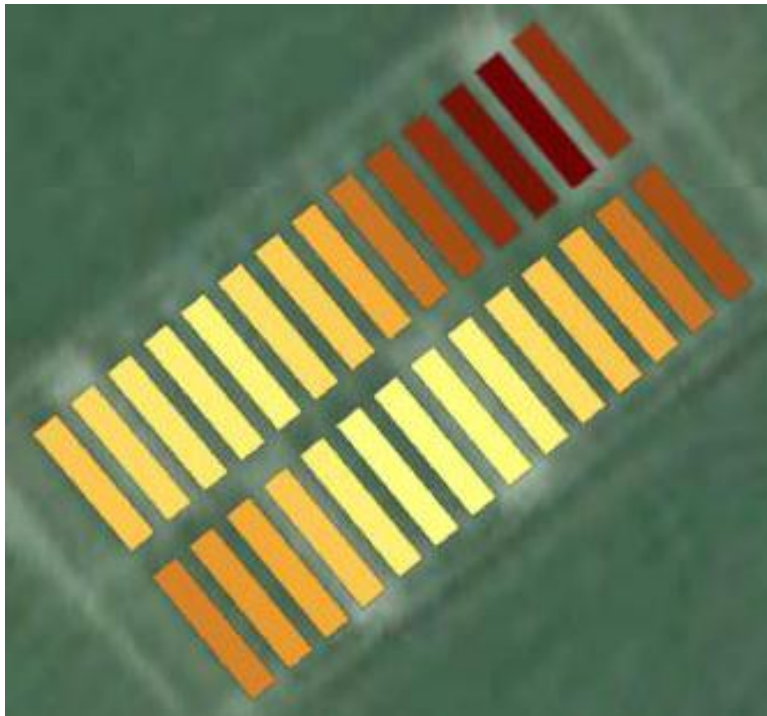




## Variation i marken inom fältförsök



Kristin Piikki, Mats Söderström, Maria Stenberg, Johan Roland



## **Förord**

Ett stort antal fältförsök genomförs varje år för att undersöka olika frågeställningar inom växtodlingen. När man lägger ut försöken väljer man synbart jämna försökplatser för att undvika att variation i markens egenskaper påverkar resultaten. Men hur jämna är försöksplatserna egentligen? Här presenteras resultat från ett projekt som finansierats av Stiftelsen lantbruksforskning, SLF, med syfte att undersöka markvariationen i våra svenska fältförsök. I studien ingick sju slumpvis utvalda kvävegödslingsförsök och vi vill passa på att tacka de lantbrukare som upplåtit mark till försöken.

Författarna

Skara den 16 augusti 2012

## Innehållsförteckning

<i>Förord</i> .....	3
<i>Innehållsförteckning</i> .....	4
<i>Bakgrund</i> .....	5
<i>Material och metoder</i> .....	5
Fältförsök.....	5
Mätningar av markvariation.....	6
Andra bakgrundsdata.....	7
Dataanalys.....	7
<i>Resultat och diskussion</i> .....	7
Försöksplatserna .....	7
Hur väl har man lyckats med etableringen? .....	8
Påverkar inomförsöksvariationen slutsatserna i den statistiska analysen av försöken? .....	10
Hur kan man hantera markvariation i fältförsök? .....	11
Övrig diskussion.....	12
<i>Slutsatser</i> .....	13
<i>Tack</i> .....	14
<i>Referenser</i> .....	14
<i>Kartbilaga</i> .....	15

## Bakgrund

Fältförsök har under många år varit en vedertagen metod för undersökningar av frågeställningar relevanta inom lantbruksnäringen. Forskning och utveckling inom många olika områden har varit beroende av att lantbrukare har upplåtit mark, att försöksgårdar och forskningsstationer har varit tillgängliga och att det funnits kompetens för försöksutförande i varje hörn av Sverige. Metodiken har under årens lopp standardiserats och förfinats. Kostnader för fältförsök har dock ökat och är idag så höga att man ofta hänvisas till en balans mellan få upprepningar eller försök på få platser i förhållande till vad frågeställningen egentligen kräver för att man ska kunna få resultat som ger tydliga svar.

Det är sedan länge känt att markegenskaper varierar och det även om marken synbart ser jämn ut. Därför används block, ofta fyra, som upprepning av försöksled och ledens ordning inom blocken slumpas ut (se t.ex. Forkman, 2011; Underwood, 1997). Den statistiska bearbetningen av försöksresultat visar genom variationsmått hur stor variationen varit i de undersökta variablerna. Vid en stor variation slopas försöket. Det innebär stora kostnader för den som beställt försöket. För forskningsprojekt betyder det att budgetar spricker och att projekten drar ut på tiden för att tillräckligt omfattande resultat ska kunna samlas in. Metoder som beskriver försöksutförande beskrivs i GEP (Swedac; Johansson et al., 2000) Se även SLU Fältforsks försökshandbok <http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl-fakulteten/om-fakulteten/ovriga-enheter/faltforsk/utbildning/forsokshandbok/>

Idag finns teknik som ytterligare skulle kunna öka kvaliteten och säkerheten i de studier som görs men som inte tidigare utvärderats för användning i fältförsök. Sedan några år tillbaka har nya mätmetoder kommit att användas inom markkarteringen som medger att stora mängder data samlas in med sensorer som kan registrera mätdata direkt i fält. I föreliggande rapport kvantifieras markvariationen med hjälp av två olika sensorer i sju fältförsök som utfördes 2010 och förslag lämnas på hur man kan hantera bakgrundsvariationen i utvärdering av fältförsök samt hur markburna sensorer och fjärranalys kan användas som underlag för val av bra försöksplatser.

## Material och metoder

### Fältförsök

I rapporten ingår sju försök från fyra olika försöksserier (tabell 1). Försökserierna är fleråriga men här används uteslutande resultat från år 2010. Samtliga försök utom det från försöksserie M3-2285 är tidigare utvärderade i Försöksrapporten 2010 (Mellansvenska försökssamarbetet, 2011). Där finns också mer information om de olika försöken. Nedan följer kortare beskrivningar.

Syftet med försöksserie M3-2287 är att undersöka höstkorns kvävebehov i relation till skörd och markkvävebidrag. Experimentdesignen är en kvävestege med ett helt ogödslat led samt sex led med olika kvävegödsling (60, 90, 120, 150, 180 och 210 kg N per hektar). En tidig kvävegiva på 60 kg per hektar lades på vid tillväxtstart och resterande mängd spreds vid DC 30. N-sensormätningar gjordes i DC 37.

Syftet med försöksserie M3-2278 är att studera markens kväveleverans under olika förutsättningar. Kvävestegar läggs på gårdar med och utan djur och på lättare och styvare

jordar Det ingår också att undersöka hur markens kväveleverans påverkar den optimala kvävegivan hos höstvetete. Ett helt ogödslat led ingår och övriga led har tillförts 40, 80, 120, **Tabell 1. Försök från 2010 som ingick i studien**

Försöksserie	Plats	Gröda	Försöksutläggning
M3-2287	Russelbacka	Höstkorn	Rektangulär med 2 × 2 block
M3-2287	Malma	Höstkorn	Rektangulär med 2 × 2 block
M3-2278	Skofteby	Höstvetete	Avlång med fyra block i rad
M3-2278	Forshall	Höstvetete	Avlång med fyra block i rad
M3-2279	Koberg	Havre	Avlång med fyra block i rad
M3-2279	Lunden	Havre	Avlång med fyra block i rad
M3-2285	Börjesgården	Vårkorn	Avlång med fyra block i rad

180, 240 och 280 kg N per hektar, varav 40 kg per hektar gavs vid tillväxtstart och resterande mängd gavs för att ha effekt före DC 30. Utöver detta ingick två led som först fick 80 respektive 160 kg N per hektar och sedan ytterligare en kvävegiva i DC 37-39. Den givans storlek bestämdes av YARA utifrån på N-sensormätningar i DC37.

Försöksserie M3-2279 syftar till att undersöka kvävebehovet hos havre samt att prova delad kvävegiva för bättre årsmånsanpassning. Experimentdesignen är en kvävestege med ett helt ogödslat led. Övriga led har tillförts kväve genom kombisådd med Axan (40, 70, 100, 130 och 160 kg N per hektar). Utöver detta ingick två led som fick 70 kg N per hektar vid kombisådd och sedan kompletteringsgödslades med kalksalpeter i DC 32-37 (30 och 60 kg N per hektar). Försöksserien mättes med N-sensor i DC32.

Försöksserie M3-2285 genomförs för att undersöka om olika kornsorter har olika optimal kvävegödslingsnivå. Två sorter av vårkorn och sju olika kväveled kombineras i en ortogonal experimentdesign (d.v.s. alla kombinationer av sort och kvävegödsling ingår). Olika kvävenivåer tillförs vid kombisådd (0, 40, 70, 100, 130 och 160 kg N per hektar). Dessutom ingick ett led som gödslades med 70 kg N per hektar vid sådd och sedan med ytterligare 30 kg N per hektar i DC 31-32. N-sensormätningar gjordes i den här försöksserien i DC31.

Den här studien begränsar sig till grödvariablerna kärnskörd vid 15 % vattenhalt, proteinhalt och SN-värde (ett reflektansbaserat index som ska motsvara växtens kväveupptag) från N-sensormätningar.

### Mätningar av markvariation

Två olika sensorer användes för att mäta markvariation. EM38 (EM38 MK-2, Geonics Ltd) mäter elektrisk konduktivitet (ECa, se Söderström, 2002) och mullvaden (The Mole, The Soil Company) mäter gammastrålning (se Söderström et al., 2008). Instrumenten kopplades på en fyrhjuling, som var utrustad med en noggrann GPS (Chamelion RTK-GPS, DataGrid, cirka 1 cm noggrannhet i planet). När fyrhjulingen sedan kördes i parallella transekter tvärs över försöken loggades position och mätvärden samtidigt (figur 1). Gammastrålning från den naturligt förekommande isotopen Thorium-232 räknades om till lerhalt i matjorden (se avsnittet om dataanalys). ECa-mätningarna avspeglar markens egenskaper ner till cirka en

meters djup och påverkas av både jordart och vattenhalt. ECa samvarierar ofta med skördens storlek (se t.ex. Kitchen et al., 2005).



### Andra bakgrundsdata

För ett av försöken (M3-2278 i Forshall) användes även två satellitbilder med  $5 \times 5 \text{ m}^2$  upplösning. Den ena togs samma år som försöket (2010-06-03) och den andra togs året innan (2009-05-30). Informationen i bilderna har räknats om till NDVI (normalized difference vegetation index), som är ett mått på hur tät vegetationen är i varje pixel (se exempelvis Lilliesand et al., 2004).

### Dataanalys

Punktmätningarna av ECa och Thorium-232 interpolerades genom ordinary kriging till ett heltäckande raster ( $0.2 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$ ) och medelvärden bildades för varje försöksruta. Thorium-232 räknades sedan om till lerhalt i matjorden med ett samband som tidigare tagits fram för regionen (Söderström och Stadig, 2012). Geografiska data hanterades i ArcMap 9.3 (ESRI Inc). Till bakgrundskartorna användes Google Earth 5.1 (Google Inc.). Genomgående i projektet används nettorutor, d.v.s. den skördade ytan i varje försöksruta.

Statistiska test av block- och ledeffekter gjordes med en generell linjär modell (GLM) i Statistica 10 (Statsoft Inc.). Linjära regressioner gjordes i Statistica 10 och i Excel.

