

KMP FMVT pH-prosjekt 2020

Bakgrunn

Presisjonsjordbruk har fått stadig større fokus. Et av elementene i dette er presisjonstildeling av innsatsfaktorer. En av innsatsfaktorene er kalk. Leverandører av kalk tilbyr variabel tildeling etter spredefil ved kalking av jordbruksarealer. Spredefiler settes normalt opp på bakgrunn av en serie med jordprøver hvor det beregnes kalkbehov for hvert jordprøvepunkt. Mellom jordprøvepunktene interpoleres verdiene for å dekke hele arealet. Omfanget av kalking med variabel tildeling har vært lavt i Telemark, men interessen er økende hos dyrkerne.

Normal, anbefalt jordprøvetetthet hos oss når det ikke skal brukes variabel tildeling av gjødsel eller kalk er ca 1 prøve per 20 daa. For variabel tildeling har det ofte vært anbefalt 5-15 daa/prøve.

Telemark har mye jordbruksareal med stor variasjon. Vårt inntrykk er at det ofte har blitt utarbeidet tildelingsfiler som vi ikke opplever at gjenspeiler reell variasjon på jordene. Vi er årlig på befaringer hvor vi ser avlingsskader både som følge av for høy og for lav pH. Optimal pH er viktig for å kunne oppnå fullverdige avlinger. Korn og gras anser vi å ha et optimalt pH intervall mellom 6,0 og 6,5. I ekstreme tilfeller møter vi på jord som har pH ned mot 4 eller opp mot 8, med påfølgende store avlingstap. Arealet med for lav pH er større enn arealet med for høy pH. Spesielt grasarealer har for lav pH. Etterspørsel etter presisjonskalking har vært størst på kornarealer.

Jordbrukskalk består i hovedsak av ikke brent kalsium- og magnesiumkarbonat, og frigjør CO₂ ved nedbrytning/oppløsning. Brent kalk brukes også noe i jordbruket. Ved brenning frigjøres CO₂ i brenneprosessen, fremfor på jordet. Hoveddelen av kalkproduktene er jomfruelige produkter, utvunnet fra steinbrudd som kalkingsmiddel. Utvinning og transport bidrar med miljøbelastninger, særlig som følge av stor massetransport. (Normalt forbruk 3-600 kg/daa/tildeling). Optimal utnyttelse av kalk vil derfor i tillegg til å optimalisere avlingspotensialet, kunne redusere klimagassutslipp knytt til kalkbruken. Det brukes også noe avfallsprodukter som kalkkilder. Både mineralavfall fra enkelte industrianlegg som er godkjent som kalkingsmidler, og kalkstabilisert kloakkslam. Beregningsteknisk vil ofte slike produkter kunne få mindre klimagassutslipp, ettersom miljøbelastning allokeres til andre produkter/produksjonsledd enn kalkingsmiddelet. Dersom avfallsproduktene består av brent kalk, vil disse ikke ha CO₂-utslipp på jordet.

Prosjektet ble opprinnelig søkt med et tilskudd på kr 160.000,- og fikk innvilget halve beløpet, kr 80.000 fra Klima- og miljøprogrammet hos Fylkesmannen i Vestfold og Telemarks landbruksavdeling (FMVT) i 2020. Etter avtale med FMVT ble kornarealer prioritert. (Søkt for korn- og grovfôrarealer)

Vårt primære mål var å øke kunnskapen om pH, og variasjon på jorden i Telemark. Dette gjennom tett jordprøvetaking på et mindre utvalg av jorder. I tillegg ønsket vi å øke vår kompetanse og fleksibilitet knyttet til pH og pH-måling av jord. Vi har derfor i prosjektet utvidet vårt jordlaboratorium på Sørve til også å kunne foreta pH-måling av jord. Vårt jordlaboratorium på Sørve er primært et jordfysisk laboratorium som nyttes i ulike forsknings og utviklingsprosjekter i Norsk Landbruksrådgiving, og overfor samarbeidspartnere. Laboratoriet er ikke et akkreditert laboratorium, og tilbyr ikke kommersielle analyser for sluttbruker.

En viktig motivasjon for å gjennomføre analyse av pH i egen lab, har vært å øke vår forståelse av pH-måling og hvilke faktorer som påvirker pH-verdien ved måling i jord. Vi har erfart at jordprøver fra samme areal har gitt pH som har avveket med en hel pH-enhet mellom ulike laboratorier. Til dette prosjektet har vi laget en meget homogen kontrolljord (tørket, blandet, sedimentert vaskerest <0,5

fra analyser av aggregatstabilitet). Denne kontrolljorden har vi hatt med en prøve av i hver serie vi har analysert, og minst en prøve per 50 analyserte prøver. Kontrolljorden ble sendt med 3 parallelle prøver til 2 anerkjente, kommersielle laboratorier. Bilde av analyseresultatene fremkommer i figur 1. Alle 6 prøver er tatt ut samtidig, blandet og stokket før innsending, og bør være tilnærmet identiske. pH varierer likevel mellom 5,8 og 6,2.

S K I F T E	P R Ø V E	J O R D	M O L D	L E I R	V O L	pH	P	K	Mg	Ca	K- HNO ₃	Cu	Mn	Merkand	Pris:
0	25	7	1	2	1,26	6,2	9	7	9	139				A01.98	180,00
0	26	7	1	2	1,32	6,2	12	7	9	158				A01.99	180,00
0	27	7	1	2	1,24	6,2	15	6	8	135				A01.100	180,00

Merking	Skifte	Volum-vekt	Jord-art	Leir-klasse	Mold	Mold-klasse	pH	* P-AL	P-klasse	* K-AL	K-klasse	* Mg-AL	* Ca-AL	* Na-AL	Glede-tap
		kg/l lufttørrket jord			%TS			mg/100g lufttørrket jord		mg/100g lufttørrket jord		mg/100g lufttørrket jord	mg/100g lufttørrket jord	mg/100g lufttørrket jord	%TS
98		1.3	8	2	3.7	2	5.8	9	C1	9	2	8	100	2	4.7
99		1.2	8	2	3.8	2	5.9	10	C1	10	2	8	100	<2	4.8
100		1.2	8	2	3.7	2	5.9	10	C1	10	2	8	99	<2	4.7

Figur 1 Tre paralleller av kontrolljord analysert ved to ulike, anerkjente jordlaboratorier.

Norsk metode for pH-analyse gjennomføres som følger:

- 1) Jordprøve tørkes ved moderat temperatur (vi har nyttet 40°C)
- 2) Jordklump knuses, og prøve siktes på 2 mm sikt.
- 3) 10 ml tørr, siktet jord ristes opp i 25 ml deionisert vann, og får hvile natten over.
- 4) Prøve ristes opp neste dag, og får litt tid til å sedimentere
- 5) pH måles i vann over bunnfall.

Når vi ser at vår kontrolljord varierer med opptil 0,4 pH-enheter mellom ulike laboratorier, er dette en utfordring, siden det tilsvarer en variasjon i anbefalt kalkmengde som kan være 3-400 kg/daa. Om dette var en reell jordprøveserie fra et jordet, ville i realiteten valg av laboratorium avgjøre om vi ville anbefale full kalking, eller ingen kalking. Denne usikkerheten er utfordrende å forholde seg til. Vi har også hatt jordprøver sendt begge disse laboratorier som har vist motsatt forhold for hvilket laboratorium som har hatt høy/lav pH. I vår prøveserie, er denne kontrolljorden målt ved 10 tilfeller, med gjennomsnitt på pH 5,9, minimum 5,83 og maksimum 5,99.

