



Prosjekt "Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet" (Nitratprosjektet) 2015-2018

(Prosjekt 14/3665, Klima- og miljøprogrammet 2015)

*Rapporten er skrevet av Borghild
Glorvigen (prosjektleder), Norsk
Landbruksrådgiving*



Sluttrapport 1/6/2019

Innhold

Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet	2
1. Sammendrag.....	2
2. Bakgrunn.....	3
3. Prosjekt mål.....	3
4. Samarbeidspartnere.....	4
5. Organisering av arbeidet	4
6. Materiale og metoder	4
6.1. Sorter.....	5
6.1.1. Konsumsorter: Asterix, Fakse, Folva og Mandel	5
6.1.2. Pommefrites sorter: Innovator, Peik og Royal.....	6
6.1.3. Chipssort: Bruse og Lady Claire	6
6.2. Feltforsøk.....	6
6.3. Gjødslingsnivåer av nitrogen til ulike sorter.....	7
6.3.1. Seks nivåer av nitrogen 2015-2016	7
6.3.2. Delgjødsling 2016 og 2017	8
6.3.3. Storskalafelt med testing av ny viten 2018	9
6.4. Målemetoder og registreringer.....	10
6.4.1. Bladstilmålinger med LAQUA-twin (LQ) nitratmåler	11
6.4.2. Bladstilkanalyser til Megalab (England).....	11
6.4.3. Måling med N-tester	12
6.4.4. Måling med N-sensor	12
6.4.5. Bruk av bilder fra droner og satellittbilder fra CropSAT	12
6.4.6. Måling av skallkvalitet	12
6.4.7. Måling av N-min	12
6.4.8. Kvalitetsanalyser.....	13
6.4.9. Andre registreringer i felt.....	13
7. Status måloppnåelse og gjennomføring.....	16
8. Resultater	16
8.1. Måling med ulike metoder	17
8.1.1. Laquatwin nitratmåler (LQ)	18
8.1.2. Bladstilkanalyser til Megalab (England) og jordanalyser.....	18
8.1.3. N-sensor og N-tester	20
8.1.4. Måling av skallkvalitet	21
8.1.5. Måling av N-min	21
8.1.6. Sammenheng mellom målemetoder og avling	21
8.1.7. Sammenheng mellom målemetoder.....	23
8.2. Optimalkurver for ulike sorter.....	23
8.3. Gjødslingsnivåer av nitrogen til ulike sorter.....	25
8.3.1. Utprøving av nitratkurvene 2016-2018.....	26
8.3.1.1. Delgjødslingsforsøk 2016.....	26
8.3.1.2. Delgjødslingsforsøk 2017.....	27
8.3.1.3. Storskalafelt i 2018	28
9. Formidling og publisering av resultater.....	29
10. Budsjett, kostnader og finansiering.....	33

Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet

1. Sammendrag

Nitratprosjektet 2015-2018 er gjennomført med stor entusiasme og betydelig engasjement fra alle involverte parter. Prosjektet har hatt samarbeidspartnere fra både chips- og pommefritesindustrien og matpotetpakkerier, i tillegg til NIBIO og Yara, og prosjektet har vakt stor interesse hos hele potetnæringa.

Gjennom til sammen 50 forsøk har vi funnet fram til nye analyseverktøy som kan hjelpe oss å oppnå en mer korrekt gjødselstrategi, og riktigere tildeling av nitrogen tilpasset sort og dyrkingssted. Kunnskap fra prosjektet har bidratt til å endre gjødslingsnormen for flere potetsorter, spesielt for Innovator og Lady Claire.

Det er utarbeidet kurver for optimalt nitratnivå og terskelverdi for nå en må sette inn tilleggsgjødsling for sortene Asterix, Bruse, Fakse, Folva, Innovator, Lady Claire, Mandel og Peik. Heretter bør alle sorter prøves ut for å finne riktig gjødselnivå og gode nitratkurver slik at det tas riktige beslutninger om ekstra N til den enkelte potetåker.

Resultatene har vist hvor avgjørende tidspunkt og fordeling av gjødsel er for sluttresultatet. Hvis potetene har for lite gjødsel fra starten av, er det så å si ikke mulig å ta ut sortens og voksestedets avlingspotensiale. For nitrogenets del bør 75-80% av N tildeles tidlig i vekstfasen, noe som betyr under setting og spiring, hvorav minimum 60% av N tilføres ved setting og 15-20% ved spiring, avhengig av sort. Vanligvis går det 3-5 uker fra setting til potetene spirer, og det er fare for utvasking med mye nedbør i denne perioden. Med økende klimatiske utfordringer med svært varierende værforhold er det helt nødvendig med delgjødsling i potetproduksjonen.

Forsøkene med økende mengde nitrogen (N) har vist stor variasjon i avlingsrespons mellom felt og sorter. Økt N har gitt økt knollstørrelse, og ofte litt høyere knollansett. Økt N har også gitt en noe større andel grønne poteter og en nedgang i tørrstoff. Tilsvarende har lave mengder N har gitt redusert knollansett. Økende mengde N har gitt mindre kvalitetsforringelse enn forventet, og ha ikke gitt noen sikre effekter på verken stekekvalitet eller predikerte akrylamidverdier.

Skallkvalitetene reduseres ikke med økende mengder N, så lenge det ikke går utover N-behovet. Gir man potetplantene passe mengder N tidlig i vekstfasen, og unngår sein gjødsling vil det ikke ligge ubrukte N-reserver i jorda etter høsting. Gjødsler man derimot for seint med N er det en risiko for at en del av nitrogenet ligger igjen i jorda etter høsting.

Prosjektet har gitt oss mye lærdom om næringsstoffer i potetplanter. Tørrstoffanalyser har vist oss at det kan være næringsmangler i åkre uten av det er synlig på veksten. Å rette opp næringsmangler i en tidlig vekstfase er viktig for at sorten skal ta ut avlingspotensialet sitt.

Bruk av satellitter og droner som hjelpemidler for å ta riktige avgjørelser i gjødslingsarbeidet kom inn i prosjektet først i 2018. Vi er i gang med å utforske slike nye verktøy, og ser at de gir oss muligheter i å hjelpe produsentene med å ta riktige avgjørelser.



Bilde 1: Fra forsøksfelt i Innovator med 6 nivåer N. Foto: Siri Abrahamsen, NLR viken.

2. Bakgrunn

Kontaktopplysninger for prosjektet

Funksjon	Navn	Adresse/poststed	Mobil
Søker / Prosjekteier	Norsk Landbruksrådgiving Org.nr: 971 255 684	Osloveien 1 1430 ÅS	902 03 317
Kontaktperson	Borghild Glorvigen	Østre Gjesåsevei 580 2280 GJESÅSEN	948 67 585
Prosjektleder	Borghild Glorvigen	Østre Gjesåsevei 580 2280 GJESÅSEN	948 67 585

Ulike potetsorter har forskjellig vekstrytme og ulike behov for nitrogengjødsling i vekstsesongens perioder. Både for å utnytte avlingspotensialet og næringsstoffene, samt unngå tap til omgivelsene er det viktig at næringsstoffene er tilgjengelig på det tidspunktet som planta trenger dem. Mye nitrogen gitt for tidlig i vekstfasen kan hemme knollansett, og er veldig utsatt for utvasking ved store nedbørsmengder, mens for lite nitrogen kan på påvirke avlingsmengde og potetkvalitet negativt. Potetplanter har størst behov for nitrogen fra ca. 40-90 dager etter spiring (Zebarth and Rosen, 2007). I følge andre studier tas 64 % av nitrogenet opp i planta i løpet en periode på 16 dager (Ekelöf, 2013).

Opptaket av nitrogen kan være veldig ulikt for forskjellige potetsorter, både i tid og i fordeling mellom ris og knoller. Det er potetsortens karakter (bestemt/ubestemt voksemåte) og sortens effektivitet i næringsopptaket (rotsystemets størrelse og plantas indre behov) som bestemmer hvor lenge potetplanta skal vokse. Dette avgjør dermed også potetplantenes nitrogenbehov. Om en potetsort har bestemt eller ubestemt voksemåte avgjøres ut fra potetplantenes evne til å opprettholde bladveksten etter at første blomsten er synlig, og har stor innvirkning på gjødslingsbehovet (Dampney and Collins, 2009).

Til potet er det i de fleste år behov for å supplere med nitrogengjødsling i løpet av vekstsesongen. Dette har flere årsaker som at det har vært mye nedbør, knollansett (og dermed avlinga) er større enn forventet og fordi man nå normalt praktiserer delt gjødsling. For bedre å treffe på riktig gjødslingsmengde til sommergjødslinga er det behov for gode beslutningsverktøy slik at en unngår unødvendig sterk gjødsling. For sterk gjødsling kan føre til tap av nitrogen til miljøet i tillegg til kvalitetsforringelse på avlinga. For lav gjødsling gir i hovedsak dårlig økonomi til produsenten i form av lav avling i salgbar størrelse, men også lavere kvalitet.

I et forprosjekt i 2014 med delfinansiering fra FMLA over store deler av landet, flere varemottakere (Maarud, Totenpoteter, HOFF, Orkla, Findus, BAMA, Hvebergsmoen, Produsentpakkeriet i Trøndelag, Fjellmandel), Yara og Bioforsk (nå NIBIO) startet Norsk Landbruksrådgiving (NLR) en testing i bruk av nitratmålere gjennom sesongen i gjødslingsforsøk i 7 potetsorter. Med bakgrunn i dette innvilget Landbruksdirektoratet et treårig prosjekt «Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet».

3. Prosjektmål

Mål: Utvikle et beslutningsverktøy for optimal gjødsling for potet med hensyn på avling, kvalitet og miljøeffekter

Delmål 1: Utarbeide normtall for nitratinnhold i bladstilken for potetsorter ved ulike utviklingstrinn

Normtallene skal brukes for å bestemme når og hvor mye nitrogen som skal tilføres potetplantene slik at dette skal være nyttbart til vekst og avling og ikke gi uheldige miljøeffekter. Måling av nitrogenstatus i planta gjøres ved hjelp av hurtiganalyser (LAQUA-twin nitratmåler og Yara N-sensor). Feltforsøk for å finne normtall for nitrogeninnhold i ulike sorter gjennomføres i 2015-2016.

Delmål 2: Avdekke riktig fordeling og tidspunkt for delgjødsling for de ulike sortene

Når normtall for de ulike sortene er utarbeidet legges det opp forsøk for å studere optimal fordeling og tidspunkt for delgjødsling i de ulike sortene. Delt gjødsling til potet vil bidra til å redusere nitrogenavrenning. Slike felt gjennomføres i 2016-2017.

Delmål 3: Ta i bruk nye normtall i gjødslingsrådgiving hos produsenter i vekstsesongen 2016-2017

Resultatene fra delmål 1 og 2 vil bli evaluert i storskala feltforsøk hos potetprodusenter.

4. Samarbeidspartnere

Samarbeidspartnere v/kontaktperson i prosjektet har vært:

- HOFF SA v/Halvor Alm
- Maarud v/Jan Arne Broen
- NIBIO Apelsvoll v/ Per Møllerhagen,
- Yara v/Jan-Eivind Kvam-Andersen
- Findus v/Solveig Haugan Jonsen
- Orkla v/Leif Skjønnsby
- Sunndalspotet v/Ivar Bakken
- Totenpoteter v/Tone Sørum
- Yara v/Jan-Eivind Kvam-Andersen

I tillegg har Hvebergsmoen potetpakkeri v/Olav Moe bidratt med kvalitetsanalyser.

Feltforsøkene er gjennomført av lokale enheter i NLR og NIBIO Apelsvoll. Lokale rådgivingsenheter i NLR (rådgiver og feltansvarlig) med feltforsøk er: NLR Rogaland (Arne Vagle), NLR Viken (Siri Abrahamsen), NLR Øst (Hilde Olsen, Maren Holthe, Benedikte Tveit), NLR Innlandet (Camilla Bye, Eva Cecilie Gihle, Per Hammerstad), NLR Trøndelag (Jon Olav Forbord, Anne Karin Botnan), Landbruk Nordvest (Frode Grønmyr) og NLR Nord Norge (Anne Marit Isachsen).

Nordisk samarbeid: I starten av desember har vi årlig hatt nordisk møte hvor «Utarbeiding av beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet» har vært tema. Med på disse møtene har bl.a. disse personene deltatt: Seges v/Lars Bødker, AKV Langholt v/Henrik Pedersen og Claus Nielsen, Lycebystærkelsen v/Henrik Knutsson og Gabriella Olsson og Hushållningssällskapet v/Åsa Rölin.

5. Organisering av arbeidet

Arbeidsgruppe har bestått av rådgiverne Siri Abrahamsen (NLR Viken) og Jon Olav Forbord (NLR Trøndelag), forsker Per Møllerhagen (NIBIO Apelsvoll) og prosjektleder Borghild Glorvigen (NLR).

Prosjektgruppe har hatt årlige møter hvor de har diskutert resultater fra siste vekstsesong og lagt planer for neste sesong. I tillegg til prosjektleder har prosjektgruppe bestått av følgende personer:

- Halvor Alm, HOFF SA
- Jan Arne Broen, Maarud
- Per Møllerhagen, NIBIO Apelsvoll
- Jan-Eivind Kvam-Andersen, Yara
- Siri Abrahamsen, NLR Viken
- Jon Olav Forbord, NLR Trøndelag

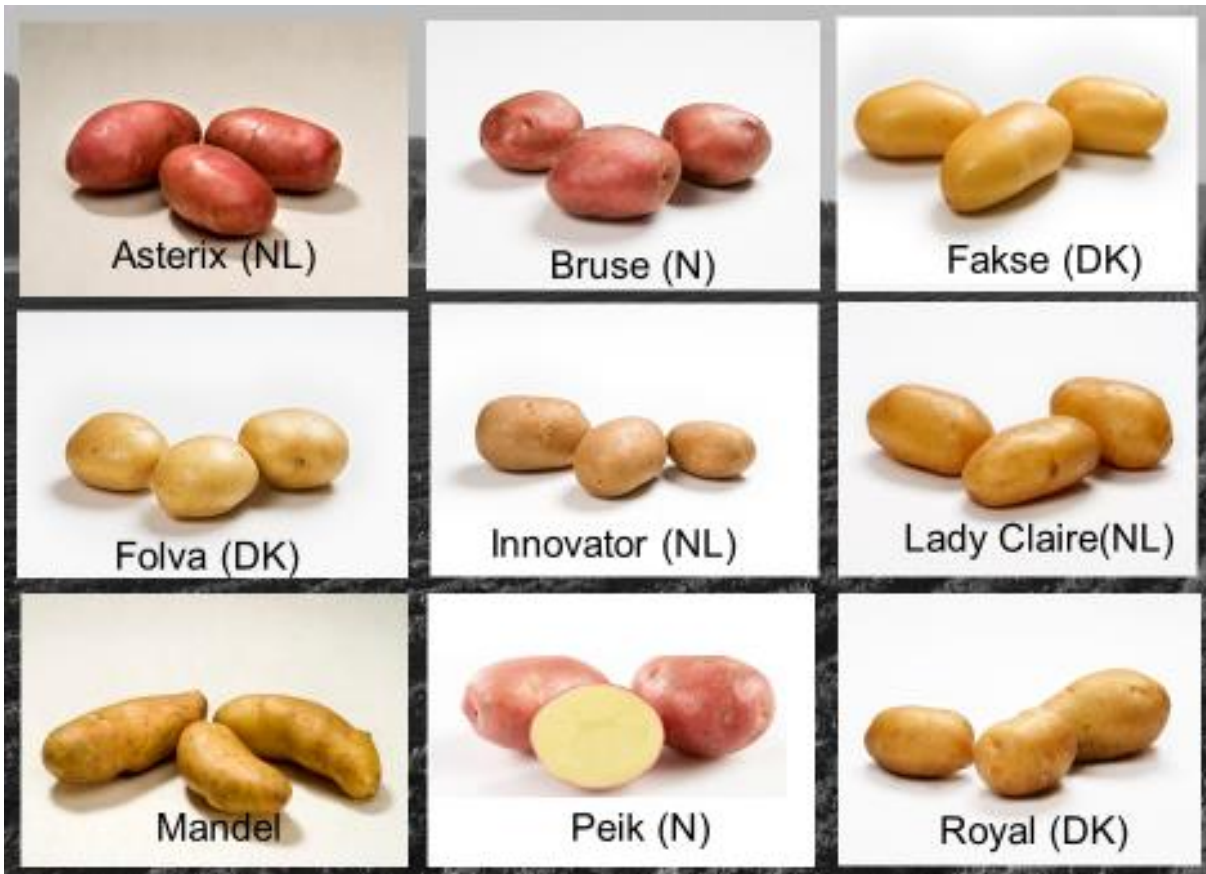
Det har vært årlige møter for alle deltakerne i prosjektet, med gjennomgang av resultater og diskusjon om ny sesong for forsøk. Møtet har vært åpent for samarbeidspartnere og rådgivere og av til produsenter. Prosjektavslutningsmøte ble gjennomført 24. april 2019.

