

Förbättrad vattenbalansberäkning genom inkludering av jordbruksbevattning

Johan Strömqvist¹, Eva Johansson², Maria Elenius¹, Elisabeth Bölenius², Maria Bertrand²,
Carin Hayer²

¹ SMHI

² Jordbruksverket



Pärmbild.

Bilden föreställer bevattning med ramp. Foto Joseph Fulgham

HYDROLOGI NR 124

Förbättrad vattenbalansberäkning genom inkludering av jordbruksbevattnings

Johan Strömqvist, Eva Johansson, Maria Elenius, Elisabeth Bölenius, Maria Bertrand, Carin Hayer

Granskad och Godkänd av: Niclas Hjerdt

Denna sida är avsiktligt blank

Sammanfattning

Ett förändrat klimat gör att konkurrensen om vattnet ökar. Detta är särskilt uttalat i delar av landet som till exempel sydöstra Sverige. Mer konkurrens om vattnet ger ett ökat behov av kunskap om vattentillgångar och vattenbehov för att kunna planera vattenanvändningen och matcha tillgångar och behov så bra som möjligt.

Kunskap om mängden vatten som används för bevattning av jordbruksgrödor är en del i det underlag som behövs för att få en bättre beskrivning av Sveriges vattenbalans. Inom detta projekt har bevattningsmodulen i den hydrologiska modellen HYPE anpassats till svenska förhållanden.

Arbetet har bedrivits stegvis och det första steget var att beskriva allmänna bevattningsstrategier i Sverige. Utifrån denna beskrivning och tillgänglig bevattningsstatistik har sedan antaganden för den hydrologiska beräkningsmodellen gjorts. Sedan har specifika data för ett pilotområde i Skåne (Vramsån) inhämtats, för att kunna utvärdera modellen för detta område. Verifieringen av modellresultatet visar att bevattningens intensitet och frekvens för olika grödor i stora drag stämmer, att den totala bevattningsmängden är i rätt storleksordning och att flödes-beräkningarna förbättras avseende lågflöden när bevattning ingår i beräkningarna.

Det finns möjligheter till fortsatt utveckling så att modellen kan användas både för att beräkna bevattningsuttagets dagliga påverkan i vattenbalansberäkningen för hela landet och för att förbättra den officiella statistiken för bevattningsuttag.

Förord

Arbetet som beskrivs i denna rapport har utförts i nära samarbete mellan SMHI:s hydrologiska forskningsenhet och Jordbruksverkets miljöanalysenhet.

Under åren 2018-2020 har SMHI arbetat med att förbättra landets kunskap om vattenuttag. Bevattningsberäkningarna i denna rapport är en del i detta större arbete. Jordbruksverket har i sin tur ett uppdrag om att stödja utvecklingen av jordbrukets vattenhantering för att nå livsmedelsstrategins mål om att öka livsmedelsproduktionen på ett hållbart sätt. Att utveckla kunskapen om jordbrukets behov av bevattningsvatten ingår i detta uppdrag.

Bevattningsberäkningar behöver alltså användas i båda myndigheternas arbete. SMHI och Jordbruksverket har därför ett gemensamt intresse i att förbättra och utveckla de modeller för bevattningsberäkningar som används. Genom att arbeta tillsammans har effektiviteten ökat och eventuellt dubbelarbete undvikits. Samarbetet har dessutom gett myndigheterna en gemensam förståelse kring begrepp, avgränsningar och osäkerheter vid bevattningsberäkningar.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	4
2	SYFTE	4
3	PROJEKTUPPLÄGG	4
4	RESULTAT OCH ANALYS	5
4.1	Beskrivning av befintlig tillgängliga data	6
4.1.1	Statistikenheten	6
4.1.2	Geodataenheten	6
4.1.3	Älvan	6
4.2	Intervjuer med referensgrupp och rådgivare om bevattningsstrategier i Sverige	7
4.2.1	Prioritering mellan grödor vid bevattning	8
4.2.2	Vattenkälla och åtgång	8
4.2.3	Bevattningsperiod	8
4.3	Modellantaganden om bevattning i S-HYPE	8
4.3.1	Bevattningsbehov	10
4.3.2	Parametrisering av bevattnade grödor i modellen.....	12
4.3.3	Vattenuttag och bevattning av markklasser och marklager.....	14
4.4	Pilotområde Vramsån	14
4.4.1	Kartläggning av bevattningsuttag i Vramsån	14
4.4.1.1	Strategier för kartläggningen.....	15
4.4.1.2	Resultat av kartläggningen.....	16
4.4.1.3	Felkällor vid kartläggningen.....	17
4.4.2	Verifiering av modellresultat för Vramsån.....	18
4.4.2.1	Vattenuttag.....	18
4.4.2.2	Påverkan på vattenföring.....	20
5	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	22
6	FORTSATT ARBETE	23
7	REFERENSER	24

Denna sida är avsiktligt blank

1 Bakgrund

Ett förändrat klimat gör att konkurrensen om vattnet ökar. Detta är särskilt uttalat i delar av landet som till exempel sydöstra Sverige. Mer konkurrens om vattnet ger ett ökat behov av kunskap om vattentillgångar och vattenbehov för att kunna planera vattenanvändningen och matcha tillgångar och behov så bra som möjligt. Jordbruket har behov av vatten för att kunna nyttja potentialen i den åkermark som finns men samtidigt måste jordbrukets behov avvägas och balanseras gentemot andra samhällssektors behov.

Under åren 2018-2020 har SMHI arbetat med att förbättra landets kunskap om vattenuttag. Uppdraget formulerades först 2018 via klimatanpassningsanslaget i SMHIs regleringsbrev (Regeringen, 2018) samt i 2019 års regleringsbrev: "... kunskapsuppbyggnad och sammanställning av vattenuttag på avrinningsområdesnivå som underlag för regionala och lokala vattenförsörjningsplaner i samarbete med relevanta myndigheter och sektorer" (Regeringen, 2019). År 2020 fick SMHI medel för att avsluta pågående projekt (Regeringen, 2020). Jordbruksverket har ett uppdrag om att stödja utvecklingen av jordbrukets vattenhantering för att nå livsmedelsstrategins mål om att öka livsmedelsproduktionen på ett hållbart sätt.

Ett steg i att förbättra SMHI:s beräkningar av lågflöden är att ta hänsyn till vattenuttag som görs för bevattning. I HYPE-modellen finns sedan tidigare en bevattningsmodul anpassad för bevattning i mer arida områden. För att kunna använda bevattningsmodulen med den svenska parameteruppsättningen S-HYPE behöver den anpassas till svenska förhållanden och sedan utvärderas mot kända data.

Jordbruksverket tar tillsammans med SCB fram statistik om jordbrukets uttag av bevattningsvatten och ser ett behov av att förbättra denna statistik. Under 2018 genomförde Jordbruksverket ett regeringsuppdrag om jordbrukets vattenbehov och tog med hjälp av SLU fram nya koefficienter för olika gröders vattenbehov. Jordbruksverket ser även ett behov av att förbättra prognoserna för framtida vattenbehov. Det framtida vattenbehovet för bevattning är starkt kopplat till lönsamheten i bevattning och denna faktor blir därför viktig att hantera.

Bevattningsberäkningar behöver alltså användas i båda myndigheternas arbete. SMHI och Jordbruksverket har därför ett gemensamt intresse i att förbättra och utveckla de modeller för bevattningsberäkningar som används.

2 Syfte

Syftet med detta projekt kan sammanfattas i tre målsättningar:

- 1) Att få fram en fungerande modell för att beräkna bevattningsuttagets påverkan på vattenbalansberäkningen i S-HYPE.
- 2) Att förbättra den officiella statistiken för bevattningsuttag.
- 3) Att förbättra kunskap bland de myndigheter som ingår i projektet om bevattningsuttag och bevattningsstrategier.

3 Projektupplägg

Grundtanken för projektet var att fördjupa kunskapen om allmänna bevattningsstrategier i Sverige och utifrån det utveckla en modell i S-HYPE för att dag för dag tillämpa den inom ett pilotområde med tillgång till data om verkliga bevattningsuttag så att dessa kan användas för utvärdering av modellen och vidareutveckling av myndigheternas metoder för bevattningsberäkningar.

I egenskap av ett utvecklingsprojekt fanns redan från början en medvetenhet om att planeringen och arbetet med projektet kunde behöva justeras utifrån de resultat som fås. I

Tabell 1 nedan görs ett försöka att illustrera hur den ursprungliga planen var och hur projektet utvecklade sig, det vill säga hur det faktiskt blev.

Den största justeringen som gjordes var att istället för att kunna använda resultatet av länsstyrelsernas tillsynskampanj (Länsstyrelsen Gotland, 2019) som datakälla för verkliga bevattningsuttag inom pilotområdet fick dessa data för verifiering samlas in inom ramen för detta projekt. Detta var tidskrävande arbete och det är den främsta anledningen till att inte alla steg kunde genomföras enligt den ursprungliga planen.

Tabell 1. Ursprunglig plan och hur det blev, numreringen refererar till de olika delkapitlen i resultatkapitlet, kapitel 4

Ursprunglig plan	Hur det blev
4.1. Beskrivning och förståelse av befintlig tillgänglig data	Genomfört
4.2. Beskrivning av allmänna bevattningsstrategier i Sverige	Genomfört
4.3. Anpassning bevattningsberäkningar i S-HYPE, modellantaganden	Genomfört
Uppdatering av Jordbruksverkets rutin för statistikberäkningar	Inte genomfört
Resultat tillsynskampanj – verkliga bevattningsuttag i pilotområde	4.4.1 Insamling av verkliga bevattningsuttag i pilotområde
4.4.2. Utvärdering av modell med hjälp av verkliga bevattningsuttag i pilotområde	Genomfört
Testberäkningar av uppdaterad rutin för Jordbruksverkets statistikberäkningar	Inte genomfört
Känslighetsanalys för olika parametrar i bevattningsmodulen i S-HYPE	Delvis genomfört vid framtagande av parametrar
Utveckling av en optimerad bevattningsmodul i S-HYPE användbar i hela landet	Modul framtagen men inte testad i hela landet

4 Resultat och analys

I detta kapitel presenteras befintliga data för bevattningsuttag som identifierades under projektet. Den information om bevattningsstrategier som inhämtades under intervjuer med lantbrukare och rådgivare och utvecklingen av de modellantaganden om bevattning som görs i S-HYPE redovisas här. Svarsdata från kartläggningen av bevattningsuttag inom pilotområdet presenteras och jämförs sedan med de simulerade resultaten från S-HYPE för motsvarande område. För att redovisa en samlad bild av varje steg inom projektet så vävs resultaten ihop med de metoder som användes samt övergripande tolkningar av resultatet.

4.1 Beskrivning av befintlig tillgängliga data

För att få en bättre förståelse för tillgängliga data som skulle kunna vara användbar i utvecklingen av beräkningsmodell för bevattning i Sverige har Jordbruksverket och SMHI besökt olika dataägare. Besöken har gått ut på att få se i vilken form och på vilket sätt data finns lagrat. Studiebesök har genomförts på statistikenheten och geodataenheten på Jordbruksverket samt på vattenenheten vid länsstyrelsen i Jönköping.

