

Utvärdering av varierad mängd utsäde och gödning i malkorn

– Är det lönsamt?

Evaluation of varied amount of seed and fertilizer in malt barley

– Is it profitable?

Sofia Ramgren



Utvärdering av varierad mängd utsäde och gödning i malkorn

- Är det lönsamt?

Evaluation of varied amount of seed and fertilizer in malt barley

- Is it profitable?

Sofia Ramgren

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 7,5 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap G1E-lantmästare-kandidatprogram

Kurskod: EX0887

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Ryan Davidson, SLU Alnarp

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Precisionsodling, malkorn, varierad giva, försöksodling, Alnarps Egendom, lerhalt, markkartering, proteinhalt



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare-kandidatprogrammet är en treårig utbildning där man kan välja om man vill ta ut Lantmästarexamen (120 hp) efter två år och en kandidatexamen (180 hp) efter tre år. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska då arbetet görs under andra året motsvara minst 5 veckors heltidsstudier (7,5 hp).

Jag fick erbjudande om att skriva om detta precisionsodlingsförsök och tog då chansen eftersom jag kände att jag ville lära mig mer om det. Det är också ett mycket aktuellt ämne och det finns inte några liknande försök i Sverige. Studien har genomförts på uppdrag av Partnerskap Alnarp och SLU. Precisionsodlingsförsöket har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF) och Partnerskap Alnarp (PA-projekt 1191).

Ett stort tack riktas till handledare Torsten Hörndahl som har varit mycket engagerad och gett mycket stöttning. Jag vill även rikta ett extra tack till Jan-Eric Englund som har hjälpt mig vid tolkningen av siffror och diagram.

Ett tack riktas även till "Precisionsodlingsgruppen" som består av Carl-Otto Swartz, Lennart Wikström, Dave Servin, Patrik Viktorsson, Leif Bengtsson, Erik Rasmusson, Jan Larsson, Torsten Hörndahl och Sven-Erik Svensson.

Tack till Sven-Erik Svensson som varit examinator.

Alnarp, maj 2020

Sofia Ramgren

Lantmästare-kandidatprogrammet

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	4
SUMMARY	6
INLEDNING.....	8
BAKGRUND OCH PROBLEMBESKRIVNING	8
MÅL.....	9
SYFTE	9
AVGRÄNSNING.....	9
LITTERATURSTUDIE.....	10
KARTLÄGGNING AV MARKEN.....	11
<i>Markkartering</i>	11
<i>EM38</i>	11
<i>Bränsleförbrukning</i>	11
<i>Val av provpunkter</i>	12
<i>Interpolering</i>	12
BESTÄMNING AV UTSÄDESMÄNGD.....	12
<i>Såtidpunkt</i>	13
BESTÄMNING AV MÄNGD VÄXTNÄRING	13
<i>Kvävebehov</i>	13
<i>Fosforbehov</i>	14
<i>Kaliumbehov</i>	15
VÄXTSKYDD	15
TEKNIK FÖR VARIABEL GIVA.....	15
<i>GPS- System</i>	15
<i>Varierad giva av gödsel och utsäde</i>	16
<i>Varierad kvävegödsling</i>	16
<i>Varierat växtskydd</i>	17
MATERIAL OCH METOD	18
SORTBESKRIVNING	18
FÖRSÖKSUPPLÄGG	18
<i>Växtskydd</i>	20
<i>Strategi</i>	21
<i>Skörd</i>	22
<i>Analyser</i>	22
<i>Väder</i>	23
<i>Priser</i>	23
<i>Förutsättningar & samband</i>	23
LITTERATURSTUDIE	24
RESULTAT	25
Diskussion.....	27
<i>Analys av resultat</i>	27
<i>Utformning av försök</i>	28
<i>Lönsamhet med precisionsodling</i>	28
<i>Svårigheter med tekniken</i>	28

<i>Slutsats</i>	29
REFERENSER	30
SKRIFTLIGA.....	30
Bilaga 1	34
Bilaga 2	35
Bilaga 3	36
Bilaga 4	37
Bilaga 5	38

SAMMANFATTNING

Teknikutvecklingen inom lantbruket går fort och det kan vara svårt att veta vilken teknik som man ska investera i. Framförallt är det svårt att veta om den är lönsam.

Precisionsodling är en del i denna utveckling och används hos vissa lantbrukare.

Precisionsodling bygger på att det finns olika förutsättningar på ett fält och att man sedan anpassar insatserna efter de olika förutsättningarna. Vissa partier kräver kanske mer insatser och vissa mindre. Detta skall då resultera i högre nettointäkt. För att undersöka hur det ser ut med lönsamheten för precisionsodling genomfördes en studie med stöd av Partnerskap Alnarp och Stiftelsen lantbruksforskning (SLF). Målet med detta examensarbete var att dokumentera och presentera resultat och indirekt möjligheten för lönsamhet. Detta för att sprida kunskap och ge inspiration till bland annat växtodlare.

Försöket gjordes med malkorn där man försökte få så jämna proteinvärden som möjligt. Proteinvärdet ska för bästa betalning vara mellan 10 och 11 % och måste ligga i intervallet 9–12 % för att bli godkänt som malkorn till öl. Försöket placerades på Alnarps egendom och blev uppdelat i två olika försöksled med tre upprepningar. Led A var precisionsodlat och led B var konventionellt odlat, alltså 6 försöksrutor. Varje försöksruta hade 5 provpunkter som markerades, vilket gav totalt 30 provpunkter. Det gjordes även kartor för hur bränsleförbrukning och markens konduktivitet (EM38) varierade över fältet. Utifrån dessa förutsättningar gjordes styrfiler med varierad mängd utsäde och NPK-gödning till de tre rutorna med precisionsodling. Det konventionella ledet fick rak giva. Senare under växtsäsongen, i mitten av juni, spreds en konstant kompletteringsgiva med kalksalpeter, som rak giva, över hela försöket.

Skörden mättes sedan i de 30 provpunkterna så att man fick fram kg per kvadratmeter, dessa multiplicerades upp till kg per hektar senare. Sedan räknades insatskostnaderna ut för gödning och utsäde. Priset sattes efter spotpris från Lantmännen v 50 till 1,62 kr/kg för malkorn och 1,35 kr/kg för foderkorn. Om proteinhalten är utanför 10–11 % görs det avdrag från grundpriset. Om provpunkten godkändes som malt men inte gav högre betalt än foderkornet har det prissatts utifrån priset för foder.

Medelskörden blev högst i det konventionella ledet med 8 579 kg/ha, i det precisionsodlade ledet var skörden 8 060 kg/ha. För nettointäkten var genomsnittet högst i det konventionella ledet med 10 945 kr/ha, och i det precisionsodlade ledet var genomsnittet 9 880 kr/ha. Nettointäkten är skördeintäkten minus insatskostnaderna för utsäde och gödning. Kostnad för maskiner, arbetstid, teknik, växtskyddsmedel med mera är inte medräknat.

Det är svårt att dra några generella slutsatser över hur lönsamt det är med precisionsodling utifrån det här försöket. Försöket misslyckades med att få jämna proteinvärden inom det bäst betalda intervallet och det var lika många punkter med högst betalning, både i det konventionella och i det precisionsodlade ledet. Det var några fler godkända punkter i det konventionella mot det precisionsodlade ledet. Det som kan misstänkas är att kompletteringsgödselgivan blev för sen eller var överflödigt. Enligt rekommendationerna för kvävegödsling var mängden kväve något lägre, men tidpunkten för denna

andra giva för sen. Detta kan vara en anledning till de höga proteinvärdena men förklarar inte att proteinvärdena inte är jämna.

För att utformningen av precisionsodlingsförsök ska bli bättre i framtiden krävs en tydligare strategi från början och en tydlig plan där åtgärder finns med och när de ska ske. Detta är extra viktigt i och med att denna typ av försök blir komplexa eftersom de har flera variabler. Fler studier behövs inom lönsamheten och effektiviteten inom precisionsodlingen. Tekniken som finns behöver vara enkel och kompatibel för att underlätta att fler kan använda den. Det hade också varit bra om den information som modern odlingsteknik genererar kunde samlas ihop och analyseras på ett sätt som kommer lantbrukaren till nytta.

SUMMARY

Technological development in agriculture is fast and it can be difficult to know which one to invest in. Above all, it is difficult to know if it is profitable. Precision agriculture is part of this development and new to some farmers. Precision agriculture is based on the fact that there are different conditions in a field and that the inputs are then adapted to the different conditions. Some parts of the field may require more efforts and some less. This should be the result in higher net income. In order to investigate what the profitability of precision agriculture looks like, with the help of Partnership Alnarp, a trial in malt barley on Alnarp's property was conducted. The aim of this thesis was to document and present results and indirect opportunities for profitability. This is to disseminate knowledge and give inspiration to farmers.

The study was done with malt barley where they tried to get as even protein values as possible. For best payment, the protein content should be between 10 and 11% and must be between 9 and 12% in order to be approved as malt barley for beer. The trial was placed on Alnarp's property and was divided into two different type of strategies that was repeated three times. Line A was precision cultivated and line B was conventionally grown, a total of 6 plots. Each plot had 5 test points that were mapped, giving a total of 30 test points. A map of fuel consumption and soil conductivity with EM38 were also made. Based on these conditions, control files with a varied amount of seed and fertilizer were made to the three plots with precision agriculture. The conventional plots were given a constant amount of each. A second doze of N-fertilizer was given later in the season, in mid-June, same amount on all plots in study.

The harvest was then measured in the different test points to show kg per square meter, which were multiplied up to kg per hectare. Then the input costs were calculated for fertilizer and seed. The price was set according to spot price from Lantmännen v.50 to SEK 1.62 per kg for malt barley and SEK 1.35 per kg for feed barley. If the protein content is outside the range of 10-11%, the basic price is reduced. If the test point was approved as malt but did not pay higher than the feed grain, it has been priced based on the price of feed.

The average harvest was highest in the conventional line with 8 579 kg/ha, in the precision agriculture line it was 8 060 kg/ha. For the net income, the average was highest in the conventional section with SEK 10,945 per ha, and in the precision agriculture section the average was SEK 9,880 per ha. Net income is the harvest income minus input costs for seeds and fertilizers. Costs for machines, working time, technology, plant protection products etc. are not included.

