90	0	0	20	60	65	55	60	20	0	0	0	0	280
Östergötland	Höstvete	91-16	0	0	15	40	50	10	55	60	0	0	0	0	230
Gotland	Höstvete	61-90	0	0	0	5	70	65	25	65	0	0	0	0	230
Gotland	Höstvete	91-16	0	0	30	35	40	50	25	45	25	0	0	0	225
Skåne	Vårsäd	61-90	0	0	0	0	45	60	25	20	30	0	0	0	150
Skåne	Vårsäd	91-16	0	0	0	0	15	55	75	25	0	0	0	0	170
Östergötland	Vårsäd	61-90	0	0	0	15	65	55	60	20	5	10	0	0	215
Östergötland	Vårsäd	91-16	0	0	0	0	40	10	55	60	0	0	0	0	165
Gotland	Vårsäd	61-90	0	0	0	0	30	65	25	65	0	0	0	0	185
Gotland	Vårsäd	91-16	0	0	0	0	20	50	25	45	30	0	0	0	140
Skåne	Potatis	61-90	0	0	0	0	15	45	25	25	50	20	0	0	180
Skåne	Potatis	91-16	0	0	0	0	0	35	75	25	0	25	15	0	175
Östergötland	Potatis	61-90	0	0	0	20	35	40	60	20	25	40	0	0	240
Östergötland	Potatis	91-16	0	0	0	0	5	0	50	65	20	20	20	0	180
Gotland	Potatis	61-90	0	0	0	0	15	50	25	65	0	30	0	0	185
Gotland	Potatis	91-16	0	0	0	0	0	35	25	50	55	10	10	0	185
Skåne	Vall	61-90	0	0	0	15	70	20	25	20	20	30	0	0	200
Skåne	Vall	91-16	0	0	0	45	25	20	70	25	0	15	35	0	200
Östergötland	Vall	61-90	0	0	5	60	65	15	55	20	0	40	10	5	260
Östergötland	Vall	91-16	0	0	5	45	50	0	30	60	0	20	35	0	210
Gotland	Vall	61-90	0	0	0	5	65	30	20	65	0	15	10	0	200
Gotland	Vall	91-16	0	0	15	35	40	20	25	45	25	20	20	0	225

**Tabell 3.** Bevattningsbehov för höst- och vårsäd, potatis och vall i mm i Skåne under perioden 2021-2050. Klimatdata är hämtad från de kopplade klimatmodellerna 1 till 5 efter simulering för utsläppsscenarioer RCP 4.5 och RCP 8.5

