



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Våronn plan B

Jordarbeiding for såing av korn under ulaglige forhold

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 94 | 2020



Randi Berland Frøseth, Anne Kari Bergjord Olsen, Lasse Weiseth, Hanne Iren Dahlen
Divisjon for matproduksjon og samfunn

TITTEL/TITLE

Våronn plan B

Jordarbeiding for såing av korn under ulaglige forhold

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Randi Berland Frøseth, Anne Kari Bergjord Olsen, Lasse Weiseth og Hanne Iren Dahlen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
19.06.2020	6/94/2020	Åpen	10592	17/00247
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17- 02616-7	2464-1162	34	2	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Nanna Bergan

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordarbeiding, åkervekster, vårkorn

Tillage, arable cropping, spring cereals

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Korn og frøvekster

Cereals and grains

SAMMENDRAG:

Prosjektet Våronn plan B (2017–2019) har hatt som mål å fremskaffe alternative strategier for våronn til korn når værforholdene gjør planlagt våronn vanskelig. Målgruppa for prosjektet har vært kornprodusenter, kornrådgivere og forvaltning. I feltforsøk har vi testet effekt på kornavling av ulike metoder for forenklet jordarbeiding og såing på laglig og ulaglig leirjord og sandjord. Resultatene viste at skal en lykkes med plan B bør en ta noen forholdsregler høsten før, ved å kutte eller fjerne halmen og gjennomføre tiltak mot flerårige ugras. Når dette forarbeidet var gjort fant vi ikke forskjell i byggavling etter bruk av ulike kultivatorer på upløyd laglig jord. På ulaglig jord kom direktesåing generelt bra ut når jorda var høstpløyd, men det var større utfordring med direktesåing på upløyd jord. Resultatene viste at breisåing, med f.eks. sentrifugalspreder som mange har tilgjengelig, kan være et alternativ for å få sådd når jorda er for fuktig til at det er forsvarlig å foreta optimal jordarbeiding. Forsøkene viste også at det kan være vanskeligere å få bra resultat av forenklet jordarbeiding på leirjord enn sandjord. En spørreundersøkelse blant kornprodusenter i Trøndelag viste at selv om flertallet ikke hadde opplevd å måtte forenkle våronna hadde de aller fleste gjennomført endringer i korndyrkinga som kan tilskrives tilpasning til vanskelige værforhold. Forenklet jordarbeiding er utbredt, og det er bevissthet rundt bruk av lettere traktor og redskap for å takle ulaglig jord. Redusert vårgjødsling og delt gjødsling som også bidrar til redusert miljøbelastning var utbredt, mens andre tiltak, som mest mulig jordarbeiding om høsten kan være i konflikt med miljøtiltak for å redusere erosjon og avrenning.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Møre og Romsdal
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Tingvoll
STED/LOKALITET: NIBIO Tingvoll

GODKJENT /APPROVED



NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



NAVN/NAME



Forord

I 2015 var våronna for korndyrkere i Trøndelag spesielt vanskelig. Med bakgrunn i dette ble idéen til prosjektet Våronn plan B diskutert på et prosjektveksted arrangert av Grønn Forskning Midt-Norge i mars 2016. NIBIO fikk ansvaret for å utforme en prosjektsøknad.

Utviklingsprosjekt Våronn plan B ble gjennomført i 2017–2019 og var finansiert av Klima- og miljøprogrammet i Landbruksdirektoratet med støtte fra Fylkesmannen i Trøndelag og Felleskjøpet Agri. Sistnevnte bidro med redskap til utprøving.

Prosjektet Våronn plan B har hatt som mål å gi anbefalinger for alternative våronnstrategier for korndyrking, tilpasset ulik jordtype og ulik laglighet av jorda. Gjennom feltforsøk i 2017 og 2018 på leirjord og sandjord hos NIBIO Kvithamar i Trøndelag har vi testet ulike metoder og redskap for forenklet våronn ved laglige og mindre laglige jordforhold med hensyn til effekt på kornavling og jordstruktur. Feltforsøkene inkluderer både redskap som kan bidra til redusert kjørebeklastning ved ulaglige forhold og redskap som kan bidra til å redusere antall operasjoner og dermed nødvendig tidsbruk i en hektisk våronnsperiode. I tillegg gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant kornprodusenter i Trøndelag for å innhente og videreformidle deres erfaringer med forenklet våronn og tilpasning av jordarbeiding med tanke på endret klima.

Rapporten sammenfatter resultater fra forsøkene og spørreundersøkelsen.

NIBIO ved har vært ansvarlig for prosjektets gjennomføring. Prosjektgruppa har bestått av Randi Berland Frøseth, Anne Kari Bergjord Olsen og Lasse Weiseth. I tillegg har Hanne Iren Dahlen bidratt med teknisk utforming av spørreundersøkelsen og bearbeiding av resultatene. Til planlegging av feltforsøkene involverte vi Atle Haugnes, maskinteknisk rådgiver i NLR Trøndelag, Ingrid Gauslaa, rådgiver i NLR Trøndelag og Till Seehusen, forsker i jordfysikk og jordarbeiding i NIBIO. Styringsgruppa bestod av en representant fra hver av partene i prosjektet og Trøndersk kornutvalg.

Tingvoll, 19.06.20

Randi Berland Frøseth

Prosjektleder

Innhold

1	Innledning.....	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Mål.....	6
2	Feltforsøk.....	7
2.1	Material og metode.....	7
2.1.1	Jordarbeiding ved de ulike forsøksleddene.....	8
2.1.2	Registreringer.....	10
2.1.3	Statistiske beregninger.....	10
2.2	Resultater og diskusjon.....	10
2.2.1	Jordfuktighet.....	10
2.2.2	Penetrometermålinger.....	12
2.2.3	Halmdekke etter jordarbeiding.....	13
2.2.4	Avling.....	14
3	Spørreundersøkelse blant kornprodusenter.....	20
3.1	Beskrivelse av respondentene.....	20
3.1.1	Kornareal og jordart.....	20
3.1.2	Driftsform og gjødsel.....	21
3.1.3	Tilgjengelig redskap og planlagte investeringer.....	21
3.2	Jordarbeidingspraksis.....	22
3.3	Erfaringer med forenklet våronn.....	23
3.4	Gjennomførte tilpasninger.....	24
3.5	Strategier for våronn ved ulaglige forhold.....	25
3.5.1	Jorda er ulaglig og såing haster for at kornet skal kunne bli modent.....	25
3.5.2	Jorda er laglig og det haster med å så på grunn av mye nedbør i vente.....	26
4	Oppsummering.....	27
	Litteraturreferanse.....	28

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Våronna utgjør ei kritisk fase i dyrkingen av vårkorn. Mange arbeidsoperasjoner skal utføres på kort tid for å lage et godt såbed. Korn skal sås på ca. 4 cm dybde i et sjikt som tillater spiring, men også beskytter mot uttøring og skorpedanning. Ei tradisjonell våronn omfatter pløying, slodding, harving, gjødsling, såing og tromling. Utsatt såtid reduserer avlingsutbytte, mens bearbeiding av våt jord ødelegger jordstruktur og hemmer plantevekst (Riley 2016).

Det er viktig å så kornet så tidlig som mulig når jorda er laglig for jordarbeiding. Jorda er laglig når den har tørket så mye at den kan bearbeides med ønsket resultat, dvs. med lite energiforbruk og uten klumpdannelse, hjulsluring eller pakking av dypere jordlag. Da er vanninnholdet i jorda under 90 % av feltkapasitet, som er et mål på jordas vannlagringsevne (Riley 2016). Et klima med økt nedbørsmengde og -intensitet medfører at tidsperioden der jorda er laglig for våronn er svært kort enkelte år, eller at jorda forblir fuktig så lenge at man blir tvunget til å så ved ulaglige forhold (Kolberg mfl. 2019b). Behov for forenklet våronn oppstår først og fremst når:

- 1) Det har kommet så mye nedbør at jorda ikke tørker tilstrekkelig, og det haster med å få sådd kornet hvis det skal kunne bli modent. Da er det spesielt viktig med lett redskap for å unngå jordpakking.
- 2) Jorda er laglig, men mye nedbør i vente gjør at en må forenkle våronna. Da trengs det utstyr med stor kapasitet eller utstyr som gjør det mulig med færre antall arbeidsoperasjoner.

I begge tilfeller har det mye å si om jorda er bearbeidet om høsten eller ikke, og hvilken jordtype en har. Tidligere forsøk med redusert jordarbeiding har hovedsakelig blitt gjennomført ved laglige jordforhold. Vanskelig våronn i Trøndelag i 2015 medførte rundt 350 søknader om avlingsskadeerstatning. Flere prøvde å forenkle våronna med ulike kreative løsninger. Noen lyktes, mens andre mislyktes. Gårdbrukere, rådgivere og forvaltning etterlyste mer kunnskap om alternative metoder for våronn under ulaglige forhold for å kunne opprettholde kornproduksjonen også i år med vanskelige værforhold.

1.2 Mål

Målet med prosjektet var å framskaffe anbefalinger for alternative våronnstrategier for korndyrking, tilpasset ulik jordtype og ulik laglighet av jorda.

Delmål:

1. Fremskaffe kunnskap om ulike metoder og redskap for forenklet våronn ved noe ulaglige jordforhold med tanke på kornavlning og jordstruktur
2. Fremskaffe kunnskap om ulike metoder og redskap for forenklet våronn ved laglige jordforhold, men kort tid til gjennomføring
3. Formidling av kunnskap om ulike jordarbeidingsmetoder og -redskap som kan være gode alternativ under ugunstige forhold for våronn.

Vi har forsøkt å svare på dette gjennom feltforsøk der vi testet ulike metoder og redskap for forenklet våronn og ved å gjennomføre en spørreundersøkelse blant kornprodusenter i Trøndelag for å innhente og videreformidle deres erfaringer med forenklet våronn og tilpasning av jordarbeiding med tanke på endret klima.

2 Feltforsøk

2.1 Material og metode

Feltforsøket ble gjennomført med to felt både i 2017 og i 2018, ett på Kvithamar og ett på Værnes. Jorda på Kvithamar er en siltig lettleire, og på Værnes er det siltig sand. Forsøksfeltene ble delt i to deler der den ene delen ble høstpløyd, mens den andre var upløyd kornstubb ved oppstart av våronna. Forsøksfeltet inkluderte ti ulike behandlinger (Tabell 1, Vedlegg 1) der ulike redskap og strategier for våronn ble testet i kombinasjon med to ulike tidspunkt for våronn. For halvparten av behandlingene ble våronna utført ved normalt laglige jordfuktighetsforhold (ledd 1 + 5–8). Her var målet å teste ut mulige tidsbesparende våronnstrategier for år der tidsvinduet med laglig jord er kortvarig. De resterende fem behandlingene (ledd 2–4 + 9–10) ble utført ved fuktigere og mindre laglige jordforhold for å teste ut ulike strategier for å få gjennomført våronna i år der vedvarende nedbør forårsaker at jorda ikke tørker opp og blir laglig for jordarbeiding. Disse forsøksleddene ble bevisst sådd seinere enn forsøksleddene ved laglige forhold med tanke på at forsinket våronn er en av konsekvensene av vedvarende nedbør og manglende opptørking av jorda om våren. Forsøksfeltene ble anlagt med 6-radsbygg, sorten Brage i 2017 og Heder i 2018. Alle forsøksleddene ble gjødslet med 9,5 kg N/daa i form av Yara Mila® Fullgjødsel. Forsøksfeltene ble anlagt med to gjentak, men ettersom det ved en del av våronn-behandlingene ble brukt ganske store redskap som krevde en viss kjørehastighet for å gjøre godt arbeid, var det vanskelig å få til randomisering av de ulike forsøksbehandlingene innenfor gjentak. De ulike forsøksbehandlingene ble i stedet for lagt som gjennomgående striper på tvers av gjentak.

Tabell 1. Oversikt over de ti ulike forsøksbehandlingene som inngikk i feltforsøkene der ulike våronnstrategier ble testet ut både på høstpløyd og upløyd jord, og ved laglige og mindre laglige jordfuktighetsforhold.

Ledd	Pløyd/upløyd	Våronnstidspunkt	Våronnsbehandling	Såing	Etter såing
1	Høstpløyd	Laglig	Normal våronn*	Kombimaskin	Tromling
2	Høstpløyd	Ulaglig	Såbedsharv	Sentrifugalspr.	Ingen behandling
3	Høstpløyd	Ulaglig	Ingen behandling	Sentrifugalspr.	Såbedsharv**
4	Høstpløyd	Ulaglig	Direktesåmaskin	Direktesåmaskin	Ingen behandling
5	Upløyd	Laglig	Kverneland Turbo	Kombimaskin	Tromling
6	Upløyd	Laglig	Väderstad Carrier	Kombimaskin	Tromling
7	Upløyd	Laglig	Väderstad Swift 1x	Kombimaskin	Tromling
8	Upløyd	Laglig	Väderstad Swift 2x	Kombimaskin	Tromling
9	Upløyd	Ulaglig	Kverneland Turbo	Sentrifugalspr.	Ingen behandling
10	Upløyd	Ulaglig	Direktesåmaskin	Direktesåmaskin	Ingen behandling

* Slodd + såbedsharv (Kvithamar), såbedsharv med sloddplanke (Værnes)

** I 2017 ble det ikke utført annen behandling enn såing, mens det i 2018 ble kjørt en gang med såbedsharv etter såing.

Høsten 2016 ble det ikke gjort annet forarbeid enn å utelate høstpløying på en del av jorda. Spesielt på Værnes var det brukt ganske høy stubbehøyde ved tresking, og halmen var ikke kuttet etter tresking på noen av feltene. Dette medførte at vi våren 2017 fikk problemer med at sålabbene på kombimaskina og direktesåmaskina subbet i halmen slik at utmatingen av såkorn ble hemmet. Enfrøblada ugras som tunrapp og knereverumpe ble også et problem på den upløyd delen av forsøksfeltet. Der halmen hadde hemmet utmatingen av såkorn og/eller oppspiringen fikk ugraset ekstra gode vekstvilkår og kornavlingen ble lav. På ledd 10, direktesåmaskin på upløyd jord, ble kornbestandet så dårlig at dette leddet ikke er tatt med ved statistiske beregninger og beskrivelser av forsøksresultat fra 2017.

