

Slutrapport för SLF-projekt:**SAMBAND MELLAN INOMFÄLTvariation och LÖNSAMHET VID
PRECISIONSODLING**

Anders Larsolle, Per-Anders Hansson, SLU, institutionen för energi och teknik

INLEDNING

Precisionsodling, i meningen att utföra platsspecifika fältinsatser i syfte att optimera odlingen av jordbruksgrödor efter variationer i växtplatsbetingelser, har utvecklats alltsedan introduktionen av satellitbaserad global positioneringsteknik. Den ekonomiska drivkraften i denna utveckling ligger i att utnyttja resurser, i form av insatsmedel och arbete, på ett effektivare sätt. Detta kan praktiseras genom att t.ex. växtnäringssämnen eller växtskyddsmedel i högre utsträckning läggs på platser där grödans skördeökning per kg gödselmedel är hög eller där det finns mycket ogräs.

När det kommer till att lantbrukaren skall ställa om till precisionsodling ställs sedan den konkreta frågan om en investering i teknik för precisionsodlingsutrustning betalar sig. Som stöd för att värdera ett maskinsystem för precisionsodling behövs kunskap om hur skördeutfallet påverkas av omställning till precisionsodling och hur detta skördeutfall beror av förhållanden såsom markens egenskaper och fältets variabilitet. Vilken den optimala växtnäringsgivan blir på varje enskild plats över fältet påverkas sedan inte minst av ekonomiska faktorer såsom avräkningspris och kostnader för insatser och insatsvaror.

Effekten av precisionsodling kan undersökas med fältförsök. Den främsta fördelen är att man gör direkta mätningar i praktiken. En nackdel är att detta ofta innebär omfattande fältförsöksverksamhet, med stora kostnader som följd. Vilka svar man sedan kan få av fältförsöket är begränsade av själva försöksupplägget och de förhållanden som råder, t.ex. klimatzon, jordarter och årsmån. Det kan även vara svårt att i efterhand uppskatta effekterna av andra strategier, för t.ex. platsspecifik N-gödsling, än de som faktiskt utförts i fältförsöket.

För att uppskatta värdet av precisionsodling, beroende av varierande förutsättningar kan man med fördel använda en simuleringsmodell för precisionsodling. Genom att använda en tillväxtmodell kan i princip skörd beräknas på varje enskild plats över fältet med utgångspunkt från faktorer som aktuell kvävegiva, platsbundna markförhållanden och rådande väderlek. Genom detta kan olika gödslingsstrategier, platsspecifika och uniforma, utvärderas under olika förhållanden och i olika syften.

Den grundläggande frågeställningen i denna studie var att värdera det ekonomiska utfallet av investering och användning av maskinsystem för precisionsodling i jämförelse med konventionell maskinteknik för konventionella, uniforma fältinsatser. Syftet var att uppskatta mervärdet av platsspecifik N-gödsling relativt uniform N-giva, och hur detta mervärde påverkas av fältets variabilitet, onoggrannhet i applicerad N-giva och variationer uppmätt position över fältet.

I denna rapport ges en konceptuell beskrivning av simuleringsmodellen och de analysmetoder som användes för utvärdering av platsspecifik N-gödsling i relation till konventionell uniform N-giva över fältet. För en utförligare beskrivning av detta arbete hänvisas till institutionsrapport (Larsolle och Hansson, 2008).

MATERIAL OCH METODER**Simulering av platsspecifik N-gödsling och tillväxt**

För att jämföra uniform och platsspecifik gödsling med kväve (N) från handelsgödsel i en höstvetegröda utvecklades för detta ändamål en simuleringsmodell för precisionsodling. Simuleringsmodellen konstruerades så att skörd kunde simuleras över ett fält med godtycklig N-

giva för en godtycklig situation vad gäller klimat, markförhållanden, och vetesort. Med en sådan simuleringsmodell som verktyg kan i princip objektiva jämförelser göras under identiska förutsättningar, vad gäller t.ex. klimat och jordart, mellan konventionell odling och precisionsodling.

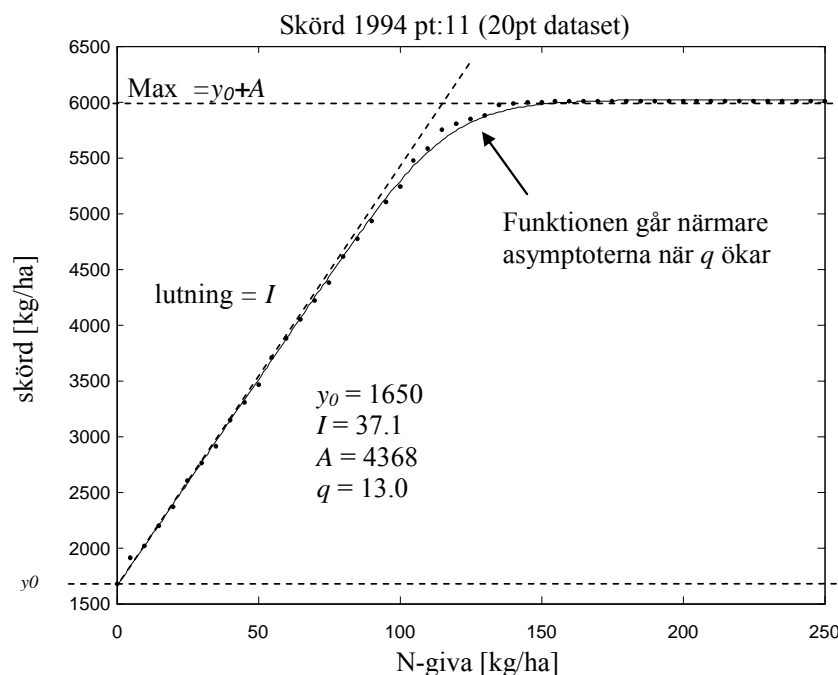
Principen för simuleringsmodellen var att utgå från en befintlig, sedan tidigare framtagen och utvärderad, tillväxtmodell utvecklad för konventionell odling under enhetliga förhållanden där enstaka beräkningar antas vara representativa för hela skiften. Tillväxtmodellen som användes för tillväxt av höstvet i denna studie kallades av författarna för Sirius (Jamieson m.fl., 1998).