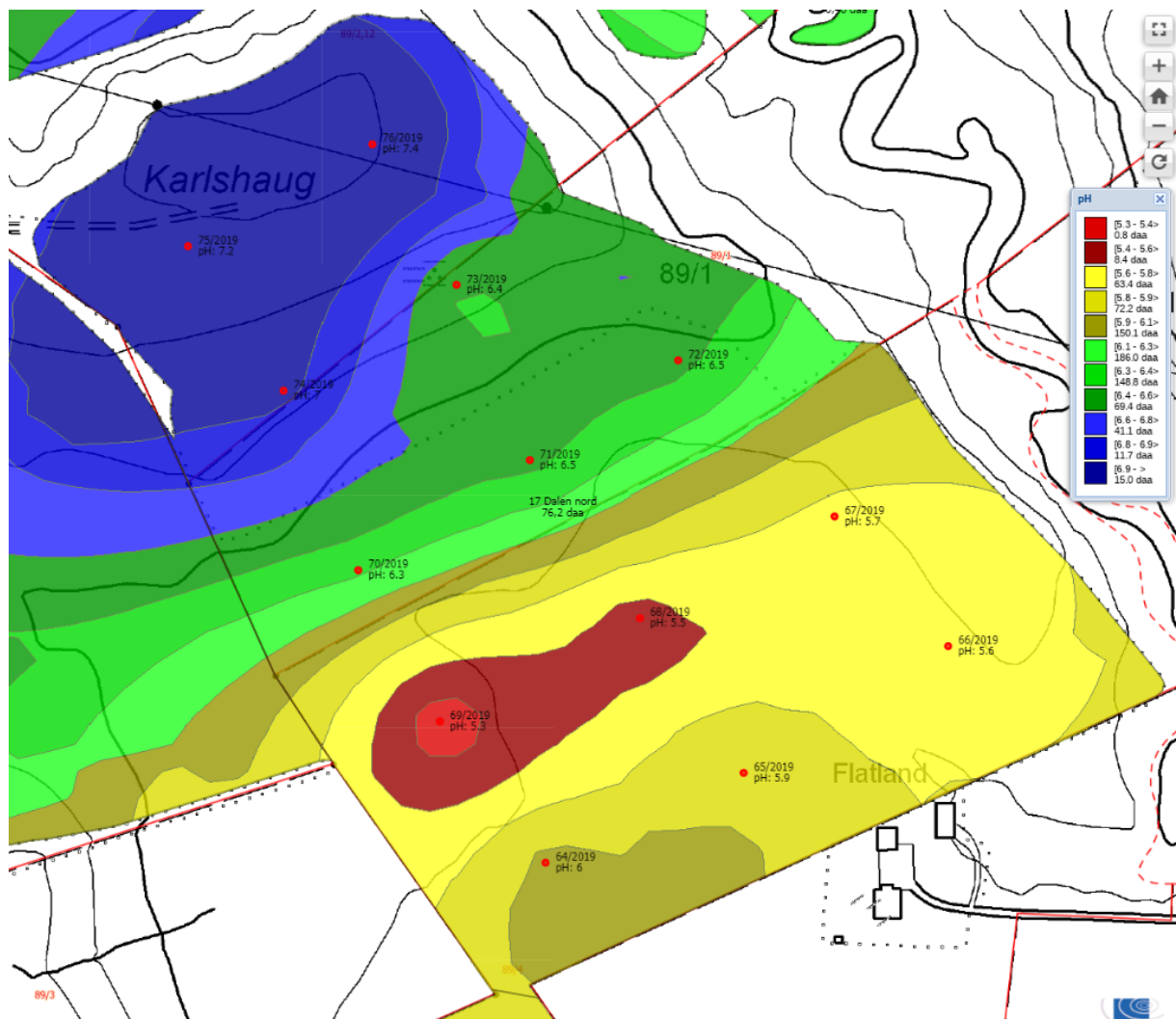
pH-måling i vann er litt sårbart, da det skal små påvirkninger til for å endre målingene. Vi har også sett at pH elektrode må rengjøres hyppig for å gi stabile avlesninger, og det er ikke alle utprøvde pH-elektroder som har kunnet gi stabile målinger, til tross for presise og gode kalibreringer.

Mange andre land nytter KCl-løsning som ekstraksjonsmiddel fremfor vann ved pH-måling i jord. Denne metoden kan ha noe høyere stabilitet, da ionekonsentrasjonen i vannet blir høyere. Ved bruk

av saltvann (KCL) som ekstraksjonsmiddel, vil en større andel av H_3O^+ -ioner presses ut av jorden. Målt pH_{KCL} vil derfor normalt være lavere enn pH_{H_2O} . pH -verdi i Norge er følgelig ikke alltid direkte sammenliknbar med pH -verdi fra andre land. Ettersom norsk metode er godt innarbeidet i Norge, vil det fort kunne oppleves forvirrende om også pH i KCl ble brukt. Vi har likevel ønsket å måle alle prøver parallelt med bruk av vann og KCl-løsning som ekstraksjonsmiddel. Av hensyn til tilgjengelig tid og begrenset finansiering, er kun pH i vann målt til nå. Men for alle analyserte prøver (per d.d. ca 400 prøver) har vi tatt ut og klargjort parallell, tørr prøve som kan måles med annen metode.

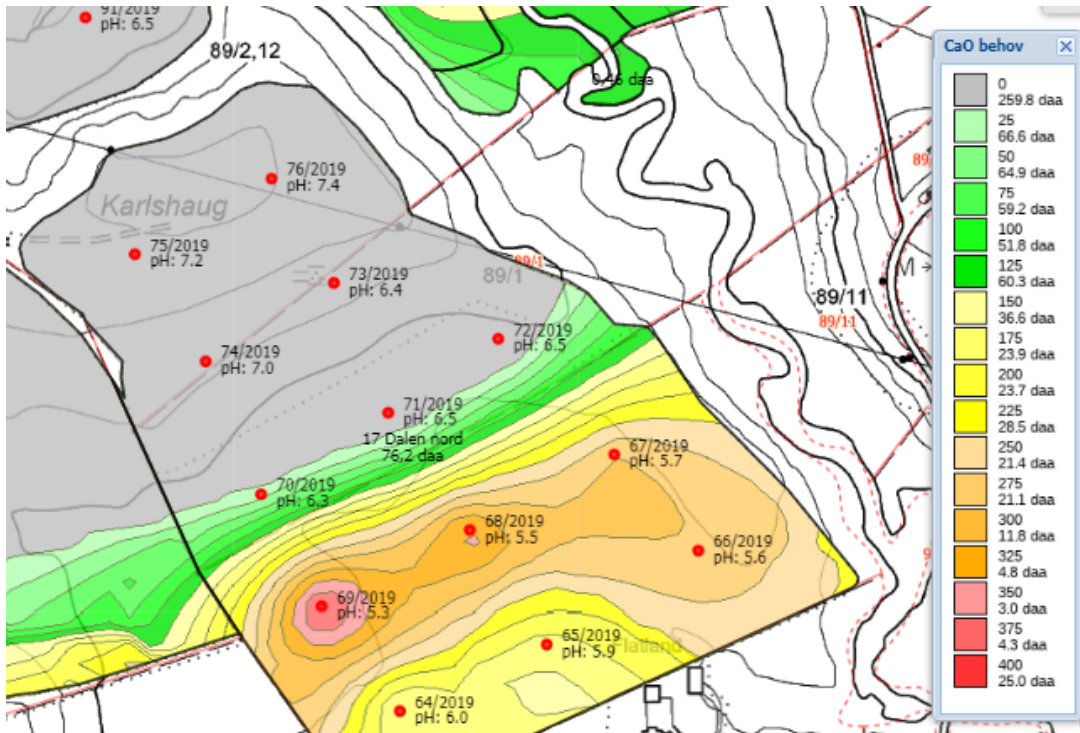
Bakgrunn, medlems jordprøveserie.

Ett av våre medlemmer sentralt i Telemark tok i 2019 ut relativt tett med jordprøver. Deriblant på skiftet vist under med 13 prøver fordelt over 72 daa (5,5 daa/prøve)



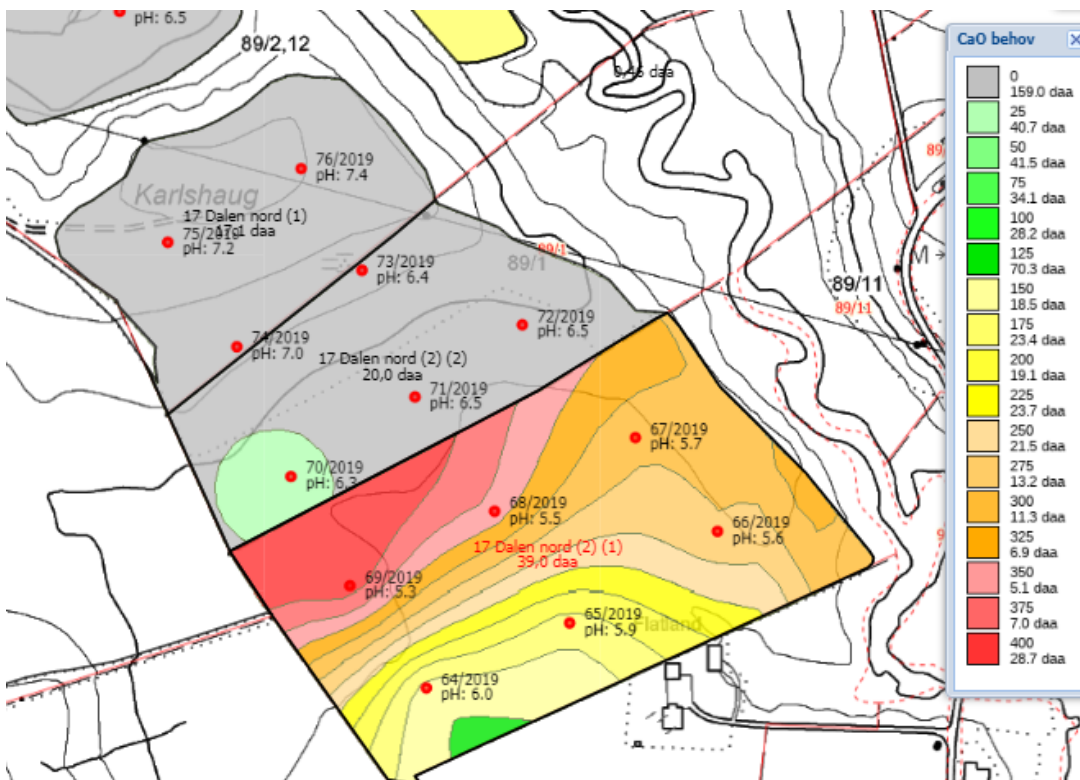
Figur 2 pH-kart baser på kundes jordprøver

Om vi setter opp et kart for kalkbehov (CaO), som grunnlag for tildelingsfil for kalk, ville disse prøvene gi oss et kalkingskart som vist under.



