

Fakultetet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Ådne Kjeldsen Dahlen

Bacheloroppgave

Effekter av ulike såmengder på avling og avlingsstruktur i bygg

Effect of seeding rate on yield and yield quality in barley

Bachelor i agronomi

Våren 2023

Forord

Denne bacheloroppgaven ble skrevet vårsemesteret 2023, og markerer endt studieløp ved Høgskolen i Innlandet avdeling Blæstad. Skriveprosessen har vært lærerik, og har gitt meg muligheten til å fordype meg i et interessant tema. Temaet for oppgaven ble til i forbindelse med min sommerjobb hos Norsk Landbruksrådgivning (NLR) Trøndelag i 2022. Jeg vil benytte anledningen til å takke enkelte personer som har vært til stor hjelp under arbeidet med oppgaven.

Takk til Truls Olve Terjesønn Hansen ved NLR Trøndelag for muligheten til å delta på forsøket, samt gode diskusjoner rundt temaet. Vil også takke for god hjelp til kilder, og detaljert tilgang til rådata.

Takk til Wendy Wahlen ved NIBIO Apelsvoll for tilgang til kilder i deres arkiv.

Takk til Svein Øivind Solberg for god veiledning av oppgaven gjennom hele skriveprosessen, og som engasjert foreleser tidligere i studiet.

Blæstad 31. mai 2023

Ådne Kjeldsen Dahlen

Innhold

FORORD	2
NORSK SAMMENDRAG	5
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	6
1. INNLEDNING	7
1.1 BETYDNINGEN AV KORN I NORSK LANDBRUK	7
1.2 TUSENKORN- OG HEKTOLITERVEKT	8
1.3 SÅMENGDE I BYGG	9
2. METODE	11
2.1 FORSØKSFELT	11
2.2 DATAINNSAMLING	13
2.3 DATABEHANDLING	14
2.4 BEGREPSAVKLARING	15
3. RESULTATER	17
3.1 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ HEKTOLITERVEKT	17
3.2 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ TUSENKORNVEKT	18
3.3 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ STRÅLENGDE	19
3.4 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ ANTALL AKS PER SÅRAD	20
3.5 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ AVLINGSNIVÅ	21
3.6 HYPOTESE: SÅMENGDE HAR EFFEKT PÅ MODNINGSTIDSPUNKT	22
4. DISKUSJON	23
4.1 HEKTOLITERVEKT	23
4.2 TUSENKORNVEKT	24
4.3 STRÅLENGDE	25

4.4	ANTALL AKS	25
4.5	AVLING	26
4.6	VANNPROSENT OG MODNINGSTIDSPUNKT	27
4.7	FORSØKSFELT OG DATAMATERIALE	28
5.	KONKLUSJON	29
6.	LITTERATURLISTE	30
7.	VEDLEGG	33
7.1	RÅDATA FRA FORSØKSFELTET PÅ VÆRNES	33
7.2	RÅDATA STRÅLENGDE.....	33
7.3	RÅDATA ANTALL AKS.....	34

Norsk sammendrag

Presisjonsjordbruk har for alvor gjort sitt inntog i norsk jordbruk, og variert tildeling av innsatsfaktorer på skiftenivå har blitt et viktig verktøy for å jevne ut avlingen. Å variere tildelingen av handelsgjødsel har fram til nå vært det mest anvendt i presisjonsjordbruk, men med ny teknologi på såmaskiner er det nå mulig å variere såmengden ut fra behov. Dette førte til spørsmålet om hvordan kornavlingen kan påvirkes av ulike såmengder.

Målet med oppgaven var å finne svar på hvilken effekt ulike mengder såkorn har på avling og avlingsstruktur i bygg. Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag etablerte våren 2022 et storskala forsøksfelt på Værnes Prestegård i Stjørdal kommune (Norge). Det ble brukt Thermus 2-radsbygg, og feltet var inndelt i fire ledd med henholdsvis 18, 22, 26 og 30 kg såkorn per dekar.

I forsøket ble det undersøkt effekt av såkornmengde på hektolitervekt, tusenkornvekt, antall aks per sårad, strå lengde, vannprosent og gjennomsnittsavling. Såmengde hadde statistisk signifikant effekt på strå lengden, hvor 18 og 22 kg per dekar hadde lengre strå enn 26 og 30 kg per dekar. Det var også en signifikant effekt på vannprosent da økte såmengder så ut til å gi tørrere korn. Såmengde hadde ikke statistisk signifikant effekt på verken hektolitervekt, tusenkornvekt, antall aks per sårad, eller gjennomsnittsavling. Ut fra forsøket ser det ut til at de ulike såkornmengdene hadde signifikant effekt på strå lengde og vannprosent, og ingen signifikant effekt på avling eller de andre utprøvde avlingskomponentene. Dette forsøket er kun utført i løpet av ett år og innenfor ett begrenset område, noe som må tas i betraktning til resultatene.

Engelsk sammendrag (abstract)

Precision farming in agriculture has become important in optimizing and equalizing yield at every hectare. Spreading fertilizer with rate-control has been one of the most common methods to vary agricultural inputs. New technology in seeders has also made it possible to vary seeding rate in different grain after need. This brings up the question on how the seeding rate can affect the grain.

In this project our target was to determine the effect of different seeding rates in barley on yield and yield quality. To find the effects of seeding rates, Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag established an experimental field with four different seeding rates of 180, 220, 260 and 300 kg per hectare. The common type of barley, Thermus, was used in this experimental field. The field was located in Stjørdal municipality in Norway.

We examined the effect of seeding rates on hectolitre weight, thousand grain weight, number of spikes, straw length, water percentage, and total yield. We found a statistic significant effect on straw length with different seeding rates, where 180 and 220 kg per hectare had longer straw than 260 and 300 kg per hectare. We also found a significant effect on water percentage, where higher seeding rates gave dryer grain. We found no statistic significant effect of seeding rate on hectolitre weight, thousand grain weight, number of spikes, or yield. In our experiment seeding rate seemed to effect straw length and water percentage, and no effect on yield nor the rest of the yield quality. We should keep in mind that this experiment was just from one growing season, and that other years with different climate may affect the barley different.

1. Innledning

1.1 Betydningen av korn i norsk landbruk

Blant de mest vanlige kornsortene i Europa er bygg (*Hordeum vulgare*). Bygg er også den eldste kornarten som dyrkes i Nord-Europa, og har vært en viktig kornart i et europeisk kosthold. Andre vanlige kornarter i Europa er hvete (*Triticum aestivum*), havre (*Avena sativa*) og rug (*Secale cereale*), men disse er noe yngre enn bygg. Bygg er en hardfør sort som har lave temperaturkrav og kort veksttid, noe som gjør den er godt egnet i et nordisk klima (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 7). I Norge er det eldste funnet av hvete og bygg gjort i Fredriksstad der hvor korndyrkere levde for 4000-4500 år siden. Det antas at bygg er den eldste kornarten i Norge, og har vært den kornarten med størst dyrkingsomfang i landet (Strand, 1984, s. 10). Alt bygg som dyrkes i Norge stammer fra familien *Hordeum vulgare*. I familien er det to former for villbygg som ligner artene 6-radsbygg og 2-radsbygg som vi dyrker i dag. De viltvoksende artene av bygg har liten agronomisk verdi da den både har sprø stilk og er småfrøet (Strand, 1984, s. 47).

I 1888 startet en systematisk forsøksnemd ved Sveriges Utsadesforening i Skåne som ble et sentrum for moderne planteforedling. Foredlingen gikk først og fremst ut på å samle inn uforedlete kulturplanter for å dyrke de beste videre. Frø fra de utvalgte plantene som var mest lovende ble dyrket videre i et radsystem. De fleste frøene ble vraket fra forsøksarbeidet, mens frø fra de aller beste kulturplantene ble med videre i planteforedlingen (Bjørnstad, 2010, s. 180). Utover 1900-tallet ble Mendels arvelov stadig mer benyttet i foredlingsarbeid som inspirerte til kryssing av kornsorter med ønskede egenskaper. Tidligere var det vanlig med kornåkrer hvor strå lengden kunne være opp til 150 cm lang. Åkrene var svært utsatt for legde, særlig etter at handelsgjødsel ble stadig mer utbredt, noe som ga større avling og et tyngre korn. Avlsarbeidet utover 1900-tallet har ført til at kornet har fått et gradvis kortere og mer robust strå til det vi kjenner i dag blant de moderne kulturplantene (Bjørnstad, 2010, s. 180–181).

I Norge i dag dyrkes det korn på 2 835 000 dekar, hvor bygg utgjør den kornarten det dyrkes mest av arealmessig på 1 427 400 dekar (Statistisk Sentralbyrå [SSB], 2023). Omfanget av byggdyrkingen i Norge sammenlignet med andre kornslag kommer trolig av byggets korte veksttid fram til modning, og et lavt krav til veksttemperatur (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 4). Dyrket mark i Norge er en begrenset ressurs med kun 3 % av landarealet, tilsvarende rundt

10 millioner dekar. Av dette arealet er det kun ca. 30 % av arealet som er egnet til å dyrke matkorn (Regjeringen, 2021). Jordbruksareal til kornproduksjon er en begrensende ressurs, og er derfor avhengig av et sterkt jordvern. Et mål for næringa er å effektivisere arealproduktiviteten for å produsere større avlinger på det begrensende jordbruksarealet. Det er også et politisk mål å produsere nok og sikker mat til Norges befolkning (Norges bondelag, 2020, s. 5).