Gröda	RCP	Modell	Apr-1	Apr-2	Maj-1	Maj-2	Juni-1	Juni-2	Juli-1	Juli-2	Aug-1	Aug-2	Sept-1	Sept-2	Total
Höstvete	4.5	1	0	0	0	30	5	30	75	80	50	0	0	0	220
Höstvete	4.5	2	0	0	0	0	0	0	80	60	50	20	0	0	140
Höstvete	4.5	3	0	0	0	30	55	35	85	75	60	25	0	0	280
Höstvete	4.5	4	0	0	5	30	60	60	50	0	0	0	0	0	205
Höstvete	4.5	5	0	0	0	20	35	35	70	50	45	25	10	0	210
Höstvete	8.5	1	0	0	0	0	0	0	45	20	65	0	0	0	65
Höstvete	8.5	2	0	0	0	0	65	70	85	80	65	0	5	0	300
Höstvete	8.5	3	0	0	0	0	5	35	55	25	30	25	0	0	120
Höstvete	8.5	4	0	0	0	0	25	40	30	65	0	0	0	10	160
Höstvete	8.5	5	0	0	0	0	10	60	20	50	80	35	0	0	140
Vårsäd	4.5	1	0	0	0	0	0	0	60	80	50	0	0	0	140
Vårsäd	4.5	2	0	0	0	0	0	0	70	60	50	25	0	0	130
Vårsäd	4.5	3	0	0	0	0	15	35	85	75	65	35	5	0	210
Vårsäd	4.5	4	0	0	0	0	10	60	50	0	0	0	0	0	120
Vårsäd	4.5	5	0	0	0	0	15	70	65	70	55	0	0	0	220
Vårsäd	8.5	1	0	0	0	0	0	0	15	20	65	0	0	0	35
Vårsäd	8.5	2	0	0	0	0	10	70	85	80	70	10	15	0	245
Vårsäd	8.5	3	0	0	0	0	0	15	55	25	35	35	0	0	95
Vårsäd	8.5	4	0	0	0	0	0	35	30	65	0	0	15	10	130
Vårsäd	8.5	5	0	0	0	0	0	30	20	50	85	50	0	0	100
Potatis	4.5	1	0	0	0	0	0	0	45	80	55	0	0	0	180
Potatis	4.5	2	0	0	0	0	0	0	50	60	55	45	5	0	210
Potatis	4.5	3	0	0	0	0	15	10	70	75	65	55	30	0	290
Potatis	4.5	4	0	0	0	0	10	30	25	0	30	40	50	10	135
Potatis	4.5	5	0	0	0	0	15	35	55	70	60	0	5	0	235
Potatis	8.5	1	0	0	0	0	0	0	30	20	70	10	0	0	130
Potatis	8.5	2	0	0	0	0	10	30	70	80	70	35	50	10	295
Potatis	8.5	3	0	0	0	0	0	0	30	25	35	55	30	0	145
Potatis	8.5	4	0	0	0	0	0	5	15	65	0	50	45	20	135
Potatis	8.5	5	0	0	0	0	0	10	10	50	85	75	5	0	230
Vall	4.5	1	0	0	0	15	10	25	35	80	50	0	0	0	215
Vall	4.5	2	0	0	0	0	0	0	40	60	50	20	15	5	170
Vall	4.5	3	0	0	0	20	55	35	45	75	60	25	40	0	315
Vall	4.5	4	0	0	0	20	65	60	15	0	0	0	25	35	160
Vall	4.5	5	0	0	0	0	55	70	30	70	55	0	0	0	280
Vall	8.5	1	0	0	0	0	0	0	0	15	65	0	0	0	80
Vall	8.5	2	0	0	0	0	50	70	45	80	65	0	55	25	310
Vall	8.5	3	0	0	0	0	5	35	25	20	30	25	40	15	140
Vall	8.5	4	0	0	0	0	30	40	0	55	0	0	45	40	125
Vall	8.5	5	0	0	0	0	10	60	0	35	85	35	15	0	225



**Tabell 4.** Bevattningsbehov för höst- och vårsäd, potatis och vall i mm i Östergötland under perioden 2021-2050. Klimatdata är hämtad från de kopplade klimatmodellerna 1 till 5 efter simulering för utsläppsscenarioer RCP 4.5 och RCP 8.5