Figur 3 Kalkbehov for eksempelskifte

Det grønne arealet på kartet i figur 3 overrasket kunde ut fra behandling og erfaring. Skiftet går over tre eiendommer, og vi valgte derfor å dele skiftet i ulike deler for hver eiendom (tidligere dyrkingspraksis), og beregne kalkbehov separat for disse tre delene, dette gav følgende kart over kalkbehov. Vi ser da at vi får et helt nytt kalkingskart. Skala og fargebruk er lik.



Figur 4 Kalkbehov for samme areal som i figur 3, men nå beregnet for de ulike eiendommene som utgjør skiftet

Kartet og behovet ville vært grunnlaget for en eventuell tilfelingsfil. Forskjellen mellom kalkbehov og utforming av kart ble så ulikt mellom figur 3 og 4, at dette var en vekker for oss. Vi ser tydelig at vi må restriktivt vurdere hvilke skarpe grenser som kan finnes innenfor et areal, til tross for et finmasket jordprøvenett, før en tildelingsfil for kalking kan utarbeides. Når vi beregner kalkbehov innenfor hver figur, uten å la prøver utenfor figuren inngå, vil prøver ut mot hjørnene utgjøre stort areal. Vi ønsket derfor å ta flere jordprøver på dette arealet for å se hvordan pH faktisk endrer seg mellom tette prøvepunkter. Dette for å kunne sammenlikne med inter- og ekstrapolering ut fra disse jordprøvepunktene.

Prøveuttak

Vi søkte opprinnelig om finansiering for uttak og analyse av 600 prøver. Når finansieringen ble halvert, måtte vi redusere prøveuttaket. Av frykt for å få for lite datagrunnlag, er ikke prøveuttak redusert tilsvarende finansieringsreduksjonen.

Normalt tar vi ut prøver med 3/4" jordprøvebor, med minimum 9 stikk per prøve. Prøvedypet er vanligvis 0-20 cm dyp. For å kunne rasjonalisere prøveuttak, samt ta prøver fra ulike dyp, ble en traktormontert jordprøverigg utviklet. Denne har 2" jordprøvebor, som kan nå dyp på inntil 40 cm. (Jordprøveriggen er i hovedsak basert på materiell og arbeid knyttet til annen, tidligere bruk. Følgelig finnes kun en mindre andel av deler til dette igjen i rapporteringen her.)

I tillegg til å få prøver fra ulike dyp, ville vi også vurdere om enkeltstikk med større jordprøvebor kunne gi til strekkelig gode prøver. Dette har vært svært vellykket. Vi har flere prøveserier hvor vi har tatt et enkeltstikk med 2"-bor på 0-40 cm, og behandlet hvert 10 cm dybdeintervall separat. Samtidig



Figur 5 Egenprodusert, hydraulisk jordprøverigg med 2" jordprøvebor.

er det tatt vanlige jordprøver med 3/4"-bor i en 4-meters ring rundt. pH-verdi fra ordinært uttak med minimum 9 små stikk gir gjennomgående måleverdier som ligger mellom det store enkeltstikkets verdier for 0-10 cm og 10-20 cm. På direktesådd areal hadde vi tilfelle av avvik fra dette. Vi har derfor konkludert med at bruk av enkeltstikk kan være aktuelt i tilfeller hvor det tas ut mange prøver, og det brukes tilstrekkelig tykk jordsylinder.

Bruk av grove enkeltstikk på traktormontert rigg har muliggjort uttak av et større prøveantall enn finansiering skulle tilsi.

Totalt er det tatt ut 500 prøver, hvorav 400 er analysert til rapportering.

Grunnet den reduserte finansiering, kombinert med

behov for analyseresultater fra ulike dyp, har det ikke vært mulig å gjennomføre tilstrekkelig systematisk rutenett av prøvepunkter, som beskrevet i søknad. Prøvepunkter er derfor isteden fordelt på linjer, hvorav noen linjer har fast prøveavstand målt opp på 10,0 m. En vesentlig del av disse linjeseriene utgjøres av 80 prøver som ikke er analysert. (Prøvenummer 380-460 K1-K20).

Prøvepunkter ble innledningsvis punktfestet med Skifteplan Mobil. Grunnet en feil i programvaren gav dette en del tilfeldig avvik. Dette gjelder bla linjeserie med 10 m prøveavstand på areal vist innledningsvis. Siden prøvene var målt inn på linje med målebånd og fast avstand, var faktisk avstand mellom prøvepunkt kjent. Denne varierte når vi i ettertid vurderte kartfesting. Senere prøveuttak ble kartfestet med Skifteplan mobil i tillegg til håndholdt GPS, som fremstår å være ganske nøyaktig. I ett tilfelle med bruk av begge metoder for posisjonsbestemmelse, var det tilfeldige avviket mellom metodene på hele 90 m avvik. Skifteplan mobil ble etter dette forkastet. Etter samtaler med kundeservice, skal nå programvare være utbedret. Vi ser ut fra dette at det foreligger behov for å kontrollere nøyaktighet av verktøy som nyttes til posisjonsfesting ved jordprøveuttak, dersom analyseresultater skal nyttes til noen form for variabel tildeling. For kalking, mener vi at presisjon må ned på minimum 5-10 meter. En presisjon som skal være mulig å oppnå med håndholdt, rimelig verktøy. Håndholdt Garmin GPS har fremstått å være tilstrekkelig nøyaktig. For overføring til Skifteplan trengs konvertering av datasettet via Shape-format, hvilket kan gjøres med åpne nettløsninger.

Jordprøver som er samlet inn er 0,5 liter løst, der det er tatt flere stikk med vanlig jordprøvebor. Ved uttak med 2"-bor er teoretisk volum 225 ml/10 cm dyp. Det varierer om prøven består av 10 eller 20 cm jordsøyle. Teoretisk fast jordvolum er derfor 225 eller 450 ml/prøve. (Tommedimensjoner angitt for jordprøver er betegnelse for vannledningsrør som er nyttet, reel innvendig diameter er litt større enn angitt tommemål)

Analyser

Jordprøvene er tørket til likevekstfuktighet ved 40°C, og knust. Knusing har vært en arbeidskrevende prosess med utprøving av ulike metoder. Det har vært ønskelig å bygge et knuseverk, men det har ikke vært tilstrekkelig tid til dette. Vi begynte med mortere. Morter alene fungerer godt på løs jord. På fastere jord (Noe av jordprøvene er svært faste, da de er tatt ut på tidligere leiruttak for teglverk), trengtes mer hardhendt behandling. Vi endte da opp med å knuse med hammer i rustfri stekepanne. Smihammer av ulik størrelse fungerte godt til grovknusing av svært hard klump, men ble belastende å bruke mer enn nødvendig. Oppretterhammer (Lett hammer med langt hode og stor slagflate) var lettbrukt og foretrukket på de fleste jordprøvene. Prøvene ble siktet på 2 mm sikt etter innledende knusing. Sikterest ble videre knust 1-2 ganger i morter. Rest utgjorde da <10 ml i tillegg til grus og sten, som er forkastet. Sikter er laget av 160 mm kloakkrør, påsmeltet 2mm rustfri sikteduk.

Den knuste og siktede prøve ble så blandet omhyggelig, og 2 stk 10 ml prøver tatt ut og lagt i 50 ml plastbokser. Den ene parallellen av disse er foreløpig lagret, mens den andre parallellen ble tilsatt 25 ml deionisert vann, ristet og lagret natten over. Beholdere med referansejord ble også tilsatt vann parallelt med hver prøveserie.

Neste dag er prøvene ristet opp, og fått sedimentere i min 1 time før pH-måling. Før alle måleserier er pH-elektrode kalibrert med nye bufferløsninger (pH 4, 7 og 10), og måling mot referansejord utført.

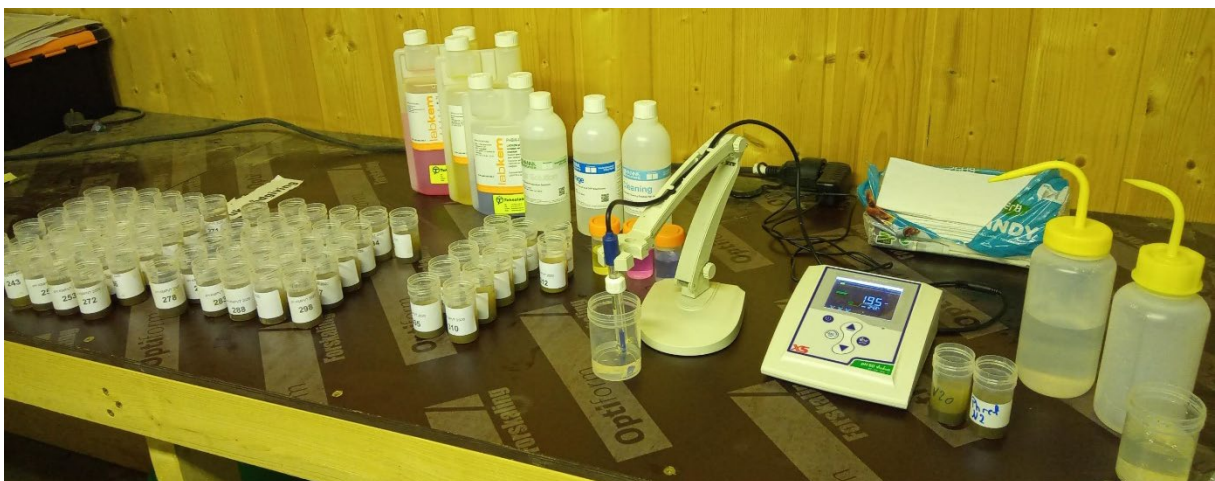
Analysesultater i listeform følger som vedlegg. Under sees noen bilder fra laboratoriet.