1.2 Tusenkorn- og hektolitervekt

Tusenkovnvekt er en viktig avlingskomponent og gir en indikasjon på størrelsen til kornet. Dette måles ved å telle og veie opp 100 representative korn fra et parti, for så å multiplisere det med 10. Gjøres dette flere ganger får man et resultat som representerer et såkornparti. Å vite størrelsen på såkornet er viktig for å kunne beregne riktig såmengde (Berland Frøseth et al., 2022). Tusenkornvekta til kornet kan variere fra år til år, og mye skyldes variasjon i klima. Når tusenkornvekta er lav ved normal spireprosent betyr det at man må redusere såmengde i kg per dekar for å få rett antall planter per kvadratmeter. Riktig antall planter for bygg i Mjøsregionen er 400 per kvadratmeter. Planter per dekar kan justeres opp på dårlig jord eller ved sent såtidspunkt (Langeland, 2021). Av klimatiske faktorer som påvirker tusenkornvekt i bygg har økte temperaturer større betydning enn et endret nedbørsmønster. Høye temperaturer (>30 grader celsius) i korte perioder under mating og blomstring, har mye å si for både avling og avlingskvalitet, som at tusenkornvekta blir lavere (Högy et al., 2012, s. 1470). Tidligere studier har også vist at bygg får i snitt 4 % lavere tusenkornvekt ved en jordtemperatur som er gjennomsnittlig 2,5 grader varmere enn kontrollfeltene (Högy et al., 2012, s. 1471).

Hektolitervekt er et mål på kornets egenvekt (Eurofins, 2023). En høy hektolitervekt sier noe om kvaliteten til kornet, som malt- og fôringskvalitet. En god avling henger sammen av flere komponenter, blant annet høy tusenkorn- og hektolitervekt. Ved høy tusenkorn- og hektolitervekt er man mer utsatt for legde, noe som påvirker både avling og kornkvalitet. I hvor stor grad legde påvirker tusenkorn- og hektolitervekt vil avhenge av i hvilket vekststadie kornet legger seg. Får man legde før matingen av kornet, vil det ha større effekt på hektoliter- og tusenkornvekt enn om det legger seg etter matingen. Ved legde er kornavlingen også mer utsatt for sykdomsangrep, noe som påvirker kornkvaliteten negativt (Mirosavljević et al., 2015, s. 78).

1.3 Såmengde i bygg

Å velge riktig såmengde er et godt utgangspunkt for å gi en god avlingsstruktur. Riktig såmengde påvirker vekstens utvikling og oppbygning som omfatter plantestørrelse, -tetthet og strå lengde. Såmengden påvirker også forholdet mellom antall planter og buskingskudd, samt aks- og kornstørrelse. Den har også virkning på kvalitetsegenskaper som hektolitervekt og kjemisk innhold. Såmengde kan oppgis som antall planter per kvadratmeter, eller som kg per dekar (Strand, 1984, s. 91).

Såmengde i korn beregnes ut fra ønsket antall planter per kvadratmeter, tusenkornvekt og spireprosent. Antall planter per kvadratmeter varierer mellom kornslag, hvor man ønsker færrest planter i bygg og høstkorn, og flest i vårhvete. For 6-radsbygg er det anbefalte antallet planter per kvadratmeter 450-500. 2-radsbygg har noe høyere evne til å buske seg enn 6-radsbygg, og av den grunn er det anbefalt med 425-475 planter per kvadratmeter i 2-radsbygg. Både kornets tusenkornvekt og spireprosent avgjør såmengden per dekar. For å få rett antall kg per dekar benyttes denne formelen: $\text{Ønsket antall planter per m}^2 * \text{Tusenkorvekt} / \text{Spireprosent} * 10$ (Berland Frøseth et al., 2022). Ønsket plantetall per kvadratmeter kan variere ut fra forhold ved såing og såtidspunkt. Ved tidlig såing på en lett jordart med god temperatur og fuktighetsforhold vil det vanligvis tilsi en lavere såmengde. På en tyngre jordart og sen såing vil det vanligvis være nødvendig å øke såmengden. Ved tidlig såing er også sannsynligheten for å få gode buskingsforhold større. Ved gode buskingsforhold kan kornplanten, særlig bygg, kompensere for lave såmengder (Berland Frøseth et al., 2022).

Spireprosent sier noe om hvor mange korn i et parti som er spiredyktige. Et såkorn med god spireevne og etableringskraft er de viktigste forutsetningene for en god såkornkvalitet. Om spireprosenten for såvaren ligger over 95 %, anses såkornet som svært spiredyktig og livskraftig. Om spireprosenten er lavere enn 95 %, tyder det på at såvaren har vært utsatt for en hard påkjenning, og at en del av såkorna ikke er i stand til å spire under normale forhold. I et parti med lav spireprosent kan en også regne med at selv det såkornet som spirer er svekket. I hvor stor grad såkornet er svekket avhenger av årsaken til at spireprosenten er lav. Dersom årsaken er at vannprosenten var høy ved tresking, eller lagring med høyt vanninnhold, er såkornpartiet minst verdt (Strand, 1984, s. 92).

I de senere år har presisjonsverktøy gitt oss muligheten til å variere innsatsfaktorer som gjødsel og såkorn etter vekstvilkårene innad på skifte. Gode vekstvilkår innebærer blant annet god

tilgang på vann og næring. I områder med gode vekstvilkår vil kornplanten buske seg mer og strået bli lengre, noe som øker legderisikoen. I områder med dårligere vekstvilkår, derimot, ser man at planten ikke busker seg så mye, samt blir kortere og gir lavere legderisiko (Langeland, 2020). Ved å variere mengden såkorn innad på et skifte er målet å redusere risikoen for legde på de gode områdene, og øke antall aks per kvadratmeter og avling på de områdene med dårligere vekstvilkår. Ved å jevne ut plantebestanden fra starten av legger man grunnlaget for ei god avling (Terjesønn Hansen, 2020).

Ut fra forsøk og erfaringer er det kommet fram til anbefalte såmengder i ulike kornarter. Optimal såmengde varierer ut fra mange forhold, både lokasjonsbestemte som jordart og jordforhold, og sesongavhengige som klima og såtidspunkt. Med nyere teknologi på markedet gir det muligheter for å variere mengden såkorn innad et skifte, noe som gjør det mulig å tildele riktig mengde såkorn på riktig plass. Derfor er det interessant å se på hvilke utslag en kan få av å bruke ulike såmengder i bygg hvor vekstforholdene er like.

Problemstillingen ble: *Undersøke effekten av såmengder i bygg fra 18 til 30 kg per dekar på avling og ulike avlingskomponenter.*

For å besvare problemstillingen benyttes et forsøksfelt hos Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag, og følgende hypoteser:

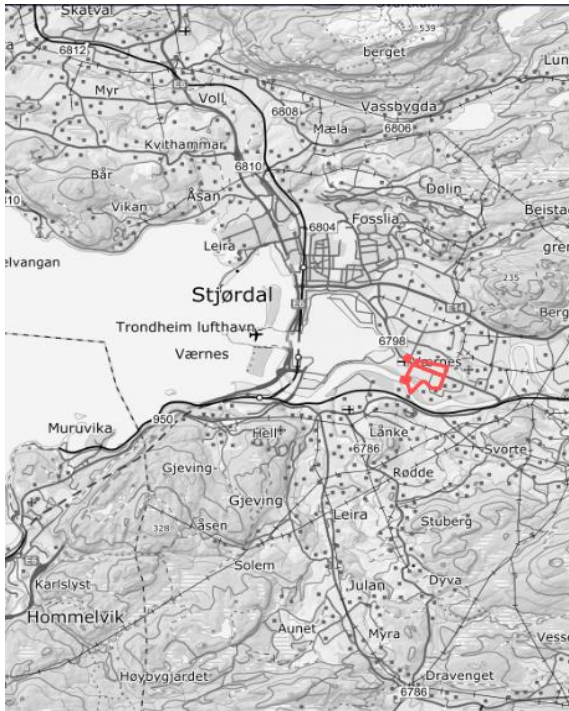
- 1. Såmengde har effekt på hektolitervekt*
- 2. Såmengde har effekt på tusenkornvekt*
- 3. Såmengde har effekt på strå lengde*
- 4. Såmengde har effekt på antall aks per sår*
- 5. Såmengde har effekt på avling*
- 6. Såmengde har effekt på modningstidspunkt*

2. Metode

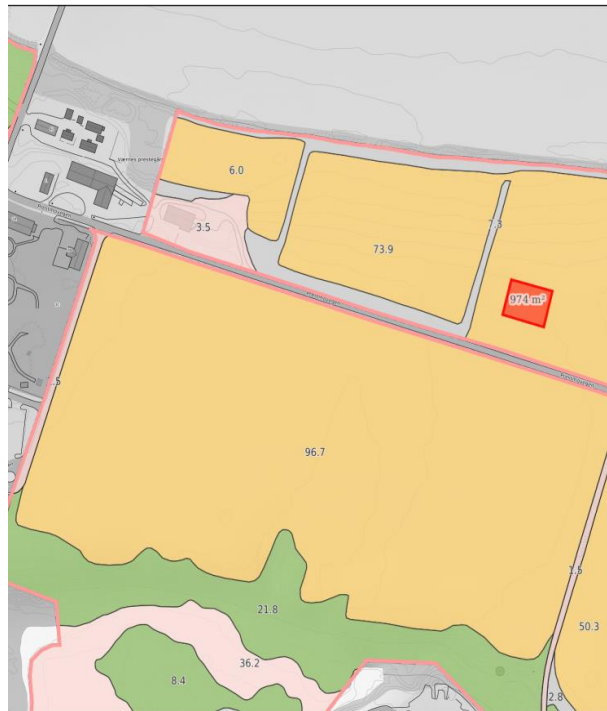
2.1 Forsøksfelt

I denne oppgaven er det tatt utgangspunkt i et storskala forsøksfelt anlagt av NLR Trøndelag. Forsøksfeltet ble etablert på et skifte på Prestegården som er en gård som NLR Trøndelag forpakter av Stjørdal kommune 108/1-5035 (figur 1 og 2)(Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], u.åa). Forsøksfeltet er et storskala felt med fire ledd og ett gjentak, der tre av leddene er 9 meter bred, og ett er 12 meter bredt. Alle leddene er 27 meter lange (figur 3). Hensikten med forsøket er å se etter utslag på avling og ulike avlingskomponenter ved ulike såmengde. Av såmengder er det brukt 18, 22, 26 og 30 kg per dekar (daa) fordelt på hver sin rute.