Gröda	RCP	Modell	Apr-1	Apr-2	Maj-1	Maj-2	Juni-1	Juni-2	Juli-1	Juli-2	Aug-1	Aug-2	Sept-1	Sept-2	Total
Höstvete	4.5	1	0	0	0	0	15	25	30	65	15	25	0	0	135
Höstvete	4.5	2	0	0	10	40	0	50	75	65	25	20	0	0	240
Höstvete	4.5	3	0	0	0	10	65	75	25	20	50	5	0	0	195
Höstvete	4.5	4	0	0	0	0	55	55	70	0	0	0	0	10	180
Höstvete	4.5	5	0	0	0	20	40	20	15	30	45	0	0	0	125
Höstvete	8.5	1	0	0	0	30	45	0	40	70	45	35	0	0	185
Höstvete	8.5	2	0	0	0	10	75	50	65	40	15	0	5	0	240
Höstvete	8.5	3	0	0	0	40	75	55	40	25	55	0	0	0	235
Höstvete	8.5	4	0	0	0	0	25	35	50	35	0	0	5	0	145
Höstvete	8.5	5	0	0	10	45	55	50	30	55	50	0	0	0	245
Vårsäd	4.5	1	0	0	0	0	0	0	20	65	20	40	0	0	85
Vårsäd	4.5	2	0	0	0	0	0	20	75	65	25	30	0	0	160
Vårsäd	4.5	3	0	0	0	0	10	55	35	80	30	25	0	0	180
Vårsäd	4.5	4	0	0	0	0	5	55	70	0	0	0	15	10	130
Vårsäd	4.5	5	0	0	0	0	0	10	15	30	50	0	15	0	55
Vårsäd	8.5	1	0	0	0	0	0	0	30	70	45	45	0	0	100
Vårsäd	8.5	2	0	0	0	0	35	50	65	40	20	10	10	0	190
Vårsäd	8.5	3	0	0	0	0	30	55	40	25	60	0	0	0	150
Vårsäd	8.5	4	0	0	0	0	0	30	50	35	0	10	15	0	115
Vårsäd	8.5	5	0	0	0	0	20	50	30	55	55	0	0	0	155
Potatis	4.5	1	0	0	0	0	0	0	0	65	20	65	30	0	150
Potatis	4.5	2	0	0	0	0	0	0	60	65	30	50	10	5	205
Potatis	4.5	3	0	0	0	0	5	25	20	80	35	45	25	0	210
Potatis	4.5	4	0	0	0	0	5	20	55	0	0	35	55	25	115
Potatis	4.5	5	0	0	0	0	0	0	0	15	50	20	50	5	85
Potatis	8.5	1	0	0	0	0	0	0	15	70	50	70	0	0	205
Potatis	8.5	2	0	0	0	0	30	15	50	40	20	30	40	5	185
Potatis	8.5	3	0	0	0	0	20	20	30	25	65	0	5	0	160
Potatis	8.5	4	0	0	0	0	5	0	35	35	0	45	45	10	120
Potatis	8.5	5	0	0	0	5	5	15	15	55	55	0	35	10	150
Vall	4.5	1	0	0	0	0	5	25	5	60	15	25	40	0	135
Vall	4.5	2	0	0	0	30	0	50	35	65	25	20	15	15	225
Vall	4.5	3	0	0	0	0	70	55	0	70	30	20	30	0	245
Vall	4.5	4	0	0	0	0	40	55	30	0	0	0	50	45	125
Vall	4.5	5	0	0	0	10	40	20	0	10	45	0	50	20	125
Vall	8.5	1	0	0	0	10	45	0	5	65	45	35	5	0	205
Vall	8.5	2	0	0	0	10	80	45	20	35	15	5	50	25	210
Vall	8.5	3	0	0	0	20	75	50	10	25	55	0	0	0	235
Vall	8.5	4	0	0	0	0	25	30	5	35	0	0	50	30	95
Vall	8.5	5	0	0	0	35	60	50	0	45	50	0	20	25	240

**Tabell 5.** Bevattningsbehov för höst- och vårsäd, potatis och vall i mm på Gotland under perioden 2021-2050. Klimatdata är hämtad från de kopplade klimatmodellerna 1 till 5 efter simulering för utsläppsscenarioer RCP 4.5 och RCP 8.5

Gröda	RCP	Modell	Apr-1	Apr-2	Maj-1	Maj-2	Juni-1	Juni-2	Juli-1	Juli-2	Aug-1	Aug-2	Sept-1	Sept-2	Total
Höstvete	4.5	1	0	0	0	25	45	10	60	0	60	30	0	0	140
Höstvete	4.5	2	0	0	0	20	60	45	40	55	50	15	0	0	220
Höstvete	4.5	3	0	0	0	15	55	50	65	65	75	10	0	0	250
Höstvete	4.5	4	0	0	0	25	0	50	75	75	60	0	0	0	225
Höstvete	4.5	5	0	0	0	10	20	70	60	70	65	0	0	0	230
Höstvete	8.5	1	0	0	0	0	0	20	40	0	60	25	0	0	60
Höstvete	8.5	2	0	0	0	0	50	65	35	45	45	25	0	0	195
Höstvete	8.5	3	0	0	0	0	35	65	65	75	0	0	0	0	240
Höstvete	8.5	4	0	0	0	25	65	5	50	65	60	25	0	0	210
Höstvete	8.5	5	0	0	0	25	30	70	25	25	90	30	0	0	175
Vårsäd	4.5	1	0	0	0	0	0	5	60	0	65	40	0	0	65
Vårsäd	4.5	2	0	0	0	0	15	45	40	55	55	25	0	0	155
Vårsäd	4.5	3	0	0	0	0	10	50	65	65	75	20	0	0	190
Vårsäd	4.5	4	0	0	0	0	0	10	75	75	60	0	0	0	160
Vårsäd	4.5	5	0	0	0	0	0	30	60	70	70	0	0	0	160
Vårsäd	8.5	1	0	0	0	0	0	0	35	0	65	35	5	0	35
Vårsäd	8.5	2	0	0	0	0	0	65	35	45	50	35	0	0	145
Vårsäd	8.5	3	0	0	0	0	0	55	65	75	0	5	5	0	195
Vårsäd	8.5	4	0	0	0	0	10	5	50	65	65	35	0	0	130
Vårsäd	8.5	5	0	0	0	0	20	50	70	20	30	0	0	0	160
Potatis	4.5	1	0	0	0	0	0	0	30	0	65	65	0	0	160
Potatis	4.5	2	0	0	0	0	10	15	30	55	60	45	20	5	215
Potatis	4.5	3	0	0	0	0	10	20	55	65	80	45	20	5	275
Potatis	4.5	4	0	0	0	0	0	0	60	75	65	15	0	10	215
Potatis	4.5	5	0	0	0	0	0	10	45	70	70	25	0	0	220
Potatis	8.5	1	0	0	0	0	0	0	25	0	65	55	35	0	145
Potatis	8.5	2	0	0	0	0	0	35	25	45	55	60	20	10	220
Potatis	8.5	3	0	0	0	0	0	30	55	75	0	30	30	0	190
Potatis	8.5	4	0	0	0	0	10	0	20	65	65	60	0	0	220
Potatis	8.5	5	0	0	0	0	15	25	60	20	30	0	0	0	150
Vall	4.5	1	0	0	0	5	50	5	25	0	55	35	0	0	175
Vall	4.5	2	0	0	0	10	65	40	10	55	50	20	30	20	250
Vall	4.5	3	0	0	0	5	60	50	30	60	75	15	25	20	295
Vall	4.5	4	0	0	0	15	5	45	40	70	60	0	0	25	235
Vall	4.5	5	0	0	0	0	15	65	20	65	70	0	0	0	235
Vall	8.5	1	0	0	0	0	0	5	15	0	60	30	45	5	110
Vall	8.5	2	0	0	0	0	45	60	10	45	45	30	30	25	235
Vall	8.5	3	0	0	0	0	25	65	30	70	0	0	35	0	190
Vall	8.5	4	0	0	0	5	70	5	15	60	60	25	0	0	240
Vall	8.5	5	0	0	0	20	65	50	35	15	25	0	0	0	210

