



Kvävegödsling i vårvete med Yara N-Sensor™

Fredrik Fagerström

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantbruksnäringar och landskapsplanering

Raseborg 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Fredrik Fagerström

Utbildningsprogram och ort: Lantbruksnäringar och landskapsplanering,

Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Lantbruksnäringar

Handledare: Paul Riesinger

Titel: Kvävegödsling i vårvede med Yara N-Sensor™

Datum: 29.3

Sidantal: 20

Bilagor: 23

Abstrakt

Kväve är ett avgörande växtnäringsämne för att en gröda skall kunna producera en hög skörd med bra kvalitet. Brist på kväve betyder att grödan kommer att producera mindre kärnskörd med sämre kvalitet medan för mycket kväve leder till att stråstyrkan sjunker, vilket kan leda till liggsäd. Mineraliseringen av markkväve, påverkas främst av mullhalten och årsmånen. Mullhalten och för mineraliseringsprocessen avgörande faktorer som syretillgång, temperatur och vattenhalt varierar inte bara mellan olika fält, utan också inom det enskilda fältet. Den mängd kväve som tillförs i form av gödsel borde således anpassas till dessa inom-fält skillnader.

Till grund för detta arbete ligger ett fältförsök, som gick ut på att undersöka vilka effekter en delning av kvävegivan har då den återstående mängden tillförs med Yara N-sensor™ (= N-sensor). Denna behandling jämfördes med ett led där hela kvävegivan tillfördes i samband med kombisådd. De parametrar som mättes var kärnskörd, proteinhalt samt gödselåtgång. Arbetets hypotes var att precisionsspridning utav mineralgödsel med N-sensor ger en jämnare och högre kärnskörd, samt en högre och jämnare proteinhalt, samtidigt som den totala gödselåtgången är densamma, eller till och med lägre.

Övergödsling med N-sensor resulterade i en kärnskördeökning på 6 % jämfört med det led där vårvedet tillfördes hela givan i samband med sådd. Användning av N-sensor i vårvede gav, trots en extra körning i fält, en nettovinst på 34,43 €/ha.

Språk: Svenska

Nyckelord: Kväve, delad kväve giva, Yara N-sensor™

BACHELOR'S THESIS

Author: Fredrik Fagerström

Degree Programme: Rural industries, Raseborg

Specilization: Agriculture

Supervisor: Paul Riesinger

Title: Nitrogen fertilization in spring-wheat using the Yara N-Sensor™

Date: 29.3.2016 Number of pages: 20

Appendices: 23

Summary

Nitrogen is one of the most important plant nutrients that a plant needs to produce a harvest of good quality. Lack of nitrogen means that the plant is going to produce a lower yield with worse quality while too much nitrogen means that the plants straw is weaker which can leads to lodging. Mineralization of soil nitrogen, depends mostly on soil type and structure. Key factors for the amount of humus and mineralization process as oxygen asset, temperature and water content is not only variable between fields, but also inside every field. The amount of nitrogen thereby be reduced to inside field variable.

The basis for this work is a field trial, which investigated what kind of effects shared nitrogen application has, when the remainder of the nitrogen is spread with Yara N-sensor™ (= N-sensor). This handling was compered to giving all nitrogen when sowing the filed. Parameters that were measured was yield harvest, protein content and nutrition used. The hypothesis of this trial was that distributing mineral fertilizers with the Yara N-sensor gives a higher yield as well as a higher and more even protein content, while the total amount of fertilizers needed remains the same, or can be reduced.

The spring wheat crops fertilized by using the Yara N-sensor gave a 6 procent higher yield compared to those where all the nitrogen was applied at the sowing stage. By using the N-sensor in spring wheat it gave you, despite an extra fare in the field, net gain of 34,43 €/ha.

Language: English

Key words: Nitrogen, shared nitrogen application, Yara N-sensor

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2.	Teoretisk bakgrund.....	2
2.1.	Betydelse av kväve för skördebildning och proteinhalt.....	2
2.2.	Markkväve och dess mineralisering.....	3
2.3.	Växtens upptagning av näringsämnen.....	4
2.4.	Grundprinciper vid kvävegödsling till vårvete.....	5
2.5.	Yara N-sensor™.....	5
2.6.	Vårvete.....	6
3.	Aktuell forskningsfront.....	7
4.	Material och metoder.....	9
4.2.	Försökdesign och behandlingar.....	9
4.3.	Skötsel av försöket.....	11
4.4.	Väderlek.....	12
4.5.	Tröskning av försöksrutorna.....	13
5.	Resultat.....	14
5.1.	Kvävegödselmängd.....	14
5.2.	Biomassa mängd.....	15
5.3.	Skörd och protein.....	16
5.4.	Ekonomiska beräkningar.....	17

6. Diskussion.....	18
7. Slutsatser.....	19
Källförteckning	21

1 Inledning

Kvävet är efter kol, väte och syre det växtnäringsämne som växten har störst behov av. Kväve finns upplagrat i matjordens mullfraktion. Sambandet mellan kväveförrådets storlek och mullhalten är linjärt, ju mera mull desto mera kväve finns det i matjordslagret (Ahlbin, 2002). Enligt det finska nitratdirektivet (Lantbrukskalendern, 2016), finns det begränsningar på kvävemängder som får tillföras en viss gröda, dessa mängder beror förutom på växtarten på den förväntade skörden samt på jordens mullhalt. Jordbrukaren kan välja ifall han vill sätta hela den tillåtna kvävegivan vid sådd, eller dela upp den och ge en del under växtperioden. I Finland är det tillsvidare vanligt att vårsäden tillförs all gödsel före eller i samband med sådd. Anders Anderson skriver däremot i Yara Sverige:s kundtidning Växtpressen (2012), ”En enda kvävenivå är alltid fel”.

För mycket kväve i förhållande till grödans behov kan leda till liggsäd. Kväve som grödan inte hinner uppta kan förloras genom utlakning eller denitrifikation. Kvävebrist begränsar däremot skördenivån och minskar därmed på den finansiella avkastningen. Med hjälp utav Yara N-sensorTM (= N-sensor) kan man mäta grödans kvävestatus och i realtid tillföra den mängd kväve som grödan har kapacitet att omvandla till skörd. N-sensorn mäter grödans klorofyllhalt samt dess ovanjordiska biomassa på ett ca 50 m² stort område och räknar sedan varje sekund ut en lämplig kvävegiva för varje fält del som mäts in (Fagerström, 2016). Vid användning i vårvede är det tänkt att N-sensorn skall höja fältets skörd samt kärnornas proteinhalt genom att sätta kvävet dit där det finns behov och inte på platser som antingen har en tillräckligt hög klorofyllhalt, dvs. kvävestatus eller där biomassan är klen, dvs skördepotentialen är för låg för att mera kväve skall kunna omvandlas till skörd. Tilläggs gödsling för avkastning kan göras i DC 31-49 och för proteinhalt i DC 50-65 om man kör med granulat, men man kan köra ända till DC 69 ifall man använder flytande kväve (Fagerström, 2016).

Effekterna av N-sensor i vårvede undersöktes sommaren 2014 på Krokby Gård. Arbetets syfte var att undersöka N-sensors inverkan vid odling av vårvede med avseende på kärnsköörden och proteinhalten samt den totala gödselåtgången som används över hela fältet.

Arbetets hypotes var att precisionsspridning utav mineralgödsel med N-sensor ger en jämnare och högre kärnskörd, samt en högre och jämnare proteinhalt, samtidigt som den totala gödselåtgången är densamma, eller till och med lägre.

2. Teoretisk bakgrund

2.1. Betydelse av kväve för skördebildning och proteinhalt

För att spannmålen skall växa och producera skörd med kvalitet behöver den näring. Det finns två grupper av näringsämnen, makro- och mikronäringsämnen. Till de viktigaste makronäringsämnena hör kväve (N), fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg) och svavel (S), växten behöver över ett kg/ha av dessa ämnen. Till mikronäringsämnena hör järn (Fe), mangan (Mn), bor (B), koppar (Cu), molybden (Mo), zink (Zn) och nickel (Ni), växten behöver under ett kg/ha av dessa ämnen (Fågelfors, 2001, s. 91).

Utav alla dessa näringsämnen är kvävet mängdmässigt det mest viktiga för växten med tanke på skörd och kvalitet. Spannmål påverkas på olika sätt utav kväveunderskott och kväveöverskott under växtperioden. Ifall spannmål har för lite kväve, anlägger den mindre sidoskott och småax, medan kvävebrist vid ett senare skede påverkar kärnstorleken samt proteinhalten (Riesinger, 2006a, s. 13). Detta betyder att växten inte uppnår sin fulla avkastningspotential. Ett tidigt kväveöverskott leder till att stråstyrkan sjunker eftersom beståndet är tätt och bildar många svaga strån, vilket kan leda till liggsäd (Yara 2016).

I praktiken har man i Nyland haft problem med att proteinhalterna i vårmete varit för låga just då skördenivån blivit hög, som följd av gynnsam årsmån och högavkastande sorter. Kvävetillgången utnyttjades då för en hög kärnskörd, och räckte inte mera till för en tillräckligt hög proteinhalt.

2.2. Markkväve och dess mineralisering

Markens kväveförråd finns upplagrat i organiskt material, främst i humus (mull). 95 procent utav markens kväveinnehåll är bundet i humusen (Riesinger, 2006a, s. 25). Humusen består i medeltal utav fem procent kväve, vilket gör att en lerjord med en humushalt på fem procent skulle innehålla 7 500 kg kväve/ha i matjordsskiktet (0,25 m). Generellt kan man räkna med att varje procent mull i matjordsskiktet motsvarar 1 500 kg kväve. Humus förekommer på mineraljordar främst i matjordsskiktet, vilket gör att humus- och således kväveförekomsten minskar kraftigt i alven. Mull- och torvjordar består dock ända ner till underliggande mineralskikt utav organiskt substans.

Målet är att hålla mullhalterna och därmed markkvävehalterna oförändrade över tiden. Kväve som återstår i skörderester recirkuleras till marken. Den tillförda mängden kväve måste alltså täcka den bortförsl som sker med kärnskörden, samt dessutom de mer eller mindre ofrånkomliga förlusterna som uppstår genom utlakning och denitrifikation (Riesinger, 2015).

Marken tillförs dessutom kväve via bakterier som antingen lever oberoende av eller associerade till, respektive i symbios med växten. De frilevande bakteriernas kvävefixering uppgår på årsbasis bara till några kilogram per hektar, medan symbiotisk kvävefixering kan uppgå till flera hundra kilogram kväve per hektar – detta förutsätter dock odlingen av en lämplig baljväxt (Riesinger, 2006a s. 25-27). Det tillförda luftkvävet mineraliseras och tas upp av grödor eller binds i humus.

Växten tar upp kväve i form av ammonium- eller nitratkväve. Växten har lika lätt att ta upp både ammoniumkväve som nitratkväve, men ammoniumkväve är bundet till markpartiklarna, medan nitratkväve finns i markvätskan (Ahlbin, 2002). Dessutom konkurrerar mikroorganismer framgångsrikt med grödan om tillgången på ammoniumkväve eftersom de förra har en snabbare tillväxt (Riesinger, 2006a s. 26). Nitratkväve är således grödans huvudsakliga kvävekälla.

Mineraliseringen av organisk substans och därmed mobiliseringen av kväve från markförrådet ombesörjs av mikroorganismer, främst bakterier. När marktemperaturen faller under 3 °C minskar bakteriernas mineralisering av kväve, samma sak händer vid syrebrist och under torra förhållanden.

Allt kväve som finns i humuslagret är inte direkt växttillgängligt. Man kan räkna med att den årliga mobiliseringen motsvarar en procent av den upplagrade kvävemängden. I mineraljordar med en mullhalt på fem procent mobiliseras alltså årligen omkring 75 kg kväve från markförrådet (Riesinger, 2006a, s. 29).

Årligen mineraliseras på sandjordar 30-50 kg kväve/ha, på lerjordar 40-80 kg kväve/ha och på mulljordar 100-250 kg kväve/ha. Eftersom växtperioden är så kort i Finland och eftersom vårsådda spannmålsgrödor tar upp kväve endast från maj till juli, leder det till att stora mängder utav det kväve som mineraliseras går växten förbi. Markens mullhalt och därmed dess mineraliseringspotential påverkas utav odlingssystemet. Man kan generellt anta att vid vallodling och tillförsel av organisk gödsel ökar markens kväve mineralisering med det dubbla. Det är ändå svårt att exakt bedöma den årliga mineraliseringen. Mineraliseringen ombesörjs av aeroba mikroorganismer och avgörande faktorer är därför förhållandet mellan kol och kväve, markens temperatur och fuktighet, samt luftutbytet mellan marken och atmosfären (Riesinger, 2006a, s. 30-31).

2.3. Växtens upptagning av näringsämnen

Växten tar upp näring genom rötterna eller genom bladen, själva upptagningen är i huvudsak en passiv process där intensiteten avgörs av växtens vattenavdunstning, som i sin tur beror på växtens vattentillgång. Alternativt kan upptagningen ske i form av ett jonbyte, där växten lämnar ifrån sig joner för att ta upp från marklösningen växtnäring i jonform, t.ex ger växten ifrån sej vätejoner för att få kalium och ammonium. Växtnäringsämnena är uppdelade i positivt laddade anjoner och negativt laddade katjoner, och konkurrens inom samma laddningsgrupp påverkar upptagningen, dock underlättas upptagningen om näringsämnena har motsatt laddning.

Växtnäringsämnena transporteras löst till växtens rötter i markvätskan, t.ex nitrat och kalcium, de kan också komma till växten genom utjämning av koncentrationsskillnader, som gör att näringsämnena rör sig aktivt mot växtens rötter, t.ex fosfat och kalium. För att ta upp de mera svårslösliga näringsämnena måste växten bilda rottillväxt till dem, detta gäller t.ex för magnesium och mangan. Ett högt mark pH-värde kan leda till att mikronäringsämnen fastläggs i marken (Riesinger, 2006a s. 8-11).

2.4. Grundprinciper vid kvävegödsling till vårvete

Vårvete är en gröda där kvävegödslingen är speciellt viktig för att uppnå både skörd och kvalitet. Desto bättre förutsättningar vete har för att växa och bilda kärnavkastning och proteinskörd, desto större borde kvävegivan vara. Om man strävar till att uppnå en hög kärnskörd måste man också se till att det ännu finns tillgång på kväve i mjölkmodnadsskedet då proteinhalten avgörs. Därav finns det all orsak att göra en tilläggsgödsling ifall skörden ser ut att bli större än vad man först hade planerat (Nyström, 2013, s.6). Eftersom jordbruket i Finland ofta lider utav försommartorka är det lönt att fundera på att dela upp kvävegivan till vårvete i en eller två kompletteringsgivor. På så sätt undviker man en för kraftig engångs giva, med risken för bildningen av liggväxt, samtidigt som man kan tillföra mera kväve i ett senare skede ifall odlingsmiljön skapar förutsättningarna för en hög skörd. Passliga hjälpmedel för att få en så exakt kvävegiva som möjligt är att använda Yaras produkter, N-tester och N-sensor, med hjälp utav dem kan man i real tid mäta grödans behov av kvävegödsling i fältet (Yara, 2016).

2.5. Yara N-sensor™

På ett fält varierar ofta skördepotentialen inom olika delar och från år till år, därför kan det vara svårt för jordbrukaren att själv veta vad för kvävegiva som skall sättas på åkern. Den optimala kvävegivan bestäms av förväntad skörd, kvalitet och markens kväveminalisering. Eftersom de är svårt att exakt veta vad marken levererar, samt att man ofta har flera jordarter och mullhalter över samma fält, prickar man väldigt sällan rätt kvävegiva (Yara, 2016).

N-sensorn är monterad uppe på traktorns tak och har på vardera sida två sensorer som mäter grödans ovanjordiska biomassa samt klorofyllinnehåll. Dessa parametrar skickas sedan till en dator inne i traktorn som räknar om informationen till ett SN-värde (sensor kväve värde) som är den optimala kvävegivan. Sensorn styr sedan helt gödselspridaren och

ändrar dess utmatningsgiva varje sekund (Fagerström, 2016). Med N-sensor kan man i fält under körning mäta hur mycket tilläggskväve grödan behöver på ett visst ställe och på samma gång sprida ut den rätta mängden. N-sensorn mäter en ny giva varje sekund, och givan varierar ofta mellan 0-60 kg N/ha. N-sensorn dokumenterar gödsel samt biomassa kartor efter att man kört klart ett fält (Fagerström, 2016)

Målet med användning av N-sensor är att lägga kväve på rätt plats inom fältet och på det sättet få en högre och jämnare skörd med en hög och jämn kvalitet, andra fördelar är även mindre risk för liggsäd, högre kväveeffektivitet utav grödan och minskad kväveutlakning (Yara 2016). Försök visar även att tröskkapaciteten ökar, med upp till 15-20 % när man har använt N-sensorn (Nissen & Halmö, 2002). N-sensorn fungerar i alla spannmålsslag samt i oljeväxter, majs och potatis, man kan även använda den i samband med besprutning med fungicider, tillväxtreglerare eller blastdödningsmedel (Fagerström, 2016).

