

Jord, avling og næringsbalanse gjennom 30 år med økologisk drift

Langtidsstudier på Tingvoll gard 1991-2021

NORSØK RAPPORT | VOL. 7 | NR. 12 | 2022



TITTEL

Jord, avling og næringsbalanse gjennom 30 år med økologisk drift

FORFATTERE(E)

Maria Båtnes, Martha Ebbesvik og Tatiana Rittl

DATO:	RAPPORT NR.		PROSJEKT NR.:	
31.12.2022	7/12/2022	Åpen	6130	
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER:	ANTALL VEDLEGG:
978-82-8202-153-1			46	1

OPPDRA GSGIVER:

Landbruks- og matdepartementet

KONTAKTPERSON NORSØK:

Martha Ebbesvik

STIKKORD:

Økologisk drift, jordanalyser, engavling, belgvekstandel, næringsbalanser

Organic farming, soil analyses, grass-clover ley yield, clover proportion, nutrient balances

FAGOMRÅDE:

Landbruk

Agriculture

SAMMENDRAG:

Omlegging til økologisk drift på Tingvoll gard startet i 1987. Arealene var ferdig omlagt i 1992, husdyrholdet i 1994. Rapporten belyser de langsiktige effektene økologisk drift har hatt på jordegenskaper, engavlinger og næringsbalanser fra 1991 til 2021.

Det har blitt tatt ut jordprøver for analyse seks ganger med fem til syv års mellomrom i løpet av 30-årsperioden. Engavlinger har blitt registrert på en del av de fulldyrka økologiske skiftene siden 1991. Samtidig med avlingsregistreringene har prøver blitt tatt og analysert for næringsinnhold. Fra 2008 ble det også tatt ut prøver for å bestemme andelen gras, belgvekster og ugras i forbindelse med avlingsregistreringene. Før Tingvoll gard fikk klimastasjon i 1995, ble nedbør og temperatur hentet fra en klimastasjon som lå 15 km lenger inn i landet. Årlige næringsbalanser for nitrogen, fosfor og kalium har blitt beregnet på bakgrunn av mengder innkjøpte og solgte produkter i gardsregnskapene.

Innholdet av mold og plantetilgjengelig fosfor (P-AL), kalsium og magnesium i matjordlaget for garden sett under ett er redusert i løpet av perioden 1991-2021. Innholdet av fosfor (P-AL) kategoriseres likevel som «godt» i fulldyrka jord i 2021. På de permanente beitene var P-AL-innholdet karakterisert som «middels/optimalt», som er ønskelig nivå. Plantetilgjengelig kalium har

økt litt i perioden. Kaliumreservene har vist en nedgang, men er likevel store. Nærings- og moldinnholdet i undergrunnjorda, 20-40 cm dybde, på fulldyrka arealer har vært stabilt over tid.

Gjennomsnittstemperaturen i vekstsesongen har økt med ca. 0,05 °C årlig i løpet av 30-års perioden. Dette har ført til tidligere høsting av enga og ofte tre slåtter istedenfor to. Engavlingene fra første slått har blitt litt redusert fra 1991 til 2021, men innholdet av råprotein, PBV og AAT har hatt en svak økning som tyder på tidligere høsting. Andelen belgvekster har variert fra 15 til 50 % i årene fra 2008 til 2021, og har vært høyere i andreslått enn i førsteslått. Denne andelen har holdt seg bra helt til femte engår.

Næringsbalansen viser at det har vært litt høyere overskudd av nitrogen, fosfor og kalium de siste årene. Årsaken er større mengde innkjøpt kraftfôr og noe grovfôr etter 2010 enn før. Dette kan føre til høyere nivå av disse næringsstoffene i jorda i årene som kommer.

SUMMARY:

The management change of Tingvoll farm to organic farming started in 1987, and by 1992 the entire land of the farm was organically managed, and by 1994 the livestock as well. This report highlights the long-term effects of organic farming (1991-2021) on soil properties, grass-clover ley yields and nutrient balances.

Soil samples for analysis of ammonium acetate-lactate (AL) extractable nutrients, soil organic matter and pH were taken every 5–7-year intervals during the 30-year period. Since 1991, grass-clover ley yields have been registered, and the grass-clover above ground biomass analyzed for nutrient contents. From 2008, biomass samples were also used to determine the proportion of grass, clover and weeds in the ley. Before Tingvoll farm got a climate station in 1995, rainfall and air temperature during the growing season were obtained from a climate station located 15 km further inland. Annual nutrient balances for nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) were calculated based on quantities of purchased and sold products in the farm accounts.

The content of soil organic matter and plant-available phosphorus (P-AL), calcium (CA-AL) and magnesium (Mg-AL) in the topsoil layer (0-20 cm) was lower in 2021 than in 1991 for the entire farm. Yet, in the fully cultivated areas, the content of P-AL in the soil was within the limits of what is considered as a "good" level. On the permanent pastures, the P-AL content was within the limits of "medium/optimal", which is a desirable level. Plant-available potassium (K-AL) has increased slightly during the period. Although the reserves of potassium (K-NH₄) slightly declined over time, they still showed "good" level in 2021. In the fully cultivated areas, the content of extractable nutrients and organic matter in the subsoil, 20-40 cm soil depth, was stable over time.

The average temperature in the growing season has annually increased by approx. 0.05° C during the 30-year period. This led to an earlier harvesting of the grass-clover ley, and more often three cuts instead of two cuts per year. The yield of the first cut of the ley has slightly been reduced since 1991, but the content of crude protein, PBV (protein balance in the rumen) and AAT (amino acids absorbed in the small intestine) has had a slight increase suggesting earlier harvesting. The

proportion of clover in the ley has varied from 15 to 50 % in the years from 2008 to 2021, and it has been higher in the second cut than in the first cut of the ley. The proportion between grass-clover has remained stable until the fifth productive year of ley.

The nutrients balance shows a slightly higher excess of nitrogen, phosphorus and potassium in recent years. The reason is a larger quantity of purchased concentrate and some roughage after 2010 than before. This may lead to higher levels of these nutrients in the soil in the next years.

LAND: Norge
FYLKE: Møre og Romsdal
KOMMUNE: Tingvoll

GODKJENT

Turid Strøm

PROSEKTLÉDER

Martha Ebbesvik

Forord

Denne rapporten beskriver utviklingen i kjemiske jordegenskaper, avlinger og næringsbalanse på Tingvoll gard fra 1991-2021. Mye av historikken og informasjonen om garden er hentet fra rapporten «Jord, avlinger og næringsbalanser ved økologisk drift. Langtidsstudier på Tingvoll gard 1991-2013», utgitt av Bioforsk (Ebbesvik m.fl. 2014).

Arbeidet med rapporten har vært et samarbeid mellom Martha Ebbesvik, Tatiana Rittl og Maria Båtnes. I løpet av 30-års perioden har det vært mange teknikere og andre som har deltatt i registreringsarbeidet og datainnhenting som danner grunnlag for rapporten, vi takker alle! Takk til gardbrukerne også for tålmodighet med avlingsregistreringene.

Tingvoll, 31.12.2022

Martha Ebbesvik

Prosjektleder

Innhold

1	Gardsdrifta gjennom tre tiår	4
1.1	Organisering	4
1.2	Mål	5
1.3	Arealer	6
1.3.1	Jord	7
1.3.2	Grøfting	7
1.4	Driftsopplegg	8
1.4.1	Husdyr	8
1.4.2	Plantedyrking og vekstskifte	9
1.4.3	Gjødsling og kalking	9
1.4.4	Mekanisering	10
2	Materialer og metoder	12
2.1	Vær	12
2.2	Jordprøver og analyser	13
2.2.1	Jordprøvetaking	13
2.2.2	Jordanalyser	14
2.3	Beregning av storfeenheter	15
2.4	Avlingsregistreringer og analyser	15
2.4.1	Registrering av avling	15
2.4.2	Analyser av avling	16
2.4.3	Nitrogenfiksering	17
2.5	Næringsbalanse	17
2.6	Databehandling	17
3	Resultater og diskusjon	19
3.1	Vær	19
3.2	Jord	19
3.2.1	pH	19
3.2.2	Moldinnhold	20
3.3	Plantenæringsstoffer	22
3.3.1	Fosfor	22
3.3.2	Kalium	23
3.3.3	Kalsium og magnesium	25
3.4	Jorda på Tingvoll gard	27
3.4.1	Fulldyrka jord 0-20 cm	27
3.4.2	Fulldyrka jord 20-40 cm	27
3.4.3	Beite	28
3.4.4	Oppfølging av skifter og utvikling etter 2009	28
3.5	Avling	30
3.5.1	Avling og vær	31
3.5.2	Avling, kvalitet og nitrogenfiksering	33
3.5.3	Avlingsnivå og engalder	35

3.5.4 Kløverandel	36
3.6 Næringsbalanse.....	37
4 Konklusjon.....	39
Referanser	40
5 Vedlegg 1. Regresjoner	41

1 Gardsdrifta gjennom tre tiår

1.1 Organisering

Tingvoll gard ligger i Tingvoll kommune på Nordmøre, med gards- og bruksnummer 51/189. Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) har eid garden siden 2007, før det leide NORSØK garden. Omlegging til økologisk drift startet etter at NORSØK i desember 1986 inngikk kontrakt med Møre og Romsdal fylkeskommune om leie av innmark og bygninger på Tingvoll gard. I 1994 ble forhandlingene med Møre og Romsdal fylkeskommune om overføring av bygningene på Tingvoll gard sluttført. Arealene som var en del av prestegarden skulle nå leis av Staten ved Opplysningsvesenets fond som var organisert under Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet. Den 1. januar 1996 ble det inngått avtale med Opplysningsvesenets fond om leie av arealene. Leieavtalen gjaldt i 25 år regnet fra 01.01.1994.