It is difficult to draw any general conclusions about how profitable it is with precision cultivation in this experiment. The experiment failed to get even protein values within the best paid interval and there were as many points with the highest payment in the conventional as in the precision agriculture line. There were more approved points in the conventional line towards the precision agriculture line. What can be suspected is that the second fertilizer doze became too late or were too high in the amount. According to the recommendations for fertilizing malt barley, the amount was slightly below, but the timing of the second doze was too late. This may be a reason for the high protein values but does not explain that the protein values are not uniform.

In order to improve the design of precision cultivation trials in the future, a clearer strategy is needed from the beginning and a clear plan of which and when arrangements should take place. This is particularly important as these types of experiments become complex because they have several variables. More studies are needed in terms of profitability and the type of strategy in precision agriculture one should have. The technology that exists must be simple and compatible for more people to use. It would also have been good if the information that modern cultivation technology could generate could be collected and analyzed in a way that would benefit the farmer.

INLEDNING

Bakgrund och problembeskrivning

Samhället har blivit allt mer digitaliserat och det är inget undantag inom lantbruket. Utvecklingen inom tekniken går fort och det kan vara svårt att veta hur den ska användas och avgöra vad som är mest lönsamt. Precisionsodling förekommer idag men det är långt ifrån alla växtodlare som använder sig av den (Gustafsson et al. 2015).

Idén med precisionsodling bygger på att det finns olika förutsättningar inom ett fält för grödor att växa och därför anpassa insatserna efter variationerna. Vissa partier kräver större insatser och vissa mindre vilket gör att resurser kan fördelas dit de behövs mest och förhoppningsvis också spara på insatsmedel utan att förlora i skörd, vilket ger ett högre netto (Gustafsson et al. 2015).

I en artikel om framtidens lantbruk diskuteras hur teknologin kan implementeras i lantbruket. Tekniken som finns är ofta dyr. Förväntningarna på tekniken är i många fall att den ska förändra hur man gör saker. Tyvärr får lantbrukaren inte tillbaka så mycket av en teknologisk investering och den används inte till sin fulla potential. Data som finns i all teknologi borde användas bättre genom att ha gemensamma managementsystem (Groenveld 2019).

Som det ser ut nu finns det intressant data hos lantbrukaren eller hos stora företag. Ju bättre organiserat den informationen är desto bättre information kan komma fram. T.ex. så skulle hållbarheten kunna mätas och föras fram till konsument lättare. De som har utvecklat mjukvaror har ofta inte så mycket kunskap om lantbruk och vet inte vad den sektorn behöver. Mer av tekniken skulle också behöva testas ordentligt av lantbrukare innan den kommer ut på marknaden (Groenveld 2019).

Tekniken hade med ett gemensamt managementsystem kunnat samordnas bättre och lantbrukaren hade fått ut mer av den. Det krävs mycket tid för att upprätthålla de olika teknologiska systemen och underhålla dem, vilket individuella företag kan ha svårt för (Groenveld 2019).

I en annan artikel diskuteras att tekniken som lantbrukaren investerar i måste ge fördelar i odlingen som genererar pengar. ”Annars är det inte mer än en dyr hobby” (Claver 2019, s.1) skriver man. Alla som investerar i denna teknik borde verkligen fundera på hur den kan stötta dem i deras dagliga arbete genom att sänka arbetsbelastningen, ge ett mervärde till kunden eller öka produktiviteten (Claver 2019).

Tekniken som köps in kommer att generera underhållskostnader och eventuellt avtalskostnader. Detta gör det ännu viktigare att det ger ökad intäkt eller sänker kostnaderna. Något som också diskuteras är just frånvaron av svar på hur hanteringen av data samt hur datasäkerhet och enkelheten i användningen ska gå till. Generellt minskar tidsåtgången i och med en digitalisering, men man borde inte se det som ett sätt att

komma undan det arbete som krävs på en gård. Artikeln avslutas med att fler tekniska hjälpmedel borde bli mer kompatibla med varandra för att underlätta (Claver 2019).

För att undersöka detta har en studie genomförts med hjälp av Partnerskap Alnarp och Stiftelsen Lantbruksforskning på Alnarps egendom. Grödan som odlats var malkorn och det som undersöktes var möjligheten för lönsamhet och hur jämna proteinhalter som kan uppnås vid varierad mängd utsäde och NPK-gödning.

Mål

Målet med arbetet är att kunna presentera resultat från försöket som kan komma andra till nytta. Med detta undersöks indirekt möjligheten till lönsamhet för en varierad utsädesmängd och gödsling.

Syfte

Syftet med detta examensarbete är att dokumentera ett precisionsodlingsförsök för att sprida kunskap och ge inspiration till bland annat växtodlare.

Avgränsning

Detta examensarbete kommer inte att behandla lönsamheten i att köpa in hjälpmedel till precisionsodling utan kommer att redovisa kostnader för insatser per kg slutlig vara/produkt. En analys av åtgärderna i försöket kommer inte att genomföras utan endast dokumenteras.

LITTERATURSTUDIE

Precisionsodling handlar om att man varierar olika åtgärder beroende på vad en viss plats har för behov. Över ett fält kan näring, struktur med mera variera och traditionellt sett har man behandlat fält lika med ett medelvärde. Tanken med precisionsodling är att effektivisera och att utnyttja resurserna som finns på bästa sätt. T.ex. kan man lägga olika mängd kväve beroende på vad marken från början har att leverera. Det ska då förhoppningsvis ge bättre kvalitet och högre skördar (Precisionsodling Sverige 2019a).

Kornarealer i Sverige ligger 2019 på 299 100 ha där 93 % är vårsått. Det är en minskning från 2018 med 25 %. Det var gynnsamt att så på hösten 2018 och där tror man anledningen till minskningen finns. Normskörden för Skåne ligger på 5964 kg/ha och det är baserat på 7834 företag. Normskörden för Sverige ligger ca ett ton lägre på 4821 kg/ha (SCB 2019). Prognosen för 2019 års avkastning för vårkorn ligger på 4840 kg/ha och är då beräknad för hela landet (Statens jordbruksverk 2019).

År 2000 gjordes ett försök i Colorado, USA, där man undersökte lönsamheten och kväveutnyttjandet i Majs vid fyra olika kvävestrategier. De olika kvävestrategierna var 1. Rak giva över hela fältet 2. Varierad giva utifrån markkarterad rutnätsindelning med konstant förväntad avkastning 3. Varierad kvävegiva utifrån managementzoner med konstant avkastningsförväntan 4. Varierad kvävegiva utifrån managementzoner med varierad avkastningsförväntan (Koch et al. 2004).

Managementzonerna bestämdes av ett markkarteringssystem och lantbrukarnas erfarenhet. De blev totalt tre zoner, en med låg avkastningsförmåga, en med medel och en med hög. Istället för en rutnätsindelning är det alltså områden som klassas på olika sätt. De valde 3 olika fält på olika platser. På två av fälten upprepades de fyra olika strategierna fyra gånger. Rutorna placerades så att alla managementzoner var med. De olika strategierna slumpades ut med hjälp av en randomiseringsmetod. På det tredje fältet upprepades inte strategierna (Koch et al. 2004).

Kvävegivan varierade mellan 55 kg/ha till 199 kg/ha. Man hade en avkastningsförväntan på 12,54 ton förutom på strategi 4 där avkastningsförväntan låg mellan 10,03 till 13,8 ton/ha (Koch et al. 2004).

Resultatet blev att det krävdes minst mängd gödning och lägst kostnad i strategi nr 4, dvs varierad kvävegiva utifrån managementzoner med varierad avkastningsförväntan. Högst kostnad och högst mängd kväve la man i den rutnätsbaserade strategi nr 2 (Koch et al. 2004).

Kartläggning av marken

Markkartering

Markkarteringen används i syfte att fastställa markens näringsinnehåll och egenskaper för att kunna behovsanpassa gödsling och kalkning. Några organisationer och företag i Sverige har arbetat fram ett dokument baserat på vetenskap, nytta och miljö som beskriver lämpliga tillvägagångssätt. Detta kallas GMS som står för god markkarterings- sed (Börling et al. 2019).

Provpunkterna för markkarteringen placeras lämpligen efter skillnader i fältet men kan också göras rutvis. Vanligtvis tas ett prov per hektar men för precisionsodling kan det vara aktuellt att ha tätare provtagningar för att få en mer exakt behovsanpassning. Ett jordprov innebär 10 stick på 20 cm djup i en cirkel med en radie på 3–5 m. Punkterna märks ut och sparas med GPS (Börling et al. 2019).

EM38

EM38 är ett analysredskap som mäter konduktiviteten i marken. Det är en vanlig analysmetod inom jordbruket. Genom att få reda på konduktiviteten kan man dra slutsatser om lerhalt, näringsinnehåll, jordtyper och olika egenskaper. Det är vanligt att ta fram markkarteringspunkter med hjälp av EM38 (Corwin & Lesch 2003).

Utrustningen består av en mottagare och en ”transmitterspole” på varsin sida om en icke ledande balk, de sitter med en meters mellanrum. Djupet som den kan undersöka konduktiviteten på beror dels på mellanrummet mellan spolarna. Inom jordbruket är det vanligast att man mäter som djupast 1,5 m ner i marken. Denna anordning bogseras sedan över hela fältets yta med t.ex. en fyrhjulig. Mätningarna för en EM38 är plats- och markspecifika och därför kan alltså inte mätningar från olika platser jämföras. Detta beror på att svaren blir olika beroende på t.ex. vattenhalten i jorden, men också andra faktorer (Corwin & Lesch 2003).

Bränsleförbrukning

Olika jordbearbetningsmetoder kräver olika mycket motoreffekt från en traktor. Det som också påverkar är jordarten. För plöjning i en hastighet av 1,5–2 m/s (5,4–7,2 km/h) och ett bearbetningsdjup på 20–30 cm krävs en effekt på 20–120 kW per meter arbetsbredd beroende på jordart. För lätta jordar uppgår behovet till 20–35 kW/m, ”medium-jordar” har ett behov på 30–60 kW/m. För tyngre jordar krävs 60–120 kW/m (Stout & Cheze 1999). Genom att mäta bränsleförbrukningen och i sin tur effekt kan man då få reda på olika förhållanden i markstrukturen. Detta kan i sin tur vara vid hjälp när provpunkter skall bestämmas.

På många traktorer kan man avläsa bränsleförbrukningen momentant medan man kör, men dessa bränsledata lagras normalt inte. Genom att använda en produkt som kallas Logmaster, från Dataväxt, kan bränsleförbrukningen mätas och uppgifterna kan sedan

lagras och tolkas. Efter en körning kan en sammanställning tas fram via en bild där bränsleförbrukningen syns. Det ger även möjlighet att få fram kostnader för körningen per fält och med olika redskap (Johnsson 2016; Dataväxt AB 2020).