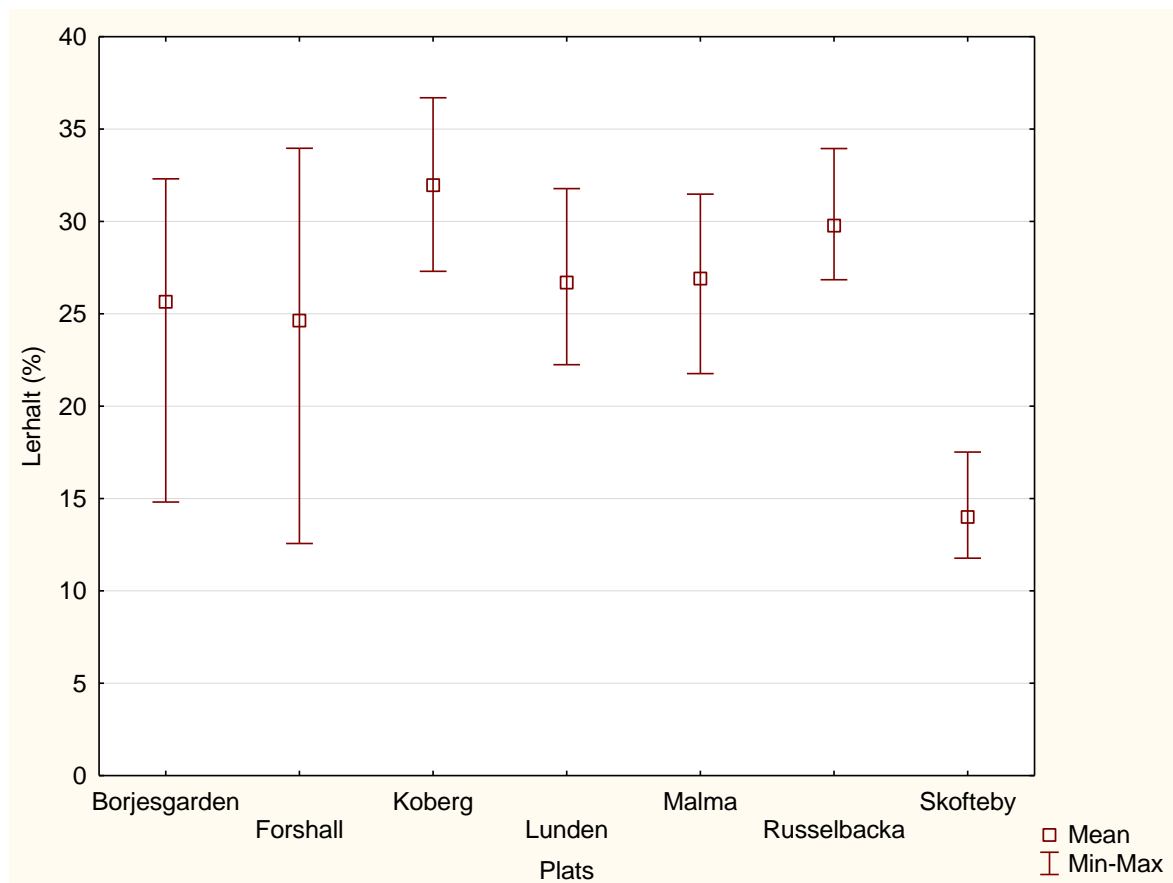
För att kunna studera variation oberoende av behandlingseffekter användes för vissa analyser standardiserade värden av kärnskörd, proteinhalt och SN-värde från N-sensormätning. Det innebär att behandlingens (ledets) medelvärde subtraherades från rutans värde.

## Resultat och diskussion

### Försöksplatserna

Kartor över lerhalt och ECa samt standardiserade värden av proteinhalt, kärnskörd och SN-värde från N-sensorn finns i kartbilagan. De försök som ingår i studien har valts utan hänsyn till om man förväntade sig att de skulle vara jämna eller ojämna och man kan därför säga att de representerar fältförsök i stort. Dock finns en geografisk begränsning i urvalet. Alla försök ligger på Varaslätten i Västergötland.

På flera platser varierade lerhalten inom försöken betydligt. Figur 2 visar att i det försök där lerhalten varierade mest (Forshall) varierade lerhalten mellan 13 % och 34 %, d.v.s. med ett spann på 21 procentenheter mellan olika rutor. I det försök som hade jämnast jordartsförhållanden (Skofteby) varierade lerhalten med 6 procentenheter. Variationsmönstret för lerhalt och ECa är ofta men inte alltid likartat (se Forshall, Koberg, Malma och Skofteby i kartbilagan). På samma sätt liknar variationsmönstren för de standardiserade kärnskörds- och SN-värdena varandra på vissa platser (Lunden och Skofteby).



**Figur 2. Max och min för rutvis lerhalt i de olika försöken.**

### Hur väl har man lyckats med etableringen?

Om markvariationen är stor men slumpvis i förhållande till leden ger det ett svagare test (mindre sannolikhet att påvisa behandlingseffekter som faktiskt finns, se Underwood, 1997). Om markvariationen slår olika mot olika led ger det risk för feltolkningar. I fältförsök upprepas försöksleden ofta i block och ledens ordning slumpas ut inom blocken, just för att undvika att platsspecifika skillnader ska slå systematiskt och påverka frågeställningen som undersöks (se t ex Forkman, 2011). I den här studien var markvariationen så stor att det var statistiskt signifikanta skillnader mellan blocken i båda markvariablerna och i samtliga försök (tabell 2). Att lägga ut försök i block är således högst motiverat. I ett försök av sju och i en av de två markvariablerna fanns en statistiskt signifikant skillnad mellan leden. Slumpningen av ledens placering inom blocken har i övrigt fungerat bra.



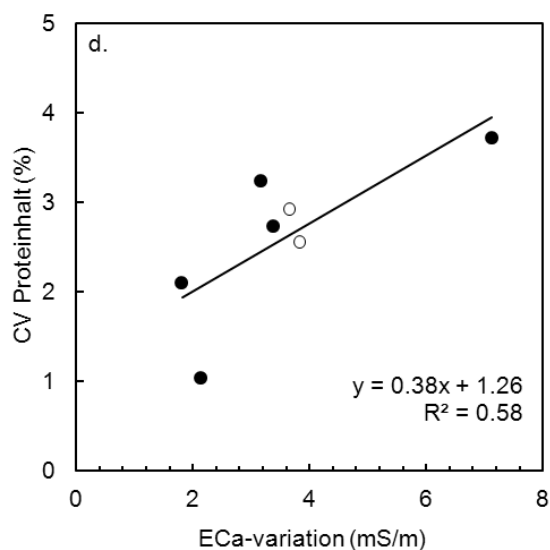
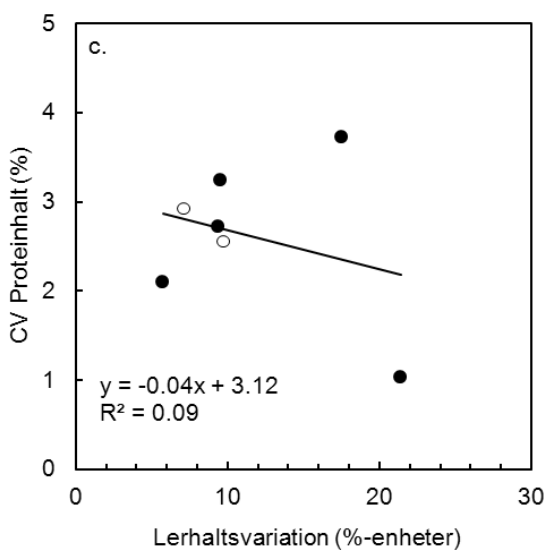
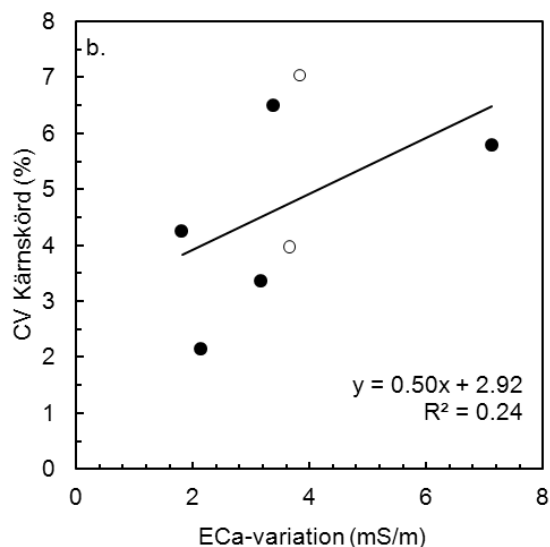
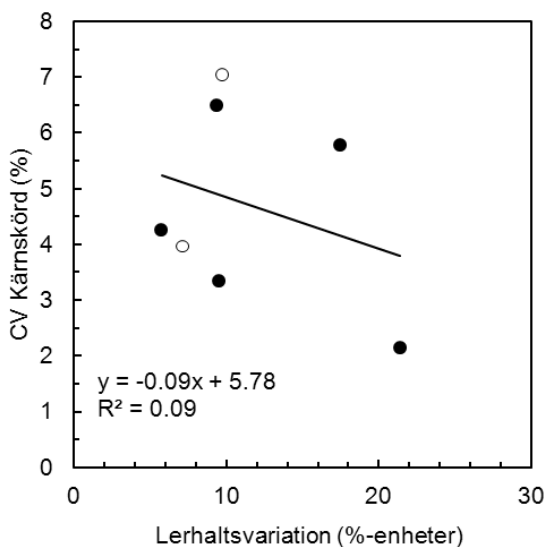
**Tabell 2. P-värden från statistisk analys av markvariablerna. Th, Thorium-232; ECa, markens elektriska konduktivitet. \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; \*\*\* =  $p < 0.001$ .**

Plats	Block		Led	
	Th	ECa	Th	ECa
Börjesgården	***	***	0.69	0.91
Forshall	***	***	0.83	0.92
Koberg	***	***	0.07	0.30
Lunden	*	***	0.26	*
Malma	***	*	0.73	0.40
Russelbacka	***	***	0.42	0.62
Skofteby	***	***	0.28	0.54

Kärnskörd och proteinhalt varierar mellan rutorna beroende på försöksbehandlingen i de olika leden (i det här fallet olika kvävegivor). Utöver denna variation finns också variation som beror på andra faktorer. Variationskoefficienten (coefficient of variation, CV) är ett mått på hur stor denna restvariation är (se Forkman, 2011). Enligt Försöksrapporten från Mellansvenska försökssamarbetet 2010 kan försökens jämnhet klassificeras så här:

CV < 3	mycket jämnt försök
3 < CV < 6	jämnt försök
6 < CV < 10	något ojämnt försök
10 < CV	försöket kasseras i de flesta fall

Av de ingående försöken var ett försök enligt denna definition mycket jämnt och övriga var jämna eller något ojämna med avseende på kärnskörd. I figur 3 visas linjära regressioner mellan variationens storlek hos gröd- och markvariabler. När det gäller lerhalt i matjorden är det inte några starka samband men det verkar som att variationen i ECa skulle kunna användas vid val av försöksplatser som en indikation på hur jämnt ett försök kommer att bli. Det är inte så förvånande med tanke på att kärnskörd och ECa ofta samvarierar (se t.ex. Kitchen et al., 2005). I figur 3 kan man också notera att det inte finns någon uppenbar skillnad i storleken på variationen mellan avlånga (svarta punkter) och rektangulära försök (vita punkter), vare sig för gröd- eller markvariablerna.



### Påverkar inomförsöksvariationen slutsatserna i den statistiska analysen av försöken?

En förutsättning för att markvariationen ska påverka den statistiska analysen är att markvariablerna påverkar grödvariablerna. De standardiserade värdena för kärmskörd och proteinhalt samvarierar ibland med markvariablerna (tabell 3, jämför även kartor i bilagan). Det finns alltså risk för att markvariation på försöksplatsen kan ha påverkat tolkningen av resultaten.