4.1.1 Statistikenheten

Hos Statistikenheten finns data från genomförda strukturundersökningar¹ lagrade. Dessa används för att beräkna nationell bevattningsstatistik.

Data från strukturundersökningen finns lagrade i statistikprogrammet SAS. Det finns en tabell med en rad för varje företag i strukturundersökningen. Kolumnrubrikerna är många, t.ex. kundnummer, areal som kan bevattnas, areal som har bevattnas, regionkod och kod utifrån driftsinriktning. För de som fått fördjupningsenkäten och svarat på den är ytterligare kolumner ifyllda; areal bevattnad spannmål, areal bevattnad potatis osv.

Eftersom datamängden är begränsad och de områden som skulle vara bra att räkna på (delavrinningsområden) är relativt små och många så görs bedömningen att de beräkningar som skulle fås fram på detta sätt både skulle bli väldigt osäkra och svåra att dela pga. statistiksekretess.

4.1.2 Geodataenheten

Hos Geodataenheten finns Jordbruksverkets blockdatabas lagrad. I blockdatabasen finns den mark som lantbrukarna får olika stöd för. Den baseras på deras ansökningar i Jordbruksverkets ansökningssystem för jordbrukarstöd, SAM Internet.

Utöver block finns även något som kallas skifte. Skiften är ofta desamma som blocken men vissa block är uppdelade i flera skiften för att kunna skilja på olika grödor. Skiften är alltså ofta lika stora som block men kan även vara mindre.

Skiftena har grödkoder och det finns en grödkodlista som beskriver vilken sorts gröda de olika koderna står för. Grödkodlistan går att ladda ner från Jordbruksverkets webbplats (Jordbruksverket, 2020).

Det finns en databas med markklasser. Markklasserna är kopplade till olika åtagande och åtgärdsytor, exempel på markklasser är skogsbete, skyddszon mot vattendrag och betesmark med särskilda värden.

Det finns även en databas med Sverige uppdelat i olika regioner. Databasen innehåller 2844 regioner vilket är ungefär lika många som SMHIs biflödesområden (2104 områden).

4.1.3 Älvan

Vattenenheten vid Länsstyrelsen i Jönköpings län besöktes för att få en bild av vilka data som finns och hur data är lagrat i Älvan. Älvan är ett tillsynsregister för vattenverksamhet som är tillgängligt för länsstyrelserna via en webbapplikation. Handläggarna har bara tillgång till objekt i det egna länet. Utöver det har systemet få behörighetsnivåer. Handläggare som kan se mer än vanliga användare kallas för objektspecialister (objekt syftar här på Älvan och inte tillsynsobjekt).

I Älvan finns anmälda och tillståndsgivna vattenverksamheter, men eftersom inte alla vattenverksamheter är anmälda eller tillståndsgivna så är systemet inte heltäckande. Det finns möjlighet att lagra mycket information i Älvan men för vattenanläggningarna i Jönköpings län är det mycket som saknas.

¹ Strukturundersökningen är en EU-reglerad undersökning av jordbruket som görs i samtliga EU:s medlemsländer vart tredje år.

I systemet kan olika sökningar göras. Man kan exempelvis söka på typ av vattenanläggning, som kan vara bortledning, uttag, osv. Inom en vald kategori kan man sedan söka på olika ändamål, exempelvis "bevattning". Ett problem med sökningarna är dock att namngivningen och klassningen av vattenanläggningar inte är konsekvent, vilket t.ex. gör att en bevattningsverksamhet kan hittas under både "bortledning" och "uttag".

När en vattenanläggning öppnas upp i systemet finns tillgänglig information om den under olika flikar; vattenförekomst, tillsyn, fastigheter, vattenföringsdata, övrigt, bortledning, uttag.

4.2 Intervjuer med referensgrupp och rådgivare om bevattningsstrategier i Sverige

En översiktlig undersökning gjordes med hjälp av intervjuer med lantbrukare och rådgivare. Resultaten som presenteras nedan ska inte ses som en heltäckande undersökning utan är ett stickprov som är tänkt att ge en bild av hur bevattningen kan ske i praktiken. Den ger också en bild av hur det varierar mellan olika gårdar beroende på driftsinriktning, storlek och geografisk placering bland annat. Det gör till exempel att vissa grödor både kan finnas med bland de som bevattnas och de som inte bevattnas.

Av de lantbrukare som intervjuades var en på Gotland, två i Halland, två i Västra Götaland och en i Östergötland. Fyra var rena växtodlingsgårdar, varav en grönsaksodlare, och två var gårdar med djur. Dessutom intervjuades en tidigare bevattningsrådgivare som var placerad i Kalmar. Förutom detta gjordes en översiktlig omvärldsbevakning med hjälp utav muntliga och digitala källor. Hur bevattningen skett inom pilotområdet presenteras under kapitel 4.4.

Den information som efterfrågades i intervjuerna var:

- Driftsinriktning (växtodling, djur m.m.)
- Vilka grödor finns på gården?
- Teknik (kanon, ramp, pivot m.m.)
- Jordarter
- Vilka grödor bevattnas?
- Vilka grödor bevattnas aldrig?
- Vilka grödor behöver bevattnas samtidigt?
- Vilka grödor bevattnas aldrig samtidigt?
- Prioriteringsordning på bevattning av olika grödor?
- Ungefärlig vattenåtgång/gröda?
- Minsta bevattningsmängd per tillfälle?
- Intensiteten på bevattningen?
- Tidigast bevattning, senast bevattning?
- När bevattnas det som mest?
- Hur bestämmer du när och hur mycket du bevattnar?
- Vattenkälla?
- Vad begränsar din bevattning; vattenbrist eller kapacitetsbrist, lönsamhet m.m.?
- Hur ser du på framtiden; ökar bevattningen, finns möjlighet?

Den vanligaste bevattningstekniken var med kanon. Beslutet om bevattning tas genom att kolla grödan, gräva i jorden och kolla vädret. Ofta körs bevattningen på schema för att hinna runt. Det går inte att vänta på ett visst bevattningsbehov för då blir det för sent för en stor del av grödorna. Väderprognoser har inte så stor påverkan, bevattning avslutas om nederbörd kommer men inte baserat på prognoser om att nederbörd ska komma. Till exempel kan potatis vattnas en gång i veckan, grönsaker var fjärde, femte dag och de vallar som bevattnas var tionde till fjortonde dag. Det är dock stor variation mellan lantbrukare beroende på markförhållanden, bevattningskapacitet, lönsamhet, driftsinriktning, prioritering och andra aspekter förutom den stora variation som nederbörd och temperatur står för.

Den begränsning som uppges är till hälften på grund av begränsad tillgång till vatten och till hälften på brist i maskin- och tidskapacitet.

Hur bevattningen kommer utvecklas i framtiden beror i stor utsträckning på lönsamheten.

4.2.1 Prioritering mellan grödor vid bevattning

Prioriteringsordningen mellan grödor varierar mellan lantbrukare. Variationen beror på vilka grödor lantbrukaren har, olika grödors behov vid det specifika tillfället, lönsamhet, företagets driftsinriktning m.m. Potatis och grönsaker är ofta högt prioriterade. Vallen prioriteras högt på djurgårdar. När det gäller övriga grödor prioriteras höstraps före spannmål.

Olika sorters grönsaker behöver oftast bevattnas samtidigt. Vall bevattnas hela säsongen och dess bevattningsbehov krockar därför med de flesta andra grödor. Potatis är en annan gröda som bevattnas under stor del av säsongen och därför konkurrerar med andra grödor. Beroende på hur vädret blir under en säsong kan nästan alla grödor konkurrera med varandra.

Generellt är det dock så att höstraps bevattnas tidigt på säsongen och konkurrerar då oftast inte med något annat. Majs och sockerbetor bevattnas oftast sent på säsongen och konkurrerar med varandra men inte med andra grödor.

De som intervjuades uppgav att de bevattnade grönsaker, havre, höstkorn, höstraps, höstvet, majs, potatis, råg, sockerbetor, vall, vårkorn, åkerböna och ärtor. Vissa lantbrukare uppgav att de bevattnade vall, medan andra uppgav att de inte gjorde det. På samma sätt uppgav bara vissa lantbrukare att de bevattnade vårspannmål (havre, vårkorn, vårvete). De grödor som inte bevattnades var blandsäd, helsädesblandning och rågvete.

4.2.2 Vattenkälla och åtgång

I referensgruppen var den vanligaste vattenkällan ytvatten från sjö eller vattendrag och/eller bevattningsdamm. Prioriteringen hos de som använde både bevattningsdamm och ytvatten var dammen först, sedan ytvatten. Ungefärlig vattenåtgång per gröda varierar kraftigt. Potatis och vall får oftast flera givor, grönsaker lika så. Övriga grödor får oftast noll till två givor. Jordarten påverkar bevattningsstrategin så att man ger mindre givor och oftare på lättare jordar. Temperaturen påverkar bevattning så att om det är varmt ökar man givan för att kompensera avdunstningen både från mark och vid spridning.

Minsta bevattning per tillfälle är 10-50 mm men 20-35 mm är vanligast. Bevattningsintensiteten ligger ofta på 3-4 mm per timme.

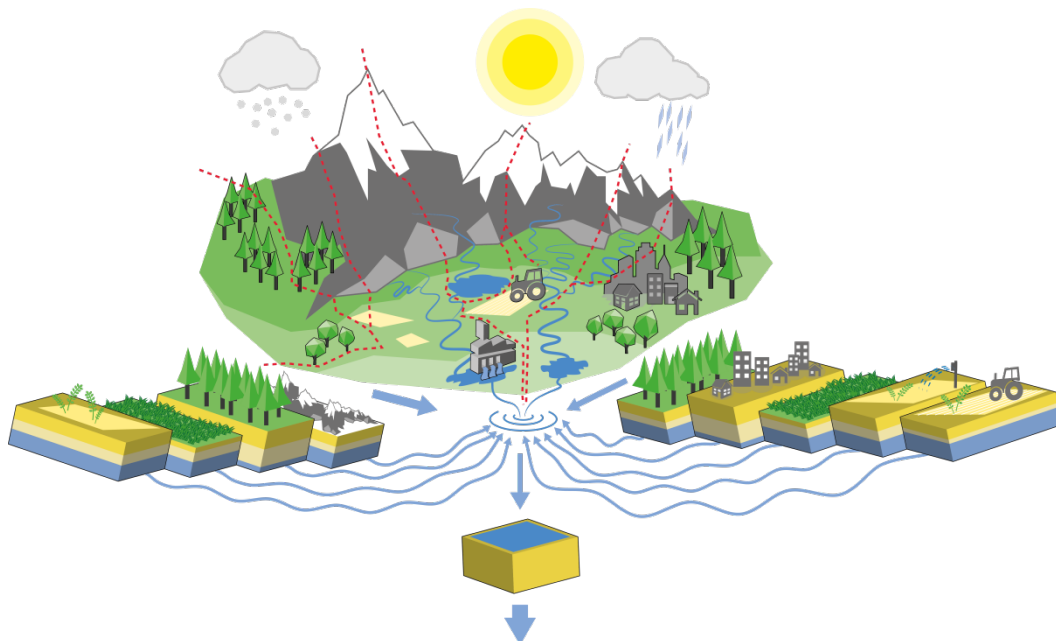
4.2.3 Bevattningsperiod

Under vilken tid det bevattnas varierar kraftigt, vanligast kan sägas vara mellan april/maj till augusti/september, in i oktober är inte ovanligt om det är grönsaker som odlas. De som intervjuats uppgav att de har börjat tidigare de senaste åren jämfört med förr. Ett exempel på hur det varierar är att under 2020 vattnades en hel del höstraps i augusti vid sådden, ca 10-25 mm. Annars är det vanligast att vattna höstrapsen i april/maj. Vall börjar ofta vattnas i maj, höstspannmål också (om det är torrt kanske redan i april). Tidigare var det vanligt att potatis började bevattnas vid midsommar, nu är det ofta vid maj/juni istället. Sockerbetor börjar oftast inte bevattnas förrän i juli/augusti men även det varierar.