För att utveckla en simuleringsmodell för precisionsodling i syftet för studien som beskrivs här, har det ursprungliga programmet modifierats för att exekveras platsspecifikt, dvs. för att simulera platsspecifika skörd utifrån platsspecifika inparametrar.

Indata till simuleringsmodellen var samma sort-, mark-, odlings- och väderparametrar som användes i den ursprungliga tillväxtmodellen Sirius. Med skillnaden att de tre parametrarna för markens vattenhållande förmåga WHC : total porositet (S_{SAT}), fältkapacitet (S_{DUL}) och vissningsgräns (S_{LL}), samt kvävestatusen i mark: mängden inorganiskt kväve (N_i) vid sådd och organiskt kväve (N_o), kunde anges platsspecifikt. Resultatet av simuleringsmodellen för precisionsodling var den platsspecifika kärnskörden av höstvet.

För att kunna simulera skörden på en stor mängd punkter över ett fält på ett beräkningseffektivt sätt användes en matematisk funktion f för att beskriva hur kärnskörden (y) beror av N-givan (N):

$$y = f(y_0, I, A, q, N) \quad [1]$$



Figur 1. Funktionen som beskriver sambandet mellan N-giva och skörd, anpassad till simulerad enligt tillväxtmodellen.

där y_0 är den ogödslade skörden, A är den maximala skörden, I anger den initiala skördeökningen per kg N-giva per ha, och parametern q bestämmer skördekurvans flackhet (se figur 1). Funktionen f anpassades till simulerad skörd enligt simuleringsmodellen. Specifika parametrar togs fram för varje år, för varje punkt över fältet och för varje variabilitet för fältdatavariablerna: WHC , N_i och N_{org} .

I figur 1 visas ett exempel där funktionen f i ekv. [1] har anpassats till simulerad skörd. Simulering har skett i en fältdatapunkt för N-giva från 0 till 250 kg/ha. För låga N-givor

beskriver funktionen mer eller mindre ett rätlinjigt förhållande mellan N-giva och skörd där lutningen är lika med parametern I . För höga N-givor går skörden mot ett maxvärde som är lika med $y_0 + A$. Parametern q bestämmer sedan hur skarpt kurvan viker av från linjärt ökad skörd med avseende på N-giva till maxskörd.

Fältdata

För att kunna jämföra olika gödslingsstrategier var en grundläggande del att ta fram data som beskrev fältet där det platsspecifika skörderesultatet simulerades. De data som definierade fältet var simuleringsmodellens markparametrar.

Som grund för att skapa fältdata till simuleringsmodellen användes mätningar och analyser från ett fält i Kvarnbo strax utanför Uppsala där bl.a. markparametrar och skörd har karterats i JTI:s regi sedan 1990-talet (se Algerbo m.fl., 2000, 2003). Markparametrarna i denna simuleringsmodell är direkt eller indirekt skapade från mätdata från provtagningar och analyser gjorda i tidigare studier. Befintliga mätdata härrör från dataset med två olika upplösningsgrader. I 79 fastlagda parceller i fältet, på en total yta av ca 11.8, har mängden mineralkväve analyserats i jordprov vår och höst under försöksåren 1997, 1998, 1999. I samma parceller har även jordart, mullhalt, fosfor (P-AL), kalium (K-AL) och pH analyserats 1997. I 20 punkter över fältet har även markens vattenhållande förmåga (WHC) uppmätts för de tre parametrarna: total porositet (S_{SAT}), fältkapacitet (S_{DUL}) och vissningsgräns (S_{LL}).

De markparametrar som definierades platsspecifikt, för att kunna simulera platsvis N-gödsling och skörd, var markens vattenhållande förmåga (WHC), mängden organiskt kväve i marken (N_{org}) och mängden mineralkväve i marken (N_i) vid simuleringens startdatum, dvs. vid sådd av höstvetete på hösten.

Efter databehandling och interpolering ner till 5 m upplösningsgrad kunde sedan de platsspecifika markparametrarna anges i matrisform (i geografiska punkter över fältet med en definierad upplösning i x- och y-led) som indata i simuleringsmodellen för precisionsodling medan övriga markparametrar var konstanta över fältet. Valet av markparametrar som definierades platsspecifikt gjordes utifrån dels vilken inverkan parametern i fråga hade på skördekurvan med avseende på N-giva, och dels utifrån vilka data som fanns tillgängliga.