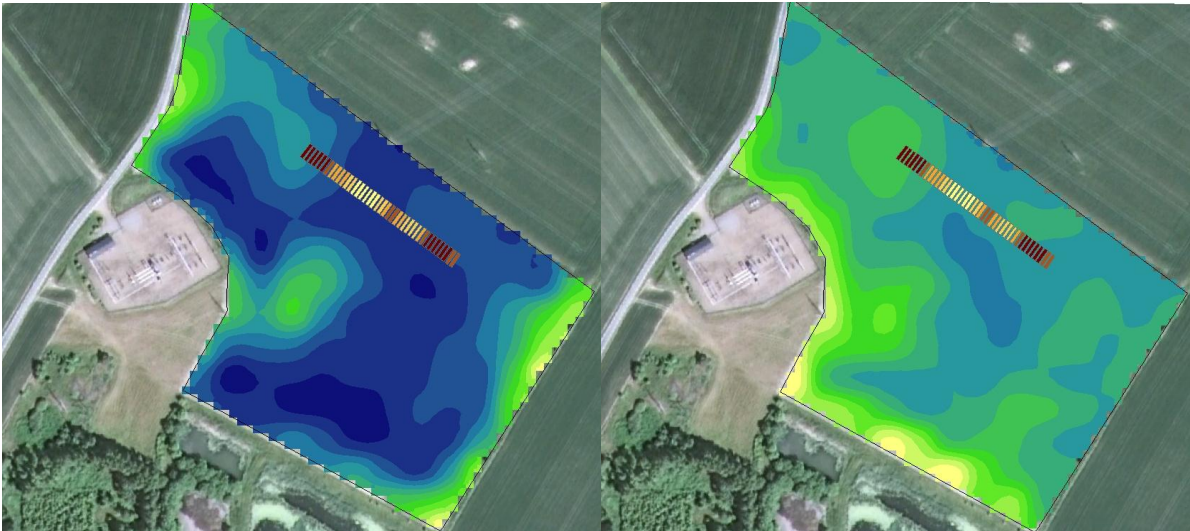
**Tabell 3. Korrelationskoefficienter (r) mellan markvariabler och standardiserade värden för grödvariablerna samt standardiserade SN-värden och standardiserade värden för grödvariablerna. Fet stil visar att korrelationen är statistiskt signifikant ( $p < 0,05$ ).**

Plats	Grödvariabel	Lerhalt	E <sub>Ca</sub>	SN
Börjesgården	Kärnskörd	0.01	0.02	0.11
	Proteinhalt	0.44	-0.43	-0.16
Forshall	Kärnskörd	-0.42	-0.43	0.72
	Proteinhalt	0.56	0.51	-0.20
Koberg	Kärnskörd	0.04	0.22	-0.13
	Proteinhalt	0.12	-0.03	0.15
Lunden	Kärnskörd	0.15	-0.26	0.87
	Proteinhalt	0.25	0.03	0.63
Malma	Kärnskörd	0.51	0.08	0.30
	Proteinhalt	0.18	0.24	-0.45
Russelbacka	Kärnskörd	-0.49	-0.19	0.34
	Proteinhalt	-0.19	-0.24	0.01
Skofteby	Kärnskörd	-0.06	0.07	0.40
	Proteinhalt	0.36	0.17	0.52

### Hur kan man hantera markvariation i fältförsök?

Det mest direkta sättet att hantera markvariation i fältförsök är att välja mer homogena platser. Här skulle EM38-sensorn kunna vara ett bra verktyg. Om man utgår från en E<sub>Ca</sub>-karta när man väljer försöksplats kan man undvika onödig variation. Satellitbilder skulle också kunna användas som underlag för ett bra val av försöksplatser. I figur 4 visas fältförsöket i Forshall. De blågröna bakgrundskartorna på fältet visar vegetationsindex (NDVI) från satellitbilder tagna 2009 och 2010. Man kan se att variationsmönstret är relativt likartat de båda åren. Det är därför tänkbart att använda en satellitbild från tidigare år för planering av fältförsök.

Residualerna (d.v.s. restvariationen som inte kan tillskrivas behandlingarna) är ibland autokorrelerade. Det betyder att rutor som ligger nära varandra också har mer lika residualvärden. Det skulle eventuellt kunna utnyttjas för att bättre kunna påvisa behandlingseffekter trots den bakgrundsvariation som finns på platsen. Det finns flera metoder utvecklade för att ta hänsyn till residualernas autokorrelation i den statistiska analysen men det görs inte regelmässigt i svenska fältförsök. Ett annat tänkbart sätt att ta hänsyn till markvariationen skulle kunna vara att lägga till lerhalt och E<sub>Ca</sub> som förklarande variabler i den statistiska modellen. En förstudie visade dock att dessa ansatser sällan bidrog till att signifikant förbättra precisionen i de aktuella försöken (Forkman, J. muntligt).



**Figur 4.** De blågröna bakgrundskartorna på fältet visar vegetationsindex (NDVI) från två olika satellitbilder. Grönt visar lågt NDVI och blått visar höga värden. Den vänstra bilden är från 2009 och den högra är från försöksåret (2010). Den brungula skalan i försöksrutorna visar ECa (se även kartbilaga).

### Övrig diskussion

Ursprungligen var det tänkt att högupplösta flygfoton tagna från modellflygplan (unmanned aerial vehical, UAV) skulle användas för att mäta variationen på försöksplatsen. Tyvärr kunde inte dessa flygfoton användas i projektet, eftersom de försök som fotograferats inte hade positionsbestämts med tillräcklig noggrannhet. En lärdom från projektet är således att stor noggrannhet i positioneringen av försök är en förutsättning för att man ska kunna ta hänsyn till bakgrundsvariation på platsen. Figur 6 visar hur noggrant positionsbestämda försök (RTK-GPS) matchar flygfoton hämtade från Google Earth.



**Figur 6. Noggrann positionering av fältförsök är en förutsättning om man ska kunna ta hänsyn till bakgrundsvariation kvantifierad med markburna sensorer eller fjärranalys. Flygfotona är hämtade från Google Earth. Notera gärna den ljusare färgen hos rutor utan kvävegödsling (försöksled a, se kartbilaga).**

## **Slutsatser**

Följande slutsatser kan sammanfattas från projektet:

- Markvariationen var betydande i flera av fältförsöken trots att man normalt försöker välja försöksplatser som är synbart homogena. Skillnaden i lerhalt mellan olika rutor i samma försök var 6 procentenheter i det jämnaste försöket och 21 procentenheter i det mest varierande.
- Skillanden mellan block var statistiskt signifikant på samtliga platser, både för lerhalt och ECa. Slutsatsen av detta blir att det finns anledning att fortsätta lägga ut fältförsök i block.

- Slumpningen av leden inom blocken ledde i samtliga försök utom ett till att markvariationen inte slog systematiskt mot de olika behandlingarna. Det betyder inte att markvariation saknar betydelse. En generellt stor men slumpvis variation ger svagare statistiska test, d.v.s. mindre sannolikhet att påvisa behandlingseffekter som faktiskt finns.
- På försöksplatser med stor variation i ECa var också variationen i proteinhalt och kärnskörd stor.
- Det finns olika sätt att hantera markvariationer i fältförsök. Ett sätt är att undvika den. En ECa-karta bör utgöra ett bra underlag för val av homogena försöksplatser. Vegetationsindex från satellitbilder bör också fungera bra.
- Noggrann positionering av fältförsök är en förutsättning om man ska kunna ta hänsyn till bakgrundsvariation kvantifierad med markburna sensorer eller fjärranalys

## Tack

Tack riktas till de lantbrukare som upplåtit sina fält för försök och till Amelie Lindgren som utförde fältmätningarna. Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

## Referenser

- Forkman, J. (2011). "Handbok i statistik för fältförsök. Fältforsk", Sveriges lantbruksuniversitet.
- Johansson, E., Leuchovius, T., Andersson, B. (2000). "Good experimental practice accreditation of field studies in Sweden" . I IAMFE/AAB UK 2000: The 11th International Conference and Exhibition on Mechanization of Field Exeperiments.
- Kitchen, N. R., Sudduth, K. A., Myers, D. B., Drummond, S. T., Hong, S. Y. (2005). "Delineating productivity zones on claypan soil fields using apparent soil electrical conductivity". Computers and Electronics in Agriculture 46, 285-308.
- Lilliesand, T. M., Kiefer, R. W., Chipman, J. W. (2004). "Remote sensing and image interpretation," John Wiley & Sons, USA.
- Mellansvenska\_försökssamarbetet (2011). "Försöksrapport 2010."
- Söderström, M. (2002). "Jordartskartera med EM38". Lantmännen, Grodden. Nr 5.
- Söderström, M., Gruvaeus, I., Wijkmark, L. (2008). "Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält." POS Teknisk rapport . Nr 11.
- Söderström, M., Stadig, H. (2012). "Local and regional soil clay mapping using gamma ray spectrometry". 11th International Conference on Precision Agriculture, July 15-18, 2012, Indianapolis, USA. Poster paper publicerad på CD, 2 sidor.
- Underwood, A. J. (1997). "Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance," Cambridge University Press, Melbourne, Australia.

## Muntlig referens

Forkman, J. Fältforsk, SLU, Sveriges lantbruksuniversitet.

## Kartbilaga

För att kunna studera variation oberoende av behandlingseffekter används standardiserade värden av kärnskörd, proteinhalt och SN-värde från N-sensormätning, d.v.s. behandlingens (ledets) medelvärde har subtraherats från rutans värde.

Skalstreck och norrpilar gäller enbart de kartor som visar utläggning av block och led. Övriga kartor är gjorda med en annan kartprojektion. Bokstäverna i blockkartorna representerar de olika behandlingsleden.

Kartorna presenteras enligt:

Börjesgården vårkorn

Forshall höstvet

Koberg havre

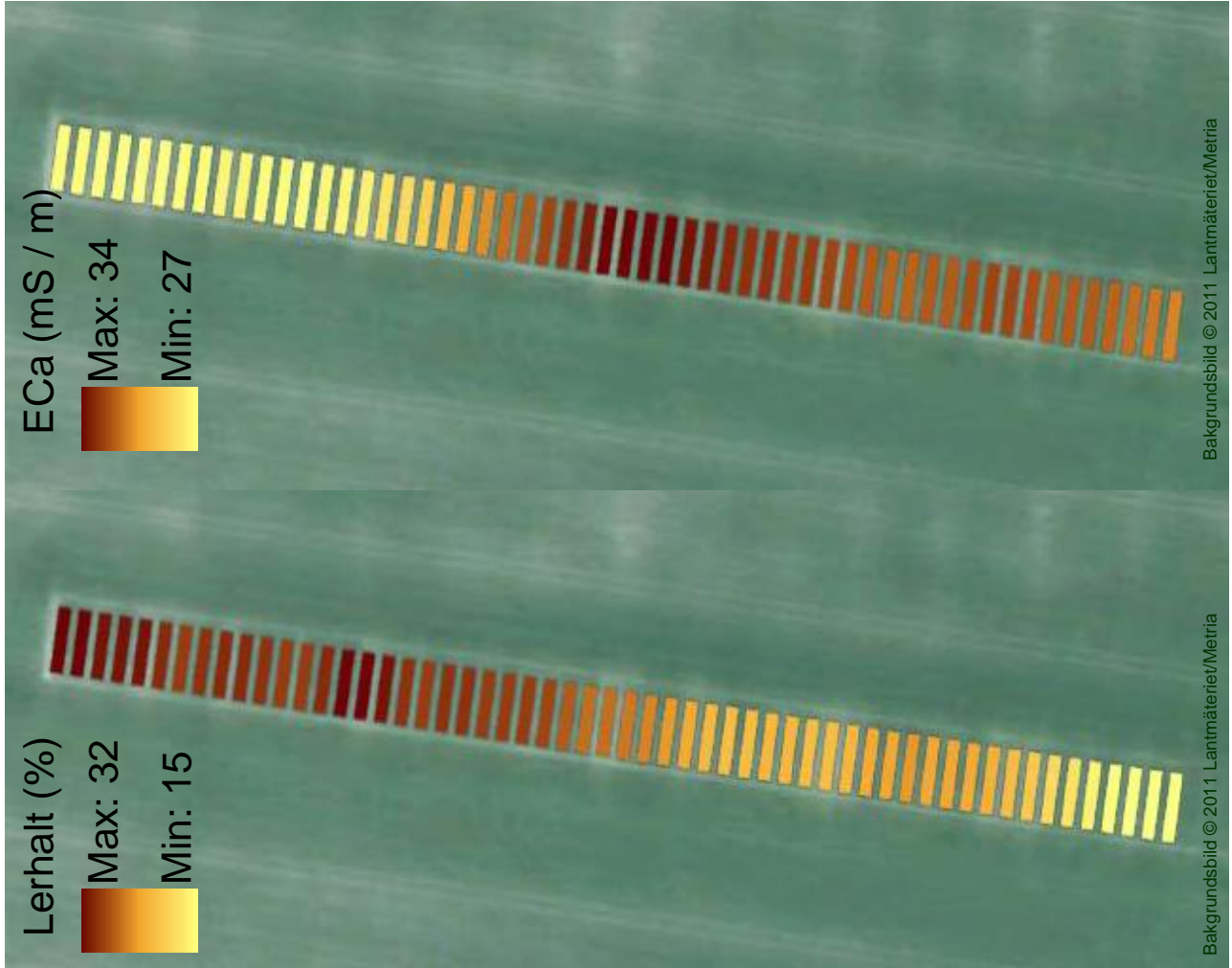
Lunden havre

Malma höstkorn

Russelbacka höstkorn

Skofteby höstvet

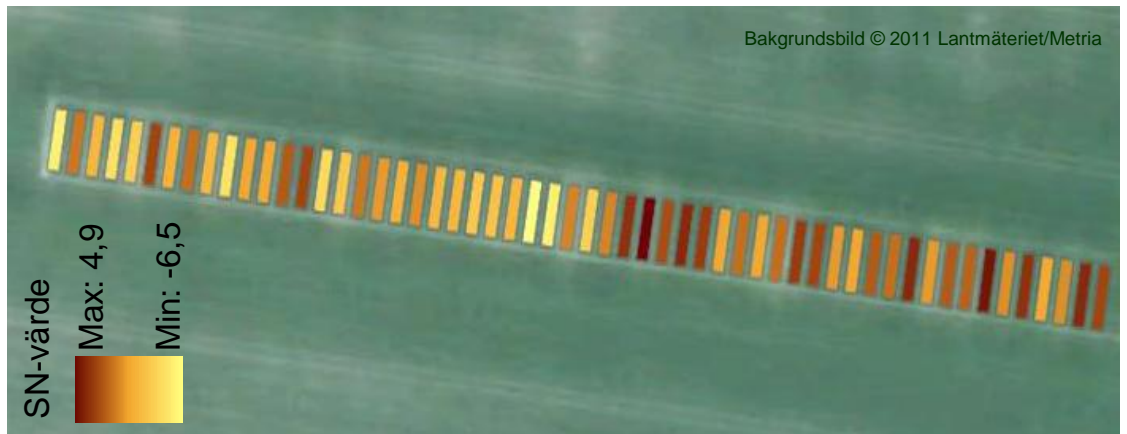
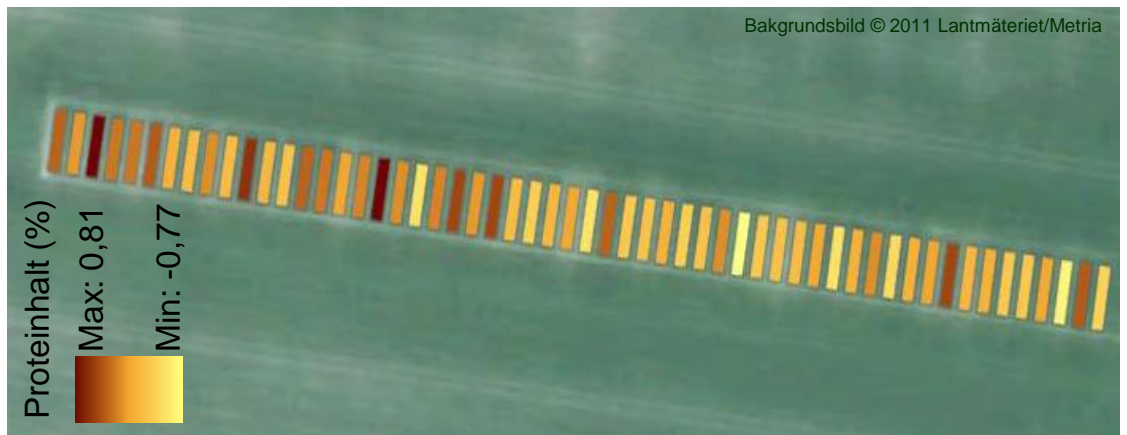
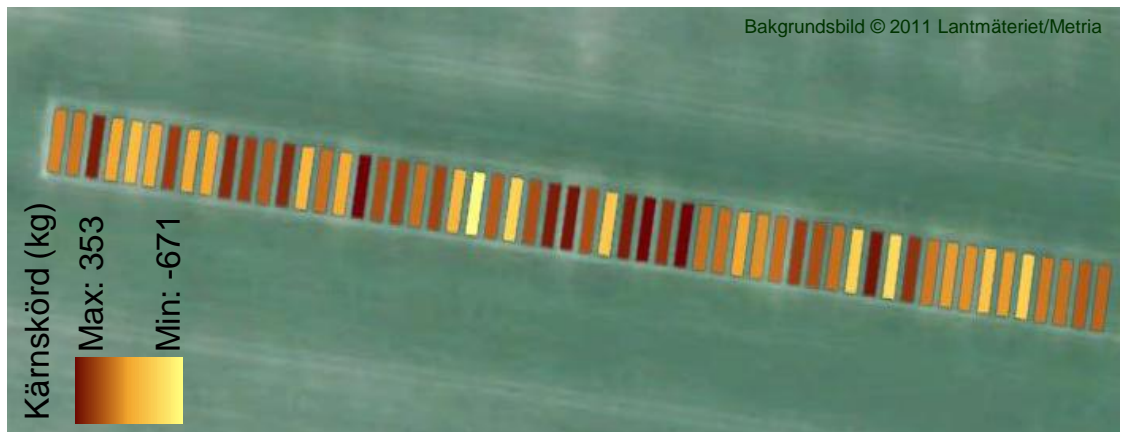
# Börjesgården M3-2285 vårkorn



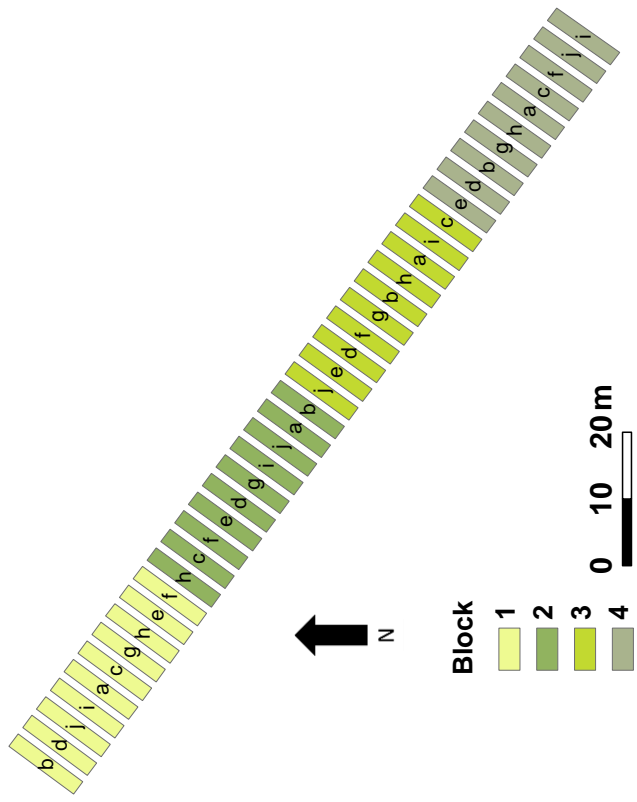
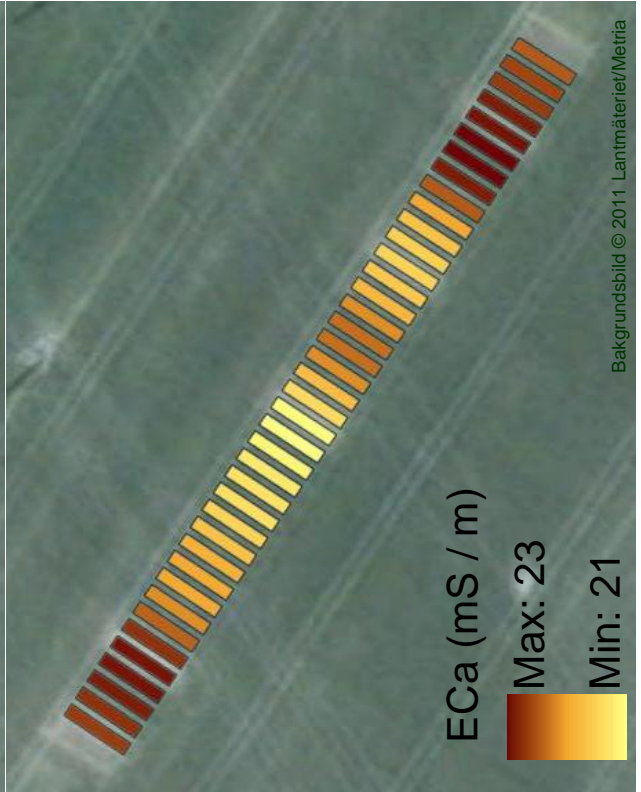
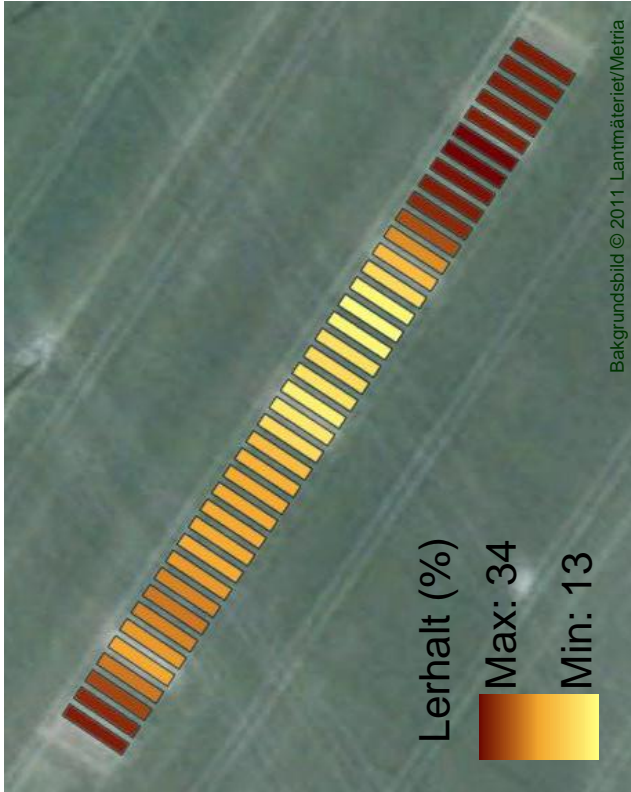


# Börjesgården M3-2285 vårkorn

Standardiserade värden

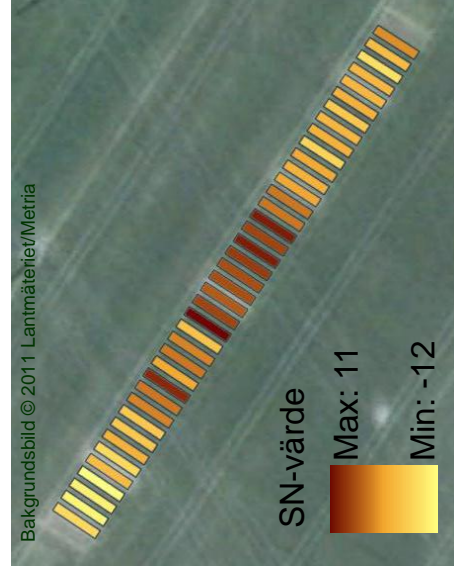
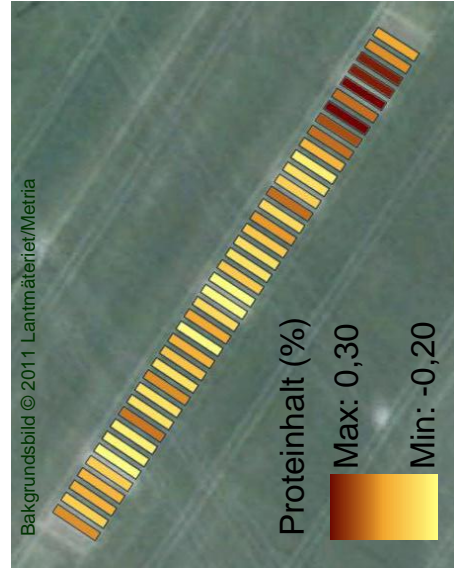
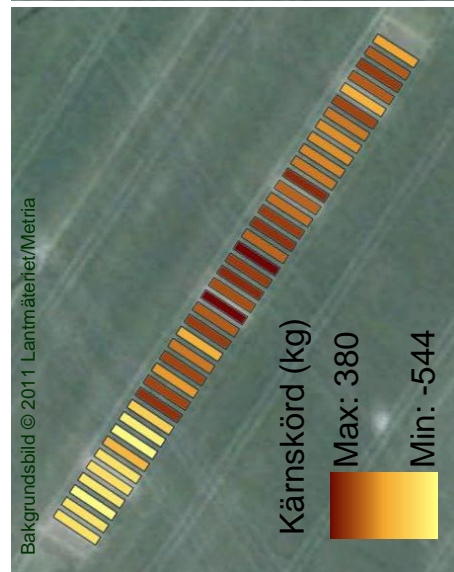