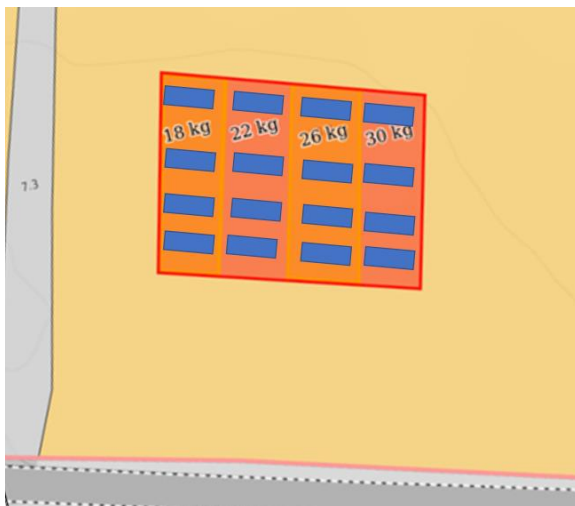
Feltet ble pløyd den 25. mai 2022 med en Kverneland ES 80 4-skjærs vendeplog med kropp 28 (Kverneland Group, Klepp, Norge). 26. mai 2022 ble det brukt en Globus 450 crosskill trommel (Herde industrier, Nærbø, Norge) til forberedelse av såbed, og denne ble kjørt to ganger samme dag. Feltet ble sådd den 29. mai 2022 med 2-radsbygg av sorten Thermus (Sejet, Horsens, Danmark). Det ble også tildelt 40 kg Yara mila 22.3.10 fullgjødsel ved såing over hele feltet (Yara, Porsgrunn, Norge). Såmaskina som ble brukt var en Thume Supernova kombi 3-meter (Thume-Agri OY, Turenki, Finland). Feltet ble ugrassprøytet 10. juli 2022 i BBCH 32 med 1,5 g/daa Express gold (FMC Agricultural solutions, Harboøre, Danmark) og 50 ml/daa MCPA (Nurfarm Nordics HQ, Saxtorp, Sverige). Soppsprøytinga ble gjort 20. juli 2022, og det ble brukt 60 ml/daa med Aviator Xpro (Bayer, Leverkusen, Tyskland). Forsøksfeltet ble høstet 4. oktober 2022 med en Massey Ferguson 8xp (Sampo Rosenlew Ltd, Pori, Finland). Høsterutene var 1,5*7,5 meter i tre av rutene og 1,5*10,5 i den siste ruta.



Figur 1. Værnes prestegård i Stjørdal (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], u.åa)



Figur 2. Plassering av forsøksfelt på prestegården (rød) (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], u.åa)

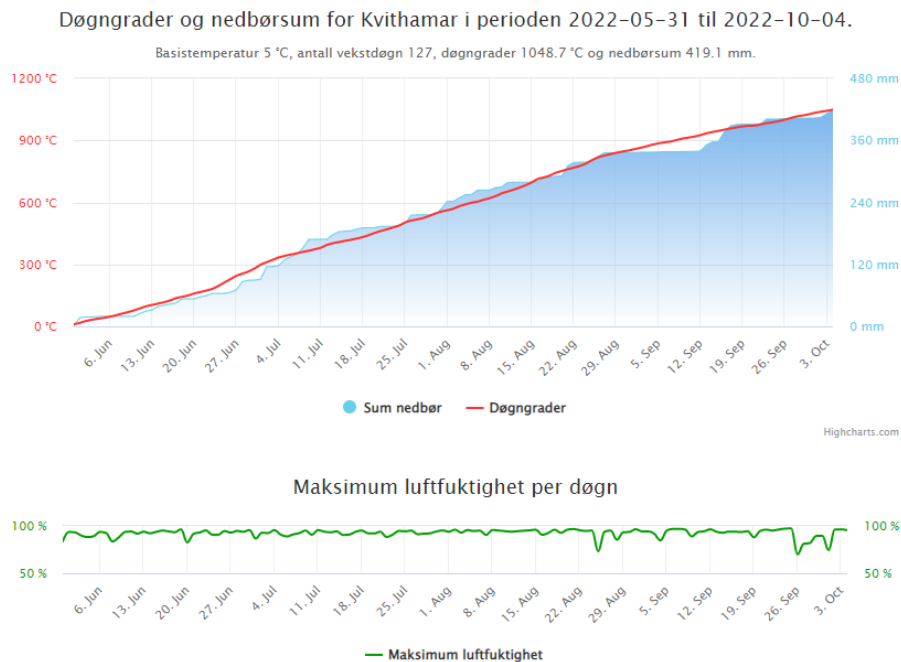


Figur 3. Inndeling etter ledd-behandling (oransje/rød), og forenklet illustrasjon av høsterutene (blå). Illustrasjon: PowerPoint av Ådne Kjeldsen Dahlen

Tabell 1. Ledd med tilhørende såkornmengde

Ledd nr.	Kg såkorn/daa
Ledd 1	18 kg
Ledd 2	22 kg
Ledd 3	26 kg
Ledd 4	30 kg

Værstasjonen som er benyttet ligger på Kvithamar (Stjørdal, Norge) ca. 5,8 km i luftlinje fra forsøksfeltet. Værstatistikk fra Landbruksmeteorologisk tjeneste (NIBIO) fra sådato og frem til innhøsting av forsøksfeltet er presentert i figur 4, og viser døgngrader og nedbørssum. NIBIO definerer døgngrader som *antall dager x (middeltemperatur - basistemperatur)*. (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], 2022a).



Figur 4. Utklipp fra Landbruksmeteorologisk tjeneste (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], 2022a).

2.2 Datainnsamling

Innsamling av rådata ble gjort i tre omganger. Første innsamling ble gjort 29. juli 2022 i BBCH 55-59 da det ble registrert strå lengde og antall aks per sårad. For å få et representativt utvalg ble én meter av en tilfeldig sårad høstet inn fra fire tilfeldige steder i hvert ledd. Én meter sårad tilsvarer én bunt (figur 5). Fra hver innsamlede bunt ble det registrert antall aks og sideskudd. Forskjellen i antall sideskudd varierte lite og er derfor ikke tatt med i resultat og diskusjon. For å måle strå lengde brukte vi en tommestokk og målte fra jorda opp til bunnen av akset. Målingene ble gjort på tre tilfeldige steder i hvert ledd, og det ble gjort tre tilfeldige målinger på hvert sted innad i hvert ledd.



Figur 5. Bunter til akstelling. Foto: Ådne Kjeldsen Dahlen.

Andre innsamling ble gjort under høstinga 4. oktober 2022 i BBCH 88. Det ble tresket ut 75 cm fra kantene av hvert ledd for å minimere eventuelle kantvirkninger i resultatene. Det ble høstet på tvers av leddene med fire repetisjoner (figur 3). I hvert ledd ble råavlinga veid opp og notert. Prøvene ble så lagt i tørkekasser på korntørka.

Tredje innsamling ble gjort 6. januar 2023 da tørr avling, hektoliter- og tusenkornvekt ble registrert på forsøksstasjonen til NLR Trøndelag på Kvithamar (Stjørdal, Norge). For å finne tørravling ble det brukt en vekt (*Mettler PM 15*). Vi tarete for pose og merkelapp før vi veide opp tørravlinga. Før videre analysering ble kornet rensert for snerp og halmrester i en kornrens. For å finne hektolitervekt og vannprosent ble det brukt en *SuperMatic 20*. For å finne tusenkornvekta brukte vi en *Numigral seedcounter EPL*. Denne talte og veidde opp 100 korn som ble multiplisert med 10.

2.3 Databehandling

Til behandling og analysering av data ble det benyttet variansanalyse (ANOVA) i programmet Microsoft Excel 365. Ettersom hensikten med oppgaven er å finne effekten av en variabel faktor, altså de ulike såmengdene, ble det brukt enveis ANOVA. Rådatasettet inneholder råavling fra innhøstinga, tørravling, hektoliter- og tusenkornvekt fra behandling av prøvene. Avling per dekar fant vi ved å beregne $\text{tørr avling} \cdot \text{rutearealet}$. For å få avling per dekar ved 15 % vanninnhold må tørr avling multipliseres med et forholdstall ut fra vannprosenten i den

ferdig nedtørkede prøven. Forholdstallet finner man ved å benytte formelen $1+(15\text{-vann\%})/10$. *Tørr avling/daa*forhåndstallet* gir dermed avling per dekar ved 15 % vanninnhold. For å finne vannprosenten ved høsting benytter man formelen $\text{rå avling-tørr avling/rå avling(g)}$. Videre i oppgaven er avlingsnivå korrigert til avling per dekar ved 15 % vanninnhold. I analysene er signifikansnivået satt til 0,05.