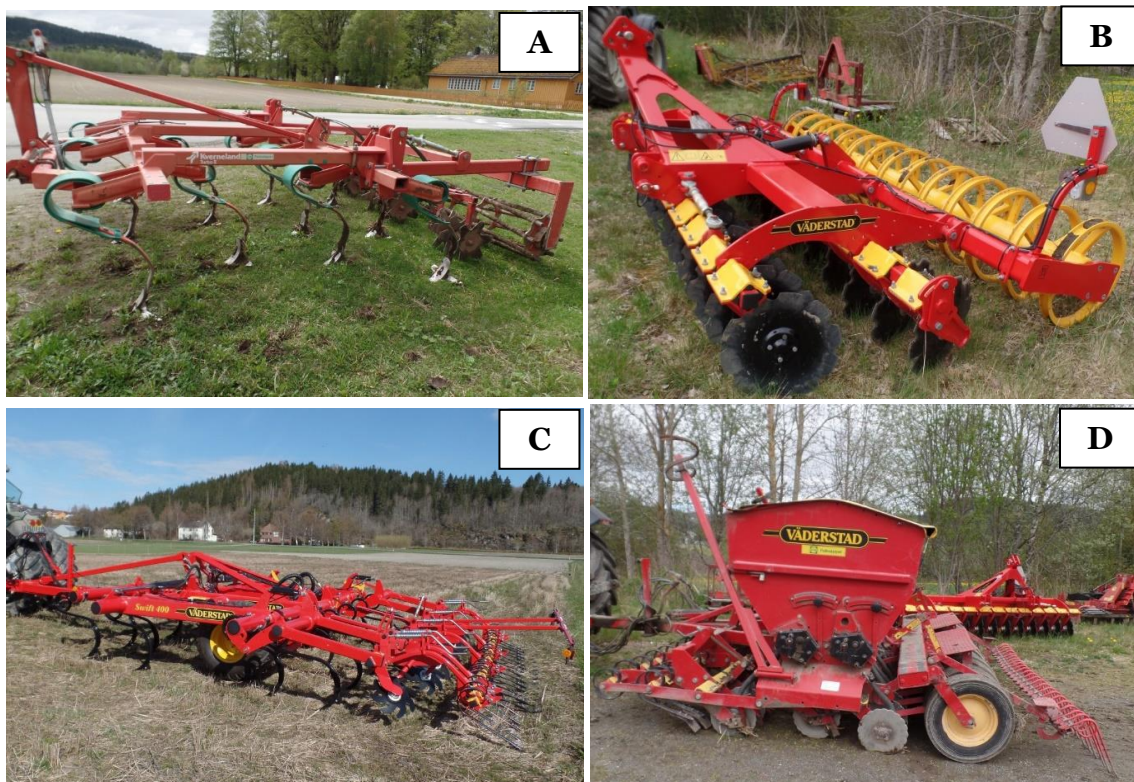
For å unngå at vi fikk samme problemene med halm og ugras også i 2018 ble det brukt en halmsnitter etter tresking høsten 2017. I tillegg ble forsøksarealene sprøytet med glyfosat den 11.10.17 på Værnes og den 8.5.18 på Kvithamar.

2.1.1 Jordarbeiding ved de ulike forsøksleddene

- *Ledd 1: Normal våronn*
Jorda var høstpløyd med en plog med integrert pakker. Våren etter ble jorda på Kvithamar sloddet og harvet med en såbedsharv, mens det på Værnes kun ble brukt såbedsharv med påmontert sloddplanke. Jordarbeidingen ble utført med en traktor av typen Valtra T170 med tvillingdekk i 2017 og uten tvillingdekk i 2018. Såing og gjødsling ble utført med kombimaskin og en Valtra N92H traktor med tvillingdekk i 2017 og uten tvillingdekk i 2018. Jordarbeiding og såing ble utført under laglige jordforhold den 12.5. og 29.5. i henholdsvis 2017 og 2018 på Kvithamar og 15.5. og 30.5. på Værnes. Jorda ble tromlet enten samme dag som såing eller dagen etter.
- *Ledd 2: Såbedsharv*
Jorda var høstpløyd med en plog med plogpakker. Våren etter ble det kjørt en gang med såbedsharv med en traktor av typen Valtra N92H med tvillingdekk i 2017 og Valtra T170 uten tvillingdekk i 2018. Såbedsharva hadde S-tinder med vanlige tindespisser. Jordarbeiding og såing ble utført ved ulaglige jordfuktighetsforhold den 23.5. i 2017 og 13.6. i 2018. Ved denne våronnstrategien skulle såfrøet egentlig spres med en sentrifugalspreder. En sentrifugalspreder ville imidlertid kastet såkornet ut i ei veldig brei stripe bak traktoren og gjort det nødvendig å øke bredden på forsøksrutene betraktelig. Dette ble vurdert som lite gunstig, og såing ble derfor utført med en kombimaskin der gjødsellabbene var avstengt og sålabbene var løftet slik at såkornet ble lagt oppå, i stedet for ned i jorda, for på den måten å simulere såing med sentrifugalspreder. Jorda ble ikke tromlet etter såing. Gjødsla ble først spredd 1–2 uker etter såing med en Fiona gjødselspreder og en traktor av typen Massey Ferguson 35X og lagt oppå jorda slik den ville blitt gjort om den var spredd med en sentrifugalspreder. Tanken var at dersom værforholdene medførte at jorda ikke rakk å tørke opp før kornet måtte i jorda, så ville en bonde prioritert å få ut såkornet med så lett utstyr som mulig og ventet litt med gjødslinga i håp om at jorda rakk å tørke litt mer opp først.
- *Ledd 3: Ingen jordarbeiding (2017)/Såbedsharv etter breisåing (2018)*
Jorda var høstpløyd med en plog med integrert pakker. Det ble ikke gjort noen form for jordarbeiding før såing. Såing ble utført direkte på høstplognad under ulaglige jordfuktighetsforhold den 23.5. i 2017 og 13.6. i 2018. Som for ledd 2 ble såing utført med en kombimaskin der gjødsellabbene var avstengt og sålabbene var løftet for å simulere såing med sentrifugalspreder. Jorda ble ikke tromlet etter såing, men i 2018 kjørte vi over jorda en gang med ei såbedsharv etter såing for å molde ned såkornet litt. Såbedsharva ble kjørt med en traktor av typen Valtra T170. Gjødsla ble spredd på overflaten av jorda 1–2 uker etter såing på samme måte som beskrevet for ledd 2.
- *Ledd 4: Direktesåmaskin (på høstpløyd jord)*
Jorda var høstpløyd med en plog med integrert pakker. Det ble ikke gjort noen form for jordarbeiding før såing og gjødsling ble gjennomført med en Väderstad Rapid direktesåmaskin (Figur 1D) den 23.5. i 2017 og 13.6. i 2018 (såtid 2). Direktesåmaskinen ble kjørt med en traktor av typen Valtra 6550 i 2017 og Fendt 516 i 2018. Jorda ble ikke tromlet etter såing.
- *Ledd 5: Kverneland Turbo, tindebasert kultivator med gåsefotskjær (på laglig jord)*
Jorda ble ikke pløyd. Jordarbeidingen om våren bestod av en gangs kjøring med et jordarbeidingsredskap av typen Kverneland Turbo (Figur 1A) innstilt på 8 cm jorddybde. Det ble brukt en Valtra T170 traktor med tvillingdekk i 2017 og uten tvillingdekk i 2018.

Jordarbeiding og såing ble utført under laglige jordforhold den 12.5. og 29.5. i henholdsvis 2017 og 2018 på Kvithamar og 15.5. og 30.5. på Værnes. Jorda ble tromlet enten samme dag som såing eller dagen etter.

- **Ledd 6: Väderstad Carrier, skålbasert kultivator**
Samme behandling som ledd 5, men med en Väderstad Carrier (Figur 1B) som jordarbeidingsredskap.
- **Ledd 7: Väderstad Swift (1x), tindebasert kultivator med vibrerende tinder**
Samme behandling som ledd 5, men med en Väderstad Swift (Figur 1C) med standard tindespisser som jordarbeidingsredskap.
- **Ledd 8: Väderstad Swift (2x), tindebasert kultivator med vibrerende tinder**
Samme behandling som ledd 7, men i tillegg til en gangs kjøring ned til arbeidsdybde 8 cm, ble behandlingen gjentatt med arbeidsdybde 15 cm. Optimalt sett skulle kjøring nummer to gått på skrå over kjøreretningen ved første kjøring, men ettersom det var ikke praktisk gjennomførbart i forsøksfeltet, ble samme kjøreretning brukt ved begge kjøringene.
- **Ledd 9: Kverneland Turbo, tindebasert kultivator med gåsefotskjær (på ulaglig jord)**
Jorda var upløyd. Jordarbeidingen ble utført med en Kverneland Turbo som ble kjørt en gang med arbeidsdybde 8 cm ved ulaglige jordfuktighetsforhold den 23.5. i 2017 og 13.6. i 2018. Det ble brukt en traktor av typen Valtra N92H med tvillingdekk i 2017 og Valtra T170 uten tvillingdekk i 2018. Såing ble utført med kombimaskin med avstengte gjødsellabber og hevede sållabber for å simulere såing med sentrifugalspreder. Jorda ble ikke tromlet etter såing, og gjødsla ble spredd på overflaten av jorda 1–2 uker etter såing som beskrevet for ledd 2.
- **Ledd 10: Direktesåmaskin (på upløyd jord)**
Samme behandling som ledd 4, men på upløyd jord.



Figur 1. Redskap som ble brukt ved ulike våronnstrategier. A: Kverneland Turbo, B: Väderstad Carrier, C: Väderstad Swift, D: Väderstad Rapid direktesåmaskin.

2.1.2 Registreringer

Det ble tatt ut jordprøver for bestemmelse av jordas vanninnhold ved begge såtidene. Vektprosent vann i jordprøvene ble registrert ved veiing av rå og tørr prøve. For å regne dette om til volumprosent vann og kunne relatere vanninnholdet ved de to såtidene til jordas vanninnhold ved feltkapasitet (FK), brukte vi tall for jordtetthet og volumprosent vann ved FK fra jordsmonns-kartlegginga ved Kvithamar og Værnes (Solbakken, 1987).

Penetrometer ble brukt for å måle endring i jordmotstanden etter ulike jordarbeiding. Målinger ble gjennomført ned til 20 cm jorddybde både på høstpløyd og upløyd areal før jordarbeiding til såtid 1 om våren. Etter høsting av kornet ble det utført rutevise penetrometermålinger for alle de ti ulike våronnstrategiene som inngikk i forsøksfeltene. Bortsett fra ved målingene fra våren 2017, ble det også tatt ut en jordprøve for bestemmelse av fuktighet i forbindelse med penetrometermålingene.

Ved de våronnstrategiene som representerte ulike former for redusert jordarbeiding ved laglige jordfuktighetsforhold (ledd 5–8), ble det etter jordarbeiding, men før såing, foretatt en registrering av resterende halmdekke på jordoverflaten. Dette ble gjort ved å strekke et ti meter langt målebånd diagonalt over forsøksruta og notere for hver 10. cm hvorvidt det var halm i overflaten på det punktet eller ikke. Det ga oss 100 registreringspunkt per forsøksrute med observasjonen halm/ikke halm som vi brukte til å estimere prosent halmdekke.

I løpet av vekstsesongen ble det registrert prosent angrep av bladfleksykdommer og prosent legde i forsøksrutene. I 2017 var forskjellene i modningstid mellom de delene av forsøksfeltet som var sådd ved første og andre såtid såpass stor at de måtte høstes til ulik tid. De forsøksleddene som var sådd først, ved laglige jordfuktighetsforhold, ble høstet henholdsvis den 5.9. og 8.9. på Kvithamar og Værnes, mens forsøksleddene fra såtid 2 ble høstet 21.9. på Kvithamar og 14.9. på Værnes. I 2018 ble forsøksleddene fra 1. og 2. såtid høstet henholdsvis den 3.9. og 7.9. på Værnes. På Kvithamar ble hele forsøksfeltet høstet samtidig den 6.9.

2.1.3 Statistiske beregninger

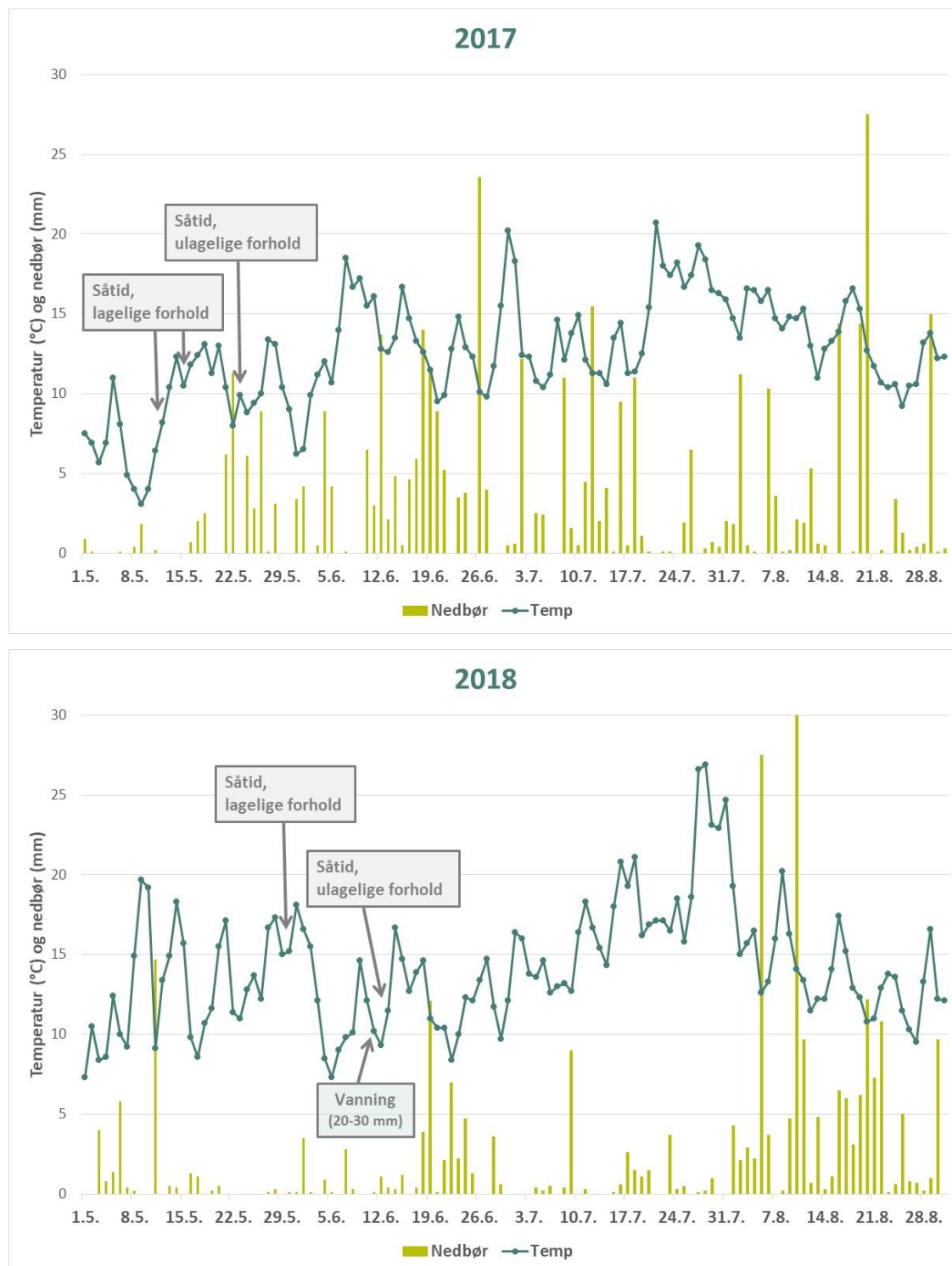
Statistiske analyser ble utført for avlingsmengde og –kvalitet og prosent legde og sykdomsangrep i åkeren. På grunn av at forskjellen i såtid mellom laglige og ulaglige jordforhold hadde relativt stor innvirkning på avlingsresultatet, ble det kjørt separate statistiske analyser for våronnmetodene ved henholdsvis 1. og 2. såtid. De to forsøksårene ble også analysert hver for seg på grunn av ulik grad av forarbeid høsten før våronna (ugrassanering, stubbehøyde ved tresking og halmkutting) i de to årene. Det ble utført en toveis variansanalyse med hovedeffektene lokalitet og våronnmetode, samt samspill mellom disse, for hvert av de to forsøksårene og de to såtidene. I tillegg ble det utført en enveis variansanalyse over effekten av ulike våronnmetoder for hvert enkeltfelt innenfor hver av de to såtidene og forsøksårene. En Fisher-test med beregning av LSD-verdier (least significant difference) ble brukt for å undersøke hvorvidt forskjeller mellom lokaliteter og våronnsmetoder var statistisk signifikante ($p \leq 5$). Analysene ble utført med programvaren SAS 9.4.