Väderdata

Simuleringsmodellen för precisionsodling simulerade skörd enligt tillväxtmodellen Sirius genom att beräkna grödans dagliga utveckling från sådd till skörd. För detta krävdes dagliga väderdata under simuleringsperioden. Väderdata som användes inkluderar, förutom datum: lägsta och högsta dagliga temperatur [$^{\circ}\text{C}$], nederbörd [mm/dygn] och daglig total globalinstrålning [MJ/m^2]. Perioden för väderdata var från 1/1 1987 till 31/12 2003. All väderdata erhöles från SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut). Temperatur- och nederbördsdata är uppmätt vid två väderstationer i Uppsala. Daglig globalinstrålning i Uppsala under perioden är uppskattad med hjälp mätningar från 13 stationer i Sverige.

Inverkan av fältets variabilitet och onoggrannhet i position och N-gödsling

Med hjälp av simuleringsmodellen gjordes en analys av hur effekten i kärnskörd med platsspecifika N-gödsling påverkades av fältets variabilitet, onoggrannhet i applicerad N-giva och avvikelser i positionsangivelse över fältet. För att få ett mått på skördeökningen för platsspecifika N-giva relativt uniform N-gödsling beräknades den teoretiskt optimala platsspecifika N-givan för varje år under tidsperioden. I princip antogs den optimala N-givan vara den giva där värdet av skördeökningen per kg N-gödsel var lika med kostnadsökningen, dvs. kostnader för N-gödselmedel och skörderelaterade kostnader. Detta förhållande motsvaras av en punkt på kurvan f i figur 1 med lutningen M_{opt} som bestäms av avräkningspris per kg kärna, pris per kg N-gödsel och rörliga skördekostnader per kg kärna. Värdet av M_{opt} beror på prisnivåer enligt aktuellt

marknadsförhållande och N-givan där skördekurvan har denna lutning beror av formen på skördekurvan.

Skörden beräknades sedan med hjälp av simuleringsmodellen dels med den teoretiskt optimala platsspecifika N-gödslingsstrategi och dels med den uniforma gödslingen med samma totala N-giva. På detta sätt renodlades den teoretiska maximala marginalen i skördeeffekt med precisionsodling.

För att utvärdera fältets variabilitet, onoggrannhet i applicerad N-giva och avvikelser i positionsbestämning över fältet beräknades denna relativa skördeökning för optimal platsspecifik N-gödsling för två fall:

- A: Optimal platsspecifik N-gödsling varje år
- B: Platsspecifik N-gödsling med den platsspecifika medelgivan över alla år.

Den uniforma N-givan i jämförelsen var således i fall A: specifik för varje år, och i fall B: samma för alla år. I jämförelsen vad gäller skörd angavs medelskörden vid platsspecifik N-gödsling som relativt tal till medelskörden av den uniforma N gödslingen.

Ekonomiskt värde av precisionsodling

Den metod som användes här för att jämföra det ekonomiska mervärdet av precisionsodling och konventionell uniform odling, var att beräkna det ekonomiska nettoresultatet R av odlingen för platsspecifik respektive uniform N-gödsling. Värdet på R beräknades med:

$$R = Y \cdot (P_y - C_y) - N \cdot C_N \quad \text{kr/ha} \quad [2]$$

där Y är kärnskoroden i kg/ha, P_y är avräkningspriset på kärna i kr/kg kärna, C_y är rörliga skördekostnader i kr per kg kärna, N är gödselgiva i kg N/ha och C_N är kostnad för N i kr/kg N.

Ur R kunde sedan investeringsutrymmet V beräknas enligt:

$$V = \frac{R}{r/2 + 1/l} = \frac{Y \cdot (P_y - C_y) - N \cdot C_N}{r/2 + 1/l} \quad \text{kr/ha} \quad [3]$$

där r är räntesatsen och l är avskrivningstiden. Restvärdet för utrustningen efter avskrivningstiden antogs här vara 0 kr.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Teoretiskt optimala platsspecifika N-givor beräknades utifrån antagna marknadsförhållanden. Här användes samma beräkningsgrunder som användes för beräkningar av N-givor för höstveteodling till kvarnvara i Mellansverige i Jordbruksverkets riktlinjer för gödsling inför 2007 och 2008 års växtodlingssäsong (Albertsson, 2006; 2007). I de fallen respektive variabel skiljer sig åt mellan åren, anges båda värdena: {2007; 2008}.

Avräkningspriset på höstvete (P_y) sattes till {1.00; 1.50} kr/kg kärna, kvävepriset (C_N) sattes till {9.50; 12.00} kr/kg N och rörliga skördekostnader (C_y) uppskattades till 0.20 kr/kg kärna. I C_y ingick kostnad för PK-gödsling, tröskning, torkning och frakt. Optimalt merutbyte blev med detta {11.9; 9.2} [kg kärna/kg N]. Det vill säga, det lönar sig att öka N-givan upp tills det att varje extra kg N per ha ger 11.9 kg eller 9.2 kg skördeökning per ha, beroende på om man tittar på scenario inför växtodlingssäsongen 2007 eller 2008. För samma skördekurva, se exempel i figur 1, blir alltså den optimala N-givan lägre med sämre marknadsförhållande för scenario 2007 än för 2008.