2.6. Vårvete

Vårvete sås, som namnet säger, på våren och trivs bra på jordar med ett pH-värde över 6 och med en god markstruktur. På grund av sin utdragna växttid, som är 100-105 dagar, lämpar det sej att så vårvete på fält som torkar upp tidigt på våren, utav samma orsak odlas vårvete mestadels i södra och sydvästra Finland. Vårvete är dock känsligt för försommartorka, varpå odling på fält som är torkkänsliga bör undvikas. Vid sådd av vårvete bör man eftersträva en planttäthet på 650-720 plantor/m² för att få ett så jämnt och högavkastande fält som möjligt (Riesinger, 2006b, s. 8-9).

Kvaliteten på vårvete uppmäts genom ett flertal metoder: Man mäter hektolitervikt, som visar spannmålens volymvikt i kg/hl, för att ha en bra kvalitet på vårvete, skall hektolitervikten minst vara 76-78 kilo. Hektolitervikten påverkas av kornets form och längd, t.ex om kornet är långt och ojämnt minskar hektolitervikten.

Falltalet är en utav de viktigaste kvalitetsfaktorerna, där man mäter groningsgraden. Kärnor som har grott har en hög enzymaktivitet, dvs lågt falltal. Dessa har sedan vid gräddning av bröd svårt att binda stärkelse, vilket gör att brödet inte blir genomgräddat utan degigt och fuktigt i mitten. För vårvete som odlas till brödsäd bör falltalet vara minst 180, men det kan variera beroende på användningsändamål ända upp till 280.

Proteinhalten för brödvete bör allmänt vara 12-13 %, med proteinet mäter man bakkingskvaliteten, där proteinet avgör hur mycket brödet jäser och brödets volym (Evira 2016).

3. Aktuell forskningsfront

Det har gjorts flera försök där man jämför användning och icke användning av Yara N-sensorTM. Man har uppmätt både skörd/ha, proteinhalten samt tröskkapacitet. Man har även jämfört förfruktens inverkan flera år efter att den har brutits upp. Ett av försöken där man jämförde kärnskörd och proteinhalt i vårvete gjordes år 2000 i Alnarp. I detta försök fick båda leden delad giva, men det ena ledet fick en kompletteringsgiva där samma mängd spreds jämnt över hela ledet, medan andra fick en varierande giva med användning av N-sensorn. Den totala kvävetillförseln var 95 kg N/ha vid sådd plus en kompletteringsgiva på 45 kg N/ha. Resultatet vid användning av N-sensor jämfört med spridning av en jämn giva blev en skördeökning på 10,1 procent samt att proteinhalten höjdes med 0,7 procentenheter. Samma år gjordes ett liknande försök i höstvetete med en grundgiva på 109 kg N/ha plus en kompletteringsgiva på 45 kg N/ha, resultatet i dessa försök var en skördeökning på 6,9 procent vid varierad spridning med hjälp av N-sensor medan proteinhalten höll samma nivå i båda leden (Nissen & Halmö, 2002).

Under åren 1999-2001 gjordes det totalt 124 försök i flera olika grödor; höstvetete, höstkorn, råg, vårvete samt korn, där man jämförde varierad spridning med hjälp av N-sensor med spridningen av en jämn giva med avseende på skördeökning och proteinhalt. Resultatet från alla försöken visade att i medeltal blev skörden 186 kg/ha större, men med variationer från minskad skörd på ca 250 kg/ha till ökad skörd på 1 300 kg/ha. Proteinhalten blev jämnare och lite högre då N-sensor användes (Nissen & Halmö, 2002).

I Tyskland gjordes försök med att jämföra tröskkapacitet samt tröskförlusterna. Man körde med två inställningar på tröskan, standard och optimerad, och resultaten visade att tröskkapaciteten ökade med 30 % där man hade varierat givan med hjälp av N-sensorn, medan tröskspillet minskade med ca 2 %. En annan sak man också märkte under försöken var att risken för liggsäd minskade dramatiskt, vilket leder direkt till att kvaliteten och tröskkapaciteten hölls hög (Nissen & Halmö, 2002).

I försök som gjordes i England, fokuserade man förutom på skörden också på att ta reda på under vilka förhållanden som N-sensorn gjorde största inverkan. Resultaten från de 186 försöken som gjordes 1999-2005, visade en skördeökning på i medeltal 3,2 procent, där 82 procent utav försöken visade att det var lönt att använda N-sensorn. Försöken visade även att N-sensorn har största inverkan på fält som uppvisar variationer med avseende på jordart och topografi (Lincolnshire, 2015, s 7-8).













Försök med sen kväve giva i höstvetete visade att variationerna inom proteinhalten minskade med 60 % där man hade använt N-sensorn, jämfört med jämn spridning. Man undersökte också ifall utlakningen av kväve minskade när man använde N-sensorn. Under en fyra års period gjordes jämförelse och man kom fram till att kärnskorde ökade med 6,9 %, medan gödselanvändningen minskade med 12,7 %, vilket gör att kväveutlakningen torde minska betydligt (Lincolnshire, 2015, s 8-9)

Man har i Sverige gjort mineraliseringsförsök, där man har slumpmässigt utsatt på åkern nollrutor, de vill säga rutor som inte har fått någon kvävegödsel alls. Målet med dem är att kartlägga markens kvävemineralisering under flera års växtperioder och på det sättet få en bättre uppfattning om hur mycket kväve som marken mineraliserar under olika årsmån, och hur mycket av det tillsatta kvävet som växten har tagit upp. Totalt hade man 35 nollrutor fördelade över fyra regioner där man mätte grödans kväveupptagning med en Yara handsensor varje vecka. I alla nollrutor som fanns mätte man variationer i upptagningen från allt mellan 0-280 kg kväve/ha. Fördelen med att ha nollrutor är att man kan se hur mycket marken levererar under växtperioden och på så sätt lättare räkna ut hur mycket man bör lägga till kväve för att maximera skörden. I nollrutan som Olsson (2013) skrev om, hade höstvetetet i nollrutan vid sista mätningen vid stråskjutningsstadiet endast tagit upp 30 kg kväve/ha, vilket man i det här fallet hade räknat med att förfrukten skulle bidra med. Man hade även en ruta där man gödslade med 70 kg kväve/ha mera än i övriga fältet. Genom att sedan jämföra kväveupptagningen i de båda rutorna kunde man lättare bestämma den sista kompletteringsgivans mängd (Olsson, 2013).

4. Material och metoder

4.1. Försöksplatsen

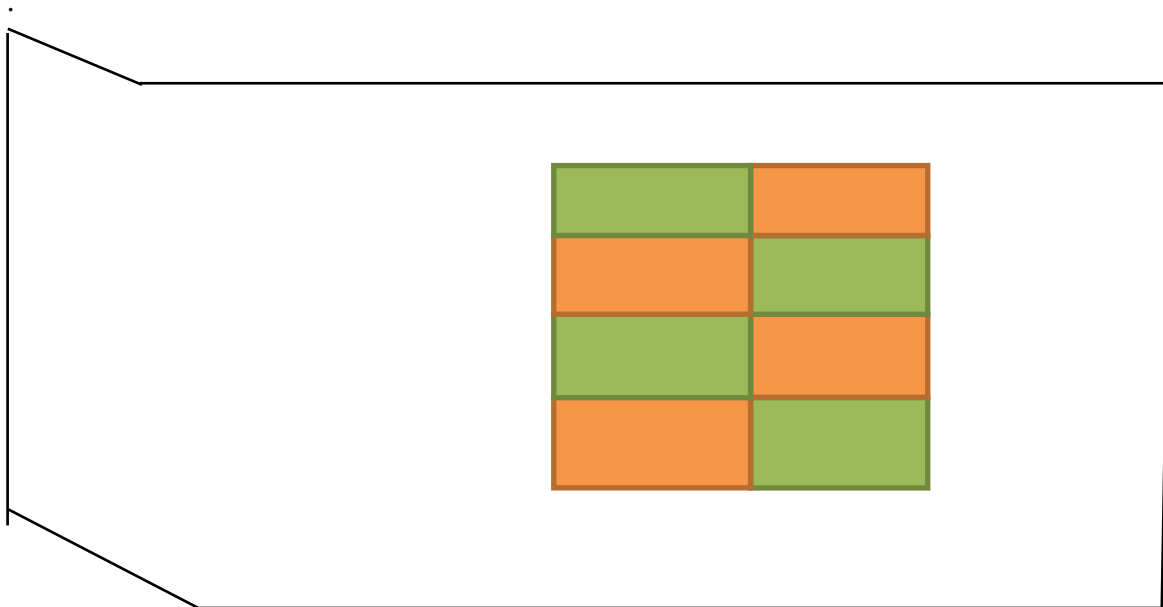
Försöket gjordes på Krokby Gård, som ligger i Tenala, Raseborg. Jordarten på fältet är mullrik grynlera och pH-värdet ligger på 6,5. Fältets jämna topografi samt enhetliga jordart gör att fältets vattenhushållning kan anses vara jämn. Från markkarteringen som gjordes hösten 2012, kan man utläsa att markens innehåll av kalium och natrium är på försvarlig nivå, medan fosfor- och magnesiuminnehållen är tillfredställande samt att kalciuminnehållet är hög (Tabell 1). På fältet hade de senaste fem åren innan växtsäsongen 2014 odlats först vall i tre år sedan havre och korn. Kornets stubb hade lämnats obearbetad över vintern och på våren lättbearbetades fältet innan sådd.

Bördighetsklass							
Dålig	Rätt dålig	Försvarlig	Tillfred- ställande	God	Hög	Särskilt hög	
							
Prov nr		Kalium mg/l	Natrium mg/l	Fosfor mg/l	Magnesium mg/l	pH	Kalcium mg/l
907648	16. <i>LÄRRET</i>	116 	38	9,3 	222 	6,5 	3660 


Tabell 1. Fältförsökets markkarteringsdata, 2012

4.2. Försöksdesign och behandlingar

Fältförsöket bestod utav två stycken försöksled, med fyra upprepningar utav båda behandlingarna, alltså totalt åtta försöksrutor. Behandlingarna var placerade i turvis form med fyra ovanför och fyra nedanför i fältet. Bredden på varje försöksruta var anpassad efter växtskyddssprutans bredd, vilket gjorde att de var 16 meter breda. Längden på försöksrutorna var 50 meter och de var placerade en bit in i fältet för att undvika kanteffekter (Figur 1).



Figur 1. Försöksrutornas utplacering

A:  90 kg kväve/ha vid sådd, tilläggsgödsling 40 kg kväve/ha med N-sensor


B:  130 kg kväve/ha vid sådd



Bild 1: Försöksrutorna på fältet "Kärre.", Krokby Gård, Tenala.

Båda försöksled gödslades med totalt 130 kg kväve/ha. Led A, gödslades med 90 kg kväve/ha vid sådd och gavs 40 kg kväve i tillägg då grödan hade nått tillväxtstadiet DC 41, alltså när flaggbladets slida är utväxande. Tilläggsgivan spreds med Yara-N-sensorTM. Led B fick hela givan om 130 kg kväve/ha i samband med sådden. Både lederna filmades dock med hjälp av N-sensorn vid samma tillfälle, för att få biomassakartor från alla försöksrutor. Biomassakartorna visar hur mycket växtlig biomassa det finns i rutorna vid filmningsögonblicket. Alla försöksrutor filmades också en andra gång med sensorn, i DC 73, alltså i begynnande mjölkmodnad. Detta gjordes för att få fram biomassakartor, som visade hur försöksrutorna hade förändrats efter att tilläggsgivan getts. Som gödselmedel användes vid sådd Yara NPKS (27-2-3-S3) och som tilläggsgödsel användes YaraBela Finlandssalpeter Se+ (27-0-1). Valet av tilläggsgödsel baserades på gödselns innehåll, då den innehåller nästan endast kväve, samt pris, då den är lite billigare än de gödselmedel som användes vid sådd. Den 2.7.2014 utfördes kompletteringsgivan med N-sensor.



Bild 2: Traktor och gödselspridare med Yara N-sensorTM på taket

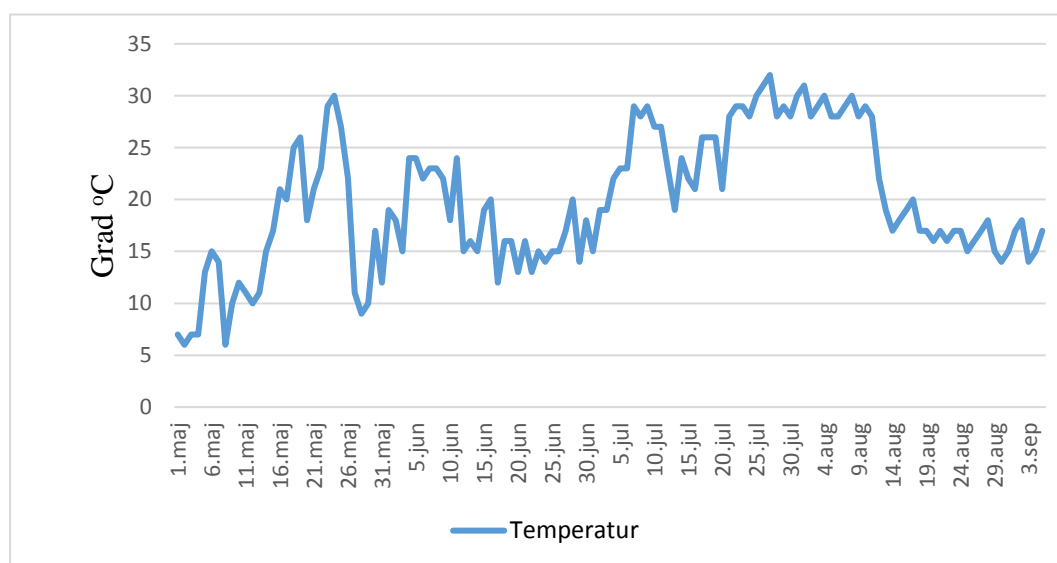
4.3. Skötsel av försöket

Försöksfältet sköttes odlingstekniskt likadant som gården sköter alla andra odlingar. Fältet lättbearbetades den 30.4.2014 ner till 4 centimeters djup med en Amazone Catros 4001 tallriksharv. Fältet lättbearbetades två gånger för att få alla stubbrester så sönderdelade som möjligt. Samma dag såddes också fältet, såmaskinen som användes var en Horch Pronto DC4 vältkombisåmaskin. Som vårvetesort användes Zebra, utsäde var inte certifierat utan var gårdens egna, som man före sådd hade sorterat och betat med Baytan i vätskeform.

Utsädesmängden var 280 kg/ha och bestämdes utgående från eftersträvat plantantal på 700 st/m²*TKV/grobarhetsprocent på 87 % och man sådde på ett djup på 5 centimeter. Enligt miljöersättningssystemet bör man på en mullrik jordart med en skördeförväntning på 5000 kg/ha använda maximalt 130 kg kväve ha. Fosforgivan på fältet fick med markkarteringsklass tillfredställande (Tabell 1) vara 13 kg/ha vid en skördeförväntning på 5000 kg/ha. Det beräknade kaliumgödslingsbehovet på 30 kg/ha var betydligt högre än vad man kunde tillfredsställa med gödselmedlen som fanns på gården. Den 7.6 behandlades fältet mot ogräs med Ariane S med en dos på 2 l/ha och samtidigt tillfördes grödan stråförkortningsmedlet CCC med 0,2 l/ha. Den 19.7 sprutades beståndet mot svampsjukdomar med Prosaro 0,5 l/ha, samt Comet Pro 0,5 l/ha. Fältförsöket tröskades sedan den 5.9.2014 med en försökströska som Yara Kotkaniemi hjälpte till med, de gjorde även skördeanalys av fältförsöket. Utöver detta bokfördes också väderleken under hela växtperioden.