## Diskussion

I uppdraget ingick att ta fram bevattningsbehovet för fyra grödor under en odlings-säsong. Vid valet av grödor utgick vi från fyra representativa grödor som ingår i en vanlig svensk växtföljd; höstvetete, vårsäd, vall och potatis. Höstvetete och vårsäd fick representera spannmålsodling. Vall en gröda som har lång växtsäsong och som svarar mycket positivt på bevattning under torra perioder. Potatis fick representera torkkänsliga grödor där bevattning är en förutsättning för odling. Bevattningsmängderna för spannmål och vall som redovisas i tabell 2 är kanske något större än de som tillämpas i praktiken. En anledning till att bevattning inte utförts i en större utsträckning är till stor del kopplad till lönsamheten där ofta den extra insatsen inte har betalat sig i form av högre skörd som kompenserar insatserna.

Bevattningsbehovet för framtiden varierade mycket beroende på en variation i klimatdata från de olika kopplade klimatmodellerna som ingick i undersökning. Potatis och vall har haft det största bevattningsbehovet för samtliga modeller. Detta kan förklaras av att potatis bevattnas mer frekvent än de andra grödorna samt att vallen har en längre växtsäsong. Bevattningsbehovet var större för höstvetete än för vårsäd vilket beror på den längre växtsäsongen hos höstvetete.

I beställningen av uppdraget fanns ett önskemål att använda liknande metodik för bestämning av bevattningsbehovet som rapporteras i Johansson och Klingspor (1977). Det har inte varit möjligt att fullständigt följa tidigare använd metodik. Detta för att en del information saknades för beräkningsättet och också för tidsbegränsningar i uppdraget. Beräkningarna av bevattningsbehovet ligger i samma storleksordning för vall och potatis i båda studierna. För spannmål är bevattningsbehovet större i denna studie jämfört med tidigare beräkningar. Detta kan förklaras av att olika strategier för bevattning av spannmål har tillämpats vid beräkning av bevattningsbehovet i de båda studierna. Enligt nuvarande beräkningar har både spannmål och vall bevattnats så att vattenstress undviks genom att inte tillåta att det växttillgängliga vattenmagasinet sjunker under 60 % av det totala magasinet. Dagens högre avkastande grödor ställer större krav på växttillgängligt vatten.