2.2 Resultater og diskusjon

2.2.1 Jordfuktighet

I 2017 kom det 22,7 mm nedbør mellom 1. og 2. såtid (henholdsvis laglige og ulaglige jordforhold, Figur 2). På Kvithamar økte det jordas vanninnhold fra 75 og 82 % av feltkapasitet (FK) på henholdsvis høstpløyd og upløyd areal til 79 og 89 % av FK. På Værnes økte jordas vanninnhold på høstpløyd og upløyd areal fra henholdsvis 64 og 75 % av FK til 88 og 86 % av FK. Våren 2018 var imidlertid så nedbørsfattig at vanning måtte til for å øke jordfuktigheten i de delene av forsøksfeltet som skulle jordarbeides og såes ved ulaglige jordforhold. Det ble gjort ved hjelp av en sirkelspreder

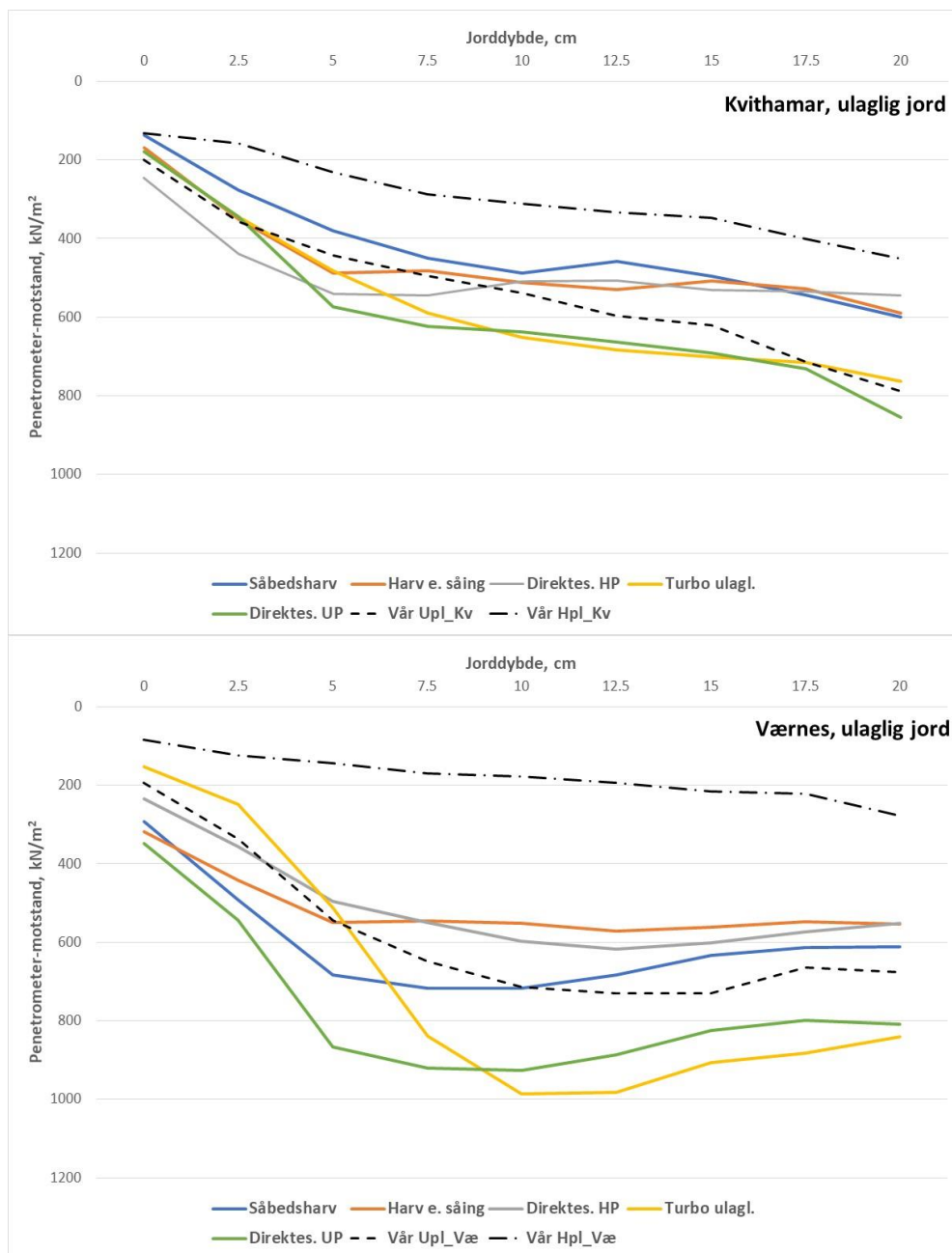
som dekket et areal på 314 m². Hver sirkel ble vannet i 2,5 timer. En nedbørsmåler som ble plassert i vanningssirkelen indikerte at det i løpet av de to timene med vanning ble tilført en vannmengde tilsvarende ca. 20–30 mm nedbør. På Kvithamar økte vanningen jordas vanninnhold fra 60 og 69 % av FK på henholdsvis høstpløyd og upløyd areal ved 1. såtid til 75 % av FK både på høstpløyd og upløyd areal ved 2. såtid. På Værnes steg jordas vanninnhold på høstpløyd og upløyd areal fra henholdsvis 83 og 89 % av FK til 95 og 97 % av FK.



Figur 2. Temperatur og nedbørsmengde registrert ved Landbruksmeteorologisk Tjeneste sin klimastasjon ved NIBIO Kvithamar i perioden 1.5 til 31.8 i 2017 og 2018. Pilene indikerer tidspunkt for jordarbeiding og såing ved laglige og mindre laglige jordfuktighetsforhold i de to forsøksfeltene.

2.2.2 Penetrometermålinger

Det ble ikke funnet noen vesentlig jordpakking i det øvre jordlaget (0–20 cm) etter bruk av de ulike våronnstrategiene, heller ikke der jordarbeiding og såing ble utført på litt ulaglig jord. Vi har dessverre ikke målinger som kan si noe om hvorvidt tettheten i dypere jordlag har blitt påvirket. Men vi ser at sandjorda på Værnes pakkes mye lettere enn leirjorda på Kvithamar (Figur 3). Det samme fant Riley mfl. (2005) i et langvarig, fastliggende jordarbeidingsforsøk på Kvithamar og Værnes i perioden 1990–2001. Etter flere år med plogfri jordarbeiding og kun en grunn harving (8 cm) før såing fant de at det, spesielt på Værnes, var blitt dannet en «harvesåle», et tett pakket jordlag like under harvedybden, som hemmet planterøttens vekst. Den registrerte penetrometer-motstanden i vårt forsøk var imidlertid såpass lav at det er rimelig å anta at plantenes rotvekst ikke har blitt hemmet her.

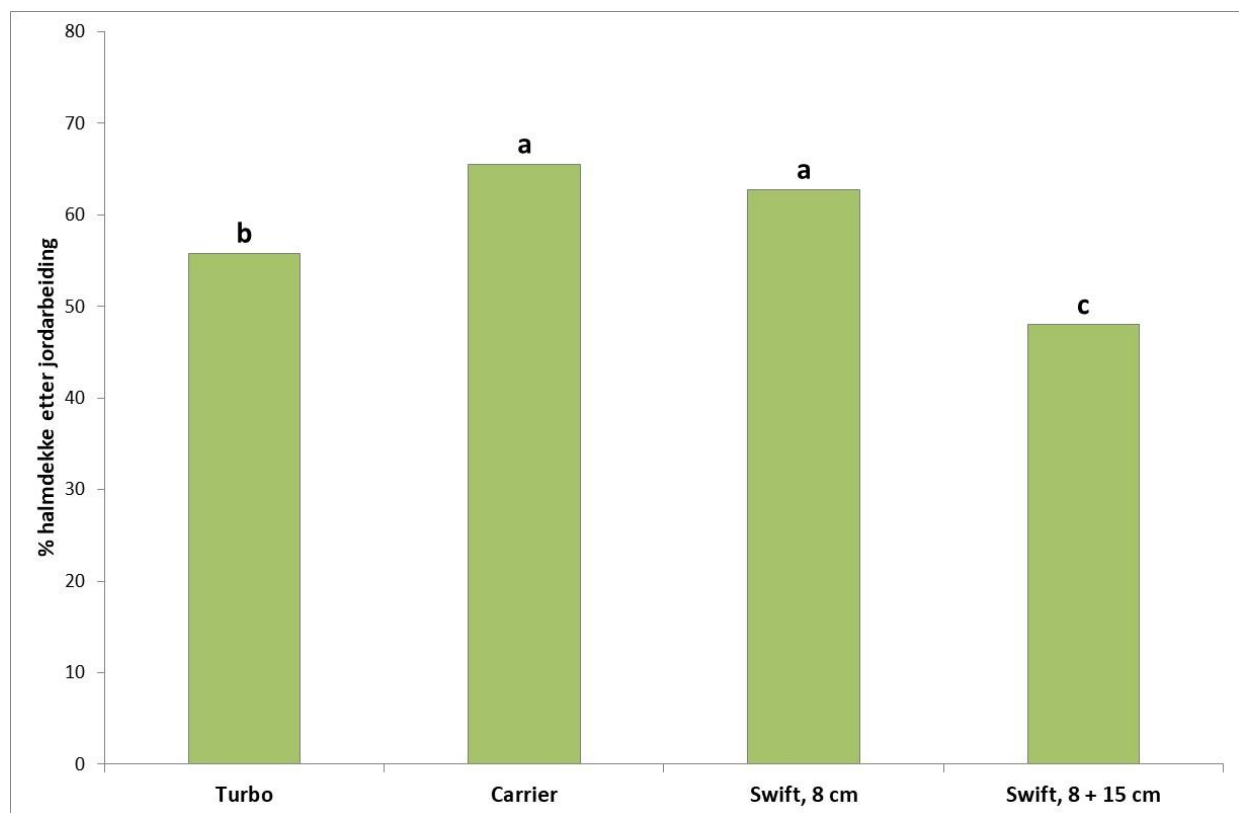


Figur 3. Gjennomsnittlig trykkfasthet (kN/m^2) ved jorddybder fra 0–20 cm målt med penetrometer vår og høst 2017 og 2018 før og etter bruk av ulike våronnstrategier for såing ved ulaglige jordforhold på Kvithamar og Værnes.

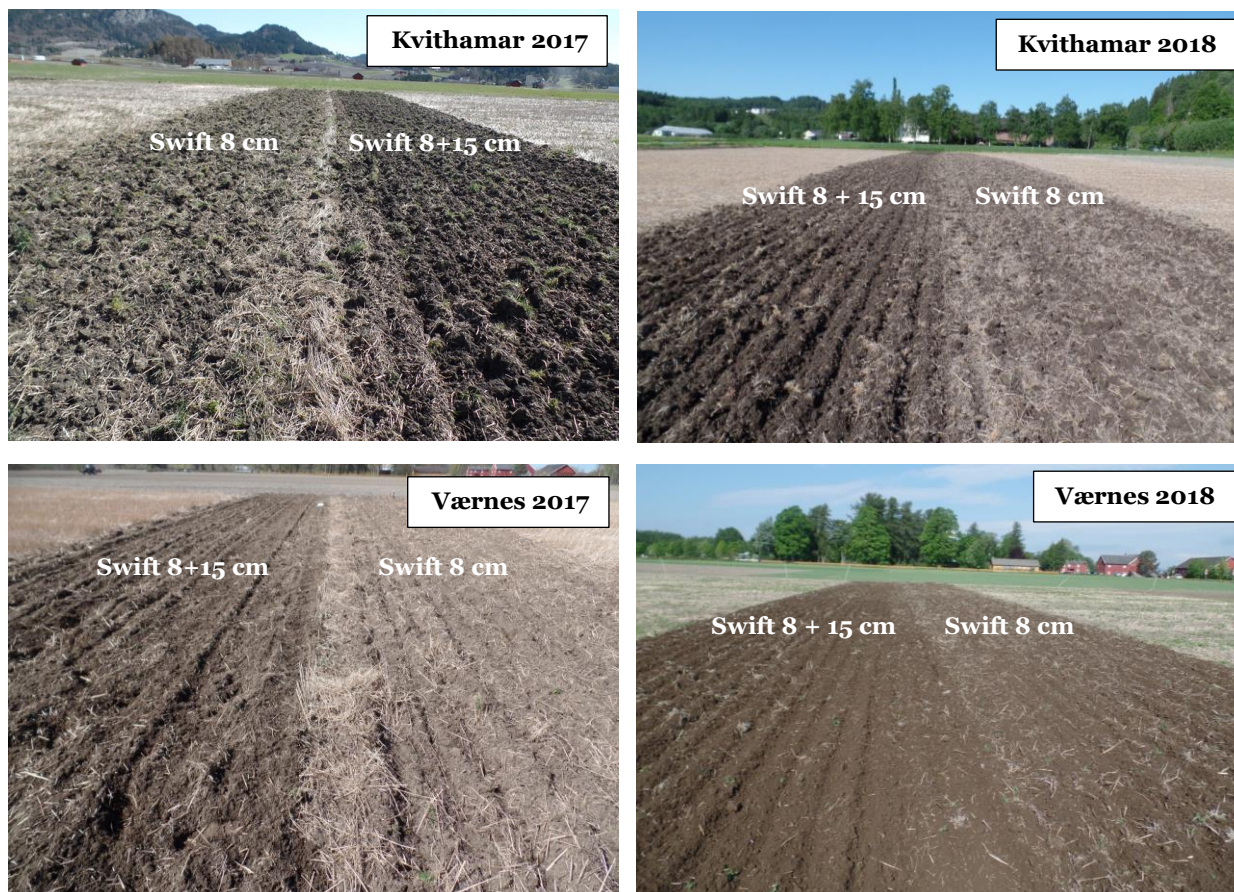
2.2.3 Halmdekke etter jordarbeiding

Det lå mer halmrester igjen på jordoverflaten etter jordarbeiding med Turbo, Carrier eller Swift på Kvithamar (64,1 %) enn på Værnes (51,2 %, $p < 0,01$). På Værnes var det mer halmrester i 2017 (57,8 %) enn i 2018 (44,6 %). På Kvithamar var det motsatt, med mer halmrester i 2018 (68,9 %) enn i 2017 (59,4 %).