# Forshall M3-2278 höstvete

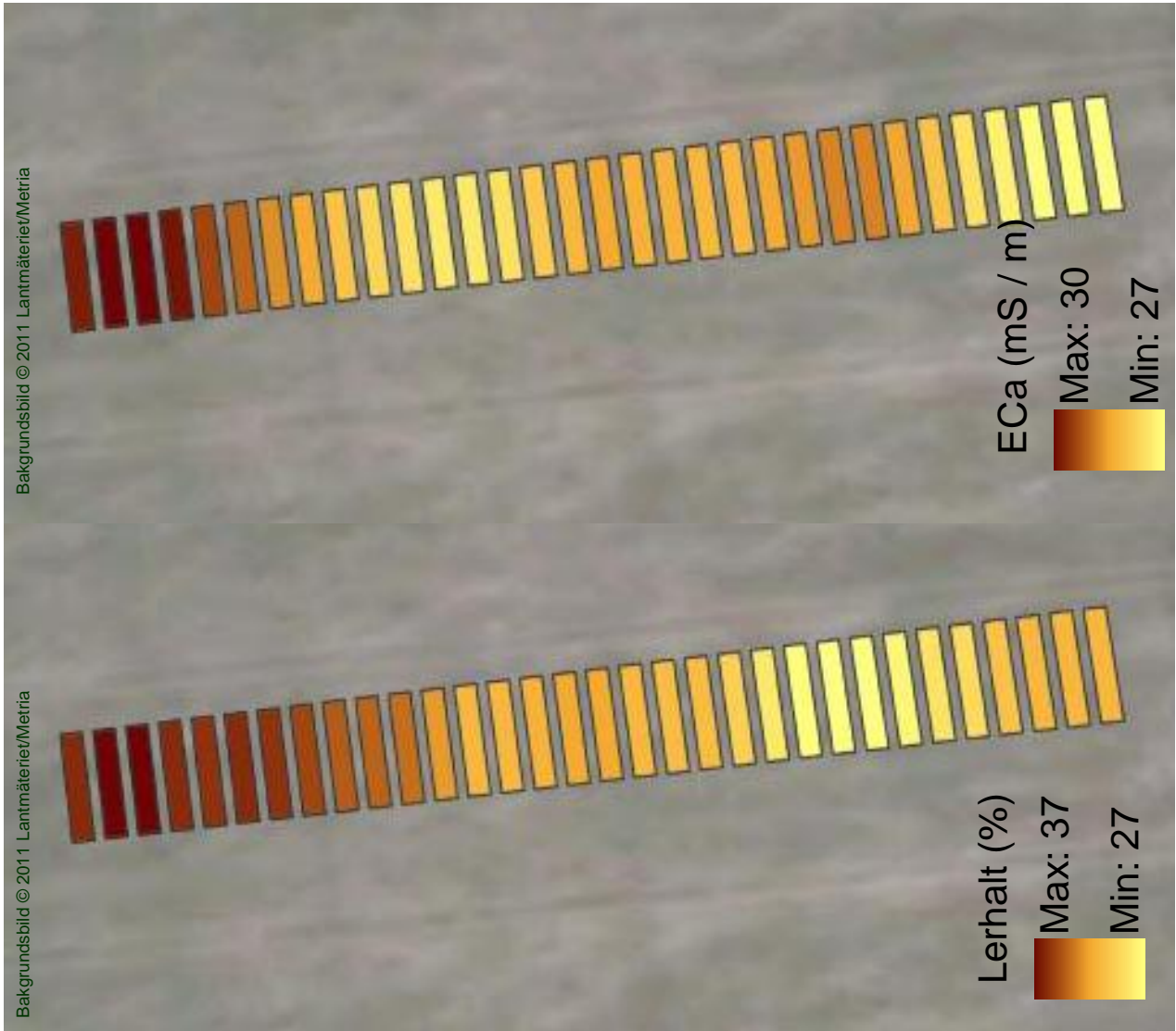
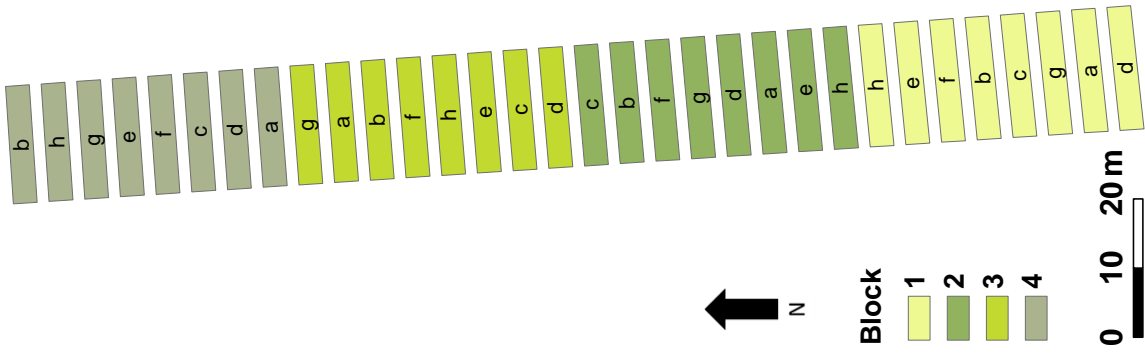


# Forshall M3-2278 höstvete

Standardiserade värden

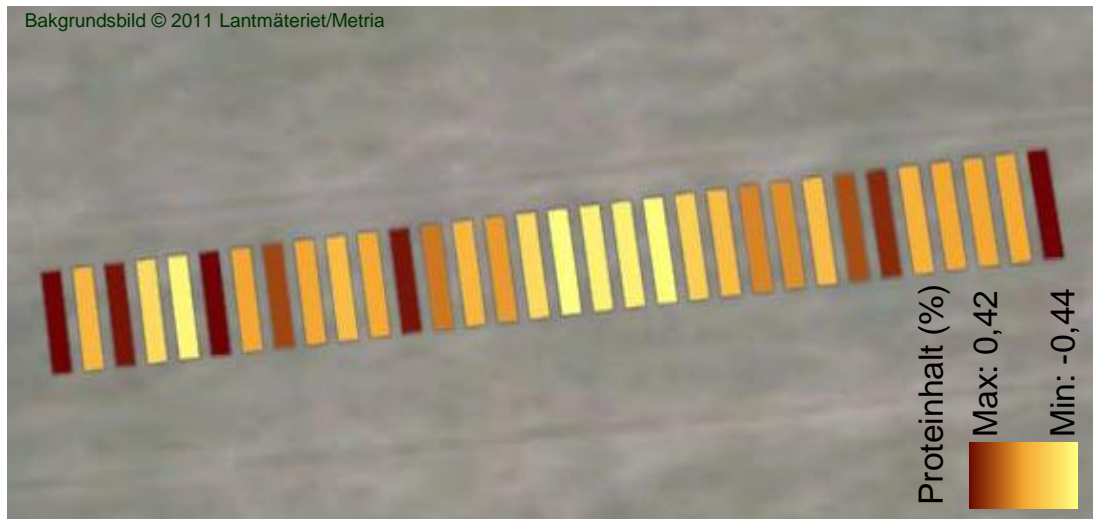
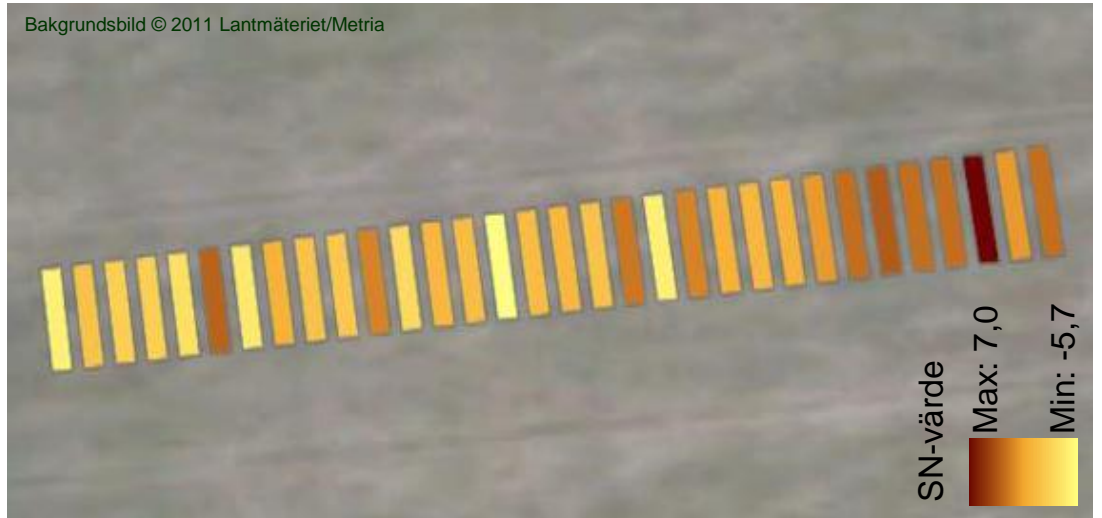