Figur 6 Forbehandling av jordprøve



Figur 7 Første runde med oppkvising er utført med oppretterhammer. Prøver klare for å tilsette vann.



Figur 8 pH-måling. Her renses elektrode med fortennet saltsyreløsning.

Bruk av pH-målere i felt.

Vi har samtidig med prøveuttak testet tre pH-målere for feltbruk.

- 1) Håndholdt pH-meter. 10 ml frisk jord er ristet opp i glass med 25 ml deionisert vann. Dette har fått hvile noen minutter, og måling er utført. Resultater sammenliknet med kjente verdier for arealene. Metoden fremstår å gi akseptable målinger, om bare prøven får tid til å sedimentere noen minutter (Tid varierer med jordart). Ikke en presis måler i utgangspunktet, men gir en god pekepinn om jordens pH-tilstand. Ulempe er at det trengs litt utstyr for oppslemming i vann, og ventetid som er lengere enn tiden det tar å ta ut en jordprøve. Kan være nyttig verktøy for å vurdere vekstproblemer i løpet av noen minutter, men tidsbruken forsvarer ikke omfattende bruk. Da er det bedre å ta med jordprøvene inn, og analysere på normal måte, mer i samsvar med «norsk metode».
- 2) Soil-Tester. Kombinert fuktighetsmåler og pH-meter. En kon med metallspiss, og plate av annet metall på siden presses ned i jorden. Avlest pH-verdi gav ofte begrenset mening, og fremstod å være svært avhengig av jordfuktigheten. Skala for jordfuktighet ble sprengt ved mange forsøk. Mulig verktøyet kan fungere tilfredstillende i enkelte sammenhenger under homogene forhold. Kan ikke anbefales under feltbruk i korndyrking.
- 3) Hanna pH-meter for jord. Er et ordinært pH-meter med forsterket glasspiss for å presse ned i jorden. Kalibreres på vanlig måte mot buffer. Gav raske avlesninger, men meget stor (opptil 2 pH-enheter) variasjon med flytting kun noen cm. Opptrer presist ved kalibrering. Det er mulig at apparatet i seg selv er velfungerende. Men den store variasjonen mellom målepunkter, om den er reell, medfører behov for svært mange prøvepunkter, hvor gjennomsnitt nyttes. Fremstår å måle et svært lite jordvolum under normale feltforhold. Leverandør har også en egen jordprepareringsvæske som jorden kan behandles med før bruk for å få riktigere pH-målinger. Denne hadde lang leveringstid, og ble ikke mottatt før i november. Måling med jordforberedelsesmiddel er ikke utført i felt. Ved utprøving med å tilsette jordforberedelsesmiddel til ordinære prøver på lab, sank pH. Det antas at middelet er en saltløsning. Det kan ikke utelukkes at apparatet er velfungerende for direktemåling i enkelte, homogene jordtyper. Men kan ikke anbefales til generelt bruk i felt på kornjord.

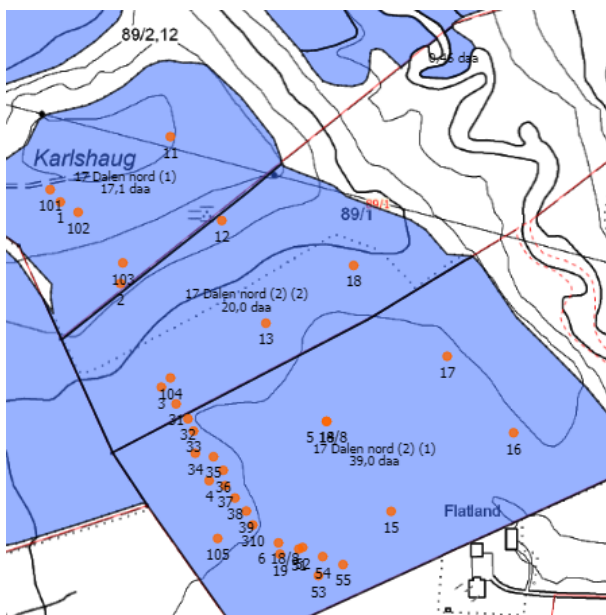
Erfaringene med utprøving av de tre feltmålerne, tilsier ikke at de kan anbefales for å beskrive pH og kalkbehov direkte på jordet. I noen tilfeller, hvor avlingssvikt skyldes ekstrem pH kan likevel metodene kunne være til hjelp for å fastslå årsak til vektproblemer.

Resultater ulike arealer

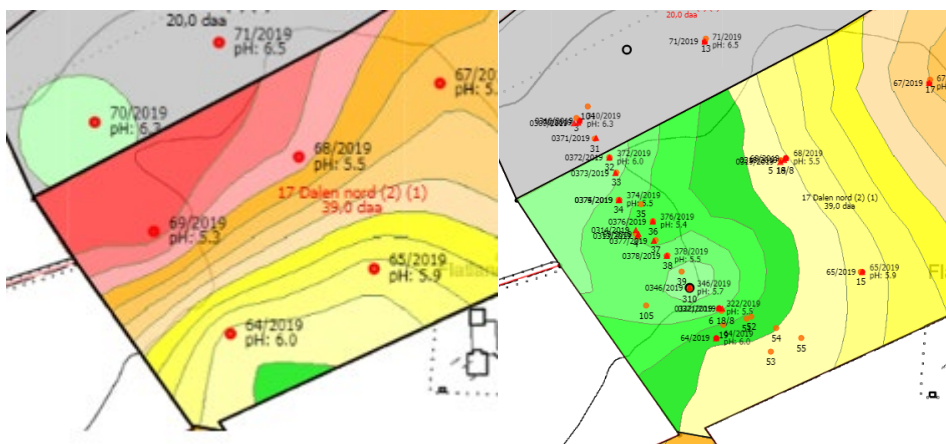
Areal S

Arealet er det samme som er vist i innledningen. Det er her tatt ut prøver på, eller i tilknytning til 37 prøvepunkt. Flere prøvepunkt har prøver fra ulike dyp, eller kombinert med uttak av punktprøver og prøver tatt ut i ring rundt. I tilknytning til punkt 105, er det tatt ut prøver i sirkler med ulike diametere, og på ulike kanter. Men målinger knyttet til dette prøvepunktet har hatt målefeil ved analyse (Ukjent feil, klarte ikke reprodusere resultater ved gjentatte målinger.), og forkastes.

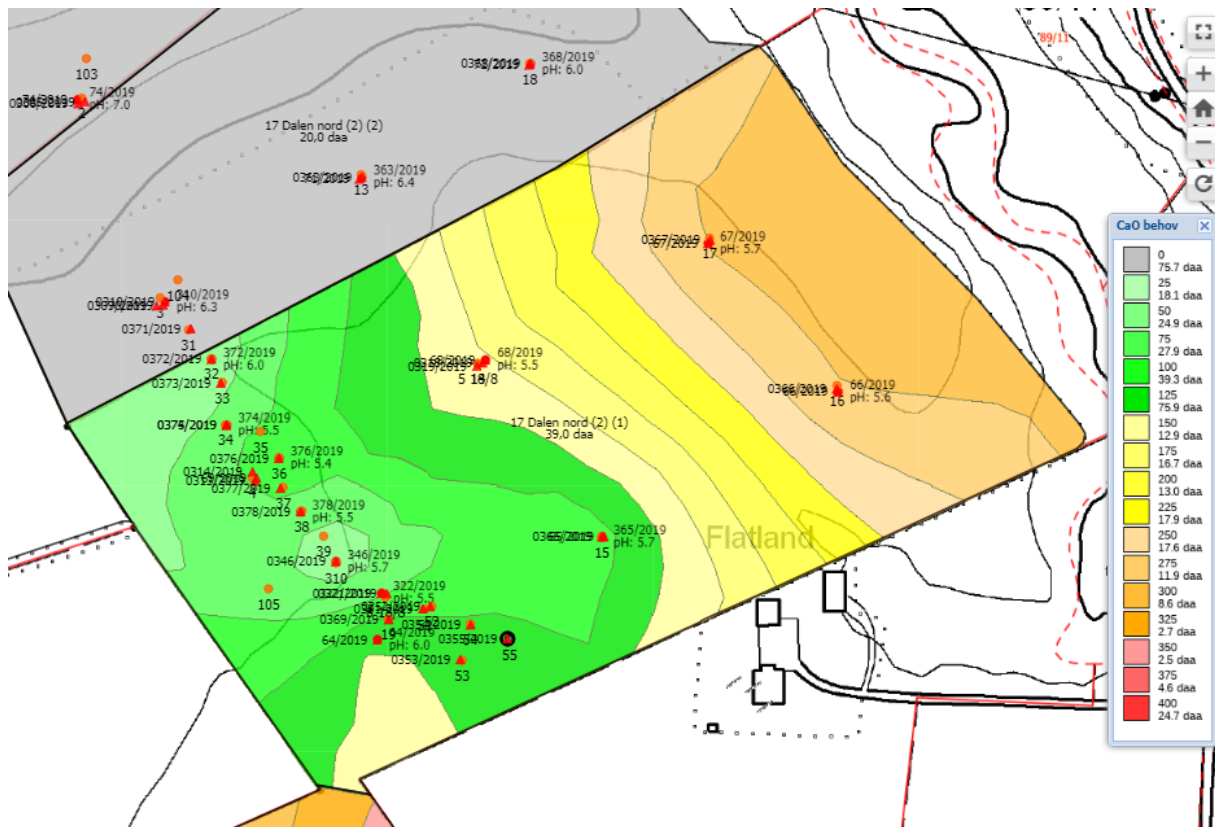
Prøvepunktene 3-310 ligger på rett linje med eksakt 10 m avstand i virkeligheten. Variasjonen her var bakgrunn for at nøyaktighet ved punktfasting med Skifteplan mobil bel undersøkt. Feil har senere vært betydelig større, men håndtert ved alternative innmålingsinstrumenter.