NORSØK inngikk avtale med fire forpaktere, og gardsdriften var vurdert som ett av NORSØK sine store og viktige prosjekter. I tillegg til gardsdrift med allsidig husdyrhold og planteproduksjon, var gardbrukerne tillagt arbeid med omvisninger for besøkende, og de samarbeidet med NORSØK om forsøk, utprøvinger og registreringer. Fra 1989 og ut 1995 mottok gardbrukerne en lønnskompensasjon for arbeidet med å være forsøks- og demonstrasjonsgard. Kompensasjonen ble justert ut fra inntektene fra gardsdriften slik at gardbrukerne fikk en forutsigbar årsinntekt. Fra 1987 til og med 1995 var mellom to og tre stillinger knyttet til demonstrasjonsgarden, i tillegg til at det ble leid inn sesonghjelp etter behov.



Bilde 1. Tingvoll gard tidlig på 1990 tallet. Foto: NORSØK.

Fra 1996 ble driften av Tingvoll gard skilt fra resten av NORSØK ved at gardbrukerne ble reelle forpaktere og dermed mer avhengig av inntektene fra gardsdriften. En og samme familie - forpakterparet Erik Lindhardt og Anne de Boer, har drevet Tingvoll gard siden da og til og med 2022.

Erik Lindhardt har hatt hovedansvaret for gardsdriften. Gjennom forpaktningkontrakten er de forpliktet til å drive økologisk, i tråd med reglene for økologisk produksjon. I 2006 inngikk gardbrukerne samdrift med en nabogard og etablerte Kløverenga samdrift DA.

1.2 Mål

Styret i NORSØK gjorde tidlig et vedtak om å drive garden som forsøks- og demonstrasjonsgard i økologisk landbruk. Styret la dette innholdet i begrepet demonstrasjonsgard:

«Det skal til enhver tid være mulig å vise fram garden eller deler av drifta til interesserte. Dette blir sett på som en viktig del av virksomheten ved garden. Gardsdrifta legges opp slik at den viser driftsmåter som har praktisk aktualitet for det økologiske jordbruket i Norge. Likeens bør forsknings- og utviklingsarbeidet ha samme orientering. En bør være i forkant av utviklinga når det gjelder tekniske og biologiske nyvinninger vedrørende stell av jord, gjødsel, planter og dyr, innafor rammen av økologisk landbruk».



Bilde 2. Demonstrasjonshagen på Tingvoll gard er hyppig besøkt og nyttes til undervisning. Foto: Susanne Friis Pedersen

I en rapport til daværende Statens forskningsstasjoner i landbruk, datert 12.12.1990, skriver NORSØK dette om gardsdriften:

«Gardsdrifta står sentralt i virksomheten. Den muliggjør forsøk i storskala, og sørger for kort vei mellom teori og praksis. Gardsdrifta ses på som en helhet, og forsøk som legges til garden er tilpasset driftsopplegget. Gardsdrifta skal synliggjøre idégrunnlaget i økologisk landbruk, og på den måten være en ideell plass for forsøk i denne driftsformen.»

Gjeldene vedtekter for NORSØK, sist revidert 11.06.20, sier følgende om drifta på Tingvollgard:

«Stiftinga skal drive Tingvoll gard som eit økologisk gardsbruk og forvalte garden som ein arena for forskning, utvikling og formidling. Dette for å synleggjere økologisk landbruk og for å bidra til eit stadig meir berekraftig landbruk, matvaresystem og samfunn».

I løpet av et år er det mange besøkende på Tingvoll gard, og det har jevnlig vært forsøksfelt på garden. I perioden fram til 1996 var allsidighet i gardsdriften et prioritert mål. Av økonomiske og arbeidsmessige årsaker har forpakterne gradvis nedprioritert dette målet og konsentrert seg om melkeproduksjon. Den økonomiske situasjonen på norske gardsbruk har endret seg mye i årene etter

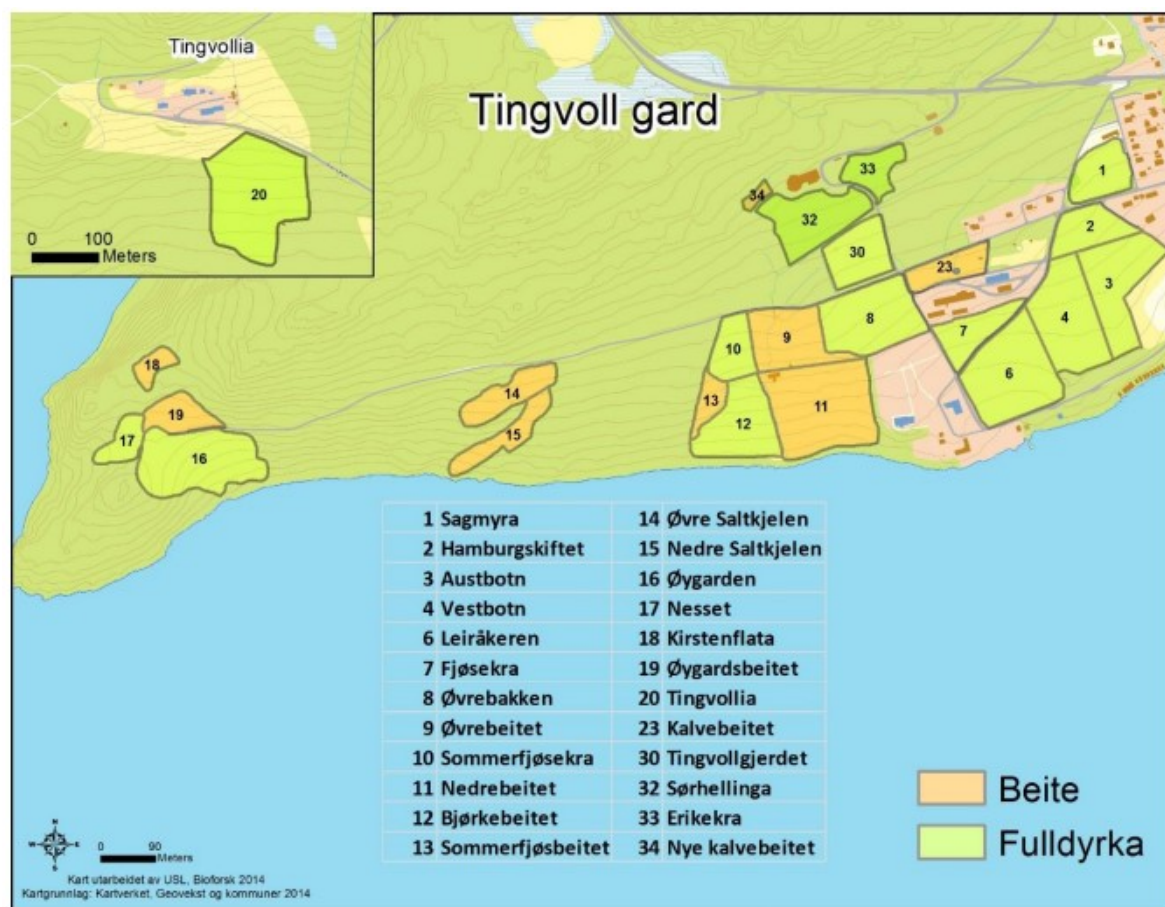
1996, og forpakterne på Tingvoll gard har tilpasset drifta til endrede økonomiske rammebetingelser. De har utvidet grovfôrgrunnlaget, endret fôringsopplegget og økt dyretallet.

Forpakterne vil drive økologisk, og prøver å oppnå et driftsopplegg som strekker seg utover minstekravene som regelverket for økologisk produksjon setter. God dyrevelferd og dyrehelse er viktig, og det blir lagt vekt på at dyrene skal ut på beite. Økningen i kvote har vært større enn økningen i areal, og for å produsere mest mulig av kvoten har en gått ned på andelen egenprodusert fôr. Det er likevel et viktig mål å øke grovfôrandelen, og få ned kraftfôrandelen. Det er også et mål å oppnå best mulig økonomi uten å gi slipp på de økologiske prinsippene.

1.3 Arealer

I 1986 tok NORSØK over drifta av 133 daa fulldyrka jord og 68 daa beite på Tingvoll gard. I tillegg ble det inngått avtale med Møre og Romsdal fylkeskommune om leie av 24 daa dyrka jord og 10 daa beite i Tingvollia. Ved overtakelsen var en del av beitene i dårlig hevd; delvis fuktige og gjengrodd med sølvbunke, tistel og høymole. På tross av at det har vært lagt ned mye arbeid i å forbedre beitene er det fortsatt i 2021 en del som kan gjøres for å forbedre beitene ytterligere. I 1987 startet en gradvis omlegging av planteproduksjonen og husdyrholdet til økologisk drift, der jorda ble lagt om skifte for skifte etter hvert som enga ble pløyd. Jorda på Tingvoll gard var ferdig omlagt i 1992. Det tok fem år å legge om all jorda. I 1994 var også leiejorda i Tingvollia økologisk. Etter syv år var husdyrholdet omlagt, og i 1994 ble hele garden godkjent økologisk. I 1992 ble det ryddet og fulldyrket 10 daa på skiftet Tingvollgjerdet. I forbindelse med bygging av nytt fjøs ble det i 2010-11 dyrket opp arealer i tilknytning til fjøset; Sørhellinga, Eriekra og Nye kalvebeitet (se figur1), som til sammen utgjør 21 daa. Leie av beitet i Tingvollia opphørte når antallet sauer var redusert til 10 vinterfôra i 1995.