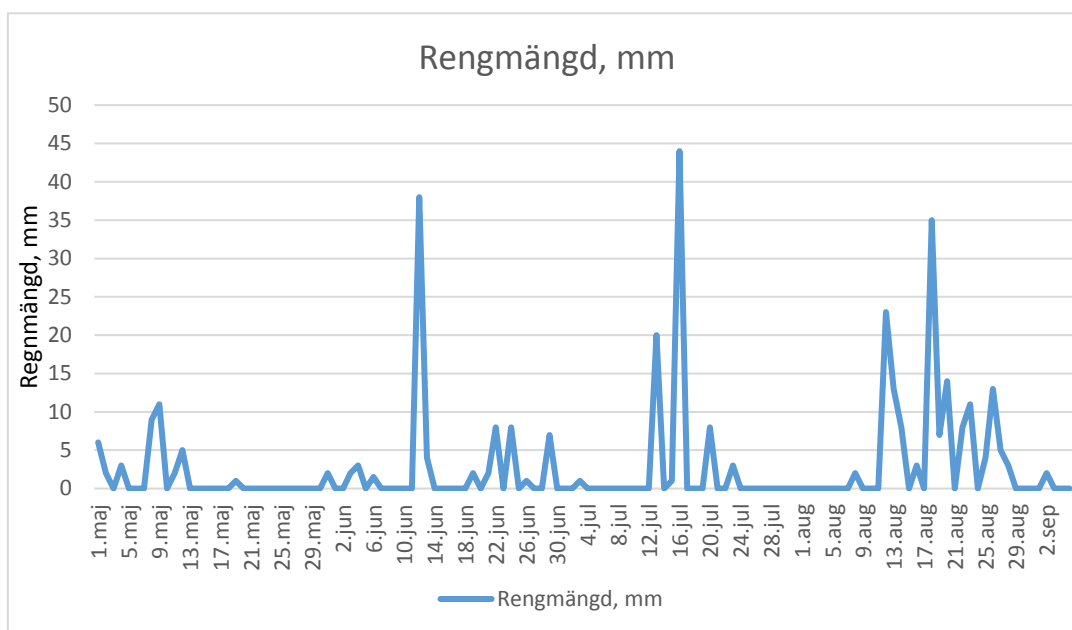
4.4 Väderlek

Vårbruket 2014 kom lite tidigare igång än normalt, redan 20 april var de första maskinerna ut på fälten och nästan allt var sått på gården redan 1 maj. Fältet som försöket gjordes på, är inte känsligt för försommartorka på grund av dess topografi och läge. Fältet behöver endast värme och en passlig regnmängd nu som då för att producera. Temperaturen mättes upp varje dag ca klockan 15, i skuggan.



Figur 2. Temperatur sommar 2014 på Krokby.

I maj direkt efter sådden, var temperaturen låg och försöksgrödan tog lång tid på sig att gro, sedan i slutet av maj höjdes temperaturen rejält och växten växte bra. Juni var sedan en lite kallare månad med några värmetoppar, medan juli och början av augusti var mycket varma under långa tider. Efter tionde augusti for temperaturen ner till det normala för årstiden och hölls så (Figur 2). Under fältförsökets växtperiod regnade det totalt 338,5, varav det kom fem stora regntillfällen på över 20 mm per gång, växten hade dock hunnit växa till sig så mycket att den klarade av att hantera de stora regnen utan desto större bekymmer. Under skördetiderna i augusti kom det flera regn hela tiden vilket gjorde det svårt att bärga skörden och att hålla kvaliteten kvar (Figur 3).



Figur 3. Nederbörd sommar 2014 på Krokby

4.5. Tröskning av försöksrutorna

Den 5.9 tröskades försöksrutorna med en försökströska (Bilderna 3 och 4) som Yara Kotkaniemi kom och hjälpte till med. Eftersom försöksrutorna var 50 meter långa, kunde man med gårdens egna tröska först tröska bort försöksrutornas vändtegar. Sedan tröskade man med försökströskan 3 gånger i varje ruta, eftersom de var så långa visste inte tröskchauffören hur långt han skulle köra, men efteråt mätte man hur långt man tröskat varje prov. Den tröskade kärnskoriden sattes sedan i påsar som de tog med till Kotkaniemi för att mäta hur hög skörden blev i varje försöksruta samt vilken kvalitet den hade.

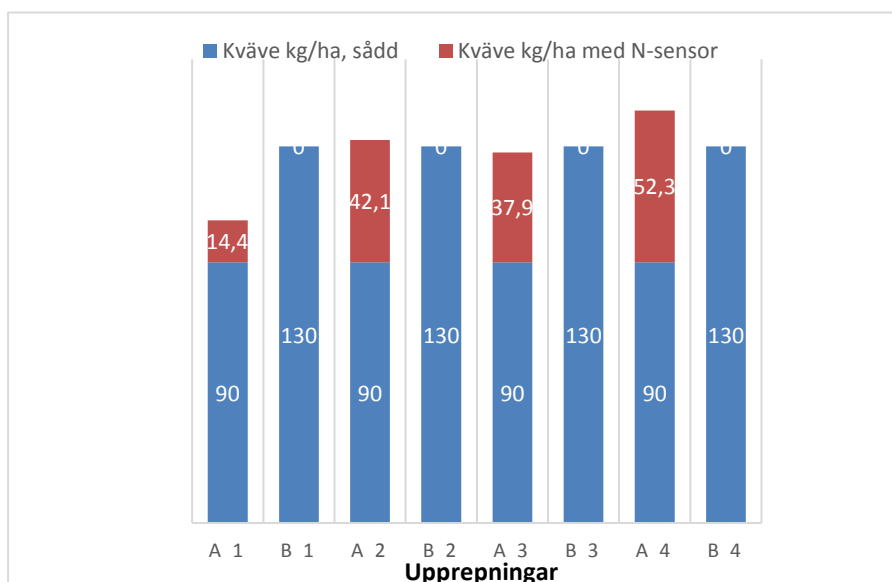


Bild 3: Tröskning av försöksrutorna

5. Resultat

5.1. Kvävegödselmängd

I led A som tilläggsgödslades med Yara N-sensorTM fick de fyra försöksrutorna vid tillgödslingstidpunkten i medeltal 36,67 kg kväve/ha (Bilaga 1), vilket gör att den totala kvävegivan i genomsnitt för led A blev 126,67 kg kväve/ha. Variationerna mellan upprepningarna i led A var betydande (Figur 4). Variationerna i utspridningen av kvävet i alla tilläggsgödslade rutor (led A) är mellan 5-75 kg kväve/ha (Bilagorna 2; 3; 4; 5). Jämfört med den fasta kvävegivan där hela givan på 130 kg kväve/ha tillfördes i samband med sådd (led B), har det använts 3,33 kg mindre kväve i det led där den inledningsvis lägre grundgödslingen kompletterades genom övergödsling med hjälp utav N-sensorn (led A).



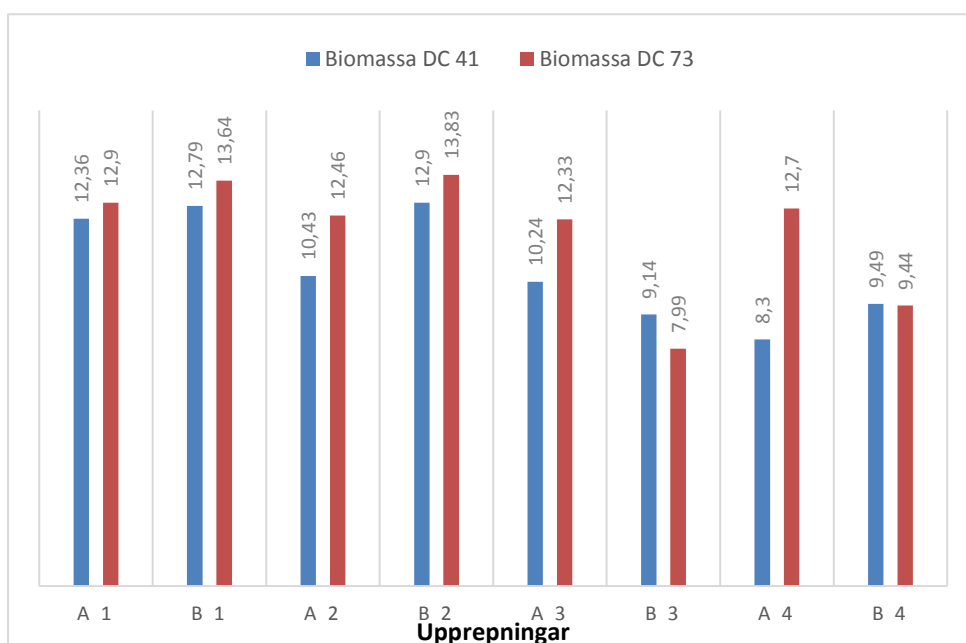
Figur 4. Kvävemängd som tillförts försöksrutorna (A = tilläggsgödsling med N-sensor, B = hela kvävegivan i samband med sådd).

5.2. Biomassa mängd

Under körning med N-sensorn mäter den upp den ovanjordiska växtliga biomassan till ett eget indexvärde, vilket kan avläses på en dokumenterad karta (Yara N-sensor Nordic, 2016). Vid först överkörningen i DC 41 fanns det i led A i medeltal för samtliga fyra upprepningar 10,33 ovanjordisk biomassa (Figur 5), med ett kast mellan rutornas medeltal från 8,3 - 12,36 (Bilagorna 6; 7; 8; 9). I led B fanns i medeltal för de fyra upprepningarna 11,08 ovanjordisk biomassa (Figur 5), med ett kast mellan upprepningarnas medeltal från 9,14 – 12,90 (Bilagorna 10; 11; 12; 13).

Efter att tilläggsgödslingen hade gjorts väntade man så att växten skulle hinna ta upp det extra kväve det blivit tilldelat, innan man på nytt mätte den ovanjordiska växtbiomassan i alla försöksrutor. Detta gjordes för att N-sensorn ser betydligt bättre skillnaderna i växtbestånd än vad en människas öga kan se. Andra mätningen visade att alla upprepningar av led A hade ett betydligt jämnare växtlig biomassa (Figur 5). Mängden tillägskväve hade en tydlig inverkan på hur biomassan ökades (Figurerna 4; 5).

I led A var upprepningarnas biomassa i medeltal i DC 73 12,59, med ett kast mellan upprepningarnas medeltal från 12,33 – 12,90 (Bilagorna 14; 15; 16; 17). I led B som inte fick någon tilläggsgödsel, var biomassa i medeltalet 11,22, med ett kast mellan upprepningarnas medeltal från 7,99 - 13,83. Det man fick fram var att den växtliga biomassan hade till och med sjunkit i försöksrutorna B 3 och B 4 (Figur 5). Slutsatsen man kan dra utav detta är att fältets kväveminerisering har varierat mycket inom försöksrutorna. Procentuellt var den växtliga biomassan i DC 73 10,88 procent högre i led A jämfört med led B.

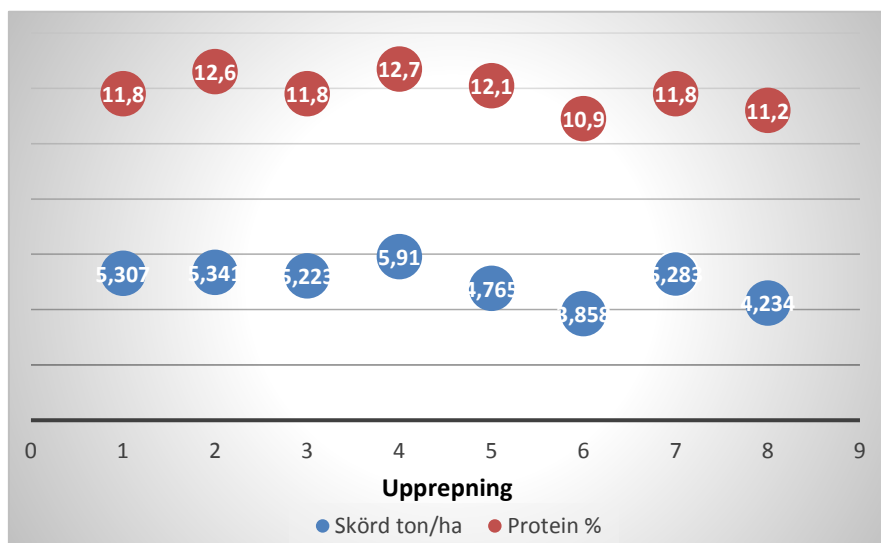


Figur 5: Indexvärde för biomassa mängder vid tilläggsgödsling med hjälp av N-sensor (A) respektive vid tillförsel av hela kvävegivan i samband med sådd (B). Mätningarna utfördes i början av flaggbladsstadiet (DC 41) och i mjölkmoagnadsstadiet (DC 73).

5.3. Skörd och protein

Skörden varierade mellan samt inom leden. De två högsta skördarna kom från B leden, där försöksruta B 2 gav 5 910 kg kärna/ha och B 1 5 341 kg/ha, medan de två andra upprepningarna av led B gav en skörd kring 4 000 kg kärna/ha. Upprepningarna i led A gav en jämn skörd där endast försöksruta A 3 låg under 5 000 kg med en skörd på 4 765 kg/ha.

Medelskörden för A leden blev 5 144 kg kärna/ha, medan B leden gav en medelskörd på 4 835 kg/ha. Detta ger en skördeökning på 309 kg/ha, eller en procentuell skördeökning på 6 procent, jämfört med B leden (Figur 6).



Figur 6: Kärnskörd (ton/ha) samt proteinhalt (%) från försöksrutorna (A = tilläggsgödsling med Yara N-sensor, B = hela kvävegivan i samband med sådd)

Kärnornas proteinhalt i försöksleden varierade på ett likadant sätt som skörden, där försöksrutorna B 2 och B 1 hade den högsta proteinhalten, båda kring 12,6 procent. Men sedan hade försöksrutorna B 3 och B 4 betydligt sämre med en proteinhalt runt 11 procent. Upprepningarna i led A hade en mycket jämn proteinhalt kring 11,8 procent. Medeltalet för proteinhalten i led A är 11,87 procent medan den i led B är 11,85 procent. Detta visar på att tilläggsgödsling med Yara N-sensor (led A) gav en mycket jämnare proteinhalt som dessutom är något högre än i det led där hela kvävegivan tillfördes i samband med sådd (led B) (Figur 6).

5.4. Ekonomiska beräkningar

Förutom en skördeökning som ger mera inkomster, användes det även mindre gödsel, samt så var tilläggsgödseln billigare. Med en skördeökning på 309 kg/ha samt ett pris för fodervete på 126 € (Avenakauppa, 2016), visar det sej att det led som tilläggsgödsledes med N-sensor gav en större nettoinkomst på 34,43 €/ha, då är även kostnaden för den extra körningen tagits i beaktande (Bilaga 23).

6. Diskussion

Syftet med försöket var att undersöka användningen av Yara N-sensornTM vid odling av vårvete, med avseende på dess inverkan på både skörd och kvalitet. Jämfört med tillförseln av hela kvävegivan i samband med sådd gav en komplettering av kvävegivan i början av flaggbladsstadiet med N-sensorn en kärnskördeökning på sex procent, i detta fall 309 kg/ha. Det visade sej också att kärnornas proteinhalt var betydligt jämnare vid kompletteringsgödsling med N-sensorn, samt snäppet högre i medeltal. Dessa resultat stämmer överens med de resultat som uppnåddes i Sverige mellan åren 1999-2001, där man fick i medeltal en skördeökning på 186 kg/ha samt ett jämnare och högre proteinhalt (Nissen & Halmö, 2002). Den ovanjordiska biomassan var i medeltal 10,88 procent högre vid användning av N-sensorn, vilket gör att man kan anta att kärnskörden samt halmskörden tillsammans blev 10,88 procent högre än i vid tillförsel av hela kvävegivan i samband med sådd.

Om det skulle ha varit praktiskt möjligt skulle det ha varit intressant att tröska alla rutor i sin helhet, för att se om kärnskörden till och med skulle ha kunnat vara 10,88 procent högre.

Försöksresultaten motsvarade långt tidigare försökresultat samt det som står att läsa på Yaras hemsidor. Kärnskörden blev jämnare och högre, proteinhalten blev också högre och jämnare och gödselmängden minskade något. Fördelen med en jämnare proteinhalt över hela skörden är att man kan lagra all skörd i samma silo och saluföra den i sin helhet, under förutsättningen att skörden är tröskad under samma tidpunkt och samma förhållanden. Ifall kvaliteten är mycket varierande så kan det vara svårt att sälja allt från samma silo med bästa möjliga kvalitetsprissättning.