Figur 9 Prøvepunkter Areal S



Figur 10 CaO-behov. Opprinnelig (venstre) og etter supplering med prøvepunkt 31-310



Figur 11 Søndre del av Areal S etter at alle prøver på dyp mellom 0 og 20 cm tatt i prosjektet høsten 2020 er inkludert i tillegg til opprinnelige prøver.

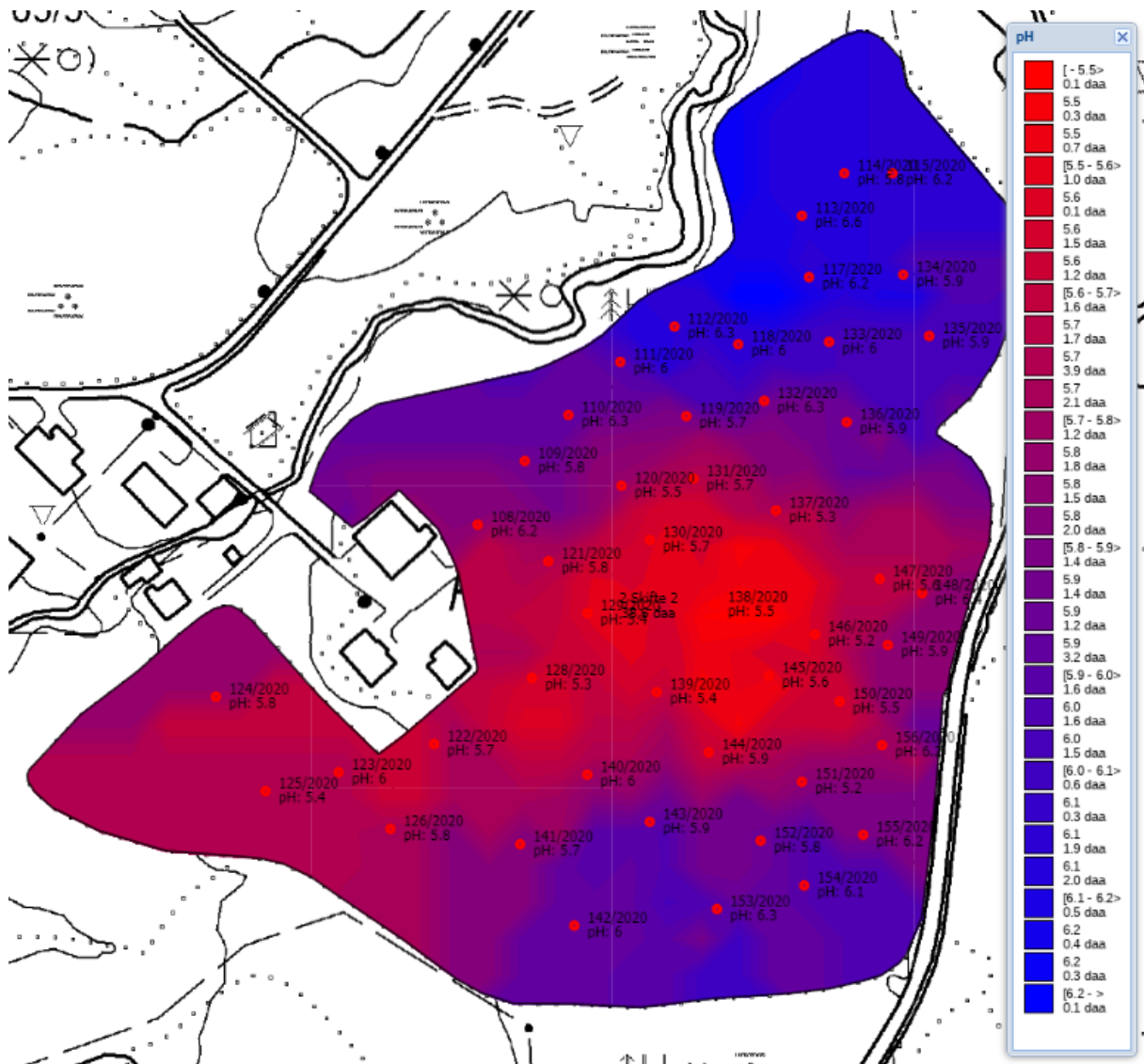
Når vi legger inn alle prøvene som er tatt på dypet 0-20 cm i 2020, får vi et kart som i vestre del av utsnittet på figur 11 skiller seg ganske mye fra kart beregnet ut fra det opprinnelige prøveserien. Mens tidligere en prøve med pH 5,3 gav maksimalt kalkbehov i området, ser vi at det er kraftig redusert med tettere prøveuttak. Opprinnelig prøveuttak er tatt ut i sirkler med mange prøvestikk, og en prøvetetthet på 5-6 daa/prøve. Likevel ser vi at prøvetettheten alene gir betydelige feil som grunnlag for en tildelingsfil for kalking, selv om prøvene i seg selv kan ha vært korrekte. Østre del fremstår å treffe godt.

I dette tilfellet er det behov for både manuelt dele opp skiftet, og ta ut supplerende prøver for å få et kart som forventes gjenspeile reelt behov. Når gårdbruker selv kjenner jorda og dens historie, kan slike feil som vi her ser fanges opp, og rettes. En variabel kalking basert på jordprøver, uten kvalitetssikring ville i dette tilfellet bli unødig dyrt, og kanskje også gi områder med avlingsbegrensende høy pH. Dersom arealet var prøvetatt med 10 daa/prøve, og ikke kvalitetssikret av «kjentmann» kunne kalking være til mer skade enn nytte. Dette tilfellet viser tydelig behovet for kvalitetssikring før tildelingsfiler utarbeides og brukes til kalking. Systematiske jordprøver fremstår å trenge meget stor tetthet, om ikke uttak og bruk vurderes ut fra kunnskap om arealet.

Ettersom deler av arealet har hatt leiruttak, og er kalket til skadelig høy pH med kalkbehandlet slam, samtidig som søndre deler ikke har hatt denne behandling, og har litt lav pH er arealet litt ekstremt, men langt fra unikt. Den søndre delen, (Farger i figur 9) har ikke hatt leiruttak eller kalket slam, og vi ser likevel stor effekt av ekstra jordprøver.

Areal D

Også dette er et areal som har vært behandlet med kalket slam av tidligere driver. Arealet fremstår variert, og med moderat/dårlig vekst. Her har vi tatt ut kun 2" prøver på 0-20 cm dyp, spredt utover hele jordet. Arealet er på 40 daa, og har 49 prøver. Altså i underkant av 1 daa per prøve.

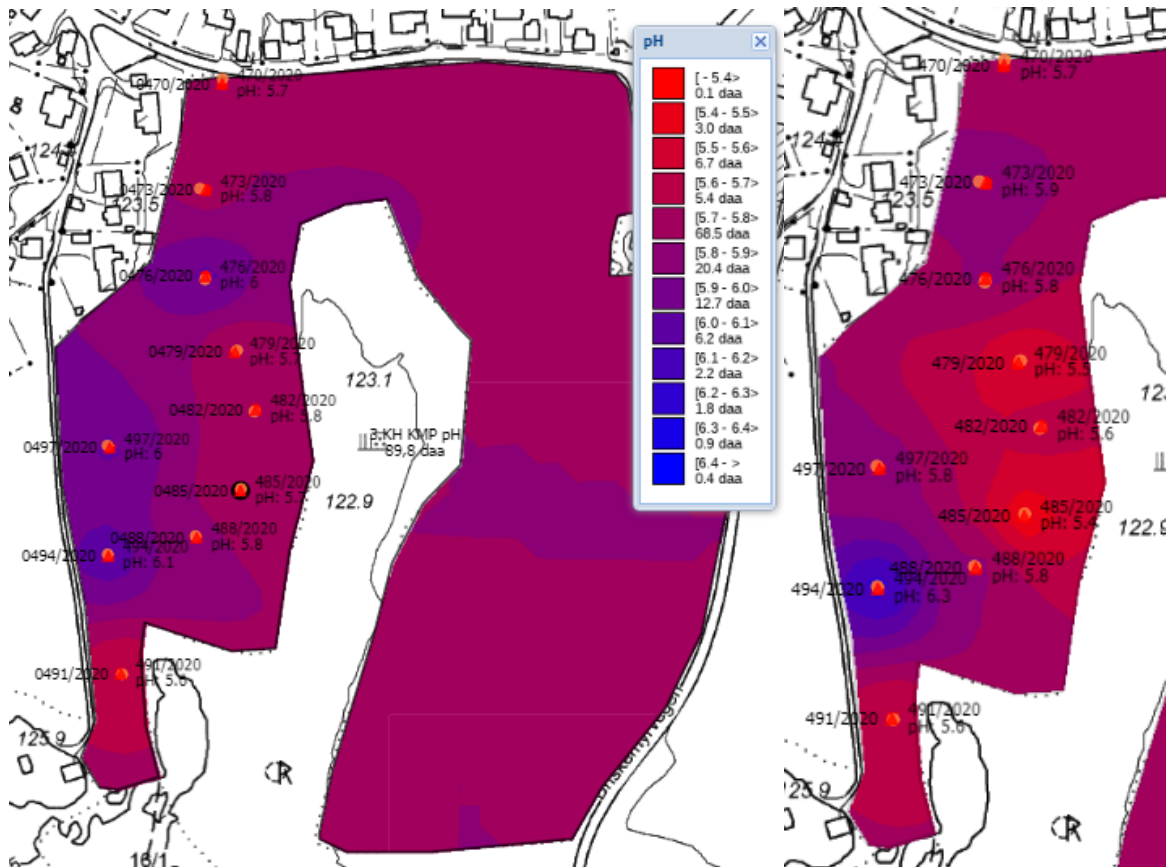


Figur 12 pH på Areal D.