6. Materiale og metoder

For å komme til de resultatene vi har i dag har det i årene 2015-2018 vært mange feltforsøk. Feltene har vært plassert i mange av de lokale rådgivingsenhetene og hos NIBIO Apelsvoll. I de påfølgende avsnittene er metodikk og materiale beskrevet.

6.1. Sorter

Sortene som har vært med i et eller flere feltforsøk i perioden er Asterix, Bruse, Fakse, Folva, Innovator, Lady Claire, Mandel, Peik og Royal, se bilde nedenfor. Valget av sorter har skjedd i tett samarbeid med bransjeaktørene. Sortene i forsøkene blir brukt til både konsum (Asterix, Folva, Mandel), skrelling (Fakse og Folva), chips (Bruse og Lady Claire) og pommefrites (Innovator, Peik og Royal).



Bilde 2: Sortene som har vært med i forsøkene er matsortene Asterix, Fakse, Folva og Mandel; chippsortene Bruse og Lady Claire og pommefrites sortene Innovator, Peik og Royal. Sortenes opprinnelse er oppgitt i parentes. DK=Danmark, N=Norge, NL=Nederland.

6.1.1. Konsumsorter: Asterix, Fakse, Folva og Mandel

Asterix er en nederlandsk sort som har vært i produksjon i Norge i mange år. Sorten ble godkjent i 1998. Knollene har rødt skall, har rundoval form og er lysegule i kjøttet. Sorten er relativt fastkokende, og har mange anvendelsesområder. Den er største konsumsort på markedet og dyrkes både i sør og i nord. I engelske forsøk har sorten vist seg å ha langt lavere krav til nitrogenforsyning (4-6 kg N/daa på siltjord) enn det som er vanlig praksis i produksjon i Norge (10-12 kg N/daa).

Fakse er en dansk sort som brukes til skrelling, og kom på den norske sortslista i 2009. Den er en yterik sort med lavt tørrstoff. Knollene er ovale med en glatt og pen overflate. Skallet er hvitt, og kjøttet lysegult. Den er fastkokende. Produksjonen av sorten er økende, og vi ønsket vi å undersøke den litt nærmere.

Folva er en halvtidlig dansk sort som gir gode avlinger. Den har etablert seg på det norske markedet, og ble godkjent i 2000. *Folva* er en interessant sort særlig på grunn av skallkvaliteten. Knollene er rundovale, har hvitt skall og lysegul kjøttfarge. Den er fastkokende. Sorten benyttes til konsumpotet, skrelling og andre bruksområder. Den er blank og fin i skallet, og er interessant også til produksjon av småpotet.

Mandel er en god gammel landsort med ukjent opphav, og innehar andreplassen i volum i markedet. Den er kjent for sin gode matkvalitet. *Mandel* ble ført opp på norsk sortsliste i 1953. Knollene er lange og mandelformede med grunne grohull. Skallet er hvitt og kjøttfargen gul. *Mandel* er melen, og brukes i tillegg til vanlig konsum også noe til ferdigpotet, chips og småpotet.

6.1.2. Pommes frites sorter: Innovator, Peik og Royal

Innovator er en nederlandsk spesialsort til pommes frites, og ble godkjent i 2003. Knollene har et spesielt utseende med brunt krakelert skall. Potetene er lange og har grunne grohull. Kjøttfargen er hvit. *Innovator* er den viktigste sorten hos Findus, og har vært med i N-forsøkene i England.

Peik ble tatt inn i prosjektet fra 2016. *Peik* er en sein sort, og brukes til pommes frites, råskrelling og konsum hos HOFF (godkjent 1984). Sorten har rødt skall og hvitt - lys gult kjøtt. Knollene er langovale knoller med grunne groøyne. Den er middels melen.

Royal er en halvseinsort sort for produksjon av pommes frites. Sorten ble godkjent 2013, og er halvsein. Knollene er gule og ovale, og har middels dype grohull. Kjøttfargen er lys gul. Den gir meget bra farge og kvalitet på pommes frites. Koketyperen er middels melen til melen. Sorten var under utprøving hos HOFF da prosjektet startet opp, men viste seg å gi utfordringer i produksjonen. Det var derfor ingen felt med *Royal* etter 2016.

6.1.3. Chipssort: Bruse og Lady Claire

Bruse er en er en spesialsort for chipsproduksjon (godkjent 2001). Sorten har høyt tørrstoffinnhold, og passer derfor best på jord som ikke har for høyt innhold av organisk materiale. Knollene er røde og runde med relativt dype groøyne. Lysegult kjøtt. Chipskvaliteten er veldig stabil og god. Sorten blir dyrket av Maarud sine produsenter.

Lady Claire er en er en halvsein spesialsort til chips. Den ble godkjent 2005 og har hvite, rundovale knoller med middels dype grohull. Kjøttfargen er lys gul. Chipskvaliteten er stabil og god. *Lady Claire* har overtatt for sorten *Saturna*, som er faset ut på grunn av høyt innhold av akrylamid i ferdigvaren. I mange tilfeller er det vanskelig å oppnå tilfredsstillende avlinger og god nok økonomi av ved produksjon av *Lady Claire*. Målet har vært at dette prosjektet ville gi oss en pekepinn om i hvilken retning vi bør gå med hensyn til N-mengde.

6.2. Feltforsøk

Feltforsøkene er kjørt i samarbeid mellom Norsk landbruksrådgiving og NIBIO. Feltene i samme serie har hatt samme forsøksplan, og behandlingene er randomisert i gjentakene.

Eksempler for de ulike forsøksplanene er gjengitt i vedlegg 1-4. Hvis jorda i forsøksfeltene hadde lavere Ca-Al enn 40 skulle arealet gjødsles med 25 kg kalsiumnæring/daa før setting. Ingen av feltene er blitt gjødslet med husdyrgjødsel i forsøksåret.

Tabell 1: Oversikt over antall og type feltforsøk i prosjektet 2015-2018.

	2015	2016 (4 ledd)	2017 (3 ledd)	2018*
Finne normtall. Smårutefelt med 6 gjødslingsledd, 1 sort/felt	11	4	-	-
Delgjødsling. Smårutefelt med 4 eller 3 gjødslingsledd og 2 sorter/felt	-	8	8	0
Storskalafelt. Storskalafelt med 2, 3 eller 4 ledd, 1 sort/felt	-	-	-	18

* Planen var å ha 25 storskalafelt, men av kapasitetsmessige årsaker ble det 18 felt.

Tabell 2: Oversikt over hvilke sorter som er prøvd og plassering av feltene (antall felt for hver sort står i parentes).

År	Delmål 1: Finne normtall Smårutefelt sorter (antall felt per sort) med 6 gjødslingsledd / sted	Delmål 2: Delgjødsling Smårutefelt, 4 delgjødslingsledd og 2 sorter (antall felt) / sted	Delmål 3: Teste resultater i storskala Storskalafelt med 2, 3 eller 4 ledd
2015	Asterix (2) / Apelsvoll & Solør Bruse (1) / Østfold Folva (1) / Rogaland Innovator (2) / Viken & Romerike Lady Claire (2) / Apelsvoll & Trøndelag Mandel (2) / Oppdal og Østerdalen Peik (1) / Oppland	-	-
2016	Asterix (1) / Solør Lady Claire (1) / Trøndelag Mandel (1) / Østerdalen Peik (1) / Apelsvoll	Asterix & Mandel (4) / Viken, Nordvest, Apelsvoll og Solør Innovator & Lady Claire (4) / Viken, Toten, Trøndelag, Romerike	-
2017	-	Asterix & Innovator (1) / Viken Asterix & Lady Claire (2) / Solør, Trøndelag Bruse & Lady Claire (1) / Råde Asterix & Mandel (2) / Apelsvoll, Sunndalen Innovator & Peik (2) / Hedemarken, Romerike	-
2018			Se tabell 3

Tabell 3: Storskalafelt i 2018, i alt 18 felt. Oversikt over sort (antall felt for hver sort i parentes), anbefalt mengde nitrogen og hvilket område feltene lå i. * Anbefalt mengde N er basert på resultater fra forsøksfelt i 2015, 2016 og 2017.

Sort	Kg N*	Område
Asterix (4)	13-15	Vestfold, Solør-Odal, Nordvest, Nord-Trøndelag
Fakse (1)	6-8	Rogaland
Folva (2)	8-12	Solør-Odal, Rogaland
Innovator (3)	18-20	Vestfold, Akershus, Solør-Odal
Lady Claire (4)	15-16	Vestfold, Toten, Nord-Trøndelag (2)
Mandel (2)	9-11	Østerdalen, Oppdal
Peik (2)	12-14	Hedemarken, Toten

I løpet av prosjektperioden har det blitt mer aktuelt å bruke satellittbilder som et hjelpemiddel til å se på utviklingen i åkeren fra setting/såing og fram til høsting. CropSat kom som et tilbud i Norge i 2017. I 2018 ble tilbudet utvidet med flere overflygninger, noe som økte interessen for å innlemme bruk av satellittbilder i prosjektet. I 2018 ble satellittbilder fra CropSat brukt til å bestemme hvor i forsøksrutene man skulle ta ut bladstilk til ulike analyser. Disse punktene ble fulgt opp med målinger gjennom sesongen.

6.3. Gjødslingsnivåer av nitrogen til ulike sorter

6.3.1. Seks nivåer av nitrogen 2015-2016

Potetsorter har forskjellige egenskaper. I prosjektet «Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling til potet» har vi hatt forsøk i ni sorter. Optimalt nitrogennivået (N-nivå) er ulikt for de forskjellige sortene. For å finne det riktige N-nivået ble det anlagt forsøksfelt med seks N-nivåer fra 3 til 28 kg N/daa, med intervall på 5 kg (3 – 8 – 13 – 18 – 23 – 28 kg N/daa). Det var i alt 11 felt i 2105 (7 sorter til sammen), og 4 felt i 2016 (4 sorter). Gjødslinga som ble brukt i disse feltene er oppgitt i tabell 4.

Tabell 4: Gjødseelliste for feltene med seks nivåer med nitrogen (2015-2016). Alle gjødse mengder er oppgitt i kg/daa.

Ledd	kg N/daa	Vårgjødsling				Gjødsling ved hypping	
		F12-4-18	KSO4	P20	KAS	KAS	KMG
1	3	19	22	21	0	3	23
2	8	51	15	15	0	7,5	30
3	13	51	15	15	14	12	30
4	18	51	15	15	27	17,5	30
5	23	51	15	15	41,5	21,5	30
6	28	51	15	15	55,5	26	30

Nitrogengjødse ble fordelt med 75 % gitt som radgjødse ved setting og resterende 25 % strødd opp raden 25 dager etter spiring. Fosforgjødse ble gitt som radgjødsling om våren, i alt 5 kg P/daa. Kaliumgjødse er 22,5 kg/daa med unntak av i ledd 1 hvor den kun er 18 kg/daa. Kalium ble fordelt med 70 % radgjødset om våren og resterende 30 % strødd opp på drillen 25 dager etter spiring.

Tabell 5: Anbefalte N-mengder til sortene Asterix, Mandel, Innovator, og Lady Claire, på grunnlag av resultater fra 19 feltforsøk i 2014, og 11 feltforsøk i 2015-2016.

Sort	N-mengde som har gitt best økonomi i feltene	N-mengde hvor vi hensyntar god avmodning (nitratinnhold max 2000 ppm)	N-mengde hvor vi stiller krav om at nitratinnholdet er maks 1000 ppm	Anbefalt mengde som «standard» i delgjødslingsfelt i 2017
Asterix (6 felt)	15-26 kg	2-19	0-11	13
Mandel (4 felt)	14-28	0-19	6-11	9
Innovator (5 felt)	14-34	16-25	13-25	18
Lady Claire (6 felt)	21-28	2-19	2-19	15

6.3.2. Delgjødsling 2016 og 2017

I delgjødslingsfeltene i 2016-2017 var gjødslingsnivået tilpasset sort, hvor nivå var valgt ut fra resultatene fra forsøksfeltene i 2015-2016.

Delgjødslingsfeltene ble satt opp for å teste modellen med optimalkurve som var utviklet gjennom feltforsøk med seks N-nivåer (tabell 12). Gjennom disse forsøkene ønsket vi å optimere den modellen vi hadde arbeidet oss fram til. Fordeling av nitrogenmengdene er oppgitt i tabell 6 og 7.

Tabell 6: Fordeling av N-mengden i delgjødslingsfeltene i 2016 (dae=days after germination=d etter spiring).

Innovator og Lady Claire					Asterix og Mandel			
Ledd	Vårgjødsling (% N)	Ved spiring (% N)	+ 25 dae* (% N)	+ 39 dae (% N)	Ledd	Vårgjødsling (%)	Ved spiring (%)	+ 25 dae (% N)
1	75		25		1	75		25
2	50	25	25		2	60	40	
3	50	25		25	3	60	20	20
4	50	15	Se egen beskrivelse		4	60	15	Se egen beskrivelse

Der det står «Se egen beskrivelse» ble det tatt nitratmålinger av bladstilker med Laquatwin nitratmåler. Det ble deretter beregnet hvor mye nitrogen som skulle bli tilført (se feltplan i vedlegg 2 og 3). Som nitrogengjødse ble det benyttet kalksalpeter. Beregningskalkylen som beregner behovet for nitrogengjødse er ikke vist i denne rapporten.

Foran vekstsesongen 2016 hadde vi ikke godt nok grunnlag til å sette opp riktige planer for forsøkene med delgjødsling, og vi endte opp med å gi for lite nitrogen ved setting. Nitratnivået i plantene var for lavt fra settinga, noe som medførte at planteveksten ikke kom skikkelig i gang fra starten av. Utover i sesongen ble

det gitt de mengdene vi mente var nødvendig ut fra optimalkurvene som var utviklet, men det var ikke mulig å ta igjen misforholdet mellom optimalkurve og det faktiske veksten med økt mengde nitrogen. Resultatet var dårligere avlinger, og til dels for høyt nivå av nitrogen i jorda etter høsting. N-nivået for tre av fire ledd i 2016 er vist i tabell 5.

På grunnlag av resultatene fra 2016 så vi det som helt nødvendig å gjennomføre forsøksfelt med delgjødning i et ekstra år i 2017. Vi var så heldige at vi fikk med oss samarbeidspartnere og Landbruksdirektoratet på det ekstra året med delgjødning i 2017. Fordelingen av N-mengden i de ulike leddene i 2017 er vist i tabell 7.

Tabell 7: Fordeling av N-mengden i delgjødsningsfeltene i 2017.

Ledd	Vår-gjødsling (% N)	Ved spiring (% N)	25 dae*	+ siste gjødsling (25, 32 el. 39 dae (%))
1	75	-	25	
2	60	20		20
3	60	15	Se egen beskrivelse	

Gjødslingsnivåer anbefalt i delgjødsningsfeltene for ulike sorter i de ulike områdene i 2016 og 2017 er gjengitt i tabell 8.

Tabell 8: N-nivå i delgjødsningsfeltene i ulike sorter og områder. Gjødselnivået beskriver N-nivået, i kg/daa, som ble gitt i alle leddene, med unntak av sisteleddet (gjødslet etter behov, bestemt ved hjelp av Laquatwinmålinger), i 2016 og 2017.