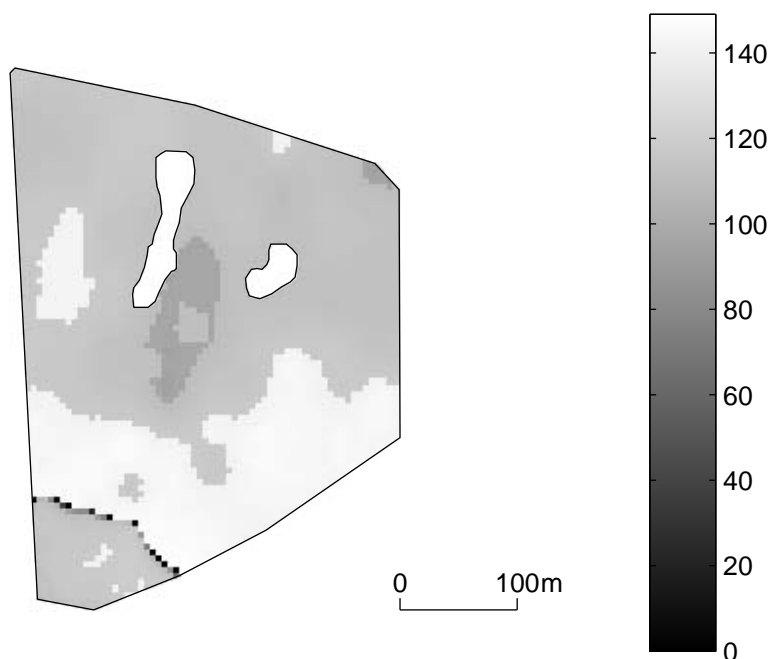
Den teoretiskt optimala platsspecifika N-givan över fältet togs sedan fram utifrån 11.9 respektive 9.2 kg kärna/kg N. Denna optimala platsspecifika N-giva är den teoretiskt optimala N-givan. I praktiken vet odlaren givetvis inte hur väderleken blir från gödsling fram till skörd. Denna

teoretiskt optimerade platsspecifika N-giva kan ses som den övre gränsen vad gäller lönsamheten för precisionsodling.

Jämförelse av skörd mellan platsspecifik och uniform N-giva

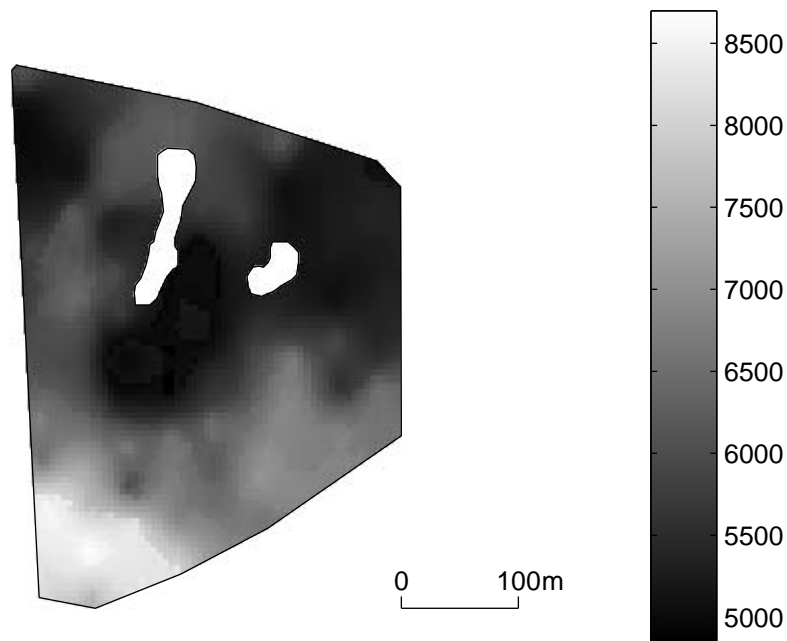
Ett exempel på en framtagen teoretiskt optimal platsspecifika N-giva visas i figur 2 och resulterande platsspecifik skörd kan ses i figur 3. Detta exempel är beräknat med simuleringsmodellen för skördeåret 1994 och det marknadsmässiga scenariot inför växtodlingssäsongen 2007. För det specifika skördeåret (1994) var medelvärdet för den optimala platsspecifika N-givan 123 kg/ha medan medelvärdet av platsspecifik N-giva över alla år var 94 kg N/ha. De absoluta värdena, främst vad gäller skörd, beror på hur väl simuleringsmodellen efterliknade verkliga förhållanden för varje specifikt år. I detta fall analyseras dock den relativa skördeökningen för platsspecifik N-gödsling i jämförelse med uniform N-giva. Detta gör att avvikelser i skörd i absoluta tal inte har någon större inverkan på slutresultatet.

I figur 4 visas diagram över skörderesultatet av jämförelsen enligt A och B för det marknadsmässiga scenariot inför 2008, och hur resultatet beror av olika grader av variabilitet i markens vattenhållande förmåga (*WHC*). Motsvarande resultat men med variabiliteten för inorganiskt kväveinnehåll i mark (*N_i*) ses i figur 5, för ökande onoggrannhet för positionen över fältet i figur 6 och för stigande slumpmässigt fel för N-giva ses i figur 7.



Figur 2. Optimal platsspecifik N-giva [kg/ha], för skörd år 1994 enligt simuleringsmodellen. Medelgivan var 123kg/ha.