Dette arealet er tilstrebet å ta ut jordprøver med overdreven tetthet. De sentrale, og østre deler av skiftet fremstår å ha en jordprøvetetthet som er høyere enn nødvendig for å gjenspeile variasjonen. Vestre deler har betydelig variasjon mellom nabopunkter, og antas således ikke å tilstrekkelig tetthet til å gi et reelt bilde av variasjonen på jordet. Ved å ta mange prøvestikk i store sirkler for hver prøve, ville vi forvente å kunne glatte ut konturene en god del. Det er vanskelig å se for seg at arealets variasjon kunne gjenspeiles på tilfredstillende vis, uten å ha minimum 10 prøver på arealet, uavhengig av uttaksmetode. Igjen ser vi eksempel på areal som må ha mindre enn 5 daa/prøve for å gi et akseptabelt grunnlag for presisjonskalking. Det meste av arealet kan med fordel få noe kalk, sentrale deler av arealet har betydelig kalkbehov.

Areal KH

Arealet er del av et skifte på ca 90 daa. Arealet er presisjonskalket for 3-4 år siden. Arealet er relativt variert, har innslag av knatter og er nesten delt av ei halvøy med beite/krattskog.



Figur 13 Jordprøver 0-20 cm noen år etter presisjonskalking til venstre. 0-10 cm til høyre

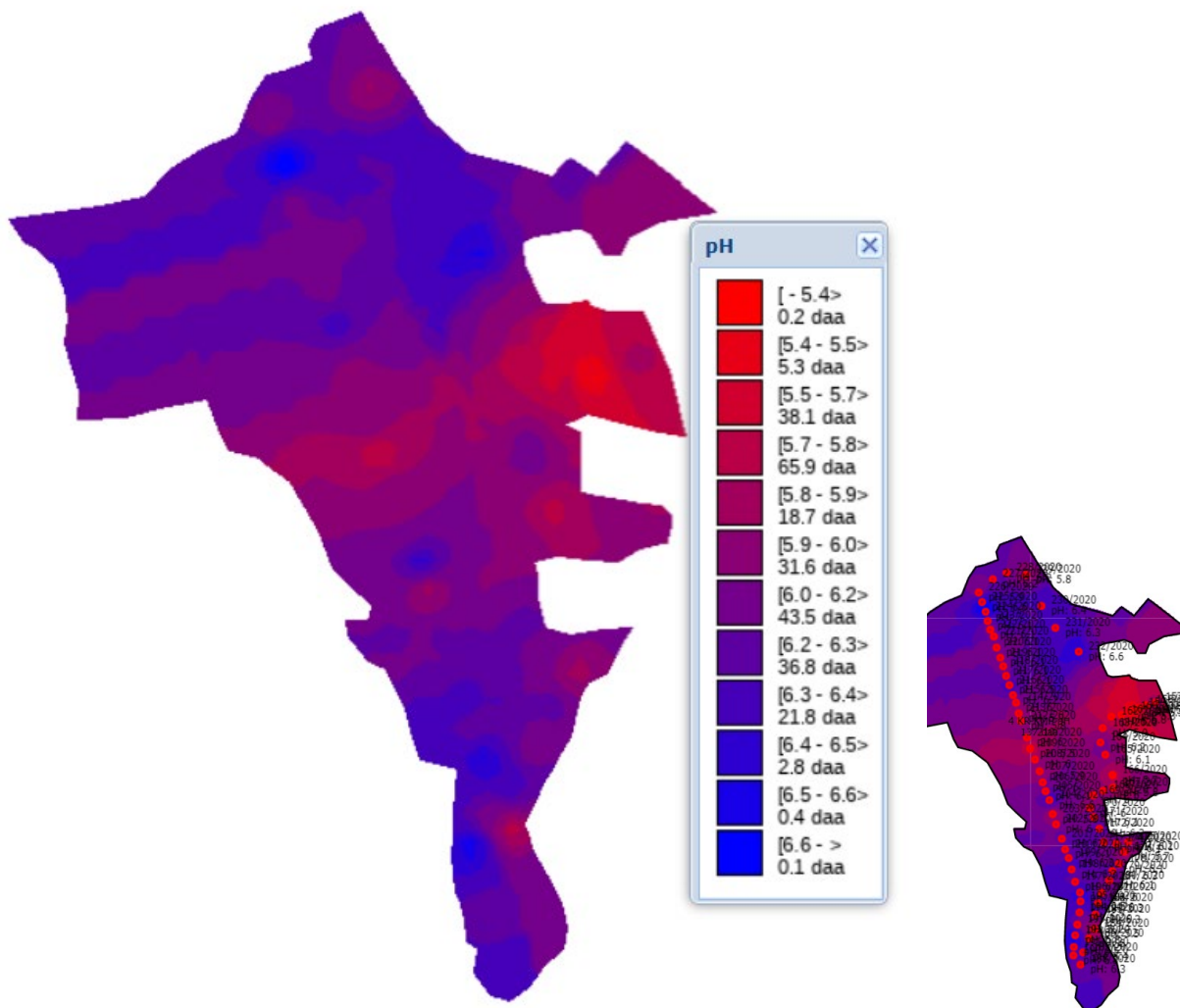
På dette arealet var det en del variasjon mellom pH på dybene 0-10 og 10-20 cm ved uttak med 2" bor. Variasjonen fremstod ikke å være systematisk, og verdier for prøver tatt med flere små stikk rundt prøvepunkt er vist i venstre del av figur 13. Til høyre i figur 13 vises de samme jordprøvepunktene, men med verdier for 0-10 cm tatt med enkeltstikk, 2".

Begge prøveserier viser sammenfallende tendenser, men pH utslaget kan tendere til å være noe høyere på de grunne prøvene. Dette er kornarealer som direktesås, og følgelig kan pH på dypet 0-10 cm være vel så viktig for plantevekst, som for 0-20 cm. Etter en presisjonskalking, ville det være ønskelig at variasjonen var mindre enn hva som her fremkommer.

Det kan også legges merke til hvordan jordprøvepunkter vest for halvøya påvirker beregnet pH på østsiden, hvor det ikke finnes jordprøvepunkter. Et skifte med slik form, hvor variasjonen på faktisk jordtilstand ikke forventes å speiles på motsatt side av halvøya, burde vært delt ved beregning for å utarbeide tildelingsfil for kalk.

Areal KR

Areal på 135 daa. Arealet er noe variert i forhold til topografi og jordart, men består for en stor del av lett kupert leirjord. Det er tatt to prøveserier på arealet. En serie øst-vest med uttak av prøver for hver 10,0 meter over drøyt 200 m distanse til dyp på 40 cm. Prøvene er delt for hver 10. cm dybde. Denne serien er ikke analysert av hensyn til kapasitet. Videre er det tatt ut en serie med 2" prøver rundt østre del, og på langs i nord-syd retning. Denne serien består av 76 prøvestikk analysert separat. Prøvedypet er 0-20 cm.



Figur 14 Berenet pH ut fra 76 jordprøvepunkter. Innfelt samme areal med prøvepunkter inntegnet.

Denne prøveserien har en gjennomsnittlig prøveavstand på 16 meter på de tetteste deler. Ved prøveuttak i et kvadratisk rutemønster ville dette gi en tetthet på 1 prøve per $\frac{1}{4}$ daa. Vi ser trender hvor flere tilgrensende prøver har ganske sammenfallende verdier. Som grunnlag for presisjonskalking, ser det ut til at prøveavstand kunne vært økt med minst 3-4 ganger uten å tape vesentlig informasjon. (3 ganger ville gi ca 2 daa/prøve og 4 ganger ca 4 daa/prøve). Økes prøveavstanden ytterligere, fremstår det som at vi vil tape informasjon om gradienter i pH, og dermed grunnlaget for å sette opp et tildelingskart for kalk som gjenspeiler variasjonen. Ved å øke prøveavstanden er det likevel nødvendig å ha et normalt antall prøvestikk bak hver prøve (minimum 9 stikk) for å unngå at tilfeldige utslag gir prøver som ikke er representative. I prøveserien her sees en

del «øyer» med avvikende pH. Arealet er direktesådd over flere år. Når vi ikke får regelmessig jordblanding med jordarbeiding, øker faren for at enkeltstikk til jordprøver ikke er representative.

