

Styrd bevattning för ökad produktion, bättre kvalitet och effektivare näringsupptag

Andreas Persson, JTI
Abraham Joel, MV, SLU

Bakgrund

Begreppet precisionsodling har hittills mestadels innefattat skördekartering och anpassade givor av näringsämnen samt till viss del försök kring anpassade givor av pesticider. För att öka avkastningen i den svenska potatisodlingen har bevattningen en avgörande roll. Hög och jämn avkastning av god kvalitet kräver noggrann kontroll av vattentillgången. Denna kan hållas optimal med precisionsbevattning.

För att kunna precisionsbevattna krävs utveckling av dagens teknik som bara delvis erbjuder förutsättningar för att optimera vattengivan till de förhållanden som råder i marken. Markfuktigheten är platsspecifika och måste därför undersökas momentant. Teknikutveckling inom sensorområdet gör det idag möjligt att utveckla en sensor som talar om hur mycket vatten det finns tillgängligt i marken. Denna sensorteknik har i studien anpassats för att kunna göra mobila kontinuerliga och automatiska bestämningar tillsammans med en bevattningsanläggning.

När en optimal vattengiva kan ges skapas också förutsättningar för att näringsupptaget ska kunna bli optimalt (Haverkort och MacKerron, 2000). En följd av detta är att mindre mängd överbliven näring stannar på fälten vilket renderar i mindre läckage. Kväveupptaget och det mineraliserade kvävet i marken utvärderas i studien.

Syfte

Det övergripande syftet med projektet är att skapa förutsättningar för högre skörd, bättre vattenutnyttjande och ett effektivare näringsupptag genom att styra bevattningen platsspecifikt. Projektet har haft fem delmål:

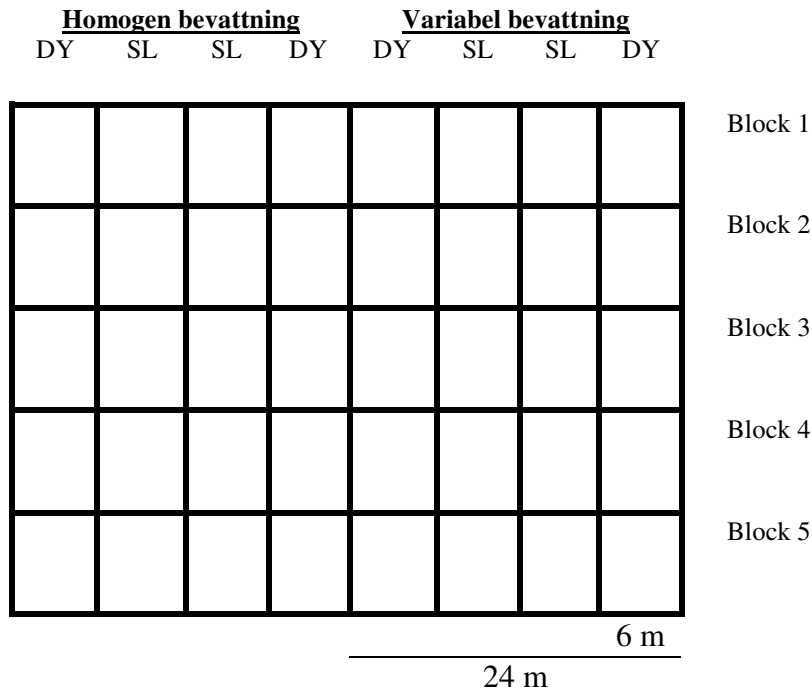
- Utveckling av on-line sensor för momentan mätning av markens vatteninnehåll.
- Styrning av bevattningsramp så att mängden vatten kan varieras längs dess bredd.
- Utvärdera hur den givna växtplatsanpassade vattenmängden fördelas i marken
- Utvärdera kväveupptaget genom att analysera dels kväve i knölnarna, dels hur mycket mineralkväve som återstår i jorden efter skörden.
- Utvärdera avkastningen genom att skördekartera provfälten.

Material och metoder

Försöksupplägg

Försöken till studien genomfördes en bit utanför Kristianstad i Skåne. Försöksvärd var Magnus Andersson på Södergård i Gringelstad. Under 2003 provades utrustning och den fick modifieras allt eftersom. De tester som genomfördes användes för att styra inköp av sensorer, att utveckla prototyper för bevattningsrampen och on-linesensorn samt att skapa ett försöksupplägg för resten av studien, 2004 och 2005.