För fältdata med ursprunglig variabilitet (relativ standardavvikelse = 1 i figur 4 till 5) och utan adderad onoggrannhet för position och N-giva (standardavvikelse = 0 i figur 6 till 7) kan man se att en platsspecifik optimerad N-giva varje enskilt år (fall A) har lett till en skördeökning med ca 3 % jämfört med att lägga den totala mängden N över fältet som uniform medelgiva det aktuella året. Man har med andra ord åstadkommit 3 % skördeökning med samma mängd N genom att anpassa N-giva efter variationer i markens vattenhållande förmåga, organiskt och inorganiskt N i jorden vid simuleringens start.



Figur 3. Skörd 1994 vid optimal platsspecifik N-giva [kg kärna/ha] enligt simuleringsmodellen. Medelgödselgivan var 123kg N/ha.

Att sedan beräkna medelvärdet av årliga optimala N-givan på varje enskild punkt över fältet över alla år i simuleringsperioden och lägga denna N-giva platsspecifikt (fall B) resulterade här i ca 1 % skördeökning jämfört med att genomgående gödsla med det totala medelvärdet över alla år uniformt över fältet. Skördeökningen för det marknadsmässiga scenariot inför 2007 var ca 3.5 % respektive 1 %. Här visas dock endast resultatet för det marknadsmässiga scenariot inför 2008 då inverkan av variabilitet och onoggrannhet var densamma för båda scenarierna.

Inverkan av att öka variabiliteten för fältparametrar ledde till högre skörd för platsspecifik N-giva jämfört med uniform när det gäller markens vattenhållande förmåga (WHC) (se överst i figur 4 och markens mineralväveinnehåll vid sådd (N_i) (se överst i figur 5). Vad gäller variabiliteten för organiskt N i mark kunde inget tydligt sådant samband ses. Effekten av att variera simulerad onoggrannhet för positionsangivelse är här relativt tydlig (se figur 6). Man kan se att medelavvikelsen för merskörden i fallet med optimal platsspecifik N-giva varje år (fall A) ökar kraftigt i förhållande till platsspecifik medel-N-giva och de två uniforma fallen i samma diagram.

Detta beror på att N-givan, visserligen optimerad för respektive plats över fältet, inte hamnar på avsedd plats och resulterar därmed till att givan på varje punkt över fältet avviker i allt högre grad från den optimala med ökat fel på positionsangivelsen.

Att ändra variabiliteten för N-givan (se figur 7) har en likartad effekt jämfört med ändrad variabilitet för positionen över fältet. Effekten på skörden är dock i detta fall inte lika stor vid låga variabiliteter som för positionen (jämför figur 7 med figur 6).

Beräkning av lönsamhet för platsspecifik N-giva

Innan ekonomiska beräkningar av mervärdet för platsspecifik N-giva kan göras måste först ytterligare antaganden göras. Räntesatsen r sätts till 7 % och avskrivningstid l till 5 år. Om man sedan vill uppskatta det totala resultatet och investeringsutrymmet för en hel gård kan sedan R i ekv. [2] och V i ekv. [3] multipliceras med den odlade arealen.

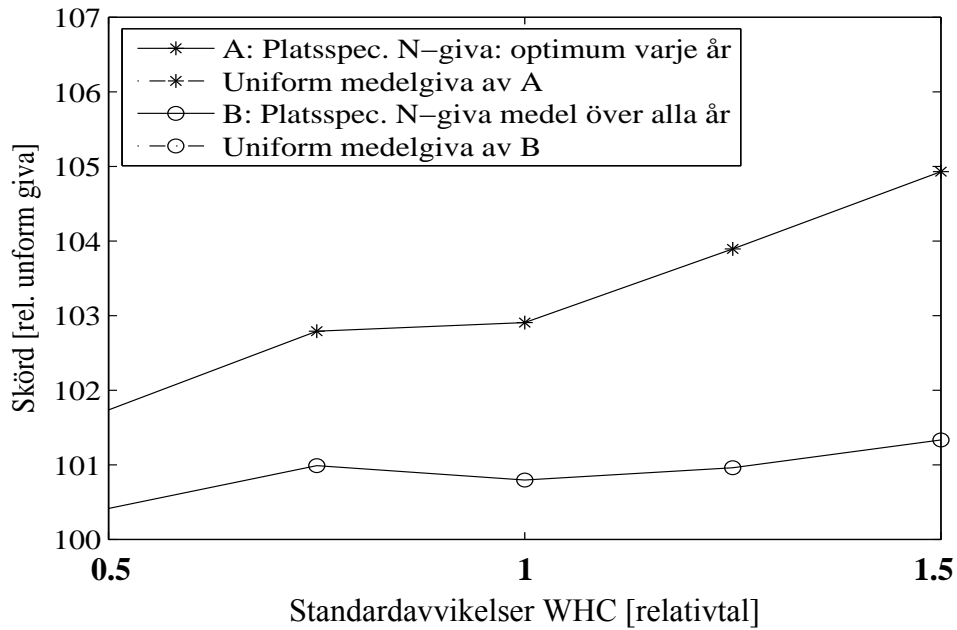
Nettoresultatet R är i princip rörliga inkomster minus rörliga kostnader. Skillnaden i R mellan uniform N-gödsla och platsspecifik N-gödsla är alltså mervärdet som skall betala kostnaden för att investera och använda metodik och teknik för precisionsodling. Skillnaden i

investeringsutrymme ger en fingervisning på vilken investering som motsvaras av denna skillnad i ekonomiskt nettoresultat.