Arealet som forpakterne ved Tingvoll gard dreiv i 2021 var 281 daa fulldyrket areal, 25 daa overflatedyrket og 70 daa innmarksbeite, til sammen 376 daa. Dette inkluderer 140 daa leide arealer; 22 daa i Tingvollia, 36 daa ved Stølsvatnet, 5 daa ved Tingvoll vidaregåande skole (vgs) og 77 daa på garden som er med i Kløverenga DA; Bråttvika. Jorda her ble økologisk godkjent i 2007. Fra fjøset er det omtrent 1 km til arealet ved Tingvoll vgs, 3 km til Bråttvika og Tingvollia og 6,5 km til Stølsvatnet.



Figur 1. Kart over fulldyrka skifter og permanente beiter ved Tingvoll gard og Tingvollia som drives av Kløverenga samdrift DA.

1.3.1 Jord

Jordressursene på Tingvoll gard er av varierende kvalitet. Dels er det gammel kulturjord som det har vært drevet jordbruk på i mange århundrer. De beste jordene ligger sørvendt, med passende helling. Andre arealer er dyrket opp i løpet av de siste 30 årene. De sist oppdyrkede arealene ligger rundt det nye fjøset på Tingvoll gard. På mange av skiftene, spesielt de som er dyrket sist, er det grunn jord med fjell i dagen flere steder. Det meste av arealene, bortsett fra i Tingvollia, ligger under marin grense. Det er for det meste utvaskede strandavsetninger, til dels med mye stein, spesielt der det er kort tid siden arealene ble fulldyrka. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging klassifiserte jorda på Tingvoll gard i 1990. De fleste skiftene rundt gardstunet består av siltig mellomssand, Leiråkeren inneholder riktignok noe mer leire. Alle skiftene på Saltkjelen og på Øygarden består også av siltig mellomssand.

1.3.2 Grøfting

I årene 1990-92 ble 68 daa av dyrkajorda systematisk grøfta med en avstand på 6,5 m mellom grøftene. I 1994 ble ytterligere 20 daa grøfta. Som et ledd i arbeidet med å unngå unødige jordpakking, ble det samtidig opparbeidet flere driftsveier og avkjørsler, slik at kjøring med traktor og tung last i størst mulig grad kan skje på faste kjøreveier. Siden den gang har det ikke vært systematisk grøftet, men det har blitt grøftet punktvis etter behov, der det har vært bløtt. I Tingvollia var det behov for å reparere noen grøfter i 1995, 2009 og i 2013. I 2010 ble det punktgrøftet ved et vått

område ovenfor forsøksfeltet på Sagmyra. I 2011 ble grøfter på Øvrebakken og Tingvollgjerdet reparert. Det har også blitt punktgrøftet på Leiråkeren, siste gang i 2018. I 2018 ble grøfter og åpne kanaler på Bjørkebeitet reparert og renset. Ved nydyrking har grøftene blitt lagt med ulik avstand ut fra behovet på det enkelte skifte.

1.4 Driftsopplegg

1.4.1 Husdyr

Siden 1988 har hovedproduksjonen på Tingvoll gard vært melkeproduksjon. Fra NORSØK overtok ansvaret for garden i 1986 og fram til 2006 var også sauehold en del av gardsdrifta. Antall sau ble trappet ned etter hvert som melkeproduksjonen ble bygd opp. Fra 125 vinterfôra sauer vinteren 1986-87 ble tallet redusert til 50 i 1987-88. Fram til 1993 var sauene på sommerbeite i Trollheimen, men arbeidet med å flytte sauene ble etter hvert for stort i forhold til størrelsen på besetninga. Samtidig var rovdyrta et økende problem. Fra 1994 ble utmarka ved Tingvoll gard brukt som sommerbeite til sauene. I 1994-95 var det bare 12 vinterfôra sauer igjen. Antallet økte til 19 i 2005. Saueholdet ble avviklet i 2007. Andre dyreslag, som høner og griser, har vært en del av mangfoldet på Tingvoll gard, men i et så lite omfang at det ikke omtales videre i denne rapporten.

Melkekubesetningen består av rasen Norsk rødt fe (NRF). NRF-kyr ble valgt fordi en ønsket å se hvordan rasen greide seg i et økologisk driftsopplegg med høy grovfôrandel i den totale fôrrasjonen og fordi NRF dominerer i norsk melkeproduksjon. I tillegg ønsket man som demonstrasjonsgard å arbeide med spørsmål som andre bønder kunne identifisere seg med. Et sentralt spørsmål var hvordan NRF-kua ville respondere på lav andel kraftfôr i fôrrasjonen. Høyt grovfôropptak og flat laktasjonskurve var viktige egenskaper hos melkekyrne for å passe inn i dette opplegget. Det ble lagt opp til vårkalving for å produsere mest mulig melk i beiteperioden. I 1991 var det 12 årskyr og mjølkekvote var 75 746 liter. De første årene var det et viktig mål å produsere stadig mer av fôrbehovet på egen gard, noe som medførte langt lavere kraftfôrandel enn det som var vanlig i konvensjonelt landbruk. I 1996 var kraftfôrandelen til mjølkekyrne på Tingvoll gard 15,5 %. Gjennomsnittet i Kukontrollen var 37 % dette året (TINE 2003).

En annen stor forandring i driftsopplegg skjedde i 2006 da gardbrukerne inngikk samdrift med nabogarden Bråttvika og etablerte Kløverenga samdrift DA. Etter at gardbrukerne gikk inn i samdrift økte den disponible melkekvote kraftig, fra 77 500 liter i 2005 til 145 100 liter i 2006. Muligheten til å leie jord og økt melkekvote ga grunnlag for økt grovfôrproduksjon, og besetninga økte fra 13 til 21 årskyr i løpet av fire år. Det ble da nødvendig å bruke alle de tilgjengelige jordressursene til å dyrke grovfôr. Derfor ble det slutt på korndyrking til krossing, og innkjøpt kraftfôrandel økte betraktelig. Disse faktorene har gjort at kraftfôrandelen av total fôrrasjon (på energibasis) har økt fra under 25 % før 2006 til 35 % i 2013 og deretter redusert til omtrent 31 % i 2021. I tillegg kjøpes det inn litt økologisk grovfôr. I 2021 var det 21,4 årskyr, og totalt antall dyr var 45-50. I tillegg til kyrne inkluderer det hovedsakelig kviger og kvigekalver, oksekalkene selges når de er 3-4 måneder gamle. I 2021 ble det produsert 7 930 liter melk per årsku, målt som energikorrigert melk (EKM) var det 8 375 kg EKM per årsku. Det ble brukt 22 kg kraftfôr per 100 kg EKM i 2021. Gjennomsnitt i Kukontrollen var 8 675 kg EKM per årsku og 30 kg kraftfôr per 100 kg EKM. Litt kvote ble kjøpt i 2022, og

grunnkvoten økte til 84 033 liter på Tingvoll gard. Inkludert innleid kvote, blir da total grunnkvote 153 688 liter i 2023.

For forpakterne har de store driftsendringene vært økonomisk motivert. Endringene er til dels i strid med forpakternes egne langsiktige ønsker for gardsdriften. Driften har blitt mer ensidig, med lavere andel egenprodusert fôr. Melkeproduksjonen på garden er nærmere omtalt i rapporten «Økologisk mjølkeproduksjon – langtidsstudier på Tingvoll gard 1991-2013» (Strøm & Ebbesvik 2014).

1.4.2 Plantedyrking og vekstskifte

Planteproduksjonen på Tingvoll gard har i hele perioden med økologisk drift først og fremst bestått av grovfôr dyrking. Fram til 1995 ble det dyrket grønnfôr av bygg eller havre, raps, vikke og raigras på de skiftene hvor enga ble pløyd om våren. Grønnfôret ble høstet og ensilert og gjenveksten brukt til høstbeite. Året etter ble skiftet lagt igjen med gras og kløver. Bygg ble sådd i som dekkvekst og brukt som grønnfôr. I årene 2002 til 2008 ble bygg krossensilert til dyrefôr. Året med åkervekster før gjenlegg til ny eng ble det slutt på da garden fikk større melkekvote og grovfôrbehovet økte. På de beste skiftene på garden inngikk i flere år poteter og grønnsaker i vekstskiftet. Det var om lag fem daa poteter og to - tre daa gulrøtter og andre grønnsaker hvert år. Etter 1995 ble det slutt på grønnsakdyrking som del av gardsdrifta, mens potetedyrking for salg på om lag 4 – 5 daa fortsatte fram til år 2000.

Engfrøblandinga som hovedsakelig har blitt brukt de siste åra har bestått av timotei (55 %), engsvingel (20 %), engrapp (10 %), rødkløver (10 %) og hvitkløver (5 %). I gjenleggsåret blir det sådd havre eller bygg som dekkvekst. Kornet høstes grønt og ensileres i rundballer. Frem til 2001 ble mye av førsteslått konserverert som høy. I forbindelse med bygging av nytt fjøs, ble både siloene og høytørka i gamlelåven revet. Fra 2010 har hele engavlinga blitt konserverert som surfôr i rundballer uten tilsatt ensileringsmiddel.

1.4.3 Gjødsling og kalking

I det gamle fjøset, som ble brukt fram til 2011, var det lagt opp til skilt gjødselhandtering med fast gjødsel og landkum. Etter hvert som det ble mer intensiv føring og mindre bruk av høy, fungerte skillingen av gjødsla dårlig, og konsistensen på gjødsla i fastgjødselkjelleren ble som blautgjødsel. I det nye fjøset lagres all gjødsla fra melkekyrne i en utendørs kum. Ungdyrene går på spaltegolv inn mot fôrbrettet. Gjødsel som faller i dette arealet går til gjødselkummen. På liggearealet til ungdyra er det fast dekke med halm. Halm og gjødsel fra ungdyra fjernes annenhver måned og legges opp i ranke for videre kompostering.