Minskad liggsäd som följd av delad och anpassad kväve giva med hjälp av N-sensorn är svårt att mäta upp, men enligt Håkan Eriksson, som har använt N-sensorn i nio år förekommer liggsäd inte mera på hans gård (Blomquist J., 2013). En annan sak som inte mättes upp i försöket, men som i teorin borde öka är torkkapaciteten när man använder N-sensorn. Detta beror främst på att grödan mognar jämnare som följd av en jämnare och mera behovsanpassad kvävetilldelning, vilket leder till en jämnare fukthalt, vilket i sin tur resulterar i att varje torksats borde passera snabbare och på det sättet billigare.

För att undvika eventuella variationer inom fältförsöket lades det upp som ett stort blockförsök, där varje försöksruta omfattade 50*16 meter. Storleken bestämdes också utgående från den synvinkeln att N-sensorn faktiskt skulle kunna få fram ett trovärdigt resultat. De olika leden placerades även i turvis ordning så att man skulle få ett så trovärdigt försöksresultat som möjligt. På grund av utrymmesbrist kunde inte alla försöksrutor placeras i samma rad, utan två rader behövdes. Fältet som användes som försöksfält valdes också med den tanken på att gödseln säkert skulle smälta efter spridning. Fältet som användes har som jordart grynlara och är mycket bra på att hålla fukten kvar i marken, och när spannmålen växt till sig, även på markytan. Därav antar man att all gödsel som tillfördes också kunde utnyttjas utav grödan.

7. Slutsatser

Hypotesen för arbetet var att precisionsspridning utav mineralgödsel med Yara N-sensorTM ger en högre kärnskörd, samt en högre och jämnare proteinhalt, samtidigt som den totala gödselåtgången är densamma, eller till och med lägre. I detta försök besannades hypotesen då de led som gödslades med N-sensorn hade en sex procent högre skörd samt en högre och jämnare proteinhalt, samtidigt som den totala kväve gödselmängden var 3,33 kg/ha mindre.

Eftersom fältförsöket gjordes i fyra upprepningar med tre provtagningar från varje ruta, samt N-sensorns bifogade kartor, bör resultaten vara tillförlitliga. Det hade varit intressant att tröska alla försöksrutor i sin helhet för att få ett mera omfattande svar, med bakgrunden i att den ovanjordiska växtliga biomassan steg med 10,88 procent i de led som gödslades med N-sensorn.

Försöket hade inga ytterligare led, eftersom utrymme på åkern i fråga tog slut, och där det fanns utrymme var jordarten annorlunda, vilket inte skulle ha gett ett jämförbart resultat. Det hade även varit intressant att jämföra N-sensor ledet med ett led som likaså får en kompletteringsgiva av kväve, dock i form av en jämn tilldelning över hela rutan.

Försöket kunde även ha utvecklats till att köra ut mera gödsel i ett senare skede av växtens tillväxt för att uppnå en högre proteinhalt. Dock användes all gödsel i samband med tilläggsgödslingen eftersom det enligt N-sensor fanns behov i det skede för att få en högre skörd.

Delad kvävegiva är ett effektivt sätt att försöka spara på gödselkostnader och även få en större inkomst. Man kan även tillföra tilläggsgödsel utan att använda en N-sensor, men då får man inte kvävetilldelningen anpassat till inom-fält variationerna, dvs. till det varierande behov som i praktiken föreligger inom ett enskilt fält.

I detta försök beräknades lönsamheten bara utifrån gödselkostnaderna samt skördeinkomsten, vilket gör att de andra variablerna som mindre risk för liggsäd, ökad tröskkapacitet och billigare torkning inte beaktades. I försöket uppnådde man i vårmete, med alla kostnader för gödsel och den extra körning som användning av N-sensor innebär, en vinst på 34,43 €/ha (Bilaga 23). Per hektar kan nettovinsten ses som liten, men om man räknar den på en gårds varje hektar blir vinsten betydligt mera betydande.

Detta försök bekräftar liksom andra likande försök att Yara:s N-SensorTM är ett fungerande redskap som verkligen vet vart kvävet borde läggas på olika fältdelar. Med dagens priser på spannmål är all extra inkomst som bara kan fås välkommen, vilket borde motivera flera lantbrukare att använda precisionsodling med N-sensor på sina egna fält.

Källförteckning

Ahlbin, S., 2006, Näst efter kol, väte och syre är kväve det växtnäringsämne som växten behöver i störst mängd. *Hemträdgården – Riksförbundet Svensk Trädgård*

http://www.tradgard.org/kunskap/kunskapsbank/visste_du_att/2002_06_kvave.html
(hämtat 10.2.2016)

Avenakauppa (2016). *Avenas grundpriser*

<https://www.avenakauppa.fi/Forms/Ostohinnat.aspx> (Hämtat 16.3.2014)

Nyström, M., 2013 s.6. Tilläggsgödsling med kväve till femvårvetesorter. Examensarbete för Agrológ (YH)-examen. Utbildningsprogrammet för Lantbruksnäringsarna

Raseborg 2013

Blomquist, J., 2013, Vi kvävegödslar i Sveriges största vattentäkt. *Höstvete mot nya höjder*. S. 15

Evira (2016) *Kvalitetsfaktorer för spannmål*

<http://www.evira.fi/portal/se/vaxter/odling+och+produktion/spannmals+kvalitet/kvalitetsfaktorer/> (Hämtat 1.3.2016)

Fagerström, M., 2016. Muntlig kommunikation 10.2.2016

Fågelfors, H. (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. Borås: Natur och kultur/ LTs förlag.

Lantbrukskalendern, 2016. *Gödsling enligt nitratdirektivet*. Helsingfors: Svenska Lantbrukssällskapens Förbund.

Lincolnshire, N.E., 2015, Benefits of the Yara N-Sensor™. *The Yara N-sensor Complete Solution to Precision Farming*, May 2015, s. 7-9.

Nissen, K. & Halmö, S., 2002, Erfarenhet av Hydro N-sensor. *Växtpressen*, 2002 (10), s. 3-4.

Olsson, C-M., 2013, *Per-Arne har grepp om markens mineralisering*.

<http://www.yara.se/crop-nutrition/Tools-and-Services/vaxtpressen/vaxtpressen-autumn-2013/soil-mineralization/> (Hämtat: 16.2.2016)

Riesinger, P., 2015. Muntligt meddelande 15.10.2015

Riesinger, P., 2006a. *Grunder för ekologisk växtodling. Del II Växtnäring*. Karis.: Eget förlag.

Riesinger, P., 2006b. *Grunder för ekologisk växtodling. Del I Marken*. Karis.: Eget förlag

Yara N-Sensor Nordic, 2016. Skriftlig kommunikation 28.3.2016 samt 8.4.2016

Yara (2016) *Grödornas behov av kväve*

http://www.yara.se/crop-nutrition/crops/se-crop-programmes/Copy_of_benchmark-npk-and-s/nitrogen-fertilization.aspx (Hämtat 29.2.2016)

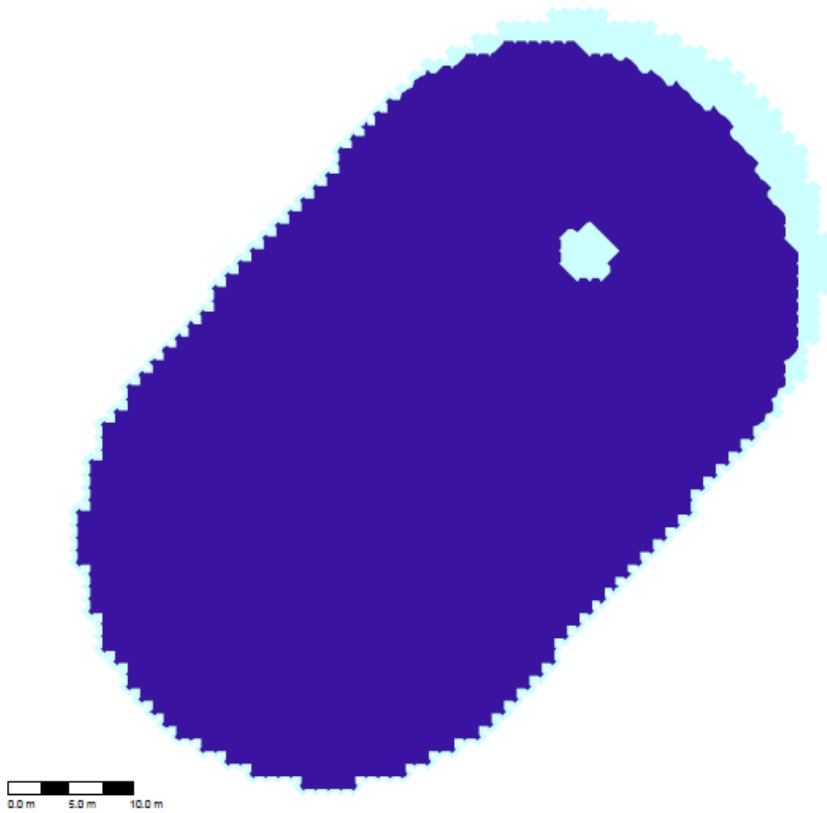
Yara (2016) *Gödslingsråd för vårvete*

<http://www.yara.se/crop-nutrition/crops/wheat/crop-nutrition/crop-programs/s-wheat/s-wheat.aspx>

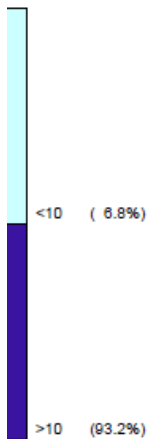
Bilaga 1: Åtgång av kväve i led A (medeltal)

Ruta	Kg N/ha
A 1	14,4
A 2	42,1
A 3	37,9
A 4	52,3
Medeltal	36,675

Bilaga 2: Gödselkarta över led A 1 i DC 41



Leasor Nitrogen Recommendation Map (Target Rate)



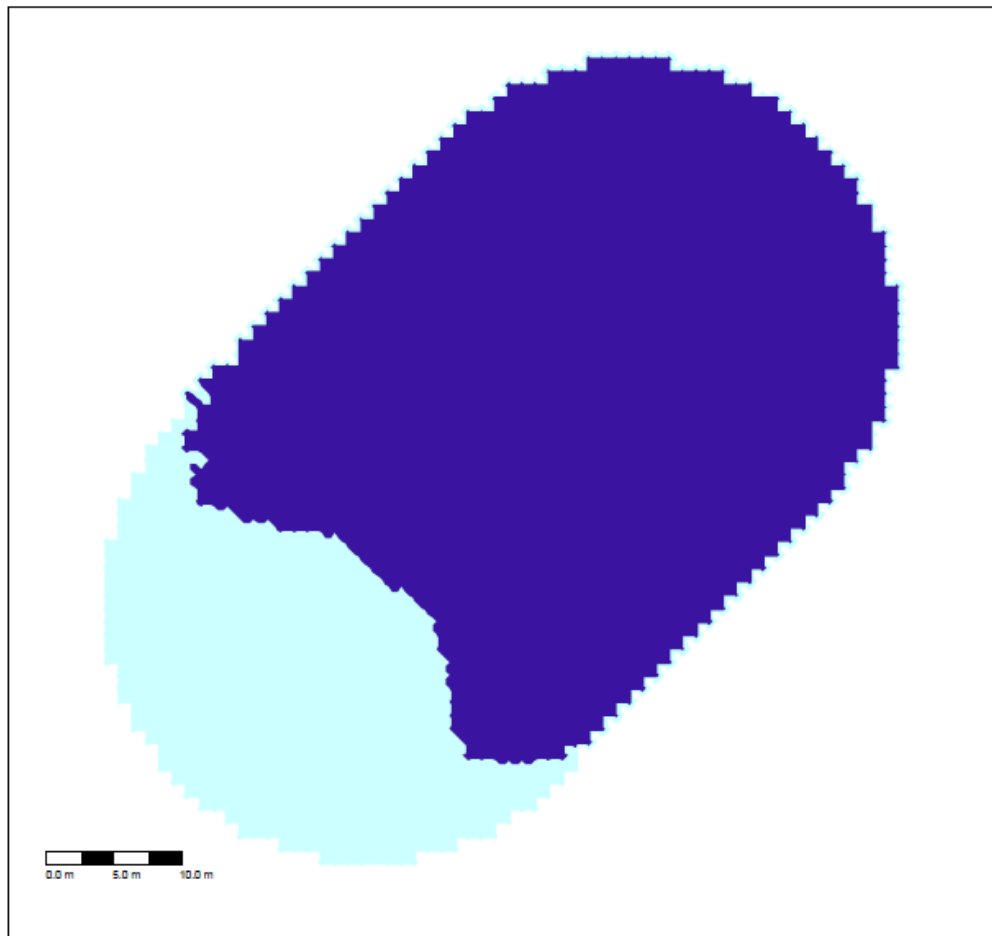
Kund	krokby	
Fältnamn	kärret1	
Fältstorlek	ca: 0.0 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret1_140702_13.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	5 kg N/ha
Maximigiva	20 kg N/ha
Medelgiva	14.4 kg N/ha
Std. av.	3.0 kg N/ha
Total gödselbrukning	3 kg
N i gödselmedlet	27.0 %

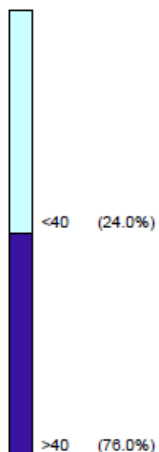
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 3: Gödselkarta över led A 2 i DC 41



Season Nitrogen Recommendation Map (Target Rate)



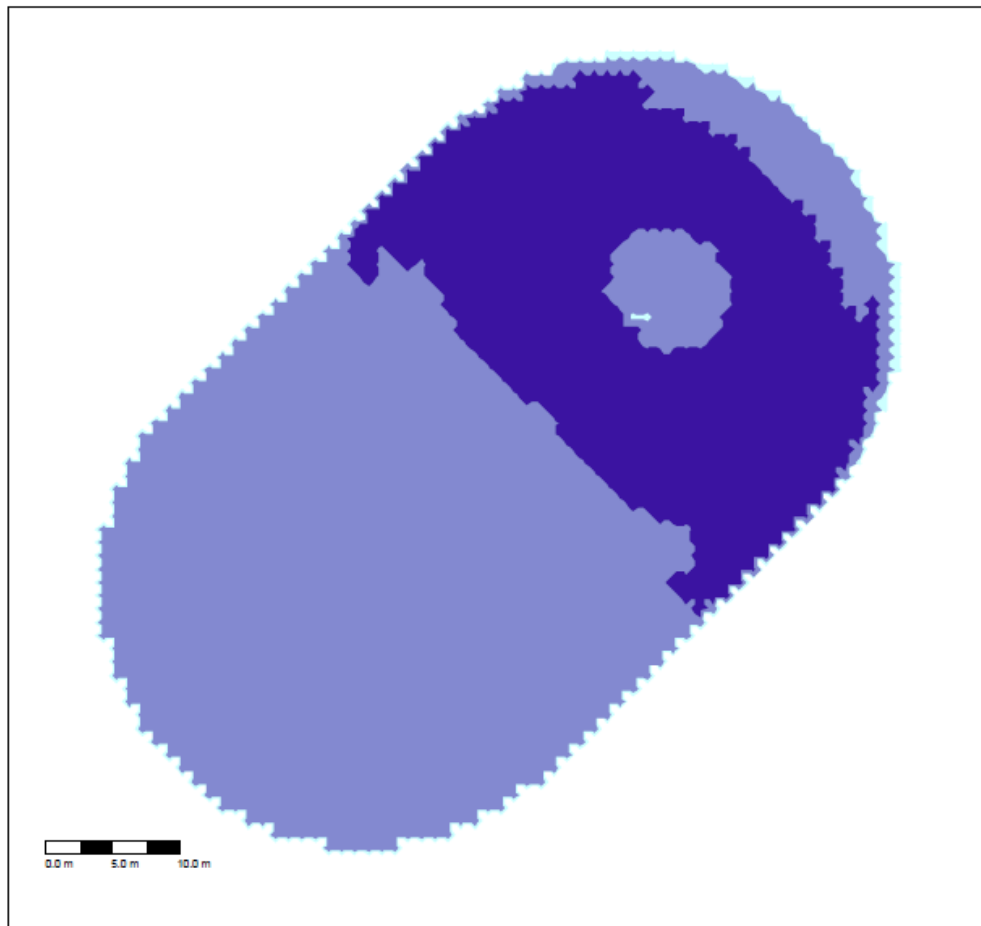
Kund	krokby	
Fältnamn	käRret3	
Fältstorlek	ca: 0.0 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret3_140702_14.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	36 kg N/ha
Maximigiva	44 kg N/ha
Medelgiva	42.1 kg N/ha
Std. av.	2.6 kg N/ha
Total gödselbrukning	7 kg
N i gödselmedlet	27.0 %