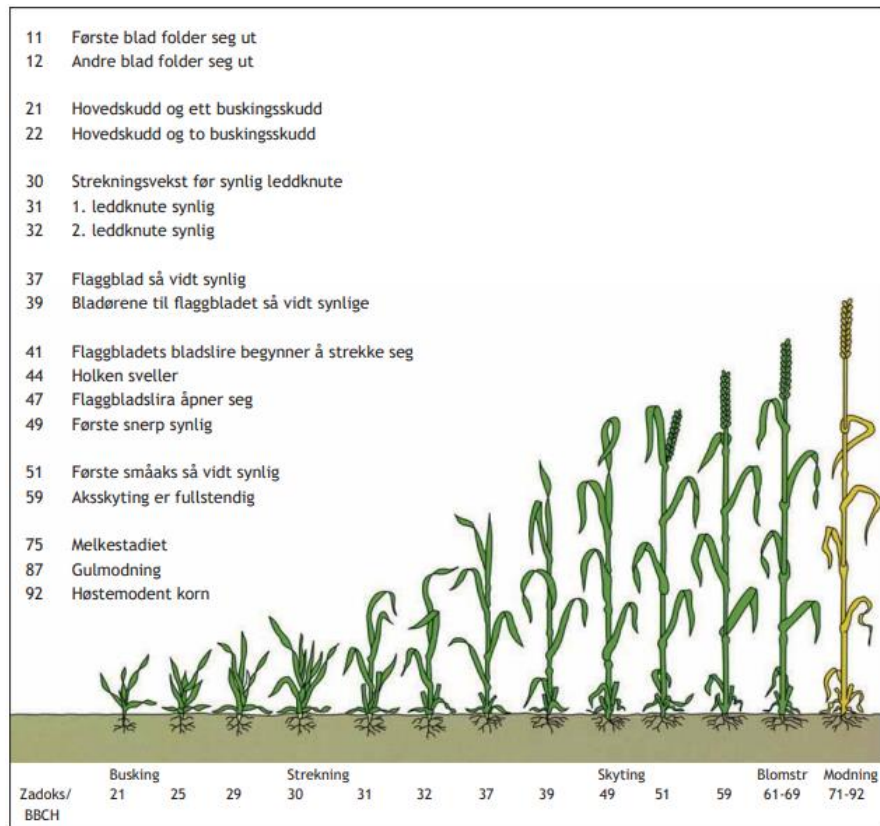
2.4 Begrepsavklaring

Standardavvik/standard deviation (SD) er et mål på variasjon. Standardavviket sier noe om hvor langt fra gjennomsnittet de enkelte verdiene er. Standardavvik er kvadratrota av variansen. Av Nasjonal Digital Læringsarena forklares utregninga av variansen slik «For kvar verdi reknar vi ut avstanden til gjennomsnittsverdien. Kvar avstand kvadrerer vi, og så summerer vi alle kvadrata. Summen blir delt på talet på verdiar. Det talet vi då får, blir kalla varians.» (Kristensen & Aanensen, 2019).

Statistisk signifikans er et begrep som brukes i en vitenskapelig vurdering av sammenhengen eller endringene i en statistisk analyse. Et resultat er statistisk signifikant hvis en kan konkludere med at forskjellen eller endringen som er funnet faktisk er reell. I vurderingen av om et resultat er statistisk signifikant, gjøres det opp mot en statistisk modell og et signifikansnivå (Braut & Frøslie, 2022).

P-verdi er en tallverdi som viser sikkerheten i beregningene. Kort forklart er det realistisk å si at det er en forskjell mellom gruppene når P-verdien er under det bestemte signifikansnivået (0,05). Er P-verdien over 0,05 er det usikkerhet i forskjellen mellom gruppene. Usikkerheten øker med en økende P-verdi (Strand, 2018).

Zadoks skala, også kjent som BBCH, gir en oversikt over vekstutviklingen i korn ved hjelp av tallkoder og tilhørende beskrivelse av de ulike utviklingsstadiene (figur 6) (Strand, 2018).

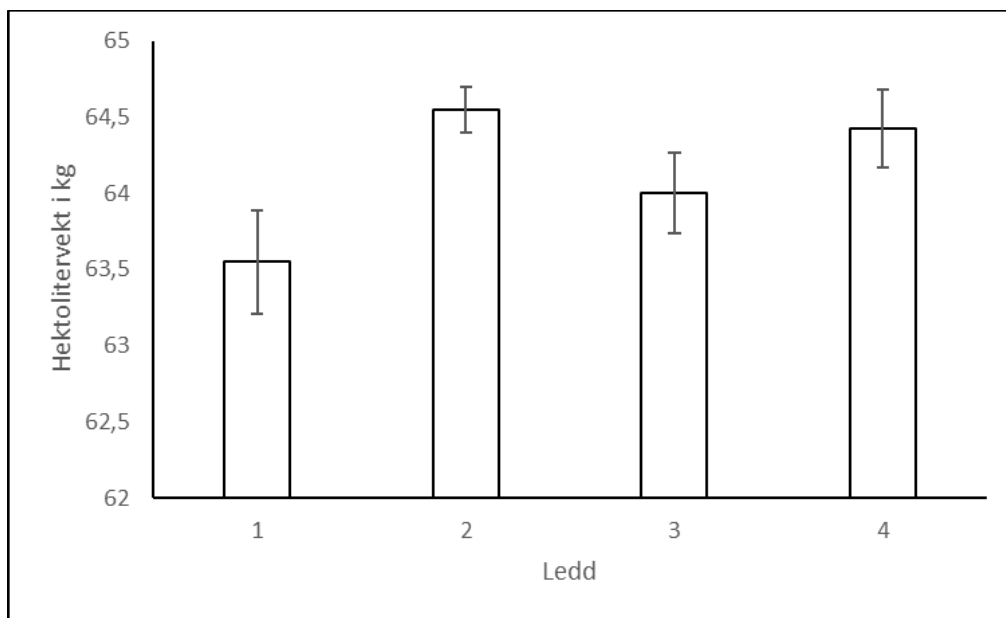


Figur 6. BBCH/Zadoks skala (Strand, 2018).

3. Resultater

3.1 Hypotese: Såmengde har effekt på hektolitervekt

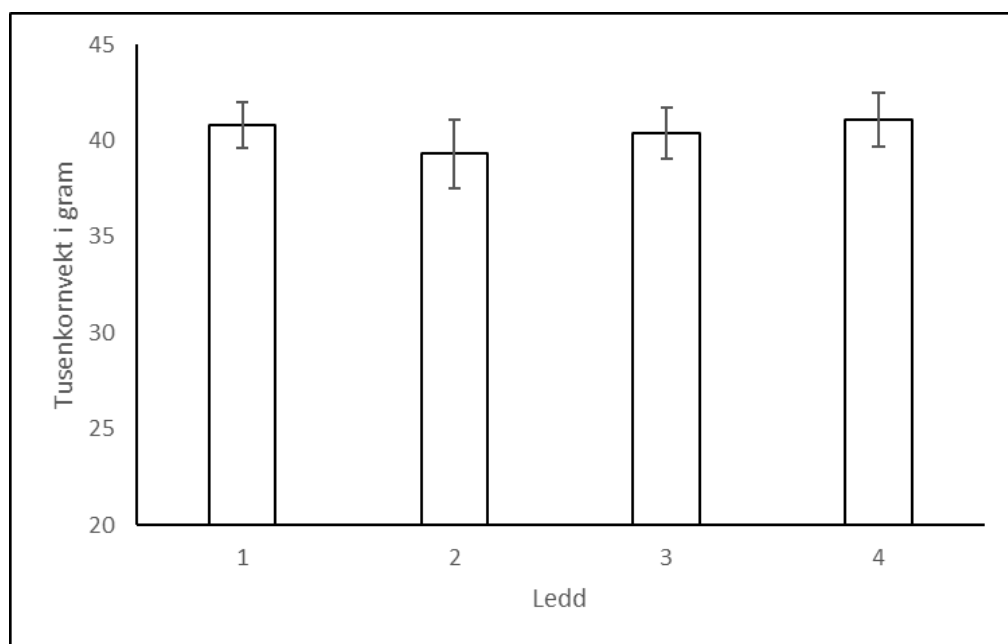
Resultatene varierte svært lite, men noen små forskjeller mellom de ulike leddene var det. Gjennomsnittlig hektolitervekt er lavest i ledd 1 med 63,5 kg (\pm SD=0,33). For ledd 2 er hektolitervekta 64,5 kg (\pm SD=0,15), som var den høyeste registrerte hektolitervekta. I ledd 3 var hektolitervekta litt lavere med 64,3 kg (\pm SD=0,26), før den gikk litt opp igjen i ledd 4 med 64,4 kg (\pm SD=0,25). Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom hektolitervekt og ulike såmengder i bygg ($F(3,12)=3,03$, $P=0,07$). Variasjonen mellom hver registrering er relativt liten, noe som gir et lite standardavvik (figur 7).



Figur 7. Gjennomsnittlig (\pm SD) hektolitervekt i kg med ulik såmengde fra 18 til 30 kg per dekar.