Vi ser igjen at vi må under 5 daa per prøve, for at et systematisk uttak fremstår å være dekkende for arealet. Som en følge av at det meste av registrerte prøver er tatt i nord-syd-gående retning, tegnes beregnet pH med unormale bånd øst-vest. Trendene som tegnes øst-vest gjenspeiler også terrenget.

Den variasjonen vi ser, antas ut fra dette å kunne gjenskapes med et jordprøveuttak, hvor prøvepunktene legges ut på bakgrunn av terrengformasjonene. Da kan det se ut til at prøveantall kan redusere ytterligere, og at ned mot 1 prøve per 10 daa er tilstrekkelig (12-14 prøver på arealet).

Beregnete verdier på dette kartets nordvestre del kan ikke forventes å gjenspeile reel verdi grunnet avstand til prøvepunkter.

Areal LS

Arealet har hatt felter med vekstproblemer, hvor høy pH er mistenkt (påvist på mindre felt). Gjennomsnittsavling på arealet er likevel grei.

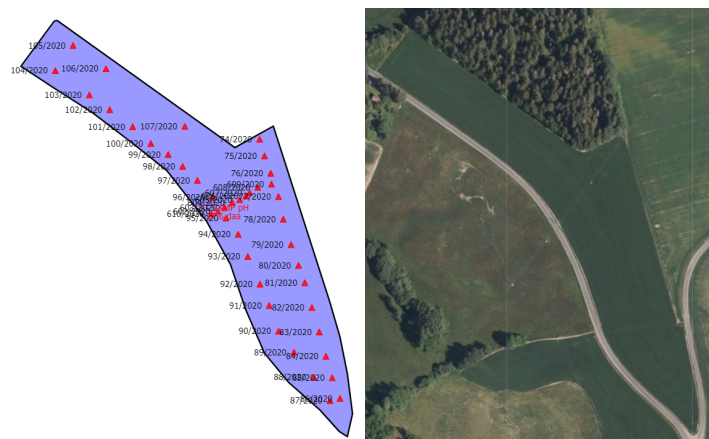
Består av prøveserien L01-09. En serie med tette prøvepunkter på linje øst-vest med 2" enkeltprøver til 40 cm dyp, inndelt i 10 cm dybdeintervall. Rundt prøvepunktet er det også tatt prøver ved ordinært uttak.

På dypet 20-40 cm er pH ca 6,3. Noe tilfeldig variasjon mellom prøvene, men ingen entydig trend. Det fremstår å være relativt godt samsvar mellom prøve tatt ut i ring (0-20 cm) rundt prøvepunkt og enkeltstikk. Der ringens verdi for de fleste prøver ligger mellom verdien av enkeltstikket for 0-10 cm og 10-20 cm, men enkelte prøver avviker litt fra dette.

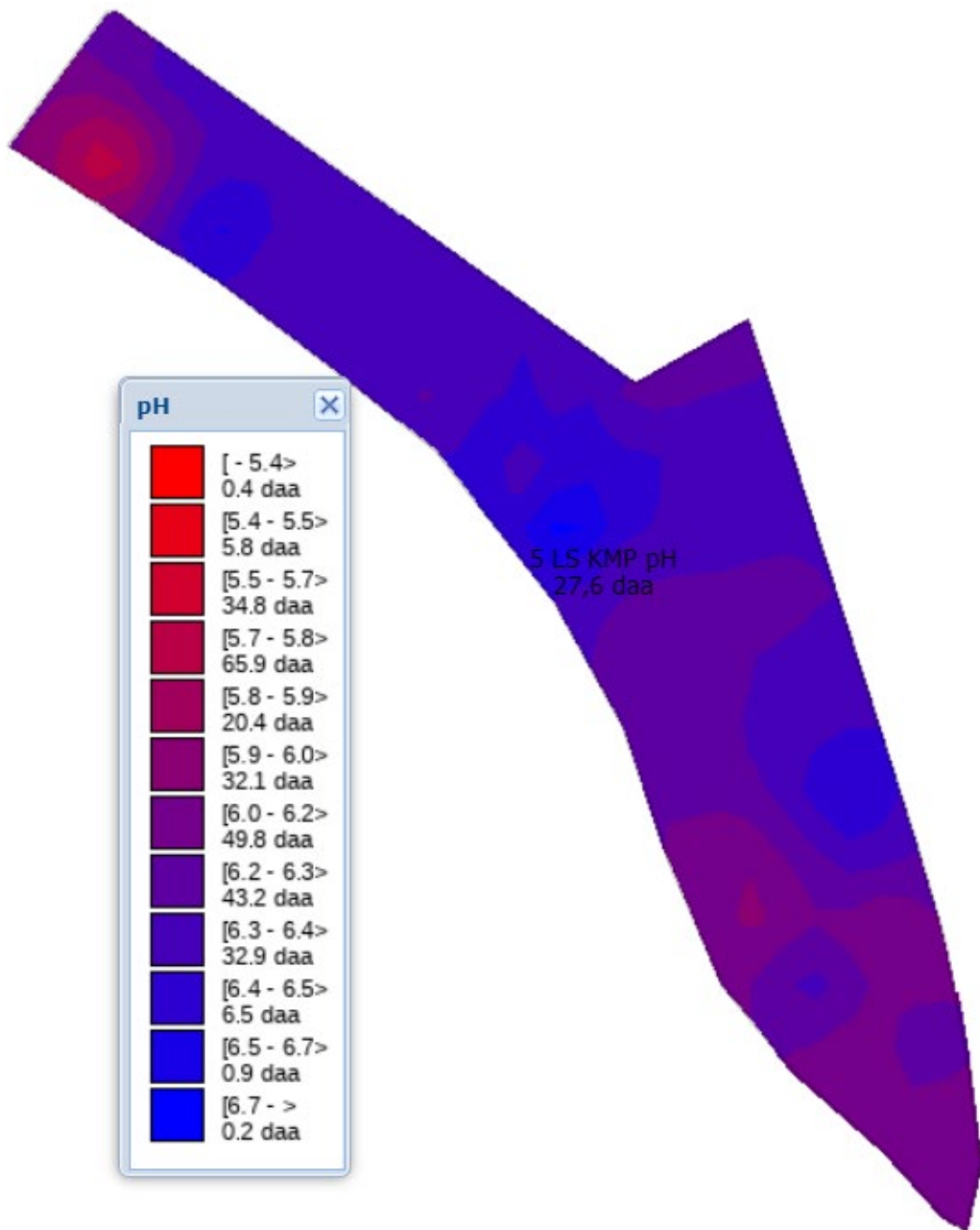
I tillegg er det tatt ut en prøveserie rundt jordet med 34 enkeltstikk, 2" på dypet 0-20 cm (Nr 74-107)

Totalt har jordet 43 prøvepunkt og 78 analyser for pH.

I kart på neste side presenteres verdier for dypet 0-20 cm. For serien L01-L09, er det nyttet gjennomsnitt av alle prøver innenfor 0-20 for hvert prøvepunkt.



Figur 15 Prøvepunkter og flyfoto av areal LS



Figur 16 pH-gradering basert på jordprøvene.

Vi ser at variasjonen på jordet er moderat, med unntak av en kraftig, rød øy i NV. Dette mistenkes å være en feil. Feilmåling, feilnotering eller ikke representativ prøve.

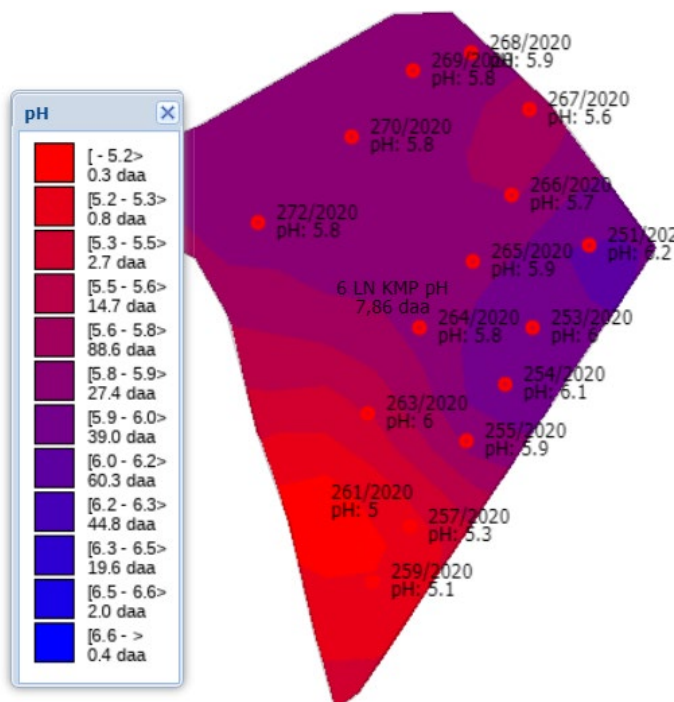
pH er litt høyere enn optimalt på deler av arealet, hvilket samsvarer med forventningene, og registreringene. Mindre felter har antakelig vesentlig høyere pH, uten å være truffet med jordprøver. Skader av for høy pH er synlige alt fra pH 6,3 på litt lett/tørr jord, så enkelte skader er naturlig her, men pH er ikke høyere enn at skader enkelt bør kunne kontrolleres ved bladgjødsling med mangan.