Sort	Område	2016	N-nivå 2016	2017	N-nivå 2017
Asterix	Apesvoll	x	13 kg	x	12 kg
	Møre og Romsdal	x	13 kg	x	14 kg
	Solør	x	13 kg	x	12 kg
	Trøndelag			x	12 kg
	Vestfold	x	13 kg	x	14 kg
Innovator	Oppland	x	18 kg	x	18 kg
	Romerike	x	18 kg	x	20 kg
	Trøndelag	x	18 kg		
	Vestfold	x	18 kg	x	20 kg
Bruse	Østfold			x	14 kg
Mandel	Apesvoll	x	9 kg	x	10 kg
	Møre og Romsdal	x	9 kg	x	10 kg
	Solør	x	9 kg		
	Vestfold	x	9 kg		
Peik	Romerike			x	14 kg
	Toten			x	12 kg
Lady Claire	Oppland	x	15 kg		
	Romerike	x	15 kg		
	Solør			x	16 kg
	Trøndelag	x	15 kg	x	16 kg
	Vestfold	x	15 kg		
	Østfold			x	16 kg

6.3.3. Storskalafelt med testing av ny viten 2018

Siste prosjektåret skulle ny viten om ulike sorters nitrogenbehov og delgjødsningsstrategi testes ut i storskala forsøk hos potetprodusenter. Sortene som ble testet ut er oppgitt i tabell 3. Måten prosjektet valgte å teste dette på er oppgitt i tabell 9.

Basisgjødning for de ulike sortene brukt som utgangspunkt for gjødselplanlegginga for storskalafeltene i 2018 er satt opp i tabell 10. Gjødselmengden varierer med sort, bruksområde, jordtype, forventet avling, tidligere bruk av husdyrgjødsel (NB! Ikke i 2017 eller 2018!!!) og til dels vanningsintensitet.

Tabell 9: Storskala forsøksfelt i 2018. Gjødslingsplan settes opp på bakgrunn av jordanalyser, vekstskifte, ny viten om gjødsling tilpasset sort og forventet avling. Ledd 3 og 4 er frivillig.

Ledd	Plassering	Gjødsling	Tildeling
1	Alle felt	Gjødslingsplan: «ny viten» Plan tilpasset sort og skifte. Skal følges!	Lik tildeling hele arealet
2	Alle felt	Etter nitratmålinger Gjødslingsplan (ledd 1) minus 2 - 4 kg N Ukentlige nitratmålinger sjekkes i forhold til nitratkurve. Gjødsling etter behov.	Lik tildeling hele arealet (Gjødsles som ledd 1 vår og ved spiring.)
3	Frivillig	Variabel tildeling etter nitratmålinger Gjødslingsplan som ledd 2 Cropsat-/dronebilder/N-sensormålinger som bakgrunn for variabel tildeling. «Basis» kg N basert på målinger med Laquatwin.	Variabel tildeling på arealet. (Gjødsles som ledd 1 vår og ved spiring.)
4	Frivillig	Bondens plan Bonden gjødsler etter egen plan.	

Tabell 10: Anbefalt mengde nitrogen i gjødslingsplanlegging av forsøksareal i storskala testing i 2018.

Anbefalte normtall (normavling ulike sorter) baserer seg på resultater fra nitratprosjektet	Normtall N kg/daa	Normavling (brutto kg/daa)	% av total N (kg N/ daa) de ulike tidspunktene		
			Vår	spiring	25-40 DAE*
Asterix	13-15	3000-3500	70 % (8-10)	15 % (2-3)	15 % (2-4)
Folva, skrellepotet (40-50mm) Folva, terning m.m. (> 50 mm)	8-10 12-14	3000 4000	70% (5,5-7) 70% (8,5-10)	15% (1,2-1,5) 15% (1,8-2,1)	15% (1,2-1,5) 15% (1,8-2,1)
Mandel	9-11	3000	75 % (6-8)	10 % (1-2)	15 % (1-3)
Fakse (sous vide)	6-8	3000	75 % (6-8)	10 % (1-2)	15 % (1-3)
Innovator	18-20	4500	65 % (10-12)	20 % (4-6)	15 % (3-5)
Peik	11-13	3500	75 % (8-10)	10 % (1-2)	15 % (1-3)
Lady Claire	14-16	3500	65% (9-11)	20 % (3-5)	15 % (2-4)
Bruse	13-15	4000	70 % (8-10)	15 % (2-3)	15 % (2-4)

* DAE = days after emergence = dager etter spiring).

6.4. Målemetoder og registreringer

I prosjektet er det prøvd ut flere målemetoder som kan bidra i beslutningsprosessen med å bestemme hva som er riktig mengde nitrogen, om det skal tilføres mer eller om det som allerede er tilført er riktig mengde for resten av vekstsesongen. Det ble tatt ut jordprøver i alle feltene før forsøksarbeidet startet opp.

Planteanalyser er hovedsakelig utført på samme dag i feltene gjennom sesongen. For å få sammenliknbare måleresultater er det viktig at alle uttak av bladstilker utføres til samme tid på dagen hver gang. Plantene bør dessuten ikke ha andre næringsmangler som kan påvirke nitrogenomsetningen i planta, eller kan påvirke fargen på plantene (N-sensor). I rapporten benyttes i hovedsak bladstilk som begrep, men bladskaft eller petiole betyr det samme.



Bilde 3: Uttaket av bladstilk skjær på siste utviklede blad (dvs. 3. eller 4. blad sett ovenfra). Bildet er klippet fra foredrag av Joakim Ekelöv, tidligere SLU.

6.4.1. Bladstilmålinger med LAQUA-twin (LQ) nitratmåler

I alle felt ble det målt innhold av nitrat i bladstilk. Måling av nitratnivå i forsøksruter med ulike nivåer med N-gjødsling var hovedoppgaven i undersøkelsene. I pilotåret 2014 og i noen av feltene de neste årene ble det også utført målinger av kalium (K) parallellt med N-målingene. Målingene ble utført for å teste måleutstyret for K, for å se på K-nivået i de ulike feltene og for å vurdere om N-gjødslinga påvirket kaliuminnholdet i plantene. Resultatene av dette blir ikke omtalt i rapporten.



Bilde 4: Laquatwin nitratmåler. Foto: Siri Abrahamsen, NLR Viken

Det ble plukket ut 20 bladstilk per rute. Det er viktig at plantene er i vannbalanse ved plukking av bladstilk (skal ikke være tørt, og det skal ikke være vannet eller ha kommet store nedbørsmengder siste døgn før uttak), og at uttaket blir utført før kl. 11 om dagen. Bladstilkene ble lagt i plastpose i kjølebagg i felt. Deretter ble bladstilkene klippet i mindre biter, det ble presset ut saft, og tatt målinger av safta så snart som mulig etter plukking.

Første uttak ble gjort ved delgjødsling (25 dager etter spiring). Deretter ble det tatt ut prøver ukentlig de neste tre ukene, for så å ta ut prøver annen hver uke fram til ca. 14 dager før forventet nedsviing. Det ble tatt ut 6-7 prøver i løpet av sesongen. Det ble notert friskt ris ved siste uttak.



Bilde 5: Oppklippede bladstilk klar for å presse ut stilksaft i hvitløkspresse. Foto: Siri Abrahamsen.

6.4.2. Bladstilkanalyser til Megalab

For fullstendig næringsanalyse ble det sendt prøver fra alle felt til Megalab i England. Det ble tatt ut 30 bladstilk per rute av sist utvikla blad ca. 32 dager etter spiring. Materialet ble tørket i ett døgn i tørkeskap ved 50-55C før prøvene ble sendt til Megalab i England. Næringsinnhold ble målt på tørrstoffbasis med NIR-analyse (NIR = near infrared), der lys i spekteret 760-2500 nm benyttes (rett over synlig bølglengde).

Formålet med analysen var å:

- Få en fullstendig oversikt over næringsinnholdet i plantene, slik at eventuelle mangler kunne rettes opp med bladgjødsling på et tidlig stadium.
- Vurdere innholdet av N i tørrstoffet (NIR-analyse) opp mot innholdet av nitrat (måling med Laquatwin).

6.4.3. Måling med N-tester

N-tester måler klorofyllinnhold i plantene. På første fullt utviklede blad, dvs. 3. eller 4. blad ovenfra, gjøres det 30 målinger per forsøksrute. Målingen blir utført på bladplata til småbladet i spissen på storbladet. En måling per plante. Etter at 30 målinger er utført stryker testeren noen ekstremverdier, og man må gjøre noen ekstra målinger for å få 30 målinger. Middelerdien kommer automatisk opp i skjermen, og det er denne som blir notert. Måling med N-tester ble utført i alle felt på samme tidspunkt som måling med Laquatwin i årene 2016 og 2017.



Bilde 6: Måling med N-tester i potet. Foto: Siri Abrahamsen, NLR Viken.

6.4.4. Måling med N-sensor

Håndholdt N-sensor er benyttet i de forsøksfeltene der håndholdt N-sensor har vært tilgjengelig. N-Sensoren måler reflektert lys fra vegetasjonen i forskjellige bølgelengder som er spesifikke for klorofyll og plantenes biomasse. Indirekte måles klorofyllets grønnfarge og den totale miomassen (www.yara.no). N-sensor er brukt i forsøksfelt i Østfold, på Romerike, i Solør-Odal, i Vestfold, på Toten, i Nord-Trøndelag og til dels i felt på Hedemarken.

Sommeren 2018 ble det tatt ut prøver av hele planta da den var i full blomstring. Resultatene for måling av rismasse og rot- og knollmasse vil bli sammenstilt med verdiene for N-sensormålingene hos Yara Hanningshof i Tyskland. Uttak av planter ble gjort i 10 av feltene. Disse resultatene er ikke ferdigstilt ennå.

Bilde 7: Måling med håndholdt N-sensor. Foto: Rune Karlsen, NLR Øst.



6.4.5. Bruk av bilder fra droner og satellittbilder fra CropSAT

Bruk av satellittbilder fra CropSAT kom inn i prosjektet i storskalafeltene i 2018, og ble benyttet i alle felt i 2018. CropSAT er et verktøy som viser variasjonen av biomasse i åkeren, beregnet fra satellittbilder. Antallet bilder som finnes er avhengig av skydekket, men det er ca. 2 overflygninger per uke. Kartene kan lastes ned og brukes til variert nitrogen gjødsling. CropSAT.no er finansiert av Yara Norge og Dataväxt. Oppløsningen i bildene er 10 m x 10 m.

I de tre storskala forsøkene i Vestfold ble det i 2018 i tillegg tatt dronebilder samtidig med de andre målingene på tre tidspunkt (uke 28, 31 og 35). Dette var et samarbeid med firmaet AgroDrone AS. Dronen er en fastvingedrone som flyr i 100 meters høyde. Oppløsningen i bildene er 10 cm x 10 cm.

6.4.6. Måling av skallkvalitet

Det ble tidlig i prosjektet stilt spørsmål om skallkvaliteten blir forringet ved bruk av høye mengder med nitrogen, slik som flere av sortene krever. Derfor ble det sendt prøver fra fire felt med 6 gjødslingsledd til NIBIO Apelsvoll for analyse med Torquometer i 2016. Torquometer måler evnen til motstand i skallet.

6.4.7. Måling av N-min

For å vite hvor mye nitrogen som er tatt opp i plantene og hvor mye som er igjen i jorda ved høsting etter gjødsling med ulike mengder og tidspunkt for tilføringen av nitrogen har det blitt tatt ut leddvise prøver (etter høsting). N-min-målinger er utført i forsøksfeltene i årene 2016, 2017 og 2018.

6.4.8. Kvalitetsanalyser

Fra alle forsøksruter i alle sorter er det tatt ut kvalitetsanalyser. Varemottakere har utført analysene i sine prøverom, etter de kvalitets- og størrelseskriteriene som blir benyttet for de enkelte sortene. For industripotetene (både chips og pommes frites) er det i tillegg tatt ut stekeprøver. Resultatene er målt på fargeskala. Maarud har analysert knollprøver fra feltene med chipssorter og satt opp predikerte akrylamidverdier i 2017 og 2018.

Tabell 11: Bedrifter som har utført kvalitetsanalyser fra forsøkene 2015-2018.

Bedrift \ Sort	Asterix	Bruse	Fakse	Folva	Innovator	Lady Claire	Mandel	Peik	Royal
Findus					x				
HOFF Gjøvik								x	x
HOFF Jæren			x	x					
Hvebergsmoen potetpakkeri	x								
BAMA Lågendalen	x			x					
Orkla						x			
Maarud		x				x			
Totenpoteter							x		
Sunnalspotet	x						x		

6.4.9. Andre registreringer i felt

I alle felt alle år (2015-2018) er det registrert dato for 50% spiring, datoer og utviklingstrinn ved uttak av de ulike analysene. Forgrøde, datoer for setting, gjødsling, risdreping og høsting ble notert i alle felt. I tillegg ble det registrert antall planter per rute (unntak storskalafelt 2018), sjukdom (svartskurv, sterke virus, stengelrâte, tørrrâte) og prosent friskt ris før risdreping.

I løpet av prosjektperioden har det vært forsøksfelt hos mange potetprodusenter. I tabell 10 er det oversikt over hvilke felt som har vært hos hvem, og en del grunnleggende informasjon om feltene.

6.4.10. Statistikk

Det er kjørt variansanalyser for avling, kvalitet, økonomisk resultat (brutto og netto), ulike målinger etc. De statistiske beregningene er i hovedsak gjort av Siri Abrahamsen i NLR Viken, og Per Møllerhagen har beregnet noe. I tillegg er det kjørt regresjonsanalyser for å finne fram til den optimale nitratkurven for hver enkelt sort. Disse beregningene er utført av Research Center Yara International (Hanninghof) og Siri Abrahamsen.

Tabell 10: Oversikt over hvor de ulike feltene har ligget i de forskjellige årene, type feltforsøk, potetsort, feltansvarlig NLR-enhet, settedato, spiredato, høstedata, feltvert, adresse, forgrøde og nærmeste klimastasjon.