Försöken lades upp som blockförsök med fem stycken block enligt skiss i figur 1. Försöket är totalt 48 meter brett vilket innebär två drag med bevattningsanläggningen. Ena draget bevattnades alltid homogent medan det andra draget fick en variabel giva. På detta sätt skapades en referens till försöken med variabel giva. Bevattningen skedde med antingen släpslangar eller med dysor, i figur 1 betecknade med DY respektive SL.



Figur 1. Försökets upplägg. Varje försöksruta är 6 m x 48 m och innehåller 8 fåror (Obs. Figuren ej skalenlig). DY = dysor, SL = Släpslangar

Försöksplatsen valdes genom studier av en höjdmmodell av fältet så att de båda dragen skulle ha som lika topografi som möjligt. Den huvudsakliga gradienten inom försöksområdet ligger längs med dragen och som mest är höjdskillnaden 4,56 m. Den högsta och den lägsta punkten ligger i varsin ände av försöksområdet vilket ger en lutning på 1.9%. För varje block bestämdes en hastighet som rampen skulle färdas med för att ge den giva som behövdes för att uppnå önskad vattenmängd i marken.

On-line sensor för momentan mätning av markens vatteninnehåll.

En vagn utvecklades med markvattenssensor monterad och kopplad till logger. Vagnen utvecklades för att kunna ta sig igenom hög blast och med motorer som var starka nog att trycka ner sensorn tillräckligt djupt i marken.

Styrning av bevattningsramp

Bevattningsrampen som användes var en nedkortad RMV32/36. Den totala bredden var 24 m. Rampen utrustades med släpslangar på de mittersta 12 metrarna och dysor på de yttersta 6 respektive 6 metrarna. Rampen styrdes från dess centralenhet och hastigheten varierades för att ge olika vattenmängd i olika zoner som definierades utifrån uppmätta markvattendata. Data från sensorn jämfördes med referensdata från en bevattning tidigt

på säsongen när hela markprofilen blev genomfuktad. Med hjälp av denna samt samråd med försöksvärden bestämdes givan för de bevattningstillfällen som genomfördes i försöket.

Vattenmängdens fördelning i marken

För att mäta hur vattenmängden fördelade sig i marken installerades i fält 40 stycken fasta rör i vilka en sensor som mäter markfuktigheten registrerade resultat från 6 nivåer, 10, 20, 30, 40, 60 samt 100 cm ner i marken. Sensorn som användes var en Profile Probe PR2/6 från Delta T.

Utvärdering av kväveupptagningen samt skördebestämning

Skördens storlek bestämdes rutvis genom vägning av 2 rader á 12 meter i de mittersta raderna i varje ruta. Ett prov per ruta togs ut för bestämning av kväveinnehållet i potatisen. Sorten som odlades i försöken var Saturna.

Kväveinnehållet i potatisen efter skörd bestämdes i laboratorium av AnalyCen i Kristianstad. Mineralkväveförråd bestämdes med jordprovtagning med en provtagning på våren före gödsling och ett prov på hösten efter skörd. Proven analyserades av AnalyCen i Kristianstad.

Resultat

On-line sensor för momentan mätning av markens vatteninnehåll.

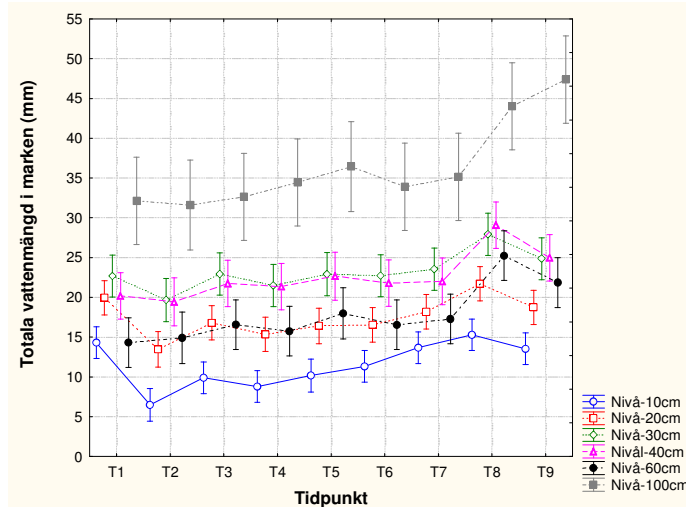
Två olika prototyper för on-line mätning med markfuktighetssensorer utvecklades. Den senare finns på bild i figur 2.