Jorda gjødsles om våren og etter første slått. I 2013 ble det kjørt ut omtrent 1 000 m³ gjødsel totalt, noe som tilsvarer om lag 3,6 tonn per dekar fulldyrka jord (inkludert vanntilsetning). Mengden som kjøres ut dobles på grunn av vanntilsetning fra fjøset og nedbør i gjødselkummen. Den komposterte tallen fra ungdyra brukes på skiftene som pløyes. I august 2019 kom det tak på gjødselkummen, noe som har ført til færre lass og ca. 30 % redusert vanninnhold i gjødsla. Gjødselkummen rommer ca. 620 m³. Om vinteren leis det transport for å fylle gjødselkjelleren i Bråttvika med gjødsel. De fulldyrka skiftene gjødsles om våren i andre halvdel av april. I tillegg gjødsles det etter førsteslått, i andre halvdel av juni, og det hender det gjødsles etter andreslått dersom man regner med en tredjeslått.

Noen år har det vært nødvendig å gjødsle i september for å tømme kummen, men det har ikke vært aktuelt etter at kummen fikk tak. Biogassanlegg som produserer biogass fra blautgjødsla på garden sto ferdig i 2011 og siden da har husdyrgjødsla fra fjøset i perioder gått via biogassanlegget. Bioresten/råtneresten har blitt pumpet uti gjødselkummen. Derfor har gjødsla vært en blanding av vanlig blautgjødsla og biorest etter at biogassanlegget ble bygget. De permanente beitenes gjødsles ikke utover det dyra legger igjen.



Bilde 3. Nyfjøset fra 2011 og gjødselkummen før den fikk tak. Biogassanlegget til høyre. Foto: Anita Land

Både fulldyrka jord og beiter kalkes etter behov. Mange av skiftene ble kalket med skjellsand i 1991-93. Etter dette var det få skifter som hadde behov for å bli kalka på nytt på mange år ut fra jordanalysene. Et skifte som ble nydyrket, Tingvollgjerdet, i 1992 fikk tilført mye kalk i 1992 og -93. Neste kalking ble gjort etter 13 år, i 2006. I Tingvollia gikk det 17 år fra forrige kalking til det ble kalka igjen i 2013. I 2014 ble Leiråkeren og Øvrebakken kalka med 500 kg/daa, og i 2015 ble Sommerfjosekra kalka med tilsvarende mengde kalk. Leiråkeren og Øvrebakken ble på ny kalka i 2019 med 250 kg/daa. Sommerfjosekra og Tingvollia ble kalka med 300 kg/daa i 2020. Dolomittmel ble nyttet som kalkingsmiddel.

1.4.4 Mekanisering

Skånsom jordarbeiding er et viktig element i økologisk landbruk; spesielt er det viktig å unngå jordpakking. I årsmeldinga for 1992 fra gardsdrifta er det oppgitt at den tyngste av de fem traktorene som var i bruk på garden veide 2 600 kg. Det ble i tillegg brukt tvillinghjul og twindekk med lavt lufttrykk for å begrense jordpakking. På grunn av økt melkekvote, større arealer og færre personer i gardsdrifta har mekaniseringa gått i retning av tyngre materiell, men tyngden er likevel mindre enn på mange gardar av samme størrelse i distriktet. Traktoren som har blitt brukt mest til jordarbeiding og grashøsting har veid 3 700 kg. Gardbrukerne valgte å kjøpe ei gjødselvogn med kun 3 m³ volum i 2011 for å redusere jordpakkinga ved gjødselspredning. Gjødselvogna ble byttet til en som tar 4 m³ i 2020.

Rundballepressing er satt bort til et lokalt firma. Traktoren som benyttes til dette veier 6 000 kg. Kjøring på jordene med rundballeutstyret begrenses mest mulig ved at gardbrukeren først raker sammen det fortørka graset i strenger. Fram til 2001 ble mest mulig av førsteslåttens konserverte som høy. Graset ble slått med skiveslåmaskin, snudd flere ganger med høyvender og kjørt inn på høytørke

med lessevogn. I perioden med korndyrking til krossing, 2002 – 2008, ble en tredjedel av høytørka brukt til tørking av halm til strø. Det ble derfor tørka tilsvarende mindre høy i den perioden.

Til surfôrhøsting ble det prøvd ut forskjellig mekanisering, i form av ett-trinns og to-trinns høsting. Fram til 2011 ble graset lagt i tårnsiloer. Etter at nyfjøset sto ferdig og den gamle låven ble tatt ut av jordbruksdrifta konserveres alt graset i rundballer. For å få optimal kvalitet på grovfôret har graset blitt slått tidlig de siste årene. Førsteslått blir tatt ved begynnende skyting av timotei, noe som gjør at førsteslått i form av kg tørrstoff blir mindre enn om en slår senere. På enkelte skifter i enkelte år blir det slått tre ganger i sesongen. Etter at stadig mer av slått ble lagt i rundballer, ble arbeidet sterkt effektivisert. Dette innebærer at graset blir slått i løpet av noen få dager. Siden den nye driftsbygningen ikke har høytørke er det nå uaktuelt å tørke gras til høy.

Av hensyn til avrennings- og erosjonsfaren foregår pløying om våren. Enga blir i utgangspunktet pløyd hvert femte år. Avhengig av avlingsmengde og ugrasmengde vil det noen ganger pløyes oftere, eller sjeldnere enn som så. Det er for eksempel en del problem med høymole. Videre harves det etter gjødsling og tromles etter såing. Steinplukking foregår manuelt.

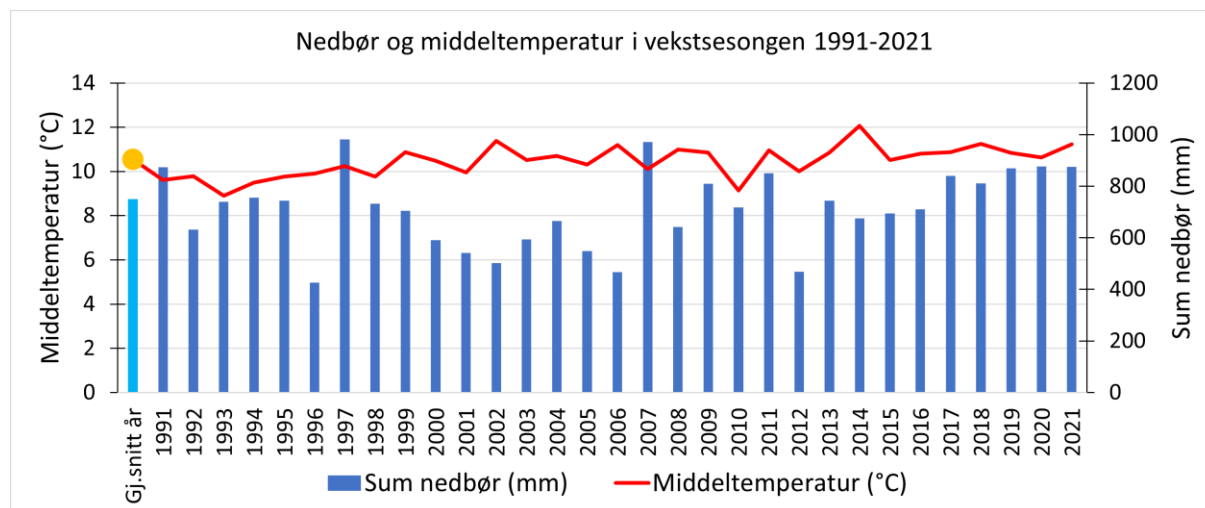
2 Materialer og metoder

I denne delen av rapporten beskrives materialer og metoder knyttet til registreringene og analysene som er utført på Tingvoll gard gjennom 30 år. Det er lagt vekt på avlingsnivå, næringsinnhold i eng, kjemiske jordegenskaper og næringsbalanse for ulike år og utviklingen av disse over tid. Nedbørmengder og middeltemperaturer i vekstsesongen de siste 30 årene er også med.

2.1 Vær

Tingvoll gard (breddegrad: 62.91341N, lengdegrad: 8.18623Ø) har temperert klima. For årene før Tingvoll gard fikk sin egen værstasjon i 1995 er værdata fra klimastasjonen Hanem på Meisingset i Tingvoll brukt. Tingvoll gard ligger nær fjorden, 23 meter over havet (moh.), mens Hanem ligger 69 moh. og ligger 15 km lenger inn i landet.

Figur 2 viser summen av nedbør (i mm) og middeltemperaturer (°C) i vekstsesongen fra april til og med oktober hvert år fra 1991-2021. Middeltemperaturene er et gjennomsnitt over middeltemperaturene i hver måned i vekstsesongen. Helt til venstre i grafen vises et gjennomsnittssår som er gjennomsnittet for hele tidsperioden.



Figur 2. Middeltemperatur i °C og summen av nedbør, mm, i vekstsesongene fra april til og med oktober fra 1991-2021, og et gjennomsnitt for vekstsesongene i hele tidsperioden (Gj.snitt år).