Val av provpunkter

Det är viktigt att ta hänsyn till skördeskillnader, höjdskillnader och jordarter när provtagningspunkterna bestäms. Detta för att få en så bra och rättvis bild av fältet som möjligt utan att ha för många punkter vilket ger ökad kostnad (Lundström et al. 2000).

Interpolering

För att uppskatta värdet mellan provtagningspunkterna används något som kallas för interpolering. Detta går att göra på lite olika sätt. I precisionsodling används främst invers distans som innebär att mätvärdet gradvis ändras mellan mätpunkterna, till skillnad från en metod där varje punkt får samma värde som den närmst mätta punkten. Invers distans går att utföra på lite olika sätt genom att ta hänsyn till andra mätvärden från till exempel en konduktivitetmätning om man utgår från en markkartering, det kallas co-kriging. Kriging är när hänsyn till provpunkternas avstånd tas, alltså beroende på hur tätt provtagningarna har gjorts kan de viktas mer eller mindre för de punkter som inte provtagits (Lundström et al. 2000).

Bestämning av utsädesmängd

Utsädesmängden bör ökas vid högre lerhalt och minska på lättare jordar. Placeringen av utsäde är viktig för att få optimal planttäthet. Dels hur den är spridd på fältet men även sådjudet som beror på hur mycket fukt det finns tillgängligt vid sådd. Radavstånden kan variera något men är vanligtvis på ca 12 cm (Heege 2013).

För att bestämma utsädesmängden behövs information om utsädet såsom grobarhet och tusenkornvikt. Lantmännen Odlare (2019a) har tabeller som ger rekommendationer för antal grobara kärnor/m². Genom att använda följande formel beräknas utsädesmängden ut i kg/ha (Lantmännen 2019a).

$$\frac{\text{antal grobara kärnor} * \text{tusenkorvikt (g)}}{\text{grobarhet \%}} = \text{utsädesmängd} \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

Tabell 1 nedan visar rekommenderat antal grobara kärnor/m². Dessa baseras på normalt radavstånd, sådjud och en bra såbädd (Lantmännen 2019a).

Tabell 1. Rekommenderat antal grobara kärnor/m² beroende på såtidpunkt (Lantmännen 2019a)

	Lämpligt antal grobara kärnor/m ²		
	Såtidpunkt		
Växtslag	Tidig	Normal	Sen
Havre	450	500	550
Korn	300	350	400
Höstvete	325	400	475
Rågvete	325	375	425

Såtidpunkt

Såtidpunkten är viktig för malkorn. Om den sker tidigt gynnar det en långsam utveckling av grödan vilket har visat sig ge en bättre proteinkvalitet med färre lättlösliga proteiner (Johansson & Holm 2011). För Skåne är det tidigt i slutet på mars till början på april (Yara AB 2017).

Bestämning av mängd växtnäring

I ett projekt från SLU undersökte man utvecklingshastigheten hos malkorn. Projektet genomfördes i Biotronen i Alnarp där man jämförde olika såtidpunkter och olika temperaturer för malkorn. Biotronen i Alnarp är ett växthus med möjligheter att efterlikna olika klimat med hjälp av temperatur, relativ luftfuktighet (RF) och belysning. Malkornet fick också olika gödslingsstrategier där ett led fick 100 % av totala givan NPK (22-4-9) vid sådd, ett led fick 75 % av totala givan vid sådd, 25 % vid andra halvan av stråskjutningen och sista ledet 50 % av totala givan vid sådd och 50 % vid stråskjutningen. Totala kvävegivan var 70 kg/ha. Detta visade att såtidpunkten påverkade mest vilken proteinkvalitet grödan fick men också gödslingsstrategin påverkade. En tidig sådd ger långsammare utveckling och lägre TOTE vilket är önskvärt ur ölens kvalitetssynpunkt. TOTE är andel lättlösliga proteiner (Johansson & Holm 2011).

Kvävebehov

Rekommenderade gödslingsgivor finns för olika grödor hos Jordbruksverket och uppdateras årligen. Nedan visar tabell 2 mängd kväve per hektar beroende på avkastningsnivå. Dessa siffror är baserade på försök 10 år tillbaka i tiden och gäller för mineraljord med förfrukten stråsåd. Dessa siffror är också baserade på att stråförkortning icke används. Är dessa förutsättningar annorlunda får kvävegivan anpassas (Börling et al. 2019).

Tabell 2. Rekommenderade kvävegödslingsgivor beroende på avkastning (Börling et al. 2019)

Ton/ha	4	5	6	7	8	9
Kg N/ha	65	85	100	115	130	145

Något som rekommenderas är att använda nollrutor för att upptäcka hur mycket kväve marken levererar. Det kan också vara bra att ha en maxruta som talar om ifall fältet har kvävebrist. Rutan gödglas med ca 50 kg extra kväve per hektar (Yara 2020a). Det är också viktigt att väva in egen erfarenhet från tidigare års odlingar samt de lokala förutsättningarna. Beroende på om malkornet odlas för whiskey eller öl ställer de lite olika krav på proteinhalten (Börling et al. 2019).

Proteinhalten för malkorn till öl bör ligga på 10 – 11 % för bäst betalning. Risken finns att proteinhalten blir för hög eller låg och då säljs det istället som foderkorn (Börling et al. 2019). Det är inte ovanligt att man vid malkornsodling delar upp kvävegivan i två körningar. Då är det bra om 70 % av givan läggs vid sådd och resterande 30 % i växande gröda. Det ger en möjlighet att anpassa kvävegivan efter årsmånerna, eftersom det är svårt att veta förväntad avkastning och nederbörd vid sådd. Andra givan bör ske i DC 31–32, alltså tidig stråskjutning (Kvarmo m. fl. 2020).

Tittar man istället på kväverekommendationer hos Yara AB (2019) så ligger den 10 kg över Jordbruksverkets rekommendationer i tabell 2 (Börling et al. 2019). Se tabell 3. De skiljer också på om malkornet ska levereras till whiskey eller öl. De har också valt att visa rekommendation för kombisått och bredspridd gödning. Riktvärdena i tabellen är satta med förutsättning att förfrukten är stråsäd. Generellt så ger varje justering med 20 kg N/ha en proteinförändring på 0,5 % - enheter. (Yara AB 2019)

Tabell 3. Rekommenderade gödslingsgivor av kväve för malkorn till öl. (Yara AB 2019)

Ton/ha	4	5	6	7	8	9
Kg N/ha Bredspridd	75	95	110	125	145	160
Kg N/ha Kombisådd	70	85	100	115	130	145

Fosforbehov

Vårsäd är särskilt lämplig att gödsla med fosfor då den har litet rotsystem och har svårt att ta upp fosfor från marken i ett tidigt skede. Följande tabell är anpassad för bredspridning och beskriver rekommenderad fosformängd beroende på P-AI klass, 1- V. Den är också anpassad för en avkastning på 5 ton och justeras +/- 3 kg P/ton kärna. Se tabell 4. Mängden fosfor kan minskas något om gödningen radmyllas, vilket ger ett tidigare upptag för grödan och minskar ytavrinning (Börling et al. 2019).

Tabell 4. Rekommenderade gödslingsgivor av fosfor (Börling et al. 2019)

P-AI klass	I	II	III	IVA	IVB	V
Kg P/ha	25	20	15	5	0	0

Kaliumbehov

Om halmen förs bort vid skörd finns ett större gödslingsbehov av kalium än om den får ligga kvar. Tabell 5 nedan visar riktgivor för kalium i stråsäd. Även här utgår givorna från olika K-AI klasser som marken har. Denna tabell är avsedd för en avkastning på 5 ton spannmål per ha och justeras +/- 5 kg K per ton spannmål (Börling et al. 2019).

Tabell 5. Rekommenderade gödslingsgivor för kalium (Börling et al. 2019)

K-AI klass	I	II	III	IV	V
Kg K/ha	40	30	10	0	0

Växtskydd

Några olika svampsjukdomar kan drabba vårkornet och vanligast är sköldfläcksjuka, kornets bladfläcksjuka, mjöldagg och kornrost. Mjöldagg och kornrost kan man förebygga med att välja motståndskraftiga sorter men fläcksjukorna gynnas av regn och kan behöva bekämpas. Havrebladlöss kan också drabba kornet och göra stora skador. Jordbruksverket inventerar årligen havrebladlöss och informationen finns att tillgå på Jordbruksverkets hemsida (Jordbruksverket 2019).

Som vanligt för att bekämpa olika sjukdomar hos sina grödor är att ha en varierad växtföljd där man varierar mellan stråsäd och andra typer av grödor, ex olje- eller baljväxter (Jordbruksverket 2019).

Teknik för variabel giva

GPS-system

GPS står för "global positioning system" och är ett navigationssystem som är baserad på ett flertal satelliter (Hakkim et al. 2016). Det finns olika GPS-system i världen och i Sverige använder man sig främst av de amerikanska som kallas GNSS. Det finns även Glonass och Galileo. (Precisionsodling Sverige 2020). För att bedriva precisionsodling krävs att man har en GPS som anger var man är via satelliter. Detta för att spara ner

information för olika egenskaper på ett fält, som t.ex. jordtyp. Det är en förutsättning för att kunna anpassa åtgärder efter fältets olika egenskaper. (Hakkim et al. 2016).

Det finns 24 satelliter uppe i rymden som går i 6 olika omloppsbanor. Dessa kommunicerar ner till oss och tillbaka till varandra för att ge en position. I regel är det alltid minst 4 satelliter som har kontakt med vår mottagare. För att få så stor nytta som möjligt av GPS-systemet krävs att man har extra utrustning som gör att noggrannheten ökar. Satelliterna har med varandra en noggrannhet mellan 5 och 20 meter vilket inte är tillräckligt för precisionsodling. (Lundström et al. 2000).

För att korrigera GPS-systemets position använder man sig av DGPS som är en förkortning för differentierad GPS. Anledningen till att positionen från GPS-systemet behöver korrigeras är eftersom den inte blir exakt då mätningarna till satelliterna inte sker exakt samtidigt. Man kan också använda s.k. RTK korrigering vilket ger ännu mer exakt position, ned till 2 cm. För precisionsodling bör minst DGPS-systemet användas, men vid ännu högre precision som vid t.ex. radhackning krävs RTK-system. (Precisionsodling Sverige 2020a).