Figur 2. Den slutliga prototypen för online-mätningar av markvatten. Vagnen körs manuellt och med ett visst intervall tas ett prov som noteras i logger eller i dator.

Utvärdera hur den givna växtplatsanpassade vattenmängden fördelas i marken

Den totala vattenmängden i marken efter respektive bevattning finns beskriven in figur 3. Här visas markvattenmängdens medelvärde för alla block för varje mätnivå. Den statistik som beskrivs är deskriptiv eftersom för lite data kunde samlas in för att genomföra statistik på blocken.



Figur 3. Medelvärdet samt max och min av blockens totala vattenmängd i marken, presenterad för varje mätnivå och mättillfälle.

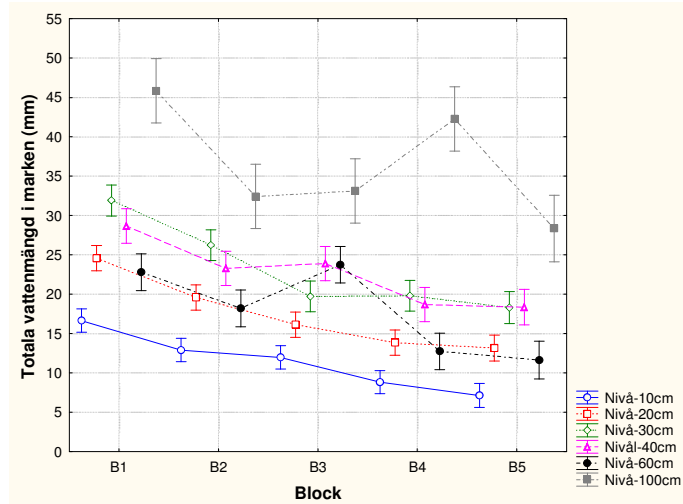
Tidpunkterna för varje mätning samt för bevattningar och andra händelser presenteras i tabell 1.

Tabell 1. Insatser och givor för försöksfältet.

Datum	Händelse
050423	Sättning. NPK11-5-18 giva 800kg. Kali 400kg
050522	Uppkomst
050617	Kupning. Tillfört Axan 300kg.
050609	Bevattning 25mm.
050627	Bevattning 25 mm. Vattenmättnad.
050708	Bevattning variabel del: Block 5, 10 mm, Block 4, 20 mm, Block 3, 24 mm, Block 2, 22 mm, Block 1, 10 mm. Bevattning homogen del: 20mm.
050712	Bevattning variabel del: Block 5, 10 mm, Block 4, 20 mm, Block 3, 24 mm, Block 2, 21 mm, Block 1, 10 mm. Bevattning homogen del: 20mm.
050718	Bevattning variabel del: Block 5, 15 mm, Block 4, 20 mm, Block 3, 30 mm, Block 2, 21 mm, Block 1, 15 mm. Bevattning homogen del: 20mm.
050725	Bevattning variabel del: Block 5, 14 mm, Block 4, 15 mm, Block 3, 14 mm, Block 2, 14 mm, Block 1, 14 mm. Bevattning homogen del: 20mm.

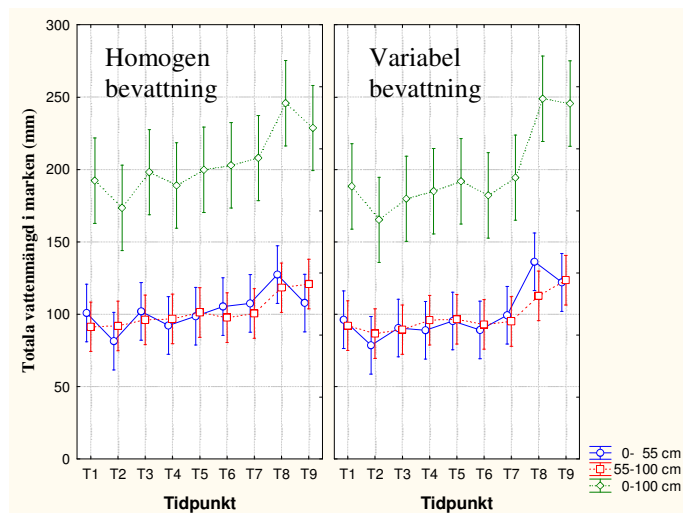
Datum	Mättillfälle
050628	Mättillfälle T1
050706	Mättillfälle T2
050720	Mättillfälle T3
050727	Mättillfälle T4
050809	Mättillfälle T5
050810	Mättillfälle T6
050815	Mättillfälle T7
050816	Mättillfälle T8
050820	Mättillfälle T9

Den totala vattenmängden i marken för varje block presenteras i figur 4.