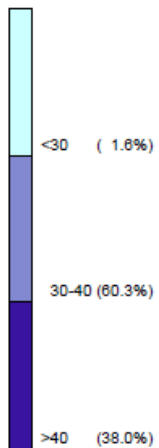
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 4: Gödselkarta över led A 3 i DC 41



Season Nitrogen Recommendation Map (Target Rate)



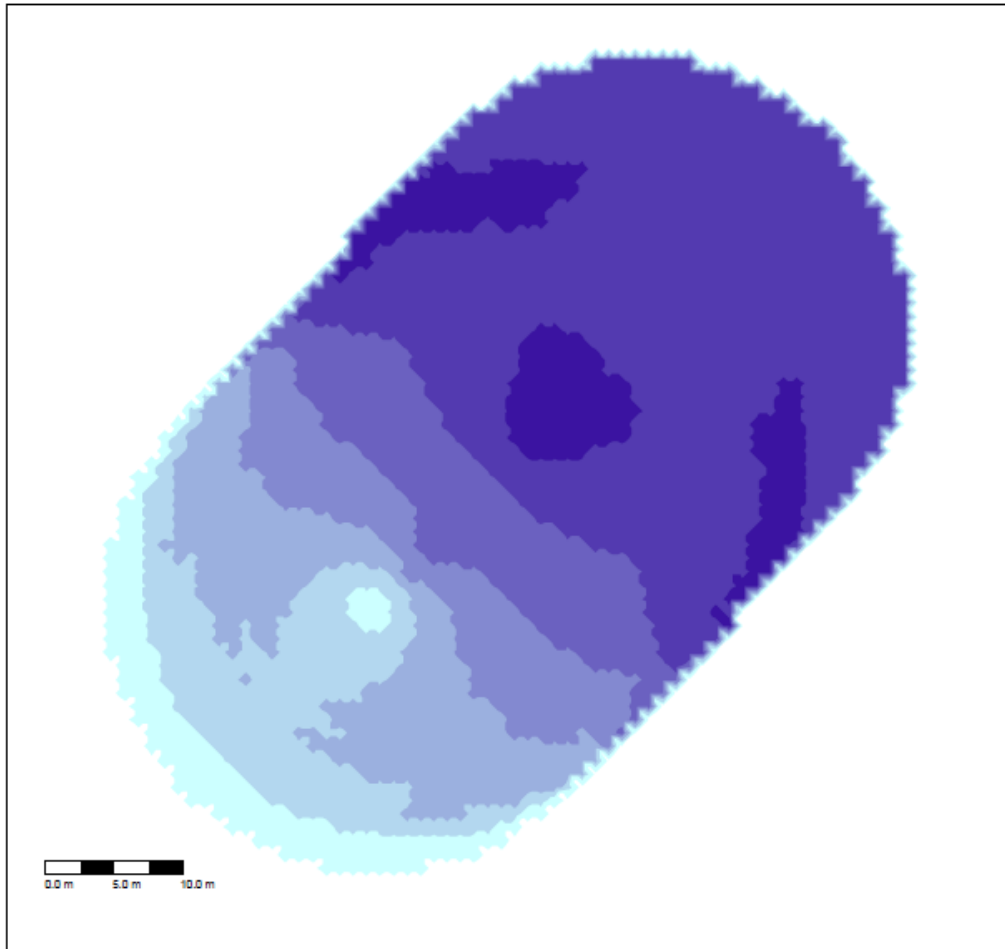
Kund	krokby		
Fältnamn	kärret5		
Fältstorlek	ca: 0.0 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret5_140702_16.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	26 kg N/ha
Maximigiva	52 kg N/ha
Medelgiva	37.9 kg N/ha
Std. av.	4.5 kg N/ha
Total gödselbrukning	7 kg
N i gödselmedlet	27.0 %

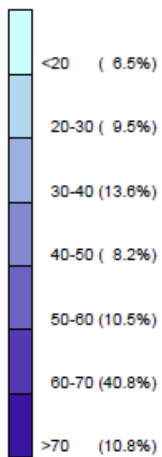
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 5: Gödselkarta över led A 4 i DC 41



Season Nitrogen Recommendation Map (Target Rate)



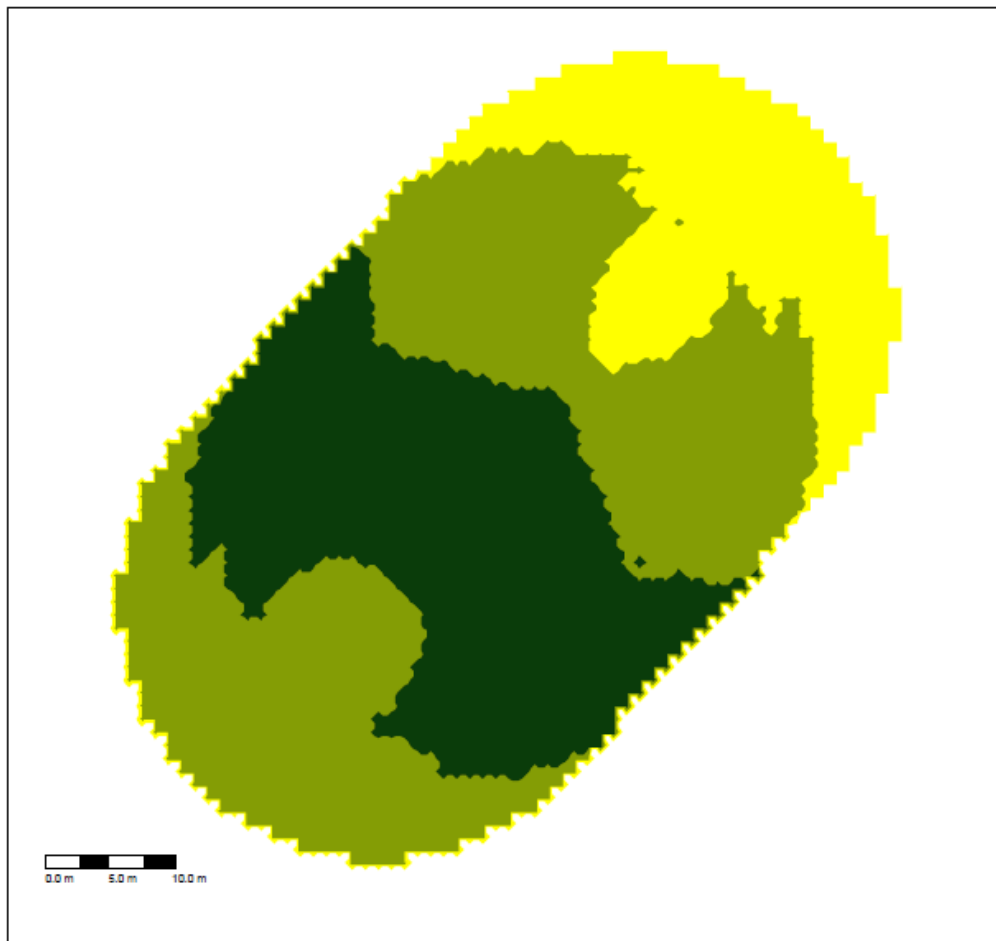
Kund	krokby		
Fältnamn	kärret7		
Fältstorlek	ca: 0.0 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret7_140702_11.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	9 kg N/ha
Maximigiva	75 kg N/ha
Medelgiva	52.3 kg N/ha
Std. av.	19.0 kg N/ha
Total gödselbrukning	11 kg
N i gödselmedlet	27.0 %

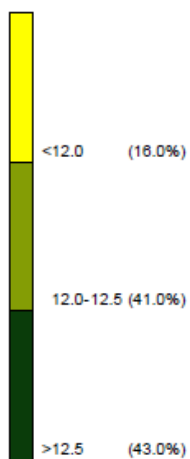
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 6: Biomassakarta över led A 1 i DC 41



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



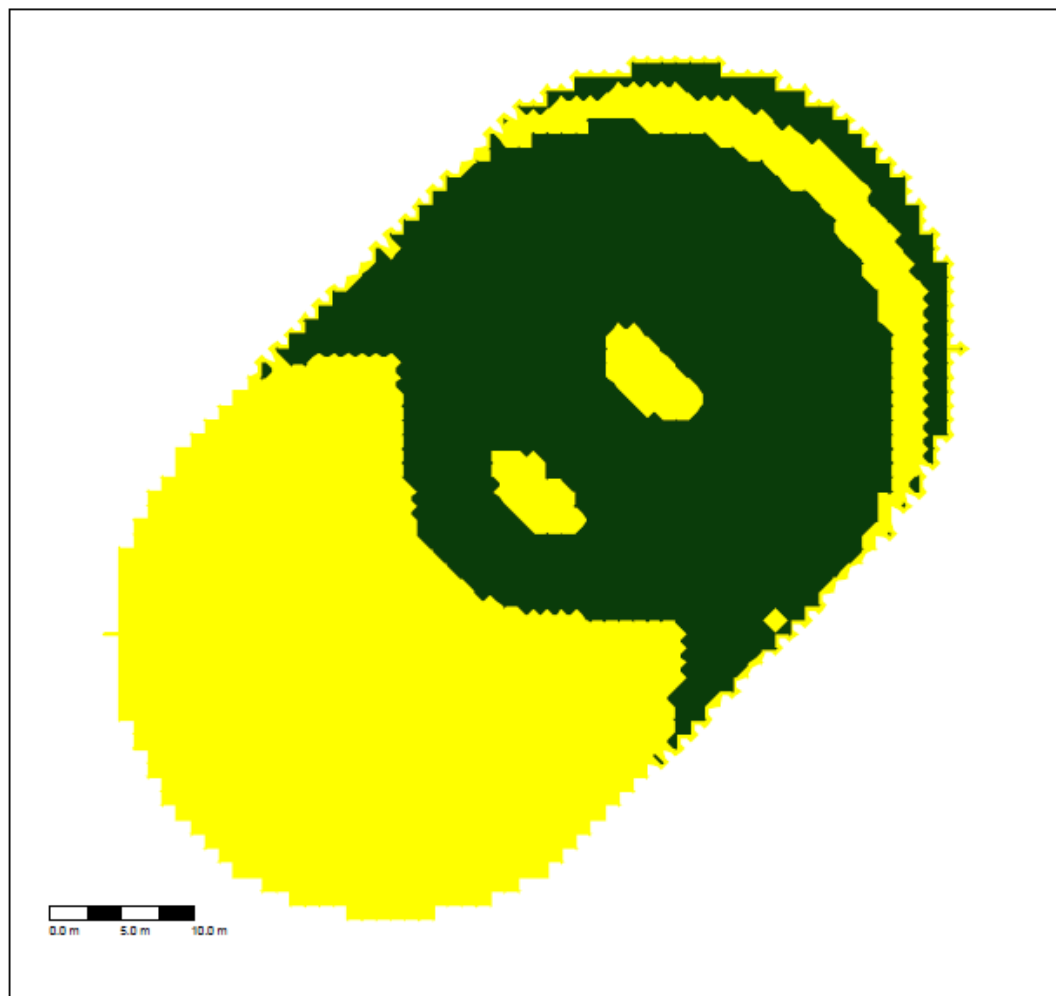
Kund	krokby	
Fältnamn	käRret1	
Fältstorlek	ca: 0.03 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014	

Fil	00279 k_Rret1_140702_13.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	11.9
Maximigiva	12.8
Medelgiva	12.36
Std. av.	0.28

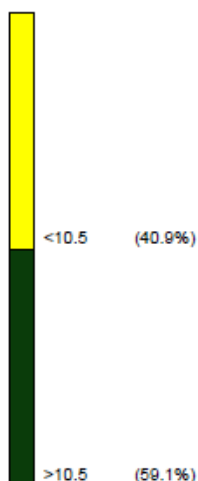
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 7: Biomassakarta över led A 2 i DC 41



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



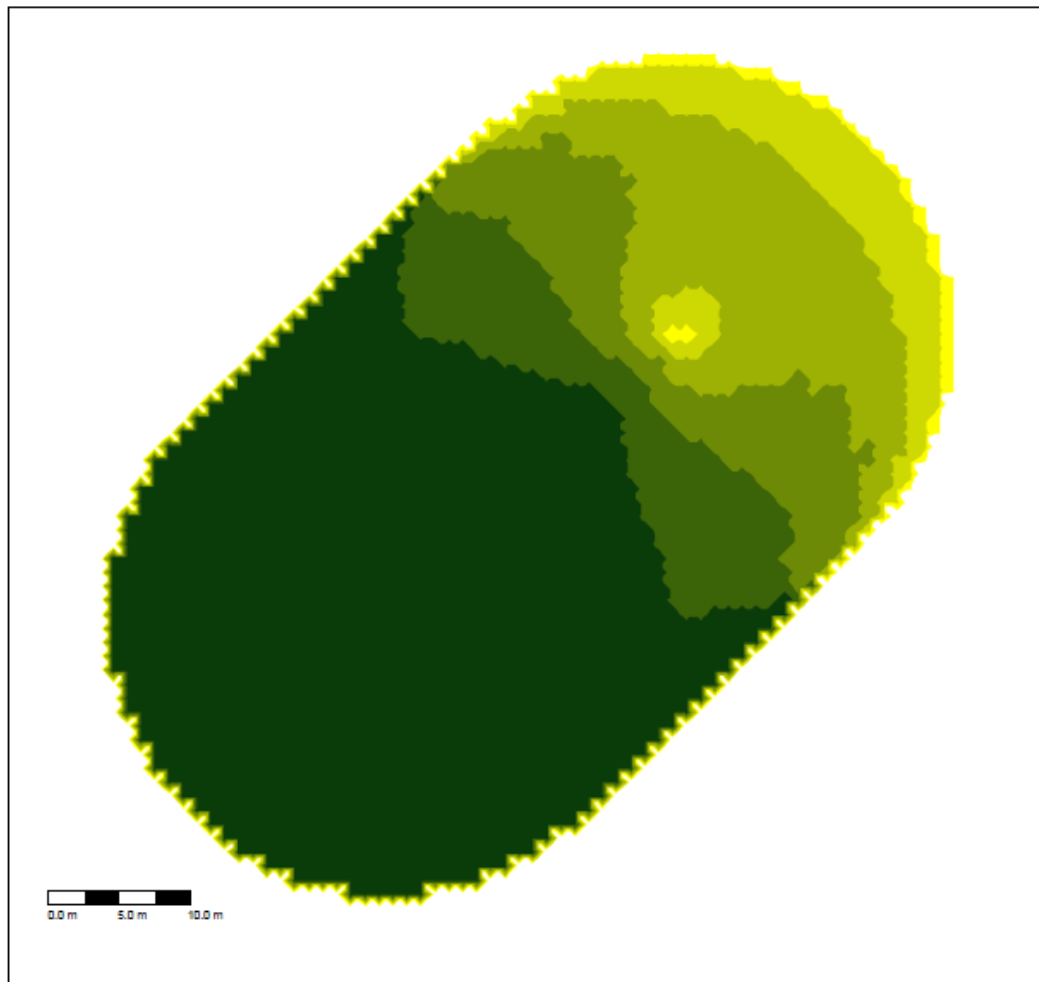
Kund	krokby		
Fältnamn	käRret3		
Fältstorlek	ca: 0.02 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret3_140702_14.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	9.9
Maximigiva	10.8
Medelgiva	10.43
Std. av.	0.22

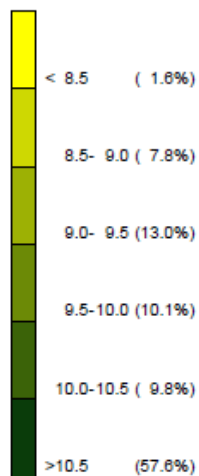
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 8: Biomassakarta över led A 3 i DC 41