Varierad giva av gödsel och utsäde.

Tilldelningsfil även kallad styrfil används för att anpassa exempelvis utsädesmängd efter fältets olika behov. Fältet delas in i olika delar som får olika givor utifrån jordart, vattenhållande förmåga (EM38) eller markkartering. Styrfiler talar om var på fältet en viss åtgärd ska göras genom att den delar in fältet i celler. I styrfiler kan sedan information om ex såmängd läggas in i de olika cellerna. GPS-systemet vet sedan var på fältet ekipaget befinner sig för att såmaskinen ska portionera ut rätt mängd på rätt ställe. (Precisionsodling Sverige 2019b).

Varierad kvävegödsling

Ett hjälpmedel som tillhör kategorin precisionsodling är en så kallad N-sensor. Sensorn mäter blad- och himmelspektralreflektion som i sin tur bestämmer kväveinnehållet i grödan. Det den mäter är klorofyllkoncentrationen som visas genom blå, gröna & röda elektromagnetiska spektrumet. Klorofyllkoncentrationen korrelerar med kvävenivån. (Tremblay et al. 2009).

Anledningen till att man mäter kvävet är för att den generellt har störst betydelse för grödans tillväxt och kvalitet jämfört med andra gödselmedel. Det är en fördel att kunna placera gödningen där den behövs för att undvika näringsläckage som kontaminerar grundvattnet och vi får ett mer effektivt utnyttjande av kvävet som läggs ut. Skörden och proteininnehållet skall enligt studier öka med N-sensor. (Tremblay et al. 2009).

Det finns också handhållna instrument som fungerar som N-sensorn. I vårkorn kan den användas i DC stadie 31–32. Då tar man 30 prov på ett fält och så får man ett medelvärde på vilket behov fältet har. (Yara 2020b).

Gödningsspridare som kan användas med variabel giva och olika gödslingskartor finns hos tex Kverneland, Bredal & Rauch (Kverneland 2020). (Bredal 2020) (Rauch 2020)

Varierat växtskydd

N-sensorn kan också användas som underlag för att bekämpa svampsjukdomar i stråskjutningen. Genom att få ett underlag för biomassan med sensorn kan man variera givan beroende på hur tät grödan är. Är grödan glesare kan givan minskas och tvärtom. (Precisionsodling Sverige 2020b).

För att kunna variera bekämpningen på fälten krävs att det finns sektionskontroll på sprutan. Sektionskontroll innebär att sektioner på sprutan kan stängas av och på automatiskt. T.ex. när maskinen lämnar eller kör ut ur ett fördefinierat fält. Detta finns hos John Deere och är kompatibla med alla deras egna redskap som har sektionskontroll. Det fungerar också till redskap från andra leverantörer som har AEF- ISOBUS TC- SC anslutning. Det går även att köpa till något som kallas för GreenStar hos John Deere som ger redskap mängdregleringsfunktion trots att det inte har ISOBUS anslutningen. Detta fungerar till exempel på både gödseltunnor, bogserade sprutor, konstgödselspridare och såmaskiner. (John Deere 2019).

MATERIAL OCH METOD

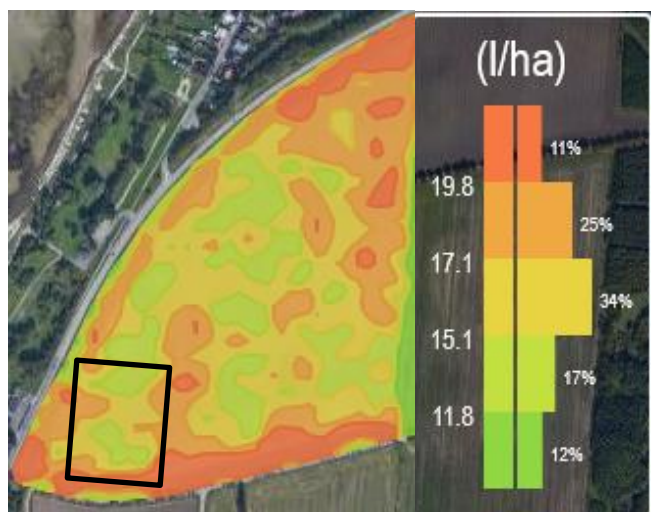
Sortbeskrivning

Grödan i detta försök var malkorn. Sorten heter RGT Planet och säljs av Lantmännen. Den är resistent mot mjöldagg och nematodras 1 och 2. (Lantmännen 2019 b). Den önskade proteinhalten är 10–11 % med bäst betalning. Min och max för proteinhalten är 9,0–12,0 %. (Lantmännen 2019c). Grobarheten var 96 % och tusenkornvikten 51g.

Försöksupplägg

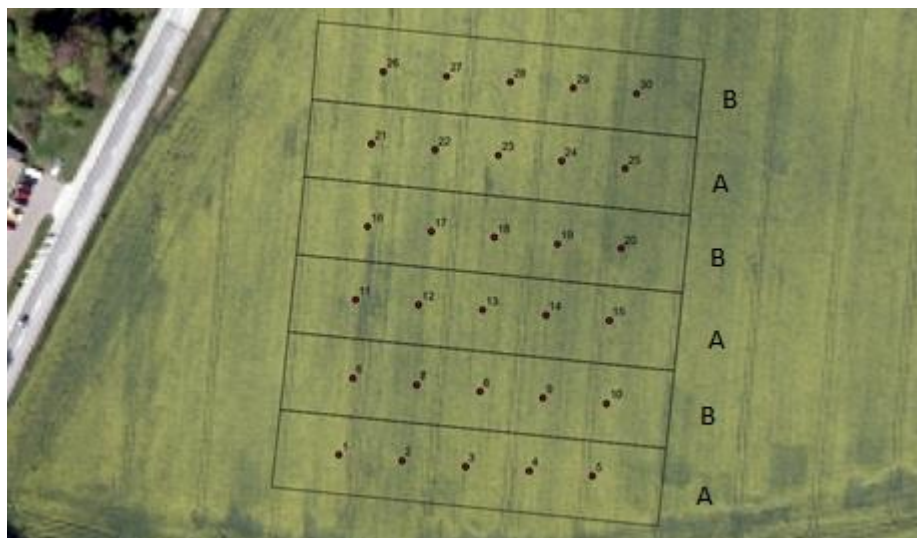
Odlingsförsöket placerades i Skåne på SLU:s växtodlingsgård, Alnarps egendom, där två led upprepades i tre block som låg jämte varandra. Varje led är 24 m x 100 m. I led A användes olika precisionsodlingsmetoder såsom varierad utsädesmängd och NPK-gödning. I led B brukades jorden ”konventionellt” utan användning av precisionsodlingshjälpmedel.

Bränsleförbrukningskartan i figur 1 är ett av underlagen som togs fram för att kunna användas till tilldelningsfilerna. Den beskriver alltså hur bränsleförbrukningen såg ut vid plöjning på hela fältet. I de röda områdena fanns högst bränsleförbrukning, vilket betyder att det är högst lerhalt på de platserna. Den användes också för att hitta en lämplig plats att placera försöket på så att förutsättningarna för de olika leden skulle likna varandra så mycket om möjligt. I bilaga 1 finns en tabell med lerhalten för alla punkter.



Figur 1. Bränsleförbrukningskarta från plöjning på hela fältet.

I figur 2 syns provpunkterna där markkarteringen är gjord och där provytorna till skörd också ligger. Flera jordprover togs, med max 1 m radie från punkten. Leden som är precisionsodlade (A) har provpunkterna: 1–5, 11–15 och 21–25. De konventionellt odlade leden (B) har 6–10, 16–20 och 26–30.



Figur 2. Provpunkter för fältet.

Fältet plöjdes på hösten och harvades på våren innan sådd. Förfrukten var korn och förförfrukten var sockerbetor. Sådden skedde den 12 april. Sådjuget var 4,5 cm med radavstånd på 12,5. Gödningen placerades på 6–7 cm på 25 cm avstånd. Såmaskinen som användes var en Rapid 3 m från Väderstadverken AB, en kombisåmaskin. Två styrfiler gjordes innan, en för de precisionsodlade leden (A) med varierad giva av utsäde och gödning, och en för de konventionella leden (B) med rak giva. De exakta givorna för utsäde och gödning finns i bilaga 1.

Det var meningen att andra givan med gödning skulle ske med N-sensor men då traktorn var sönder kunde det inte genomföras, istället placerades en rak giva över hela fältet. Detta skedde den 17 juni och givan var 150 kg kalksalpeter som innehåller 15,5 % N vilket blir 23 kg N/ha. Se tabell 6 nedan för att se alla åtgärder i fältet.

Tabell 6. Översikt på åtgärder i försöksleden

Datum & Åtgärd	Precision (A)	Konventionell (B)
12 april - sådd	179 kg/ha i medelvärde	175 kg/ha
12 april - gödning	329 kg/ha i medelvärde NPK 27-3-5	330 kg/ha NPK 27-3-5
30 maj – växtskydd, gödning	Ariane S 2,5 l Norotech Mangan 1 l	Ariane S 2,5 l Norotech Mangan 1 l
13 juni - växtskydd	Priaxor 0,5 l Mavrik 0,12 l Norotech mangan 1 l	Priaxor 0,5 l Mavrik 0,12 l Norotech mangan 1 l
17 juni - gödning	150 kg kalksalpeter/ha	150 kg kalksalpeter/ha
22 augusti - skörd	Tröskning	Tröskning

Rekommenderad utsädesmängd vid tidig såtidpunkt blir enligt formeln sida 12 159 kg/ ha.

$$\frac{300 * 51g}{96\%} = 159 \frac{kg}{ha}$$

Den rekommenderade gödslingsgivan blir enligt Börling et al. (2019) 130 kg N/ ha. Det är baserat på att det är tidigt sått och med en avkastning på 8 ton.

Figur 3 är en drönbild tagen en dryg månad efter uppkomst. Här förklaras de ”såmistor” vi ser till att man inte körde riktigt intill försöksrutorna när sådden av det övriga fältet skulle ske. Detta beror på att resten av fältet såddes tidigare och att de inte vågade så för nära försöksrutorna. Sedan var det också problem med att anpassa givan efter 24 meters bredd, vilket förklarar några av mistorna.



Figur 3. Bild tagen med drönare 2019-05 efter uppkomst. Fotograf: Ryan Davidson.