3.2 Hypotese: Såmengde har effekt på tusenkornvekt

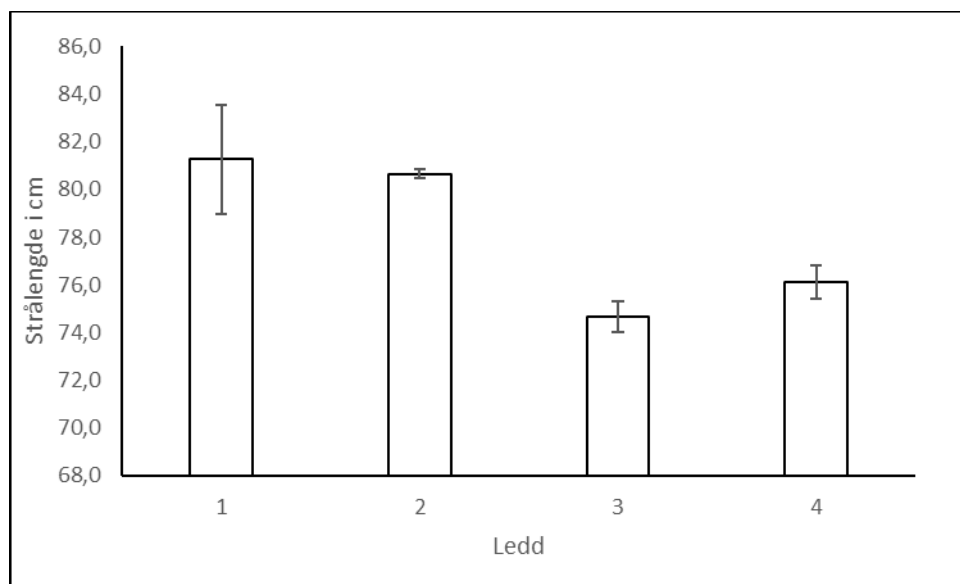
Gjennomsnittsvakta varierte relativt lite, men det var noen små forskjeller. For ledd 1 er tusenkornvekta 40,8 gram (\pm SD=1,2). Vekta er litt lavere i ledd 2 hvor den ble målt til 39,3 gram (\pm SD=1,77). Tusenkornvekta økte litt igjen i ledd 3 hvor den var 40,4 gram (\pm SD=1,33), og i ledd 4 hvor den var 41,1 gram (\pm SD=1,38), som også var den høyeste registrerte tusenkornvekta i forsøket (figur 8). Med så liten variasjon ble ingen statistisk signifikant forskjell mellom ulike såmengder og tusenkornvekt registrert ($F(3,12)=0,29$, $P=0,82$).



Figur 8. Gjennomsnittlig (\pm SD) tusenkornvekt i gram med ulike såmengder fra 18 til 30 kg per dekar.

3.3 Hypotese: Såmengde har effekt på strå lengde

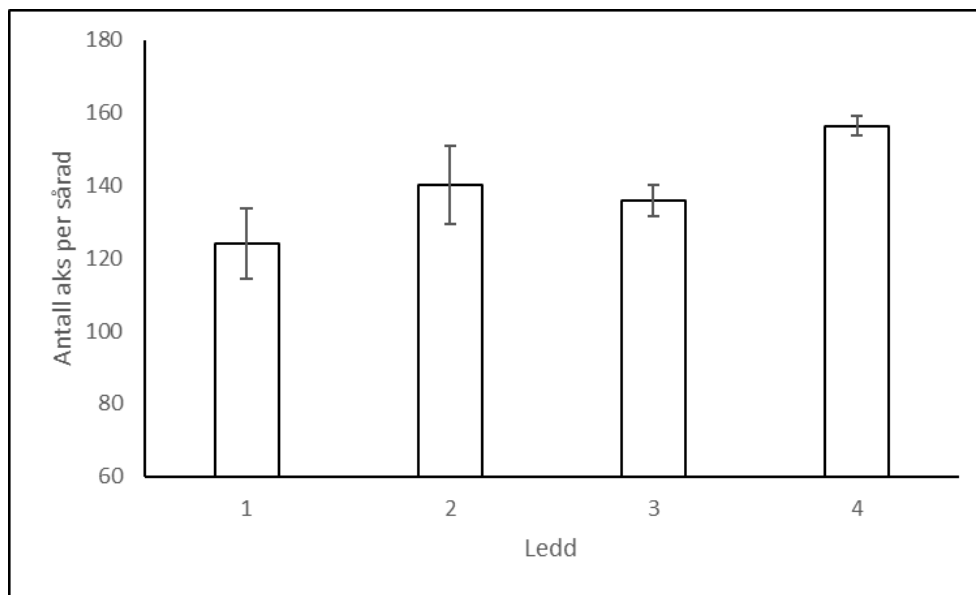
Den lengste strå lengden ble registrert i de to første leddene med 18 og 22 kg såkorn. I ledd 3 og 4 ble det målt noe lavere strå lengde. Ledd 1 hadde en strå lengde på 81,3 cm (\pm SD=2,3) som var den høyeste registrerte strå lengden. Ledd 2 hadde strå lengde på 80,7 cm (\pm SD=0,19). Ledd 3 hadde den korteste strå lengden med 74,7 cm (\pm SD=0,66), mens ledd 4 var litt lengre med 76,1 cm (\pm SD=0,69). Med forskjellen fra ledd 1 og 2 til ledd 3 og 4 ble det funnet en statistisk signifikant forskjell mellom strå lengde og såmengde ($F(3,8)=6,97$, $P=0,01$). Det er relativt stort variasjon i målingene i ledd 1 sammenlignet med de andre, som gir et større standardavvik (figur 9).



Figur 9. Gjennomsnittlig (\pm SD) strå lengde i cm mellom ulike såmengder fra 18 til 30 kg per dekar.

3.4 Hypotese: Såmengde har effekt på antall aks per sårad

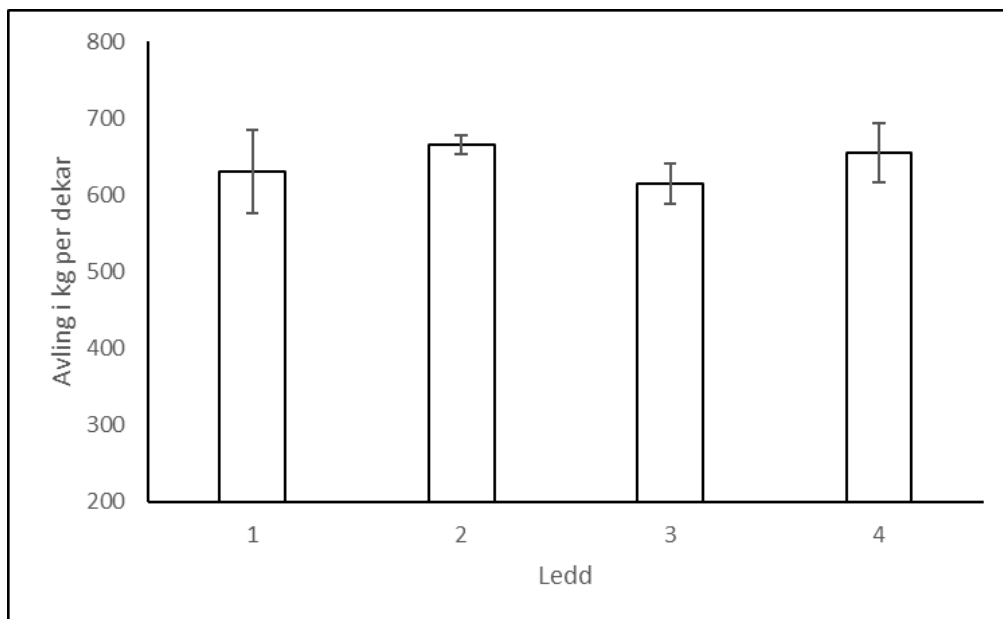
Antall aks var lavest i ledd 1 med 124 (\pm SD=9,6). Antallet økte litt i ledd 2 før det gikk litt ned igjen i ledd 3. I ledd 4 økte antall aks igjen til 156 (\pm SD=2,7), som også var det høyeste registrerte antallet aks i forsøket. I ledd 1 og 2 var det et noe større sprik i resultatene, noe som resulterte i et litt større standardavvik (figur 10). Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom antall aks per sårad og ulike såmengder ($F(3,8)=3,06$, $P=0,09$). Det ser allikevel ut til at antall aks øker litt med større såmengder.



Figur 10. Gjennomsnittlig (\pm SD) antall aks per sårad for såmengder fra 18 til 30 kg per dekar.

3.5 Hypotese: Såmengde har effekt på avlingsnivå

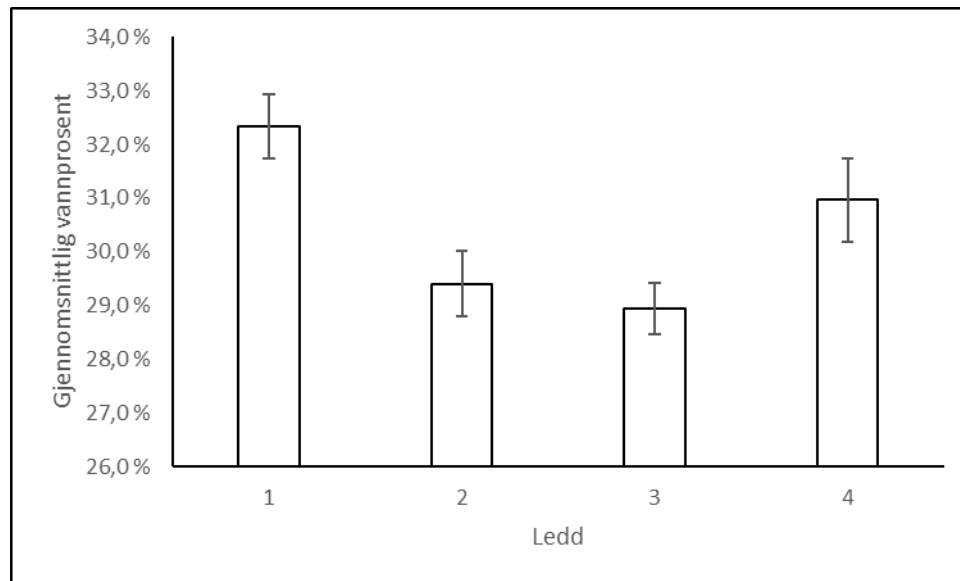
Avlingene som er presentert er regnet om til avling ved 15 % vanninnhold. Gjennomsnittlig avling for ledd 1 var 630 kg (\pm SD=54). Avlingen økte i ledd 2 til 666 kg (\pm SD=12), som også var den gjennomsnittlig høyeste registrerte avlingen i feltet. I ledd 3 var avlingen litt lavere med 615 kg (\pm SD=27), noe som var den gjennomsnittlig laveste registrerte avlingen. I ledd 4 var avlingen noe høyere igjen med 655 kg (\pm SD=38) (figur 11). Det er ingen statistisk signifikant forskjell i avlingsnivå mellom ulike såmengder ($F(3,12)=0,4$, $P=0,75$).