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



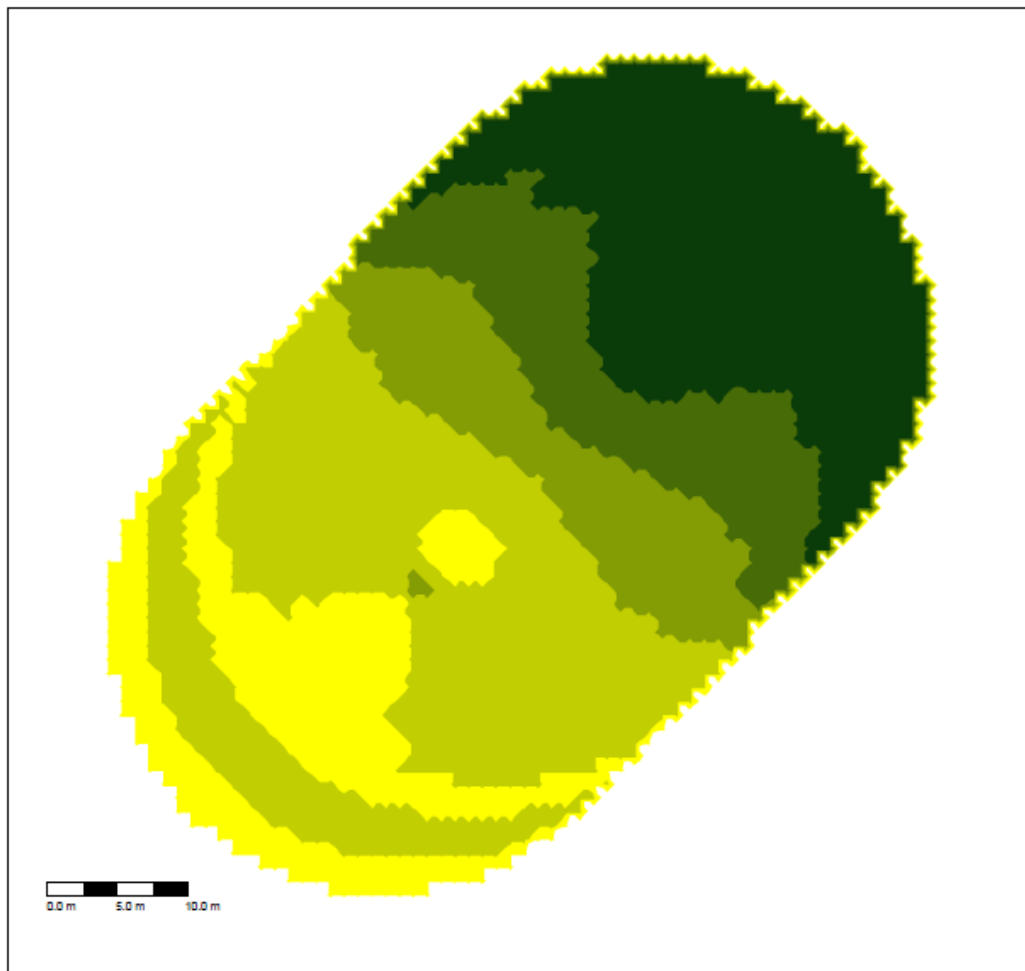
Kund	krokby		
Fältnamn	käRret5		
Fältstorlek	ca: 0.03 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret5_140702_16.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	8.3
Maximigiva	11.0
Medelgiva	10.24
Std. av.	0.80

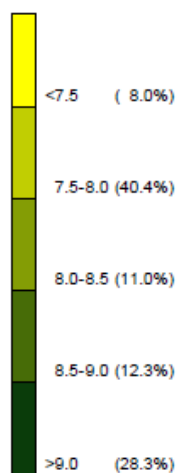
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 9: Biomassakarta över led A 4 i DC 41



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



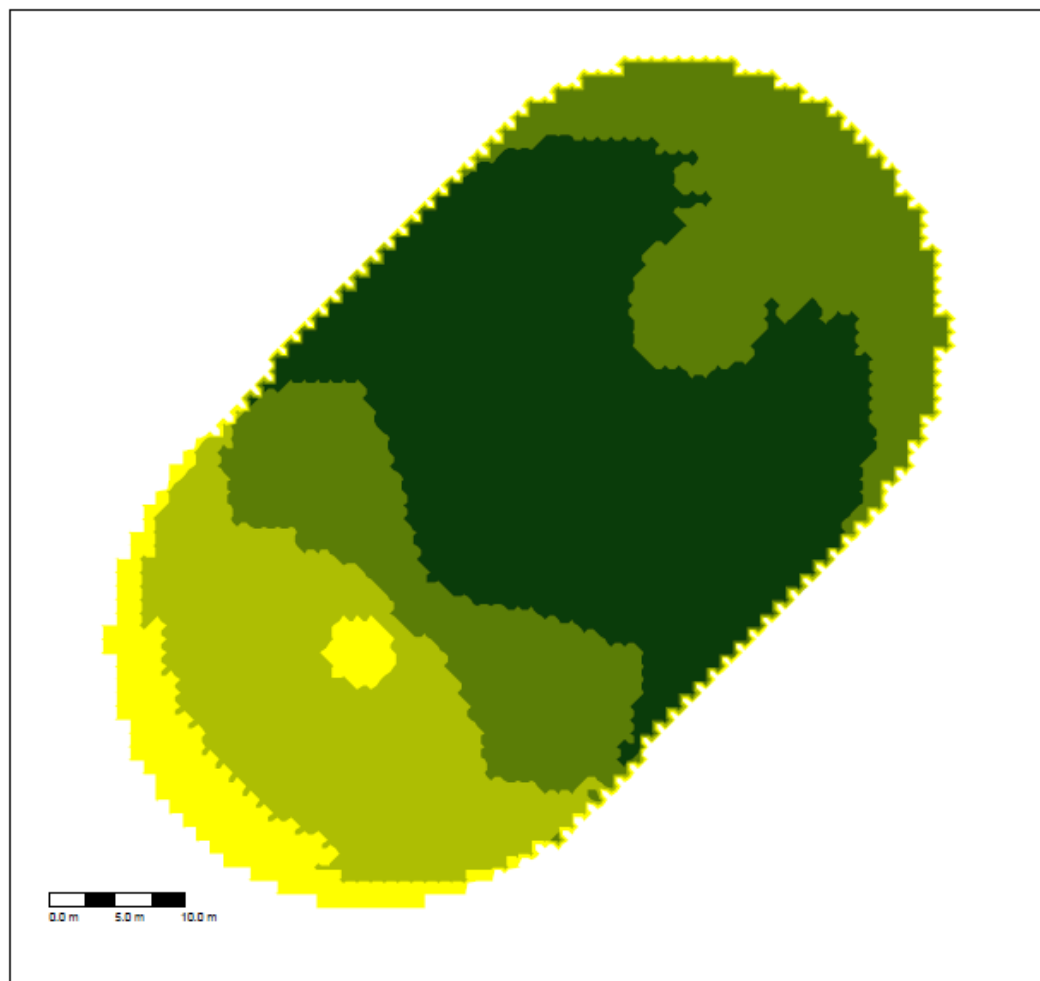
Kund	krokby		
Fältnamn	käRret7		
Fältstorlek	ca: 0.04 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret7_140702_11.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	7.3
Maximigiva	9.5
Medelgiva	8.30
Std. av.	0.76

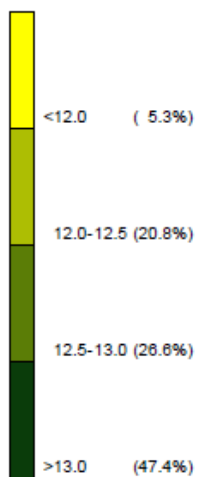
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 10: Biomassakarta över led B 1 i DC 41



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



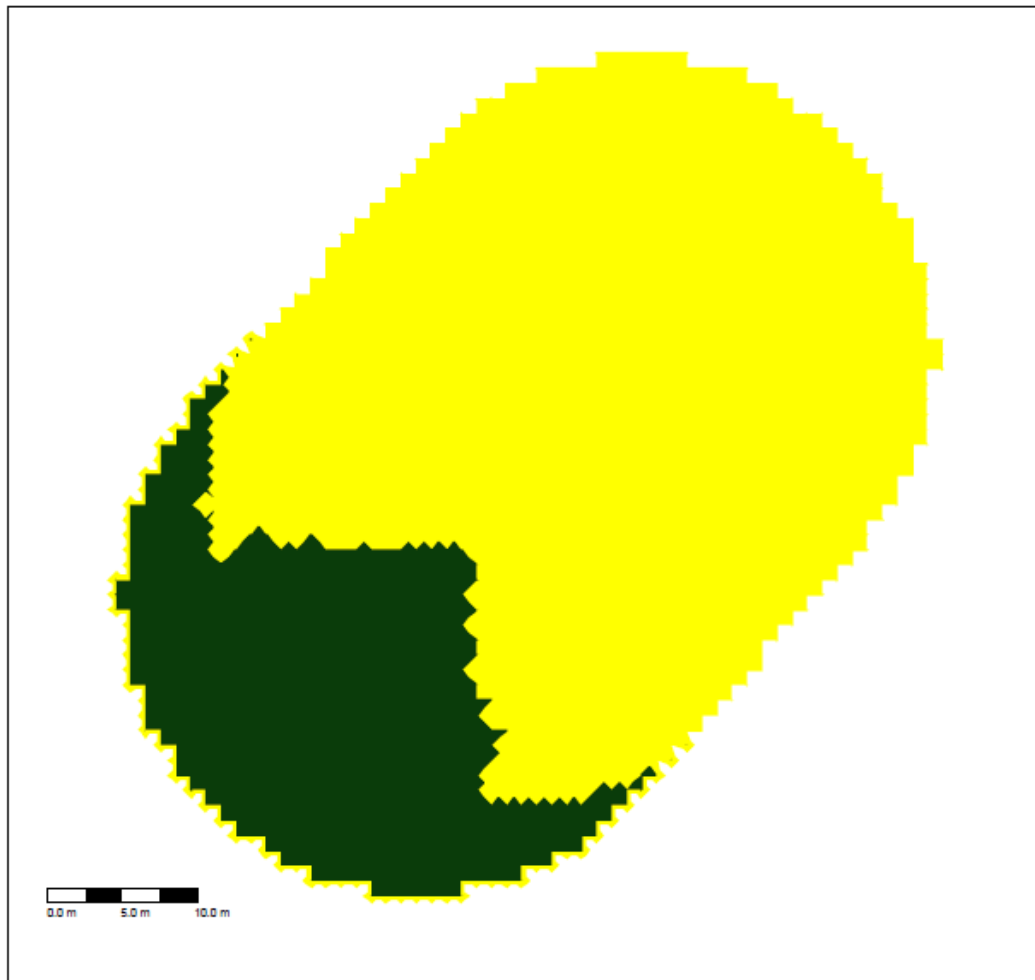
Kund	krokby	
Fältnamn	kärret2	
Fältstorlek	ca: 0.05 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret2_140702_10.log	
Datum	den 20 juli 2014	
Minimigiva	11.7	
Maximigiva	13.5	
Medelgiva	12.79	
Std. av.	0.50	

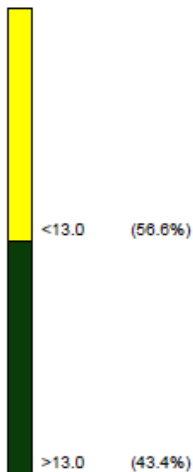
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 11: Biomassakarta över led B 2 i DC 41



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



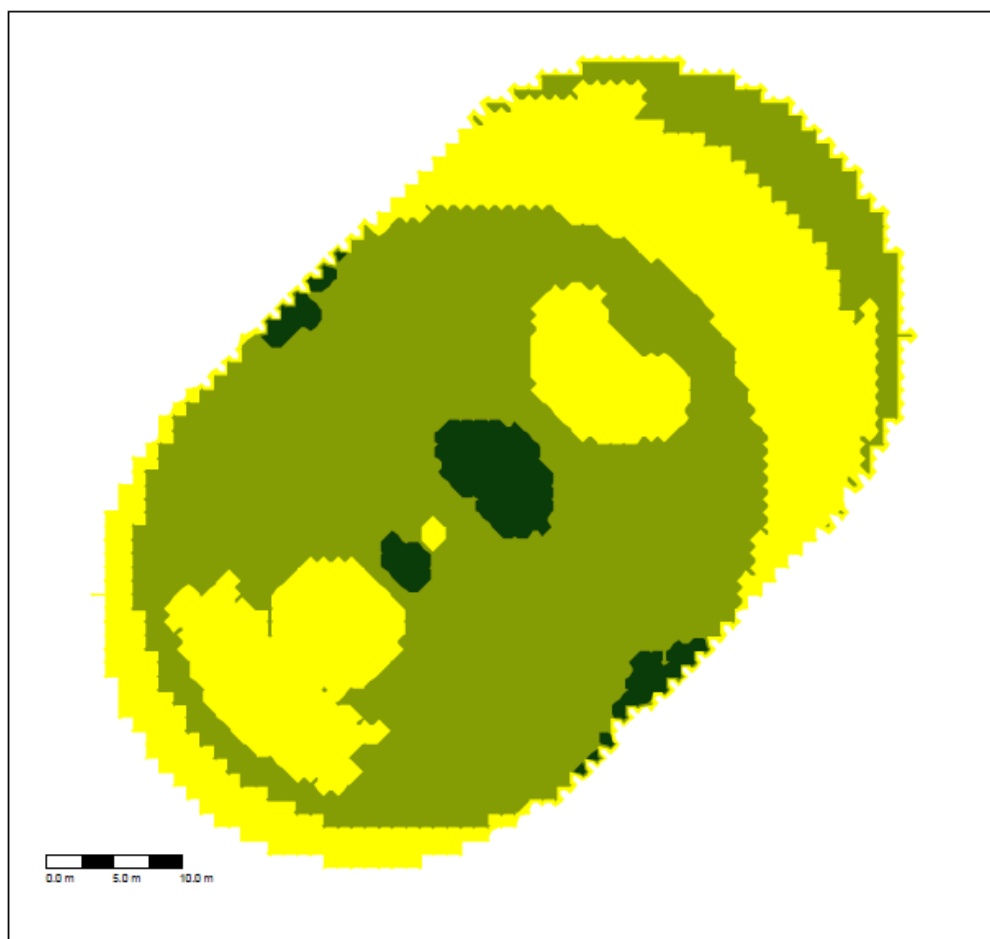
Kund	krokby		
Fältnamn	kärret4		
Fältstorlek	ca: 0.02 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret4_140702_17.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	12.5
Maximigiva	13.1
Medelgiva	12.90
Std. av.	0.17

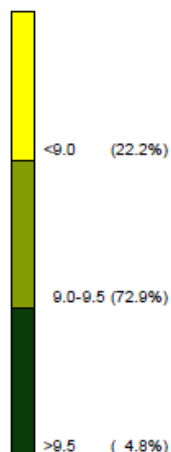
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 12: Biomassakarta över led B 3 i DC 41



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



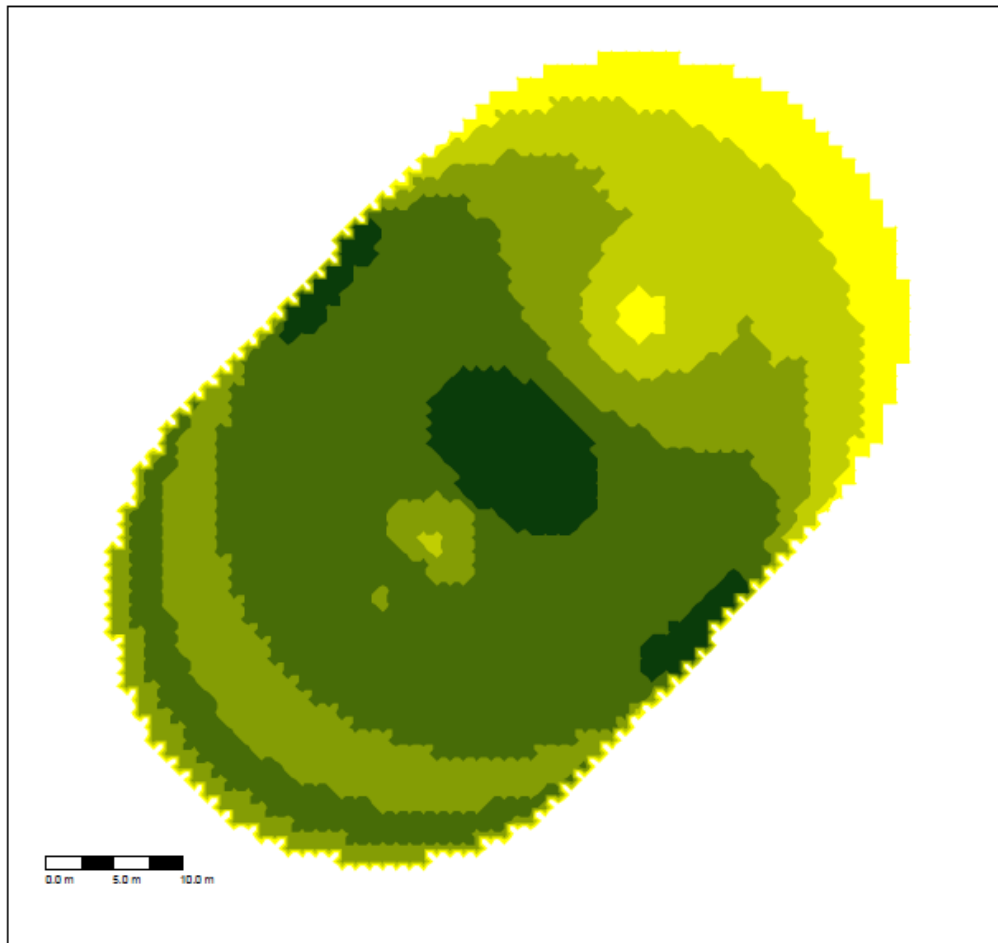
Kund	krokby		
Fältnamn	käRret6		
Fältstorlek	ca: 0.03 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	41
Datum för kvävekartering	den 2 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret6_140702_15.log
Datum	den 20 juli 2014
Minimigiva	8.2
Maximigiva	9.9
Medelgiva	9.14
Std. av.	0.28