4.3 Modellantaganden om bevattning i S-HYPE

HYPE är en hydrologisk modell för integrerad simulering av flöden och omsättning av vatten och näringsämnen (Lindström et al., 2010). Den ger möjligheter för att beräkna faktorer knutna till vattenresurser och vattenkvalitet, men också annan hydrologisk information med mycket hög geografisk detaljeringsgrad. S-HYPE är modelluppsättningen av HYPE för Sverige där landet delas in i ca 40 000 delavrinningsområden för vilka vattenflöden och andra hydrologiska variabler simuleras med dygnsupplösning (Strömqvist

et al., 2012). I föreliggande projekt har S-HYPE version 2016e från våren 2020 använts. För varje delavrinningsområde i S-HYPE delas marken in i ett stort antal markklasser som bygger på kombinationer av jordart, markanvändning samt, för jordbruksmark, grödgrupper. Varje markklass fördelas på ett, två eller tre skikt med olika djup i modellen, se Figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över olika processer i HYPE. Utifrån tidsserier av nederbörd och temperatur beräknar modellen andelen vatten som avdunstar, lagras i snö, mark eller i sjöar, eller rinner vidare genom landskapet.

Förenklat kan bevaktningsmodulen i HYPE beskrivas med följande steg.

1. Det dagliga bevaktningsbehovet beräknas för olika markklasser.
2. Det efterfrågade vattnet tas från definierade vattenkällor. HYPE kan antingen ta vatten från sjöar, vattendrag eller djupa akvifärer inom delområdet eller från ett annat definierat delområde (beroende på tillgänglighet), eller från obegränsade källor utanför modellområdet.
3. Det uttagna vattnet läggs på markklasserna.
4. Dessutom beaktas antagna vattenförluster i systemet.

I följande stycken, samt i Tabell 2 nedan, ges motiveringar och förklaringar till de anpassningar av bevaktningsparametrar som har gjorts till S-HYPE inom ramen för projektet. Ytterligare bakgrund till bevaktningsberäkningar med HYPE finns på www.smhi.net/hype/wiki.

Tabell 2. Parametervärden som använts i beräkningarna i S-HYPE, för alla delavrinningsområden

Fil	Parameter	Förklaring	Motivering
MgmtData.txt	regsrcid = 0	För varje delområde som har bevattning tas vattnet från samma område (dvs regional bevattning från andra områden simuleras inte här)	Information om var vattnet tas ifrån kan inte inhämtas för hela Sverige
	gw_part = 0.2	20 % av vattnet tas från grundvatten	Generellt värde för Sverige baserat på strukturundersökningen 2016
	local_eff = 0.85	Andel av uttaget vatten som kommer marken till del efter förluster (avdunstning innan infiltration)	Jordbruksverket (2018)
	demandtype = 2	Bevattningsbehov sätts från markvattenunderskott	Tester ger rimliga resultat
par.txt	sswcorr=1	Ingen extra justering av bevattningsbehovet sker efter beräkning av tröskeln för vattenstress, S_{sw} (se avsnitt 4.3.1)	Inget behov av dessa justeringar framkom vid testkörningar
	iwdfrac=1	Bevattna till 100 % av fältkapacitet när bevattning sker	Tester ger rimliga resultat
	pirrs=1	100 % av tillgängligt ytvatten får tas ut (per beräkningssteg, dvs. per dag)	Information är inte tillgängligt
	irrcomp=0	Andel av återstående vattenbehov efter uttömning av resurs (ytvatten eller grundvatten) som kompenseras genom extra uttag av den andra resursen	

4.3.1 Bevattningsbehov

I en HYPE-uppsättning så delas landskapet in i markklasser, definierade som en kombination av en jordart och en markanvändning. För jordbruksmarken så sker en finare indelning efter grödgrupper. Inom detta projekt har jordbruksmarken uppdaterats med grödkoder från 2019 års jordbruksblockdata. För att förenkla modelleringen har de sammanlagt 95 grödkoderna slagits samman till 10 grödgrupper (Tabell 3) med liknande bevattningsbehov. Notera att dessa grupper inte är samma som de grödgrupper som använts i S-HYPE vid beräkning av kväve- och fosforläckage. Fördelningen mellan bevattnade och obevattnade grödor inom varje grödgrupp beräknades utifrån statistisk information om

andel av lantbruken som har bevattning (information per produktionsområde, PO18²) och, för lantbruken med bevattningsmöjlighet, andelen av olika grödor som bevattnas (data på nationell nivå från strukturundersökningen 2016).

Tabell 3. Grödgrupper beaktade i modelleringen

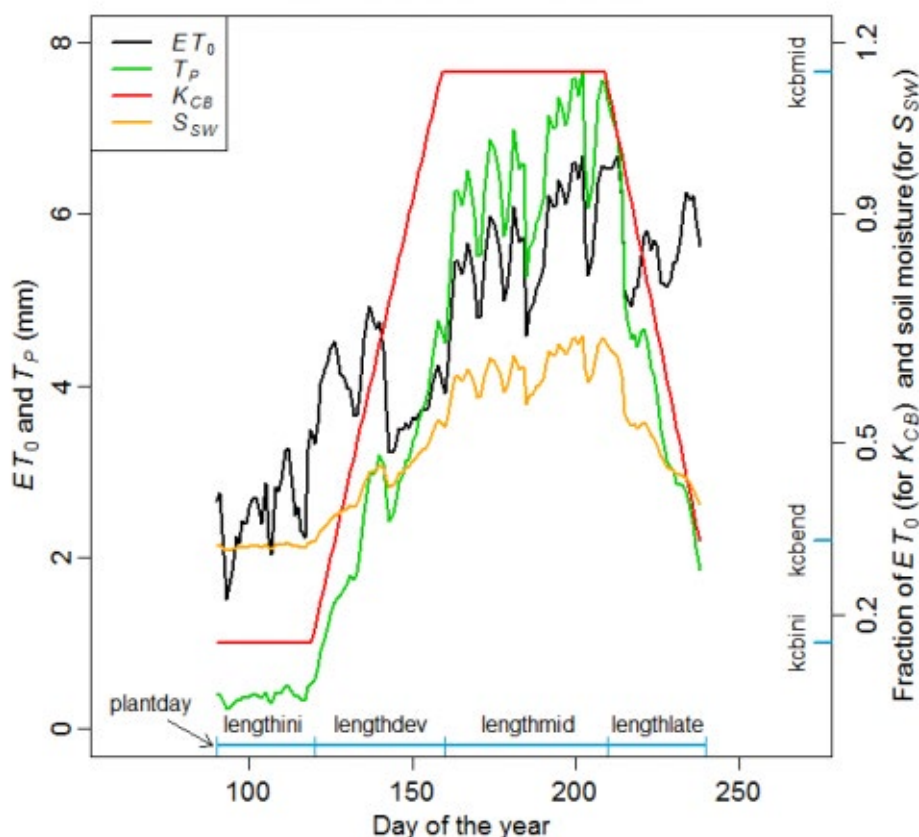
Höstsäd
Vårsäd
Frukt och bär (inkl. jordgubbar)
Fodergrödor (majs+proteingrödor)
Potatis (mat/stärkelse)
Sockerbeter
Slåtter och betesvall
Oljeväxter
Grönsaker
Övrigt (ej bevattnade grödor inkl. betesmark)

En grödas vattenbehov förändras under vegetationssäsongen beroende på i vilket utvecklingsstadium den befinner sig. Vattenbehovet skiljer sig också mellan olika slags grödor. I den bevattningsmodul som finns implementerad i HYPE, som bygger på FAOs riktlinjer för beräkning av vattenbehov (Allen et al., 1998), delas växtperioden in i fyra perioder. Hur det verkliga vattenbehovet för grödor i modellen ser ut styrs dels av den potentiella evaporationen (som beräknas i modellen), dels av grödspecifika koefficienter som kan variera med och under grödans utvecklingsstadier. För varje grödgrupp och region har längden på grödors olika utvecklingsstadier (*lengthini*, *lengthdev*, *lengthmid*, *lengthlate*) samt grödkoefficienterna (K_{CB}) ansatts (se Figur 2). I Allen et al. (1998) ges exempelvärden för dessa parametrar för olika grödor i olika regioner i tabellform. Den så kallade *dual crop coefficient method* används eftersom den anses bättre lämpad för dagliga vattenbalansberäkningar än *single crop coefficient method*. (Allen et al. 1998). Metoden som används innebär att evaporation och transpiration hanteras i två separata koefficienter.

I bevattningsmodulen beräknas för varje markklass (kombination av jordart och grödgrupp) om det finns behov av bevattning den aktuella dagen. Om så är fallet beräknas mängden vatten som behöver tillföras marken. Den aktuella simulerade markvattenhalten jämförs med ett tröskelvärde då grödan antas få vattenstress och vatten behöver tillföras. Tröskeln för när grödor får vattenstress sätts till en andel (S_{SW}) av den maximala mängden växttillgängligt vatten i jorden, d.v.s. vatten mellan vissningsgräns och fältkapacitet. Växttillgängligt vatten beräknas som en summa för de två översta marklagren i modellen. Detta tröskelvärde är dynamiskt och varierar med den beräknade potentiella transpirationen, T_p . I modellen beräknas T_p genom att multiplicera den potentiella

² Produktionsområden är en områdesindelning i lantbruksstatistiken baserad på så kallade naturliga jordbruksområden. I denna områdesindelning tas hänsyn till de naturförhållanden som väsentligt påverkar förutsättningarna för jordbruk. Dessa 18 produktionsområden (PO18) täcker ofta delar av mer än ett län.

avdunstningen med grödkoefficienten (K_{CB}) för den aktuella dagen. Dessutom ingår en grödparameter, (DL_{ref}) i beräkningen av tröskelvärdet (S_{SW}) vilket diskuteras vidare nedan.