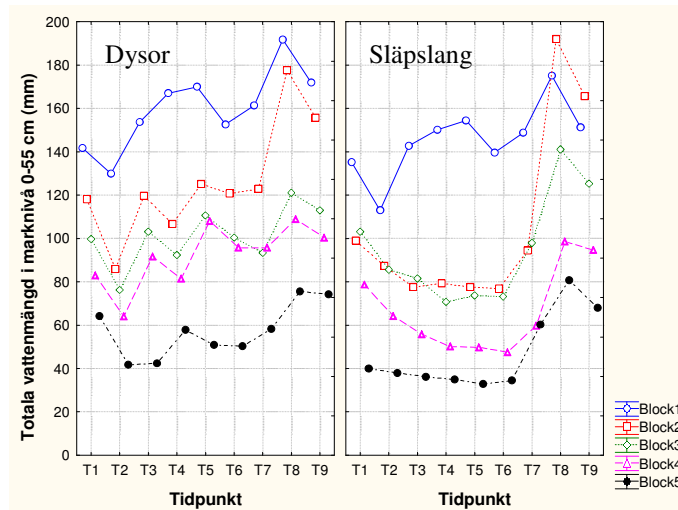
Figur 4. Medelvärdet samt max och min av den totala vattenmängden i marken för varje mättillfälle, presenterad för varje mätnivå och block.

I figur 5 presenteras grafer över hur vattenmängden varierar mellan den homogena och variabla givan.



Figur 5. Totala markvatteninnehållet under säsongen för de homogent respektive variabelt bevattnade delarna av försöksfältet.

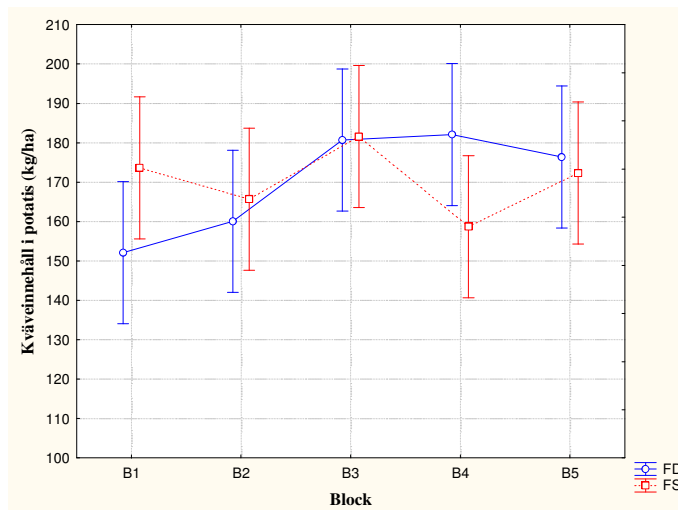
Figur 6 visar skillnaderna i markvatteninnehåll för försöksrutor bevattnade med dysor respektive släpslangar.



Figur 6. Markvatteninnehållet för delar av fältet bevattnade med dysor respektive släpplangar.