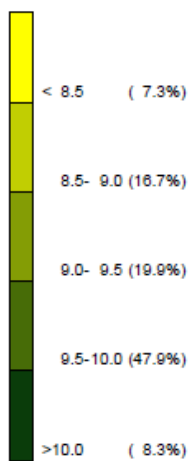
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 13: Biomassakarta över led B 4 i DC 41



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



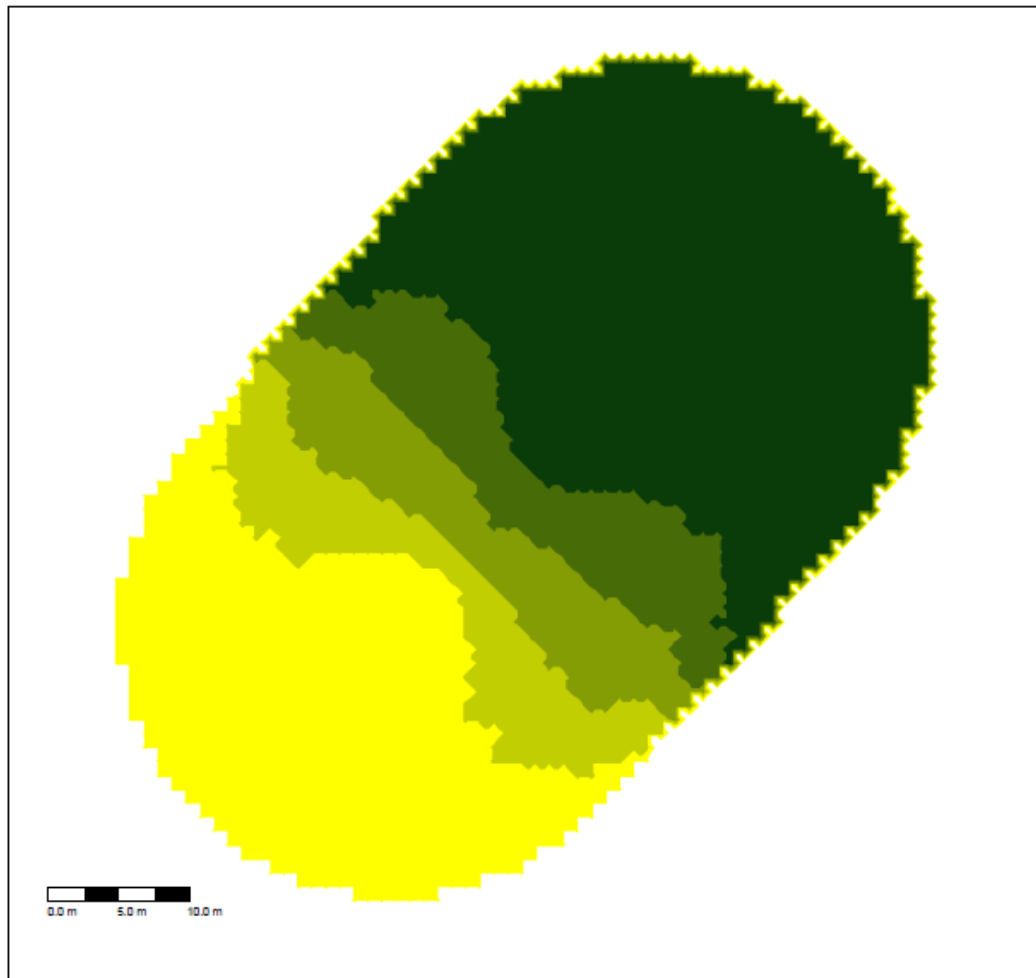
Kund	krokby	
Fältnamn	kÅRret8	
Fältstorlek	ca: 0.04 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014	

Fil	00279 k_Rret8_140729_50.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	8.3
Maximigiva	10.6
Medelgiva	9.44
Std. av.	0.55

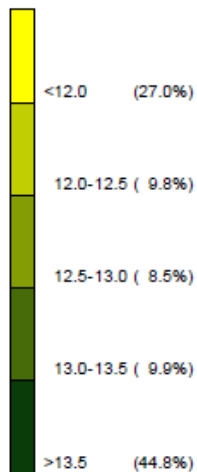
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 14: Biomassakarta över led A 1 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



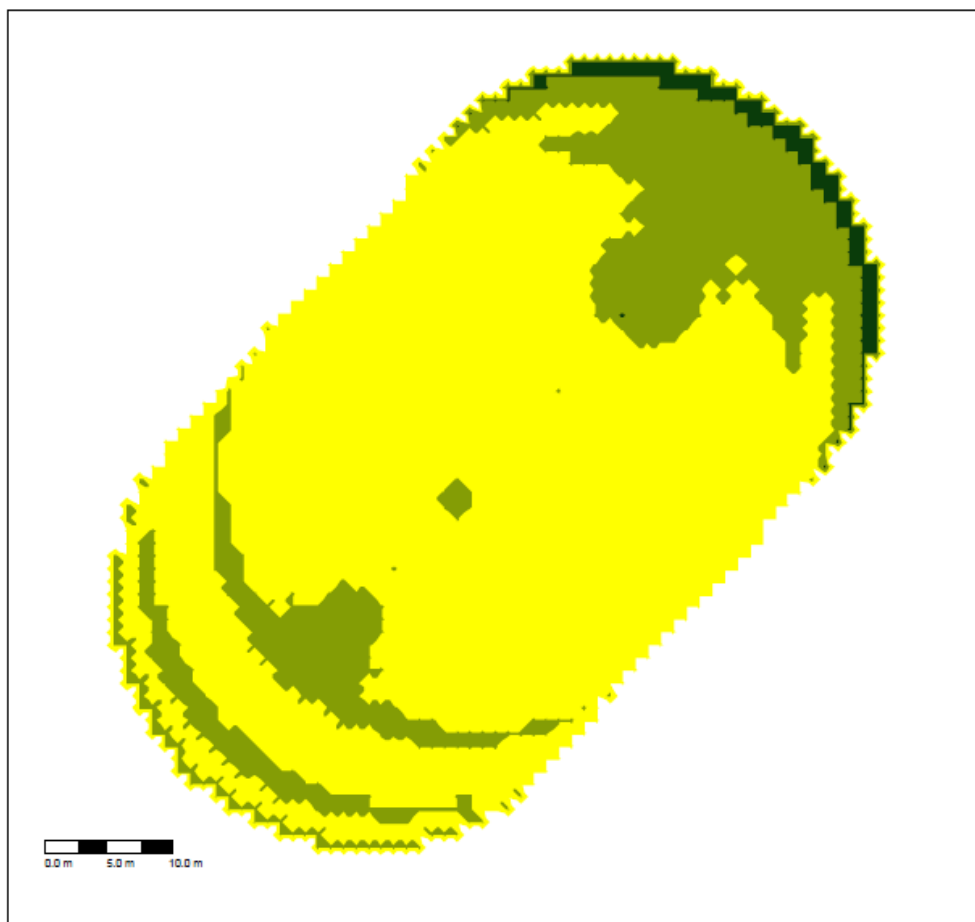
Kund	krokby		
Fältnamn	kÄRret1		
Fältstorlek	ca: 0.03 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret1_140729_49.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	11.4
Maximigiva	13.9
Medelgiva	12.90
Std. av.	0.90

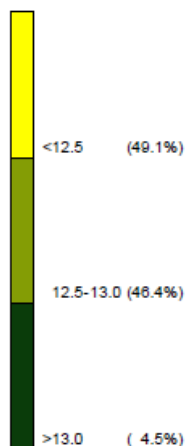
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 15: Biomassakarta över led A 2 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



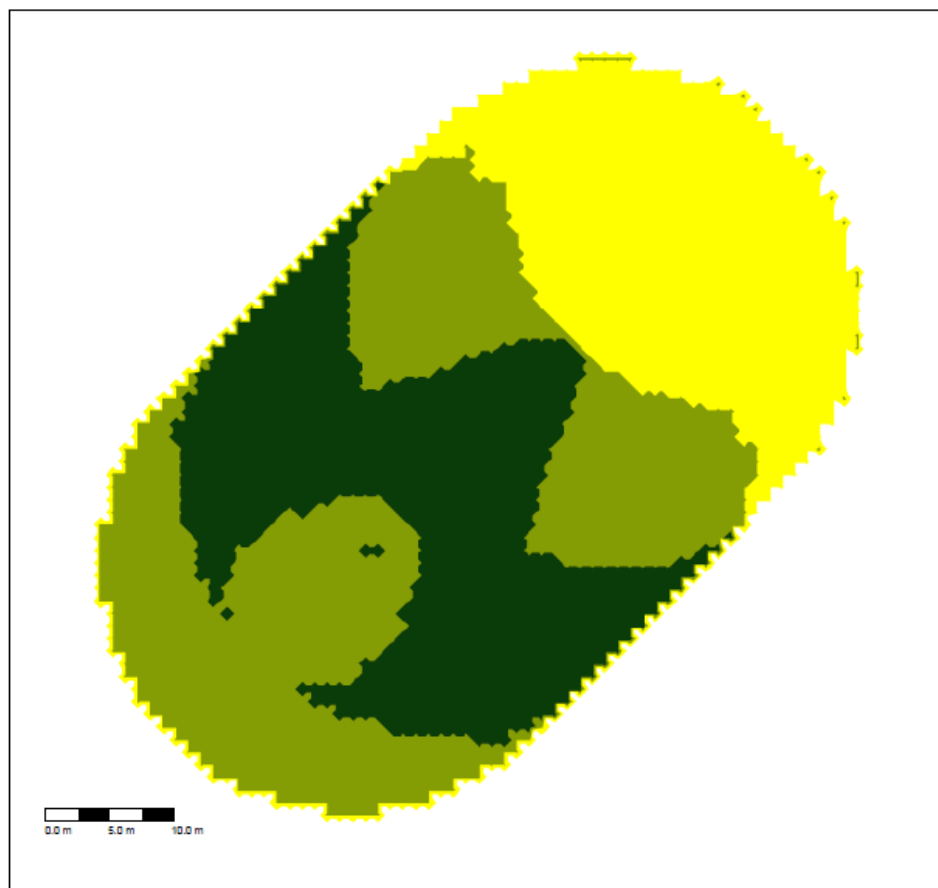
Kund	krokby	
Fältnamn	kÄRret3	
Fältstorlek	ca: 0.03 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret3_140729_45.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	11.8
Maximigiva	13.1
Medelgiva	12.46
Std. av.	0.26

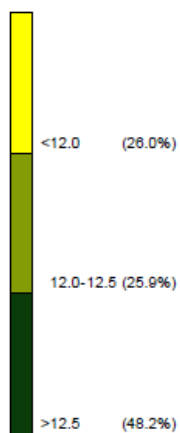
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 16: Biomassakarta över led A 3 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



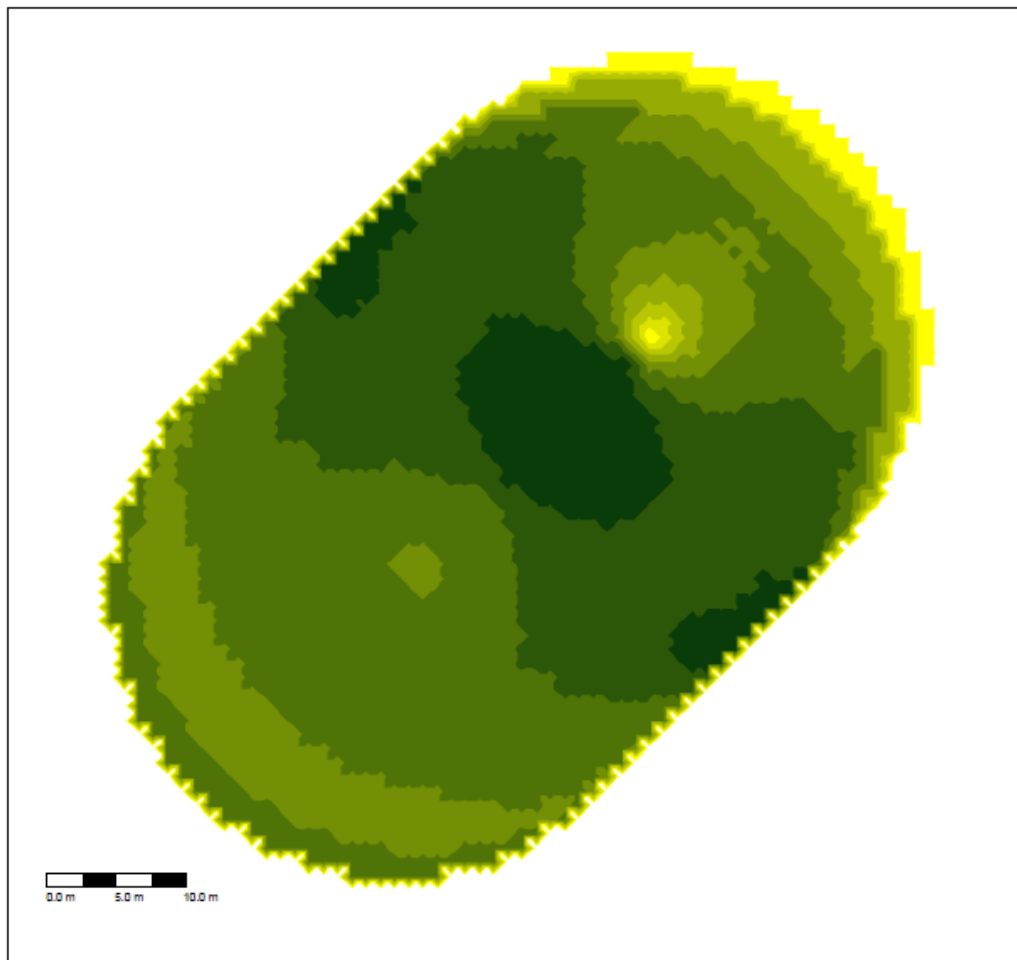
Kund	krokby	
Fältnamn	kÄRret5	
Fältstorlek	ca: 0.02 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret5_140729_43.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	11.5
Maximigiva	13.1
Medelgiva	12.33
Std. av.	0.36