Figur 2. Exempel på hur tröskelvärdet för bevattning, S_{SW} , förändras under växtsäsongen som funktion av potentiell avdunstning och grödans växtstadium.

4.3.2 Parametrering av bevattnade grödor i modellen

Genom att koppla de grödgrupper som används i HYPE-modelleringen till en liknande gröda i tabell 11 i Allen et al. (1998) erhöles K_{CB} -värden för de olika grödgrupperna. På liknande sätt kunde längden på utvecklingsstadierna erhållas. Sådag för grödorna i de olika produktionsområdena hämtades från Johnsson m.fl. (2019) likaså datum för skörd. Modellen hanterar alltså inte varierad växtstart beroende på väderlek. Här finns en potential till förbättring av modellen som skulle kunna göras inom ramen för en framtida vidareutveckling. För höstsådda grödor, vall och oljeväxter så sattes K_{CB} -kurvans startdatum till början på vegetationsperioden (enligt tabell i appendix 3.11 från samma rapport). Längden på de olika växtstadierna justerades genom en skaleringsfaktor som beräknades genom att dividera längden på växtsäsongen i HYPE med totala längden av växtsäsongen för den exempelgröda (i Allen et al. 1998) som grödan kopplats mot (som kan växa på en annan geografisk plats).

Vall, som skördas vid ett flertal tillfällen under säsongen, har för ett enskilt fält en sågtandsformad K_{CB} -kurva där K_{CB} -värdet återgår till sitt initiala värde efter skörd. Det är inte möjligt att simulera en sådan cyklisk tillväxt i HYPE så istället antogs ett konstant värde, medelvärde över perioden. Inom ett delavrinningsområde som innehåller många fält kan även i verkligheten en utjämning ske vilket rättfärdigar modellantagandet.

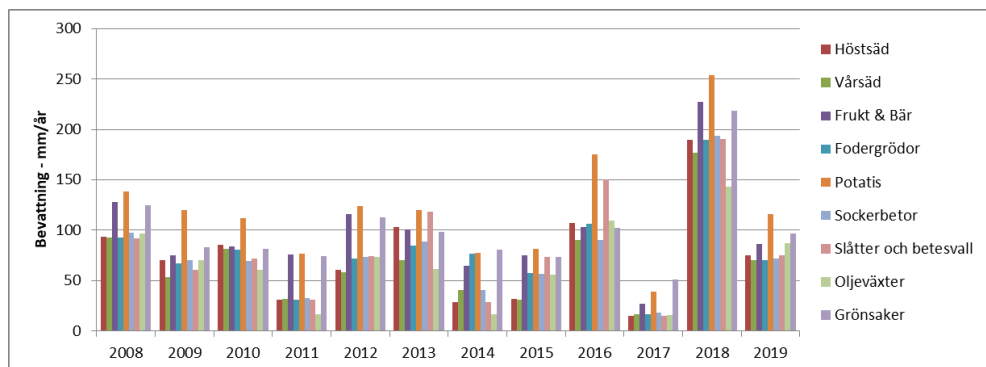
Ytterligare en grödegenskap behövde parametreras. Denna parameter, DL_{ref} , ingår som nämnts ovan i beräkning av gränsen (markvattenhalten) för när vattenstress uppstår som en

andel av det maximala växttillgängliga vattnet i marken. I Allen et al. (1998), tabell 22, finns indikativa värden på DL_{ref} .

För att se hur modellen simulerade bevattningsbehov för olika grödor på olika jordarter simulerades varje gröd-jordartkombination (9 grödgrupper och 5 jordarter) som ett fält. Detta ger möjlighet att studera skillnader i bevattningsbehov mellan olika grödor och jordar samt skillnaden mellan olika år med varierande meteorologiska förhållanden. Nederbörd och temperatur för ett område i Vramsåns avrinningsområde i Skåne användes i denna modellutveckling.

Genom återkoppling från referensgruppen justerades värdet på DL_{ref} ned för vissa grödor (grönsaker, potatis, frukt och bär och vall). Parametern representerar när fysikalisk vattenstress uppstår men används här för att lägga till en säkerhetsmarginal för bevattning av vissa grödor, d.v.s. lantbrukaren bevattnar oftare än grödans egentliga behov. Parametervärdet minskades för att ge ett ungefärligt rätt intervall mellan bevattningstillfällena i enlighet med uppgifterna från intervjuerna.

Resultatet av bevattningsberäkningar med dessa antaganden skiljer sig kraftigt åt mellan åren (Figur 3.). Det extrema 2018 sticker ut med betydligt större simulerat bevattningsbehov än övriga år medan 2019 kan betraktas som ett normalår ur bevattningssynpunkt. Bevattningsbehovet mellan grödor skiljer sig också åt. Särskilt utmärker sig grönsaker, frukt och bär och potatis, grödor vars DL_{ref} -värde minskades, med något större bevattningsbehov än medelvärdet. Det är ingen markant skillnad mellan olika typer av jordar vad beträffar bevattningsbehovet (Figur 4.). Sandiga jordar har, för vissa grödor (t.ex. höstsäd), ett något större bevattningsbehov än jordar med högre lerhalt. För andra grödor (t.ex. potatis) ses inget tydligt mönster. Sandiga jordar behöver också fler bevattningstillfällen (fast mindre givor).



Figur 3. Simulerat årligt vattenbehov för grödor på sandjord.



Figur 4. Simulerat årligt vattenbehov för höstsäd (övre) och potatis (undre) på olika jordar.

4.3.3 Vattenuttag och bevattning av markklasser och marklager

Mängden vatten som läggs på då vattenbehov finns (om tillgången är tillräckligt stor) kan regleras på olika sätt i HYPE. Antingen tillförs vatten så att markvattenhalten når fältkapacitet (eller en andel därav) i rotzonen, eller genom att en konstant mängd läggs på. I detta projekt antas att bevattning sker tills fältkapacitet nås. Minskad bevattning pga. dålig tillgång vid begränsad källa hanteras också vid behov av modellen.

Vattenuttaget i HYPE är högre än det beräknade behovet för att kompensera för förluster som antas ske mellan uttag och infiltration, t.ex. pga. avdunstning och vindavdrift. I projektet antas att 15 % av det uttagna vattnet inte når jorden (Jordbruksverket, 2018) utan avdunstar innan det infiltreras. Vidare kan uttag ske från vattendrag, sjöar eller grundvatten, inom eller utanför aktuellt delavrinningsområde. Baserat på resultat från strukturundersökningen 2016 antas här att 80 % av uttaget sker från ytvatten där sjöar prioriteras före uttag i vattendrag. Resterande 20 % tas från grundvatten och detta uttag modelleras som en obegränsad källa. De markklasser som orsakat vattenbehovet får sedan det uttagna vattnet. Om vattenbrist uppstår fördelas vatten proportionerligt enligt behovet.

4.4 Pilotområde Vramsån

Vramsån i Skåne är ett biflöde till Helge å och avvattnar ett område på 374 km² som utgörs av främst skog på morän och åkermark på sandjordar. Området valdes ut som pilotområde för test av de nya bevattningsberäkningarna eftersom SMHI har tre stationer för observation av flöden, olika markanvändningar och jordarter finns representerade och det fanns uppgifter om att både grundvatten och ytvatten används som källor för bevattning.

4.4.1 Kartläggning av bevattningsuttag i Vramsån

Intervjuer med lantbrukare i Vramsåns avrinningsområde utfördes för att i möjligaste mån kartlägga när och hur vattenuttag gjordes under odlingssäsongen 2019. Intervjuerna skedde över telefon och inkluderade lantbrukare som hade odlingsareal inom Vramsåns

avrinningsområde. Syftet med intervjuerna var att samla in verklig data över bevattningsuttag som sedan kunde jämföras med resultatet från modelleringen i S-HYPE inom samma område. Frågor som ställdes under telefonintervjuerna finns i Tabell 4.

Tabell 4. Frågor som ställdes under telefonintervjuerna

1.	Hur många vattenkällor har du och är det grund- eller ytvattenkällor?
2.	Var ligger vattenkällan(-orna)?
3.	Hur mycket vattnade du år 2019 från källan/-orna och när tog du ut vattnet?
4.	På vilka jordbruksfält spred du vattnet?
5.	Upplever du att det fanns någonting som begränsade din bevattning år 2019? Om ja, var det tillståndsbegränsning, vattenbrist i källan, maskinell kapacitetsbrist eller något annat (precisera)?

4.4.1.1 Strategier för kartläggningen

Eftersom Vramsåns avrinningsområde hade fler lantbrukare än vad som var möjligt att kontakta under projektiden användes tre olika strategier för att maximera antalet svar och täcka så stor areal som möjligt. Strategierna togs fram för att få så heltäckande data på delavrinningsområdesnivå som möjligt för att vara av så stor nytta för modellutvärderingen som möjligt.

I den första strategin valdes det delavrinningsområde inom Vramsåns avrinningsområde som hade störst brukad areal under 2019, vilket var delavrinningsområde E³. Inom delavrinningsområdet gjordes urvalet att endast lantbrukare med mer än 10 hektar brukad mark kontaktades. Avgränsningen grundades på två resonemang; dels att lantbrukare med mindre areal än så förmodligen inte har bevattningsutrustning, eftersom investeringsutrymmet för gårdar med små odlingsarealer torde vara mindre, dels att man kan täcka in och få svar för större arealer om man fokuserar på lantbrukare som har större arealer.

Med den första strategin kunde ingen bevattnad areal identifieras. Därför valdes en andra strategi för att öka sannolikheten att de kontaktade lantbrukarna bevattnade. Den nya strategin tog hänsyn till vilken sorts gröda som odlades på jordbruksblocken. De grödor som ansågs ha högst bevattningsbenägenhet var potatis, betor, bär, frukter och grönsaker. De lantbrukare som hade flest antal skiften med de utvalda grödorna kontaktades. Detta urval gav en lista med lantbrukare som troligen skulle bevattna, men var utspridda i hela Vramsåns avrinningsområde.

För att få så heltäckande data som möjligt för ett delavrinningsområde användes en tredje strategi. Samtliga återstående lantbrukare kontaktades i det delavrinningsområde som haft flest svarande lantbrukare under föregående strategi, delavrinningsområde N. Precis som i urvalet för den första strategin, gjordes endast försök att kontakta lantbrukare som hade mer än 10 hektar mark inom delavrinningsområdet.

Sammanställning av svaren från telefonintervjuerna redovisas i Tabell 5. Totalt i Vramsåns avrinningsområde finns det 381 lantbruksföretag, varav 174 har mer än 10 hektar areal.

³ Delavrinningsområdena i Vramsåns avrinningsområde har försetts med anonyma ID, en bokstav mellan A – U, med hänsyn till datasekretess.