Det var signifikante forskjeller i resterende halmmengde mellom de ulike jordarbeidingsmetodene ($p < 0,01$). Jordarbeiding med Carrier og Swift (1x) til 8 cm jorddybde resulterte i høyest halmdekke med henholdsvis 65,0 og 62,6 % halm i gjennomsnitt for begge forsøksår og –lokaliteter (Figur 4). Jordarbeiding med Turbo til 8 cm jorddybde gav en noe lavere halmandel (55,5 %), men aller minst halm lå igjen på overflaten etter jordarbeiding med Swift (2x) til 8 og 15 cm jorddybde (47,5 %, Figur 4–5). Selv om det var forskjeller i resterende halmmengde mellom år og forsøkssted, var rangeringen mellom de fire ulike jordarbeidingsmetodene den samme begge år både på Kvithamar og Værnes. Både Turbo og Swift er tindebaserte kultivatorer, men det er mulig at typen tinner var grunnen til at Turbo som har gåsefotskjær la mindre halmrester igjen på overflaten enn en gangs kjøring med Swift (standard tindespisser) til samme jorddybde. Reduksjonen i halmmengde ved to gangers kjøring med Swift sammenlignet med en gangs kjøring er nok en konsekvens både av antall kjøring og den dypere jordarbeidingen (15 cm) som ble gjort ved andre gangs kjøring. På grunn av begrensninger i forhold til hvor mange ulike behandlinger vi kunne inkludere i forsøket fikk vi ikke undersøkt hvorvidt vi ville fått den samme reduksjonen i halmmengde som ved kombinasjonen grunn (8 cm) + dyp (15 cm) harving dersom vi hadde kjørt to gangers grunn harving eller en gangs dyp harving med Swift eller et av de andre redskapene.



Figur 4. Gjennomsnittlig % halmdekke etter jordarbeiding med ulike redskap på upløyd, laglig jord på Kvithamar og Værnes i 2017 og 2018. Ulik bokstav over søylene indikerer statistisk sikker forskjell mellom behandlinger ($p < 0,01$).



Figur 5. Jordstruktur og gjenværende halm på jordoverflaten etter en grunn (8 cm) harving og en grunn (8 cm) + dyp (15 cm) harving med en Swift-kultivator på Kvithamar og Værnes i 2017 og 2018.

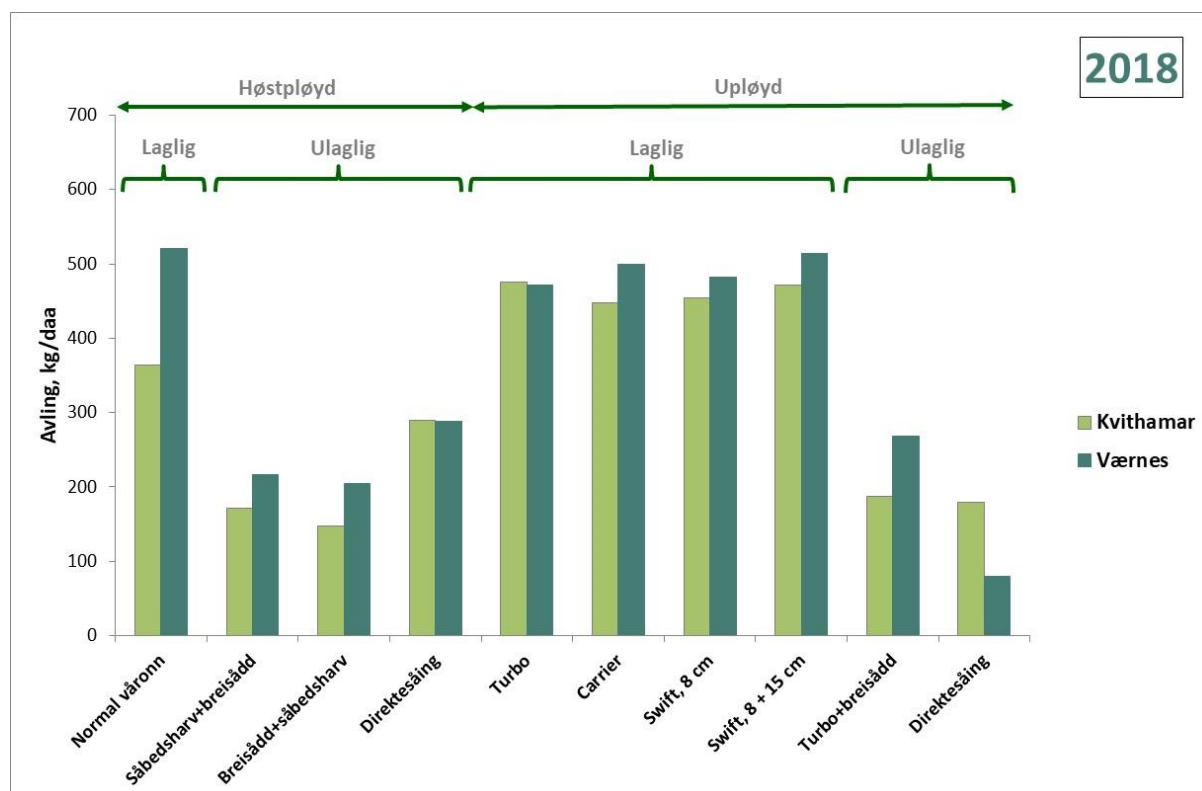
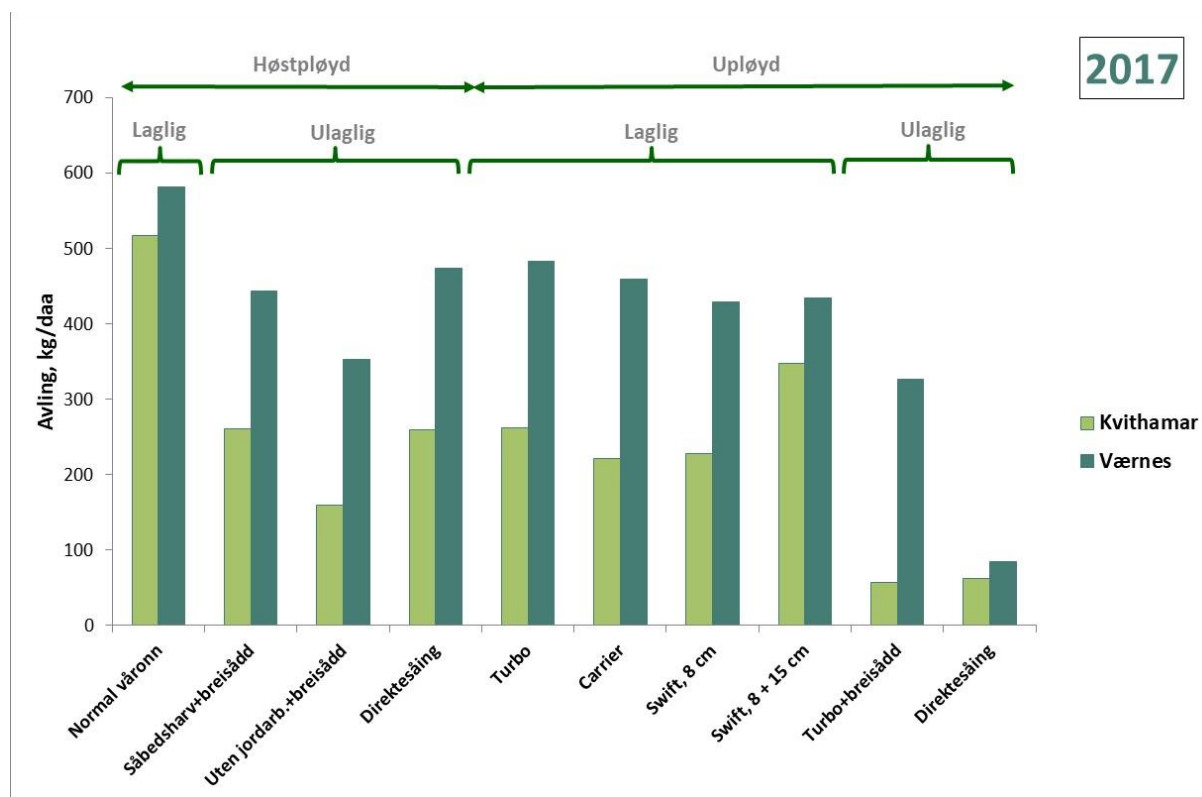
2.2.4 Avling

Det var generelt lite legde og sykdomsangrep i forsøksfeltene, bortsett fra et seint angrep av spragleflekke i feltet på Værnes i 2017. Avlingsmengde, vannprosent ved høsting og hektolitervekt var signifikant høyere på Værnes enn på Kvithamar både i 2017 og 2018 (Figur 6, Tabell 2–5). Som nevnt tidligere fikk vi en del utfordringer med halm og flerårige ugras i 2017. Disse problemene var størst på Kvithamar. På den sandige silten på Værnes var det også lettere å få til et jevnt såbed ved de ulike våronnstrategiene enn på leirjorda på Kvithamar. I 2018 skyldtes nok avlingsforskjellen mellom de to lokalitetene i større grad ulikheter i vanntilgang. Både i mai, juni, og spesielt juli måned kom det relativt lite nedbør det året (Figur 2). I juli 2018 ble det kun registrert 24 mm nedbør på Værnes, mot normalt 94 mm (1961–90). Den siltholdige jorda på Værnes har høyere vannledningsevne enn jorda på Kvithamar og var følgelig bedre i stand til å forsyne kornplantene med vann i nedbørsfattige perioder og gi grunnlag for høyere avlinger enn jorda på Kvithamar.

Det er et kjent faktum at utsatt såtid gir redusert avlingspotensial. Riley (2016) fant at hvis optimal såtid var innen 20. april vil avlingstapet ved utsatt såtid være lite dersom en fikk sådd før 1.5., mens det ved såing 15. og 25.5. ble estimert et avlingstap på henholdsvis 15 og 30 %. Ved såing etter 23.6. estimerte modellen total avlingssvikt. I vårt forsøk ble den siste delen av forsøksfeltet (2. såtid) sådd den 23.5. i 2017 og den 13.6. i 2018. Det var dermed ikke uventet at både avlingsmengde og -kvalitet var høyere på ledd fra 1. såtid enn ledd fra 2. såtid for begge forsøksår og -lokaliteter (Tabell 2–5).

I sammendrag for de to forsøksstedene var det ingen signifikant forskjell i avlingsmengde og -kvalitet i forhold til om det ble brukt skål- eller tindebasert redskap til forenklet jordarbeiding på upløyd, laglig jord (Tabell 2 og 4, ledd 5–7). Både i 2017 og 2018 var det en tendens til at to gangers kjøring med

Swift ga litt høyere avling og hektolitervekt enn en gangs kjøring med Swift, men kun forskjellen i hektolitervekt i 2017 var statistisk signifikant. Innenfor enkeltfelt var det imidlertid større forskjeller mellom de ulike våronnstrategiene (Figur 6, Tabell 2–5).



Figur 6. Høstet avling (kg/daa, 15 % vanninnhold) ved forskjellige våronnstrategier på høstpløyd og upløyd jord med laglig og ulaglig jordfuktighet for jordarbeiding ved Kvithamar og Værnes i 2017 og 2018. Der ikke annet er spesifisert er kornet sådd med kombimaskin.

Tabell 2. Resultater etter gjennomføring av ulike våronnstrategier ved laglige (1. såtid) jordforhold på Kvithamar og Værnes i 2017. Ulik bokstav indikerer statistisk signifikant forskjell mellom ledd ($p \leq 5$).

Ledd 1. såtid	Avling kg/daa	Vann % v/høsting	HI-vekt kg	Legde %	Grå øyefl. %	Byggbr.fl. %	Spraglefl. %
Kvithamar							
1. Normal våronn	518 <i>a</i>	14,8	66,3 <i>a</i>	0	0	3,5	1,5
5. Turbo	263 <i>c</i>	15,2	63,0 <i>c</i>	0	0	4,5	1,5
6. Carrier	222 <i>c</i>	15,7	62,7 <i>c</i>	0	0	5,0	2,0
7. Swift, 8 cm	228 <i>c</i>	15,7	62,5 <i>c</i>	0	0	5,0	1,5
8. Swift, 8+15 cm	348 <i>b</i>	15,2	64,3 <i>b</i>	0	0	5,0	2,0
<i>P</i> %	0,04	<i>i.s.</i>	0,04	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	51	-	0,67	-	-	-	-
Værnes							
1. Normal våronn	581	15,4 <i>a</i>	67,7	0	1,0	1,5	20,0
5. Turbo	484	14,8 <i>b</i>	65,6	0	1,5	1,0	18,5
6. Carrier	460	14,9 <i>ab</i>	65,9	0	1,5	1,0	25,0
7. Swift, 8 cm	430	14,8 <i>b</i>	65,3	0	2,0	1,0	18,5
8. Swift, 8+15 cm	435	14,6 <i>b</i>	65,8	0	1,0	1,0	20,0
<i>P</i> %	<i>i.s.</i>	4,14	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	-	0,45	-	-	-	-	-

Normal våronn (ledd 1) gav i 2017 en avling på 518 og 581 kg/daa på henholdsvis Kvithamar og Værnes (Figur 6, Tabell 2). De fire forsøksbehandlingene med redusert jordarbeiding på laglig jord (ledd 5–8) gav i gjennomsnitt 190 kg/daa lavere avling enn normal våronn i sammendrag for de to forsøksfeltene i 2017. Det var imidlertid tydelige forskjeller mellom de to feltene. På Værnes var det ingen signifikant forskjell i avlingsnivå mellom normal våronn og redusert jordarbeiding. På Kvithamar gav en gangs kjøring med Turbo, Carrier og Swift (ledd 5–7) i gjennomsnitt kun 238 kg korn/daa, signifikant lavere enn avlingsmengden ved normal våronn. To gangers kjøring med Swift (ledd 8) gav en høyere avling (348 kg/daa), men også den lå signifikant under nivået ved normal våronn ($p = 0,04$). Forskjellene i avlingsmengde gjenspeiles også i kornkvalitet. På Værnes var det ingen signifikant forskjell i hektolitervekt mellom normal våronn (67,7 kg) og redusert jordarbeiding (gjennomsnittlig 65,7 kg), mens på Kvithamar var hektolitervekta etter to gangers kjøring med Swift (64,3 kg) signifikant lavere enn ved normal våronn (66,3 kg), men signifikant høyere enn for de tre andre leddene med redusert jordarbeiding (gjennomsnittlig 62,7 kg).