# Koberg M3-2279 havre

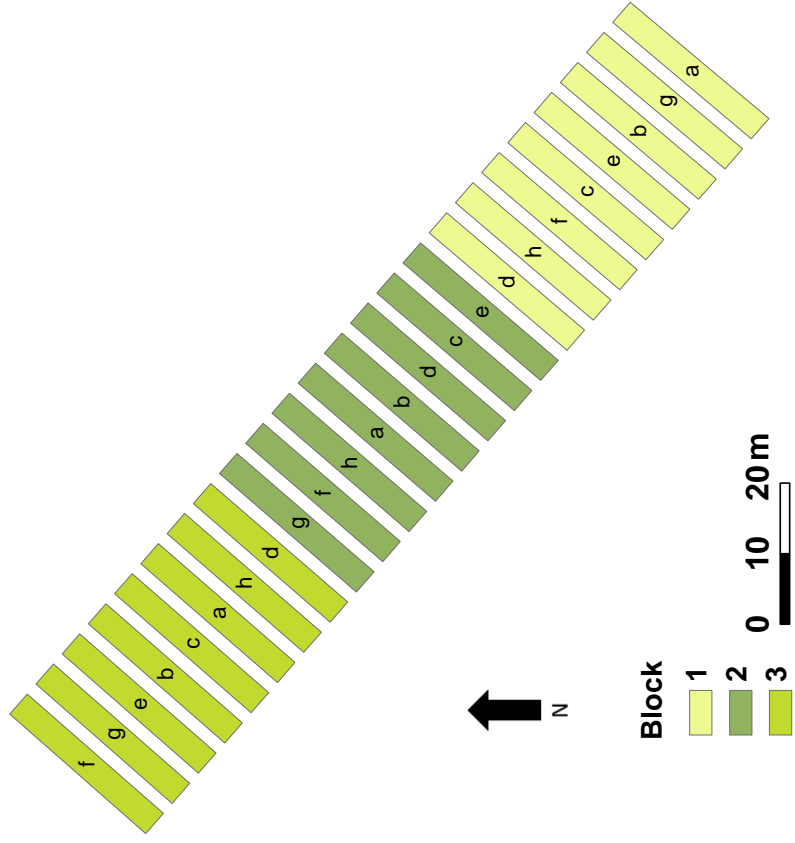
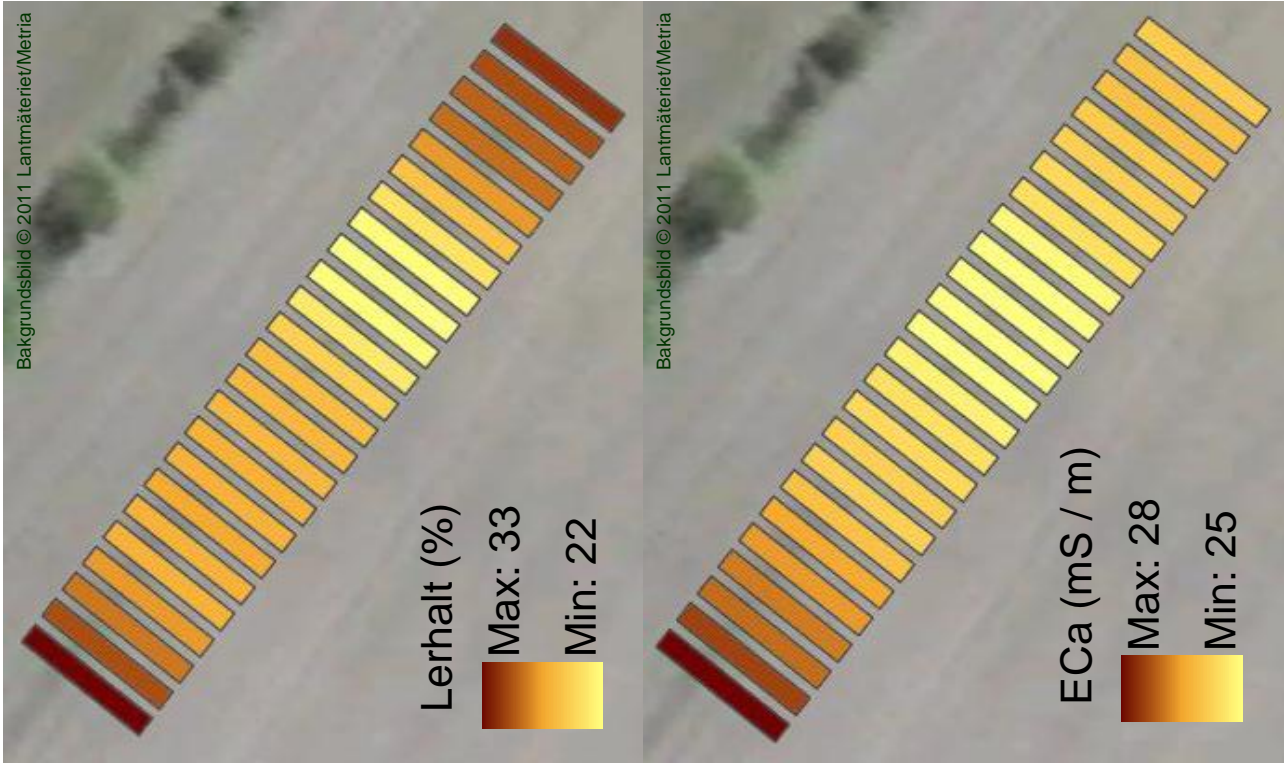


# Koberg M3-2279 havre

Standardiserade värden

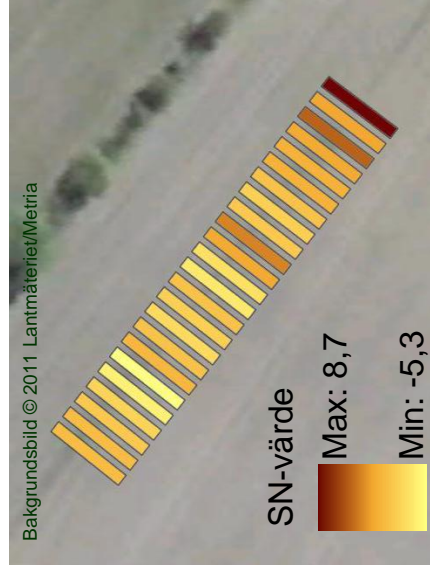
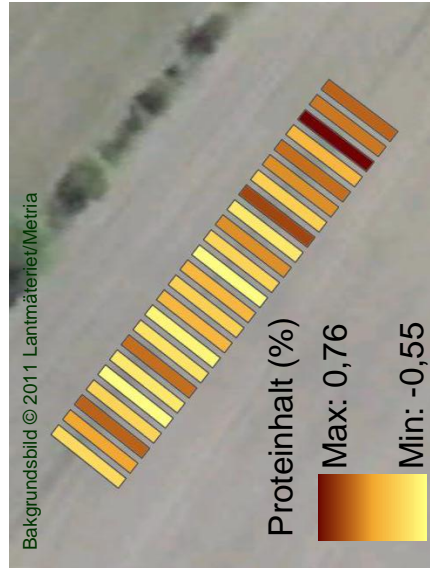


# Lunden M3-2279 havre

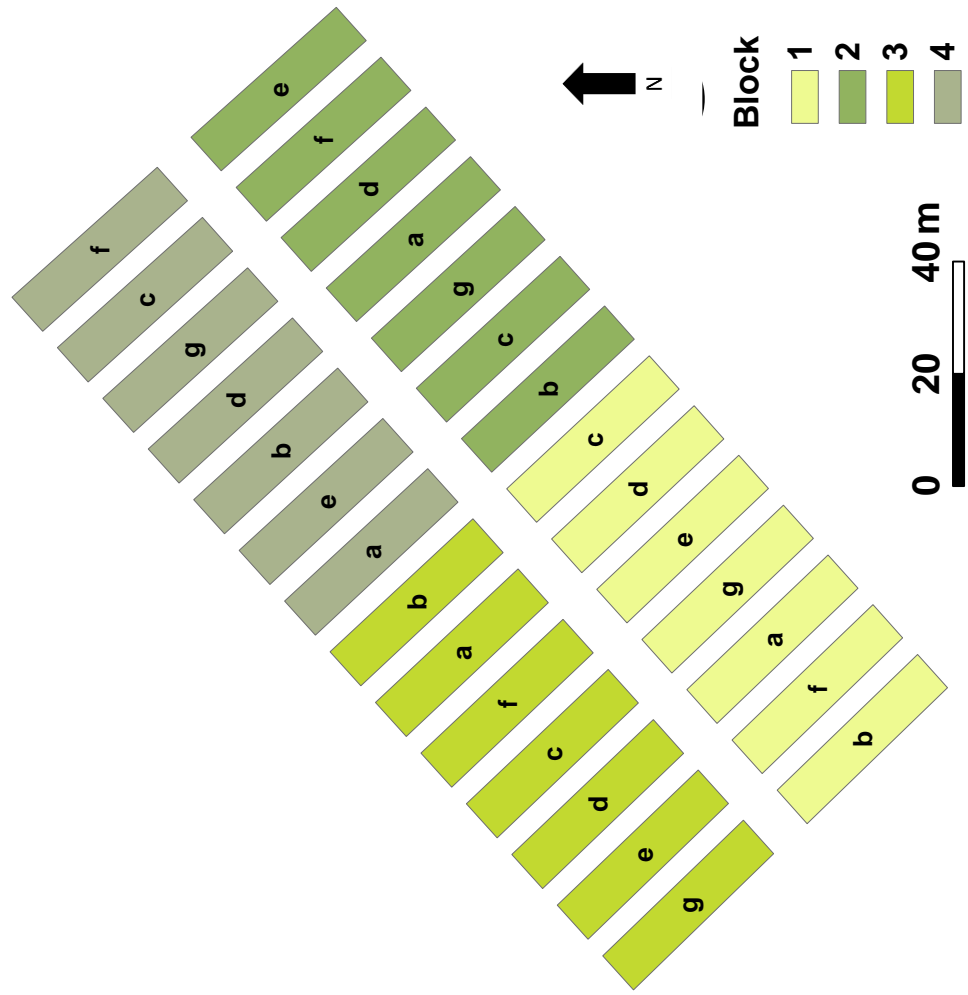
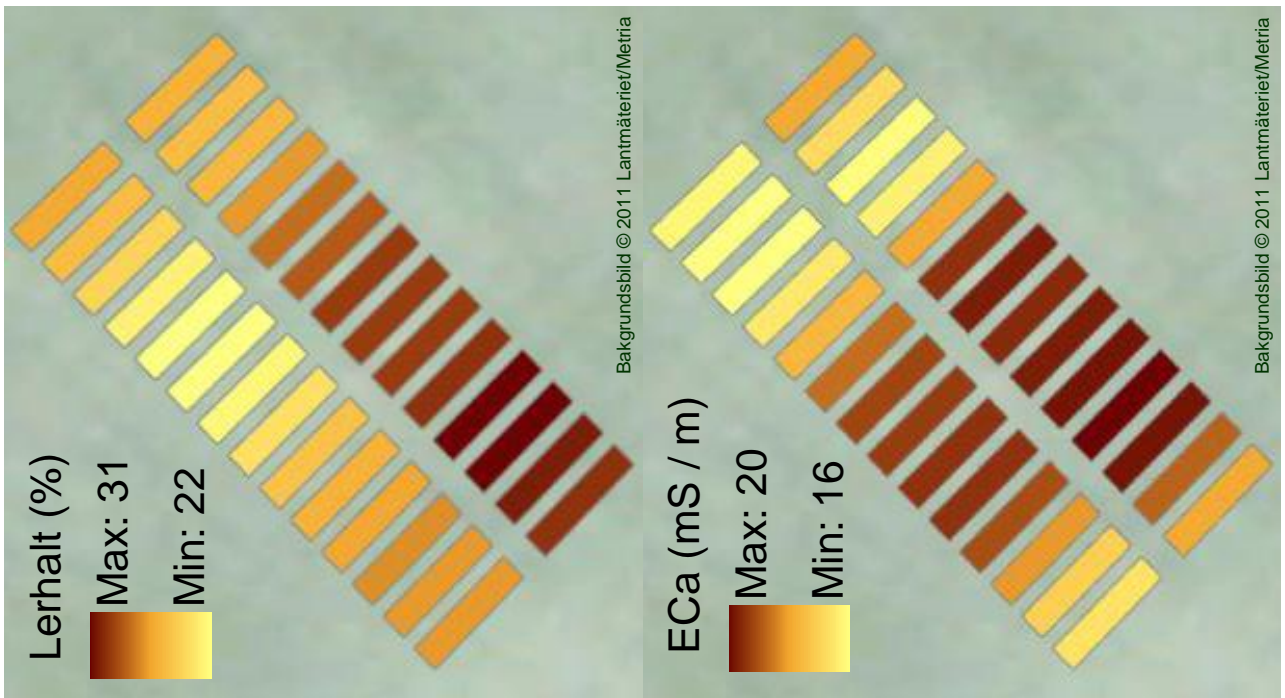