År	Felt	Type	Sort 1	Sort 2	Jordart	Feltansvar	Settedato	Spiredato	Høstedata	Feltvert	Adresse	Forgrøde	Klimastasjon	Vanning
2015	1	6 nivåer N	Innovator		Siltig finsand	Vestfold	11.mai	13.jun	29.sep	Geir Olav Næss	Kvelde	vårhvete	Kvelde	Ja
	2	6 nivåer N	Bruse		Lettleire	SørØst	26.mai	14.jun	01.okt	Petter Ørmen	Rygge	vårhvete	Rygge	Ja
	3	6 nivåer N	Innovator		Siltig mellomsand	Romerike	22.mai	17.jun	23.sep	Amund Sandholt,	Minnesund	bygg	Minnesund	Ja
	4	6 nivåer N	Asterix		Silt	Solør-Odal	09.jun			Bjarne Hammer	Grinder	korn	Roverud	Nei
	5	6 nivåer N	Mandel		Siltig finsand	Hedmark	27.mai	25.jun	21.sep	Ole M. Nyberg	Rena	bygg	Rena	Nei
	6	6 nivåer N	Peik		Mellomleire	Oppland	07.jun	01.jul	07.okt	Trond og H.K. Huuse	Kolbu	bygg	Apelsvoll	?
	7	6 nivåer N	L Claire		Lettleire	Apelsvoll	14.mai	20.jun	29.sep	NIBIO Apelsvoll	Apelsvoll	korn	Apelsvoll	Ja
	9	6 nivåer N	Asterix		Siltig finsand	Nordvest	15.mai	26.jun	24.sep	Ivar Grødal,	Sunndal	Bygg	Sunndalsøra	Ja
	10	6 nivåer N	L Claire		Siltig mellomsand	Trøndelag	30.mai	20.jun	06.okt	Olav Galtvik	Trøndelag	Kål	Frosta	Ja
	11	6 nivåer N	Mandel		Siltig finsand	Oppdal	23.mai	01.jul	18.sep	Ola Fjøsne	Oppdal	potet	Oppdal	Nei
	2016	1	6 nivåer N	Asterix		Siltig lettleire	Øst	13.mai	30.mai	30.aug	Petter Ørmen	Råde	korn	Øsaker
2		6 nivåer N	Mandel		Siltig finsand	Innlandet	03.jun		13.sep	Ole Morten Nyberg	Rena	korn	Rena	Ja
3		6 nivåer N	Peik		Lettleire	Apelsvoll	12.mai	10.jun	14.sep	NIBIO Apelsvoll	Kapp	korn	Apelsvoll	Ja
4		6 nivåer N	L Claire		Siltig finsand	Øst	13.mai	07.jun	19.sep	Håvard Haugsbø	Namnå	korn	Åsnes	Ja
1		Delgjødsl.	Innovator	L Claire	Sandig silt	Viken	10.mai	05.jun	16.sep	Geir Olav Næss	Kvelde	Hvete	Kvelde	Ja
2		Delgjødsl	Innovator		Siltig mellomsand	Øst	25.mai	13.jun	27.sep	Amund Sandholt	Minnesund	gulrot	Minnesund	Ja
3		Delgjødsl		L Claire			31.mai	20.jun						
4		Delgjødsl	Innovator	L Claire	Siltig mellomsand	Trøndelag	27/5	13/6	21/9	Olav Galtvik	Frosta	Korn	Frosta	Ja
5		Delgjødsl	Innovator	L Claire	Lettleire	Innlandet	08.jun	27.jun	19.sep	Huuse Landbruk	Toten	Bygg	Apelsvoll	Ja
6		Delgjødsl	Asterix	Mandel	Sandig silt	Viken	19.mai	07.jun	13.sep	Lågen Agro	Kvelde	Korn	Kvelde	Ja
7		Delgjødsl	Asterix	Mandel	Siltig finsand	Øst	27.mai	22.jun	03.okt	Tom Brauter	Kirkenær	Korn	Åsnes	?
8	Delgjødsl	Asterix	Mandel	Sandig silt	NordVest	20/5	25/6	23/9	Ivar Grødal	Sunndalen	Bygg	Sunndalsøra	Ja	
2017	1	Delgjødsl	Asterix	Innovator	Siltig finsand	Viken	08.mai	02.jun	22.sep	Geir Olav Næss	Kvelde		Kvelde	
	2	Delgjødsl	Bruse	L Claire	Siltig finsand	Øst	29.mai	11/6,15/6	25.sep	Ole Petter Hansen	Rygge	Korn	Rygge	

	3	Delgjødsl	Peik	Innovator	Siltig mellomsand	Øst	15.mai	12.jun	05.okt	Minne Gård	Minnesund	Korn	Minnesund	
	4	Delgjødsl	Asterix	L Claire	Siltig finsand	Øst	23.mai	14.jun	19.sep	A. Bakken,	Grinder	Korn	Roverud	
	5	Delgjødsl	Peik	Innovator	Siltig lettleire	Innlandet	26.mai	13.jun	21.sep	Tor Osvald Bye	Nes (Hedm)	Korn	Kise	
	6	Delgjødsl	Asterix	Mandel	Lettleire	NIBIO	09.mai	3/6,6/6	26.sep	Apelsvoll	Kapp	korn	Apelsvoll	
	7	Delgjødsl	Asterix	Mandel	Siltig finsand	Nordvest	15.mai	06.jun	19.sep	Elin Heggset Nysveen	Sunnalsøra	potet	Sunnalsøra	
	8	Delgjødsl	Asterix	L Claire	Siltig grovsand	Trøndelag	31.mai	16.jun	19.okt	Olav Galtvik	Frosta	rødbeter	Frosta	

2018	1	Storskala	Asterix		Siltig finsand	Viken	23/5	13/6	24/9	Lågen Agro	Kvelde	løk	Kvelde	
	2	Storskala	Asterix		Silt	Øst	26/5	9/6	25/9	Håkon Ellevold	Oppstad	korn	Roverud	nei
	3	Storskala	Asterix		Sandig silt	Nordvest	5/5	30/5	10/9	Per Grødal	Grøa	potet	Sunnalsøra	ja
	4	Storskala	Asterix		Lettleire	Trøndelag	29/5	20/6	16/10	Ola Risan	Frosta	korn	Frosta	
	5	Storskala	Fakse		Silt	Rogaland	30/4	21/5	21/8	Tore Nærland	Nærbø	Eng	Særheim	
	6	Storskala	Folva		Silt	Rogaland	17/4	25/5	4/9	Per Sanne	Sola	Eng	Særheim	
	7	Storskala	Folva		Silt	Øst	28/5	8/6	24/9	Karsten Thoner	Slåstad	Korn	Roverud	Nei
	8	Storskala	Innovator		Siltig finsand	Viken	9/5	31/5	13/9	Geir Olav Næss	Kvelde	gulrot	Kvelde	ja
	9	Storskala	Innovator		Sand	Øst	8/5	31/5	24/9	Minne Gård	Minnesund	vårhvete	Minnesund	ja
	10	Storskala	Innovator		Sandig silt	Øst	18/5	4/6	1/10	Are Sætre	Kirkenær	korn	Åsnes	ja
	11	Storskala	L Claire		Siltig finsand	Viken	7/5	27/5	9/8	Bent Løwe	Tjodalyng	Høstrug	Tjølling	ja
	12	Storskala	L Claire		Lettleire	Innlandet	28/5	16/6	17/9	Anners Lie	Kapp	Bygg	Apelsvoll	Ja (men)
	13	Storskala	L Claire		Siltig lettleire	Trøndelag	16/5	9/6	11/10	Bjarne Faanes	Skogn	Korn	Kvithamar	
	14	Storskala	L Claire		Sandig silt	Trøndelag	19/5	12/6	25/9	Jan V Skulbørstad	Stjørdal	potet	Kvithamar	
	15	Storskala	Mandel		Siltig finsand	Innlandet	30/5	17/6	12/9	Ole Morten Nyberg	Rena	Korn	Rena	Ja
	16	Storskala	Mandel		Siltig finsand	Trøndelag	31/5	29/6	17/9	Ivar Håker	Oppdal	Potet	Oppdal	nei
	17	Storskala	Peik		Lettleire	Innlandet	28/5	17/6	19/9	Tor Bye	Nes (Hedm)	bygg	Kise	Ja
	18	Storskala	Peik		Lettleire	Innlandet	28/5	10/7	17/9	Anners Lie	Kapp	bygg	Apelsvoll	Ja (men)

7. Status måloppnåelse og gjennomføring

Målet med prosjektet var å «Utvikle et beslutningsverktøy for optimal gjødsling for potet med hensyn på avling, kvalitet og miljøeffekter». Det mener vi har vi har klart. Samtidig ser vi at det skjer utrolig mye innenfor utvikling av nye verktøy vi kan bruke. Arbeid med bruk av satellitter og droner i planteproduksjon skjer veldig raskt. Per i dag har vi et verktøy, Laquatwin nitratmåler. Verktøyet måler nitratverdier i bladstilker på potetplanta og gir oss et svar i løpet av kort tid. Laquatwin nitratmåler er i bruk hos potetrådgivere hos NLR og noen av samarbeidspartene, og er tatt i bruk i rådgiving hos potetprodusentene.

Delmål 1: Utarbeide normtall for nitratinnhold i bladstilken for potetsorter ved ulike utviklingstrinn

I søknaden sto det: *Normtallene skal brukes for å bestemme når og hvor mye nitrogen som skal tilføres potetplantene slik at dette skal være nyttbart til vekst og avling og ikke gi uheldige miljøeffekter. Måling av nitrogenstatus i planta gjøres ved hjelp av hurtiganalyser (LAQUA-twin nitratmåler og Yara N-sensor).*

Det ble gjennomført feltforsøk for å finne normtall for nitrogeninnhold i ulike sorter i til sammen 15 forsøksfelt i årene 2015-2016. Sammen med tallmateriale fra forprosjektet i 2014 er det utviklet kurver for optimalt nitratnivå for flere sorter (se 8.2).

Delmål 2: Avdekke riktig fordeling og tidspunkt for delgjødsling for de ulike sortene

I søknaden sto det: *Når normtall for de ulike sortene er utarbeidet legges det opp forsøk for å studere optimal fordeling og tidspunkt for delgjødsling i de ulike sortene. Delt gjødsling til potet vil bidra til å redusere nitrogenavrenning.*

På grunnlag av forsøkene med 6 N-nivåer i 2014-2016 og delgjødslingsfelt i 2016 og i 2017 har vi et godt utgangspunkt for å si noe hvilken mengde N de ulike sortene trenger, og hvilke tidspunkt og fordeling av gjødsel som skal til for å oppnå ei høy avling av god kvalitet, se kap. 8.3.1.

Delmål 3: Ta i bruk nye normtall i gjødslingsrådgiving hos produsenter i vekstsesongen 2016-2017

I søknaden sto det: *Resultatene fra delmål 1 og 2 vil bli evaluert hos potetprodusenter.*

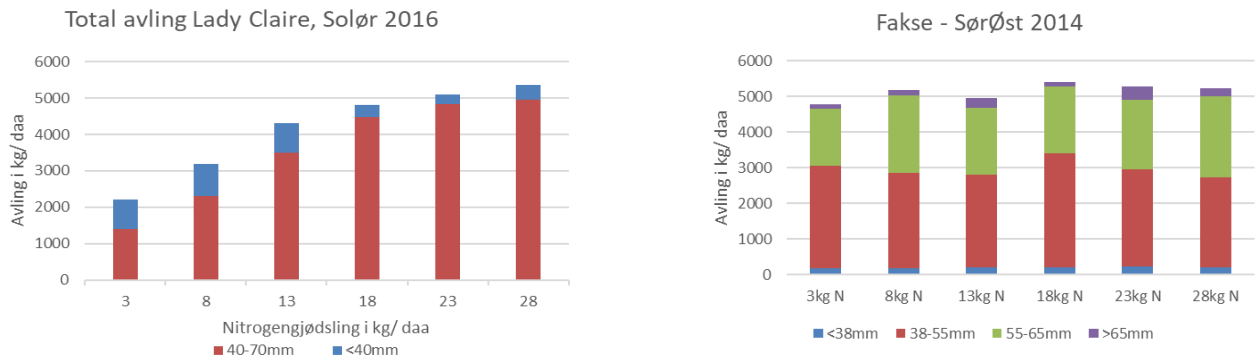
Vekstsesongen 2018 har NLR styrt storskala 18 forsøksfelt hos like mange potetprodusenter. Resultatene er ferdigstilt for disse feltene. Imidlertid har det gjennom hele prosjektet kommet fram veldig mye tall, og tallmaterialet trenger videre behandling for å utnytte det optimalt og få fram flest mulig sammenhenger.

Vekstsesongen 2018 var det veldig varmt og tørt. I perioder var veksten mye raskere enn normalt, mens det i andre perioder nærmest var stans i veksten på grunn av svært varme og tørre forhold. Det har ført til at resultatene i en del åkre har vært vanskelige å tolke, og vi har i flere åkre brukt en «modifisert nitratkurve» (veksten har ligget 1-2 uker foran normale forhold i veksthastighet). Resultatene fra åkre som har vært i god vannbalanse viser at nitratkurvene som er utviklet gjennom prosjektet har truffet riktig og at det har blitt tilført behovsprøvd gjødslingsmengde til rett tidspunkt. En oppsummering av enkeltresultater er gitt i vedlegg

8. Resultater

Resultatene fra forsøksårene 2015-2018 er beskrevet nedenfor. Oppsummering av resultater fra enkeltforsøk fra de ulike årene er vedlagt som årlig rapportering fra foredrag.

Generelt kan vi si at i forsøkene med økende mengde nitrogen (N) har vist stor variasjon i avlingsrespons mellom felt og sorter (se eksempler i figur 1). Økende mengde N har gitt økt knollstørrelse, og ofte litt høyere knollansett. Økt N har også gitt en noe større andel grønne poteter og en nedgang i tørrstoff. Tilsvarende har lave mengder N har gitt redusert knollansett. Tørrstoffprosenten er viktig for industrien, og de har derfor bestemte kriterier til kvalitet og tørrstoff. Økende mengde N har gitt mindre kvalitetsforringelse enn forventet. Økt N har ikke gitt noen sikre effekter på verken stekekvalitet eller predikerte akrylamidverdier.



Figur 1: Eksempler på hvor stor forskjell det kan være i responsen på økt mengde nitrogen mellom ulike sorter. Fra forsøk i Lady Claire i Solør 2016 og Fakse i Østfold 2014. Søylen viser antall kg brutto avling. Forskjellige farger på søylene viser poteter i ulike sorteringsstørrelser, som er angitt nederst i figurene.

For alle metoder som er benyttet i prosjektet oppnår man de mest sikre og beste resultatene når plantene er friske og i god vann- og næringsbalanse. Hvis plantene av en eller annen årsak ikke er i balanse blir tolking av resultatene fort feilaktige:

- Tørkestressa planter gir måleverdier som er vanskelig å tolke. Vekstsesongen 2018 erfarte man at ved vannmangel fungerer ingen av målemetodene optimalt.
- Når potetplantene lider av mangel (eller luksusopptak) på andre næringsstoffer enn N, kan målte N-verdier gi et feilaktig bilde av situasjonen. Årsaken til er at ulike næringsstoffer påvirker hverandre, og kan gi redusert eller økt opptak av andre stoffer.
- Bladflekker i åkeren kan være forårsaket av vekstrelaterte forhold (sol, vind, næringsmangler mm.), eller av sykdom eller insekter som lever på og spiser av plantene. Svekkede planter får en redusert transport av næringsstoffer rundt i planta. Analysing av bladstilker og annet plantemateriale fra slike åkre kan gi feil resultat i forhold til innholdet av N.
- Kraftig blomstring eller mye ugras (ulike arter) kan påvirke verdier på bildeverktøy (N-sensor, drone- og satellittbilder).

Fra forsøksresultatene ser vi at det er spesielt to perioder som er kritiske for vekst og avling i potet:

- A. Viktig periode 1: Fra spiring til 2-3 uker etter radlukking. Lave N-verdier i bladstilken i denne perioden fører til lavere avling enn potensialet for sorten tilsier.
- B. Viktig periode 2: Fra ca. 4 uker før høsting. Er nitratverdiene lavere enn optimalkurven i denne tida reduseres knollstørrelsen i forhold det man kunne forventet. Høyere N-innhold enn optimalkurva på denne tida viser at gjødslingen har vært for sterk på et tidligere tidspunkt, og kan føre til dårlig modning og svakt skall.

For å oppnå god skallkvalitet viser forsøkene at innholdet av nitrat i bladstilken bør være på maks 2000 ppm (ppm = parts per million) 14 dager før risdreping. Sorter med mye ris (Asterix, Mandel og Peik) har vist seg å bruke noe lenger tid på nedvisning av riset, og resultatene viser at nitratinholdet i bladstilken bør ned mot 1000 ppm ca. 14 dager før risdreping for å få en god avmodning på disse sortene. I videre beregninger av tallene i prosjektet vil vi arbeide med å finne fram til mer presise retningslinjer for de ulike sortene.

8.1. Måling med ulike metoder

De ulike metodene måler ikke det samme. Nedenfor er det beskrevet resultatene vi har oppnådd med ulike målemetoder, sammenhengen mellom metodene og litt om når vi kan benytte forskjellige metoder.

Analyseverktøy som måler nitratverdier oppdager synkende nivåer lenge før det blotte øyet kan se forskjeller. Verdiene de forskjellige metodene gir er ikke noen fasit, men gir nyttig tilleggsmåling som kan bidra til riktige vurderinger for om det er behov for mer nitrogen eller ikke.

Nyere analysemetoder som N-sensor, NDVI-verdier (NDVI = Normalized difference vegetation index) fra satellitt og droner kan gjøre det mulig for en produsent å variere gjødseltildelingen innad i åkeren. For de sistnevnte analysemetodene er man helt i startgropa for å nytte målverdiene i praksis. På dette området skjer det imidlertid en rivende utvikling, og mye vil skje i framtida.

8.1.1. Laquatwin nitratmåler (LQ)

LQ-målinger gir oss et svar på nitratstatus her og nå. Bruk av Laquatwin nitratmåler fanger opp eventuelle mangler på nitrogen i potetplantene tidligere (noen få dager) enn målemetodene N-tester og N-sensor. Våre erfaringer med denne analysemetoden er at Laquatwin er veldig følsom for ujevne fuktighetsforhold. Derfor er det viktig å utføre målingene på tørre planter på formiddagen. Åkeren må ikke ha vært vannet dagen før, og det må ikke ha kommet mye regn i forkant av målingene. Erfaringer fra prosjektet er at man bør ha ukentlige målinger (fra hypping) på flere steder i åkeren hvor forholdene er litt ulike. Verdiene bør ligge på over 6-7000 ppm fra hypping og fram til 4-6 uker før risdreping.