Avlingsnivået for forsøksleddene som ble sådd seinere og under mer ulaglige fuktighetsforhold var generelt lavt, spesielt på Kvithamar der problemene med halmrester, jordstruktur og flerårige ugras var størst. På Værnes var det i 2017 tendenser til en noe høyere avling og hektolitervekt etter jordarbeiding med såbedsharv (ledd 2) og direktesåing på høstpløyd jord (ledd 4) enn etter såing direkte på høstpløyd jord uten noen forutgående jordarbeiding (ledd 3) og direktesåing på upløyd jord, men forskjellene var ikke statistisk signifikante (Figur 6, Tabell 3). Også på Kvithamar var det i 2017 jordarbeiding med såbedsharv og direktesåing på høstpløyd jord som gav høyest avling og hektolitervekt. Disse to våronsstrategiene gav ca. 100 kg/daa mer i avling, og også høyere hektolitervekt, enn såing direkte på plognaden, men forskjellen var ikke statistisk signifikant. Direktesåing på upløyd jord gav kun 57 kg/daa i avling og en hektolitervekt på 55,9 kg, signifikant lavere enn både jordarbeiding med såbedsharv og direktesåing på høstpløyd jord.

Tabell 3. Resultater etter gjennomføring av ulike våronnstrategier ved ulaglige (2. såtid) jordforhold på Kvithamar og Værnes i 2017. Ulik bokstav indikerer statistisk signifikant forskjell mellom ledd ($p \leq 5$).

Ledd 2. såtid	Avling kg/daa	Vann % v/høsting	HI-vekt kg	Legde %	Grå øyefl. %	Byggbr.fl. %	Spraglefl. %
Kvithamar							
2. Såbedsharv, breisådd	262 <i>a</i>	22,0	62,5 <i>a</i>	1,5	0	3,0 <i>b</i>	1,0
3. Uten jordarb., breisådd	159 <i>ab</i>	27,9	60,8 <i>a</i>	0	0	2,0 <i>b</i>	1,0
4. Direktesåing	260 <i>a</i>	21,4	63,6 <i>a</i>	0	0	4,5 <i>b</i>	1,5
9. Turbo, breisådd	57 <i>b</i>	24,8	55,9 <i>b</i>	0	0	7,5 <i>a</i>	1,5
<i>P</i> %	4,01	5,93	2,69	5,2	<i>i.s.</i>	2,92	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	133	-	4,0	-	-	2,9	-
Værnes							
2. Såbedsharv, breisådd	444	28,0 <i>b</i>	64,3	1,5	0 <i>b</i>	3,0 <i>a</i>	10,0
3. Uten jordarb., breisådd	353	33,0 <i>a</i>	62,3	0	1,0 <i>a</i>	2,0 <i>b</i>	10,0
4. Direktesåing	474	22,4 <i>c</i>	66,3	0	1,0 <i>a</i>	1,0 <i>c</i>	12,5
9. Turbo, breisådd	327	21,5 <i>c</i>	62,9	0	1,0 <i>a</i>	1,0 <i>c</i>	8,5
<i>P</i> %	<i>i.s.</i>	0,14	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<0,01	<0,01	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	-	2,3	-	-	<0,01	<0,01	-

I 2018 gav normal våronn ved laglig jordfuktighet (ledd 1) henholdsvis 364 og 521 kg korn/daa ved Kvithamar og Værnes (Tabell 4). På Værnes lå avlingsnivået etter redusert jordarbeiding (ledd 5–8) på samme nivå som ved normal våronn (Figur 6, Tabell 4), og det var ingen signifikante avlingsforskjeller mellom de ulike behandlingene ved 1. såtid på laglig jord. Hektolitervekta var imidlertid noe lavere etter en gangs kjøring med Turbo, Carrier og Swift (gjennomsnittlig 62,8 kg) enn etter normal våronn og to gangers kjøring med Swift (gjennomsnittlig 64,9 kg).

Tabell 4. Resultater etter gjennomføring av ulike våronnstrategier ved laglige (1. såtid) jordforhold på Kvithamar og Værnes i 2018. Ulik bokstav indikerer statistisk signifikant forskjell mellom ledd ($p \leq 5$).

Ledd 1. såtid	Avling kg/daa	Vann % v/høsting	HI-vekt kg	Legde %	Grå øyefl. %	Byggbr.fl. %	Spraglefl. %
Kvithamar							
1. Normal våronn	364 <i>b</i>	16,4 <i>b</i>	60,0 <i>c</i>	0	0	0,5	1,0
5. Turbo	476 <i>a</i>	17,6 <i>a</i>	62,1 <i>a</i>	0	0,5	1,0	1,0
6. Carrier	448 <i>a</i>	17,8 <i>a</i>	61,5 <i>b</i>	0	0,5	1,0	1,0
7. Swift, 8 cm	455 <i>a</i>	17,6 <i>a</i>	61,8 <i>ab</i>	1,0	0	1,0	1,0
8. Swift, 8+15 cm	471 <i>a</i>	17,6 <i>a</i>	61,9 <i>ab</i>	0	0	1,0	1,0
<i>P</i> %	0,5	0,07	0,04	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	37	0,3	0,4	-	-	-	-
Værnes							
1. Normal våronn	521	16,3	65,3 <i>a</i>	5,0	0	0	3,0
5. Turbo	472	16,3	63,3 <i>bc</i>	3,5	0	0	3,0
6. Carrier	500	16,2	62,3 <i>c</i>	0	0	0	3,0
7. Swift, 8 cm	482	16,3	62,9 <i>bc</i>	10,0	0	0	3,0
8. Swift, 8+15 cm	514	16,2	64,4 <i>ab</i>	0	0	0,5	4,0
<i>P</i> %	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	4,82	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	-	-	1,9	-	-	-	-

På Kvithamar gav imidlertid en normal våronnstrategi signifikant lavere avling enn redusert jordarbeiding i 2018. De fire behandlingene med redusert jordarbeiding (ledd 5–8) gav ca. 100 kg/daa i meravling (i gjennomsnitt 463 kg/daa) sammenlignet med normal våronnstrategi (Figur 6, Tabell 4).

Det var ingen statistisk signifikante forskjeller mellom de fire ulike metodene for redusert jordarbeiding. Også hektolitervekta var lavere etter normal våronn (60,0 kg) enn etter redusert jordarbeiding (gjennomsnittlig 61,8 kg). Jordarbeiding med Turbo og Carrier gav henholdsvis høyest (62,1 kg) og lavest (61,5 kg) hektolitervekt blant leddene med redusert jordarbeiding, men bortsett fra forskjellen mellom disse to var det kun små, ikke-signifikante forskjeller i hektolitervekt mellom de ulike formene for redusert jordarbeiding. I tidligere forsøk har en sett at redusert jordarbeiding har gitt høyere avlinger enn pløying i tørre år på grunn av mindre evapotranspirasjon og tap av vann til luft (Riley mfl. 2009; Riley 2014). Som nevnt tidligere var det langt mindre nedbør enn normalt både i mai, juni og spesielt i juli måned i 2018, og det er sannsynligvis årsaken til at redusert jordarbeiding gav en høyere avling og kornkvalitet enn normal våronnsbehandling på Kvithamar dette året. Den siltholdige jorda på Værnes har mye høyere vannledningsevne enn leirjorda på Kvithamar, hvilket kan forklare hvorfor en ikke fikk samme resultat her som på Kvithamar.

Også i 2018 ble avlingsnivået ved 2. såtid lavt med henholdsvis 195 og 211 kg/daa på Kvithamar og Værnes. På Værnes var det tendenser til at direktesåing på høstpløyd jord (ledd 4) og bruk av Turbo (ledd 9) gav noe høyere avling enn de andre våronnstrategiene ved ulaglige jordfuktighetsforhold, men forskjellen var ikke statistisk signifikant (Tabell 5). Turbo og direktesåing på oppløyd jord (ledd 10) gav imidlertid signifikant lavere hektolitervekt enn direktesåing på høstpløyd jord, men signifikant høyere hektolitervekt enn jordarbeiding med såbedsharv før eller etter såing (ledd 2–3). På Kvithamar gav direktesåing på høstpløyd jord signifikant høyere avling enn de fire andre strategiene ($P\% = 4,95$), men det var ingen signifikante forskjeller i hektolitervekt mellom de ulike våronnstrategiene.

Tabell 5. Resultater etter gjennomføring av ulike våronnstrategier ved ulaglige (2. såtid) jordforhold på Kvithamar og Værnes i 2018. Ulik bokstav indikerer statistisk signifikant forskjell mellom ledd ($p \leq 5$).

Ledd 2. såtid	Avling kg/daa	Vann % v/høsting	HI-vekt kg	Legde %	Grå øyefl. %	Byggbr.fl. %	Spraglefl. %
Kvithamar							
2. Såbedsharv, breisådd	172 <i>b</i>	35,0	57,6	0	0	0 <i>b</i>	1,0
3. Breisådd, såbedsharv	147 <i>b</i>	34,1	57,8	0	0	0 <i>b</i>	1,0
4. Direktesåing (høstpl.)	290 <i>a</i>	30,2	58,3	0	0	1,0 <i>a</i>	1,0
9. Turbo, breisådd	187 <i>b</i>	36,7	58,1	0	0	1,0 <i>a</i>	1,0
10. Direktesåing (upløyd)	180 <i>b</i>	32,3	59,9	0	0	1,0 <i>a</i>	1,0
<i>P</i> %	4,95	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<0,01	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	85	-	-	-	-	<0,01	-
Værnes							
2. Såbedsharv, breisådd	217	43,6 <i>a</i>	58,4 <i>c</i>	0	0	0,5	1,0
3. Breisådd, såbedsharv	204	41,7 <i>b</i>	58,4 <i>c</i>	0	0	0	1,0
4. Direktesåing (høstpl.)	288	33,6 <i>c</i>	62,2 <i>a</i>	0	0	0,5	1,5
9. Turbo, breisådd	268	40,5 <i>b</i>	60,4 <i>b</i>	0	0	0	1,0
10. Direktesåing (upløyd)	80	31,5 <i>d</i>	60,2 <i>b</i>	0	0	0,5	1,0
<i>P</i> %	5,41	<0,01	0,48	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>	<i>i.s.</i>
<i>LSD</i>	-	1,3	1,3	-	-	-	-

I et fastliggende, langvarig jordarbeidingsforsøk på Kvithamar og Værnes i perioden 1990–2001 ble høst- og vårpløying sammenlignet med ulike strategier for redusert jordarbeiding (Riley mfl. 2005). I gjennomsnitt for hele forsøksperioden gav redusert jordarbeiding 13 % lavere avling enn høst- eller vårpløying i det forsøket. Forskjellene i avling mellom de ulike formene for redusert jordarbeiding var små, men det var en tendens til at dyp vårharving (16 cm) gav høyere avling enn en grunn vårharving (8 cm). Også i vårt forsøk var det tendens til at to gangers harving med Swift, en gang til 8 cm jorddybde og en gang til 15 cm jorddybde, gav noe høyere avling enn én harving til 8 cm jorddybde.

Resultatene fra vårt forsøk og tidligere forsøk (Børresen, 1999; Riley mfl. 2005; Riley mfl. 2009; Riley 2014) viser at dersom en skal lykkes med plan B i våronna, så bør en ta noen forholdsregler høsten før ved å kutte eller fjerne halmen og gjennomføre tiltak mot flerårige ugras. Når dette forarbeidet var gjort fant vi ved laglige jordforhold ingen reduksjon i byggavling ved redusert jordarbeiding med ulike kultivatorer sammenlignet med en normal våronnspraksis. Forsøkene indikerte imidlertid også at det kan være vanskeligere å få til et bra resultat av forenklet jordarbeiding på leirjord enn på sandjord. Det var generelt mindre, ikke-signifikante avlingsforskjeller mellom ulike behandlinger på sandjorda på Værnes enn på leirjorda på Kvithamar. Sandjorda pakkes imidlertid lettere enn leirjorda, og resultatene fra det langvarige jordarbeidings-forsøket fra 1990–2001 (Riley mfl. 2005) viser at kontinuerlig plogfri jordarbeiding over mange år er utfordrende på denne jordtypen fordi det lett kan oppstå en «harvesåle», et tett pakket jordlag like under harvedybden, som hemmer planterøttens vekst.

Det er vanskelig å få utnyttet de ulike kultivatorene helt optimalt i et forsøksfelt, både på grunn av plassmangel og fordi en ikke har hatt anledning til å prøve ut og bygge opp erfaring med hvordan de ulike redskapene fungerer på den aktuelle jorda gjennom tidligere års bruk. Blant annet skulle en optimalt sett ved to gangers harving med Swift ikke kjørt i samme retning begge gangene slik vi av plasshensyn måtte gjøre i forsøket. Vi fant ingen sikre avlingsforskjeller mellom de ulike kultivatorene vi testet ut ved redusert jordarbeiding på laglig jord i forsøket. Den kunnskapen og erfaringen den enkelte bonde sitter på i forhold til sin egen jord vil således være mer avgjørende i forhold til valg av redskap dersom en ønsker å investere i en kultivator for redusert jordarbeiding.

En plan B for år der vedvarende nedbør forårsaker at jorda ikke tørker opp og blir laglig for jordarbeiding og det haster med å få sådd kornet hvis det skal kunne bli modent viste seg å være mer krevende. Direktesåing på høstpløyd jord var det vi lyktes best med av de strategiene vi testet ut i vårt forsøk. Det gav litt høyere avling enn bare breisåing på jordoverflaten, men ikke signifikant utslag i begge år. Det betyr at sentrifugalspreder, som mange har tilgjengelig, kan være et alternativ til å få sådd kornet når jorda er for fuktig til at det er forsvarlig å foreta jordarbeiding. Om det ble harvet før eller etter breisåing hadde ikke innvirkning på kornavlingen. Mye av avlingstapet i forhold til en normal våronn skyldtes nok imidlertid den seinere såtida ved ulaglige forhold. En gangs harving med Turbo på oppløyd, laglig jord gav henholdsvis 181 og 247 kg/daa mer i avling i 2017 og 2018 enn samme behandling på oppløyd, ulaglig jord, der den eneste forskjellen i tillegg til såtid var at kornet ble sådd med kombimaskin ved laglige forhold og breisådd ved ulaglige forhold. Hvis optimal såtid er innen 20. april vil i følge Riley (2016) avlingstapet ved utsatt såing øke fra 15 % ved såing 15. mai til 30 % ved såing 25. mai, og ved såing etter 23. juni antas total avlingssvikt. I forsøket så vi også at utfordringen med ugras ble større jo lenger vi utsatte såtida, for i mellomtida rakk ugraset da å vokse seg stort og kraftig innen vi fikk sådd kornet og ble en sterk konkurrent om vokseplass, næring og lys. En av utfordringene i år der stadig nedbør forårsaker at jorda ikke får tørket opp blir da hvor lenge enn skal tørre å vente på at regnet tar slutt slik at jorda kan bli laglig for jordarbeiding.

3 Spørreundersøkelse blant kornprodusenter

Som en del av prosjektet Våronn plan B gjennomførte vi en spørreundersøkelse blant kornprodusenter i Trøndelag for å innhente deres erfaringer med våronnstrategier under vanskelige værforhold. Spørreundersøkelsen omfattet jordarbeiding om høsten og vanlig våronn på gården, samt erfaringer med forenklet våronn (Vedlegg 1). Videre ble det spurt om hvilke strategier de har for å få sådd korn hvis jorda er for våt, og hvis jorda er laglig, men det haster å så på grunn av mye nedbør i vente. Det ble også spurt om de hadde søkt avlingsskadeerstatning på grunn av vanskelig våronn. Generelle opplysninger omfattet antall års erfaring med korn dyrking, størrelse på kornareal, jordtype, driftsform, gjødsel, tilgjengelig redskap og planlagte investeringer i jordarbeidingsredskap.