Resultaten bör betraktas som indikativa värde för bevattningsbehov. Det verkliga behovet och strategierna för bevattning kan variera något för olika typer av jordar och odlingsinriktningar, dessutom kan nederbördsfördelningen under året ha en direkt inverkan på storleken på bevattningsbehovet.

Som en del i metodiken beräknades nederbördsunderskottet för perioden april-september. För beräkning av bevattningsbehovet valdes året rankat som nr 25 av 30 år, dvs. ett torrår dock inte det torraste året. I rankningen utgick man ifrån det totala nederbördsunderskottet för perioden. En ojämnfördelning av nederbörd kan ha en stor påverkan på hur mycket av regnet som kan magasineras i markprofilen och senare utnyttjas av växten. Bevattningsbehovet kan därför vara större under ett år där stora nederbörds mängder faller under få tillfällen än som framgår av beräkningarna för hela odlingsperioden. För att få noggrannare beräkningar bör beräkningarna göras på dygnsbasis. Det blir då möjligt att ta hänsyn till hur mycket av nederbörden som kan magasineras i marken. Detta bör resultera i att bevattningsbehovet kan bli något större.

Framtagna värden i tabell 2 till 5 är bevattningsbehovet d.v.s. hur mycket extra vatten

man behöver tillföra en odling. Hur mycket den totala vattenåtgången kommer att bli beror på hur man utför bevattningen, bevattningseffektiviteten. Bevattningseffektiviteten i Sverige ligger mellan 80 % till 90 % därför bör värdena på bevattningsbehovet i tabell 2 och 5 multipliceras med en faktor på 1,11 till 1,25 för att erhålla det totala bevattningsbehovet.

Mer kunskap behövs framförallt om bevattningsutförande både när det gäller spannmål och vall. Försök behövs för att ta fram kunskap som kan bättre belysa under vilka perioder som bevattning ger bästa utbytet. Om bevattning utförs under strategiska perioder så kan vatten sparas.

## Referenser

Allen, R., Pereira, L., Raes, D. och Smith, M. 1998. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Crop Evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements. FAO, Water Resources, Development and Management Service. Rome, Italy.

Berglund, K., Berglund, Ö. och Gustafson Bjuréus, A. 2002. Markstrukturindex- ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Institutionen för markvetenskap, avdelning för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 02:4. Uppsala 2002.

Arnold, J.G., Allen, P.M. och Bernhardt, G. 1993. A Comprehensive Surface-Groundwater Flow Model. *Journal of Hydrology*, 142(1-4): 47-69.  
DOI:10.1016/0022-1694(93)90004-s

Hargreaves, G.H. 1975. Moisture availability and crop production. *Transactions of the ASAE*, 18(5): 980-0984.

Hargreaves, G.H. och Allen, R.G. 2003. History and Evaluation of Hargreaves Evapotranspiration Equation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 129(1): 53-63.  
DOI:doi:10.1061/(ASCE)0733-9437(2003)129:1(53)

Hargreaves, G.H. och Samani, Z.A., 1985. Reference Crop Evapotranspiration from Temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 1(2): 96. DOI:https://doi.org/10.13031/2013.26773

Joel, A., Grusson, Y. och Wesström, I. 2017. Beräknat bevattningsbehov för svenskt jordbruk under två 30-års perioder; 1961-1990 och 1991-2016.

Johansson, W. 1974. Metod för beräkning av vatteninnehåll och vattenomsättning i odlad jord med ledning av meteorologiska data. *Grundförbättring* 26: (2-3): 57-153.

Johansson, W. och Klingspor, P. 1977. Bevattning inom lantbruket 1976. Bevattnad areal, vattenåtgång och vattentäkter. Institutionen för markvetenskap, avdelning för lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck nr 100. Uppsala 1977.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R. och Williams, J.R. 2011. Soil and Water Assessment Tool - Theoretical Documentation - version 2009.

# Bilaga 2.

## Justering av koefficienter för husdjurens dricksvattenbehov

### Rolf Spörndly

Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet, Box 7024, 750 07 Uppsala

### Bakgrund

Statistiska Centralbyrån (SCB) gör en modellberäkning baserade på uppgifter om djurslag i Lantbruksregistret (LBR) för att uppskatta djurhållningens vattenanvändning. Som ett led i denna beräkning används koefficienter för husdjurs dricksvattenbehov (tabell 1). Under 2017 ska SCB genomföra en ny sammanställning av den totala vattenanvändningen i Sverige och Jordbruksverket har fått ett regeringsuppdrag att kvantifiera jordbrukets vattenbehov. Jordbruksverket har behov att via dess koefficienter kunna prognostisera framtida vattenbehov i ett varmare klimat. Innevarande rapport utgör en genomgång för att granska koefficienterna i tabell 1. Granskningen är utförd i augusti 2017 vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. Arbetet har bestått i att jämföra varje koefficient i tabell 1 med tillgänglig forskning och internationella rekommendationer och vid behov föreslå justering. I uppdraget ingick att speciellt uppmärksamma inverkan av omgivningens temperatur.