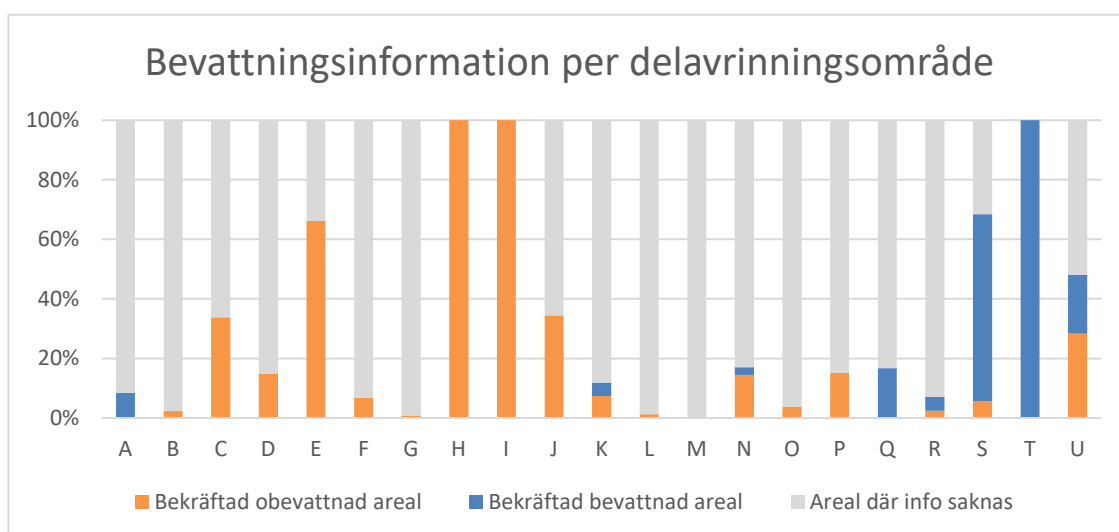
Tabell 5. Andelen svaranden från de tre olika strategierna. Samma brukare förekommer bara i en strategi

Sammanställning svaranden									
	Brukare i urval	Svaranden	% av urval som svarade	Bevattnade ej	% av svarande	Bevattnade	% av svarande	Ville ej delta	% av svarande
Strategi 1	42	32	76%	31	97%	0	0%	1	3%
Strategi 2	25	17	68%	2	12%	12	71%	3	18%
Strategi 3	17	9	53%	7	78%	2	22%	0	0%
Summa	84	58	69%	40	69%	14	24%	4	7%

Utav de 14 lantbrukare som bevattnade kunde 8 lantbrukare lämna fullständiga data för storleken på vattenuttag samt information om arealen som bevattnades. Det innebär att de data som ligger till grund för modellutvärderingen grundar sig på data från åtta lantbrukare

4.4.1.2 Resultat av kartläggningen

I Figur 5 visas hur stor andel av varje delavrinningsområdes areal som kunde bekräftas vara bevattnad eller obevattnad, samt den areal där information saknades och ska främst användas för att få en övergripande känsla för andel areal som denna intervjuundersökning täcker. Det saknas information om bevattning för strax över 80 % av Vramsåns avrinningsområdesareal. De delavrinningsområden som kartläggningen har fokuserat på och som har fått flest svaranden är områdena E och N.



Figur 5. Grafen visar fördelningen av areal som är obevattnad, bevattnad eller saknar uppgifter. Observera att områdesarealerna och antalet lantbrukare inom varje område varierar mycket. Inom vissa delavrinningsområden skulle det kunna handla om bara enstaka lantbrukare.

Totalt identifierades 27 vattenkällor, som var belägna inom eller vars vatten spreds inom Vramsåns avrinningsområde, varav 25 stycken var grundvattenkällor och 2 var ytvattenkällor (dammar). Det innebär att Vramsåns avrinningsområde till stor del skiljer sig från det förhållande mellan grund- och ytvattenkällor som finns på en nationell nivå.

Lantbrukarna kunde för det mesta inte uppge exakta tider och datum som de hade bevattnat, så att få detaljinformation på den nivån var inte möjlig. Bevattningsuttagen skedde alltifrån maj till september och bevattningen berodde på vilken typ av gröda som behövde bevattnas, vädret samt på lantbrukarens bedömning av hur mycket och hur ofta denne ville bevattna.

All data för volym på vattenuttag och areal som bevattnades sammanställdes per delavrinningsområde för att vidare användas i modellutvärderingen. Tabell 6 visar dessa resultat.

Tabell 6. Sammanställning av uttagna vattenvolymer 2019. Inom vilka delavrinningsområden som den bevattnade arealen och de använda vattenkällorna finns. UO betyder Utanför Område, alltså att källan eller den bevattnade arealen ligger utanför Vramsåns avrinningsområde

Summa av uttagen vattenmängd under växtsäsongen -19 [m ³]								
Delavrinningsområde för bevattnad areal	Bevattnad areal [ha]	Delavrinningsområde för vattenkällan						
		K	M	N	P	R	U	UO
A	10	0	13500	0	0	0	0	0
K	55	8600	0	0	0	0	0	0
M	4	0	5100	0	0	0	0	0
N	39	0	19400	9500	40000	0	0	0
R	31	0	0	0	0	37200	0	0
S	52	0	0	0	0	0	27800	15300
T	2	0	0	0	0	0	1400	0
Q	11	0	0	0	0	12800	0	0
U	183	0	0	0	0	0	174000	42200
UO	19	0	0	0	0	0	2600	12500

På frågan om huruvida lantbrukarna upplevde ifall det fanns någonting som begränsande deras möjlighet att bevattna år 2019 svarade de flesta nej, och att ifall det var någon alls skulle det i så fall vara den maskinella kapaciteten. Fyra lantbrukare som i dagsläget inte bevattnade lämnade den extra informationen att de gärna hade vattnat om de kunde, men att det inte fanns någon tillgänglig vattenkälla.

4.4.1.3 Felkällor vid kartläggningen

Den andel lantbrukare som bevattnar, som fås fram i denna kartläggning, är antagligen högre än den verkliga andelen. Kartläggningen fokuserade på att kontakta lantbruk med stora arealer samt som hade grödor som troligtvis bevattnades. Om resultatet från denna kartläggning extrapoleras till andra delavrinningsområden, finns det risk att andel bevattnad areal och vattenuttag överskattas.

De svarande i pilotområdet uppgav oftast grundvatten som vattenkälla (25 av 27 vattenkällor), vilket skiljer sig från data på nationell nivå (80 % ytvatten och 20 % grundvatten). Anledningen att det skiljer kan bero på flera orsaker. Vramsån är ett kategori A vattendrag, enligt klassificeringssystemet som används av länsstyrelsen i Skåne, vilket innebär att ytvatten inte får tas ut då flödet är mindre än 30 % av årsmedelvattenföringen. Under bevattningssäsongen är det vanligt att flödet är lägre än den gränsen. Vramsån är även ett Natura 2000-område och hyser flera värdefulla naturmiljöer, vilket gör att ytvattenuttag kan ha stor negativ påverkan på miljöerna och därför oftast inte tillåts. Utöver de anledningar som är kopplade direkt till Vramsån, kan en eventuell anledning vara att bevattningsvatten som används för grödor som ska ätas råa, t.ex. vissa grönsaker, brukar

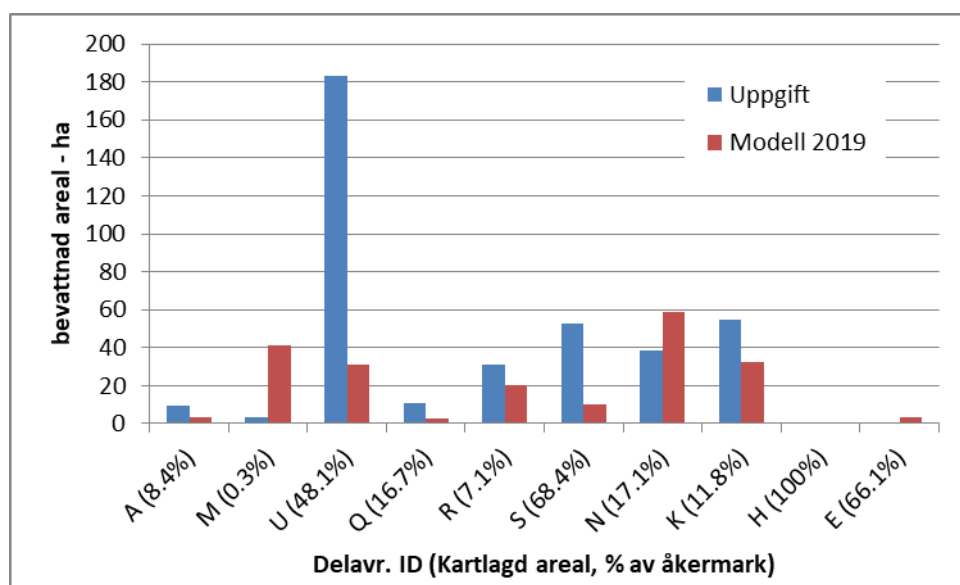
hålla liknande kvalité som dricksvatten. Grundvatten är ofta av god kvalitet, och därför används grundvatten i större utsträckning för bevattning av grönsaker.

4.4.2 Verifiering av modellresultat för Vramsån

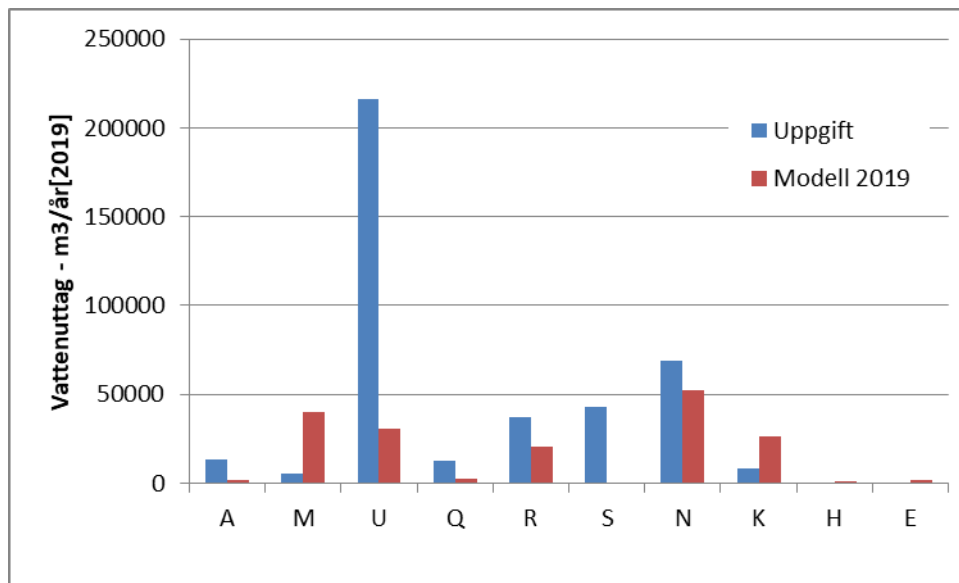
Information från kartläggningen i Vramsån har inte använts vid utveckling av modellantaganden. Istället används modellantaganden som kan gälla för hela landet (se ovan) och uppgifterna från pilotområdet används här för att kontrollera dessa antaganden. Information från referensgruppen har använts vid inställningen av den grödparameter som påverkar tröskelvärdet för bevattning, DL_{ref} .