# Lunden M3-2279 havre

Standardiserade värden



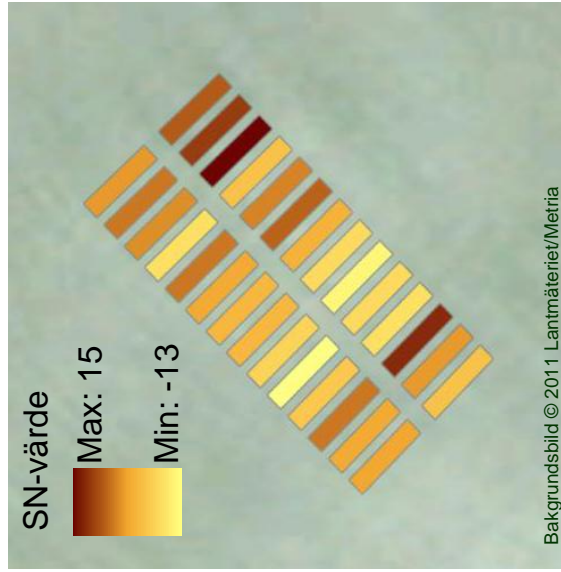
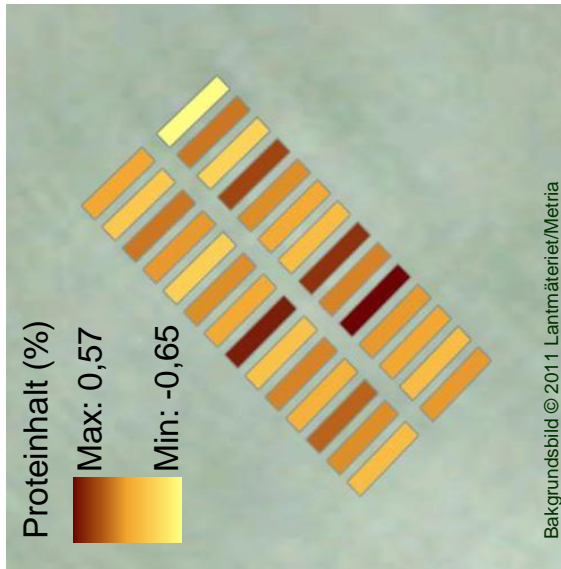
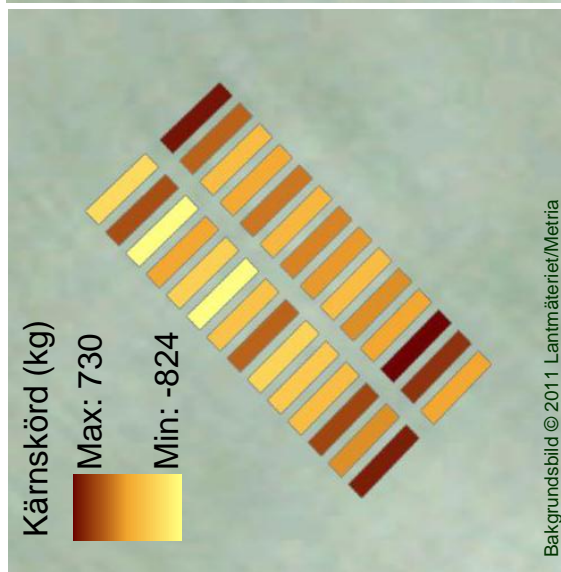
# Malma M3-2287 höstkorn



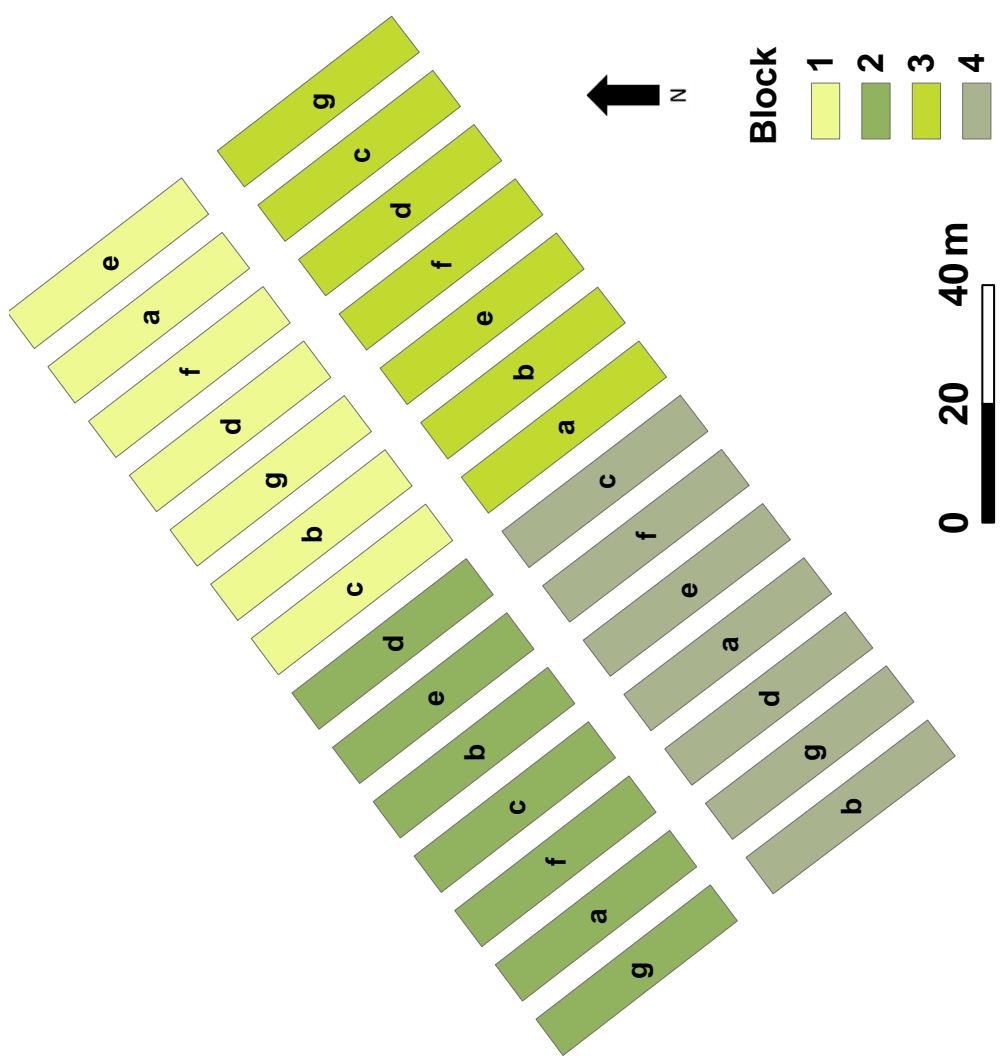
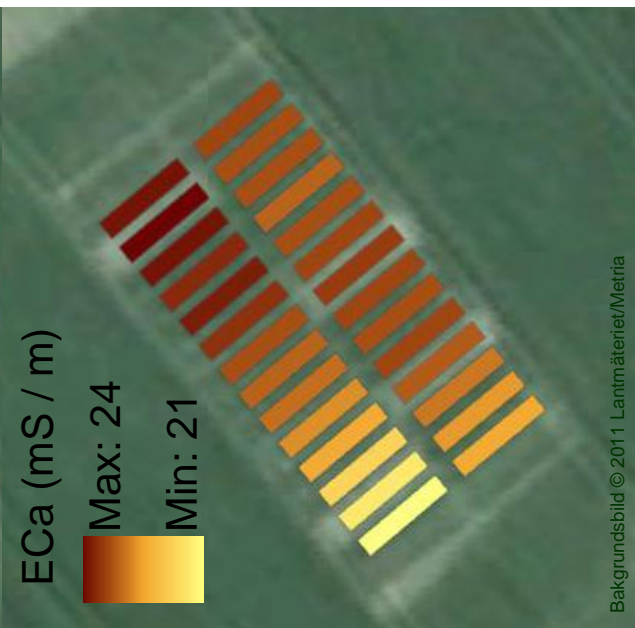
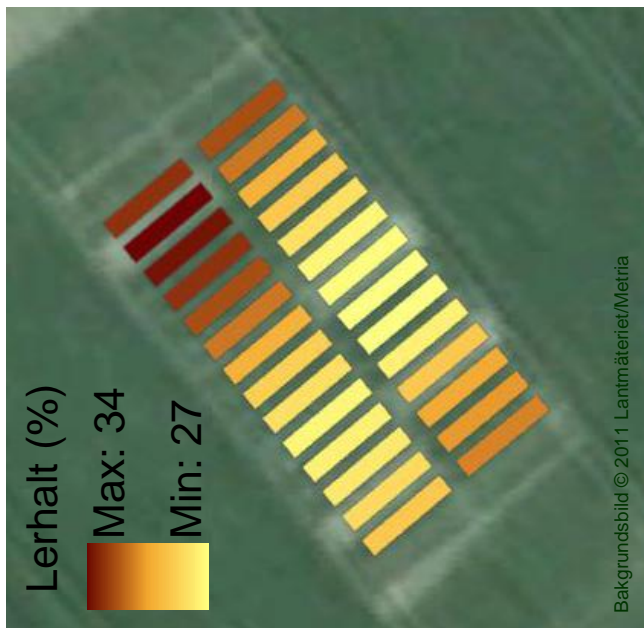


# Malma M3-2287 höstkorn

Standardiserade värden

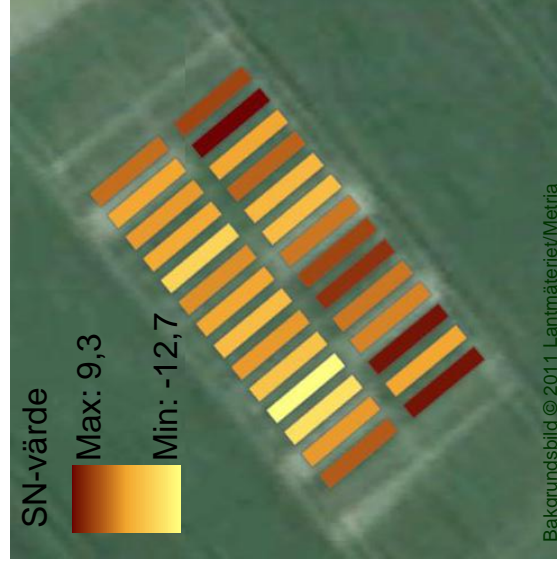
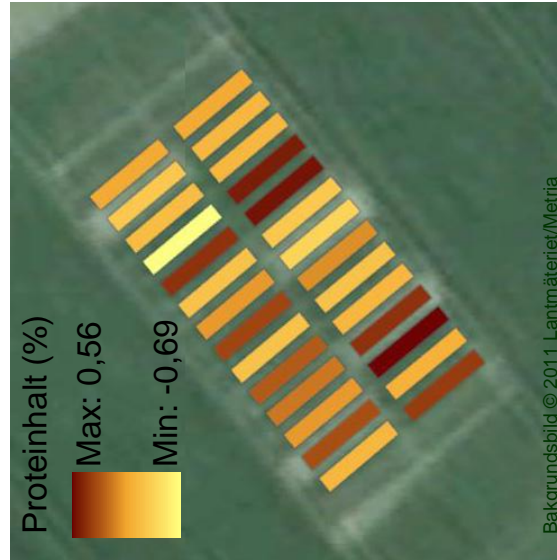
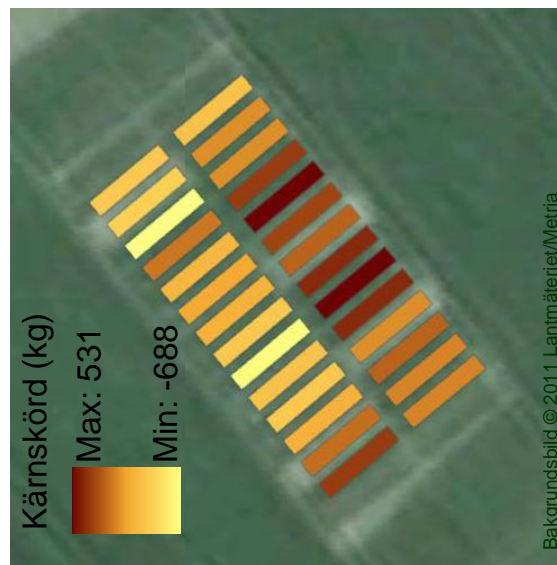