### Generellt

Den miljöfaktor som har störst betydelse för det totala vattenintaget (TWI) är totala intaget av torrs substans (DMI). Ett djur med hög produktion (som tillväxt, mjölk, ägg, arbete) har ett högre DMI och följaktligen ett högre TWI. Olika djurslag har olika TWI per kg DMI. Hur stor del av TWI som utgörs av dricksvatten (DWI) avgörs sedan i första hand av fodrets vattenhalt. Ett torrt foder leder till ett högre DWI medan ett mycket vått foder leder till betydligt lägre DWI eftersom en stor mängd vatten redan finns i fodret. Ytterligare faktorer som är foderbundet är fodrets halt av mineralämnen, speciellt natrium och kalium som ofta varierar för grovfoderätande djur. För djur som oftast äter ett komplett foder, som gris och fjäderfä, har fodrets proteinhalt betydelse där ett proteinrikare foder leder till högre vattenintag.

Utöver fodret har omgivningens temperatur en viss inverkan på DWI. Många studier som utförts på lantbrukets djur har visat att omgivningens temperatur har en måttlig inverkan på DWI upp till ca 27°C (NRC, 1981). Vid omgivningstemperaturer över denna nivå, som kan sägas vara över gräns för den termoneutrala zonen, stiger ofta DWI kraftigt (Khelil-Arfa, et al 2012). Eftersom medeltemperaturen förväntas ligga betydligt lägre i Sverige, även med viss klimatförändring har ingen justering p.g.a. klimat gjorts. Även senare studier än NRC (1981) visar på en blygsam effekt på DWI av temperaturförändringar i spannet +8 till +25 °C. Som ett exempel kan nämnas en litteratursammanställning för mjölkkor som anger en ökning av dricksvatten på 0,76 liter per ko och dag för varje °C upp till en medeltemperatur på 25 °C (Appuhami et al, 2016).

En viktig faktor vid revideringen har varit att klargöra vilket antal djur den angivna faktorn är tänkt att multipliceras med för att erhålla den totala vattenkonsumtionen för djurslaget. Faktorn är angiven per djurkategori och år, dvs 365 dagar. För djurkategorier med kortare period än 365 dagar blir antalet djurplatser det antal som den angivna vattenkonsumtionen ska multipliceras med, och inte antalet producerade djur per år. Antalet djurplatser är också i princip synonymt med antalet djur vid ett givet datum, vilket är det antal som lantbruksregistret anger.

**Tabell 1.** Vattenbehov som dricksvatten (DWI), m3 per år, reviderat augusti 2017.

Kategorier enligt LBR	Förklaring	Dricksvattenbehov, m <sup>3</sup> / år	Kommentar
MjKor	Mjölkkor	30	Oförändrat, se hänvisning
Amkor	Amko/diko	16	Oförändrat, se hänvisning
Kvig2	Kviga >2 år	14	Justerat, se hänvisning
Kvig12	Kviga 1-2 år	9	Justerat, se hänvisning
TjurStut2	Tjur,Stut>2 år	14	Justerat, se hänvisning
TjurStut12	Tjur, Stut 1-2 år	9	Justerat, se hänvisning
KvigKalv	Kvigkalv < 1 år	5	Justerat, se hänvisning
TjurStutKalv	Tjurkalv < 1 år	5	Justerat, se hänvisning
TackBagg	Tacka, bagge	2,3	Justerat, se hänvisning
Lamm	Lamm	0,8	Justerat, se hänvisning
Galtar	Galt	5,5	Justerat, se hänvisning
Suggor	Sugga	6	Justerat, se hänvisning
Slaktsvin	Slaktsvin >20 kg	2,4	Justerat, se hänvisning
Smagrisar	Smågris < 20 kg	0,8	Justerat, se hänvisning
Hons	Höna >= 20 v.	0,11	Justerat, se hänvisning
VarpKyckl	Värpkyckling	0,05	Justerat, se hänvisning
SlaktKyckl	Slaktkyckling	0,05	Justerat, se hänvisning
Hastar	Häst	10	Justerat, se hänvisning
Getter	Get	1,8	Justerat, se hänvisning
Killingar	Killing	1,6	Justerat, se hänvisning
Kalkon	Kalkon	0,15	Justerat, se hänvisning