Spørreskjemaet ble laget i programmet Questback Essentials, og sendt ut som e-post til alle kornprodusenter i Trøndelag, ca. 2300 stk., ved årsskiftet 2017/2018. Undersøkelsen ble også bekjentgjort og gjort tilgjengelig via ulike relevante Facebook- og websider. Denne åpne tilgangen førte at det også kom noen besvarelser fra Østlandet. Disse bevarrelsene er utelatt for at svarene skulle kunne være representative for Trøndelag.

3.1 Beskrivelse av respondentene

Det kom inn 499 svar, og det er grunn til å anta er de representative for målgruppa. Svarene fordelte seg på 33 kommuner i Trøndelag, med flest svar fra Levanger (80), Steinkjer (76), Stjørdal (53), Trondheim (38), Verdal (31), Inderøy (25), Melhus (24), Ørland (22), Skaun (20) og Indre Fosen (19). Antall år den enkelte gårdbruker hadde dyrket korn hadde følgende fordeling på kategoriene 1–5 år: 75 stk., 6–10 år: 63 stk., mer enn 10 år: 361 stk. 18 % av respondentene har søkt om avlingsskadeerstatning for korn på grunn av vanskelig våronn en gang og 3 % har søkt flere ganger, mens 79 % hadde aldri søkt om avlingsskadeerstatning.

3.1.1 Kornareal og jordart

Halvparten av produsentene hadde et kornareal på under 200 daa, mens 40 % hadde mellom 200 og 500 daa (Tabell 6). De resterende, 10 %, var nokså jevnt fordelt på de ulike arealgruppene over 500 daa. Disse tre kategoriene, med skille på 200 og 500 daa har blitt brukt ved tolkningen av resultatene.

Tabell 6. Antall produsenter i de ulike gruppene som viser deres totale kornareal (daa).

	< 100	100 – 199	200 – 299	300 – 399	400 – 499	500 – 599	600 – 699	700 – 799	> 800
Antall	83	172	96	62	35	20	8	9	14

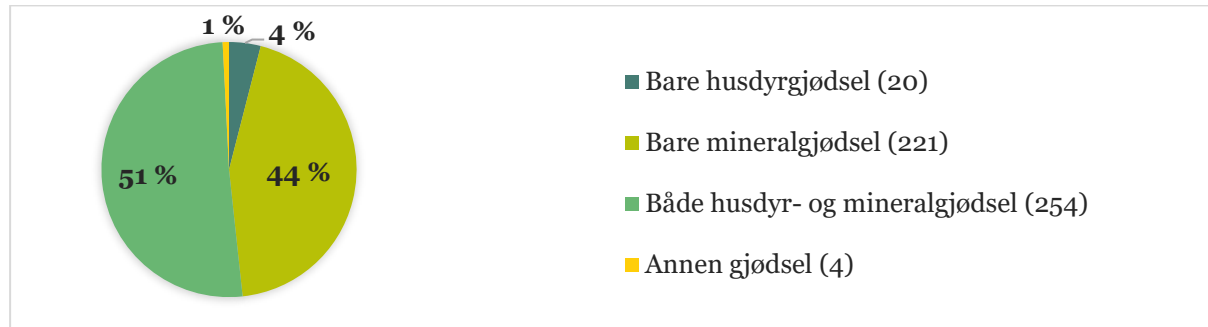
Jordart kan ha betydning for hvilken jordarbeidingsstrategi man velger, og det er vanlig med flere jordarter på en gård. For å ikke gjøre det for komplisert ba vi produsentene om krysse av for den jordarten de stort sett dyrket korn på, men med muligheter for å krysse av for flere jordarter. For å kunne bruke jordart som en forklaring valgte vi i etterkant å opprette en egen kategori, blanding, for dem som oppga flere jordarter. Vel halvparten av respondentene, 55 %, havnet i denne kategorien (Tabell 7). Stiv leire og mellomleire, inkludert sandig og siltig mellomleire, ble slått sammen til kategorien tyngre leirjord (22 %). Sandige og siltige jordarter var inkludert i kategoriene lettleire, sand og silt.

Tabell 7. Antall produsenter med hovedtyper av jordarter.

	Tyngre leirjord	Lettleire	Sand	Silt	Myr	Blanding
Antall	110	51	35	26	1	276

3.1.2 Driftsform og gjødsel

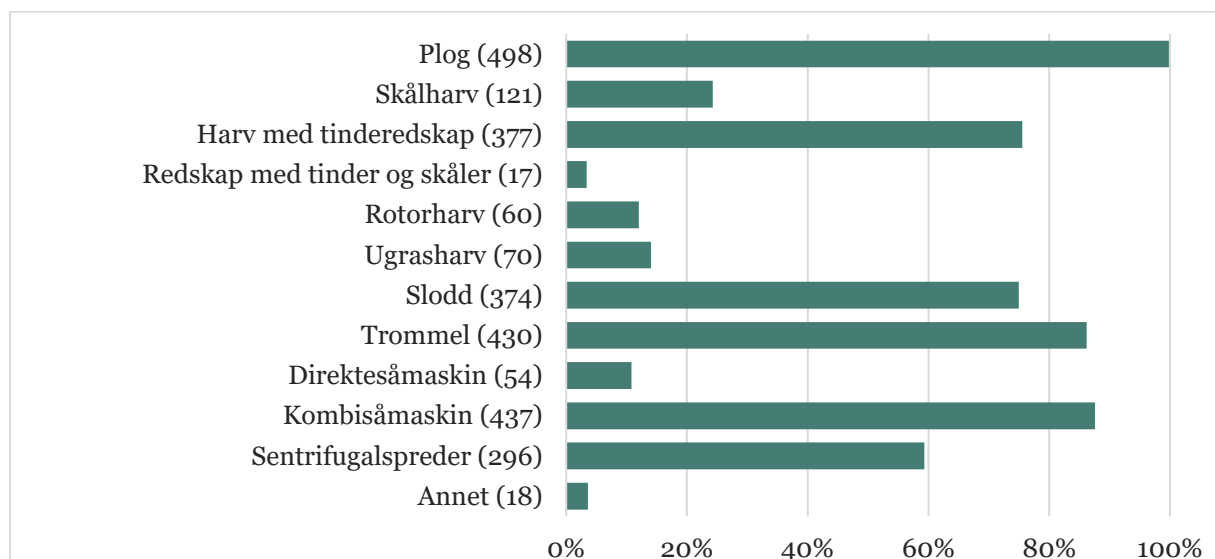
Driftsformen blant respondentene var i all hovedsak konvensjonell, 5 % oppga at de drev økologisk og 2 % drev både økologisk og konvensjonelt. Over halvparten av produsentene hadde tilgang på husdyrgjødsel (Figur 7). De som hadde bare husdyrgjødsel eller annen organisk gjødsel drev økologisk, med noen få unntak som hadde under 100 daa kornareal. Annen gjødsel var organisk handelsgjødsel godkjent for økologisk landbruk.



Figur 7. Bruk av husdyrgjødsel, mineralgjødsel og annen gjødsel blant respondentene. Antall svar i parentes.

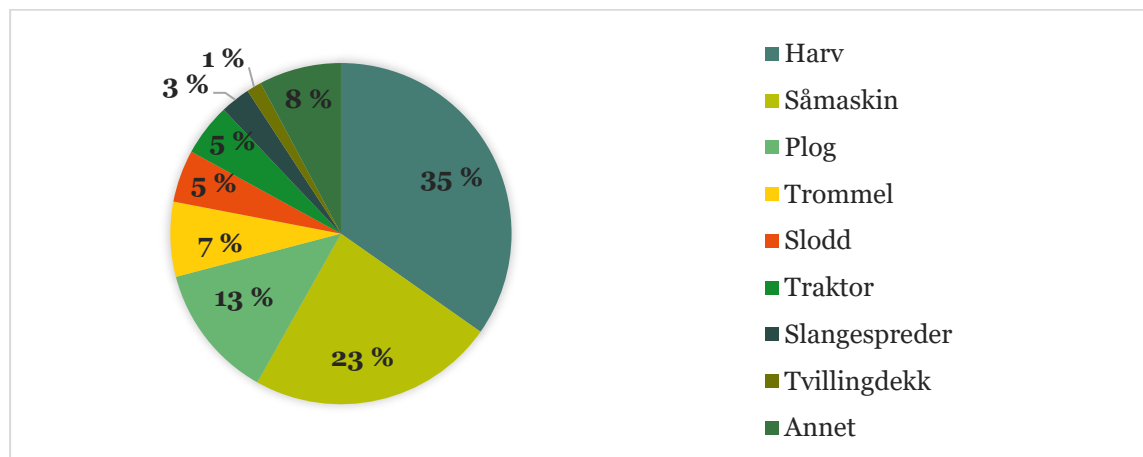
3.1.3 Tilgjengelig redskap og planlagte investeringer

Produsentenes tilgang på redskap og deres jordarbeidingspraksis kan også ha betydning for hvilke tiltak man har muligheter for å iverksette når værforholdene gjør våronna vanskelig. Plog var tilgjengelig for omtrent alle, og svært få oppga jordarbeiding uten pøying (Figur 8). Av ulike typer harver var harv med tinderredskap mest utbredt, dernest skålharv, men en av fem hadde tilgang til flere typer harver. Flertallet hadde tilgang på såmaskin som gjør det mulig å så og gjødsle i samme operasjon (88 %). Det antas at de resterende hadde enkel såmaskin. Bare 11 % hadde direktesåmaskin som gjør det mulig å så uten betydelig jordarbeiding. At halvparten av disse oppga at de også hadde kombisåmaskin kan skyldes at enkelte kombisåmaskiner kan benyttes som direktesåmaskin. Gjødselprederer for mineralgjødsel kan i unntakstilfeller også brukes til å så ut korn, men da blir kornet liggende på jordoverflaten i stedet for å plasseres 3–4 cm ned i jorda. Denne type redskap er nokså lett, berører ikke jordoverflaten, og kan derfor kjøres på fuktigere jord enn tyngre redskap. Ved fuktige forhold kan kornet spire selv om det ligger på overflaten. Nærmere 60 % oppga å ha sentrifugalspreder. Noen har også kommentert at de har pendelspreder som kan brukes på samme måte.



Figur 8. Tilgjengelig redskap blant respondentene. Antall svar i parentes.

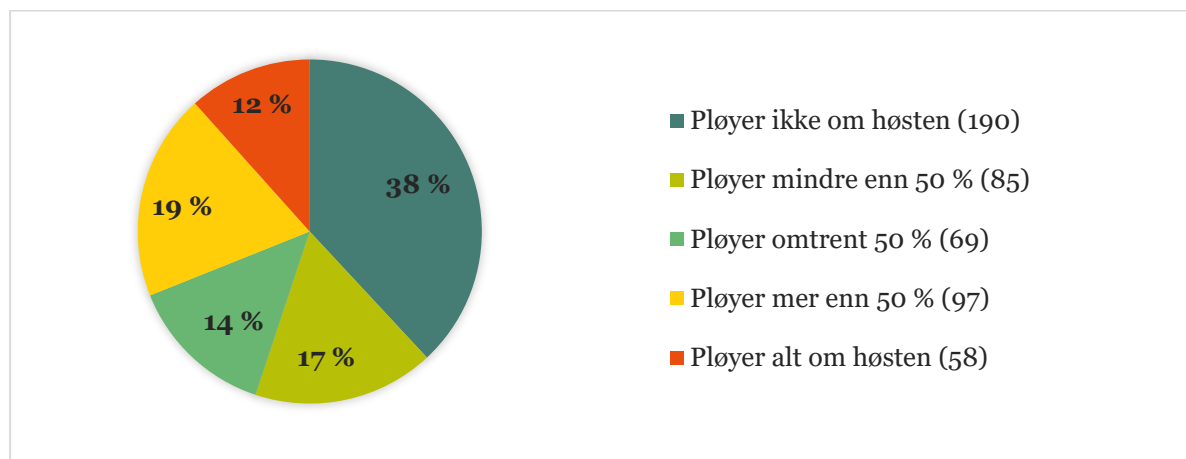
Flertallet av gårdbrukerne (73 %) sier at de ikke har planlagt å investere i andre redskap for å gjennomføre våronna mer effektivt. Blant de som planlegger investeringer er det generelt redskap med større kapasitet (eks. bredere) og kombiredskap som nevnes. Harv, såmaskin eller større plog, gjerne vendepløgg er det de fleste vil investere i (Figur 9).



Figur 9. Planlagte investeringer for å kunne gjennomføre våronna mer effektivt (n = 133).

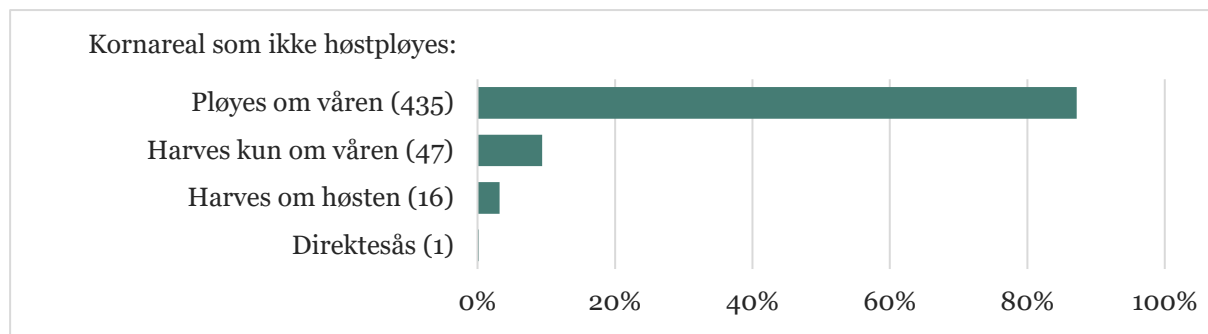
3.2 Jordarbeidingspraksis

Våronna bestemmes av hva som er gjort av jordarbeiding om høsten, inkludert halmhåndtering og tiltak mot ugras. Leirjord og siltjord tørker seint og har tradisjonelt blitt pløyd om høsten, mens sandjord tørker raskere og blir generelt pløyd om våren. Det er høyere erosjonsrisiko fra høstpløyd jord, og det stimuleres derfor til minst mulig jordarbeiding om høsten. I spørreundersøkelsen oppga 38 % av gårdbrukerne at de ikke pløyer om høsten, mens 12 % pløyer alt om høsten (Figur 10). Halvparten av de som har tyngre leirjord, stiv leire og mellomleire, pløyer alt eller mer enn 50 % av arealet om høsten. Selv om 57 % av de som har bare sandjord ikke pløyer om høsten, var det likevel 17 % som oppga at de pløyer alt om høsten. Det siste kan ha sammenheng med at siltig sand også tilhørte kategorien sandjord. Det totale kornarealet man skal rekke over har også innvirkning på jordarbeidingsstrategi. Desto større kornareal, desto flere valgte å foreta en større andel av jordarbeidingen om høsten.