Tidlig i prosjektet ble det satt opp en tommelfingerregel om at for å heve nitratverdien i bladstilkensafta med 1000 ppm må det tilføres ca. 1 kg nitrogen. Beregninger viser at denne tommelfingerregel stemmer godt med virkeligheten til å benytte regelen videre.

Måling av nitratinnholdet i bladstilken ligger til grunn for utarbeidelse av optimalkurver for nitratinnholdet i bladstilken flere potetsorter. Optimalkurvene er omtalt i eget kapittel 8.3.

8.1.2. Bladstilkanalyser til Megalab (England) og jordanalyser

En omfattende analyse av næringsinnholdet i bladstilkene har gitt oss nyttig informasjon om næringstilstanden i planta. Laboratoriet Megalab i England utfører tørrstoffanalyser av bladstilken. I resultatene oppgir de innholdet av noen næringsstoffer som ppm (parts per million), mens andre oppgis i prosent av tørrstoffet, se tabell 12.

Når man snakker om gjødsling til planter nevner man ofte Liebigs minimumslov: «Veksten hos planter er begrenset av det næringsstoffet det er minst av, den begrensende faktor, og ikke av den totale næringstilgangen». Dette betyr at plantene ikke vokser optimalt hvis det er mangel på et av de viktige næringsstoffene.

Næringsforstyrrelser av andre stoffer enn N i plantene vil kunne gi «feil» nitrogenverdier. For eksempel kan lave sinkverdier gi nitratopphoping i planta. Analyseresultatet vil da vise veldig høye nitratverdier, mens årsaken i realiteten er sinkmangel. På grunn av slike forhold har det vært viktig å ta en tørrstoffanalyse for flere næringsstoffer i bladstilken i alle forsøksfelt (Megalabanalyser), slik at eventuelle mangler kunne rettes opp. I Megalabanalysene er det undersøkt for bor, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, mangan, nitrogen, sink og svovel.

Tabell 12: Grenseverdier for de ulike næringsstoffene som undersøkes i laboratoriet Megalab (B=bor, Ca=kalsium, K=kalium, Mg=magnesium, Mn=mangan, P=fosfor, S=svovel, Zn=sink). Noen næringsstoffer oppgis i ppm (parts per million), andre i % av tørrstoffet.

Næringsstoff	B (ppm)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	P (%)	S (%)	Zn (ppm)
Grenseverdi	> 20	> 0,6	> 7	> 0,25	> 30	0,3	> 25	> 25

Analyseresultatene har gitt oss klare indikasjoner på eventuelle mangler på enkelte næringsstoffer mye tidligere enn det vi kan se av symptomer med det blotte øyet. Det gjør at vi kan behandle hele åkeren med bladgjødsel som retter opp mangelen før den påvirker veksten, og dermed blir merkbar på avling og kvalitet.

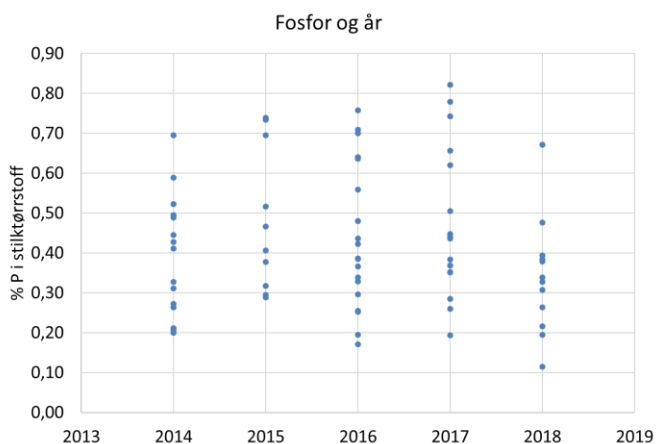
I forsøkene i 2015-2018 ble det tatt ut tørrstoffanalyser på 32 dager etter spiring. Tørrstoffanalyse på dette tidspunktet ga et godt innblikk i næringsforsyninga i potetplantene, samtidig som det fortsatt er tid til å rette opp eventuelle mangler. Ved næringsmangler på analyseresultatet har bladgjødsling umiddelbart blitt anbefalt.

Gjennom prosjektet (inkludert pilotåret 2014) er det tatt tørrstoffanalyser av bladstilkene i 73 forsøksfelt. I alle feltene er det også tatt ut jordanalyser om våren før gjødsling og setting av poteter. Bladstilkanalyser hos Megalab gir god kunnskap om jorda der potetplantene vokser, og det gir god informasjon om årsvariasjoner.

Resultatene fra Megalabanalyser har vist at det har vært lavt næringsinnhold for flere næringsstoffer i flere av feltene. En sammenstilling av noen av resultatene fra 73 forsøksfelt over fem vekstsesonger med ni potetsorter er vist i figur 2-7.

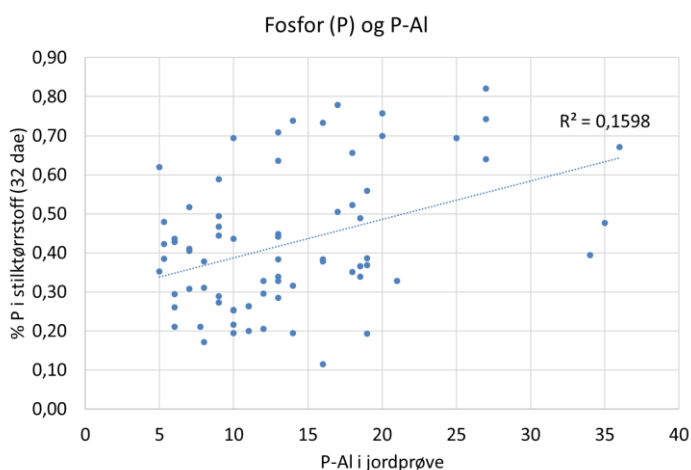


Bilde 7: Forformangel i potet. Foto: Siri Abrahamsen, NLR Viken.



Figur 2: Resultater fra måling av fosforinnholdet i Megalabanalyserne i årene 2014-2018. Den røde streken markerer grenseverdien på 0,35.

Fosfor betyr mye for potetplantas vekst, da både knollansett, spirehastighet og modning er avhengig av god fosforforsyning. Bare i noen av åkrene med fosformangel kunne man se mangelsymptomer (se bilde 7). Figur 2 viser at mange av forsøksfeltene har lavere innhold av fosfor enn grenseverdien.

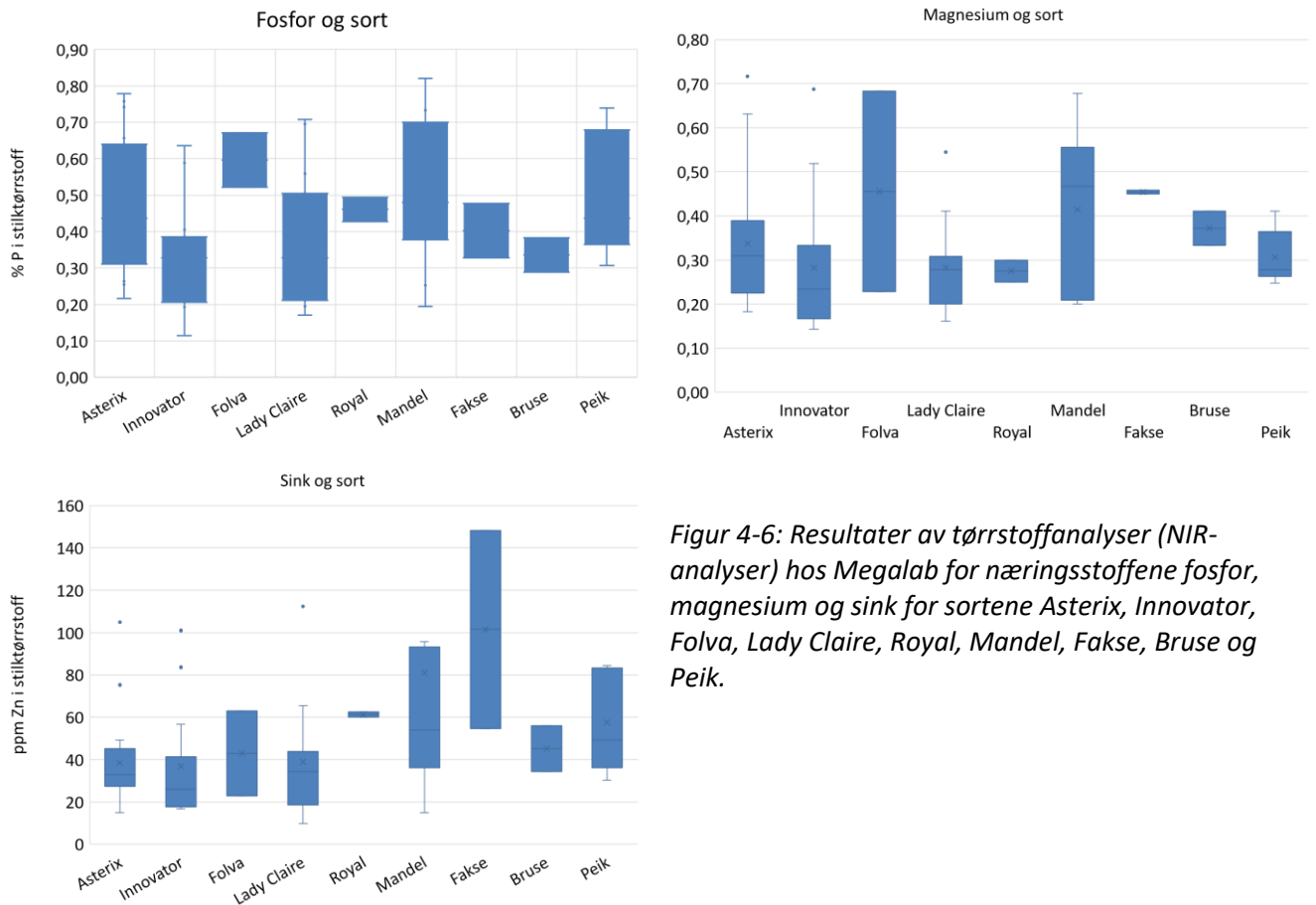


Sammenlikner man fosfortallene i jordanalysene (P-AL) med fosforinnholdet som prosent av tørrstoffet i NIR-analysen hos Megalab ser man at sammenhengen er dårlig. Dette er vist i figur 3. Forholdet mellom P-AL-tallet fra jordanalysen og P% i bladstilken uttrykkes som R^2 . Jo nærmere tallet er 1 jo bedre er sammenhengen, og sammenhengen her er derfor dårlig.

Figur 3: Sammenhengen mellom resultater fra måling av fosfor i jordanalysene (P-AL) og NIR-analysene. Sammenhengen er vist som R^2 .

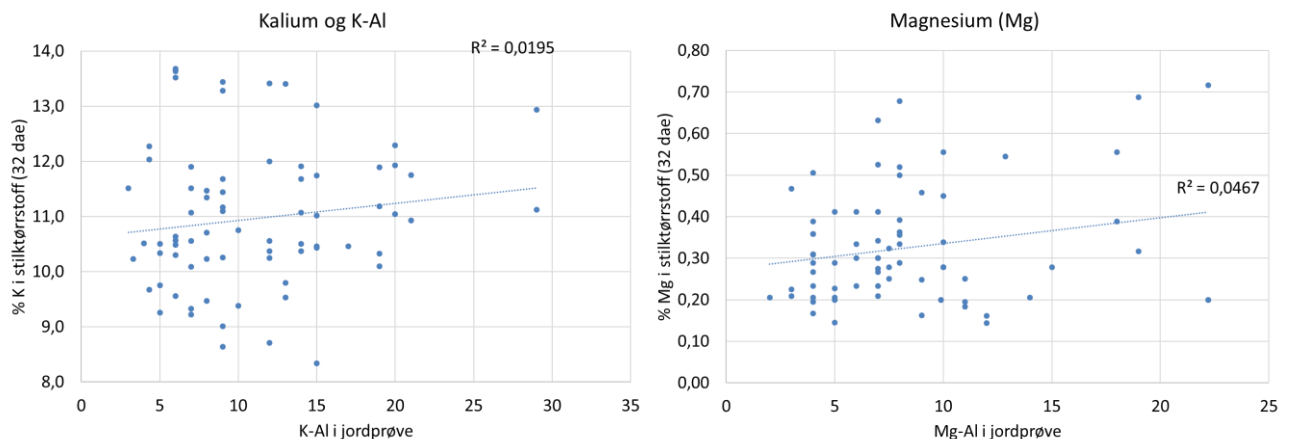
Det er forskjell på hvordan sortene reagerer på lave verdier av enkelte næringsstoffer, og noen sorter ser ut til å være mer utsatt for næringsmangel enn andre sorter. Resultatene kan ikke sammenliknes direkte, ettersom forsøksfeltene har vært på ulike jordarter og steder. Resultatene fra NIR-analyser for fosfor, magnesium og sink er vist i figur 4-6. Det har vært flest forsøk i sortene Asterix, Lady Claire og Innovator. Derfor gir tallene for disse sortene det sikreste bildet. Både Innovator og Lady Claire ser ut til å være mer

utsatt for både fosfor- og magnesiummangel. Begge sortene er industrisorter med nokså lang veksttid. Det er også disse sortene som har vist lave sinktall på tørrstoffanalysene.



Figur 4-6: Resultater av tørrstoffanalyser (NIR-analyser) hos Megalab for næringsstoffene fosfor, magnesium og sink for sortene Asterix, Innovator, Folva, Lady Claire, Royal, Mandel, Fakse, Bruse og Peik.

Sammenhengen mellom jordanalysetallene for kalium og magnesium og tørrstoffanalysene for de samme næringsstoffene viser heller ingen god sammenheng, se figur 7.

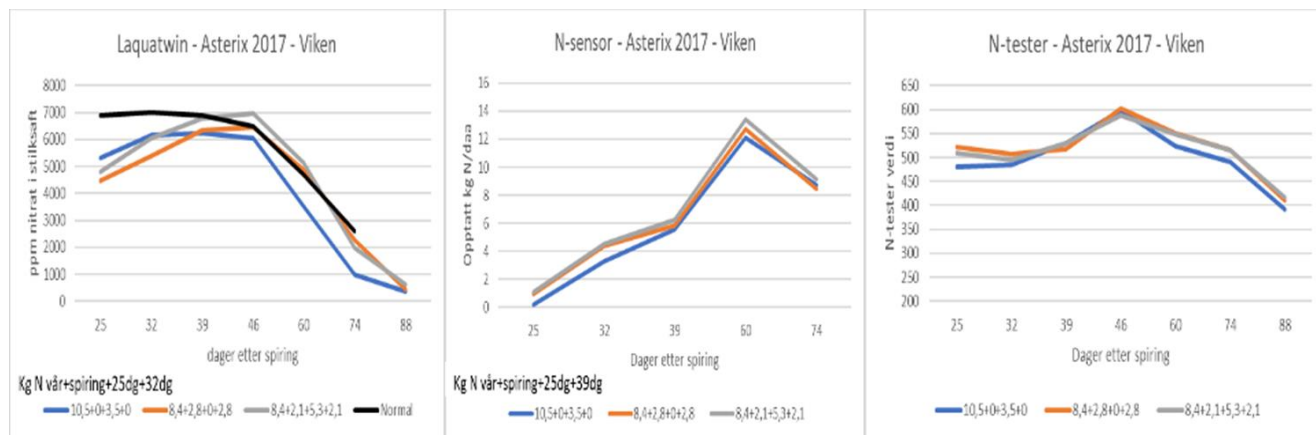


Figur 7-8: Sammenhengen mellom resultater fra måling av kalium og magnesium i jordanalysene (K-AL og Mg-AL) og NIR-analyser (begge oppgitt i prosent av tørrstoffet). Sammenhengen er vist som R^2 .