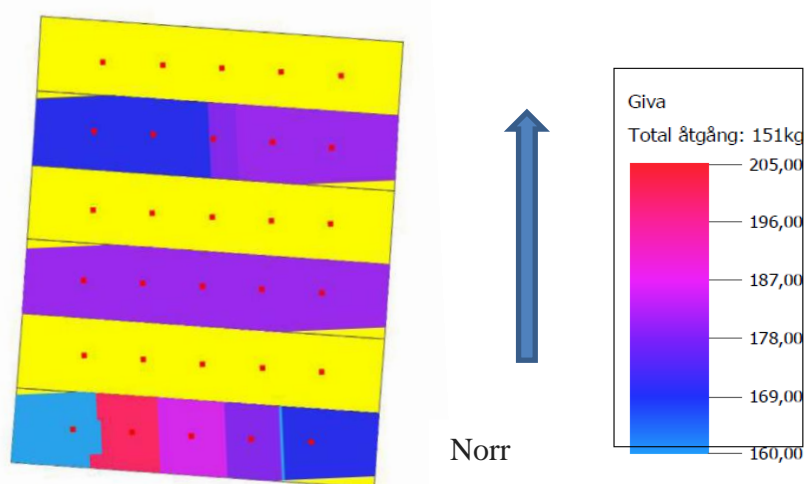
Växtskydd

Den 30 maj kördes fältet över med Ariane S 2,5 l tillsammans med Norotech Mangan 1,0 l. Den 13 juni kördes fältet över med Priaxor 0,5 l, Mavrik 0,12 l & Norotech Mangan 1,0 l.

Strategi

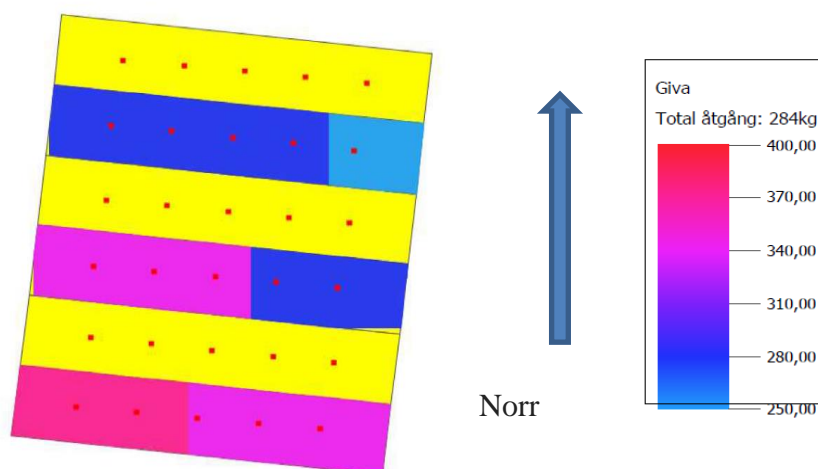
För de olika rutorna som precisionsodlades valdes tre olika strategier. För punkt 1–5 skulle strategin vara att överdriva givorna eller minska de lite extra. Punkterna 11–15 fick jämnare givor, likaså punkterna 21–25.

I figur 4 finns en bild på tilldelningsfilen över utsädesmängden som är ritad och baserad främst på lerhalten. Variationen är störst för punkt 1–5. I genomsnitt är utsädesmängden för de precisionsodlade punkterna 179 kg/ha. De gula rutorna motsvarar de som är konventionellt odlade, vilka fick en utsädesmängd på 175 kg/ha. Uppgifterna om exakt utsädesmängd för alla provpunkter finns i bilaga 1.



Figur 4. Illustration av styrfil över utsädesmängd i försöksfältet.

I figur 5 ser vi styrfilen över gödselmängden. Gödselmedlet som använts i denna överfart är NPK 27-3-5. Medelgivan på de precisionsodlade punkterna är 329 kg/ha för den här överfarten. Här ser vi också att den högsta givan finns i punkt 1–3. Givan i de konventionellt odlade rutorna är 330 kg/ha. Detta blir alltså 89 kg N/ha, 10 kg P/ha och 16,5 kg K/ha. Exakta uppgifter om gödning i alla provpunkter finns i bilaga 1.



Figur 5. Illustration av styrfil över gödselmängd.

Skörd

Tröskningen skedde med en försökströska, Sampo 2010. Datum för tröskningen var 2019-08-22. Bredden på tröskan var 2,1 m, vilket alltså blev alla försöksrutors bredd. Malkornet tröskades av på provpunkterna från markkarteringen. Och 2 radmeter x 1 m har axräknats i varje ruta. Detta gjordes samma dag som skörden. Varje ruta har alltså 5 provpunkter och således 5 olika provmaterial som skickades på analys.

I figur 6 syns en drönbild som är tagen efter skörd. Det som är avtröskat är de 30 provpunkterna med en försökströskas arbetsbredd. Längden på de tröskade rutorna skiljer lite, men mättes upp för att få fram hektarskörden i varje ruta.



Figur 6. Foto efter skörd där man ser alla provytor.2019–08. Fotograf: Ryan Davidson.

Analyser

Skördeproverna skickades på analys direkt efter skörd. Varje punkt skördades som en ruta och därför skickades ett prov för varje punkt in och skörden för rutorna räknades in. De analyser som beställdes var en standard spannmålsanalys med vattenhalt, avrens, rymdvikt, tusenkornvikt, N-halt i kärna, stärkelse och storlekssortering >2,5 mm.

Väder

Sommaren har generellt varit varm och torr. Medeltemperaturen har sträckt sig mellan 8°C i april till 17–18°C under juni och juli. Nederbörden har varit totalt ca 210 mm mellan april och augusti. (SMHI 2019).

Priser

För att kunna räkna ut lönsamheten i resultatet har priset på korn antagits utifrån Lantmännens spotpris. Grundpriset för maltkorn v.50 var 1,62 kr/kg. Foderkornet låg samtidigt på 1,35 kr/kg. Beroende på vilket proteinvärde kornet har går det som malt eller foder. Även om kornet var godkänt för att gå till malt har det gått som foder om det gett högre betalning. Kostnaden för utsäde bestämdes till 4 kr/kg. NPK 27-3-5 sattes till ett pris av 3,50 kr/kg och kalksalpetern till 1,50 kr/kg. Alla kostnader och intäkter har räknats om som om de vore per hektar.

Förutsättningar & samband

Variationen för lerhalten i leden för precisionsodling sträcker sig mellan 7 och 16 %. I det konventionella leden är variationen 9–16 %. I precisionsledet är det 3 punkter i P-AL klass II, 11 punkter i klass III och 1 punkt i klass IVA. För det konventionella leden är det 2 punkter i klass II, 10 punkter i klass III och 3 punkter i klass IVA. För K-AL klassen i precisionsleden är det 2 av 15 punkter som är klass III, resten är i klass II. I de konventionella leden är det 5 punkter i klass III och resten i klass II. Medelvärdet av mullhalten är 2,55 % i precisionsleden och 2,79 % i de konventionella leden. Se variationen för lerhalten, fosforklassen och kaliumklassen i tabell 10 nedan.

Tabell 10. Variation i de olika leden för lerhalt, P-AL klass & K-AL klass utifrån markkarteringen

	Precision	Konv.
	Variation	Variation
Lerhalt	7–16 %	9–16 %
P-AL Klass	II-IVA	II-IVA
K-AL Klass	II-III	II-III

Sambandet mellan lerhalten och utsädesmängden är i stora drag linjär, alltså att utsädesmängden är högre med ökad lerhalt. Även gödslingens samband med fosforklassen finns i bilaga 5.

Litteraturstudie

De material som har använts i litteraturstudien har hittats med hjälp av bl.a. Google scholar, websidor, böcker och artiklar på nätet. Torsten Hörndahl och Sven-Erik Svensson har bidragit med artiklar.

RESULTAT

Rymdvikten uppfyllde kraven om minst 630 g/l i alla punkter. Medelskörden blev högst i de konventionella leden med 0,857 kg/m² vilket blir 8 579 kg/ha. Medelvärdet av nettointäkten per hektar blev högst på de konventionella leden med 10 945 kr, vilket är 1 065 kr mer än i det precisionsodlade ledet. Medelvärdet av proteinhalten ligger lite högre än vad som betalar sig bäst, vilket är mellan 10 och 11 %. Se tabell 7 nedan. I bilaga 1 och 2 finns uppgifter om alla punkter, både förutsättningar, åtgärder och resultat.

Tabell 7. Resultat för skörd, proteinhalt & nettointäkt för de olika leden

	Precision		Konv.	
	Medel	Stdavv.	Medel	Stdavv.
Skörd	0,806 kg/m ²	0,091	0,857 kg/m ²	0,059
Proteinhalt	11,63 %	0,622	11,36 %	0,469
Nettointäkt	9 880 kr	2213	10 945 kr	1669

Variationen på skörden, proteinhalten och nettointäkten är störst i de precisionsodlade leden. Se tabell 8 nedan.