# Russelbacka M3-2287 höstkorn

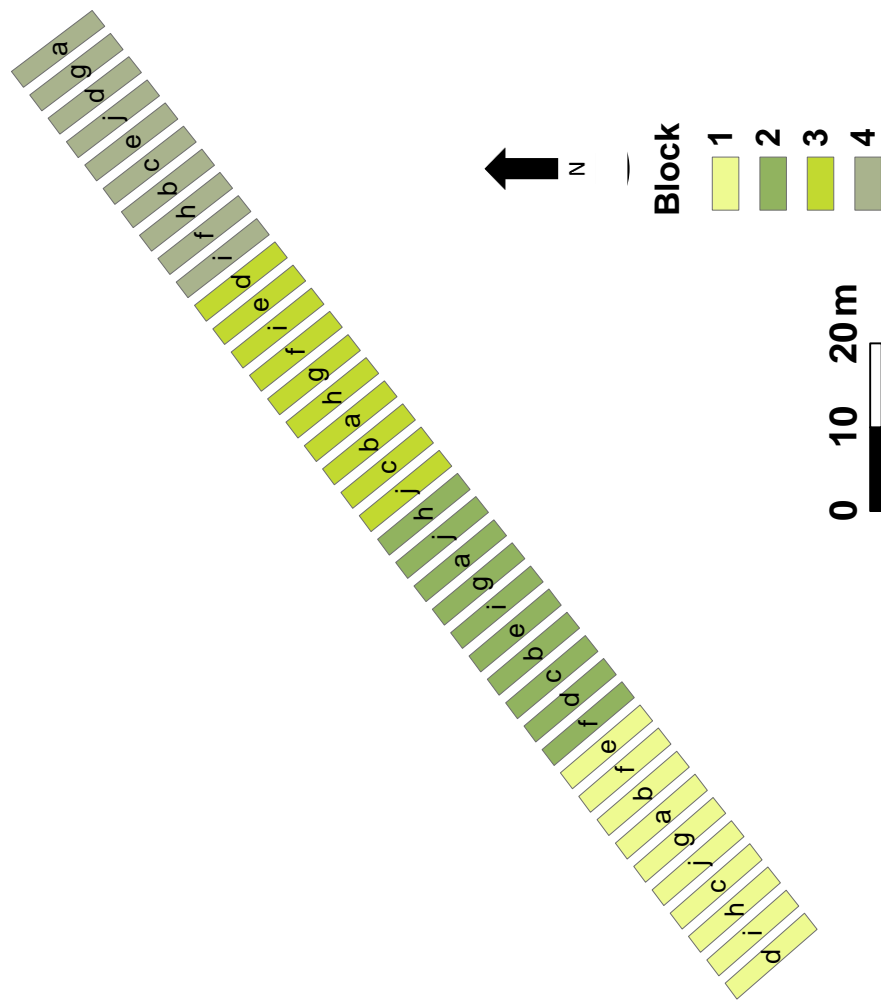
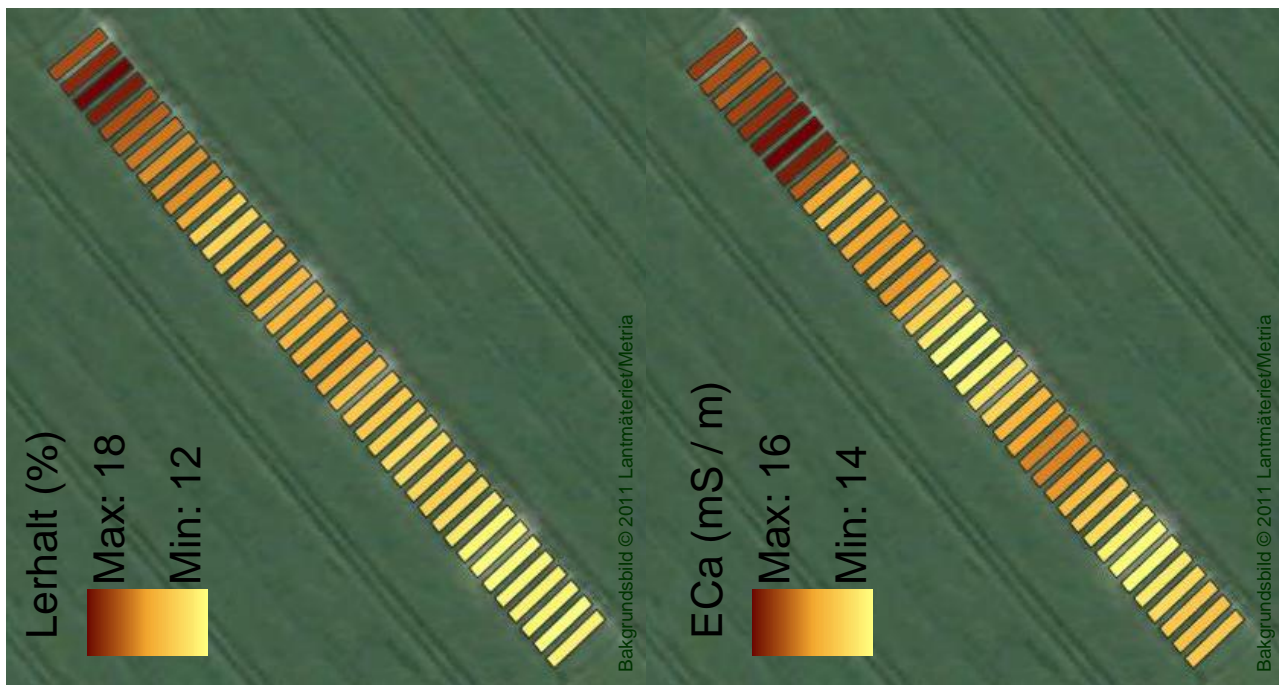


# Russelbacka M3-2287 höstkorn

Standardiserade värden

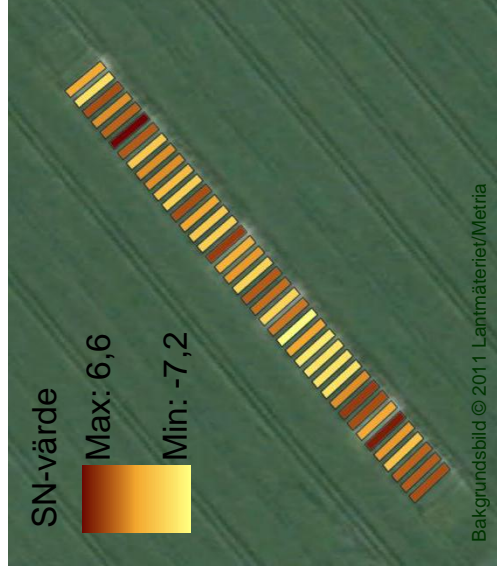
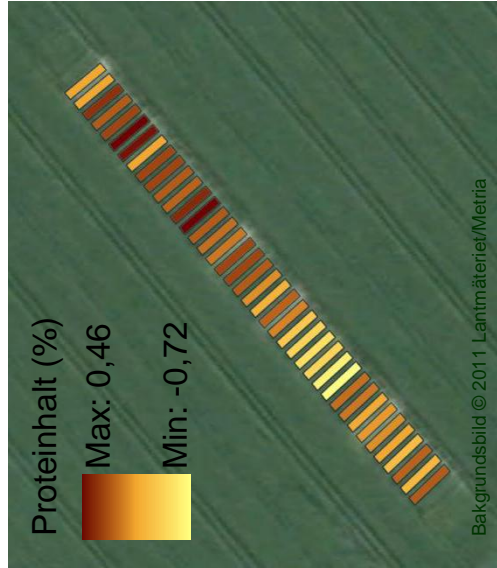
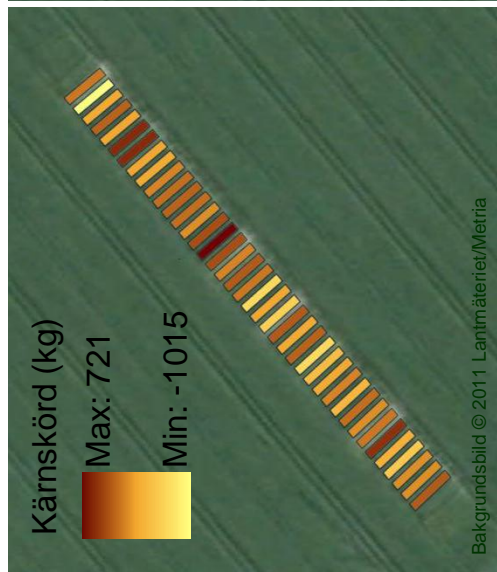


# Skotteby M3-2278 höstvete



# Skotteby M3-2278 höstvete

Standardiserade värden



**Förteckning över rapporter utgivna av Avdelningen för precisionsodling i serien  
*Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter:***

- 25 Piikki, K., Söderström, M., Stenberg, M. & Roland, J. 2012. Variation i marken inom fältförsök.
- 24 Lundström, C (red). 2012. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2011.
- 23 Lundström, C (red). 2011. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2010.
- 22 Lundström, C (red). 2010. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2009.
- 21 Söderström, M. 2009. Interpolerade markkartor – några riktlinjer.
- 20 Söderström, M., Börjesson, T., Pettersson, C.G., Nissen, K. & Hagner, O. 2009. Prognoser för malkornskvalitet med fjärranalys.
- 19 Börjesson, T. & Söderström, M. 2009. Bedömning av kvalitetsskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor.
- 18 Lundström, C (red). 2009. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2008.
- 17 Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Regional analyse af samspillet mellem satellitdata og jordbundsvariation. Delrapport 2 i SLF-projektet (dnr SLF 297/02): "Kostnadseffektiv markkartering genom stratifierad datainsamling baserad på fjärranalys"
- 16 Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold.
- 15 Söderström, M. 2008. Den traditionella markkarteringens användbarhet för precisionsodling.
- 14 Lundström, C. (red); 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2007.
- 13 Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning.
- 12 Söderström, M, 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor.
- 11 Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält.
- 10 Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.
- 9 Delin, S.(red.), 2007. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2006
- 8 Engström, L., Börjesson, T och Lindén, B. 2007. Beståndstäthet tidigt på våren i höstvetete – samband med skörd, topografi, förrådskalium och biomassa (Yara N-sensor- och NIR-mätningar)
- 7 Söderström, M., och Nissen, K., 2006. Insamling av GIS-data och navigering med GPS.
- 6 Söderström, M., 2006. PrecisionWizard - Gör styrfiler till FarmSiteMate och Yara N-sensor.

- 5 Delin, S.(red.), 2006. Dokumentation från seminariet ”Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer”, Skara den 19 april 2006.
- 4 Delin, S.(red.), 2006. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005.
- 3 Delin, S. 2005. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige (POS) 2003-2004.
- 2 Börjesson, T., Åstrand, B., Engström, L. och Lindén, B., 2005. Bildanalys för att beskriva beståndsstatus i höstraps och höstvetete och ogräsförekomst i vårsäd.
- 1 Nyberg, A., Börjesson, T. och Gustavsson, A-M., 2004. Bildanalys för bedömning av klöverandel i vallar – Utvärdering av TrefoilAnalysis.

**Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter (ISSN:1651-2804)*:**

1. Börjesson, T, Ivarsson, K., Engquist, A., Wikström, L. 2002. Kvalitetsprognoser för brödvete och malkorn med reflektansmätning i växande gröda.
2. Börjesson, T., Nyberg, A., Stenberg, M. och Wetterlind, J. 2002. Handburen Hydro sensor i vall -prediktering av torrsubstansavkastning och kvalitetsegenskaper.
3. Söderström. M. (red.). 2003. Precisionsodling Sverige 2002, Verksamhetsberättelse från arbetsgrupperna.
4. Jonsson, A. och Söderström. M. 2003. Precisionsodling - vad är det?
5. Nyberg, A., Lindén, B., Wetterlind, J. och Börjesson, T. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar med en handburensensor i vallförsök med nötflytgödsel på Tubbetorp i Västergötland, 2002.
6. Nyberg, A., Stenberg, M., Börjesson, T. och Stenberg, B. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar i växande vall med ett bärbart NIR-instrument – en pilotstudie.

**Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling i Väst, Tekniska rapporter*:**

1. Rapport från en studieresa till norra Tyskland.
2. Thylén, L & Algerbo, P-A. Teknik för växtplatsanpassad odling.
3. Seminarium och utställning i Skara den 10 mars 1998.
4. Delin, S. 2000. Hantering av geografiska data inom ett jordbruksfält.
5. Lundström, C. Delin, S. och Nissen, K. 2000. Precisionsodling - teknik och möjligheter.







AGROVÄST-projektet *Precisionsodling Sverige* syftar till att utveckla och tillämpa användbara metoder inom precisionsodlingen till nytta för det praktiska jordbruket.

I projektet arbetas med precisionsodling i form av utvärdering och tolkning av samt teknik för markkartering, kalkning, gödsling, bestämning av mark- och grödegenskaper, växtskydd samt miljöeffekter av precisionsodling.

Projektet genomförs i ett samarbete mellan bl.a. Svenska Lantmännen, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Svalöf Weibull AB, Yara AB, hushållningssällskap, Greppa Näringslivet och Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

---

**Distribution:**

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för mark och miljö

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00

Internet: <http://www.slu.se/mark>

<http://www.agrovast.se/precision>