Bilde 4. Klimastasjonen på Tingvoll gard. Foto: M. Ebbesvik

2.2 Jordprøver og analyser

2.2.1 Jordprøvetaking

Jordprøver til kjemisk analyse har blitt tatt om høsten i årene 1990/91, 1995, 2002, 2009, 2015 og 2021. Høsten 1990 ble det tatt 35 prøver i 0-20 og 35 i 20-40 cm dyp, på den fulldyrka jorda rundt tunet. Høsten 1991 ble jordprøvene komplettert med at det ble tatt nye jordprøver fra resten av dyrkajorda, fra beiter utover mot Øygarden, og i Tingvollia – til sammen 21 prøver. Disse to årene er slått sammen og vises og omtales som tall fra 1990. Med utgangspunkt i faste punkter ble skiftene delt inn i et rutenett på 50 x 50 m slik at prøvene ble tatt på de samme stedene hver gang. Prøvepunktene er tegnet inn på kart, og det er satt ned fastmerker slik at det er lettere å finne punktene. I 2021 ble punktene koordinatfestet med 10 cm nøyaktighet ved hjelp av Trimble Catalyst DA2 som bruker GNSS (Global Navigation Satellite System) til kartfesting.

Jordprøvene ble tatt ved hjelp av et jordprøvebor og det ble hentet ut jord med 10 stikk, fordelt innen en sirkel på omtrent 10 m² rundt selve prøvepunktet. Jorda ble samla i ei bønne og blandet godt før det ble tatt ut en prøve som ble sendt til analyse.



Bilde 5. Jordprøvetaking høsten 2021. Foto: Maria Båtnes og Peggy Haugnes

2.2.2 Jordanalyser

Jordprøvene har blitt analysert for jordkjemiske egenskaper: pH, syreløselig kalium ($K-HNO_3$) og for følgende næringsstoffer i plantetilgjengelig form: fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca) og magnesium (Mg) etter ekstraksjon med ammoniumacetat laktat (P-AL, K-AL, Ca-AL, Mg-AL). I 2009 ble ikke $K-HNO_3$ målt.

Glødetap er et mål for innhold av organisk materiale. For mineraljord må imidlertid glødetapet korrigeres for leirinnholdet. Omregning fra glødetap til moldinnhold er gjort etter Krogstad (2009). Moldinnholdet (%) i mineraljord er glødetapet (%) minus et korreksjonstall gitt i tabell 1. Siden alle skiftene på Tingvoll gard er klassifisert som enten mellomsand, eller siltig mellomsand er glødetapstallene korrigert ved å trekke fra et korreksjonstall på 1. Leiråkeren er riktignok det mest «leiraktige» skiftet på garden og leirinnholdet varierer innad på skiftet, der det f.eks. er mer leire mot kirka. Jordprøveresultatene fra Eurofins klassifiserer imidlertid jorda fra Leiråkeren til å være siltig mellomsand og dermed er et korreksjonstall på 1 også brukt i dette tilfellet.

Tabell 1. Korreksjonstall for moldinnhold etter jordart/leirinnhold (Krogstad, 2009).

Jordart	Leirinnhold	Korreksjonstall
Sand og silt	5-9 %	1
Lettleire	10-24 %	2
Mellomleire	25-39 %	2,5
Stiv leire	40-59 %	3,5
Meget stiv leire	>59 %	4,5

I resultatdelen presenteres jorddataene fra garden i grupper etter prøvetakingsdybde og etter om jorda er fulldyrka eller permanente beiter. I tillegg slo vi sammen alle dataene til et gjennomsnitt for hele garden. I grafene er Tingvoll gard et gjennomsnitt for alle skiftene, dvs. både beiter og fulldyrka skifter, samt for begge jordprøvedybde – for å vise den overordna utviklingen for hele garden samlet. Inndelingene for prøvedybde er som følger: Beite (0-20 cm), fulldyrka (0-20 cm), fulldyrka (20-40 cm) og Tingvoll gard (0-40 cm (beite + fulldyrka)).

Det har ikke blitt tatt jordprøver av alle skifter hver gang det har blitt utført prøvetaking. Derfor kan det være ulikt antall analyseresultater bak gjennomsnittsverdiene som vises for beiter, fulldyrka jord og Tingvoll gard i grafene.

Grafene med resultatene inkluderer en enkel lineær regresjonsanalyse der trendlinjer og R^2 -verdier vises. R^2 -verdien indikerer hvor godt de observerte dataene samsvarer med modellen. En høy R^2 -verdi vil derfor indikere at variasjonen i dataene kan forklares av modellen og at regresjonsmodellen samsvarer med observasjonene. En lav verdi tilsvarer en modell som har en dårlig tilpasning mellom trendlinje og data.

2.3 Beregning av storfeenheter

Antall storfeenheter (St.fe) er beregnet etter verdier oppgitt av Eurostat (2022):

1 melkeku = 1 St.fe, kvige > 2 år = 0,8 St.fe, okse > 2 år = 1 St.fe, ungdyr < 2 år = 0,7 St.fe, ungdyr < 1 år = 0,4 St.fe og vinterfôra sauer = 0,1 St.fe

2.4 Avlingsregistreringer og analyser

2.4.1 Registrering av avling

Det har vært utført avlingsregistreringer hvert år siden 1991. Avlingsregistreringene er gjort på et representativt utvalg av skifter med fulldyrka jord – til sammen ble om lag 10 skifter jevnlig registrert frem til 2014. Da bevilgninga til å drive disse registreringene ble noe redusert fra 2015, ble det beslutta at man videre skulle konsentrere seg om og ta registreringer av 5 skifter.

Avlingsregistreringene har blitt gjort rett før, eller samme dag som gardbrukeren slo enga og er et mål for bruttoavlinga på skiftene. Målingene har blitt utført ved at det høstes fra fem representative steder på skiftet med en tohjuls slåmaskin, der ca. 10 meter lange striper med gitt bredde ble slått og lengden på stripene ble målt. Videre ble graset raka sammen og avlinga fra hver stripe veid.

Underveis ble det også tatt ut en samleprøve med grasbor fra hver stripe til tørrstoffmåling og kjemisk analyse (NIR). Metoden er nærmere beskrevet av Pestalozzi (1985). Analysesvarene var grunnlaget for avlingsberegningene. Fra 2008 ble det også tatt noen never med gras fra hver stripe, som ble samlet i en tørkepose/plastpose. Prøvene ble siden fraksjonert i gras, belgvekster og ugras og hver fraksjon ble veid før og etter tørking i tørkeskap. Deretter ble prosentandelen gras, belgvekster og ugras beregnet på tørrstoffnivå.



Bilde 6. Avlingsregistrering sommer 2022. Foto: Sara Hansdotter

Gjennom 30 år med økologisk drift har opplegget med registreringer og analyser naturligvis variert noe. Flere av skiftene nytttes som beite etter første slått. Det resulterer i at det for noen år kun har vært registrert én slått for enkelte skifter, og av og til at det ikke er registrert på skiftet i det hele tatt. Med utgangspunkt i dette er det i resultatdelen valgt å sette søkelys på de fem skiftene på garden hvor det er gjort flest registreringer og det dermed fins flest resultater fra. Dette er skiftene Hamburgskiftet (skiftenr. 2), Austbotn (skiftenr. 3), Leiråkeren (skiftenr. 6), Tingvollgjerdet (skiftenr. 30) og Tingvollia (skiftenr. 20). Alle disse skiftene er fulldyrka.

- Skifte 2, 3 og 6 ligger nær hverandre i en hellende bakke mot sør (se figur 1). Hamburgskiftet og Leiråkeren klassifiseres som jordart 5, siltig mellomsand. Leiråkeren er riktignok skiftet som er mest leiraktig og har varierende innhold av leire innad på skiftet. På Austbotn har jorda blitt bestemt til å være jordart 2 – mellomsand.
- Skifte 30 ligger noe lenger unna og høyere opp enn de tre tidligere nevnte skiftene (se figur 1). Jorda her er også klassifisert som mellomsand (jordart 2). Skiftet var nydyrket i 1992.
- Skifte 20 skiller seg ut ved at det ikke ligger rundt Tingvoll gard, men et godt stykke opp fra garden, i Tingvollia (189 moh.). Skiftet ligger nedenfor tunet til Tingvoll museum, i en skråning, og består av jordart 2, mellomsand.

2.4.2 Analyser av avling

Frem til 2007 ble kløverandel i enga visuelt klassifisert for førsteslått, av og til for andre slått, samtidig med avlingsregistreringene. Fra 2008 ble grasprøver sortert i andelen gras, kløver og ugras. Andelen kløver, gras og ugras ble bestemt hver for seg ved at prøvene ble veid før og etter tørking. Ved tørrstoffmåling ble prøvene tørket ved 60 °C i 48 timer før tørrvekta ble målt. I de tilfellene hvor et skifte ble brukt til beite etter førsteslått, ble det ikke utført avlingsregistrering av andre slått. Prøvene fra eng og grønnfôr ble analysert for innhold av tørrstoff, energi, protein og fiber ved hjelp av hurtigmetoden NIR (nær infrarød refleksjons-spektroskopi) ved Eurofins sin avdeling i Moss. På bakgrunn av målingene gjort i felt og analyseresultatene ble avlingsmengden beregnet.