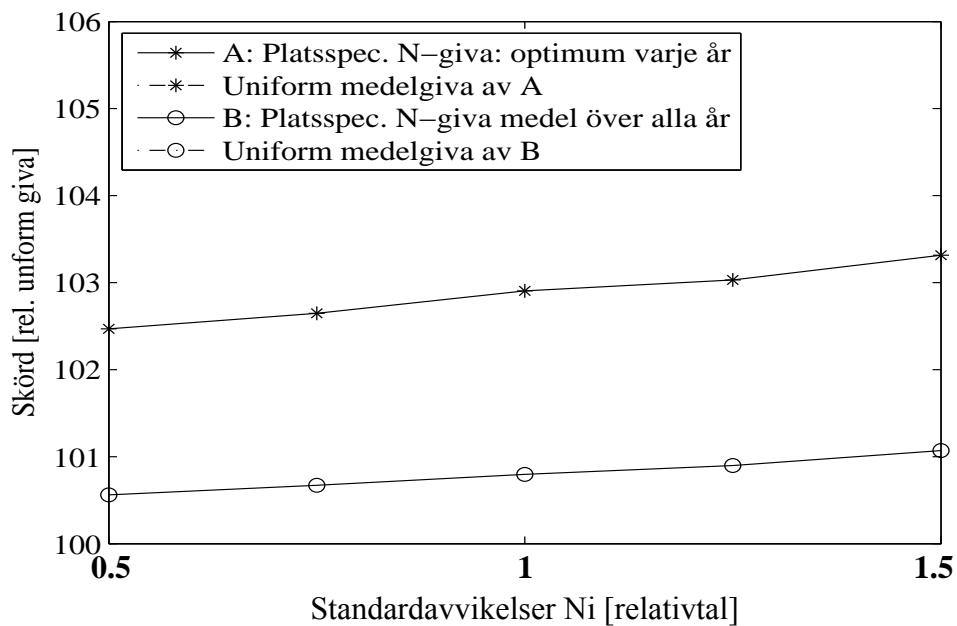
För att få en uppfattning om vinsten med platsspecifik N-gödsling beräknades det ekonomiska nettoresultatet R enligt ekv. [2] och investeringsutrymme V med ekv. [3].

Tabell 1 visar beräknat nettoresultat R och investeringsutrymme V för optimal platsspecifik N-gödsling enl. ekv. [2] och [3] i jämförelse med:

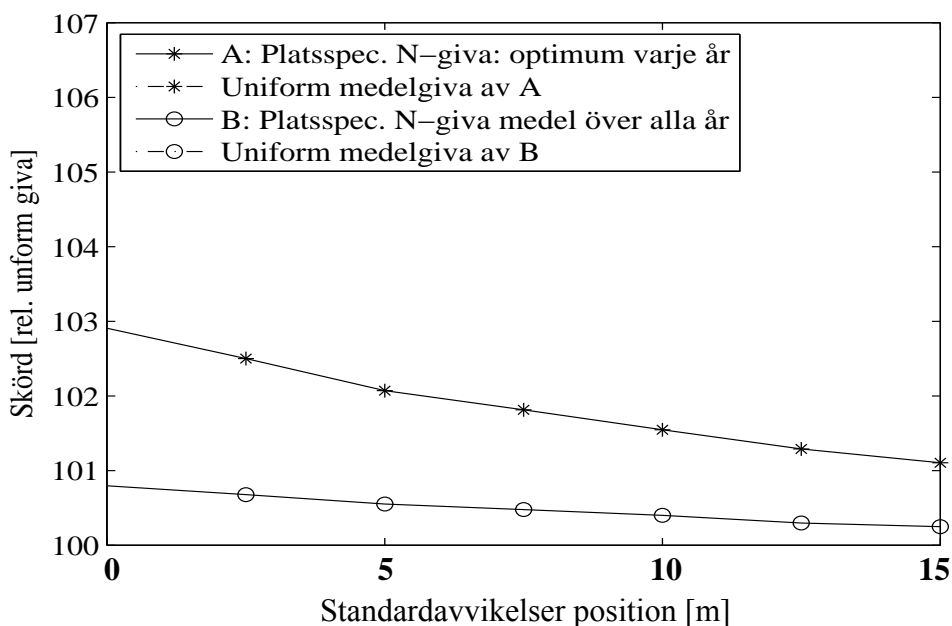
- i) uniform N-gödsling med motsvarande medelvärde av platsspecifik N-giva varje år
- ii) uniform N-gödsling med det totala medelvärdet av platsspecifik N-giva alla år.