Figur 11. Gjennomsnittlig (\pm SD) avling med ulike såmengder fra 18 til 30 kg per dekar.

3.6 Hypotese: Såmengde har effekt på modningstidspunkt

Gjennomsnittlig vanninnhold i ledd 1 var 32,3 % (\pm SD=0,60%), noe som var det høyeste registrerte vanninnholdet. Et lavere vanninnhold ble registrert i ledd 2 med 29,4 % (\pm SD=0,61%), og ledd 3 med 28,9 % (\pm SD=0,47%). Vanninnholdet var litt høyere igjen i ledd 4 med 31 % (\pm SD=0,77%) (figur 12). Det er statistisk signifikant forskjell mellom såmengde og gjennomsnittlig vanninnhold ($F(3,12)=6,13$, $P=0,008$).



Figur 12. Gjennomsnittlig (\pm SD) vannprosent med ulike såmengder fra 18 til 30 kg per dekar.

4. Diskusjon

4.1 Hektolitervekt

Hektolitervekta på de ulike leddene varierte noe, hvor ledd 1 med lavest såmengde på 18 kg, ga lavest hektolitervekt. Ledd 1 hadde 1 kg lavere vekt enn ledd 2 (med 22 kg såkorn) som hadde den høyeste hektolitervekta med 74,55 kg. I variasjonsanalysen fikk vi en P-verdi på 0,07, noe som er 0,02 prosent over P-verdien på 0,05 som vi har som utgangspunkt for å bestemme om en hypotese er sann eller ikke. Med så små marginer skal man være forsiktig med å konkludere med at såmengden ikke påvirker hektolitervekta, da det ser ut til å være små variasjoner mellom leddene. Med de variasjonene i dette resultatet kan det se ut til at såmengde ikke har nok effekt på hektolitervekt til å styrke hypotese 1.

Hektolitervekta på kornet påvirkes mye av genetikk, men påvirkes også av klima- og miljøfaktorer som gjør at kornet ikke oppnår den vekta det bør ha. Vekstforholdene som har mest å si for kornets egenvekt er tørke under vekstsesongen, men også frost under modning (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 7). I vekstsesongen 2022 fikk bønder i området rikelig med nedbør. 1.juni, dagen etter at forsøksfeltet ble sådd, kom det 16 mm nedbør. Etter én uke med oppholdsvær regnet det jevnt resten av juni, noe som ga en god rotbløyte kombinert med lavere temperaturer, noe som ga gode buskingsforhold (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], 2022b). Den totale nedbørsmengden for juni var 91 mm, mens fra såing fram til september kom 337 mm nedbør (Varsling innen planteskadegjørere [VIPS], 2022). Fra 1. august og fram til høsting var den laveste middeltemperaturen målt til 5,9 grader celsius den 21. september (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], 2022b). Denne kombinasjonen ga verken tørke i vekstsesongen eller frost under modning som skulle ha påvirket hektolitervekta.

Det finnes lite forskning på hvilken effekt såmengde i bygg har på hektolitervekt, men i et forsøk utført av NIBIO i vekstsesongene 2014-2017 undersøkte de effekten av utsatt såing og ulike såmengder på blant annet hektolitervekt i høsthvete. Forsøket ble utført i felt plassert på syv ulike steder i Norge hvor høstkorn kan dyrkes, og det ble brukt såmengder fra 6,7 kg til 27,2 kg per dekar. På grunn av utvintring og vannskader på noen av feltene var det elleve felt som ble tatt med i forsøket. I forsøket var det planlagt tre såtidspunkt. Ettersom varmesum varierte mellom felt og år ble sådatoene gruppert etter varmesum. De kom fram til at hektolitervekt på hvete med høye varmesummer varierte lite ut fra hvilken såmengde som var

valgt. På de feltene som var sådd sent og hadde en lav varmesum fikk de en signifikant økning i hektolitervekt av å øke såmengdene. Lavere hektolitervekt ved lave såmengder kan komme av at en får senere og ujevn modning som følge av økt grad av busking (Waaen & Abrahamsen, 2018, s. 127). Ettersom dette forsøket gikk på høsthvete, er det utilstrekkelig å skulle sammenligne direkte med våre resultater, men at sen såtid og lave såkornmengder kan gi sen og ujevn modning er relaterbart til byggdyrkingen. Ettersom forsøksfeltet til NLR ble sådd 31. mai, noe som er sent sammenlignet med et normalår i Trøndelag, skulle man tro at det ga utslag på hektolitervekta. En mulig årsak til at det ikke var noen signifikant forskjell i hektolitervekt kan komme av at det ikke ble brukt lav nok såmengde til at det fikk utslag på busking og modningstidspunkt.

4.2 Tusenkornvekt

I dette forsøket lå tusenkornvekta rundt 40 gram, og det var svært liten variasjon, noe som ga ingen signifikant forskjell mellom såmengde og tusenkornvekt. Hypotese 3 er altså usann. En vanlig tusenkornvekt i 6-radsbygg ligger på 40 gram, mens for 2-radsbygg er det vanligere å ligge omkring 45 gram (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 6). Som tidligere nevnt om forsøket til NIBIO angående effekten av såtid og såmengde i høsthvete (punkt 4.1), kom de fram til at såmengde ikke hadde signifikant effekt på tusenkornvekt, men at utsatt såtid ga en tydelig nedgang i tusenkornvekt (Waaen & Abrahamsen, 2018, s. 127). At såmengden ikke påvirker tusenkornvekta stemmer godt overens med hva vi kom fram til, selv om NIBIO brukte såmengder ned til 7 kg per dekar. I forsøket til NIBIO var det riktignok bruk av hvete, men det kan tenkes at dersom det hadde blitt brukt såmengder ned til 10 kg per dekar i NLR Trøndelag sitt forsøk, kunne det også fått utslag på tusenkornvekta i 2-radsbygg. For å kunne oppnå høy tusenkornvekt er det viktig med en frisk bladmasse og en lang matingsperiode. Bladsjukdommer og tørke vil kunne gi en rask modningsprosess som gir lette korn (Hoel et al., 2013, s. 49). Fra såing og fram til 1. juli kom 91 mm nedbør, og fra 1. juli og fram til 15. august regnet det jevnt, og det kom totalt 190 mm i den perioden (Varsling innen planteskadegjørere [VIPS], 2022). Vi var derfor ikke utsatt for tørke som kunne påvirke tusenkornvekta.

I en doktorgradsavhandling av Trond Chr. Anstensrud fra 1992 som omhandler effekten av ulike såmengder og såkornstørrelse i bygg på blant annet tusenkornvekt, kommer også han fram til at såmengden i bygg har liten betydning for tusenkornvekta. I et av forsøksårene ble

de utsatt for legde blant de største såmengdene, noe som ga dårligere matingsforhold og dermed resulterte i en lavere tusenkornvekt (Anstensrud, 1992, s. 39). Kornsortene som ble brukt i forsøket finnes ikke i salg nå, noe som tyder på en foredlingsframgang. En skal derfor være forsiktig med å trekke for sterke konklusjoner da det kan hende at dagens kornsorter responderer annerledes enn de sortene som var i omløp på 80- og 90-tallet. Men ut ifra våre resultater ser det ut til at dagens kornsorter responderer på samme måte ved å variere mengden såkorn per dekar.

4.3 Strå lengde

Lengden på strået er ofte av størst betydning for legderisiko. Å unngå legde er viktig for å sikre både avlingskvalitet og -mengde, men også for å lette innhøstinga (Strand, 1984, s. 62). I den samme avhandlingen til Anstensrud (punkt 4.2) ble det også studert effekten av såmengde på strå lengde i 2-radsbygg (Anstensrud, 1992, s. 36). Han kom fram til at strå lengden ikke hadde sammenheng med såmengden. Anstensrud refererer også til dansk forskning der det er kommet fram til at økte såmengder i bygg reduserer strå lengden (Anstensrud, 1992, s. 36). Dette stemmer overens med våre resultater hvor 18 og 22 kg såkorn per dekar ga et lengre strå enn ved 26 og 30 kg såkorn per dekar. Sammenhengen mellom såmengde og strå lengde var statistisk signifikant, noe som tilsier at hypotese 3 er sann. Det finnes lite nyere forskning på området, og forsøket burde derfor bli gjennomført flere ganger for å få sikrere resultater på hvordan strå lengden blir påvirket av såmengde i dagens sorter.