2.4.3 Nitrogenfiksering

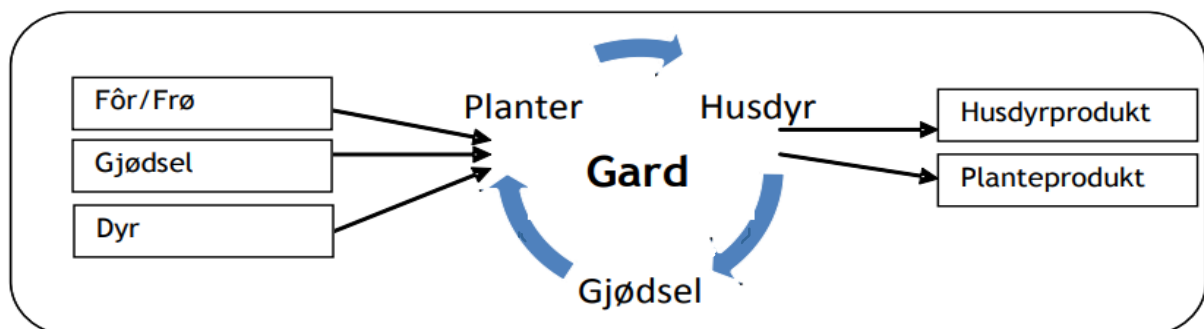
På bakgrunn av belgvekstandelen har mengden fiksert nitrogen (N-fix) blitt beregnet ved hjelp av følgende formel fra Nyborg (1995), der TS = tørrstoff:

Belgvekstandel < 50 %: $N\text{-fix} = TS \text{ avling} \times \% \text{ kløver} \times 0,0345 \times (0,9/100)$

Belgvekstandel > 50 %: $N\text{-fix} = TS \text{ avling} \times \% \text{ kløver} \times 0,0345 \times (0,85/100)$

2.5 Næringsbalanse

Næringsbalanser gir en oversikt over næringsstoff som føres til og bort fra et gardssystem og kan avdekke underskudd eller overskudd av næring i systemet. I et enkelt næringsstoffregnskap, slik som er gjort for Tingvoll gard, tas det utgangspunkt i gardsregnskapet hvor alle produkter som er kjøpt og solgt er registrert. Næringsbalansen beregnes som differansen mellom det som er tilført garden i form av kjøpte innsatsmidler som for eksempel frø, kraftfôr og grovfôr og det som har blitt ført vekk i form av solgte produkter, hovedsakelig kjøtt og melk. Beregningene er gjort for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K). Det er ikke tatt hensyn til biologiske og kjemiske prosesser som nitrogenfiksering, nedbryting av organisk materiale i jorda og/eller utvasking. Innholdet av N, P og K i produktene er hentet fra Løes m.fl. (1996), supplert med informasjon om sammensetning av ulike kraftfôrslag. For å finne næringsbalansen av N, P og K per dekar, er differansen mellom total mengde innkjøpte og solgte næringsstoffer dividert på det arealet som Tingvoll gard, og fra 2006 Kløverenga samdrift, har disponert de ulike årene.



Figur 3. Skisse over et enkelt næringsstoffløp på en gard med husdyrhold.

2.6 Databehandling

For å oppsummere dataene fra 30 år med registreringer har vi brukt en enkel tilnærming, ved å oppgi gjennomsnittsverdier og utføre enkle regresjoner i dataprogrammet «Excel». Siden dataene er fra gardsdrifta og ikke forsøk, så varierer antallet prøver mellom år og skifter. Samlet oversikt over hva som er presentert i figurene er vist i tabell 2. Værdata er fra vekstsesongen fra og med april til og med oktober måned. Jorddataene har vi presentert som gjennomsnittsverdier for hele garden. Deretter delte vi inn garden i beite- og fulldyrka arealer siden disse drives på ulike måter og beregnet gjennomsnittsverdier for jorddataene i 0-20 cm dyp. For fulldyrka arealer har vi også presentert jorddata fra 20-40 cm dyp. I tillegg har vi satt søkelys på Sagmyra (1), Hamburgskiftet (2), Austbotn (3), Leiråkeren (6), Sommerfjosekra (10), Tingvollgjerdet (30) og Tingvollia (20). Disse skiftene ble valgt både fordi det i rapporten fra 2014 ble konkludert med at de burde følges opp (1, 2, 10, 20, 30) eller at de har 30 år med avlingsresultater (2, 3, 6, 20, 30). Avlingsdataene er presentert som summen av slåttene (totalt), eller per slått og når det var relevant også i forhold til engalder.

Tabell 2. Oversikt over hvilke faktorer som er vist i de ulike figurene og hvilke data og hvor mange registreringer (n) som ligger til grunn for figurene.

Figur	Faktor	Databeskrivelse	N
2	Vær	Gjennomsnittlig lufttemperatur og total nedbør i vekstsesongen (april-oktober) fra 1991 til 2021	n = 1 per år
4	Regresjon temperatur x år	Gjennomsnittlig middeltemperatur april – okt.	n = 1 per år
5,6,7,8,9,10,11	pH, moldinnhold, glødetap, P-AL, K-AL, K-HNO ₃ , Ca-AL, Mg-AL	Årlige gjennomsnittsverdier fra 1990 til 2021	Beite 0-20 cm (n=5 per år 1990-2015, n=4 i 2021); Fulldyrka 0-20 cm (n=34 per år 1990-2015, n=37 i 2021); Fulldyrka 20-40 cm (n=18 per år 1990-2015, n=21 i 2021)
12	pH, glødetap, K-AL, P-AL	Alle registreringer fra 1991-2021.	Austbotn (n=5 per år 1990-2015, n=4 i 2021); Hamburgskiftet og Sagmyra (n=2 per år 1990-2021); Leiråkeren (n=2 per år 1990-2015, n=4 i 2021); Sommerfjøsakra og Tingvollgjerdet (n=1 per år 1990-2021)
13	Avling	Årlig fra 1991 til 2021	n=1, (unntatt for Austbotn fra 1991 til 1993, n =2 og 1. slått 2013, n=2)
14	Avling og klima	Gjennomsnittsavling til hver slått fra 1991-2021. Pluss værd data figur 2	n=1 til alle slåtter og skiter, unntatt for Austbotn fra 1991 til 1993, n =2 og 1. slått 2013, n=2
15	Avling, FEm, N-fix	Gjennomsnittsavling 1. slått fra 1991-2021	n = 196 Avling, n = 193 FEm, n= 171 N-fix
16 a), b), c) og d)	Råprotein, PBV, AAT og energikonsentrasjon	Gjennomsnittlig innhold i gras fra førsteslått, alle registreringer årlig fra 1991-2021. For AAT fra 1993-2021	n=3 i 2020-21. n=4 i 1991, 2015-17 og -19. n=5 i 1992-93, 2005, -12 og -18. n=6 i 1999. n=7 i 1994, -98, 2002-03, 2006-08 og 2010-11. n=8 i 1995, -97, 2001, og 2013-14. n=9 i 1996, 2000 og -04
17	FEm vs Alder	Gjennomsnittsavling fra 1,2,3 slått fra 1991-2021	n = 118 1. slått, n =79 2. slått, n= 7 3.slått. n=45 alder 1, n=42 alder 2, n=42 alder 3, n=35 alder 4, n=15 alder 5
18	Botanisk sammensetning	Fra 1991-2021. Inkl. data fra Hamburgskiftet, Austbotn, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia	total n = 113
19	Handelsbalanse	Årlig fra 1991 til 2021	n = 1 per år

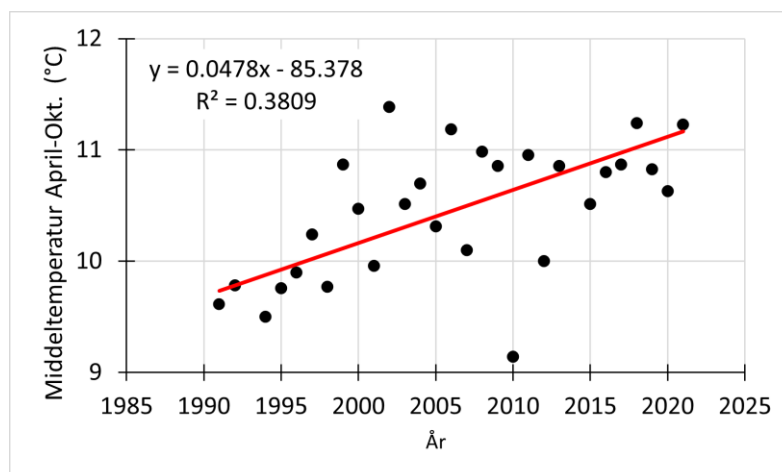
3 Resultater og diskusjon

Her presenteres resultatene av registreringer og analyser av den økologiske drifta på Tingvoll gard i 30 år. Resultatene viser utviklingen over tid.

3.1 Vær

Fram til 1998 var middeltemperaturen hovedsakelig under 10 °C, mens den i årene etter stort sett har vært over. Figur 4 viser en regresjonsanalyse over middeltemperaturene i vekstsesongen fra 1991 til 2021. Middeltemperaturen har variert mellom år, men modellen indikerer at middeltemperaturen i vekstsesongen har økt med ca. 0,05 °C årlig i tidsperioden.

Nedbørsmengdene i vekstsesongene varierer stort mellom år; fra år med mindre enn 500 mm til år med opp mot 1000 mm nedbør. Dataene viste ingen trend til at mengden nedbør har endret seg i løpet av 30 årsperioden.