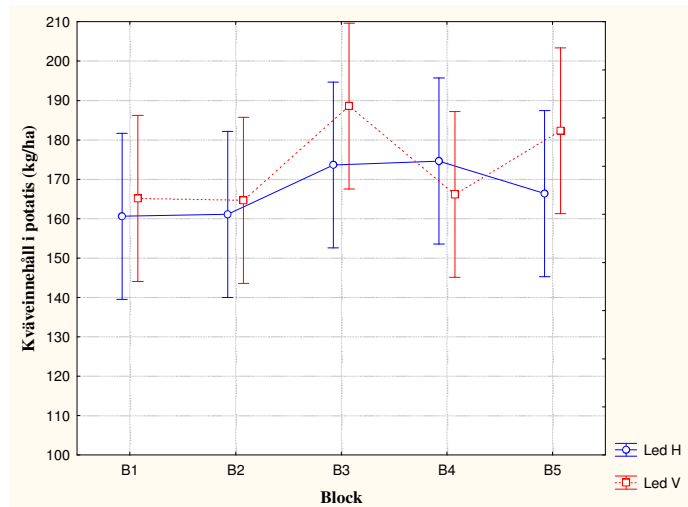
Utvärdering av kväuepptagningen

Potatisens kväueinnehåll för rutor bevattnade med dysor respektive släpplangar presenteras i figur 7. Potatisens kväueinnehåll för rutor bevattnade med homogen respektive variabel giva presenteras i figur 8.

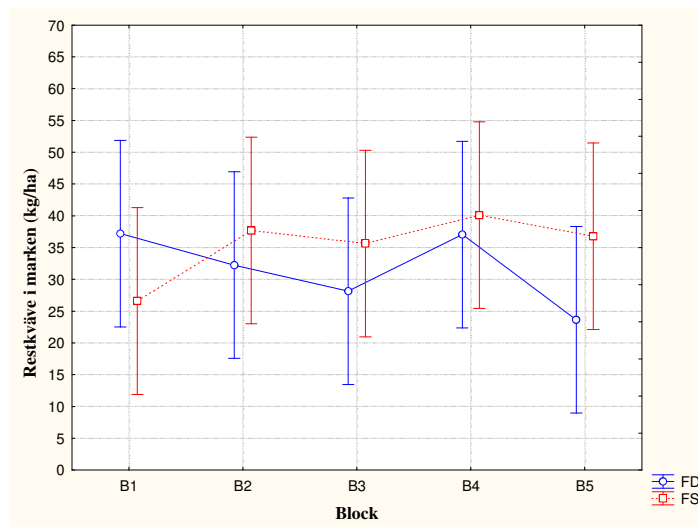


Figur 7. Kväueinnehåll i potatis för rutor bevattnade med dysor (FD) och släpplangar (FS).

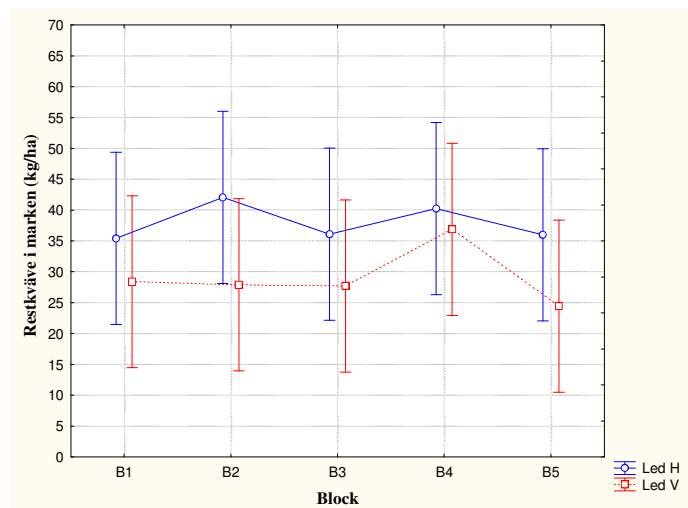
Restkvävet i marken bestämdes och presenteras i figur 9 för dysor respektive släpplangar. I figur 10 presenteras restkvävet i marken för homogen respektive variabel giva.



Figur 8. Kväveinhåll i potatis bevattnad med homogen (Led H) respektive variabel (Led V) giva.



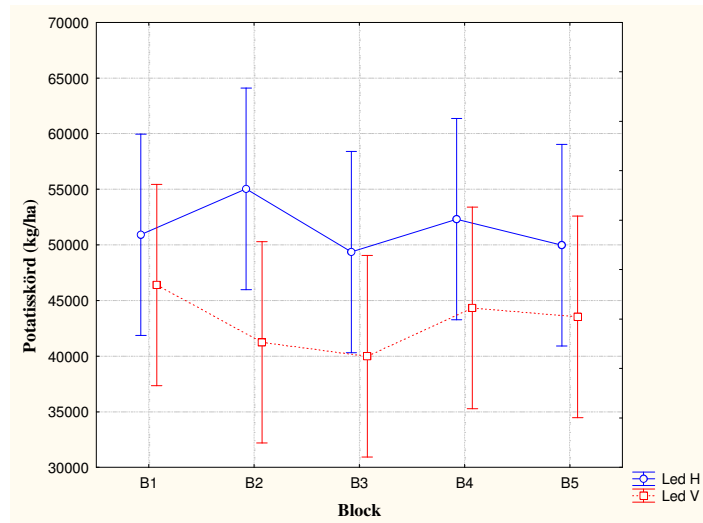
Figur 9. Restkväve i marken för rutor bevattnade med dysor (FD) respektive släpplangar (FS)