8.1.3. N-sensor og N-tester

I de fleste forsøkene utført i 2015, 2016 og 2017 ble det gjort målinger med N-tester. Målingene viser en god sammenheng med nivået for N-gjødsling, og er mye mindre sårbare for variable vekstforhold enn det LQ-målinger er. Det er liten forskjell i N-kurvenes verdier ved veldig ulike gjødsling. Resultatene for måling med N-tester viser at verdiene ligger på ca. 450-600 ved hypping, og rundt 250-400 ved risdreping.

Håndholdt N-sensor har blitt brukt i noen av forsøkene som er utført av NLR Viken, NLR Trøndelag, NIBIO Apelsvoll og en del felt i NLR Øst og i NLR Innlandet. Optimalt skulle N-sensor vært benyttet i alle forsøksfeltene, men det er dessverre for få håndholdte N-sensorer i Norge. Måleresultatene viser samme tendens som måling med N-tester, men kurvene ligger ikke fullt så tett. Det er færre måledata for N-tester og N-sensormetodene enn for LQ-metoden. Se eksempel på resultater for ulike analysemetoder i samme forsøksfelt i figur 8.



Figur 8: Eksempel på hvordan kurvene for LQ, N-sensor og N-tester ser ut i samme Asterixfelt i regi av NLR Viken i 2017.

Foreløpig har vi ikke klart å omsette måleverdiene oppnådd med håndholdt N-sensor og N-tester i praktisk nytte for produsenten. Det er ikke utarbeidet noen terskelverdi for disse målemetodene. Målet er å sammenstille disse måledataene slik at vi kan bruke dem i rådgivinga til potetprodusenter.

8.1.4. Måling av skallkvalitet

Som omtalt i kapittel 6.4.6 ble skallkvaliteten ved ulike N-nivåer målt med Torquometerm ler i fire forsøksfelt i 2016. Det var ingen sikre forskjeller i skallkvalitet mellom de ulike gj dslingsniv ene. Resultatene er ikke vist. Da metoden krever at potetene analyseres så snart som mulig etter opptak, og det ikke var forskjeller i materialet, ble det ikke utført flere målinger av denne typen.

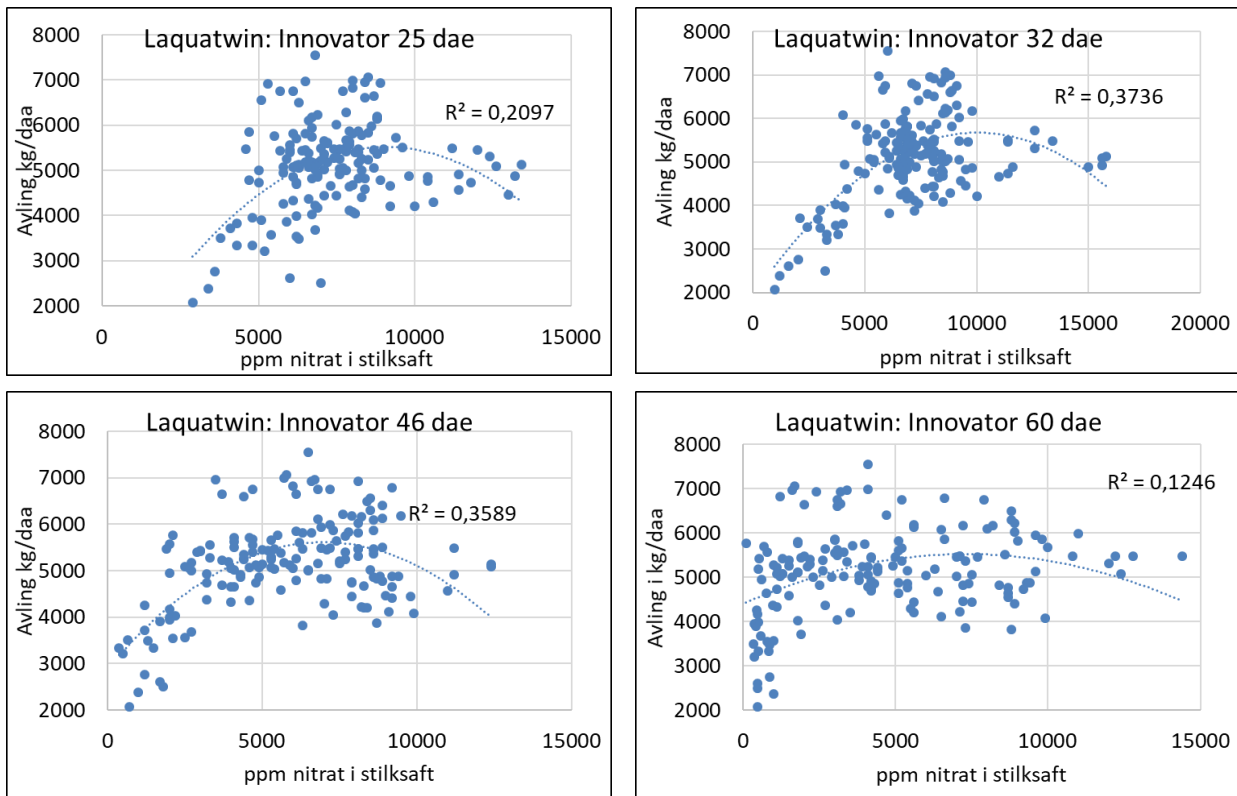
8.1.5. Måling av N-min

For å se om tilførsel av høye N-mengder gjennom vekstsesongen førte til høye rester i jorda etter høsting ble det gjort N-min-målinger i fire felt med seks N-nivåer i 2016, 16 delgjødslingsfeltene i 2016 og 2017, og i storskalafeltene i 2018.

Ved å tilføre N-gjødsel til rett tid slik at gjødsla blir nyttiggjort av potetplantene er det ikke noe problem med N-rester i jorda. Dette gjelder også når det er høye mengder tilført N (til de krevende sortene). I delgj dslingsfors kene i 2016 fikk noen av forsøksrutene i enkeltfelt nokså mye gjødsel i for tett inntil høsting (inntil fire uker før høsting). I disse feltene har N-min-tallene blitt for høye fordi potetplantene ikke klarer å utnytte gjødsla til øke avlingene, og noe av nitrogenet blir liggende ubrukt i jorda etter høsting. Resultatene er oppgitt i vedleggene med resultater fra enkeltfelt.

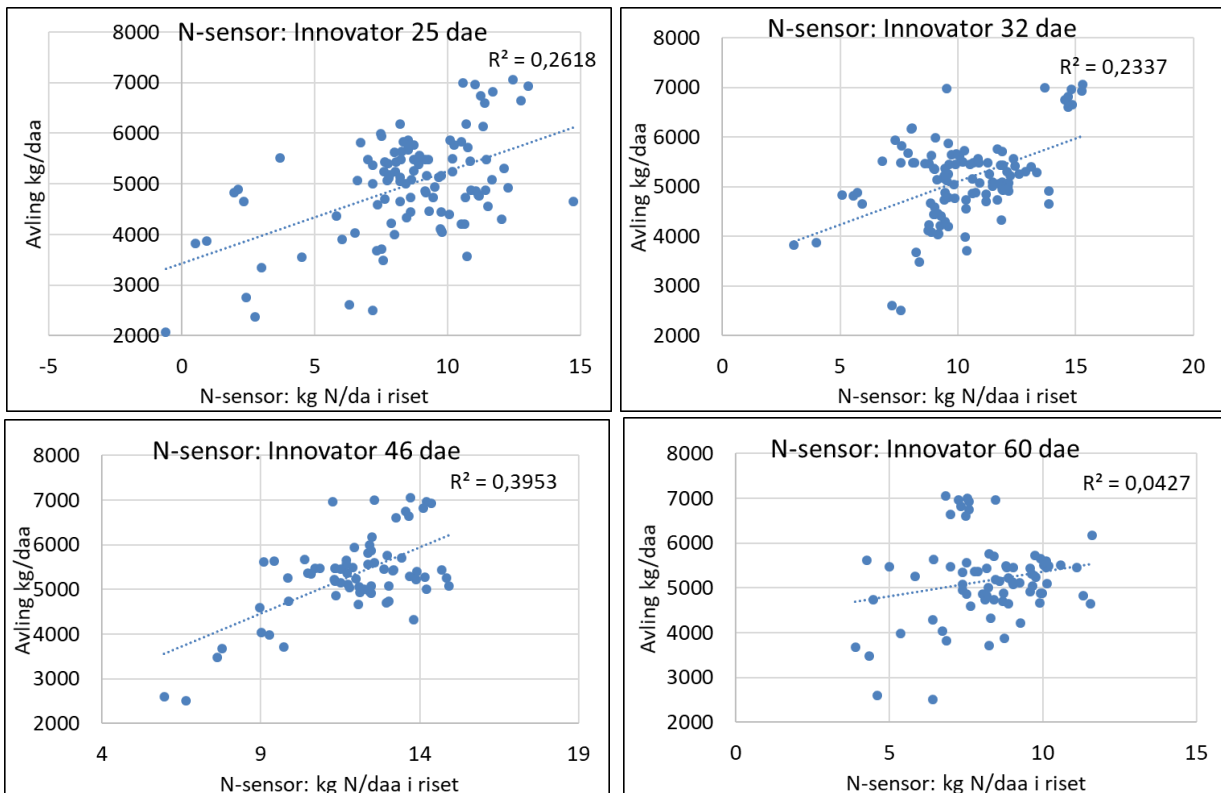
8.1.6. Sammenheng mellom målemetoder og avling

En sammenlikning av målinger til ulike tider med avlingsdata viser at sammenhengen mellom dem er dårlig. Det ser ut til å være noe høyere korrelasjon mellom LQ-målingene og avlinger i Innovator enn for Asterix. For Innovator er korrelasjonen for 25, 32, 46 og 60 dager etter spiring henholdsvis 0,21, 0,37, 0,36 og 0,12, vist i figur 9.



Figur 9: Sammenhengen mellom LQ-målinger (ppm nitrat i bladstilken) og avlinger i kg/daa for Innovator.

Ser man på sammenhengen mellom N-sensormålinger og avling i Innovator er tallene også her litt for lave til at vi kan påstå at det er en klar sammenheng. Det er tatt langt færre N-sensormålinger enn LQ-målinger.



Figur 10: Sammenhengen mellom N-sensormålinger og avlinger i kg/daa for Innovator.

For N-sensortallene er det relativt god sammenheng mellom verdi og avling i en åker, men mellom åkre er sammenhengen dårlig. Med N-sensor måler man grønnfarge og biomasse i en åker, og den verdien man får ut angir hvor mange kg N som er tatt opp per daa.

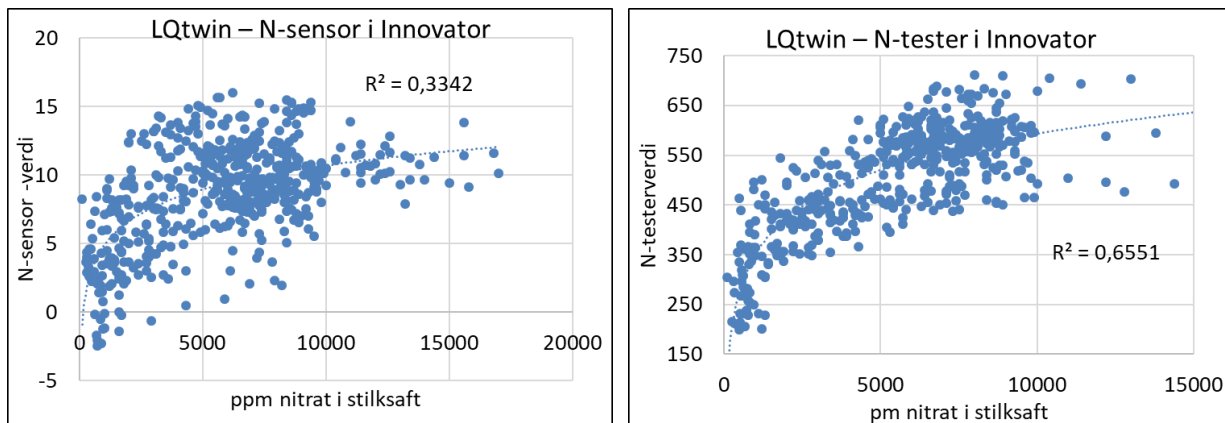
Det er også sett på sammenhengen mellom N-testerverdi og avling. Sammenhengen er lavere enn for LQ- og N-sensormålingene, og resultatene er ikke vist.

Det kan være ulike årsaker til de ulike verdiene. Hvis det er N som er utfordringen kan dette ganske raskt sjekkes med noen LQ-målinger av bladstilken. Spørsmål man kan stille seg er om det er på steder i åkeren med lave eller høye verdier som trenger N mest.

8.1.7. Sammenheng mellom målemetoder

Med Laquatwin måles det nitratinnhold i stilksafta i bladstilken, mens N-tester måler mengde klorofyll og grønnfarge i bladene. N-sensor måler også grønnfarge i bladene, men ser også på hvor stor andel av jorda som er dekket med plantemateriale, dvs. dekningsgraden.

Figur 11 viser sammenhengen mellom alle målingene i alle forsøkene med Innovator som har begge målinger. Det er best sammenheng mellom LQ og N-tester. Det var dårlig sammenheng mellom N-tester og N-sensor ($R^2 = 0,1807$, resultat ikke vist).



En har sett på forholdet mellom verdier fra dronebilder og satellittbilder fra tre forsøk i 2018. Tallmaterialet er veldig lite, og Norsk Landbruksrådgiving vil arbeide meir med dette framover.

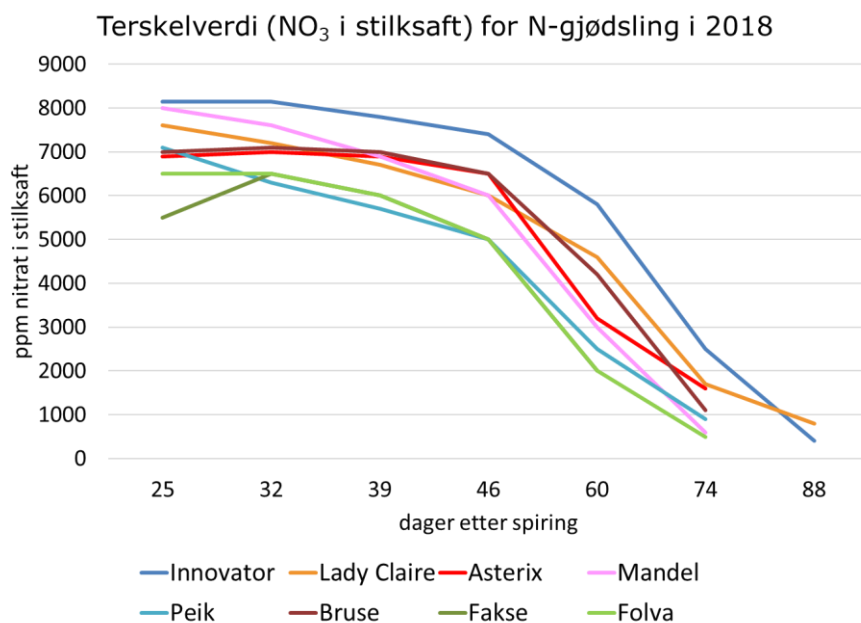
8.2. Optimalkurver for ulike sorter

Kurvene for optimalt nitratinnhold i plantene (målt med Laquatwin nitratmåler) som er utarbeidet baserer seg på målinger til ulike tidspunkter oppgitt som antall dager etter spiring. Sommeren 2018 viste oss at optimalkurvene kan være «annerledes» enn det vi har sett etter sesongene 2015-2017. De høye temperaturene førte til at veksten gikk veldig raskt, og plantene lå foran normal utvikling i forhold til dager etter spiring. På grunn av dette vil vi også beregne optimalkurven for nitratinnhold ut fra antall døgngader etter spiring.

Terskelverdien angir den laveste nitratverdien planta kan ha før det må tilføres ekstra nitrogen.