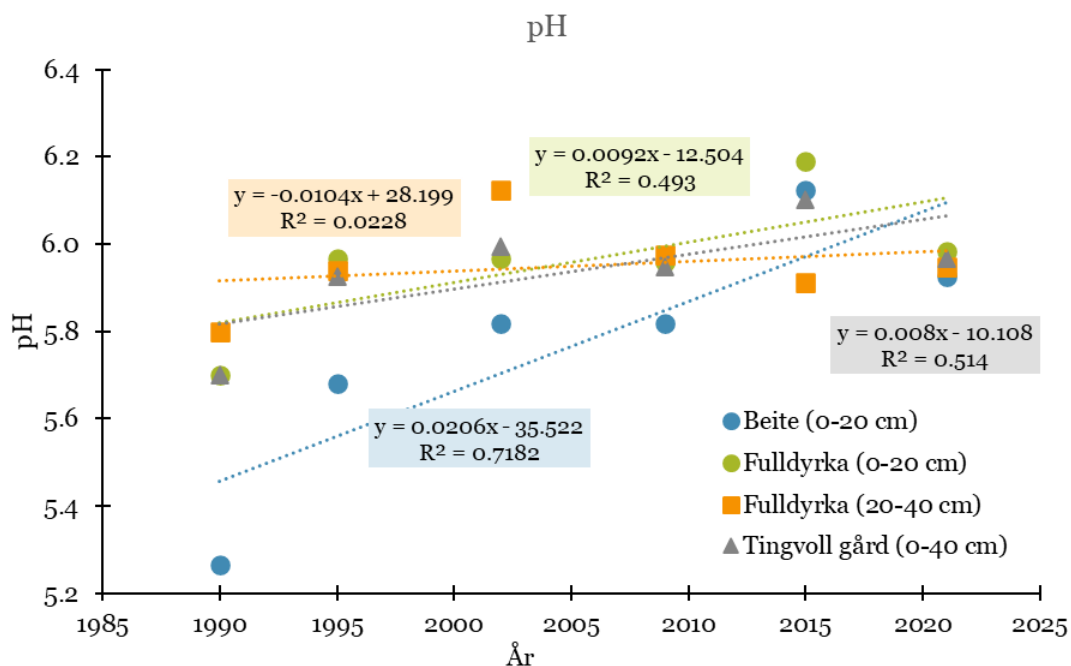
Figur 4. Regresjonsanalyse over middeltemperaturer, °C, i vekstsesongen fra og med april til og med oktober på Tingvoll gard 1991-2021.

3.2 Jord

Som tidligere nevnt er jordresultatene gruppert i fulldyrka jord, beiter og jordprøvedybde 0-20 og 20-40 cm – samt et gjennomsnitt for hele garden. Antall resultater bak gjennomsnittsverdiene varierer og er beskrevet i tabell 2.

3.2.1 pH

I 1990 var det lav gjennomsnittlig pH i jorda på beitenene, pH hadde økt til 5,9 i 2021 på beitenene. pH har også økt litt på fulldyrka areal i 0-20 cm dybde og var 6,0 i 2021. I 20-40 cm dybde på fulldyrka areal har gjennomsnittlig pH vært ganske stabil rundt 6,0.



Figur 5. Gjennomsnittlig pH i jorda for beite og fulldyrka areal i 0-20 og 20-40 cm dybde og i gjennomsnitt for Tingvoll gard i 0-40 cm dybde.

pH i jord er et uttrykk for surhetsgraden i jorda og gir indikasjoner på om det er behov for å kalke. Naturlig vil pH på dyrka mark av forskjellige årsaker ha en tendens til å bli surere med tiden. Opphavsmaterialet (berggrunnen), innholdet av organiske stoffer, nedbørmengden og sur nedbør er forhold som kan virke forsurende på jord. For å oppnå best mulig pH til planteproduksjon er det derfor gjerne behov for å kalke i ny og ne. Tabell 3 viser optimal pH i jord for dyrking av bygg avhengig av jordart og moldinnhold (Eurofins u.å.). De fleste grasartene skal ha pH omtrent som bygg, men rød- og hvitkløver trives best ved pH 6-6,5. På Tingvoll gard har forskjellige skifter blitt kalket etter behov. Det gjennomsnittlige moldinnholdet for Tingvoll gard var 5,3 % i 2021. Gjennomsnittlig pH var for alle de forskjellige inndelingene mellom 5,9 og 6. Siden det meste av jorda er klassifisert som siltig mellomsand/mellomsand var pH der den bør være for optimal grasproduksjon for denne type jordart og mold-/humusinnhold, men litt lavt i forhold til kløverens behov.

Tabell 3. Optimal pH i jord for dyrking av bygg avhengig av jordart og moldinnhold (Eurofins, u.å.).

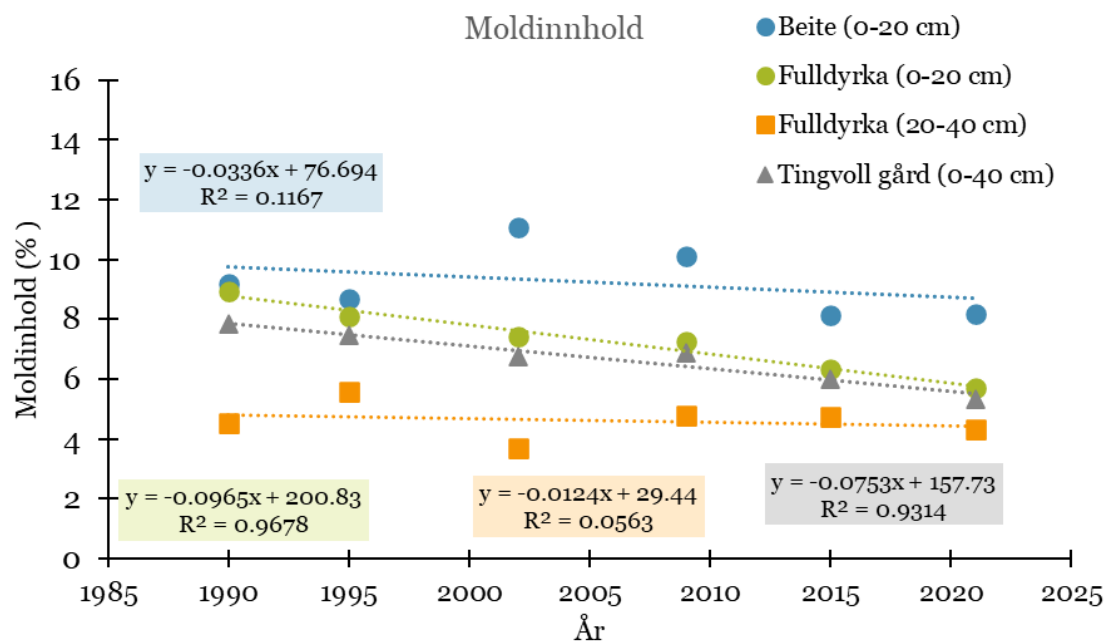
Jordart	Humusinnhold % *	
	<12	12-20
Sand	5,8	5,6
Siltig sand og silt	6,0	5,8

*Humusinnhold = moldinnhold

3.2.2 Moldinnhold

Figur 6 viser grafen over moldinnhold i jorda gjennom de tre tiårene. Tydeligst nedgang i moldinnhold har det vært i den fulldyrka jorda (0-20 cm) og for gjennomsnittet for Tingvoll gard.

Beitene har hatt størst variasjon i moldinnhold, mens moldinnholdet i det nederste sjiktet på den fulldyrka jorda har holdt seg nokså stabilt.



Figur 6. Gjennomsnittlig moldinnhold for beiteareal, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gard som helhet.

Moldinnholdet i jorda på Tingvoll gard er nokså høyt, men utviklingen over de tre tiårene har viser en nedadgående trend. Dette ligner på resultatene fra DOK-forskene i Sveits der det også var nedgang i innholdet av organisk materiale i fulldyrka jord etter 21 år på det økologisk drevne forsøksarealet. Etter 42 år derimot, var det litt økning i jorda som hadde blitt gjødslet tilsvarende 1,4 storfeenheter per 10 daa, og nedgang på arealer gjødslet tilsvarende 0,7 storfeenheter per 10 daa (Krause m.fl. 2022). Etter 30 år på Tingvoll gard er det kun i 20-40 cm dyp på det fulldyrka arealet at moldinnholdet har vært omtrent stabilt. Etter at Tingvoll gard var omlagt i 1994 har antall storfeenheter per 10 dekar fulldyrka areal vært lavere enn 1,4. Antallet har variert fra 0,9 til 1,3 og i snitt vært 1,1. Kanskje mengde tilført husdyrgjødsel på fulldyrka areal ikke har vært stort nok til å opprettholde moldinnholdet i 0-20 cm dybde?

Høyt moldinnhold er knyttet til en rekke positive jordegenskaper og økosystemtjenester. Mye eng i vekstskiftet bidrar til saktere nedgang i moldinnhold enn mye korn eller andre åkervekster. Men binding og lagring av karbon er styrt av flere faktorer. Skjebnen til karbonet i matjordlaget er påvirket av klima, driftsmåte, jordegenskaper, planterøtter og jordlivet. Mye karbon føres bort i form av avlinger og ikke alt kommer tilbake i form av gjødsel. Pløying bidrar til å utsette jorda for oksidativ tap av karbon og varmere klima kan føre til økt mikrobiell aktivitet som konsumerer mer karbon i jorda. Det er krevende å øke karbonmengden i dyrket jord, og kun en liten andel av karbonet som tilføres via planterøtter og husdyrgjødsel vil vanligvis være der etter noen år (Pommeresche m.fl. 2019).