Figur 10. Omfang av høstpløying av kornareal. Antall svar i parentes (n=499).

Kornareal som ikke ble høstpløyd ble i hovedsak vårpløyd (Figur 11). Resten ble kun harvet om våren, og noen få harvet både høst og vår. Flere svar var mulig, og det var få som ikke pløyde i hele tatt. På areal som ikke høstpløyes vil stubbharving om høsten kunne redusere kravene til hva som er aktuelle strategier hvis en må forenkle våronna (Seehusen mfl. 2020). Det var bare 3 % som svarte at de harvet om høsten.



Figur 11. Jordarbeid på areal som ikke høstpløyes. Flere svar mulig (n=499). Antall svar i parentes.

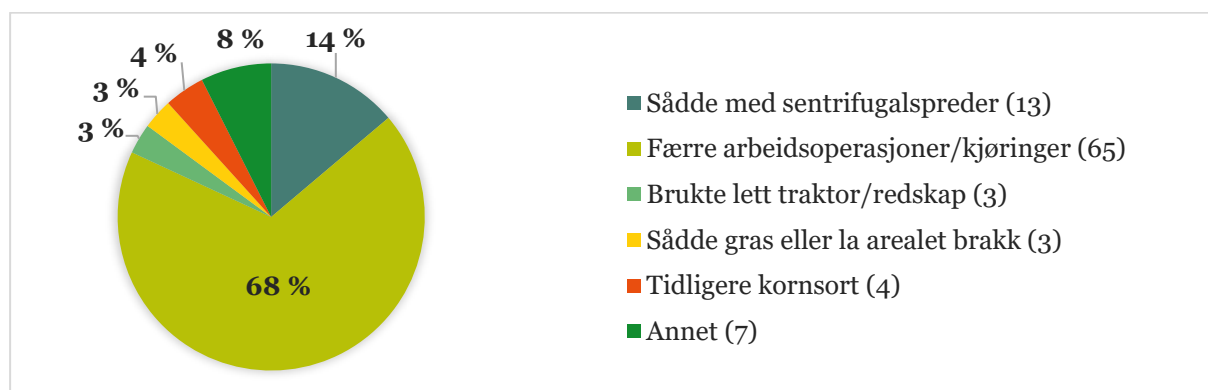
3.3 Erfaringer med forenklet våronn

Blant respondentene var det 19 % som oppga at de hadde opplevd å måtte gjøre forenklinger i forhold til planlagt våronn. Det var opp til den enkelte å beskrive hva som ble gjort og hvordan det gikk. Svarene på ulike strategier ble kategorisert i etterkant (Figur 12). Flertallet valgte å kutte ut arbeidsoperasjoner eller antall kjøring. Det kunne være slodding eller tromling som ble sløffet, men også pløying eller harving(er). Flere oppga at de hadde sådd direkte på pløyd jord, med brukbart resultat. Såing med sentrifugalspreder var prøvd av flere.

«Sådde rett i pløgsle. Stiller store krav til at pløgsle er jevn nok, og man bør ha sloddplanke på såmaskina.»

«Sein og blaut våronn: etter høstpløgsle ble det tromlet med crosskiler deretter sådd med kunstgjødselspreder og nedmollet med ugrasharv.»

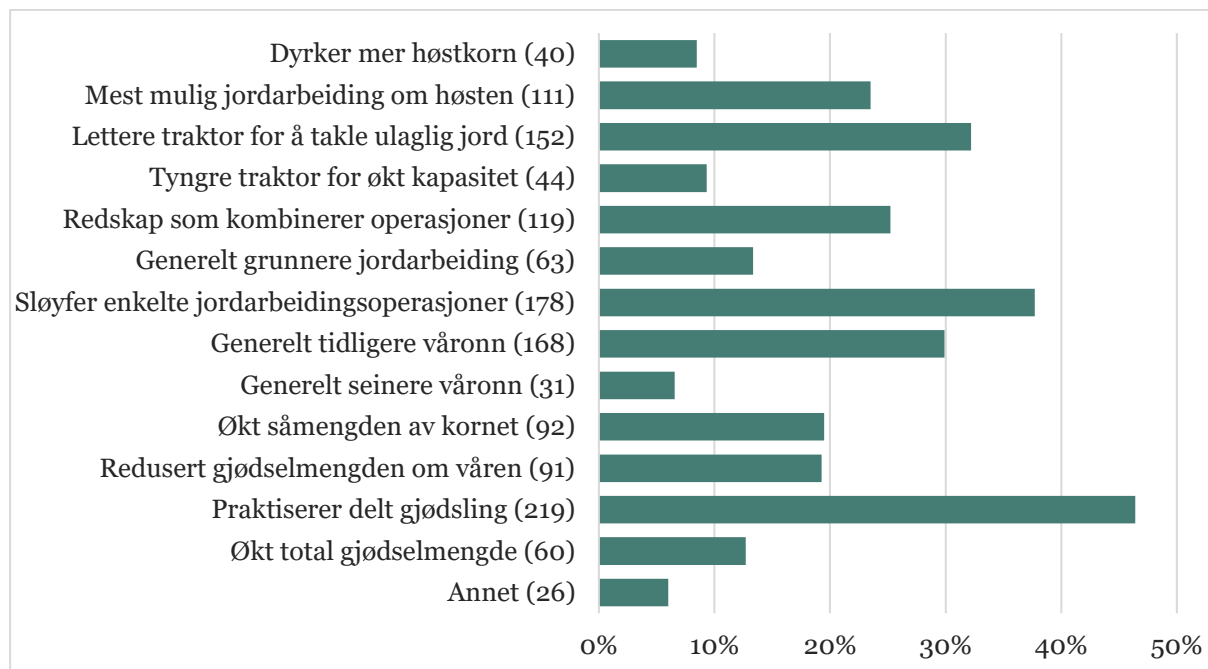
Andre strategier som ble nevnt var å gjennomføre våronna med lettere traktor og redskap, bruke en tidligere kornsort eller så gras for de som hadde mulighet til det. Det var relativt sett vel dobbelt så mange som hadde søkt om avlingsskadeerstatning pga. vanskelig våronn blant de som hadde erfart å måtte forenkle våronna (35 %) enn de som ikke hadde erfart dette (15 %).



Figur 12. Hovedstrategier som ble brukt da planlagt våronn til korn ikke kunne gjennomføres. Antall svar i parentes.

3.4 Gjennomførte tilpasninger

Gårdbrukerne ble spurt om de allerede hadde gjort tilpasninger i korndyrkingen med tanke på å kunne takle år med ugunstige værforhold. De ble bedt om å ta stilling til en rekke utsagn om endret dyrkingspraksis (Figur 13). 94 % svarte på ett eller flere av utsagnene.



Figur 13. Omfang av ulike typer endret dyrkingspraksis blant de 94 % av kornprodusentene (472 stk.) som svarte at de hadde foretatt tilpasninger i korndyrkinga. Antall svar i parentes.

En av fire prøver å få til mest mulig jordarbeiding om høsten. Blant disse var det størst andel av dem som har tyngre leirjord og silt. Det var spesielt de som har leirjord som dyrket mer høstkorn. En av tre oppga at de har generelt tidligere våronn, og størst andel var blant de med lettere jordarter. Om tidligere våronn betyr at man tøyer grensene for våronnstart til før jorda er laglig er ikke mulig å vite ut fra undersøkelsen. Flere av de med bare sandjord har grunnere jordarbeiding og sløyfer i mindre grad jordarbeidingsoperasjoner.

En av tre har valgt lettere traktor for å takle ulaglig jord. Det å unngå jordpakking i våronna vil i følge Kolberg mfl. (2019a) også være den viktigste klimatilpasningen ved tillaging av såbed til vårkorn.

Arealstørrelse hadde også innvirkning på tilpasningsstrategi. Jo større kornareal, jo større andel valgte tyngre traktor for økt kapasitet, og færre valgte lettere traktor for å takle ulaglig jord. Det var også mer bruk av kombiredskap, grunnere jordarbeiding og utelatelse av enkelte arbeidsoperasjoner blant de med størst areal.

Omtrent halvparten av gårdbrukerne hadde tilgang på husdyrgjødsel. Delt gjødsling var utbredt praksis (46 %), også for de som bare brukte mineralgjødsel, og noe overraskende siden det dyrkes mest bygg i Trøndelag. Andelen av de som praktiserte delt gjødsling og sløyfet enkelte arbeidsoperasjoner var høyere blant de som hadde opplevd avlingssvikt.

Blant de som hadde økologisk driftsform var det ingen som hadde valgt grunnere jordarbeiding, tyngre traktor eller endring i gjødselmengde. Flere enn snittet hadde generelt seinere våronn og lettere traktor.

3.5 Strategier for våronn ved ulaglige forhold

Selv om de fleste ikke hadde opplevd å måtte gjøre om på våronnplanene, spurte vi alle om hva de ville gjøre for å få sådd kornet 1) hvis jorda er ulaglig, og det haster med å få sådd for at kornet skal bli modent og 2) hvis jorda er laglig, det meldes mye nedbør, og det er for kort tid for å gjennomføre optimal våronn. Svarene ble kategorisert i etterkant. Ikke alle kategorier utelukker hverandre, men viser hva gårdbrukerne vektla i svarene. Alle svar ble tildelt en kategori, men dersom en hadde ramset opp svar i flere kategorier ble disse registrert, men vektet til en besvarelse. Dette siste gjald spørsmål 2.

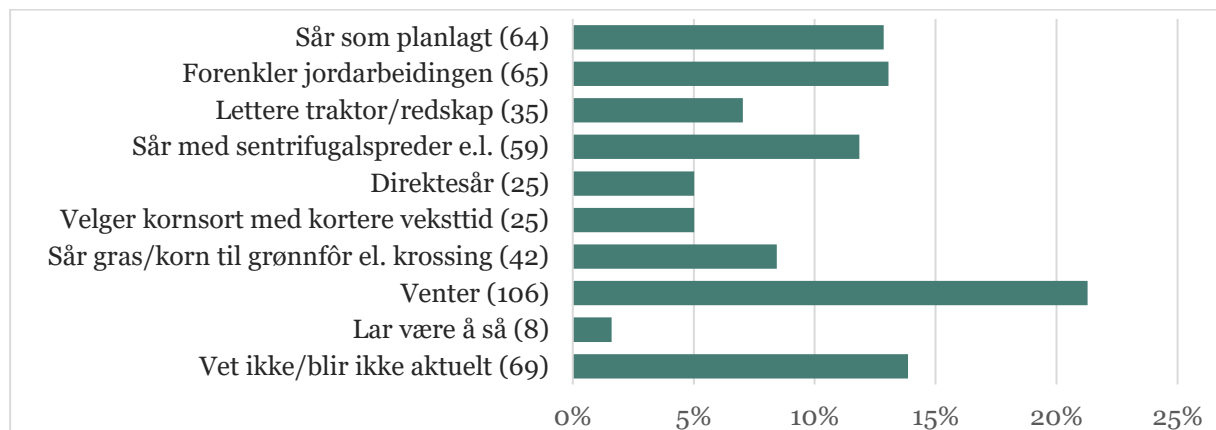
3.5.1 Jorda er ulaglig og såing haster for at kornet skal kunne bli modent

Når jorda er ulaglig vil bearbeiding av jorda kunne føre til jordpakking. Halvparten av gårdbrukerne sier at de i en slik situasjon vil iverksette alternative strategier for å gjennomføre våronna (Figur 14). De vil forenkle jordarbeidingen (13 %), velge lettere traktor eller redskap (7 %), breiså kornet på overflaten (12 %) eller direkteså (5 %). Resten trekker fram at vekstsesongen vil bli kortere og vil derfor velge en sort med kortere veksttid, bruke avlingen til grønnfôr eller krossing, eller så gras i stedet. En av fem sier de vil vente, 14 % vet ikke hva de vil gjøre eller mener at de ikke vil komme i en slik situasjon, 13 % vil så som vanlig og 2 % vil la være å så.

«Finn gårdens/nabolagets minste traktor, slodd, harv og såmaskin. Fjern ev. frontlaster og frontlodd, sett på tvilling, senk lufttrykk og kjør halv mengde gjødsel i såmaskina for å redusere vekt, og overgjødse tidlig for å motvirke gulning.»

«Senere våronn = tidlig bygg. Planlegger alltid en andel tidlig bygg for å redusere risiko.»

Blant de som hadde opplevd å måtte forenkle våronna var det flere som ville iverksette konkrete strategier for jordarbeiding og såing, i stedet for å vente, ikke vite hva en skulle gjøre eller bare gjennomføre.



Figur 14. Strategier gårdbrukerne foreslo hvis jorda er ulaglig, og det haster med å få sådd for at kornet skal bli modent (n = 498). Antall svar i parentes.

«Høstpløyd siltig sand ble harvet meget lett med tvilling, og så sådd med lett kombimaskin. Sådde vendeteiger etter en harving til slutt. Ingen tromling. Gikk fint på alt unntatt området med mest kjøring på vendeteig. På tyngere jord (planert leire) som tørket ujevnt har jeg hatt med både såmaskin og harv til jordet og så harvet lett og sådd litt og litt etterhvert som det tørker. Har også fungert bedre enn å harve store stykker før såing. I begge tilfeller gjelder lett 100hk traktor med tvilling, lite luft og minst mulig kjøring.»

3.5.2 Jorda er laglig og det haster med å så på grunn av mye nedbør i vente

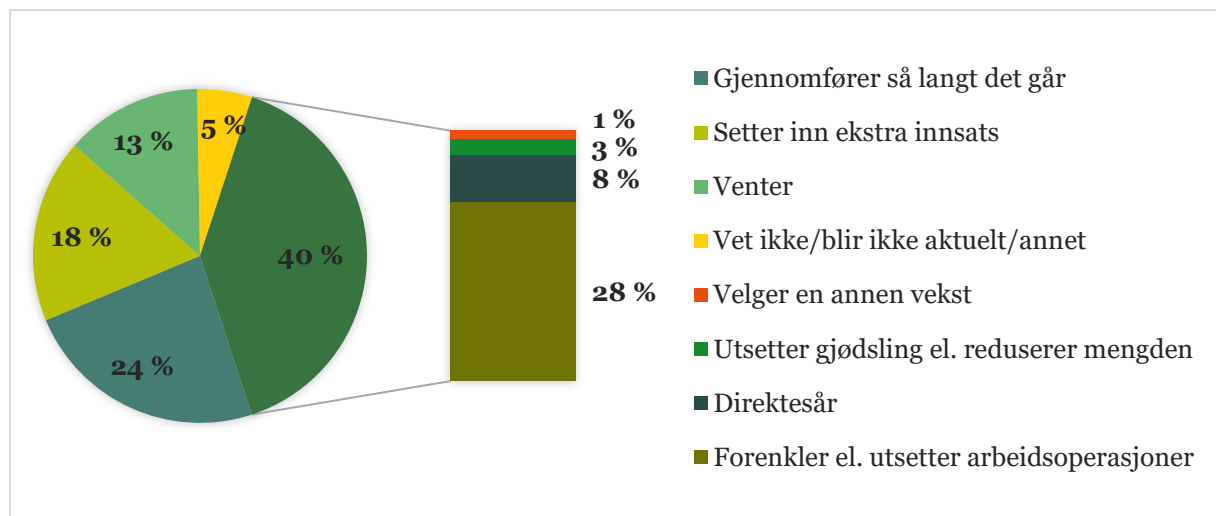
Når jorda er laglig, men det er tidsnød i våronna, trengs det utstyr med stor kapasitet eller utstyr som gjør det mulig med færre antall arbeidsoperasjoner. I en slik situasjon sier 40 % at de vil foreta en eller annen form for tilpasning med de ressursene en har tilgjengelig (Figur 15). Det vil si å forenkler jordarbeidinga med å kutte ut arbeidsoperasjoner som tromling, slodding eller redusere antall harvinger. Andre vil direkte så, kutte ut husdyrgjødsel, redusere mengden mineralgjødning eller velge en annen vekst.