4.4.2.1 Vattenuttag

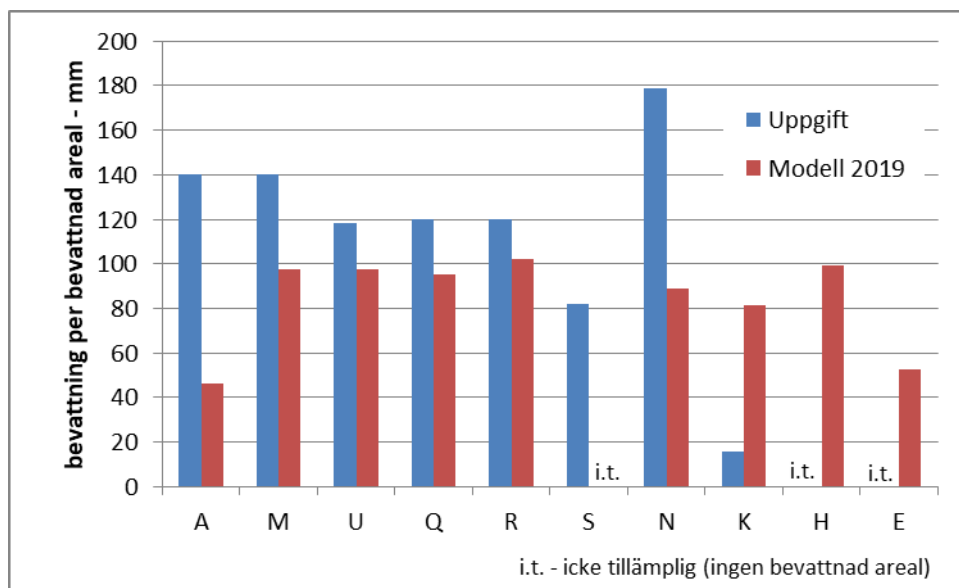
Arealen bevattnad jordbruksmark som den implementerats i Vramså-modellen (del av S-HYPE), beräknad utifrån grödfördelning och statistisk information, skiljer sig en del från lantbrukarnas uppgifter i kartläggningen (Figur 6.). Notera att uppgift inte erhållits för all jordbruksmark inom områdena så den verkliga bevattnade arealen kan vara större, även om undersökningen till viss del riktade sig till företag med stor andel "bevattningsvärda" grödor. Skillnaderna slår också igenom när simulerad och uppgivna vattenuttag redovisas per delavrinningsområde (Figur 7.). För små områden är upplösningen på det statistiska underlaget som används för att fördela jordbruksmarken i bevattnad och obevattnad grödor för dåligt. Sett till medelvärdet av vattenuttag per bevattnad areal så stämmer modellens beräknade uttag relativt väl med den av lantbrukarna uppgivna volymen (Figur 8.).



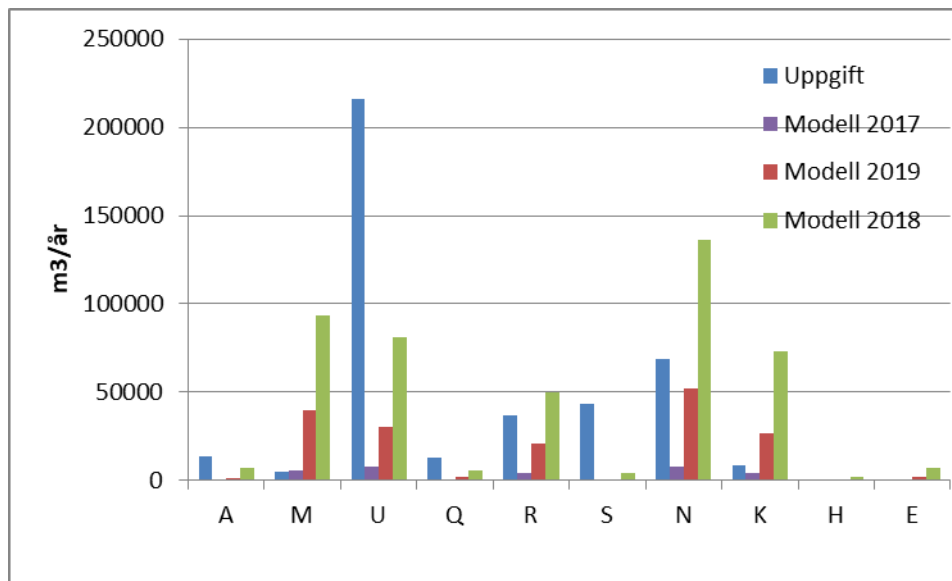
Figur 6. Simulerad och från kartläggningen angiven bevattnad areal (ha) för delavrinningsområden inom Vramsåns avrinningsområde år 2019. Andel av åkerarealen i ett delavrinningsområde som uppgift erhållits för inom parentes.



Figur 7. Vattenuttag (simulerat och uppgivet) i ett urval av Vramsåns delavrinningsområden år 2019.



Figur 8. Vattenuttag per ytenhet bevattnad areal år 2019.

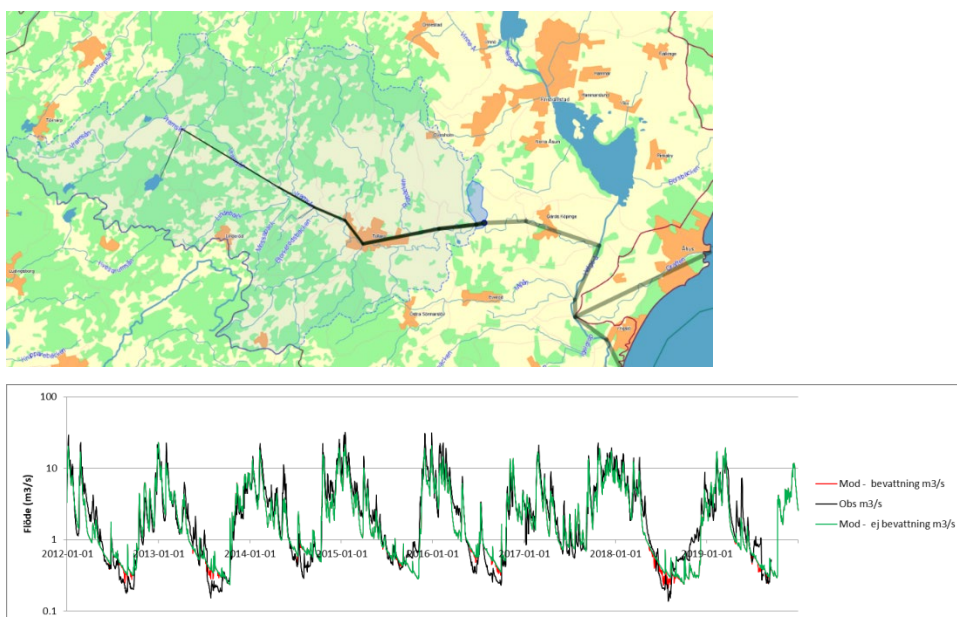


Figur 9. Uppgiven bevattningsvolym (2019) per delavrinningsområde jämfört med simulerade värden för tre år med olika väderförhållanden (2017-blött, 2019-medel, 2018-torrt).

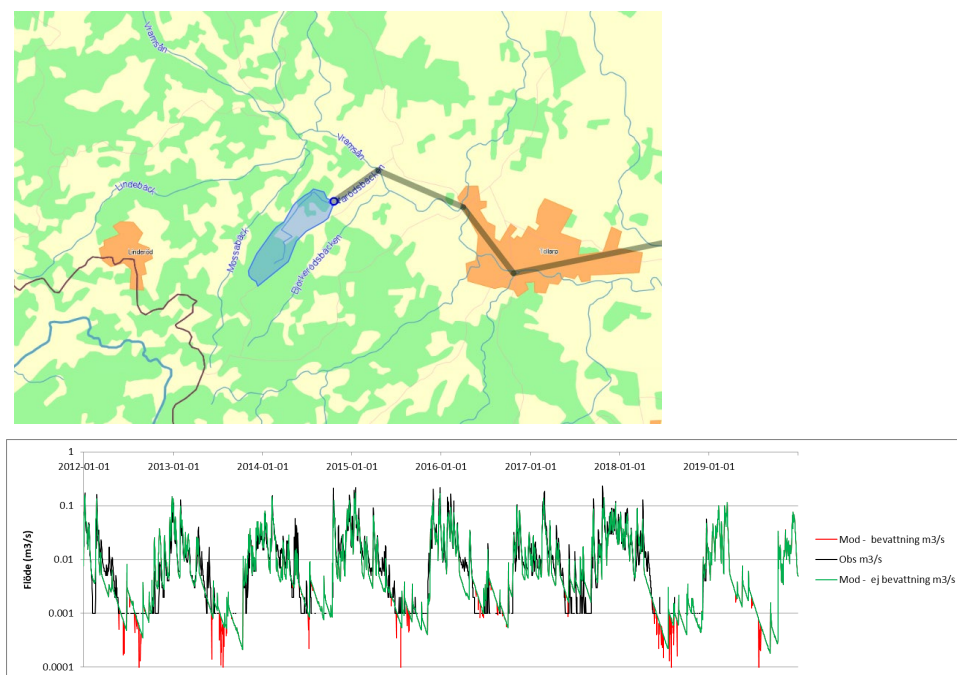
För att få en uppskattning av vädrets effekt jämfördes simulerade vattenuttag för tre år med stor skillnad i väder under växtsäsongen. Det är stor skillnad mellan de två extremåren 2017 (blött) och 2018 (torrt). De simulerade uttagen för 2019, ett i många avseenden normalår, ligger mitt mellan dessa år (Figur 9.).

4.4.2.2 Påverkan på vattenföring

Det finns få sjöar i Vramsåns avrinningsområde så det mesta vattnet tas i modellen direkt från vattendragen. Enligt kartläggningen tas en stor del av vattnet från grundvatten, men i simuleringen användes den nationella fördelningen mellan grund- och ytvattenkällor. Bevattningsberäkningarna påverkar simulerade flöden under år med större bevattningsbehov, t.ex. 2018 (se Figur 10 och Figur 11) men påverkan är relativt liten. Resultaten visar också på att modellen bättre simulerar lågflöden när bevattning ingår i modellen. I det mindre området (Figur 11) är simulerade flöden ibland lägre än 0,001 m³/s (dvs 1 liter/s), vilket är lägre än vad som går att mäta.



Figur 10. Uppmätt samt simulerat flöde (med och utan bevattning) i Vramsån (område 223, strax nedströms Tollarp). Notera att y-axel är logaritmerad. Mätstationens avrinningsområde är 351 km² stort. Kartan visar område 223 (blå skuggning) och dess avrinningsområde (svagt skuggad).