## **Hänvisningar till tabell 1**

Mjölkkö. Räknat på 4,5 l per kg DMI och satt DMI till 7000 kg ts, baserat på en mjölkavkastning på 10 000 kg ECM och en levandevikt på 600 kg. (Cardot et al, 2008, Appuhamy et al, 2016)

### **Amko/diko**

Baserat på 6 månader sinko (35 l/dag) och 6 månader digivande (55 l/dag) Ward & McKague (2015)

### **Kviga >2 år**

Baserat på äldre kvigor/stutar (41 l/dag) enligt Ward & McKague (2015)

### **Kviga 1-2 år**

Baserat på yngre kvigor/stutar (25 l/dag) enligt Ward & McKague (2015)

### **Tjur, Stut >2 år**

Baserat på äldre kvigor/stutar (41 l/dag) enligt Ward & McKague (2015)

### **Tjur, Stut 1-2 år**

Baserat på yngre kvigor/stutar (25 l/dag) enligt Ward & McKague (2015)

### **Kvigkalv < 1 år**

Baserat på mjölkraskalv och kviga enligt Ward & McKague (2015)

### **Tjurkalv < 1 år**

Baserat på mjölkraskalv och kviga enligt Ward & McKague (2015)

### **Tacka, bagge**

Beräknat på tackans vattenbehov med en sin och dräktighetsperiod (10 månader) och en digivningsperiod (2 månader), baserat på Ward & McKague (2015).

### **Lamm**

Observera att lamm har kortare livslängd än 1 år. Det sker normalt inte omgångsuppfödning av lamm utan man föder upp en omgång lamm per år. Angiven faktor avser DWI för ett lamm under sin livstid som normalt är ca 6 månader, baserad på Ward & McKague (2015)

### **Galt**

Beräknat på sint/dräktig sugga samt galt enligt Ward & McKague (2015)

### **Sugga**

Beräknat på att suggan har 2 kullar per år och att suggans vattenbehov inkluderar digivningsperioden (Ward & McKague, 2015)

### **Slaktsvin >20 kg**

Observera att slaktsvin är >20 kg kortare tid än 1 år. Slaktsvin är normalt 4 månader mellan 20 kg levandevikt och slakt. Angiven faktor avser DWI för slaktsvin > 20 kg under ett helt år och relaterat till antalet slaktsvinsplatser och inte till antalet producerade slaktsvin per år. När faktorn ska användas för beräkning av totalt vattenbehov för slaktsvin >20 kg så är det skillnad på att använda antalet producerade slaktsvin per år i Sverige eller antalet existerande slaktsvin >20 kg i Sverige vid ett givet ögonblick. Angiven faktor beräknad på 3 liter vatten per kg foder, 245 kg foder per omgång och 3,2 omgångar per år (Riis, 2003; Olsson, 2008) Smågris < 20 kg

Observera att slaktsvin är <20 kg kortare tid än 1 år. Slaktsvin är normalt 2 månader < 20 kg levandevikt. Varav halva tiden hos suggan och får di varvid vattenkonsumtionen räknas till suggan. Angiven faktor avser DWI för slaktsvin < 20 kg under ett helt år och relaterat till antalet slaktsvinsplatser och inte till antalet producerade slaktsvin per år. När faktorn ska användas för beräkning av totalt vattenbehov för slaktsvin <20 kg så är det skillnad på att använda antalet producerade slaktsvin per år i Sverige eller antalet existerande slaktsvin <20 kg i Sverige vid ett givet ögonblick. Angiven faktor beräknad enligt avvänjningsgrisar < 23 kg enligt Ward & McKague, 2015)

#### **Höna >= 20 v.**

Årsmängden beräknat på en vattenkonsumtion hos värphöns på 0,3 liter per dag (Odelfors, 2010).