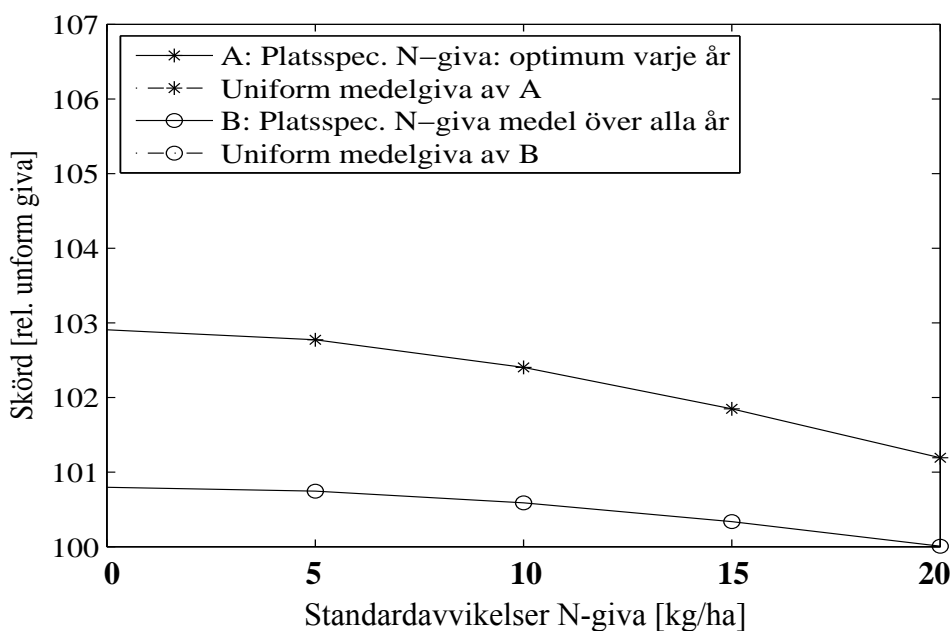
Figur 4. Skörd för platsspecifik N-gödsling relativt uniform N-giva med avseende på variabilitet för markens vattenhållande förmåga (WHC). Marknadsförhållande inför växtodlingssäsongen 2008



Figur 5. Skörd för platsspecifik N-gödsling relativt uniform N-giva med avseende på variabilitet för inorganiskt kväve i mark (N_i). Marknadsförhållande inför växtodlingssäsongen 2008



Figur 6. Skörd för platsspecifik N-gödsling relativt uniform N-giva med avseende på variabilitet för position över fältet. Marknadsförhållande inför växtodlingssäsongen 2008



Figur 7. Skörd för platsspecifik N-gödsling relativt uniform N-giva med avseende på variabilitet för N-giva. Marknadsförhållande inför växtodlingssäsongen 2008

Vilken uniform N-giva man skall jämföra med, vid en utvärdering av värdet av platsspecifik N-gödsling kan diskuteras. Man kan anta att en lantbrukare som inte tillämpar precisionsodling har inte heller motsvarande kunskap och dokumentation om sina skördar och om hur skörden beror av årsmån och N-giva. I det konventionella fallet kan man därför anta att rekommenderade riktgivor används i större utsträckning. I riktgivor som ges ut av Jordbruksverket (Albertsson, 2006, 2007) anges riktgivor i förhållande till region och förväntad skördenivå. För varje steg i ton/ha förväntad skördenivå ökar/minskar riktgivan med 15-20 kg/ha. För att uppskatta värdet av platsspecifik N-gödsling bör man anta att odlaren räknar med en riktgiva som är behäftad med en viss osäkerhet, dels beroende på att riktgivan är bestämd för en större region och dels beroende på fel i uppskattad förväntad skördenivå. Därför jämförs platsspecifik N-gödsling i tabell 1 även med en uniform N-giva som avviker från den i fall *ii* (enligt ovan) med steg om 15 kg/ha.

Tabell 1. Ekonomiskt nettoresultat för platsspecifik relativt uniform N-gödsling. N_{opt} är N-givan med optimal precisionsodling med N-gödsling enligt simuleringsmodellen varje år. Spridnings teknik PS är platsspecifik N-gödsling (varje år), UF_{yw} är uniform gödsling med medelgivan av platsspecifik N-giva varje år, UF_{tot} är uniform gödsling med samma N-giva alla år.

Scenario inför resp. odlingsår	Spridnings-teknik PS/ UF_{yw} / UF_{tot}	Total N-giva kg/ha	Vinst netto* kr/ha	Investerings-utrymme** kr/ha	Diff. %
2007	PS	N_{opt}	3517	14970	-
—	UF_{yw}	N_{opt}	— - 125	— - 530	3.7
—	UF_{tot}	$N_{opt}-45$	— - 718	— - 3060	25.7
—	—	$N_{opt}-30$	— - 525	— - 2240	17.6
—	—	$N_{opt}-15$	— - 387	— - 1650	12.4
—	—	N_{opt}	— - 308	— - 1310	9.6
—	—	$N_{opt}+15$	— - 283	— - 1200	8.7
—	—	$N_{opt}+30$	— - 302	— - 1280	9.4
—	—	$N_{opt}+45$	— - 354	— - 1500	11.2
2008	PS	N_{opt}	6027	25650	
—	UF_{yw}	N_{opt}	— - 171	— - 730	2.9
—	UF_{tot}	$N_{opt}-45$	— - 1095	— - 4660	22.2
—	—	$N_{opt}-30$	— - 786	— - 3340	15.0
—	—	$N_{opt}-15$	— - 570	— - 2430	10.5
—	—	N_{opt}	— - 448	— - 1900	8.0
—	—	$N_{opt}+15$	— - 403	— - 1710	7.2
—	—	$N_{opt}+30$	— - 417	— - 1780	7.4
—	—	$N_{opt}+45$	— - 479	— - 2040	8.6

*: (avräkningspris - rörliga skördekostnader) x skörd - gödselkvävekostnad x gödselgiva.