4.4 Antall aks

Tettheten av aks er en viktig avlingskomponent, og er avgjørende for ei god avling. I følge NLR bestemmes antall aks per kvadratmeter av såmengde, buskingsgrad og spireprosent (Persson, 2022). Busking hos en kornplante betegner plantens evne til å lage aks og aksbærende strå, og avhenger av blant annet næring- og vanntilgang, temperatur og lystilgang. Ikke alle buskingskudd blir aksbærende, og ofte visner de svakeste sideskuddene. Busking er derfor viktig for å få en tett bestand og god avling. I 2-radsbygg og høstkorn er det vanlig med 2-3 aksbærende strå per plante. Hos 6-radsbygg og havre er det vanligere med 1,5-2 aksbærende strå per plante. Bakgrunnen for at 2-radsbygg får flere buskingskudd enn 6-radsbygg er at hvert strå av 2-radsbygg trenger omtrent halvparten så stor plass (Strand, 1984, s. 42). Vokseplassen til hver enkelt plante er avgjørende for buskingsgraden, og under gode

forhold vil kornplanten utvikle så mange sideskudd som det er plass til. I likhet med plass vil god lystilgang fremme busking, noe som er avhengig av tettheten i bestanden. Såmengde vil altså være en avgjørende faktor for busking. Større såmengder vil gi tettere bestand med både dårlig plass og lite lystilgang, noe som er med på å begrense busking (Strand, 1984, s. 42–43).

Resultatene våre tyder på at antall aks per sårad øker litt ved å øke mengden såkorn, uten at dette ga en signifikant forskjell mellom de ulike såmengdene. I likhet med resultatene vi fikk for hektolitervekt er ikke P-verdien langt fra 0,05 som skiller mellom om hypotesen er sann eller ikke. Med en P-verdi på 0,09 tyder det på at såmengden har litt virkning på antall aks per sårad, men virkningen er så liten at hypotese 4 ikke kan regnes som sann.

Vekstsesongen 2022 i Trøndelag var preget av en god del nedbør som kom jevnt utover juni. Middelttemperaturene var relativt stabil rundt 13-14 grader celsius, og det var ikke før i slutten av juni at det gikk opp mot 20 grader celsius (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], 2022b). Dette gir grunnlag for gode buskingsforhold, og derfor kan det tenkes at kornplanten ville kompensere med flere aksbærende sideskudd der hvor plantebestanden var lavere. Dersom det hadde blitt brukt såmengder lavere enn 18 kg per dekar, er det mulig det hadde vist signifikant sammenheng mellom såmengde og antall aks per sårad. Denne teorien støttes også opp av resultatene til Anstensrud hvor antall aks per plante økte betydelig med avtagende såmengde, altså et økende antall aksbærende sideskudd ved desto lavere såmengder. Antall aks økte med 5-6 % fra 400 til 630 korn per kvadratmeter (Anstensrud, 1992, s. 43).

4.5 Avling

Avling påvirkes av fire ulike faktorer som går på plantens egenskaper, uavhengig av jord og andre vekstforhold, nemlig 1) antall planter per areal, 2) antall sideskudd og aks per plante, 3) antall korn per aks, og 4) kornvekt (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 7). At ledd 2 og 4 hadde størst avling kan gjenspeiles i at de to leddene hadde litt flere aks per sårad samt større hektolitervekt enn ledd 1 og 3 (figur 7 og 10). Disse faktorene kan være med å påvirke den totale avlingen. Selv om det var litt variasjon i avlingen mellom leddene, var den ikke stor nok til å gi en signifikant variasjon mellom såmengde og avling. Dermed er hypotese 5, om at såmengden påvirker avlinga, usann.

I perioden 1995-1999 ble det utført en forsøksserie med ulike såmengder i bygg av institusjonen Planteforsk (forsøkssenter på Apelsvoll, Norge). Også de observerte en viss

avlingsøke av å øke såmengden opp til største såmengde som var 600 korn per kvadratmeter. Men ved å justere for ekstra utgifter med såkorn kom 400 korn per kvadratmeter best ut (Åssveen et al., 2001, s. 142). I forsøk gjort i forbindelse med avhandlingen til Anstensrud (1992) ble det gjort forsøk med tre ulike såmengder i tidlige og seine byggsorter. I gruppering av resultat etter jordart for seine byggsorter fikk man mest igjen av å øke såmengden på leirjord, og minst av å øke såmengden på morenejord og sand/siltjord. Når de så på det totale avlingsnivået fikk de mest igjen av å øke såmengden der hvor det var forhold som ga lave gjennomsnittsavlinger (Anstensrud, 1992, s. 46). Jorda og arronderingen i og rundt forsøksfeltet på Kvithamar er god og ytelsessterk som har gitt gode gjennomsnittsavlinger gjennom årene (T.O. Terjesønn Hansen, personlig kommunikasjon, 28. mars 2023). Jordarten på skiftet er siltig mellomsand/finsand (Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO], u.åb).

Forholdene var gunstig ved såing, som la grunnlaget for en generelt høy avling. Som tidligere nevnt (punkt 4.1 og 4.4) kan kornplanten ha kompensert for lavere såmengde ved å buske seg og danne flere aksbærende sideskudd. Dette kan ha bidratt til å jevne ut avlingsøkningen slik at vi ikke fikk en signifikant effekt av såmengde på avlingsnivå, noe som også har vært tilfellet i enkelte tidligere forsøk. Dette bygger også opp under teorien om at antall aks ikke blir nevneverdig påvirket av økte såmengder så lenge vekst- og buskingsforholdene er gode. For å kunne bygge opp under denne teorien burde forsøket utføres over flere år, slik at variasjoner av ulike vekstforhold kan fanges opp.

4.6 Vannprosent og modningstidspunkt

Vannprosenten mellom leddene varierte en del, og var høyest i ledd 1 (figur 12). Ved økte såmengder i ledd 2 og 3 minket vannprosenten, før den økte litt igjen i ledd 4. Variasjonen i vannprosent ved høsting gir en statistisk signifikant forskjell mellom ulike såmengder. En kan derfor konkludere med at hypotese 6 er sann. Kornet begynner modningsprosessen når tilførselen av karbohydrater stopper, og da blir kornet gult. Kornet er gulmodent når vanninnholdet er omkring 45 %, og er ikke fullmodent før det er nådd 20 % (Dalmannsdottir et al., 2018, s. 12).

I den nevnte forsøksserien til Planteforsk (punkt 4.5) var blant annet vannprosent en av faktorene de så på. Såmengdene som ble brukt var 200, 300, 400, 500 og 600 korn per dekar. De fant en signifikant forskjell i vannprosent med ulike såmengder, hvor vannprosenten minket ved økt såmengde. Modningstidspunktet for den nest største såmengden var tre dager

tidligere enn for den laveste såmengden (Åssveen et al., 2001, s. 139). Resultatene til Planteforsk ser ut til å stemme godt overens med våre resultater. Trolig kommer økt vannprosent og forlenget vekstperiode av økt buskingsgrad. Denne teorien stemmer godt overens med tidligere antagelser om at gode buskingsforhold ga lite utslag på antall aks per sårad og avling. Årsaken til at vannprosenten gikk opp igjen i ledd 4 er vanskelig å forklare da den teoretisk sett skulle ha vært noenlunde lik som for ledd 3 eller lavere.

4.7 Forsøksfelt og datamateriale

Forsøksfeltet som er brukt i denne oppgaven ble etablert våren 2022 av NLR Trøndelag som en del av et prosjekt de kaller «Presis Trønder». Prosjektet går ut på å skaffe ny og oppdatert kunnskap om presisjonsløsninger som skal formidles til bønder i området (T.O. Terjesønn Hansen, personlig kommunikasjon, 28. mars 2023). Data fra forsøksfeltet ble samlet inn i henhold til forsøks tekniske krav. Ved registrering av strå lengde og antall aks var jeg med i felt og gjorde målinger sammen med NLR Trøndelag i forbindelse med min sommerjobb hos dem. Tall fra innhøstinga er det NLR Trøndelag som står for. Det hadde vært interessant å samle inn data tidligere i vekstsesongen for å registrere antall spirte planter, men på grunn av en hektisk vekstsesong ble det ikke mulighet til det.

Datasettet inkluderer registreringer fra kun én vekstsesong innenfor ett begrenset område, noe som kan anses som et tynt grunnlag for å kunne analysere effekten av ulike såmengde. For å få et større datasett og et bedre tallgrunnlag til å svare på problemstillingen, burde forsøket gjennomføres over flere år. I tillegg kunne det vært aktuelt å fordele forsøksfelt etter ulike jordarter for å få et sikrere resultat som kan brukes i praksis for bønder. Da vil også variasjon i vekstsesonger spille inn. Vekstsesongen 2022 i Trøndelag var nedbørsrik med klimatisk gode forhold etter såing som ga god busking. Som tidligere nevnt hadde det vært aktuelt å inkludere flere ledd med lavere såmengder for å få et større datasett. Redusert såmengde ser ut til å gi et senere modningstidspunkt som følge av større grad av busking. Av den grunn er det kanskje ikke aktuelt å bruke veldig lave såmengder i praksis, men i forsøkssammenheng hadde det vært interessant å prøve ut. På bakgrunn av de nevnte svakhetene med datasettet er det interessant å videreføre forsøket for å få et bedre grunnlag til å analysere effekten av ulike mengder såkorn i bygg.