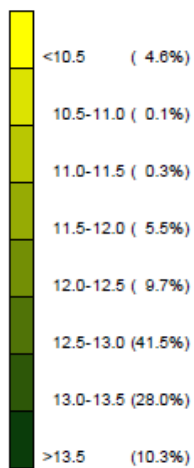
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 17: Biomassakarta över led A 4 i DC 73



nassa **N-Sensor Relative Biomass Map**



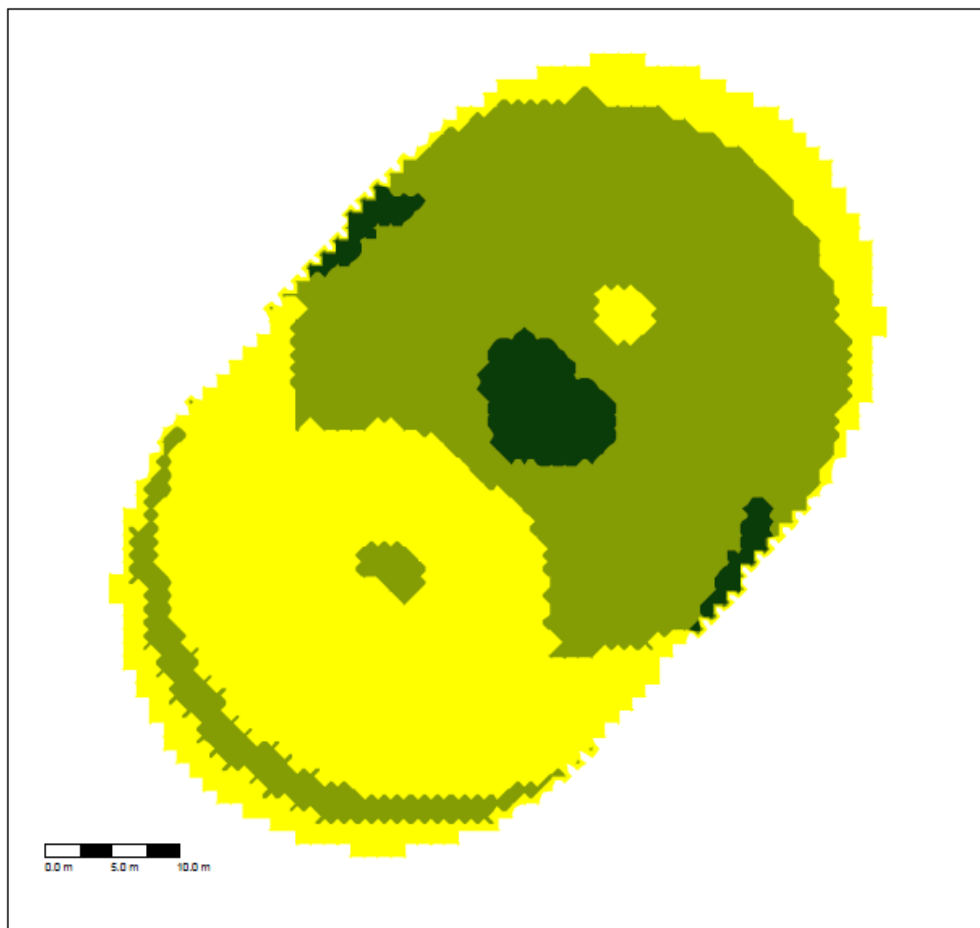
Kund	krokby		
Fältnamn	kÄRret7		
Fältstorlek	ca: 0.04 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret7_140729_47.log		
Datum	den 29 juli 2014		
Minimigiva	10.4		
Maximigiva	14.7		
Medelgiva	12.70		
Std. av.	0.83		

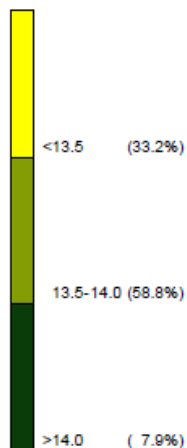
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 18: Biomassakarta över led B 1 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



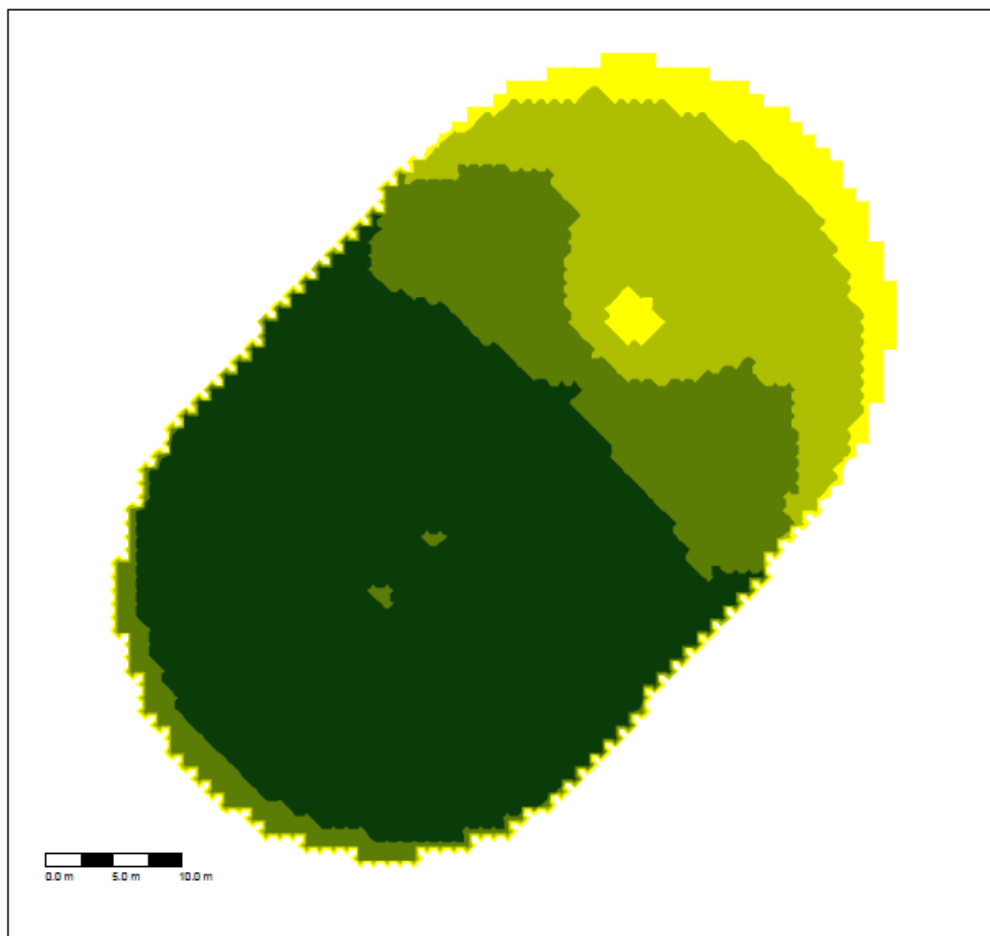
Kund	krokby	
Fältnamn	kÄRret2	
Fältstorlek	ca: 0.03 ha	
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS 73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014	

Fil	00279_k_Rret2_140729_48.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	12.9
Maximigiva	14.5
Medelgiva	13.64
Std. av.	0.26

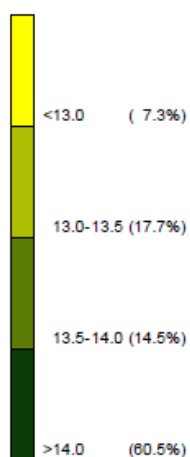
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 19: Biomassakarta över led B 2 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



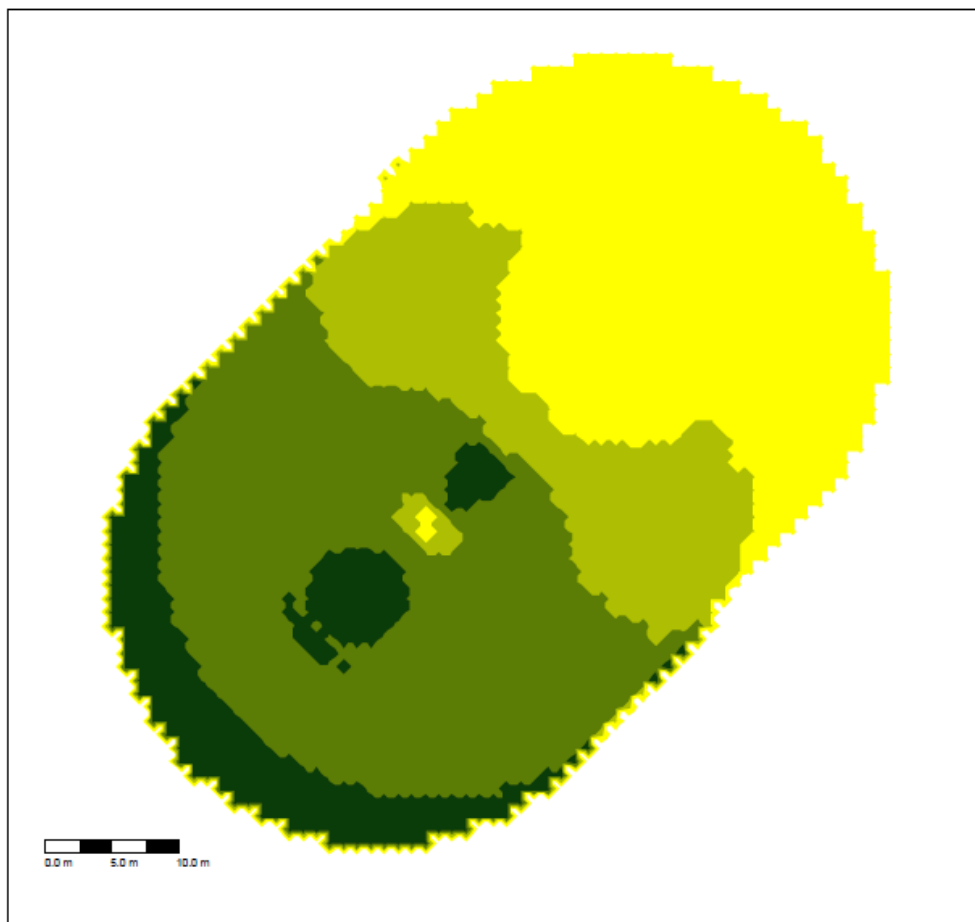
Kund	krokby		
Fältnamn	kÄRret4		
Fältstorlek	ca: 0.03 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret4_140729_44.log		
Datum	den 29 juli 2014		
Minimigiva	12.7		
Maximigiva	14.5		
Medelgiva	13.88		
Std. av.	0.48		

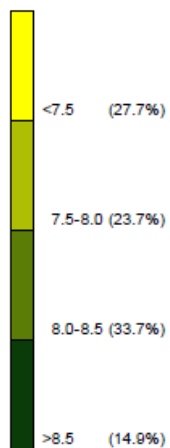
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 20: Biomassakarta över led B 3 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



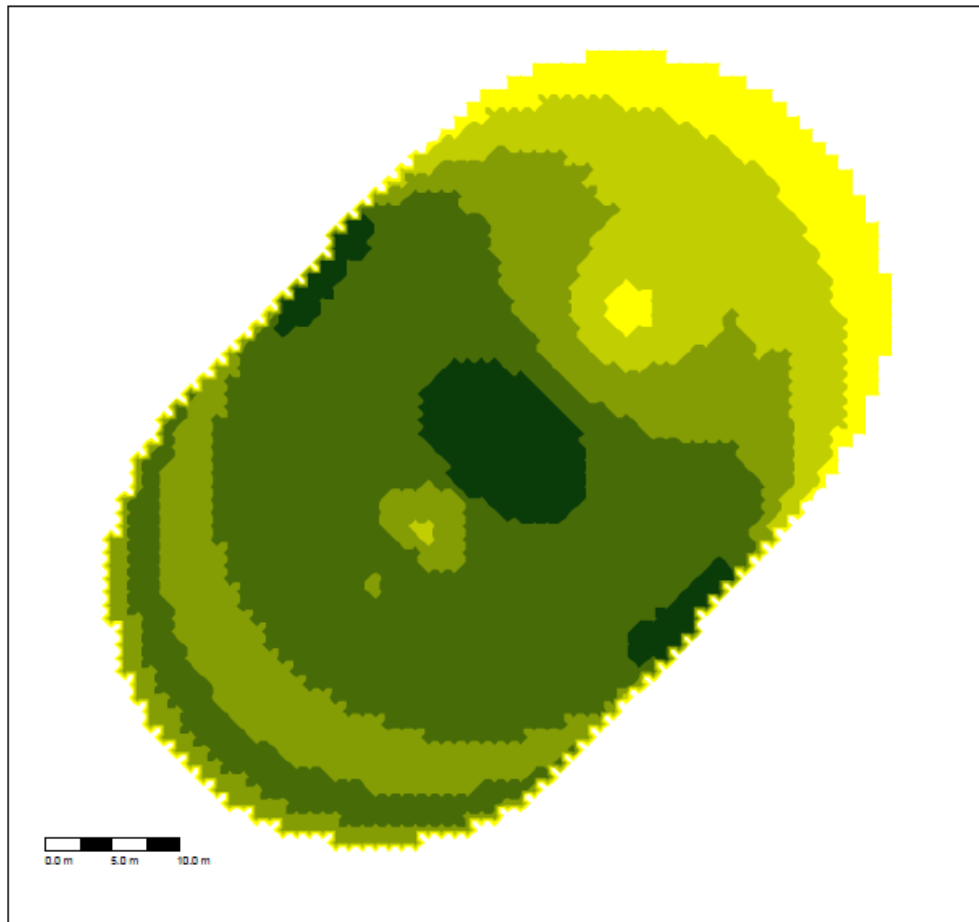
Kund	krokby		
Fältnamn	kÄRret6		
Fältstorlek	ca: 0.04 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret6_140729_46.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	7.3
Maximigiva	9.0
Medelgiva	7.99
Std. av.	0.53

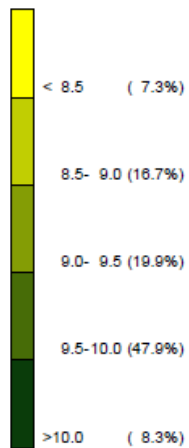
KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 21: Biomassakarta över led B 4 i DC 73



massa **N-Sensor Relative Biomass Map**



Kund	krokby		
Fältnamn	kÄRret8		
Fältstorlek	ca: 0.04 ha		
Kalibreringsmodell	Höstvete	VS	73
Datum för kvävekartering	den 29 juli 2014		

Fil	00279_k_Rret8_140729_50.log
Datum	den 29 juli 2014
Minimigiva	8.3
Maximigiva	10.6
Medelgiva	9.44
Std. av.	0.55

KROKBY
ENTREPRENAD AB



Bilaga 22: Analys av skörderesultat (Yara Kotkaniemi 2015)

Krockby						
Trial ID:	Krockby	Location:		Trial Year:		
Protocol:	Krockby	Investigator:	Juha Liespuu			
Project ID:		Study Director:				
		Sponsor Contact:				
Assessment Type	YIELD	STACON	PROCON	HLW	1000SEED	
Assessment Unit	kg/ha	%	%	kg	g	
Number of Subsamples		1	1	1	1	1
ARM Action Codes						
Number of Decimals		0	1	1	1	1
Trt	Treatment					
No.	Name	1	3	4	5	6
1	A 1	5307 ab	70 a	11,8 a	77 a	35,5 a
2	B 1	5341 ab	69,1 a	12,6 a	75,6 a	33,7 a
3	A 2	5223 ab	69,8 a	11,8 a	76 a	35,3 a
4	B 2	5910 a	69,1 a	12,7 a	76,9 a	34,2 a
5	A 3	4765 ab	69,3 a	12,1 a	75,9 a	33,9 a
6	B 3	3858 b	70,1 a	10,9 a	75 a	34,4 a
7	A 4	5283 ab	69,5 a	11,8 a	76,3 a	35,2 a
8	B 4	4234 b	70,2 a	11,2 a	76,5 a	34,3 a
LSD (P=.05)		937,7	1,1	1,58	1,73	1,24
Standard Deviation		535,4	0,63	0,9	0,99	0,71
CV		10,73	0,9	7,64	1,3	2,05
Replicate F		1,186	0,448	0,19	0,138	0,517
Replicate Prob(F)		0,3344	0,6477	0,8292	0,8723	0,6073
Treatment F		4,653	1,493	1,448	1,363	2,83
Treatment Prob(F)		0,007	0,2476	0,2628	0,2939	0,0463
Means followed by same letter do not significantly differ (P=.05, Student-Newman-Keuls)						
Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL						
Assessment Type	YIELD = yield					
	STACON = starch content					
	PROCON = protein content					
	HLW = weight 100 Ltr (hl)					
Assessment Unit	kg/ha = kilograms per hectare					
	% = percent					
	kg = kilogram					
	g = gram					

Bilaga 23: Lönsamhetsberäkning

	Skörd, ton	Gödsel, sådd €/ha	Gödsel, N-sensor €/ha	N-sensor/ha, €	Kostnad tot. €
A led	5,144	121,5	38,5035	20	180,0035
B led	4,835	175,5	0		175,5

Pris: fodervete Ingå €/ton (Avena 2016) **Inkomst: fodervete, €/ha**

126 **468,1405**

126 **433,71**

Skillnad A-B: €/ha

34,4305

Priser: Gödselpriser, Yara 2014 (NPKS 1,35 €/kg N, Finlands salpeter 1,05 €/kg N)
N-sensor/ha, Krokby Entreprenad Ab (20 €/ha)