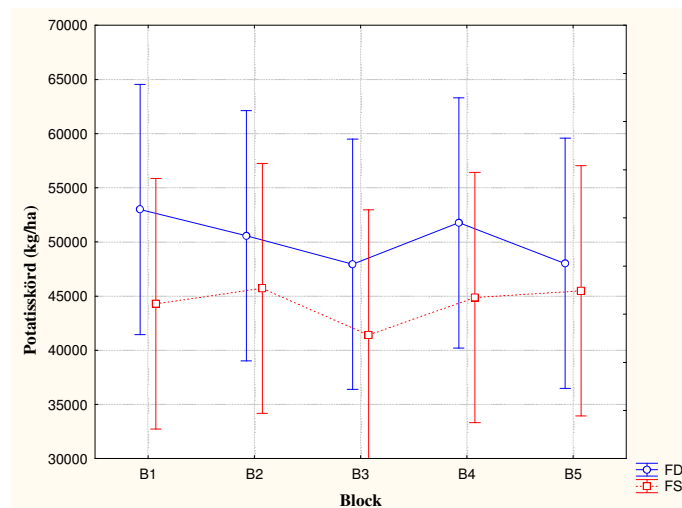
Figur 10. Restkväve i marken för rutor bevattnade med homogen (Led H) respektive variabel (Led V) giva.

Skördekartering av provfälten

I figur 11 och 12 presenteras utfallet av skördekarteringen för bevattning med homogen/variabel giva respektive dysor/släpslangar.



Figur 11. Potatisskörd i försöksrutor bevattnade med homogen (Led H) respektive variabel (Led V) giva.



Figur 12. Potatisskörd för försöksrutor bevattnade med dysor (FD) respektive släpslangar (FS).

Diskussion

Försöksupplägg

Försöken förlades till ett fält med så varierad topografi som möjligt för att kunna observera hur olikheter i markvattentillgången påverkade skördeutfall samt näringsupptaget i grödan. Topografin i området kring Gringeslsta erbjuder dock inte några stora variationer och inom försöket uppgick skillnaderna till som mest 4.56m. Lutningen på 1.9% får anses vara liten men ändå stor nog för att ge en påverkan på fördelningen av tillfört vatten framförallt vid ytavrinning. Detta gäller vatten som tillförs via bevattning. Under försöken gjordes inga mätningar vid nederbördstillfällen. För att

kunna observera markvattenfördelningen förlitades mätningarna helt på torra tillfällen då bevattning var nödvändig. Sommaren 2004 visade inte lämplig för studien då den gav rikligt med nederbörd under hela säsongen. Bevattningstillfällena inskränkte sig till 3 stycken varför inga slutsatser kunde dras för de mätningarna. Under 2005 blev säsongen mer varierad och bevattning var nödvändig vid 6 tillfällen. I och med upptorkningen av marken kunde markvattenmätningarna utföras på torr jord och fördelningen av tillförd giva studeras.

On-line sensor för momentan mätning av markens vatteninnehåll.

Den första prototypen av on-linesensor som testades under år 1 av projektet tog prov med en fast sträcka, exempelvis var tionde meter. Vagnen utvecklades för att kunna vara fäst på bevattningsrampen och göra mätningar innan rampen passerade ett område. Svagheter med prototypen var att den inte kunde korrigera isättningen av sensorn om det fanns stenar i marken samt att när blasten växte sig för hög så styrdes den snett och gick inte längs med kuporna. Den andra prototypen fick därför bli manuellt körd med motorer som förde ner sensorn på en av föraren given plats. Data kan lagras i logger, dator samt noteras på papper.