5. Konklusjon

Ut ifra forsøket som er blitt gjennomført ga ulike såmengder i bygg ingen statistisk signifikante forskjeller mellom hektolitervekt, tusenkornvekt, antall aks per sårad eller gjennomsnittsavling i de analysene som ble gjort. Det var signifikant forskjell mellom strå lengde og ulike såmengder, hvor ledd 1 og 2 ga lengre strå enn ledd 3 og 4. Det ble også funnet signifikant forskjell mellom vannprosent og ulike såmengder, hvor det så ut til at vannprosenten minket ved økt såmengde. Det kan se ut til at det burde vært inkludert lavere såmengder i forsøket for å få fram signifikante forskjeller. Det kan også se ut til at vekstsesongen 2022 var så god at kornplanten kompenserte for lavere såmengder slik at forskjellene ikke ble så store, noe som burde inspirere til å fortsette forsøket kommende vekstsesong.

6. Litteraturliste

- Anstensrud, T. Chr. (1992). *Betydningen av såkornstørrelse og såkornmengde for bestandsutvikling, avling og avlingskomponenter i vårkorn* [Doktorgradsavhandling]. Institutt for plantekultur Norges landbrukshøgskole.
- Berland Frøseth, R., Løes, A. K., Valand, S., & Brodal, G. (2022). *Produksjon og bruk av eget såkorn* (17. utg., Bd. 8). NIBIO. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2996315/NIBIO_POP_2022_8_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bjørnstad, Å. (2010). *Vårt Daglege Brød*. Vidarforlaget.
- Braut, G. S., & Frøslie, K. F. (2022). Statistisk signifikant. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/statistisk_signifikant
- Dalmanndottir, S., Sveinsson, S., & Hermannsson, J. (2018). *Handbok om byggdyrking i Nord-Norge*. Northern Cereals, Northern Periphery Arctic Programme. https://cereal.interreg-npa.eu/subsites/CEREAL/Cereal_cultivation_Farmers_handbook_Report_In_Norwegian_NPA-Cereal_DT213.pdf
- Eurofins. (2023). *Kornanalyser*. <https://www.eurofins.no/food-feed-testing/tjenester/kornanalyser/>
- Hoel, B., Abrahamsen, U., Strand, E., Åssveen, M., & Stabbetorp, H. (2013). *Tiltak for å forbedre avlingsstrukturen i norsk kornproduksjon* (Nr. 14/2013). Bioforsk Øst Apelsvoll.
- Högy, P., Poll, C., Marhan, S., Kandeler, E., & Fangmeier, A. (2012). Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley. *Food Chemistry*, 136(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.056>
- Kristensen, O., & Aanensen, S. (2019, mai 12). *Standardavvik*. NDLA. <https://ndla.no/nn/subject:1:38bc9538-63fd-48f3-9085-c2142dafd64c/topic:2:1:164958/resource:1:91885>
- Langeland, Å. (2020, desember 7). *Variabel såmengde til korn med moderne teknologi*. NLR Innlandet. <https://innlandet.nlr.no/fagartikler/korn/innlandet/variabel-samengde-til-korn-med-moderne-teknologi>

Langeland, Å. (2021, april 7). *Såmengder og såkornstørrelser påvirker ikke avlinga*. NLR Innlandet. <https://innlandet.nlr.no/fagartikler/korn/savare/innlandet/samengder-og-sakornstorrelser-pavirker-ikke-avlinga>

Mirosavljević, M., Pržulj, N., Čanak, P., Momčilović, V., Aćin, V., Jocković, B., Hristov, N., & Mladenov, N. (2015). Relationship between Grain Yield and Agronomic Traits in Winter Barley: Povezanost između prinosa zrna i agronomskih osobina ozimog pivskog ječma. *Field & Vegetable Crops Research / Ratarstvo i povrtarstvo*, 52(2).
<https://doi.org/10.5937/ratpov52-7860>

Norges bondelag. (2020). *Landbrukspolitik—Et opplæringshefte fra Norges Bondelag*.
<https://nettbutikk.bondelaget.no/files/norgesbondelag/Documents/ENDELIG%20-%20Oppl%C3%A6ringsheftet%20-%20nettutgave.pdf>

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (2022a). *Døgngrader og nedbørsum Kvithamar*.
<https://lmt.nibio.no/stationinfo/57/>

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (u.åa). *Gårdskart—NIBIO*.
<https://gardskart.nibio.no/landbrukseiendom/5035/108/1/0?gardskartlayer=ar5kl7>

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (u.åb). *Kilden—Jordsmonn*.
https://kilden.nibio.no/?lang=nb&topic=jordsmonn&bgLayer=graatone_cache&layers_opacity=0.75,0.75&X=7042509.97&Y=299094.64&zoom=11.433474575652777&layers=jm_dekning,jm_harm_tekstur

Norsk institutt for bioøkonomi [NIBIO]. (2022b). *LandbruksMeteorologisk Tjeneste (LMT)*.
https://lmt.nibio.no/agrometbase/getweatherdata_new.php

Persson, S. K. (2022, desember 12). *Kornbiologi og avlingspåvirkning*. NLR Trøndelag.
<https://trondelag.nlr.no/fagartikler/korn/kornkvalitet/trondelag/kornbiologi-og-avlingspavirkning>

Regjeringen. (2021, oktober 12). *Jordvern* [Redaksjonellartikkel].
<https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/landbrukseiendommer/innsikt/jordvern/jordvern/id2009556/>

Statistisk Sentralbyrå [SSB]. (2023, februar 21). *Korn og oljevekster, areal og avlinger*. SSB. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/korn-og-oljevekster-areal-og-avlinger>

Strand, E. (1984). *Korn og korndyrking*. Landbruksforlaget.
[https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:998420654744702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:)

Strand, E. (2018). *Vedlegg—Forsøksmetodikk og statistiske begreper. Utviklingsstadier i korn*. NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2566083>

Terjesønn Hansen, T. O. (2020, desember 15). *Variabel såmengde for økt kornavling*. NLR Trøndelag. <https://trondelag.nlr.no/fagartikler/presisjonslandbruk/trondelag/variabel-samengde-for-okt-kornavling>

Varsling innen planteskadegjørere [VIPS]. (2022). *VIPS - Varmesum og nedbør*.
<https://gamlevips.nibio.no/weather/we707s.jsp?klimastasjonId=57&fraDato=31.05.2022&basisTemperatur=0.0&tilDato=01.09.2022&BUTTON=ok>

Waalén, W., & Abrahamsen, U. (2018). *Såtid og såmengde i høsthvete—Betydning av varmesum etter etablering om høsten* (1. utg., Bd. 4). NIBIO.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2566741>

Åssveen, M., Linnerud, H., & Weiseth, L. (2001). *Jord- og plantekultur 2001*. Planteforsk.

7. Vedlegg

7.1 Rådata fra forsøksfeltet på Værnes

							Rutelengde	Areal	Avling		Avling 15% Ts		
1	101	6,526	4376	12,6	63,2	42	7,5	11,25	389,0	1,24	482,3	6526	33 %
1	201	8,124	5574	12,5	63,9	43,6	7,5	11,25	495,5	1,25	619,3	8124	31 %
1	301	9,062	6228	12	62,8	38,8	7,5	11,25	553,6	1,30	719,7	9062	31 %
1	401	9,902	6564	13	64,3	38,8	7,5	11,25	583,5	1,20	700,2	9902	34 %
2	102	8,024	5762	12,6	64,8	44	7,5	11,25	512,2	1,24	635,1	8024	28 %
2	202	7,602	5432	11,3	64,4	38	7,5	11,25	482,8	1,37	661,5	7602	29 %
2	302	8,204	5684	11,3	64,2	39,6	7,5	11,25	505,2	1,37	692,2	8204	31 %
2	402	8,220	5740	11,8	64,8	35,6	7,5	11,25	510,2	1,32	673,5	8220	30 %
3	103	12,434	8934	14,2	64,5	38	10,5	15,75	567,2	1,08	612,6	12434	28 %
3	203	13,066	9128	14,8	63,9	41,6	10,5	15,75	579,6	1,02	591,1	13066	30 %
3	303	11,560	8180	14,1	64,3	38,4	10,5	15,75	519,4	1,09	566,1	11560	29 %
3	403	13,176	9454	13,5	63,3	43,6	10,5	15,75	600,3	1,15	690,3	13176	28 %
4	104	9,288	6574	12,7	65	42,8	7,5	11,25	584,4	1,23	718,8	9288	29 %
4	204	9,826	6778	15,2	63,8	38	7,5	11,25	602,5	0,98	590,4	9826	31 %
4	304	8,956	6212	11,9	64,6	44	7,5	11,25	552,2	1,31	723,4	8956	31 %
4	404	7,636	5118	12,1	64,3	39,6	7,5	11,25	454,9	1,29	586,9	7636	33 %

7.2 Rådata strå lengde

Kg/daa	Målepunkt	Måling nr 1	Måling nr 2	Måling nr 3
18	1	76,5	83,0	76,5
	2	87,5	82,0	88,0
	3	83,0	74,0	81,0
22	1	84,0	80,0	78,0
	2	84,0	78,5	78,5
	3	81,0	76,0	86,0
26	1	76,0	73,0	73,0
	2	76,0	73,0	79,0
	3	76,0	72,5	73,5
30	1	77,0	74,0	75,0
	2	78,0	75,5	79,0
	3	73,5	74,0	79,0

7.3 Rådata antall aks

Kg/daa	Kolonne1	Måling nr 1	Måling nr 2	Måling nr 3
18	Aks	106	127	139
	Sideskudd	10	4	10
22	Aks	158	141	121
	Sideskudd	20	9	6
26	Aks	143	128	136
	Sideskudd	13	14	5
30	Aks	160	158	151
	Sideskudd	13	7	3