Tabell 8. Variation i de olika leden för skörd, proteinhalt & nettointäkt

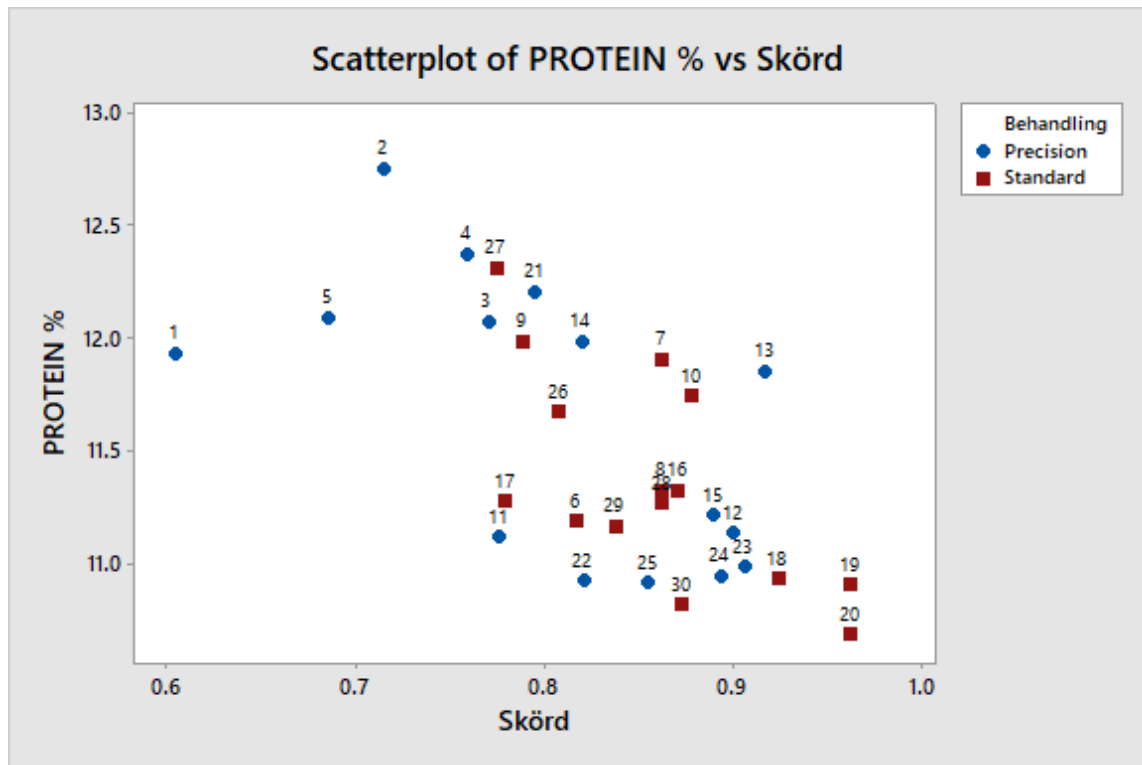
	Precision	Konv.
	Variation	Variation
Skörd	0,604–0,917 kg/m ²	0,774–0,962 kg/m ²
Proteinhalt	10,91–12,75 %	10,81–12,31 %
Nettointäkt	5893–12 678 kr	8379–13 511 kr

Av de 30 punkter som har skördats är det 6 punkter som ej uppfyllt kraven för malkorn, av dessa ligger 5 i de precisionsodlade rutorna, alla med för hög proteinhalt. De rutor som har fått maximal betalning för malkorn uppgår till 8 punkter varav hälften är precisionsodlade. Se tabell 9 nedan.

Tabell 9. Antal prover i de olika leden som uppnådde högst avräkningspris, de som var godkända som malt & icke godkända prover

	Precision	Konv.
Antal prover högsta betalning, 10–11 % N	4	4
Antal godkända prover, 9–12 % N	6	10
Antal icke godkända prover, >12% N	5	1
Total:	15	15

Figur 7 visar diagram över proteinhalten i % på y-axeln i de olika punkterna och vilken skörd det blev på x-axeln i kg/m^2 . De blå punkterna är precisionsodlade och de röda är konventionellt odlade. Gränsen för att leverera till Lantmännen som maltkorn är att proteinhalten ska vara mellan 9 och 12 %. Den bästa betalningen ges vid ett proteinvärde på 10–11 %. De punkterna med lägre skörd har generellt högre proteinvärde. Högre skörd har gett lägre proteinvärden.



Figur 7. Proteinhalt (%) kopplat till skörd (kg/m^2).

Det finns inte ett linjärt samband mellan gödningen och proteinhalten. I de fall skörden har varit högre eller lägre har proteinnivån varierat trots samma mängd gödning i olika punkter. Vilket i sin tur är påverkat av utsädesmängden. I bilaga 3 och 4 finns diagram över hur det såg ut.

Diskussion

Analys av resultat

Av resultaten som har framkommit i försöket går det inte att dra några slutsatser över hur lönsamt det är med precisionsodling i malkorn. Tanken med försöket var att få så jämna proteinvärden som möjligt eftersom det är det ölproducenterna vill ha. Genom att ha jämna värden på proteinet mellan 10 och 11 % kan bästa betalning från Lantmännen erhållas. Detta lyckades inte i detta försök. Proteinhalten varierade stort i både det konventionella och i det precisionsodlade. Proteinhalten blev för hög i 7 punkter av de 30. Högsta betalning gavs i 8 punkter varav hälften var precisionsodlade.

En faktor som kan ha påverkat den höga proteinhalten är den sena kompletteringsgivan i mitten av juni. Tanken från början var att den skulle spridas med hjälp av data från en N-sensor, men då traktorn var sönder kördes istället en rak kvävegiva över hela fältet. Tanken var att kompletteringsgivan skulle köras ut i stråskjutning (DC 31–32), men i detta fall var grödan i början på axgång (DC 51). Detta kan då vara en förklaring till att proteinhalten blev för hög, trots att kornet totalt fick för lite kväve, fosfor och kalium generellt sett, om man jämför med rekommendationerna från Jordbruksverket (Börling m. fl. 2019).

I litteraturen står det att 20 kg N per hektar motsvarar en proteinhöjning på 0,5 %-enheter i malkornet. Andra gödselgivan motsvarar alltså den halva procenten. Dras 0,5 % av från alla proteinvärden för de olika punkterna är fortfarande det varierade leden sämst, även om fler hade blivit godkända. Ett prov från de konventionella och fyra från de precisionsodlade leden hade blivit godkända iså fall. Det som också kan ha påverkat proteinhalten är restkväve från året innan då det var svår torka samt den torra försommaren 2019.

Genom att titta på diagrammen över proteinvärdet syns det att alla generellt ligger lite för högt. Trots det hade det varit önskvärt att se ett jämnare resultat. Eftersom det är en del i vad man vill uppnå med precisionsodlingen och för att få bästa kvalitet till mältningen, vilket i sin tur ger högst betalt. För även om den kompletterande kvävegivan har varit fel, för att den blev sen och därmed gav hög proteinhalt så är det ju lika för alla punkter som fick lika stor andra giva.

Nettointäkten i det här försöket var alltså högst i den konventionella odlingen, vilket motsäger hypotesen om att de precisionsodlade leden skulle ha högre nettointäkt på grund av jämnare proteinhalter och därmed högre betalning. Det kanske har berott på att strategin var fel och förutsättningarna för högre skörd var sämre i punkterna 1–5. Det var ju i de punkterna som man valde att variera gödningen mest. Alltså att punkter med liknande näringsvärde fick olika mängd gödsel. En faktor är återigen gödslingen som påverkar resultatet och därför gör det svårt att utvärdera.

Utformning av försök

För att försöket ska bli bättre utformat krävs det att det finns en tydligare strategi från början med vilka åtgärder som ska ske, varför och vad man vill uppnå med dem. Detta för att lättare kunna utvärdera det i efterhand. Det fanns inte i detta försök. Det är också viktigt att tidigt ha med vilka underlag som ska användas till åtgärderna, t.ex. EM38 och markkarteringen. En försöksjournal borde upprättas innan försöket börjar, där det framgår tydligt vilka åtgärder som ska göras i vilka stadier och vem som har ansvaret för att de utförs.

Det kanske är nödvändigt att ha en plan B om saker inte fungerar som det ska. Exempelvis när traktorn som skulle sprida kväve med data från N-sensorn var sönder. Då skulle man kunna använda en handhållen N-sensor istället i det här fallet. Detta är såklart parametrar som är svåra att förutspå, men som i det här fallet kanske hade gjort att försöket inte blivit övergödslat eller för sent gödslat.

I det här försöket jämfördes leden utifrån olika parceller, vilket gör det svårt att säga att parcellerna har samma förutsättningar. Vi vet att det fanns en variation även i de konventionella leden precis som i precisionsledet, men det är ändå svårt att jämföra punkter med varandra, som kanske har helt olika förutsättningar. Ett exempel som nämns i litteraturavsnittet där man har använt sig av managementzoner istället för rutnätskonstellationen, och att ett försök kan behöva upprepas på fler platser. Det skulle också kunna vara en möjlighet att frångå ”parcelltänket” och jämföra punkter på oberoende platser som istället har liknande egenskaper i form av lerhalt, fosfor- och kaliumvärden.

Det är komplext med försök som har flera variabler men samtidigt är det intressant att få helheten. Just hur olika behandlingar och givor kombineras med varandra till olika förutsättningar. Det hade varit intressant att också i framtiden kunna gradera ogräs och svampsjukdomar efter varierade bekämpningar. Detta för att använda insatsvarorna där de behövs mest så att miljön och utgifter kan besparas.

Lönsamhet med precisionsodling

En stor fråga för många lantbrukare idag är hur lönsamt det skulle vara att börja med precisionsodling. Tekniken idag har visserligen blivit billigare, men det är fortfarande stora investeringar i maskiner som kan ”prata” med varandra och system som har årliga abonnemangskostnader. Framförallt behöver fler studier kring lönsamheten tas fram för att kunna veta mer vad den ökade utrustningen och tekniken kan avkasta.

Svårigheter med tekniken

Ett stort problem med dagens teknik är att den är svår att sätta sig in i och inte så användarvänlig. Olika märken har olika standarder som inte passar varandra vilket gör det svårt då många lantbrukare har olika märken på sina maskiner. Detta var en av anledningarna till att ISOBUS togs fram och har underlättat för de som har nyare

redskap och maskiner. För de som har en äldre maskinpark kan det bli svårare att använda precisionsodlingen fullt ut.

Om lantbrukaren är intresserad av teknik går det troligtvis lättare att sätta sig in i de olika system som finns men för de andra kan det vara svårt. Under malkornsförsöket i den här rapporten var det problem att få såmaskinen att göra det som tilldelningsfilen sa. Dagen då sådden var planerad lyckades de inte genomföra den och den sköts upp till några dagar senare trots god support både från såmaskin- och traktorleveranterören.

Det är viktigt att allt fungerar direkt, men det är svårt att testa maskinernas funktion innan de ska användas på riktigt. Det hade varit bra om det fanns någon testvariant på varierad giva som fungerade på gårdsplanen.

Något som lantbrukaren får i överflöd med moderna hjälpmedel är data. Frågan är om inte den informationen kan användas på ett bättre sätt, för i dagsläget passerar den nog på många ställen utan att ge någon vidare värdehöjning. Den data som lagras in borde kunna användas för lantbrukarens utveckling på gården men också för att samlas i ett större perspektiv där benchmarking kanske kunde vara något.

Slutsats

- Det behövs inför ett sånt här försök en tydlig plan och en tydlig strategi för vad som ska undersökas under eller när försöket är avslutat.
- Det behövs fler studier som gör oberoende studier över lönsamheten och effektiviteten inom precisionsodling.
- Det behövs utformning av teknik som är kompatibel med varandra och som är enkel för lantbrukaren att använda.
- Den data som tekniken producerar behöver processas på ett sätt så att det kan komma lantbrukaren till gagn.