Styrning av bevattningsramp

Bevattningsrampen modifierades så att både dysor och släpslangar fanns monterade på olika delar av rampen. Rampen delades in i 4 områden med, från ytterkant till ytterkant, 6 meter dysor, 6 meter släpslang, 6 meter släpslang och 6 meter dysor. Anledningen till att de två zonerna med släpslangar sattes i mitten av rampen var att de annars med friktion mot marken skulle styra rampen snett .

En variant av styrning av vattentillförseln i bredd testades i programskala. Genom att programmera ventiler som styr trycket kan olika delar av rampen få olika mängd vatten vilket resulterar i en styrning av vattenmängden längs rampens bredd. I och med av nedskrivningen av det sökta anslaget kunde inte denna del av studien genomföras.

Vattenmängdens fördelning i marken.

Av figur 3 kan man se att de mättillfällen som infallet efter en bevattning antagligen ligger på en jämn nivå med markvatteninnehållet för andra tillfällen. Bevattningarna hjälper således till att hålla fuktigheten på en jämn nivå. Spridningen mellan högsta och lägsta värdena för alla nivåer och varierar mycket lite under säsongen. Man kan se en viss uppgång i markvatteninnehållet under säsongen från uppkomst till skörd så föll det 217 mm nederbörd och det bevattnades i medel ca. 100 mm. En viss ackumulation av markvatteninnehållet kan man räkna med har skett under säsongen eftersom försäsongen var torr medan växtsäsongen gav regn och relativt normala temperaturer. Figur 4 visar på en viss variation mellanblockens markvatteninnehåll, där det generellt blir något lägre markvatteninnehåll ju lägre terrängen blir (block 1 är högst och block 5 lägst). I normalfallet borde det stå mer fukt i lägre partier men med en väl anlagd dränering och en viss fuktighet i marken kan vattnet effektivt ledas bort från fältet vilket kan förklara värdena.

Markvatteninnehållet varierar inte mycket mellan delarna med homogen och variabel giva. De följer samma mönster och min/max-värdena uppgår till samma magnitud. Den skillnad i giva som använts, maximalt 10 mm, har inte givit några utslag på markvatteninnehållet. Eftersom det jämnt fördelat under växtperioden regnade över 200 mm så kom aldrig den bevattnade givan att ge en mer än en tredjedel av den totala nederbörden vilket heller inte ger något genomslag i skillnader mellan homogen och variabel giva. En spekulering är naturligtvis att vid ett torrare år med mindre nederbörd än bevattnad giva skulle skillnaderna mellan den homogent bevattnade och den variabelt bevattnade delen vara större.

Skillnaderna mellan dysor och släpslangar är marginell. Man kan dock tyda att en något jämnare markvattenmängd har hållits i de av släpslangar bevattnade försöksrutorna. Precis som i förra fallet har den naturliga nederbörden haft för stor inverkan på studien för att man ska kunna påvisa någon verklig skillnad.

Utvärdering av kväveupptagningen

Variationerna mellan kväveinnehållet i potatis från rutor bevattnade med dysor respektive släpslangar är likt och en större variation tycks förekomma mellan blocken än inom dem. När det gäller homogen respektive variabel giva så ligger blocken mycket likt utan variationer vare sig mellan eller inom blocken. Det verkar som om en jämn kväveupptagning har skett och den goda tillgången på nederbörd kan vara en orsak till att förutsättningarna har varit så jämna att inga direkta skillnader kan ses mellan sätten att tillföra giva, både i mängd och distributionssätt. Restkvävet i marken följer samma mönster som ovan och inga slutsatser kan dras innan försöken upprepas i vid mer extrema förhållanden som gör att brukningen skiljer sig åt mer markant.

Skördekartering av provfälten

När det gäller skörden kan det sägas att den var jämn mellan blocken men att det förekom skillnader mellan homogent och variabelt bevattnade rutor. Den variabelt bevattnade delen av försöket gav något mindre medelskörd än den homogent bevattnade. Dock ska det tydliggöras att resultaten inte visar på någon signifikant skillnad då skördemätningarna visade att spridningen var stor. Medelskörden för släpslangsbvattnade rutor visar på samma sätt en något mindre skörd än rutor bevattnade med dysor. Inte heller här föreligger någon signifikant skillnad mellan de båda typerna av bevattning.

Publikationer och resultatförmedling till näringen

Kontakt har etablerats med tidskriften Potatis och Grönsaker för att meddela resultaten av studien.