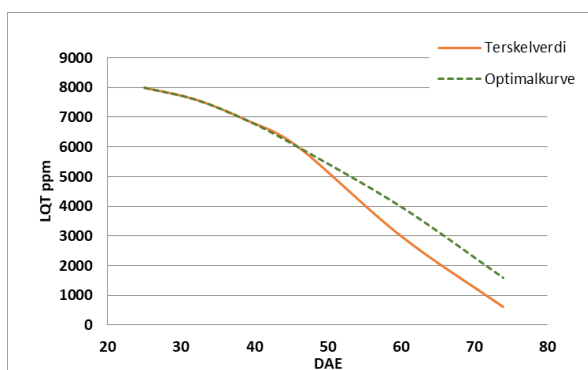
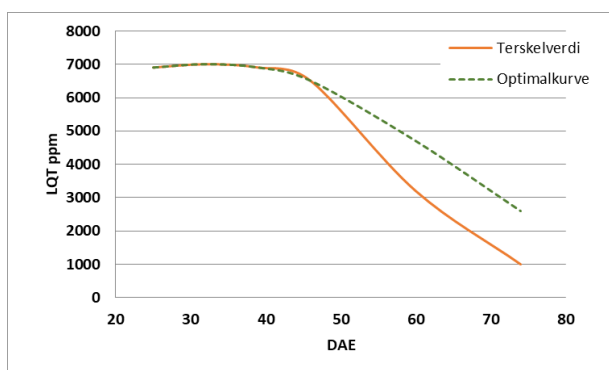
Terskelverdien for de ulike sortene er vist i figur 9. I starten av vekstsesongen er kurva for terskelverdien lik optimalkurva, se figur 10-13. I delgjødslingsforsøkene i 2016 var terskelverdien satt for lavt, noe som medførte at potetplantene ikke nådde sitt avlingspotensial (se forklaring kapittel 8.3.1).

Når målt nitratverdi i safta fra bladstilken går under terskelverdien målt i ppm må det snarest tilføres mer nitrogen. Så lenge de målte verdiene ligger over terskelverdien er det ikke nødvendig å tilføre ekstra nitrogen. Når man skal beregne mengde nitrogen ved verdifall under terskelverdien beregner man en N-mengde per daa som vil gi verdi opp til optimalkurven. For å få et godt bilde av plantas nitrogenstatus bør en sjekke nitratinnholdet med ukentlige målinger fra hypping og framover. Man bør måle nitratinnholdet flere steder i åkeren som gjenspeiler ulike forhold.



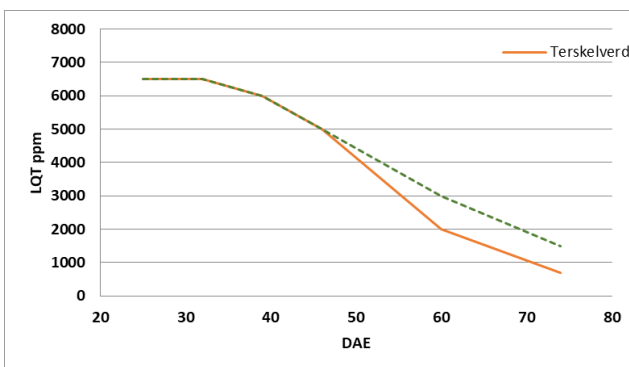
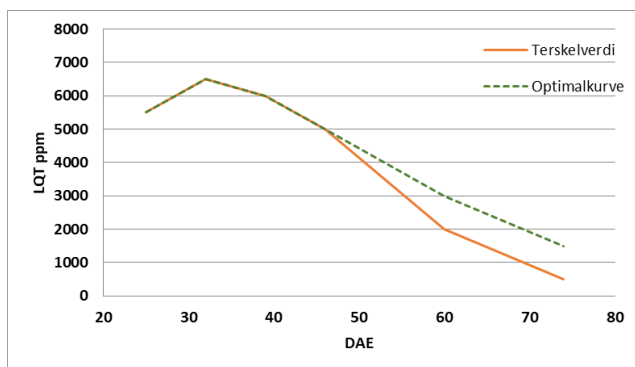
Ut fra forsøksresultater fra 2014-2017 er det satt opp terskelverdier for de ulike sortene, vist i figur 9. Terskelverdiene ble brukt for eventuell beregning av tilleggsgjødsel i delgjødslingsfeltene i 2016-2017 og i storskalafeltene i 2018.

Figur 9: Terskelverdiene som ble brukt i storskalafeltene i 2018. Terskelverdiene er brukt for å beregne behovet for eventuell tilleggsgjødsling, utregnet på grunnlag av resultater fra forsøk i 2014-2017.



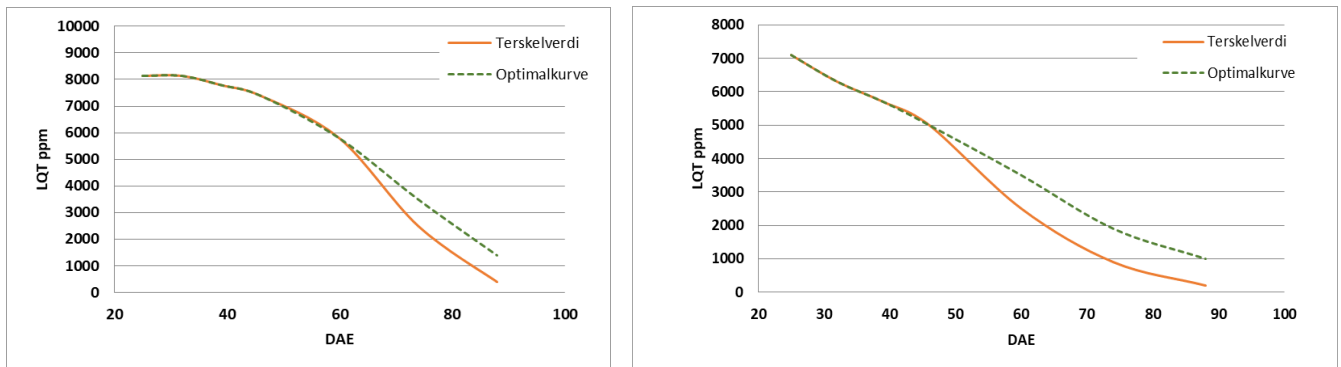
Figur 10: Optimalkurve for Asterix (til venstre) og Mandel (til høyre). Verdien på X-aksen er ppm nitrat. Y-aksen viser tida i dager etter spiring (DAE).

Sortene Asterix og Mandel er begge konsumsorter, men kurvene opptrer litt forskjellig, se figur 2. For Mandel skal nitratinnholdet i bladstilkene ligge noe høyere fra start enn hva som er tilfelle for Asterix.



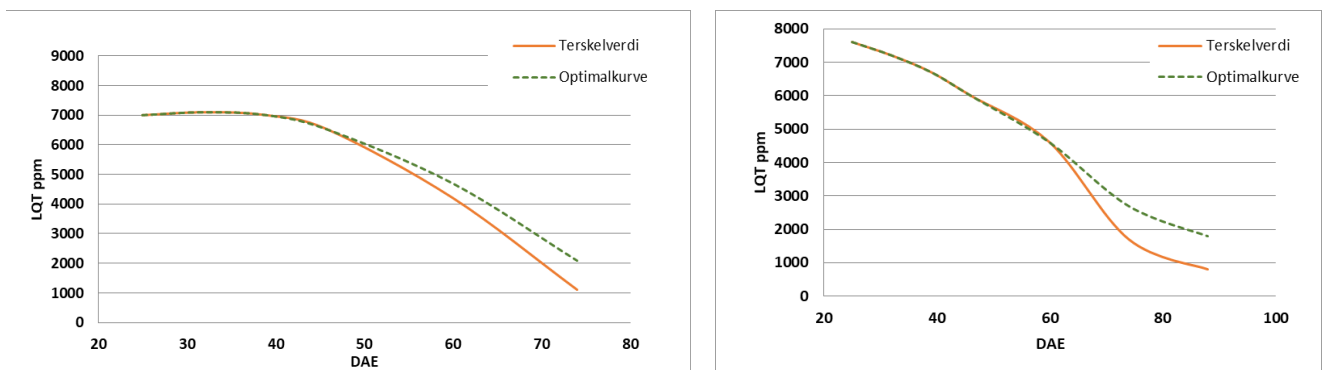
Figur 11: Optimalkurve for Fakse (til venstre) og Folva (til høyre). Verdien på X-aksen er ppm nitrat. Y-aksen viser tida i dager etter spiring (DAE).

Det er færrest forsøk med Fakse og Folva i prosjektet. Derfor er tallgrunnlaget for disse sortene relativt lite. Vi har ingen forklaring på «knekken» i starten på kurvene for Fakse.



Figur 12: Optimalkurve for Innovator (til venstre) og Peik (til høyre). Verdien på X-aksen er ppm nitrat. Y-aksen viser tida i dager etter spiring (DAE).

Peik er en mye mindre krevende sort enn Innovator når det kommer til hvilke mengder nitrogen som er nødvendig for å gi god vekst. Innovator er en potetsort med ganske lite ris, og er bestemt i sin voksemåte. Innovator krever god tilgang på næring for å gi optimale avlinger, og det er veldig viktig at sorten får nok næring i starten. Optimalkurven for Innovator ligger fortsatt tett oppunder 6000 ppm, mens Peik på samme tidspunkt er nede på under 3000 ppm. Sorten Peik derimot har en mye mer ubestemt vekst, og er krever mindre N-gjødsel. Ser man på optimalkurvene er de nokså ulike.



Figur 13: Optimalkurve for Bruse (til venstre) og Lady Claire (til høyre). Verdien på X-aksen er ppm nitrat. Y-aksen viser tida i dager etter spiring (DAE).

Lady Claire er en krevende sort å dyrke, og den krever god næringstilgang i starten for å nå sitt avlingspotensial. I motsetning til Innovator, som også er en krevende sort, faller optimalkurva for nitratnivået raskere. Optimalkurva til Bruse starter snaut 1000 ppm lavere enn Lady Claire, men har en mindre bratt kurve. Seksti dager etter spiring ligger Bruse og Lady Claire omtrent likt på 4600-4800 ppm.

Generelt kan vi si at kurvene for de ulike sortene ikke er så forskjellige. Mengden nitrogen som skal til for å oppnå maks avling og gode kurver er imidlertid veldig forskjellige fra sort til sort.

Optimalkurvene for alle sortene bør ha verdier over 6-7000 fra hypping fram til ca. 4-6 uker før risdreping, litt avhengig av sort. Det er viktig at man undersøker plantas utviklingsstadium og antall knoller i tillegg til måleverdien (ppm nitrat) før man avgjør om det skal tilføres mer nitrogen eller ikke.

8.3. Gjødslingsnivåer av nitrogen til ulike sorter

Forsøkene med seks N-nivåer danner bakgrunn for anbefalinger av N-nivå til de sortene som har vært med i prosjektet. For å finne fram til anbefalt N-mengde har følgende kriterier vært med i beregningene: Avling i ulike sorteringsklasser, kvalitet og økonomisk utbytte. Ut fra økonomisk utbytte ble anbefalt N-mengde overraskende høye (resultater ikke vist). Da vi i tillegg satte som kriterium at nitratinnholdet 14 dager før risdreping ikke skulle overstige 1000 eller 2000 ppm så resultatene ut som i tabell 12. Anbefalingene er avhengig av moldinnhold i jorda, og krever normal korrigering for forgrøde, tidligere bruk av husdyrgjødsel og avlingsmengde.

Tabell 12: Anbefalt mengde nitrogen til forskjellige potetsorter, basert på avling i ulike sorteringsklasser (etter bruksområde), kvalitet og økonomisk utbytte.

Sort	Anbefalt mengde N (max økonomisk utbytte) Krav nitratinnhold: 1000 ppm	Anbefalt mengde N (max økonomisk utbytte) Krav nitratinnhold: 2000 ppm	Anbefalt mengde N til storskalafelt 2018 (kg/daa)	Anbefaling gjelder avling (tonn/daa)
Asterix	0-11	2-19	13-15	3,5
Mandel	6-11	9-19	9-11	3
Fakse	5-7			
Folva				
Innovator	13-25	16-25	18-20	4,5
Peik	11	20-22	12-14	3,5
Royal	11-17	17-31	-	-
Lady Claire	2-19		14-16	3,5
Bruse	10	14	13-15	4

8.3.1. Uprøving av nitratkurvene 2016-2018

Utarbeidede optimalkurver sammen med bruk av terskelverdier for vurdering av N-behov ble prøvd ut i åtte delgjødslingsfelt i 2016. Det var to sorter per felt, Asterix og Mandel, eller Lady Claire og Innovator. I 2017 ble det også kjørt åtte delgjødslingsfelt med to sorter per felt, men dette året var også sortene Mandel og Bruse med, i tillegg til de sortene som var med i 2016. I 2018 ble det anlagt 18 storskalafelt i potetåkre med en sort per felt, totalt 7 sorter (Asterix, Fakse, Folva, Mandel, Lady Claire, Innovator og Peik).

8.3.1.1. Delgjødslingsforsøk 2016

På grunnlag av pilotåret 2014 og første forsøksår 2015 ble det beregnet og utarbeidet kurver for optimal nitratstatus i potetplantene gjennom vekstsesongen.

I 2016 ble det åtte anlagt delgjødslingsfelt, hvor et av leddene (ledd 4 i tabell 12) var behovsprøvd N-gjødsling. Med utgangspunkt i beregnet optimalkurve for nitratinnholdet, og en samlet vurdering av de resultatene vi hadde, ble det satt opp en nedre grense, en terskelverdi, som tilsa når det var gjødslingsbehov. Når nitratverdien, målt med LQ-måler, gikk under denne grensa skulle delgjødsling gjøres i ledd 4. Det ble satt opp en beregningsmodell som regnet ut gjødselbehovet (ikke vist). I ledd 1, 2 og 3 ble det til sammen gitt 13 (Asterix), 9 (Mandel), 18 (Innovator) og 15 kg (Lady Claire) N/daa.

Tabell 12: Fordelinga av gjødsel på ulike tidspunkt i et delgjødslingsfelt i Innovator og Lady Claire i 2016 og 2017. DAE = days after emergence (dager etter spiring).

2016 Behandling	Setting (%)	Spiring (%)	+ 25 DAE (%)	+ 39 DAE (%)	2017 Behandling	Setting (%)	Spiring (%)	+ 25 DAE (%)	+ 25/32/39 DAE (%)
1	75		25		1	75	0	25	0
2	50	25	25		2	60	20	-	20
3	50	25		25	3	60	15	Se egen beskrivelse. Mengde avhengig av måleverdi	
4	50	15	Se egen beskrivelse. Mengde avhengig av måleverdi						

Det ble satt opp en tabell for lav og høy terskelverdi for behandling fire før vekstsesongen 2016, se tabell 13. Hvis nitratverdien var lavere enn nedre terskel skulle det gjødsles opp til høy terskel. Som utgangspunkt brukte vi tommelfingerregelen om at å gjødsle med 1 kg N/daa ville heve nitratverdien med 1000 ppm. Det ble også tatt hensyn til antall uker det var igjen til vekst avslutning. Gitt at nitratverdien reduseres med ca.

1000 ppm per uke ble det ikke gjødslet mer enn plantene hadde behov for fram til vekstavslutning. Ingen tilleggsgjødsel ble gitt etter fire uker før vekstavslutning.

Tabell 13: Oversikt over lav og høy terskelverdier angitt som ppm nitrat i stilksafta benyttet i delgjødslingsfeltene i 2016.

ppm NO ₃ –stilksaft		Dager etter spiring (dae)					
	Terskel	25	32	39	46	60	74
Asterix	Lav Høy	5300 8300	5500 8500	5300 8300	4900 6900	3000	
Mandel	Lav Høy	6500 9500	6000 9000	5300 8300	4500 6500	2500 4500	
Innovator	Lav Høy	6650 9650	6650 9650	6300 9300	5900 8900	4300 6300	2000 4000
Lady Claire	Lav Høy	6000 9000	5700 8700	5200 8200	4500 7500	3100 5100	1200 3200

Resultatene i 2016 viste at det var to ting som ble gjort feil. For det første erfarte vi at 50% av N gitt om våren er for lavt. I tillegg ble den nedre grensa satt for lavt, noe som resulterte i at delgjødslinga i ledd fire kom i gang for seint. Dette medførte at plantene «slapp» for langt ned i næringsinnhold litt for tidlig, noe plantene ikke klarte å ta igjen utover i sesongen. Dette medførte også dårligere opptak av nitrogen gjennom sesongen, og veksten ble forsinket og avling ble redusert. Det ser ut til at valgt gjødslingsnivå for de ulike sortene, og deling av tildelt gjødsel forøvrig har vært vellykket. Resultatene i de tre andre delgjødslingsleddene har vært gode. Resultatene for behandling 2 og 3 var veldig like.