REFERENSER

Skriftliga

- Bredal. 2020. F4: Mounted fertilizer spreader with isobus. Tillgänglig: <https://www.bredal.com/en/products/fertilizer-spreader/f4-spreader-for-tractor/> [2020-02-19]
- Börling, K., Hjelm, E., Kvarmo, P., Listh, U., Malgeryd, J. och Stenberg, M. 2019. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2019. Jordbruksinformation 18-2018.s. 35-78, 100-101. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.47f1061167704c09faaa019/1543994500651/jo18_18v2.pdf [2019-05-03]
- Claver, H. 2019. Future Farming, Farmers must think before investing in digitisation. Misset Uitgeverij B.V.
- Corwin, D. L. & Lesch, S. M. 2003. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture. *Agronomy journal*, 95(3), 455-471. Tillgänglig: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/95/3/455> [2019-08-12]
- Dataväxt AB. 2020. *Logmaster*. Tillgänglig: <https://www.datavaxt.se/logmaster/> [2020-01-07]
- Groenveld, R. 2019. Future Farming, Agtech does not offer much return on investment. Misset Uitgeverij B.V.
- Gustafsson, K., Berge, W, T., Madsen, H, K. 2015. Hållbart jordbruk genom precisionsodling. Institutionen för mark & miljö. Teknisk rapport nr 34. Skara. Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/12505/17/gustafsson_k_etal_150825.pdf [2019-04-08]
- Hakkim, V. A., Joseph, E. A., Gokul, A. A., & Mufeedha, K. 2016. Precision farming: the future of Indian agriculture. *Journal of Applied Biology & Biotechnology Vol*, 4(06), 068-072.
- Heege, H, J. 2013. *Precision in crop farming: site specific concepts and sensing methods: applications and results*. Springer Science & Business Media. Tillgänglig: https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=IWQ_AAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=heege+2013&ots=CFkIPA1XML&sig=Rokmj8JXZAvpGtxQ0KoShY-5XWY&redir_esc=y#v=onepage&q=heege%202013&f=false [3019-09-20]

- Johansson, E., & Holm, L. 2011. Utvecklingsrytmen hos malkorn påverkar proteinkvaliten. Alnarp. Fakulteten för landskapsplanering, trädgård- & jordbruksvetenskap. Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/8395/1/johansson_et_al_111024.pdf [2019-05-03]
- John Deere. 2020. Teknik för precisionslantbruk. Broschyr. Tillgänglig: <https://www.deere.se/assets/publications/index.html?id=111c4127#60> [2020-01-21]
- Johnsson, K. 2016. Svart låda gör lantbruket ännu mer high-tech. Jordbruksverket. 2016-06-30. Tillgänglig: <https://www.ja.se/artikel/51053/svart-lada-gor-lantbruket-annu-mer-high-tech.html> [2020-03-07]
- Jordbruksverket. 2019. *Skadegörare i kornodling*. Tillgänglig: http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrador/korn/skadegorare_4.3229365112c8a099bd980002513.html [2019-12-09]
- Koch, B. Khosla, R. Frasier, W, M. Westfall, D, G. and Inman, D. 2004. Site specific management, Economic Feasibility of variable-rate nitrogen application utilizing site-specific management zones. *Agronomy Journal*. American ociety of agronomy. Tillgänglig: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/96/6/1572> [2019-11-17]
- Kvarmo, P. Andersson, E. Börling, K. Hjelm, E. Jonsson, P. Listh, U. och Malgeryd, J. 2020. Rekommendationer för gödning och kalkning 2019. *Jordbruksinformation* 12-2019.s. 47. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6fd5d28c16f8ba7a70b48310/1578649240143/jo19_12v2.pdf [2020-03-09]
- Kverneland. 2020. Exacta TL. Tillgänglig: <https://se.kverneland.com/Goedningsspridning/Konstgoedningsspridare/Kverneland-Exacta-TL> [2020-01-21]
- Lantmännen 2019a. *Odla 2019, Utsädesmängd*. Tillgänglig: <https://odla.lantmannenlantbruk.se/utsadebetning/utsadesmangd/> [2019-05-03]
- Lantmännen. 2019b. *Vårkorn RGT Planet*. Tillgänglig: https://c4produktkatalog.lantmannen.se/index.php/component/virtuemart/?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl_mol&product_id=173352&category_id=173871 [2020-03-24]
- Lantmännen. 2019c. Inför skörd, villkor för skördeåret 2019. Broschyr. Tillgänglig: http://www.lantmannenlantbruk.se/Documents/Vara%20tjanster/Bestall%20broschyren/Inför_Skord_2019_lagupplöst.pdf [2020-03-24]
- Lundström, C., Delin, S., & Nissen, K. 2000. *Precisionsodling: teknik och möjligheter*. Skara. Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/4448/1/lundstrom_et_al_100111.pdf [2019-09-20]

- Precisionsodling Sverige (POS). 2019a. *Precisionsskolan*. Skara. Tillgänglig: <https://pos.agrovast.se/precisionsskolan/> [2019-09-20]
- Precisionsodling Sverige (POS). 2019b. *Precisionsskolan, styrfiler/ tilldelningsfiler*. Skara. Tillgänglig: <https://pos.agrovast.se/precisionsskolan/> [2019-09-21]
- Precisionsodling Sverige (POS). 2020a. *Precisionsskolan, positionering*. Skara. Tillgänglig: <https://pos.agrovast.se/precisionsskolan/positionering/> [2020-03-06]
- Precisionsodling Sverige (POS). 2020b. *Online direktstyrning*. Tillgänglig: <https://pos.agrovast.se/precisionsskolan/matteknik/online-direktstyrning/> [2020-01-07]
- Rauch 2020. Axis M. Broschyr. Tillgänglig: <https://rauch.de/fileadmin/downloads/prospekte/AXIS/20160226XProspAXIS-M-sv-a-5800127.pdf> [2020-02-19]
- SCB. 2019. *Normskördar för skördeområden, län och riket 2019*. Jordbruksverket. Jordbruk, skogsbruk och fiske, JO 15 SM 1901. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Vegetabilieproduktion/JO15/JO15SM1901/JO15SM1901.pdf> [2019-09-20]
- SMHI. 2019. Månads-, årstids- och årskartor. Månadsnederbörd för 2019. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/manadsnederbord/arlig/2019> [2019-01-21]
- Statens jordbruksverk. 2019. *Skördeprognos för spannmål och oljeväxter 2019*. Jordbruksverket. Jordbruk, skog och fiske. JO 29 SM 1901 Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Vegetabilieproduktion/JO29/JO29SM1901/JO29SM1901.pdf> [2019-09-20]
- Stout, B. A., & Cheze, B. 1999. CIGR handbook of agricultural engineering. *Vol. III. ASAE, St. Joseph, USA*. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/profile/Michel_Havard/publication/236672359_III11_Power_Sources_2_Animals/links/55be661d08ae092e9665122d/III11-Power-Sources-2-Animals.pdf [2019-09-20]
- Tremblay, N., Wang, Z., Ma, B. L., Belec, C., & Vigneault, P. 2009. A comparison of crop data measured by two commercial sensors for variable-rate nitrogen application. *Precision Agriculture*, 10(2), 145. Tillgänglig: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-008-9080-2> [2019-09-20]
- Yara AB. 2017. *Yara N- Prognos, malkorn v 21, 2017*. Tillgänglig: <https://www.yara.se/vaxtnaring/verktygsladan/yara-n-prognos/malkorn-v-21-2017/> [2020-03-07]
- Yara AB. 2019. *Korn, Gödsling av korn. Malmö*. Tillgänglig: <https://www.yara.se/vaxtnaring/korn/godsling-av-korn/> [2019-11-10]
- Yara AB. 2020a. *Verktygslådan. Tips om noll- och maxrutor*. Tillgänglig: <https://www.yara.se/vaxtnaring/aktuellt/noll-maxruta/> [2020-06-02]

Yara AB. 2020b. *Yara N- Tester*. Tillgänglig:
<https://www.yara.se/vaxtnaring/verktygsladan/yara-n-tester/> [2020-01-07]

Bilaga 1

I tabellen visas förutsättningar för alla provpunkter, såsom lerhalt (%), fosforvärde (mg/100 g) & fosforklass samt vilken mängd utsäde (kg/ha), antal ax och vilken skörd (kg/ruta och kg/m²)

	Lerhalt	P-Al	P-AL	Tilldelningsfilen		Antal ax/m		Skörd	
				Gödning-första givan	Utsäde			Plats 1	Plats 2
Rut nr/led	%	mg/100 g	klass	kg/ha	kg/ha	Plats 1	Plats 2	kg	kg/m ²
1 A	7	4,6	III	400	160	81	67	18,4	0,604
2 A	16	3,5	II	400	200	121	89	21,9	0,714
3 A	13	4,7	III	350	185	131	160	23,6	0,770
4 A	12	5,1	III	350	180	113	93	23,5	0,759
5 A	10	6,2	III	350	170	88	71	21	0,685
6 B	13	3,7	II	329	175	107	121	30	0,816
7 B	16	3,7	II	329	175	156	142	31,5	0,862
8 B	13	5,3	III	329	175	82	98	31,4	0,862
9 B	14	4,5	III	329	175	134	121	28,4	0,789
10 B	11	6,3	III	329	175	111	113	31,9	0,878
11 A	13	4,6	III	350	180	89	114	18,9	0,776
12 A	15	3,7	II	350	180	115	85	22,3	0,900
13 A	14	4,9	III	350	180	84	122	23	0,917
14 A	16	4,6	III	300	180	102	103	20,3	0,819
15 A	14	6,3	III	300	180	122	115	22,6	0,889
16 B	11	4,1	III	329	175	96	88	27,6	0,870
17 B	12	6,3	III	329	175	108	51	24,7	0,779
18 B	12	8,2	IVA	329	175	115	101	28,8	0,924
19 B	14	7,5	III	329	175	97	110	30,6	0,962
20 B	12	10,8	IVA	329	175	106	108	29,4	0,962
21 A	11	4,4	III	300	170	116	110	24,2	0,795
22 A	11	3,7	II	300	170	129	96	24,9	0,821
23 A	10	5,7	III	300	180	93	72	27,2	0,906
24 A	12	6,3	III	300	180	98	85	27,2	0,893
25 A	13	10,1	IVA	250	180	102	88	26,3	0,855
26 B	11	4,8	III	329	175	74	118	29,5	0,807
27 B	9	5,2	III	329	175	88	82	28,3	0,774
28 B	10	4,4	III	329	175	99	86	31,4	0,862
29 B	10	4,2	III	329	175	100	92	30,5	0,837
30 B	13	10,8	IVA	329	175	102	98	31,7	0,873