#### **Värpkyckling**

Observera att värpkycklingar är kycklingar kortare tid än 1 år. De är i denna kategori ca 15 v innan de sätts in som värphöns. Angiven faktor avser DWI för värpkyckling under ett helt år och relaterar till antalet slaktkycklingsplatser och inte till antalet producerade värpkycklingar per år. Normalt föds 2,5 omgångar värpkycklingar upp per år. Årsmängden är beräknad på samma vattenkonsumtion för tillväxt som slaktkyckling.

#### **Slaktkyckling**

Observera att slaktkycklingar lever kortare tid än 1 år. De lever endast lever ca 5 veckor. Angiven faktor avser DWI för slaktkyckling under ett helt år och relaterar till antalet slaktkycklingsplatser och inte till antalet producerade slaktkycklingar per år. Normalt föds 7 omgångar slaktkycklingar upp per år. Årsmängden vatten är beräknat på vattenkonsumtionen hos slaktkycklingar på 1,88 liter per kg foderkonsumtion (Fisker, Boxförsök 99, Dansk Slagtefjekræ, cit i Pettersson, 2008)

#### **Häst**

Angiven faktor är beräknad på behovet för underhåll och lätt arbete på 5 l per 100 kr levandevikt och en genomsnittlig vikt på 400 kg (Jansson, 2013). Det överensstämmer även med uppgifter från Ontario (Ward & McKague, 2015). Behovet varierar dock stort beroende framförallt på hästens storlek och graden av arbete.

#### **Get**

Angiven faktor baserad på 2,5 l DWI per kg DMI i försök med mjölkget under norska förhållanden (Ehrelnbruch et al 2010)

#### **Killing**

Ovetande om hur länge man räknar ungetter som killingar i LBR. Angiven faktor utgör DWI under djurets första år baserat på vattenkonsumtion hos lamm (Ward & McKague, 2015).

#### **Kalkon**

Medeltung kalkon under 27 °C enligt Ward & McKague (2015)



## Litteraturlista:

- Appuhami, J., Judu, J., Kebreab, E and Kononoff, P. 2016. Prediction of drinking water intake by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:7191-7205.
- Djurskyddsmyndigheten, 2007. Djurskyddsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. DFS 2007:5, saknr L100.
- Ehrlenbruch, R., Eknæs, M., Pollen, T., Andersen, I.L. & Bøe, K.E. 2010. Water intake in dairy goats – the effect of different types of roughages. *Italian Journal of Animal Science* 9, 400-403.
- Holter, J. B., and W. E. Urban, Jr. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75:1472-1479.
- Jansson, A. 2013.Utfodringsrekommendationer för häst. Rapport 289. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Khelil-Arfa, H., Boudon, A., Maxin, G. & Faverdin, P. 2012. Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions. *Animal*, 6:10, pp 1662-1676.
- Murphy, M. R., C. L. Davis, and G. C. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 66:35-38.
- Ohlson, A. 2008. Grisfoder. Informationsmaterial ”Utfodring för växtodlare”. HIR Kristianstad och Greppa Näringen. [www.greppa.nu/download/18.510b667f12d3729f91d8000482/2\\_Ana+Olsson\\_Ut+Odelfors,+Å.](http://www.greppa.nu/download/18.510b667f12d3729f91d8000482/2_Ana+Olsson_Ut+Odelfors,+Å.) 2010. Vatten är livsviktigt. *Tidningen Fjäderfä* nr 7.
- Pettersson, L. 2008. Enkla utfodringsprogram för varje kycklinghybrid. *Tidningen Fjäderpennan* Nr 2. Svenska Foder AB. Lidköping.
- Riis, T.L., 2003. The dynamic relationship between water and feed intake in slaughter pigs. Master thesis L 9756. Department of Animal Science and Animal Health Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. SvenskaPig, c/o LRF Sydost, Box 974, 391 29 KALMAR
- Ward, D. & McKague, K. 2015. Water requirement of livestock. Fact sheet 716/400. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Canada. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/07-023.htm#6>
- Water-Environment interactions. In: Effect of environment on nutrient Requirements of Domestic Animals, 1981. NRC Subcommittee on Environmental Stress: National Academic Press. Washington (DC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232337/>



# Jordbruks verket

Jordbruksverket  
551 82 Jönköping  
Tfn 036-15 50 00 (vx)  
E-post: [jordbruksverket@jordbruksverket.se](mailto:jordbruksverket@jordbruksverket.se)  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

ISSN 1102-3007 • ISRN SJV-R-18/18-SE