Figur 11. Uppmätt samt simulerat flöde (med och utan bevattning) i Sätarödsbäcken i Vramsåns avrinningsområde (område 229). Notera att y-axel är logaritmerad. Mätstationens avrinningsområde är 1.6 km² stort.

5 Diskussion och slutsatser

Projektets två första målsättningar; att kunna beräkna bevattningsuttagets påverkan i vattenbalansberäkningen i S-HYPE och att förbättra den officiella statistiken för bevattningsuttag hänger ihop. I S-HYPE handlar det bl.a. om att förutse hur framtida bevattningsuttag påverkar vattenbalansprognosen och i statistiken handlar det om att uppskatta och sammanställa bevattningsuttag i efterhand. En övergripande målsättning med detta projekt var att försöka få till en gemensam modell för hur dessa bevattningsuttag beräknas.

Förutsättningarna för beräkningarna skiljer sig dock genom att modelleringen av bevattningsuttagen i S-HYPE behöver göras i delavrinningsområdesskala medan statistikberäkningarna kan göras mer övergripande i nationell eller regional skala. För att kunna prognosticera lågflöden behöver vattenbalansen i S-HYPE beräknas dag för dag medan statistiken sammanställs som årsvärden.

Inom projektet har parametrar för att beräkna bevattningsuttaget i S-HYPE tagits fram. De indata som behövs för den framtagna modellen finns tillgängliga för hela landet. Den verifiering av modellresultatet som gjorts med hjälp av ett pilotområde visar att bevattningens intensitet och frekvens för olika grödor i stora drag stämmer, att den totala bevattningsmängden är i rätt storleksordning och att flödesberäkningarna förbättras avseende lågflöden när bevattning ingår i beräkningarna. Dessa resultat visar på att den framtagna modellen borde kunna utgöra en bra grund för att förbättra den officiella statistiken för bevattningsuttag.

För specifika områden kommer däremot modellen inte ge en exakt bild av bevattningsmängden eller var vattnet tas ifrån, på grund av flera orsaker. I nuläget finns inte detaljerade uppgifter om vattenuttag tillgängliga. I modellen antas därför en nationellt baserad fördelning mellan ytvatten och grundvatten och att vattnet tas från det delavrinningsområde där det används. Dessa antaganden stämmer inte i projektets pilotområde, Vramsån, där andelen grundvattenuttag är större än det nationella snittet och vattnet tas från andra delavrinningsområden än där det används. Andelen av olika grödor som bevattnas varierar från gård till gård beroende på driftsinriktning, odlade grödor, gårdens storlek och tillgänglig tid att lägga på bevattning. Modellen skulle behöva testas och utvärderas för fler områden för att kunna verifieras och användas i den officiella versionen av vattenbalansberäkningar i S-HYPE.

Både detta projekt och länsstyrelsernas Tillsynskampanj för vattenuttag (Länsstyrelsen Gotland, 2019) har visat att det svårt och tidskrävande att samla in data om verkliga bevattningsuttag. De flesta verksamhetsutövare som länsstyrelserna haft kontakt med i tillsynskampanjen mäter inte sitt uttag av vatten. De verksamhetsutövare som faktiskt gör mätningar har ofta relativt stora uttag av vatten. Förhoppningen var att tillsynskampanjen skulle generera data som kunde användas för att kalibrera bevattningsmodellen i S-HYPE. Det insamlade resultatet i tillsynskampanjen var dock inte tillräckligt för att kunna användas för kalibrering.

Att ha verkliga bevattningsuttag att jämföra med modelleringen i ett pilotområde bedömdes vara viktigt och därför har en kartläggning av bevattningsuttag i pilotområdet Vramsån istället genomförts inom detta projekt. Konsekvensen av detta har blivit att vissa andra arbetsuppgifter som var planerade inom detta projekt inte har hunnits med och därmed fortfarande kvarstår, se Tabell 1.

Den tredje målsättningen om att förbättra kunskapen hos SMHI och Jordbruksverket om bevattningsuttag och bevattningsstrategier har nåtts genom att myndigheterna har haft veckovisa möten under flera perioder 2020 för att diskutera vad som är rimliga och önskvärda egenskaper för bevattningsberäkningar. Dessa diskussioner har bidragit till att personal på SMHI har fått betydande ökad insikt i metoder för bevattning och personal på

Jordbruksverket har ökat sin insikt i hur S-HYPE fungerar och hur modellen kan användas. Projektet har även visat var de största databristerna för bevattningsberäkningar finns.

6 Fortsatt arbete

Vi ser möjligheter att använda modellen både för att beräkna bevattningsuttagets påverkan i vattenbalansberäkningen i S-HYPE och för att förbättra den officiella statistiken för bevattningsuttag. Nedan listas några förslag till fortsatt utveckling. Vi föreslår att SMHI och Jordbruksverket gemensamt anordnar en workshop för att presentera arbetet och diskutera möjliga vägar framåt.

- Utvärdera hur väl modellen beskriver grödornas vattenbehov och hur bevattningen genomförs genom jämförelse med andra studier och känslighetsanalyser för att bedöma möjligheter till förbättringar, exempelvis genom en rörlig växtsäsong med väderleksberoende sådd.
- Utvärdera modellen med data ifrån fler områden och genom känslighetsanalyser för att se hur väl modellen beskriver lågflöden för att bedöma möjligheterna till förbättringar av modell i och modellantagande, exempelvis fördelningen mellan vattenkällor (ytvatten, grundvatten, inom området, utifrån).
- Försöka synkronisera gruppering av grödor för bevattning med den som idag används i S-HYPE för beräkning av kväve- och fosforläckage i syfte att bara ha en typ av grödgruppering i den officiella versionen av S-HYPE. Detta behövs då man ska beräkna näringstransport och bevattning samtidigt, vilket är avsikten.
- Jämföra modellerade bevattningsuttag i S-HYPE med nuvarande statistikberäkningar från SCB.
- Utredda möjligheterna att förbättra indata till bevattningsberäkningarna i S-HYPE genom att vidareutveckla SCB:s statistik om bevattning (t.ex. hur många som har tillgång till bevattning, hur stora arealer som bevattnas och vilka vattenkällor som används). I detta kan det vara aktuellt att se över och eventuellt förändra vilka uppgifter som hämtas in i de undersökningar som ligger till grund för statistiken om bevattning.
- Utvärdera om bevattningsberäkningar i S-HYPE kan användas istället för SCB:s nuvarande beräkningsrutin för vattenuttagsmängder för bevattning.

Bevattningsberäkningar med S-HYPE kan även användas för andra analyser, exempelvis för att studera bevattningens påverkan på vattendrag, samt möjligheter att spara vatten i bevattningsdammar, liknande en studie som nyligen gjordes för Rönne å och Kävlingeån (Länsstyrelsen Skåne, 2020) men med användande av den framtagna modellen. En annan möjlighet skulle kunna vara att använda beräkningarna tillsammans med nederbördsprognoser för att bedöma bevattningsbehovet de närmaste dagarna.

7 Referenser

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper (FAO).

Jordbruksverket (2018) Jordbrukets behov av vattenförsörjning (2018:18).
https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ra18_18.html

Jordbruksverket (2020) Grödkodlistan. <https://nya.jordbruksverket.se/stod/lantbruk-skogsbruk-och-tradgard/sam-ansokan-och-allmant-om-jordbrukarstoden/grodkoder>

Länsstyrelsen Gotland (2019) Resultat PM - Tillsynskampanj för vattenuttag (Dnr 535-1737-2019).

Länsstyrelsen Skåne. (2020) Bevattningsriktlinjer och ökat intresse för vattenlagring – hydrologiska analyser för Rönne å och Kävlingeåns avrinningsområden.

Lindström, G., Pers, C., Rosberg, J., Strömqvist, J., & Arheimer, B. (2010) Development and testing of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) water quality model for different spatial scales. *Hydrology Research*, 41(3–4), 295–319.

Strömqvist, J., Arheimer, B., Dahné, J., Donnelly, C., & Lindström, G. (2012) Water and nutrient predictions in ungauged basins: Set-up and evaluation of a model at the national scale. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 229–247.

SMHI Publikationer

SMHI publicerar sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationella läsare och skrivs oftast på Engelska. I de övriga serierna används oftast Svenska men även Engelska.

Seriernas namn	Publiseras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

I serien HYDROLOGI har tidigare utgivits:

1. Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska
fältforskningsområdena
2. Martin Häggström och Magnus Persson
(1986)
Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser
3. Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-
Eric Ohlsson, VASO (1986)
Riktlinjer och praxis vid dimensionering av
utskov och dammar i USA. Rapport från en
studieresa i oktober 1985
4. Barbro Johansson, Erland Bergstrand och
Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och
oceanografisk information för
vattenplanering - Ett pilotprojekt
5. Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den
geografiska fördelningen av skador främst på
dammar i samband med septemberflödet
1985
6. Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands
län - ett försöksprojekt
7. Maja Brandt (1986)
Areella snöstudier
8. Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja
Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och tillämpningar
9. Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i
kraftverksdammar
10. Barbro Johansson, Magnus Persson,
Enrique Aranibar and Robert Llobet (1987)
Application of the HBV model to Bolivian
basins
11. Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and
Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in
Bolivian basins with a stochastic model
12. Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor
Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och
mynningspunkter
13. Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för uppskattning
av effektivt regn
14. Maja Brandt, Sten Bergström, Marie
Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv
nederbörd
15. Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist
(1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987
16. Martin Häggström och Magnus Persson
(1987)
Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser

17. Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldø Vedin (1987)
Skogsskador – klimat
18. Maja Brandt (1987)
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser
19. Martin Häggström och Magnus Persson (1988)
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser
20. Todor Milanov (1988)
Frys förluster av vatten
21. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega (1988)
Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin
22. Mats Moberg och Maja Brandt (1988)
Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde
23. Martin Gotthardsson och Sten Lindell (1989)
Hydrologiska stationsnät 1989. Svenskt Vattenarkiv
24. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega (1989)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca
25. Gun Zachrisson (1989)
Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder
26. Martin Häggström (1989)
Anpassning av HBV-modellen till Torneälven
27. Martin Häggström and Göran Lindström (1990)
Application of the HBV model for flood forecasting in six Central American rivers
28. Sten Bergström (1990)
Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 – 1989
29. Urban Svensson och Ingemar Holmström (1990)
Spridningsstudier i Glan
30. Torbjörn Jutman (1991)
Analys av avrinningens trender i Sverige
31. Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont (1991)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba
32. Erik Arnér (1991)
Simulering av vårflöden med HBV-modellen
33. Maja Brandt (1991)
Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven
34. Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren (1991)
Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland
35. Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO (1991)
Utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst. Rapport från studieresa i USA 1991-04-22—30
36. Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman (1992)
Hydrologiska stationsnät 1992/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv
37. Maja Brandt (1992)
Skogens inverkan på vattenbalansen

38. Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB) (1992) Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionering av hel älv
39. Sten Lindell (1993) Realtidsbestämning av arealnederbörd
40. Svenskt Vattenarkiv (1995) Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken.
41. Svenskt Vattenarkiv (1995) Vattenföring i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenhavet.
42. Svenskt Vattenarkiv (1993) Vattenföring i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön
43. Svenskt Vattenarkiv (1994) Martin Vattenföring i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet
44. Martin Häggström och Jörgen Sahlberg (1993) Analys av snösmältningsförlopp
45. Magnus Persson (1993) Utnyttjande av temperaturens persistens vid beräkning av volymsprognoser med HBV-modellen
46. Göran Lindström, Joakim Harlin och Judith Olofsson (1993) Uppföljning av Flödeskommitténs riktlinjer
47. Bengt Carlsson (1993) Alkalinitets- och pH-förändringar i Ume-älven orsakade av minimitappning
48. Håkan Sanner, Joakim Harlin and Magnus Persson (1994) Application of the HBV model to the Upper Indus River for inflow forecasting to the Tarbela dam
49. Maja Torbjörn Jutman och Hans Alexandersson Brandt, (1994) Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärdet 1961 - 1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning
50. Svenskt Vattenarkiv (1994) Avrinningsområden i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön och Öresund
51. Martin Gotthardsson (1994) Svenskt Vattenarkiv. Översvämningskänsliga områden i Sverige
52. Åsa Evremar (1994) Avdunstningens höjdberoende i svenska fjällområden bestämd ur vattenbalans och med modellering
53. Magnus Edström och Pia Rystam (1994) FFO - Stationsnät för fältforskningsområden 1994
54. Zhang Xingnan (1994) A comparative study of the HBV model and development of an automatic calibration scheme
55. Svenskt Vattenarkiv (1994) Svenskt dammregister - Södra Sverige
56. Svenskt Vattenarkiv (1995) Svenskt dammregister - Norra Sverige
57. Martin Häggström (1994) Snökartering i svenska fjällområdet med NOAA-satellitbilder
58. Hans Bertil Wittgren (1995) Kvävetransport till Slätbaken från Söderköpingsåns avrinningsområde
59. Ola Pettersson (1995) Vattenbalans för fältforskningsområden.
60. Barbro Johansson, Katarina Losjö, Nils Sjödin, Remigio Chikwanha and Joseph Merka (1995) Assessment of surface water resources in the Manyame catchment - Zimbabwe

61. Behzad Kouchehi (1995)
Älvtemperaturers variationer i Sverige under en tioårsperiod
62. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Sänkta och torrlagda sjöar
63. Malin Kanth (1995)
Hydrokemi i fältforskningsområden
64. Mikael Sundby, Rikard Lidén, Nils Sjödin, Helmer Rodriguez, Enrique Aranibar (1995)
Hydrometeorological Monitoring and Modelling for Water Resources Development and Hydropower Optimisation in Bolivia
65. Maja Brandt, Kurt Ehlert (1996)
Avrinningen från Sverige till omgivande hav
66. Sten Lindell, Håkan Sanner, Irena Nikolushkina, Inita Stikute (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Latvia
67. Sten Lindell, Bengt Carlsson, Håkan Sanner, Alvina Reihan, Rimma Vedom (1996)
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Estonia
68. Sara Larsson, Rikard Lidén (1996)
Stationstäthet och hydrologiska prognoser
69. Maja Brandt (1996)
Sedimenttransport i svenska vattendrag exempel från 1967-1994
70. Svenskt Vattenarkiv (1996)
Avrinningsområden i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet
71. Svenskt Vattenarkiv (1996)
Svenskt sjöregister. 2 delar
72. Sten Lindell, Lars O Ericsson, Håkan Sanner, Karin Göransson SMHI Malgorzata Mierkiewicz, Andrzej Kadlubowski, IMGW (1997)
Integrated Hydrological Monitoring and Forecasting System for the Vistula River Basin. Final report
73. Maja Brandt, Gun Grahm (1998)
Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige 1961-1990. Beräkningar med HBV-modellen
74. Anna Eklund (1998)
Vattentemperaturer i sjöar, sommar och vinter - resultat från SMHIs mätningar
75. Barbro Johansson, Magnus Edström, Katarina Losjö och Sten Bergström (1998)
Analys och beräkning av snösmältningsförlopp
76. Anna Eklund (1998)
Istjocklek på sjöar.
77. Björn Bringfelt (1998)
An evapotranspiration model using SYNOP weather observations in the Penman-Monteith equation
78. Svenskt Vattenarkiv (1998)
Avrinningsområden i Sverige. Del 2 Vattendrag till Bottenhavet
79. Maja Brandt, Anna Eklund (1999)
Snöns vatteninnehåll Modellberäkningar och statistik för Sverige
80. Bengt Carlsson (1999)
Some facts about the Torne and Kalix River Basins.
A contribution to the NEWBALTIC II workshop in Abisko June 1999
81. Anna Eklund (1999)
Isläggning och islossning i svenska sjöar
82. Svenskt Vattenarkiv (2000)
Avrinningsområden i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken

83. Anna Eklund, Marie Gardelin, Anders Lindroth (2000)
Vinteravdunstning i HBV-modellen - jämförelse med mätdata
84. Göran Lindström, Mikael Ottosson Löfvenius (2000)
Tjäle och avrinning i Svartberget – studier med HBV-modellen
85. Bengt Carlsson och Göran Lindström (2001)
HBV-modellen och flödesprognoser
86. Josef Källgård (2001)
Snow distribution in a mountainous region. A remote sensing study
87. Johan Andréasson, Anders Gyllander, Barbro Johansson, Josef Källgård, Sten Lindell, Judith Olofsson, Angela Lundberg (2001)
Snötaxering med georadar - Bättre vårflödesprognoser med HBV-modellen?
88. Deliang Chen, Barbro Johansson (2003)
Temperaturens höjdberoende – En studie i Indalsälvens avrinningsområde
89. Agne Lärke, Håkan Sanner, Anna Johnell (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödena januari till mars 2002 i sydvästra Sverige
90. Johan Jansson (2003)
Satellite data on snow cover in the HBV model. Method development and evaluation
91. Charlotta Pers (2003)
BIOLA – BIOgeochemical LAke Model Manual
92. Carl Granström (2003)
Utvärdering av SMHI:s prognos- och varningstjänsts verksamhet under flödet i området runt Emån juli 2003
93. Carl Granström (2003)
Modell för prognos av tidpunkt och karaktär för islossningen i Torne älv
94. Maja Brandt och Gun Grahn, SMHI. Erik Årnfelt och Niclas Bäckman, Länsstyrelsen Östergötland (2004)
Anpassning av TRK-systemet från nationell till regional nivå samt scenarioräkningar för kväve – Tester för Motala Ström
95. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i södra Lappland juli 2004
96. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i Småland juli 2004
97. Carl Granström (2004)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under flödet i nordvästra Lappland juli 2004
98. Tahsin Yacoub, Ylwa Westman, Håkan Sanner, Bernth Samuelsson (2005)
Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS
99. Carl Granström (2005)
Utvärdering av SMHI:s hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i fjällen juni 2005
100. Tahsin Yacoub, Håkan Sanner (2006)
Vattenståndsprognoser baserade på översiktlig kartering. En fallstudie
101. Göran Lindström (2006)
Regional kalibrering av HBV-modellen
102. Kurt Ehlert (2006)
Svenskt Vattendragsregister
103. Charlotta Pers (2007)
HBV-NP Model Manual
104. Barbro Johansson, Göran Lindström, Jonas Olsson, Tahsin Yacoub, Günter Haase, Karin Jacobsson, Anna Johnell, Håkan Sanner (2007)
Översvämningsprognoser i områden med ofullständiga data. Metodutveckling och utvärdering

105. Carl Granström, Anna Johnell, Martin Häggström (2007)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i sydvästra Sverige - nov 2006 till jan 2007
106. Johan Andréasson, Sara-Sofia Hellström, Jörgen Rosberg, Sten Bergström (2007)
Översiktlig kartpresentation av klimatförändringars påverkan på Sveriges vattentillgång - Underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen
107. Berit Arheimer, Charlotta Pers (2007)
Kväveretention i svenska sjöar och vattendrag – betydelse för utsläpp från reningsverk
108. Calle Granström, Martin Häggström, Sten Lindell, Judith Olofsson, Anna Eklund (2007)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden i Götaland – juni och juli 2007
109. Niclas Hjerdt, Markus Andersén, Christer Jonsson och Dan Eklund (2007)
Hydraulik i Klarälvens torrfåra vid tappningar från Höljes kraftverksdamm
110. Sara-Sofia Hellström, Göran Lindström (2008)
Regional analys av klimat, vattentillgång och höga flöden
111. Calle Granström, Linda Gren, Magdalena Dahlin, Sara-Sofia Hellström (2008)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under höga flöden under vårfloden 2008
112. Gitte Berglöv, Jonas German, Hanna Gustavsson, Ulrika Harbman, Barbro Johansson (2009)
Improvement HBV model Rhine in FEWS. Final report
113. Katarina Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i södra Sverige 2010
114. Katarine Norén, Carl Granström, Roger Eriksson (2010)
Utvärdering av SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst under vårfloden i Norrland 2010
115. Gunn Persson, Sara-Sofia Asp, Karin Dyrestam, Dan Eklund, Anders Gyllander, Kristoffer Hallberg, Anna Johnell, Yacoub Tahsin och Else-Marie Wingqvist (2011)
Detaljerad översvämningskartering av nedre Torneälven
116. Jonas Olsson, Johan Södling, Fredrik Wetterhall (2011)
Högupplösta nederbördsdata för hydrologisk modellering: en förstudie
117. Sven Fremling, Thore Karlin, Birgitta Raab, Eva Edquist, Anna Eklund (2012)
Is på sjöar och älvar
118. Gunn Persson (2011)
Islossning i Torneälven
119. Göran Lindström, Alena Bartosova, Niclas Hjerdt och Johan Strömqvist (2017)
Uppehållstider i ytvatten i relation till vattenkvalitet -NET, ett generellt uppskalningsverktyg
120. Katarina Stensen, Aino Krunegård, Kristina Rasmusson, Bettina Matti, Niclas Hjerdt (2019)
Sveriges vattentillgång utifrån perspektivet vattenbrist och torka – Delrapport 1 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäcker.
121. Katarina Stensen, Bettina Matti, Kristina Rasmusson, Niclas Hjerdt (2019)
Modellstudie för att undersöka åtgärder som påverkar lågflöden – Delrapport 2 i regeringsuppdrag om åtgärder för att motverka vattenbrist i ytvattentäcker.

122. Göran Lindström (2019)
Hydrologiska aspekter på åtgärder mot
vattenbrist och torka inom
avrinningsområden.
123. Karin Jacobsson, Daniel Carlsson (2020)
Historisk specifik flödeseffekt. Lutningar
och bredder för historiska förhållanden
Pilotsträckan Motala ström mellan Vättern
och Roxen.
(ej publicerad)

Denna sida är avsiktligt blank



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 0283-7722