Arealet er flatt og jevnt, likevel forventes det behov for minst 5 prøver (5 daa/prøve) for å kunne gjenspeile reell variasjon på jordet.

Areal LN

Skiftet er 8 daa. Store vekstutfordringer i sydvest over år. Lav pH mistenkes som årsak. Relativt lett mineraljord til dels med høyt innhold av organisk materiale.

Tre prøvestikk, gjengitt i tabell til høyre ble tatt med dybdefordeling. L 201 er fra areal med kraftig misvekst. L 203 på areal med bedre vekst. L 202 har også tydelig misvekst, om enn ikke like sterk som L 201. Vi ser her pH-verdier helt nede på 4-tallet, og lav pH er opplagt årsak til lokalt, betydelig misvekst.



pH-kart for arealet er vist i figur 17. Areal med lavest pH er arealene hvor kraftigst misvekst er observert.

Dersom variasjonen, inkludert optimal pH i østre hjørne skal kunne fremkomme av jordprøver som er dekkende for arealet, trengs en betydelig prøvemengde. 4 prøver (2 daa per prøve) vil ikke være tilstrekkelig for å beskrive arealet. Vi må kanskje helt opp på en prøve per daa for å kunne gjenspeile arealets variasjon tilstrekkelig til å utarbeide

en korrekt tildelingsfil. I prosjektet er det kun analysert for pH, ikke jordart. Kalkbehovet for å endre pH er avhengig av jordart. Behovskart/tildelingsfil for kalk vil derfor kunne avvike fra pH-kart som dette. Med variasjon i pH på over en hel enhet på arealet, vil variabel kalktildeling være et viktig tiltak for å kunne optimalisere vekstforholdene på hele jordet. Kalking med fast mengde på et areal som dette forventes ikke å redusere variasjonen, kun løfte pH. I verste fall blir det ikke kalk nok til å få god vekst på arealene med lavest pH, samtidig som pH blir så høy at avlingsnivå reduseres der pH i dag er optimal.

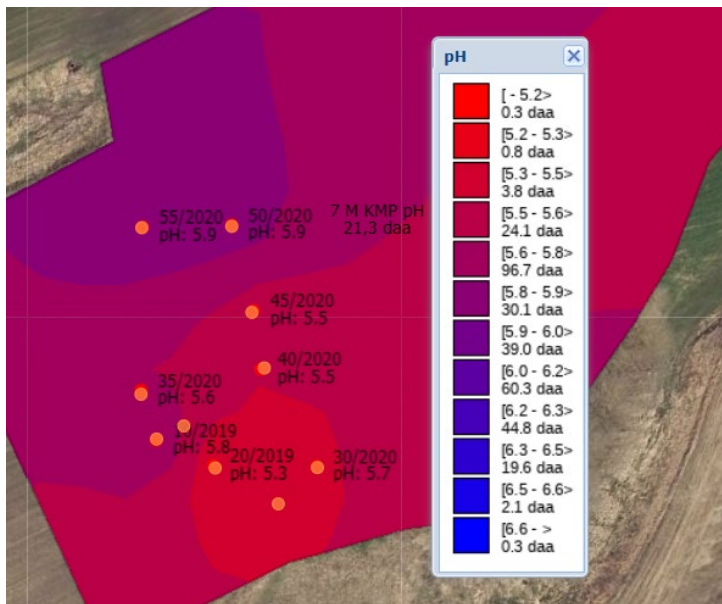
Areal M

Dette arealet er inkludert i KMP-prosjekt med jordfysiske analyser fra arealer med vekstproblemer, (Agros 100485) og vært besøkt flere ganger. Siste besøk høsten 2020, hvor vi tok ut prøveserie med pH-prøver til dette prosjektet, sammen med prøver for jordfysiske analyser. Mer omfattende beskrivelse og resultater for andre faktorer enn pH vil presenteres i sluttrapport fra jordfysikkprosjektet. Arealet har hatt områder med vekstproblemer over tid. Dreneringsutfordringer fremstår å være noe av årsak til misvekst. Arealet er drenert og kalket siste år.

Dyp (CM)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
0-10	5,94	5,86	5,13	5,89	5,75	5,59	5,68	5,84	6,10	6,02
10-20	5,42	5,62	4,81	4,87	5,01	5,05	4,91	5,02	5,82	5,66
20-30	5,73	5,62	5,13	5,22	4,96	5,47	5,39	5,26	5,90	5,73
30-40		5,62	5,56	5,54	5,36	5,70	5,76	5,54	5,75	5,81
Sirkel	5,84	5,76	5,28	5,24	5,68	5,61	5,49	5,48	5,89	5,89

Tabell som viser pH for ulike dyp på de 10 prøvestedene M1-M10 (2" enkeltstikk), samt samleprøve av mange små jordprøvestikk på 0-20 cm i sirkel rundt. Prøvested M9 og M10 har god vekst. Resterende prøvesteder varierende mellom dårlig og middelmådig.

Som det fremkommer av tabellen, er pH lav på mange av prøvepunktene. Spesielt på dypet 10-20 cm. Dette forventes å ha sammenheng med mangelfull innblanding av kalken fra siste kalking. Samtidig er fortsatt pH lavere enn optimalt, også i overflaten. Dette kan skyldes enten mangelfull oppløsning av kalken, eller for liten kalkmengde. Fra 20-30 cm stiger pH igjen. Det ble i et undergravd hull målt pH i felt ned til ca 75 cm dyp, og da nærmet pH seg 7.



Figur 17 pH-fordeling på areal M

pH-fordeling (beregnet) vist i figur 17, gjenspeiler relativt godt avlingssvikten. Avling varierer mer enn konturene som her er beregnet. Men variasjon av målt pH i ulike punkter innenfor beregnede konturer viser hvordan pH også varierer innenfor enkelte konturer her, slik også veksten varierer.

Det mistenkes at arealet har oppkomme av sigvann som kan bidra til utvasking av næring og kalk i området med størst skader.

Denne prøveserien er tatt for å vurdere pH-variasjon sin påvirkning på den variable veksten her. Prøveserien er ikke egnet for å vurdere tetthet av prøver direkte. Mer informasjon om arealet blir å finne i rapport fra jordfysiske analyser-vekstproblemer.

Konklusjon

Prøveseriene er mangelfulle som følge av redusert finansiering opp mot søknad, men foreløpige vurderinger er at vi må ned på under 5 daa/prøve dersom systematiske jordprøver skal brukes for å lage formålstjenlige tildelingskart for kalking av kornjord i sentrale deler av Telemark. Tettheten må økes ytterligere på arealer med stor variasjon, og kan reduseres på arealer med liten variasjon.

Ved å gjøre en vurdering av jordart, vekst og topografi, basert på lokalkunnskap, kartverk og bildemateriale, ser det ut til at prøvetettheten kan reduseres ytterligere. Her har ikke prosjektet kunnet gi tilstrekkelig grunnlag for å vurdere hvor mye prøvetettheten kan reduseres, som følge av prosjektets ramme.

Ved store prøveantall, ser det ut til at det treffer godt å bruke enkeltstikk på 2", fremfor mange mindre prøvestikk. Men prøvetetthet må da være så stor at vi kan tillate oss å kassere/se bort fra enkeltprøver som avviker. Metode med enkeltstikk kan ikke anbefales til ordinært jordprøveuttak, da analysekostnadene ved et overskudd av prøver blir høy. Metoden med bruk av store enkeltstikk fremstår å være særlig godt egnet på arealer som har full, årlig jordarbeiding.

Prosjektet ansees vellykket i forhold til å øke vår kompetanse om variasjon i pH på jorder i området. Denne kunnskapen vil vi bruke både i rådgiving overfor egne medlemmer, og i informasjonsmateriell som blir åpent tilgjengelig. Samtidig har avkortning ikke muliggjort et så systematisk prøveuttak som forespeilet i søknad. Konklusjoner er følgelig basert på mye subjektive tolkninger og vurderinger. Vi skulle gjerne hatt tilgang til mer systematiske prøveserier for å øke kunnskap ytterligere, og full uttelling av det arbeidet som er utført. Vi ser at mye av de analyserte arealer har en større variasjon enn enkelte andre områder som brukes som referanse når det tas ut jordprøver til presisjonsbruk. Den foreløpige konklusjonen er derfor at det på kornjord i Telemark er behov for en større tetthet av jordprøver til dette bruket, enn hva som ofte blir anbefalt i Norge.

Det kan brukes ulike beregningsmodeller for å lage pH-kart/tildelingsfiler. Metodevalg som her er nyttet, kan diskuteres, men vi anser metoden å gi et tilstrekkelig bilde av hvilken variasjon arealene har.

Vi ser et klart behov for videre styrking av kompetansen rundt pH, og kalking på kornjord i Telemark. – dette for å optimalisere avlingspotensialet, og begrense klimagassutslipp fra kalking. Grovfôrarealer i Telemark har gjennomgående større kalkbehov, og jordvariasjon enn kornjord. Vi ser derfor et betydelig behov for å gjøre tilsvarende undersøkelser på grovfôrarealer i Telemark.

Kilder.

- Fotografier av Per-I. Hanedalen, NLR-Østafjells.
- Utsnitt av skiftekart er hentet fra programvaren Skifteplan.
- Flyfoto, figur 15 er hentet fra Gårdskart, Nibio.

Vedlegg

- Laboratoriejournal fra pH-måling.
- Regnskapssammendrag og utbetalingsanmodning.