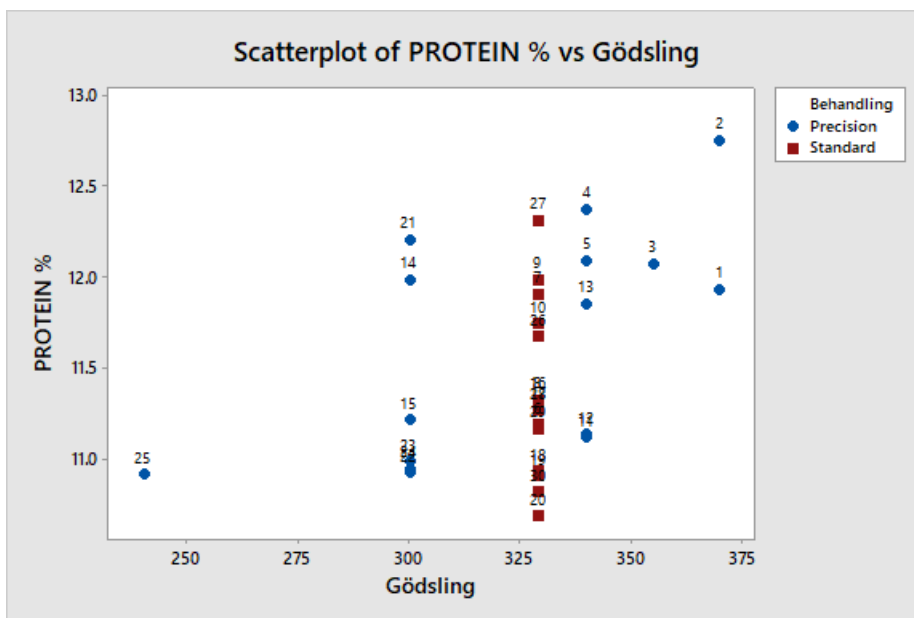
Bilaga 2

Tabell som visar vilken mängd gödning och utsäde alla punkter har fått, grundpris, proteinvärde, Tusenkornvikt (TK), skörd (g/m²), intäkt (kr), kostnader (kr) och netto (kr)

	Tilldelningsfilen								
	Gödning- första givan	Utsäde	Grundpris - /+ korrektion	PROTEIN	TK-VIKT	Skörd	Intäkt	Kostnad	Netto Intäkt - kostnad
Rut nr/ led	kg/ha	kg/ha	1,5 + X kr	%	15 % VH=KRW	kg/m ²	kr	kr	kr
1 A	400	160	1,35	11,93	56,9	0,604	8 158	2 265	5 893
2 A	400	200	1,35	12,75	58,5	0,714	9 643	2 425	7 218
3 A	350	185	1,35	12,07	58,3	0,770	10 391	2 190	8 201
4 A	350	180	1,35	12,37	60,0	0,759	10 242	2 170	8 072
5 A	350	170	1,35	12,09	60,1	0,685	9 247	2 130	7 117
6 B	329	175	1,60	11,18	58,7	0,816	13 061	2 077	10 985
7 B	329	175	1,35	11,9	60,6	0,862	11 638	2 077	9 561
8 B	329	175	1,56	11,32	59,1	0,862	13 444	2 077	11 368
9 B	329	175	1,35	11,98	60,1	0,789	10 646	2 077	8 569
10 B	329	175	1,35	11,74	58,1	0,878	11 854	2 077	9 777
11 A	350	180	1,60	11,11	57,6	0,776	12 414	2 170	10 244
12 A	350	180	1,48	11,13	58,4	0,900	13 319	2 170	11 149
13 A	350	180	1,35	11,85	57,7	0,917	12 373	2 170	10 203
14 A	300	180	1,35	11,98	58,2	0,819	11 059	1 995	9 064
15 A	300	180	1,58	11,21	59,0	0,889	14 053	1 995	12 058
16 B	329	175	1,56	11,32	59,4	0,870	13 578	2 077	11 502
17 B	329	175	1,58	11,27	54,4	0,779	12 307	2 077	10 231
18 B	329	175	1,62	10,93	54,8	0,924	14 961	2 077	12 885
19 B	329	175	1,62	10,9	55,6	0,962	15 581	2 077	13 505
20 B	329	175	1,62	10,68	57,7	0,962	15 588	2 077	13 511
21 A	300	170	1,35	12,2	59,0	0,795	10 729	1 955	8 774
22 A	300	170	1,62	10,92	59,0	0,821	13 293	1 955	11 338
23 A	300	180	1,62	10,98	57,1	0,906	14 673	1 955	12 678
24 A	300	180	1,62	10,94	56,4	0,893	14 471	1 955	12 476
25 A	250	180	1,62	10,91	56,8	0,855	13 849	1 820	12 029
26 B	329	175	1,37	11,67	58,4	0,807	11 060	2 077	8 984
27 B	329	175	1,35	12,31	57,8	0,774	10 456	2 077	8 379
28 B	329	175	1,58	11,26	58,1	0,862	13 617	2 077	11 540
29 B	329	175	1,60	11,16	56,9	0,837	13 394	2 077	11 317
30 B	329	175	1,62	10,81	55,8	0,873	14 135	2 077	12 059

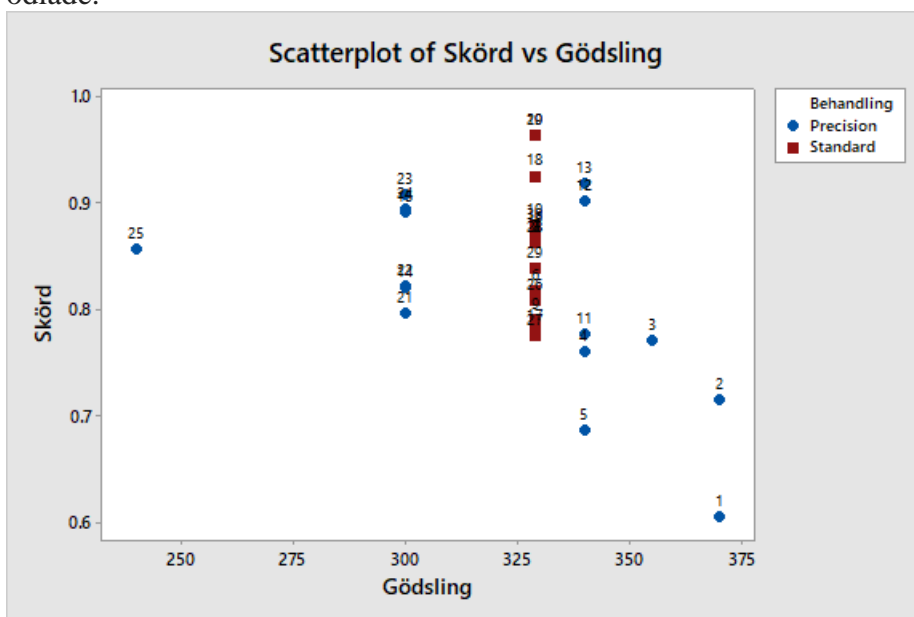
Bilaga 3

I figur 3:1 visas proteinhalten i % på y-axeln och NPK-gödslingen i kg/ha på x-axeln. De blå punkterna är precisionsodlade och de röda är konventionellt odlade.



Figur 3:1. Proteinhalt (%) vs NPK-gödsling (kg/ha).

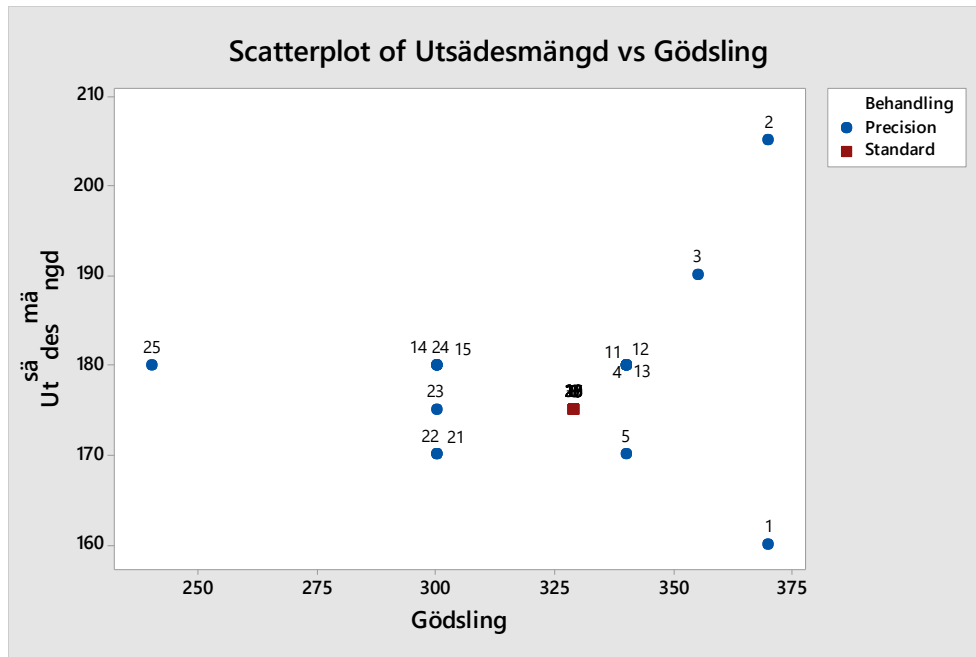
I figur 3:2 visas skörden (kg/m²) på y-axeln och NPK-gödslingen i kg/ha på x-axeln. De blå punkterna är precisionsodlade och de röda är konventionellt odlade.



Figur 3:2. Skörd (kg/m²) vs Gödsling (kg/ha).

Bilaga 4

I figuren nedan visas utsädesmängden i kg/ha i relation till NPK-gödslingen som står i kg/ha. De blå punkterna är precisionsodlade och de röda är konventionellt odlade.



Utsädesmängd (kg/ha) vs NPK-gödsling (kg/ha).

Bilaga 5

I figur 5:1 visas sambandet mellan utsädesmängden och lerhalten. Ju högre lerhalt desto högre mängd utsäde. De blå punkterna är precisionsodlade och de röda är konventionellt odlade. De sistnämnda har alltså samma utsädesmängd i alla sina punkter.