«Har dårlig erfaring med å slodde/harve og så få regn. Det beste er å ikke ta et større stykke enn at en blir helt ferdig.»

En av fire vil gjennomføre som planlagt så langt det lar seg gjøre, 18 % vil sette inn ekstra ressurser i form av arbeidskraft og maskiner, mens 13 % vil vente. Det ble kommentert at en viktig tilpasning til vanskelig våronnklima er å sørge for å ha nok mannskap, og utstyr som er i orden. Da kan det kjøres effektivt når forholdene først er der. Av de som vil gjennomføre som planlagt var det flere som presiserte at de ville gjøre ferdig teig

«Prøver å få sådd mest mulig, venter med tromling til det tørker opp igjen. Har hendt flere ganger at jeg har måttet vente med å tromle til åkeren har begynt å komme opp. Dette har ikke vært noe problem.»

for teig inntil de ble innhentet av været. Desto større kornareal, desto færre ville vente eller hadde mulighet for å sette inn ekstra innsats for å gjennomføre.



Figur 15. Strategier gårdbrukerne foreslo hvis jorda er laglig, det meldes mye nedbør, og det er for kort til for å gjennomføre alle arbeidsoperasjonene som er anbefalt for optimal våronn (n = 499). Søykla representerer tilpasning uten ekstra ressurser.

4 Oppsummering

I feltforsøk har vi testet effekt på kornavling av ulike metoder for forenklet jordarbeiding og såing på laglig og ulaglig leirjord og sandjord. Krav til intensitet i våronna bestemmes av hva som er gjort av jordarbeiding om høsten, inkludert halmhåndtering og tiltak mot ugras. Vi erfarte at skal en lykkes med plan B bør en ta noen forholdsregler høsten før, ved å kutte eller fjerne halmen og gjennomføre tiltak mot flerårige ugras. Når dette forarbeidet var gjort fant vi ikke forskjell i byggavling etter bruk av ulike kultivatorer på oppløyd laglig jord. Forsøkene viste også at det kan være vanskeligere å få bra resultat av forenklet jordarbeiding på leirjord enn sandjord. Direktesåing om våren på ulaglig høstpløyd jord ga litt høyere avling enn bare breisåing på jordoverflaten, men ikke signifikant utslag i begge år. Om det ble harvet før eller etter breisåing hadde ikke innvirkning på kornavlingen. Det betyr at sentrifugalspreder, som mange har tilgjengelig, kan brukes til å få sådd når jorda er for fuktig til at det er forsvarlig å foreta jordarbeiding. På oppløyd ulaglig jord var det større utfordring med direktesåing, men også breisåing etter bruk av en lettere kultivator, viste stor variasjon mellom jord og år. Utgangspunktet med ugras og halm på overflaten får større utslag ved såing på oppløyd ulaglig jord, i tillegg til at jordart og vekstsesongen spiller inn.

Spørreundersøkelsen viste at flertallet av gårdbrukerne ikke hadde hatt erfaring med forenklet våronn eller opplevd å søke avlingsskadeerstatning på grunn av vanskelig våronn. Likevel hadde de aller fleste gjennomført endringer i korndyrkinga som kan tilskrives tilpasning til vanskelige værforhold. Redusert vårgjødsling og delt gjødsling viste seg å være svært utbredt, og dette er tiltak som kan bidra til redusert miljøbelastning. Andre tiltak som ble brukt, som mest mulig jordarbeiding om høsten og tidligere våronn, kan være i konflikt med miljøtiltak for å redusere erosjon og avrenning. Resultatene viste at forenklet jordarbeiding praktiseres, og at det er bevissthet rundt bruk av lettere traktor og redskap for å takle ulaglig jord og for å unngå jordpakking. Både arealstørrelse og jordart har innvirkning på valg av strategier. Jo større kornareal, jo større andel valgte tyngre traktor for økt kapasitet, og færre valgte lettere traktor å takle ulaglig jord. Det var også mer bruk av kombiredskap, grunnere jordarbeiding og utelatelse av enkelte arbeidsoperasjoner blant de med størst areal. Blant dem som prøvde å få til mest mulig jordarbeidinga om høsten hadde de fleste tyngre leirjord og silt. Dette er jordarter som tradisjonelt har blitt pløyd om høsten fordi jorda inneholder mye vann og blir ellers seint laglig for jordarbeiding om våren. Flere av de med sandjord hadde grunnere jordarbeiding og sløyfet i mindre grad jordarbeidingsoperasjoner.

Litteraturreferanse

- Børresen, T. 1999. The effect of straw management and reduced tillage on soil properties and crop yields of spring-sown cereals on two loam soils in Norway. *Soil & Tillage Research* 51: 91–102.
- Kolberg, D., Endrerud, H. C. & Børresen, T. 2019a. Adaptation of seedbed preparation for spring cereals to unfavourably high soil moisture conditions in loam soil. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B* 69:747–759.
- Kolberg, D., Persson, T., Mangerud, K. & Riley, H. 2019b. Impact of projected climate change on workability, attainable yield, profitability and farm mechanization in Norwegian spring cereals. *Soil & Tillage Research* 185: 122–138.
- Riley, H., Bleken, M.A., Abrahamsen, S., Bergjord, A.K. & Bakken, A.K. 2005. Effects of alternative tillage systems on soil quality and yield of spring cereals on silty clay loam and sandy loam soils in the cool, wet climate of central Norway. *Soil & Tillage Research* 80: 79–93.
- Riley, H., Børresen, T. & Lindemark, P.O. 2009. Recent yield results and trends over time with conservation tillage on clay loam and silt loam soils in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B* 59: 362–372.
- Riley, H. 2014. Grain yields and soil properties on loam soil after three decades with conservation tillage in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B* 64: 185–202.
- Riley, H. 2016. God jordlaglighet kontra tidlig såing: Hva betyr det for optimal mekanisering på gårder med ulikt kornareal? *Jord- og Plantekultur* 2016. NIBIO BOK 2(1): 20–25.
- Seehusen, T. & Henriksen, T. 2020. Effekt av halmbehandling og jordarbeiding på nedbrytning av halmen. *Jord- og Plantekultur* 2020. NIBIO BOK 6(1): 110–113.
- Solbakken, E. 1987. Jordsmonnkartlegging på SF Kvithamar og Værnes Prestegård. Stjørdal kommune. Jordsmonnrapport nr. 16/87. Jordregisterinstituttet, Ås.

Vedlegg 1

Metode/redskap brukt ved jordarbeiding og såing, sådato og jordas laglighet, ved 10 ulike våronnstrategier testet i feltforsøk på Kvithamar (Kv) og Værnes (Væ) i 2017 og 2018.

Ledd	Behandling	Pløying	Laglighet	Jordarbeiding	Traktor v/jordarbeiding	Såing	Sådato 2017	Sådato 2018	Etterbehandling
1	Normal våronn	HP	Laglig	Kv: Slodd og såbedsharv Væ: Såbedsharv med sloddplanke	Valtra T170 hhv med og uten tvillingdekk i 2017 og 2018	Kombimaskin	12.5 (Kv), 15.5 (Væ)	29.5 (Kv), 30.5 (Væ)	Tromlet
2	Såbedsharv	HP	Ulaglig	Såbedsharv	Valtra N92H m/tvilling (2017), Valtra T170 u/tvilling (2018)	Sentrifugalspr.*	23.5	13.6	Ingen
3	Ingen behandling	HP	Ulaglig	Ingen		Sentrifugalspr.*	23.5	13.6	Ingen (2017), såbedsharv (2018)
4	Direktesåmaskin (1)	HP	Ulaglig	Ingen	Valtra 6550 u/tvilling (2017), Fendt 516 u/tvilling (2018)	Direktesåmaskin (Väderstad Rapid)	23.5	13.6	Ingen
5	Kverneland Turbo (1)	UP	Laglig	Kverneland Turbo 1x til 8 cm jorddybde	Valtra T170 hhv med og uten tvillingdekk i 2017 og 2018	Kombimaskin	12.5 (Kv), 15.5 (Væ)	29.5 (Kv), 30.5 (Væ)	Tromlet
6	Väderstad Carrier	UP	Laglig	Väderstad Carrier 1x til 8 cm jorddybde	Valtra T170 hhv med og uten tvillingdekk i 2017 og 2018	Kombimaskin	12.5 (Kv), 15.5 (Væ)	29.5 (Kv), 30.5 (Væ)	Tromlet
7	Väderstad Swift 1x	UP	Laglig	Väderstad Swift, 1x til 8 cm jorddybde	Valtra T170 hhv med og uten tvillingdekk i 2017 og 2018	Kombimaskin	12.5 (Kv), 15.5 (Væ)	29.5 (Kv), 30.5 (Væ)	Tromlet
8	Väderstad Swift 2x	UP	Laglig	Väderstad Swift, 2x til hhv 8 og 15 cm jorddybde	Valtra T170 hhv med og uten tvillingdekk i 2017 og 2018	Kombimaskin	12.5 (Kv), 15.5 (Væ)	29.5 (Kv), 30.5 (Væ)	Tromlet
9	Kverneland Turbo (2)	UP	Ulaglig	Kverneland Turbo 1x til 8 cm jorddybde	Valtra N92H m/tvilling (2017), Valtra T170 u/tvilling (2018)	Sentrifugalspr.*	23.5	13.6	Ingen
10	Direktesåmaskin (2)	UP	Ulaglig	Ingen	Valtra 6550 u/tvilling (2017), Fendt 516 u/tvilling (2018)	Direktesåmaskin (Väderstad Rapid)	23.5	13.6	Ingen

*Såing med sentrifugalspreder ble simulert ved å heve labbene på kombisåmaskinen slik at såkornet ble lagt oppå jorda og samtidig stenge av gjødsellabbene.

Vedlegg 2. Spørreskjema

Spørreundersøkelse om våronn

Til deg som er kornprodusent

Våronna er en kritisk fase i korndyrkingen. Enkelte år gjør værforholdene det vanskelig å gjennomføre den planlagte våronna. Med denne spørreundersøkelse vil vi innhente dine erfaringer med jordarbeiding og våronn til korn under laglige og ulaglige forhold.

Estimert tidsforbruk er ca. 10 minutter, og undersøkelsen besvares anonymt.

Spørreundersøkelsen gjennomføres av NIBIO som en del av prosjektet «Våronn plan B» finansiert via Klima- og miljøprogrammet i Landbruksdirektoratet.

1) * Antall år jeg har dyrket korn:

- 1-5
- 6-10
- >10

2) * Kommunen jeg dyrker i:

3) * Jeg dyrker korn på:

- under 100 daa
- 100-199 daa
- 200-299 daa
- 300-399 daa
- 400-499 daa
- 500-599 daa
- 600-699 daa
- 700-799 daa
- over 800 daa

4) * **Jorda jeg dyrker korn på er stort sett:** [Flere kryss mulig]

- Stiv leire
- Mellomleire (inkluderer sandig og siltig mellomleire)
- Lettleire (inkluderer sandig og siltig lettleire)
- Sand (inkluderer siltig sand)
- Silt (inkluderer sandig silt)
- Myr

5) * **Driftsform på kornarealene er:** [Ett kryss mulig]

- Konvensjonell
- Økologisk
- Både konvensjonell og økologisk

6) * **Gjødsel som benyttes på kornarealene:** [Ett kryss mulig]

- Bare husdyrgjødsel
- Bare mineralgjødsel
- Både husdyrgjødsel og mineralgjødsel
- Annen gjødsel

7) **Hvis annen gjødsel i spørsmål 6, spesifiser type og om den kombineres med husdyrgjødsel og/eller mineralgjødsel.**

8) * **Jeg har tilgjengelig (selv eller gjennom maskinsamarbeid) disse redskapene:**
[Flere kryss mulig]

- Plog
- Skålharv (inkludert Carrier)
- Harv med ulike tunderedskap (f.eks. Vibroflex, Väderstad Cultus, Väderstad Swift)
- Redskap som kombinerer tunder og skåler (f.eks. stubbkultivator som Kverneland CLC Evo)
- Rotorharv
- Direktesåmaskin

- Kombisåmaskin
- Ugrasharv
- Trommel (f.eks. Crosskill eller Cambridge)
- Slodd
- Sentrifugalspreder
- Annet

9) * Hvor stor del av ditt kornareal høstpløyes vanligvis? [Ett kryss mulig]

- Pløyer ikke om høsten
- Mindre enn 50 %
- Omtrent 50 %
- Mer enn 50 %
- Pløyer alt om høsten

10) * Kornareal som jeg ikke høstpløyer [Flere kryss mulig]

- harves om høsten
- pløyes om våren
- harves kun om våren (reduisert jordarbeiding)
- ikke relevant, pløyer alt om høsten
- direktesås

11) Hvis du har opplevd å måtte gjøre forenklinger i forhold til planlagt våronn, hva gjorde du og hvordan gikk det?

12) * Hva vil du gjøre for å få sådd kornet hvis jorda er ulaglig, og det haster med såing for at kornet skal kunne bli modent?

13) * Hva vil du gjøre for å få sådd kornet hvis jorda er laglig, det meldes mye nedbør, og det er for kort tid for å gjennomføre alle arbeidsoperasjonene som er anbefalt for ei optimal våronn?

14) Jeg har allerede gjort tilpasninger i korndyrkinga: [Flere kryss mulig]

- Dyrker mer høstkorn
- Mest mulig jordarbeiding om høsten
- Lettere traktor for å kunne takle ulaglig jord
- Tyngre traktor for økt kapasitet
- Kombinerer flere operasjoner i samme redskap
- Generelt grunnere jordarbeiding
- Generelt tidligere våronn
- Generelt seinere våronn
- Økt såmengden av kornet
- Redusert gjødselmengden om våren
- Praktiserer delt gjødsling
- Økt total gjødselmengde
- Sløyfer enkelte operasjoner (eks. slodding, harving, tromling)
- Annet

15) * Jeg planlegger å investere i andre redskap for å kunne gjennomføre våronna mer effektivt:

- Ja
- Nei

16) Hvis ja på spørsmål 15, nevntype redskap her:

17) * Jeg har søkt om avlingsskadeerstatning for korn pga. vanskelig våronn:

- Ja, en gang
- Ja, flere ganger
- Nei

18) Andre kommentarer:

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.