** : Ränta 7 %, avskrivningstid 5 år, restvärde 0 kr.

Den möjliga vinsten med platsspecifik N-gödsling ger alltså 2.9 respektive 3.7 % bättre nettoresultat om medelgivan varje år läggs uniformt istället. En mer realistisk jämförelse med en fast uniform N-giva över alla år ger ett mervärde för platsspecifik N-gödsling upp till 10 %, beroende på hur mycket man kan anta att den optimala platsspecifika N-givan skiljer sig från den konventionella riktgivebaserade N-givan. 10 % mervärde med precisionsodling skulle innebära ca 1300 kr eller 2400 kr/ha i investeringsutrymme för scenario inför växtodlingssäsongen 2007 alternativt 2008. Bättre marknadsmässigt läge inför 2008 resulterade således i lite lägre procentuellt mervärde för precisionsodling men nära nog en fördubbling av resultatet i absoluta tal.

SLUTSATSER

- En utvärdering med simuleringsmodellen, med befintliga fält- och väderdata, där platsspecifik N-gödsling jämfördes med en situation där en konventionell N-giva bestämdes efter mer eller mindre osäkra regionala riktgivor gav ett mervärde för precisionsodling med upp till ca 10 % beroende på hur den uniforma N-givan bestäms.

- Scenario enligt marknadsläge inför 2008, med högre avräkningspris, resulterade i ett högre mervärde i absoluta tal i ekonomiskt nettoresultat för precisionsodling relativt uniform konventionell N-gödsling, jämfört med scenario med sämre marknadsmässigt förhållande inför år 2007.

- I en teoretisk jämförelse, vad gäller kärnskörd, mellan optimal platsspecifik N-gödsling och uniform N-gödsling med dels A: medelgivan av platsspecifik N-giva varje år och dels B: den totala platsspecifika medel-N-givan över alla simulerade växtodlingsår, gav enligt simuleringsmodellen, befintliga fältdata och scenario för marknadsförhållanden enligt riktlinjer inför år {2007; 2008}:

- ca {3.5; 3.0} % högre skörd för platsspecifik N-gödning i fall A. Fall B gav ca 1 % högre skörd.
- ca 3 % högre kärnskörd i fall A för fält med ökande markvariabilitet, vad gäller vattenhållande förmåga, från 0.50 till 1.50 standardavvikelse. Detta är av samma dignitet som för själva omställningen från konventionell uniform odling till precisionsodling. Fall B gav en motsvarande effekt på kärnskörden kring 1 %.
- från 0.5 % till 1 % högre skörd både i fall A och B när variabiliteten för inorganiskt N ökades från 0.50 till 1.50 standardavvikelse.
- För att hålla sig under 1 % försämrade merskörd för precisionsodling i fall A skall positionens onoggrannhet helst inte överstiga 5 m. I fall B var denna negativa effekt på skörden under 1 % upp inom simulerat intervall, upp till 15 m medelavvikelse.
- För standardavvikelse upp till 5 kg/ha verkade onoggrannhet i applicerad N-giva inte ha någon signifikant effekt på mervärdet för precisionsodling, varken i fall A eller B. För att få 1 % -enheters sämre merskörd för precisionsodling krävdes standardavvikelse kring 15 kg/ha för fall A och 20 kg/ha för fall B.

RESULTATSPRIDNING

Projektet har redovisats på den Europeiska precisionsodlingskonferensen: "6th European Conference on Precision Agriculture" i Grekland som poster och som skriftlig rapport (Larsolle m.fl., 2007).

En institutionsrapport som redovisar resultatet från detta projekt på svenska är under publicering (Larsolle och Hansson, 2008). Resultatet av detta projekt håller tillräcklig kvalitet för vetenskaplig internationell publicering. Det planeras att färdigställa manus till artikel på engelska under 2009.

EKONOMI

Huvudsakliga resekostnader omfattar resa och logi till de Europeiska precisionsodlingskonferenserna 2005 och 2007 (5ECPA och 6ECPA). Sedan är kostnader i samband med möten inom Sverige är upptagna.

De största posterna (förutom omkostnadspålägg och högskolemoms) under övrigt är 1) kostnader i samband med konferenserna 5ECPA och 6ECPA: anmälningsavgift, kurser i samband med konferenserna och kostnader för posterpresentation, och 2) kostnader för analys relaterade till nyttjande av dator och programvara.

LITTERATUR

- Albertsson B (2006) Riktlinjer för gödning och kalkning 2007. Jordbruksverket, Rapport 2006:33
- Albertsson B (2007) Riktlinjer för gödning och kalkning 2008. Jordbruksverket, Rapport 2007:22
- Algerbo PA; Thylén L; Mattsson L (2000) Mineralkvävevariationer inom fält. Effekt på avkastning och produktkvalitet. JTI-rapport nr 275
- Algerbo PA; Mattsson L; Thylén L (2003) Skörderelaterad kvävegödning – teknik, metodik och erfarenheter. JTI-rapport nr 311
- Jamieson PD; Semenov MA; Brooking IR; Francis GS. 1998. Sirius: a mechanistic model of wheat response to environmental variation. *European Journal of Agronomy*, 8 161-179.
- Larsolle A, Hansson P-A. 2008. Inverkan av fältets variabilitet och N-gödningens precision på lönsamhet vid precisionsodling - analys baserad på simulerad platsspecifik skörd. SLU, Institutionen för energi och teknik. Rapport (under publicering)
- Larsolle A, Hansson P-A, Thylén L. 2007. A model for simulating effects of site specific application of nitrogen in a cereal crop. In: 6ECPA Poster Paper Proceedings (eds. S. Fountas et al.). Poster Paper Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture, 3-7 June 2007 in Skiathos, Greece.