I noen av feltene ble det gitt en del N i ledd fire seint i sesongen, men det var ingen avlingsrespons på den seine tildelinga. I tillegg var det høyere N-mengder i jorda etter høsting enn det normalt bør være.

8.3.1.2. Delgjødslingsforsøk 2017

Fordi vi manglet sikre tall å bygge videre på inn i utprøving i storskala ble det søkt og innvilget midler til et ekstra år med utprøving av optimal N-gjødsling i delgjødslingsforsøk. For å øke sikkerheten i resultatene N-behovet ble det i 2016 anlagt forsøk med seks N-nivåer i sortene Asterix, Lady Claire, Mandel og Peik.

Før testing av optimalkurver for nitratinnholdet og delgjødslingstidspunkt i storskalfelt var det nødvendig med bedre tallgrunnlag. Derfor ble det anlagt en ny serie med delgjødslingsfelt i 2017.

Ut fra resultater fra forsøkene i 2016 ble det foretatt noen justeringer i forsøksopplegget foran sesongen 2017. Anbefalt N-mengde i behandling 1 og 2 ble justert noe opp for noen av sortene. Da ledd 2 og 3 i 2016-forsøkene var veldig like reduserte vi antall behandlinger fra fire til tre. Planlagt gjødsling for behandling 1 varierte noe med hvilket område potetene ble dyrket. Det ble anbefalt følgende mengder til de ulike sortene: 12-14 (Asterix), 10 (Mandel), 18-20 (Innovator), 16 kg (Lady Claire), 14 kg (Bruse) og 12-14 kg (Peik) N/daa. Andelen N ble gitt før hypping ble økt noe (tabell 12), og terskelverdien for N-behov ble økt til optimalkurven til og med 60 dager etter spiring, se tabell 14. Ingen tilleggsgjødsel ble gitt etter fire uker før vekstavslutning.

Tabell 14: Terskelverdier angitt som ppm nitrat i stilksafta for ulike sorter benyttet i delgjødslingsfeltene i 2017.

ppm NO ₃ –stilksaft	Dager etter spiring (dae)						
	25	32	39	46	60	74	88
Asterix	6900	7000	6900	6500	4700	3600	
Mandel	8000	7600	6900	6000	4000	600	
Innovator	8150	8150	7800	7400	5800	2000	400
Peik	7100	6300	5700	5000	3500	900	
Lady Claire	7600	7200	6700	6000	4600	1700	800
Bruse	7000	7100	7000	6500	4700	1100	

Resultatene fra delgjødslingsfeltene i 2017 viser at for Innovator er det viktig med mye tilgjengelig N tidlig i veksten. Optimalkurven som var utarbeidet for Peik viste seg å være i høyeste laget, og ble justert noe ned før utprøving i storskalafelt i 2018. I sorter med mye ris (Asterix, Mandel, Peik og Bruse) bør optimalkurven justeres noe ned mot slutten av vekstsesongen, da det er viktig med god avmodning av riset. På disse sortene er det mye ris igjen selv om nitratverdiene går ned mot 1000 ppm. Det er viktig at terskelverdiene er lavere på slutten av veksten, da sein N-gjødsling gir veldig lav avlingsrespons.

8.3.1.3. Storskalafelt i 2018

I 2018 ble optimalkurver testet ut for å finne riktig N- mengde og delgjødslingstidspunkt i 18 potetåkre. En oversikt over hvor storskalafeltene lå, og hvilke sorter som var med er oppgitt i tabell 10. Sommeren var varm og tørr, og dette skapte utfordringer med LQ-målingene. Som tidligere nevnt fungerer denne metoden veldig dårlig når plantene ikke er i vannbalanse. Varmen i 2018 ga også unormal vekst, og flere av feltene hadde måleverdier som var vanskelige å tolke.

I felt med jevn og god vanning som holdt tritt med behovet så kurvene for optimale nitratverdier og terskelverdier ut til å fungere godt. Ekstra N bør ikke tilføres for seint. Anbefalingen er å tilføre ekstra N ved behov innen utgangen av juli måned. Nitratverdiene for ubestemte sorter bør ned til 1000 ppm senest 14 dager før vesktavslutning.

Resultatene fra alle storskalafeltene finnes i vedlegg 7.

9. Formidling og publisering av resultater

I tabellen under er mye av formidlinga gjengitt. I tillegg til det som står i tabellen har prosjektet vært omtalt på adskillige markdager og møter med produsenter av alle de potetrådgiverne i NLR som har deltatt i prosjektet. Alle samarbeidspartnere, inkl. forsker Per Møllerhagen ved NIBIO Apelsvoll, har også formidlet informasjon fra prosjektet ved flere anledninger.

Tabell 8: Oversikt over mye av formidlingen som er utført i prosjektet. Noen av titlene er lenket opp til nettadressen hvor artikkel eller foredrag ligger tilgjengelig.

Tittel	Hvor	Type formidling	Dato	Hvem
2015				
Nitratmåling i blad - metode for å treffe riktig N-gjødsling?	Potet 2015	Foredrag	20/1/2015	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater fra forprosjekt	Produsentmøte Findus, Tønsberg	Foredrag	Mars 2015	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater for bruk av ulike metoder for måling av nitrogenstatus i potetplanter	Kursuka NLR 2015	Foredrag	9/11/2015	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Produsentmøte Maarud, Kongsvinger	Foredrag	Desember 2015	Borghild Glorvigen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Kartoffelworkshop, rådgivere og varemottakere, Århus (DK)	Foredrag	1/12/2015	Siri Abrahamsen og Borghild Glorvigen
Resultater fra nitratprosjektet 2014-2015	Bransjemøte	Foredrag	19/1/16	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet 2014	Årsmeldinger for 2014	Artikkel	Våren 2015	Rådgivere i NLR
2016				
Resultater fra nitratprosjektet 2014-2015	Bransjemøte Fagforum Potet	Foredrag	19/1/2016	Siri Abrahamsen
Resultater fra forsøk i chippsortene Bruse og Lady Claire	Produsentmøte Maarud	Foredrag	9/3/2016	Siri Abrahamsen
Oppsummering av resultater for 2015, økonomi og diskusjon om planer og videre arbeid i 2016	Prosjektmøte	Foredrag og diskusjon	6/4/2016	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Årsmeldinger for 2015	Artikkel	Våren 2016	Rådgivere i NLR

Nitratkurver for matpotetsorter	Produsentmøte BAMA Lågendalspakkeriet	Foredrag	12/4/2016	Siri Abrahamsen
Resultater fra forsøk i pottes frites sorter	Produsentmøte Findus	Foredrag	7/4/2016	Siri Abrahamsen
Foreløpige nitratkurver for ulike sorter	Telefonmøte ?	Presentasjon Skype	29/4/2016	Siri Abrahamsen
Nitratprosjekt (2015-2018)	www.potet.no	Informasjon	3/6/2016	Borghild Glorvigen
Foreløpige resultater om nitratprosjektet	Markdag i Grue (250 deltakere)	Korte foredrag for flere grupper	22/6/2016	Siri Abrahamsen
Nitratmåling i potet	Vimeo	Video	29/6/2016	Morten Berntsen og Ole Morten Nyberg
Foreløpige anbefalinger for bruk av nitratanalyser som hjelpemiddel i potetdyrkinga	Markdag på Apelsvoll	Foredrag	11/8/2016	Borghild Glorvigen
NÅ BLIR DET ENKLERE Å GJØDSLE POTETEN RIKTIG	Hjemmeside, Arktisk Bonde	Artikkel, nett	23/9/2016	Anne Marit Isachsen
Nitratprosjektet	Yara, hjemmeside	Fagartikkel nett	Okt 2016	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Nitrate project – Develop decision support tools for optimal fertilizing in potato	Syngenta Potato Academy	Foredrag	15/11/2016	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Om prosjektet «Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet»	NLR Potetskolen	Foredrag	19/11/2016	Siri Abrahamsen
2017				
Planteanalyser som hjelpemiddel for gjødsling i vekstsesongen. (SA)	Konferanse, Potet 2017	Foredrag	18/1/2017	Siri Abrahamsen
Riktig gjødsling i potet	Grønt i fokus 1/2017	Artikkel (side 12-15)		Siri Abrahamsen
Om nitratprosjektet	Produsentmøte Sørlandschips	Foredrag	7/3/2017	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Resultater fra nitratprosjektet	HOFF-skolen	Foredrag	10/3/2017	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Oppsummering av resultater for 2016, økonomi og diskusjon om planer og videre arbeid i 2017	Prosjekt møte	Foredrag og diskusjon	21/3/2017	Siri Abrahamsen og Borghild Glorvigen
N-gjødsling og nitratprosjektet i potet	Våronnmøte for produsenter I Solør-Odal	Foredrag	4/4/2017	Borghild Glorvigen Jan-Eivind Kvam-Andersen

Riktig gjødsling i potet	Produsentmøte Maarud	Foredrag	6/4/2017	Siri Abrahamsen Jan-Eivind Kvam-Andersen
Riktig gjødsling i potet	Produsentmøte Finnsnes	Foredrag	10/4/2017	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Riktig gjødsling i potet	Skypemøte	Skype-foredrag med produsenter i Troms	19/4/2017	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Årsmeldinger for 2016	Artikkel	Våren 2017	Rådgivere i NLR
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Settepotetdyrker møte	Foredrag	10/6/2017	Jan-Eivind Kvam-Andersen
Decision-making tools for correct N- fertilization in potatoes	Konferanse EAPR2017, Paris	Foredrag og abstract	11/7/2017	Borghild Glorvigen
Med hvitløkspresse i potetåkeren	Bedre Gardsdrift	Artikkel	8/8/2017	Redaksjonen (Magnus Opsahl)
Decision-making tools for correct N- fertilization in potatoes, introduction to the project og (BG & SA).	Møte med Yara Hanninghof, Tyskland	Foredrag	9/8/2017	Borghild Glorvigen
Experiences with measuring methods for nitrogen in potato	Møte med Yara Hanninghof, Tyskland	Foredrag	9/8/2017	Siri Abrahamsen
Presis potetgjødsling med planteanalyser	Grønt i fokus 3/2017	Artikkel (side 34-36)		Morten Berntsen, intervju m/Borghild Glorvigen
Feltvandring i forsøksfelt	Markdag NIBIO Apelsvoll	Feltvandring	10/8/2017	Per Møllerhagen
Feltvandring/ undervisning i forsøksfelt	NLR Potetskolen	Gruppeundervisning og demo av planteanalyser	16/8/2017	Siri Abrahamsen
Feltvandring	Potato Scandinavia	Informasjon i felt	17/8/2017	Rådgivere i NLR
Foreløpige resultat fra årets delgjødslingsfelt	Kursuka 2017	Foredrag	15/11/2017	Siri Abrahamsen
Foreløpige resultat fra nitratprosjektet	Produsentmøte Rogaland	Foredrag	5/12/2017	Jan-Eivind Kvam-Andersen
2018				
<u>Lærdom fra «Nitratprosjektet»</u>	Bransjemøte Fagforum Potet	Foredrag	18/1/2018	Siri Abrahamsen
Resultater fra «Nitratprosjektet»	Møte for å drøfte bruk av droner i forsøkene	Presentasjon	16/2/2018	Siri Abrahamsen

Oppsummering av resultater fra 2017 og diskusjon av planer og videre arbeid i 2018	Prosjektmøte	Foredrag og diskusjon	15/3/2018	Siri Abrahamsen og Borghild Glorvigen
Presisjongjødsling i potet	Produsentmøte NLR Viken	Foredrag	20/03/2018	Siri Abrahamsen
Storskala nitratfeltet	Mandelpotetseminar	Foredrag	22/3/2018	Borghild Glorvigen
Presisjongjødsling til ulike potetsorter – erfaringer fra «Nitratprosjektet»	Produsentmøte NLR Innlandet, Blæstad	Foredrag	6/4/2018	Borghild Glorvigen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Årsmeldinger for 2017	Artikkel	Våren 2018	Rådgivere i NLR
Droner testes i potetåkeren	Hjemmeside, UAS (Unmanned Aircraft System) Norway	Fagartikkel nett	8/6/2018	Jan Frantzen
Nitratmåling i potet	Hjemmeside Landbruk Nordvest	Fagartikkel (åpen kun for medlemmer)	11/12/2018	Frode Grønmyr
2019				
Erfaringer med planteanalyser for å bestemme N-behovet	Konferanse. Potet 2019	Foredrag	22/1/2019	Siri Abrahamsen
Tidspunkt for delgjødsling i Asterix og Innovator	Hjemmeside NLR Viken	Artikkel	25/1/2019	Siri Abrahamsen
Resultater fra nitratprosjektet	Produsentmøte Orkla	Foredrag	5/4/2019	Borghild Glorvigen
Avslutningsmøte med resultater for 2015-2018. Diskusjon og planlegging for fortsettelse av videre arbeid i 2019	Prosjektavslutning	Foredrag og diskusjon	26/4/2019	Siri Abrahamsen og Borghild Glorvigen
Foreløpige resultater fra nitratprosjektet	Årsmeldinger for 2018	Artikkel	Våren 2019	Rådgivere i NLR
Det er under planlegging å skrive fagartikler om prosjektet i fagblad og på www.potet.no				Rådgivere og prosjektleder i NLR

10. Budsjett, kostnader og finansiering

NLR sitt regnskap avdekker ikke hele prosjektrengskapet. Det er kun tallene som omhandler NLR sin andel i prosjektet som kommer fram i NLR sitt regnskap. Det har vært mange samarbeidspartener i prosjektet, som alle har bidratt med direkte bidrag og arbeidsinnsats i prosjektet. For eksempel er kvalitetsvurderingen i alle 48 forsøksfeltene utført av våre samarbeidspartener (industri og potetpakterier).

Det meste av NIBIO sin innsats i prosjektet har vært finansiert med midler fra Yara, og kommer derfor ikke fram i prosjektrengskapet. Noe av feltgodtgjørelsen er betalt direkte til noen lokale enheter direkte fra NIBIO (men midlene kommer via samarbeidet mellom Yara og NIBIO).

Yara har bidratt i prosjektet med sin kompetanse, og vil arbeide videre med en del statistiske beregninger som gjenstår. Yara har også betalt alle analysekostnadene for arbeid utført hos Megalab i England.

For mer detaljerte regnskapstall, se regnskapsrapport som ble sendt per e-post 1/3/2019, med anmodning om sluttutbetaling og vedlegg som omhandler regnskapstallene. Rapport fra revisor ligger vedlagt sluttrapporten.

11. Vedlegg

Vedlegg 1: Eksempel på Feltplan 2015_6 N-nivåer i Innovator

Vedlegg 2: Eksempel på Feltplan delgjødsling 2016_ Innovator og Lady Claire

Vedlegg 3: Eksempel på Feltplan delgjødsling 2017 i Asterix og Innovator

Vedlegg 4: Feltplan for storskalafelt 2018

Vedlegg 5: Resultater fra 6 N-nivåer 2014-2015

Vedlegg 6: Resultater fra felt med 6 N-nivåer 2016

Vedlegg 7: Resultater fra delgjødslingsfelt i Mandel 2016

Vedlegg 8: Resultater fra delgjødslingsfelt i Lady Claire 2016

Vedlegg 9: Resultater fra delgjødslingsfelt i Asterix 2016

Vedlegg 10: Resultater fra delgjødslingsfelt i Innovator 2016

Vedlegg 11: Resultater fra delgjødslingsfelt 2017

Vedlegg 12: Resultater fra storskala Demofelt 2018

Vedlegg 13: Rapport fra revisor

Vedlegg 14: Utsatt frist på sluttrapportering