3.3 Plantenæringsstoffer

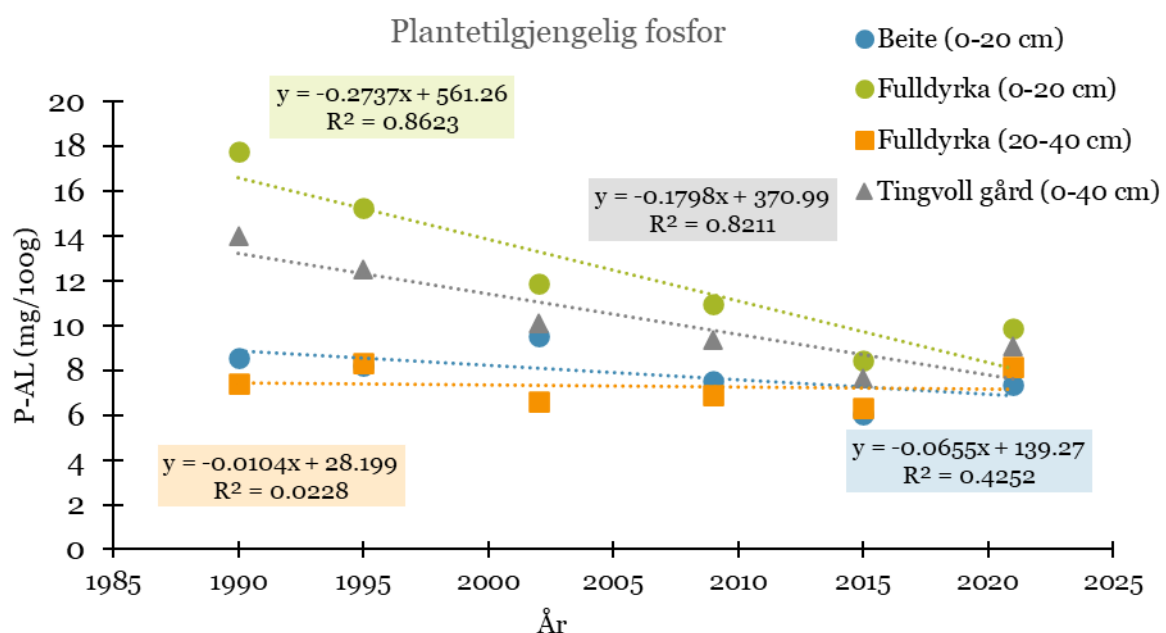
Innhold av plantenæringsstoffer i jorda er viktig for planters vekst og helse. Et optimalt innhold er ønskelig for å forhindre utvasking, forurensing, mangelsykdommer eller andre problemer som er knyttet til at det enten er for mye, eller for lite næringsstoffer i jorda. I Tabell 4 vises Eurofins' klassifisering for hva som regnes for å enten være lave nivåer (lite), optimale nivåer (middels), høye nivåer (godt) og svært høye nivåer (meget godt) av de ulike næringsstoffene.

Tabell 4. Klassifisering etter innhold av forskjellige plantenæringsstoffene fosfor (P-AL), kalium (K-AL og K-HNO₃), kalsium (Ca-AL) og magnesium (Mg-AL) i mg/100 g jord (Eurofins u.å.).

Klassifisering	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Ca-AL	Mg-AL
Lite	0-4	0-6	<30	<50	<2
Middels/optimalt	5-7	7-15	30-79	50-99	3-5
Godt	8-14	16-30	80-119	100-199	6-9
Meget godt	>14	>30	>119	>199	>9

3.3.1 Fosfor

Figur 7 viser utviklingen i plantetilgjengelig fosfor fra 1991 til 2021 for beitenene og de fylldyrka arealene (to forskjellige dybder) i gjennomsnitt og for hele garden sammenlagt. På beitenene og i undergrunns-sjiktet (fulldyrka 20-40 cm) har fosfornivåene i jorda holdt seg nokså stabile. For det øverste sjiktet på den fulldyrka jorda og for Tingvoll gard som helhet var det imidlertid en tydelig nedadgående utvikling i P-AL-verdier fra 1990 til 2015, mens det fra 2015 til 2021 økte litt igjen.



Figur 7. Gjennomsnittlig P-AL for beiteareal, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gard som helhet i mg/100 g jord.

AL-metoden gir relativt stabile verdier for fosfor. Andre plantenæringsstoffer varierer mer over korte tidsrom enn det fosfor gjør. I figur 7 ser man at jorda i det dypeste sjiktet har opprettholdt et stabilt fosfornivå selv om trendlinja viser svak nedgang. I matjordlaget på den fulldyrka jorda og på Tingvoll gard som helhet har det vært tap av plantetilgjengelig fosfor fra 1990 til 2021. I 2021 var det beiten som i snitt hadde lavest fosforverdier (7,4), mens det øvre sjiktet (0-20 cm) på den fulldyrka jorda hadde høyest P-AL på 9,9. Ifølge Eurofins (u.å.) var P-AL-nivået for Tingvoll gard og den fulldyrka jorda i kategorien «godt», mens jorda på beiten var i kategorien «middels/optimalt». Det betyr at det ikke er fare for fosformangel og man kan vurdere å redusere gjødslingen noe, spesielt til mindre fosforkrevende vekster der nivået ligger i kategorien godt. På beiten vil balansegjødsling sikre tilstrekkelig tilførsel til plantene og at næringstilstanden holdes ved like. Praksisen på Tingvoll gard har vært at beiten ikke gjødsles utover det som kyrne etterlater seg når de beiter. Det virker til å være nok til å opprettholde nivået ettersom P-AL har holdt seg nokså stabilt i 30-års perioden.

Den betydelige nedgangen i P-AL på Tingvoll gard skyldes nok delvis endring i gjødselregimet ved overgangen fra konvensjonell til økologisk drift. Det har vært et mål på Tingvoll gard å ha en noenlunde balansert næringstilførsel, mens verdiene tyder på at det ikke var hensyntatt i like stor grad i tiden før omlegging. Et fosfornivå på ca. 18, som det øverste laget av den fulldyrka jorda hadde i 1990, er å regne som meget høyt og langt over det anbefalte nivået og hva planter kan nytte seg av. Høye fosfornivåer øker faren for forurensing som følge av utvasking. NIBIO (u.å) anbefaler balansegjødsling som prinsipp for tilførsel av fosfor. Målet med en slik praksis er at tilført gjødsel skal tilsvare fosforet som fjernes med avling, før det gjøres korreksjoner ut fra jordstatus. Over tid skal korreksjonene bidra til at P-AL reguleres mot P-AL-nivå på 5-7 for å ivareta miljø og gode avlinger.

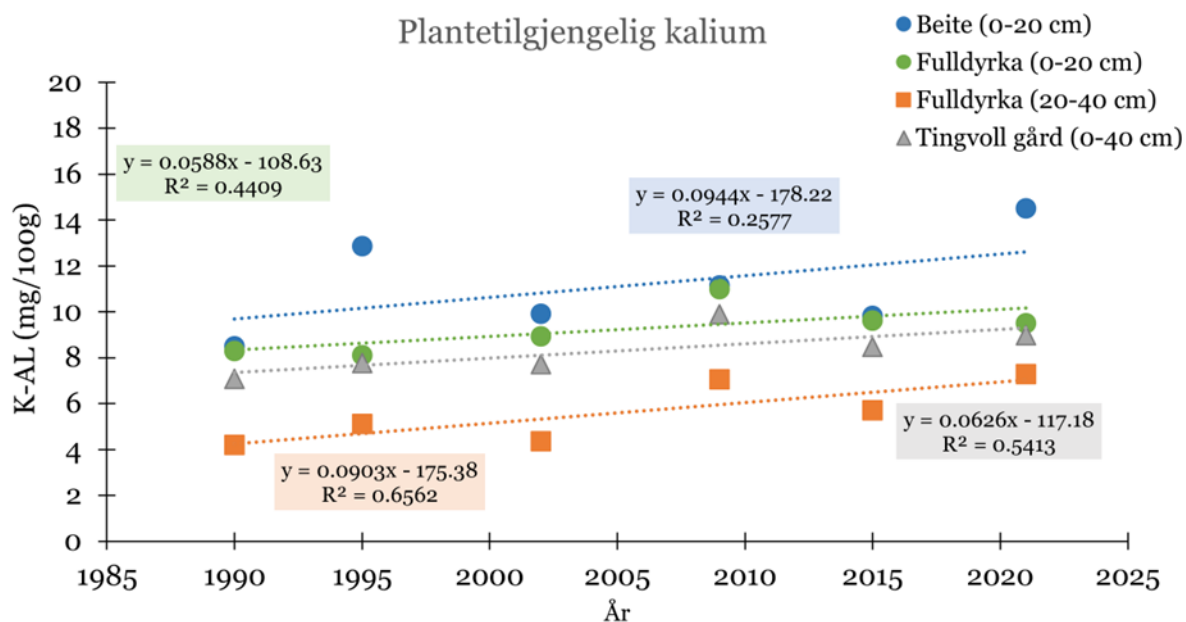
Fra 2015 til 2021 var det en liten oppgang i P-AL-verdiene på Tingvoll gard. Sammenligner man dette med regnskapet over næringsbalanser i tidsperioden, ser man at fosfortilførsel til systemet har vært noe varierende og det finnes både år med overskudd og underskudd – disse er riktignok såpass lave at det er tvilsomt at dette alene har vært grunnen til oppgangen i fosforverdier i 2021.

Gjødsleffekten av husdyrgjødsel påvirkes av innholdet i gjødsla, tidspunkt og mengde som spres og virkningsgraden av gjødsla - som igjen styres av spredforholdene og plassering av gjødsla (overflatespredning/nedmoldning). I 2019 kom det tak over gjødselkummen på Tingvoll gard – da ble det slutt på spredning av gjødsel om høsten – noe som er knyttet til tap av næringsstoffer, i tillegg til at regnvannet ikke lenger blander seg med gjødsla. Man kan spekulere i om virkningsgraden av fosforgjødslinga har vært ekstra god noen år og om det kan være med på å forklare økningen i P-AL i perioden 2015-2021. Uansett er P-AL i gjennomsnitt over intervallet på 5-7 som anbefales og det beste vil være å fortsette med balansegjødsling, og unngå underskudd.

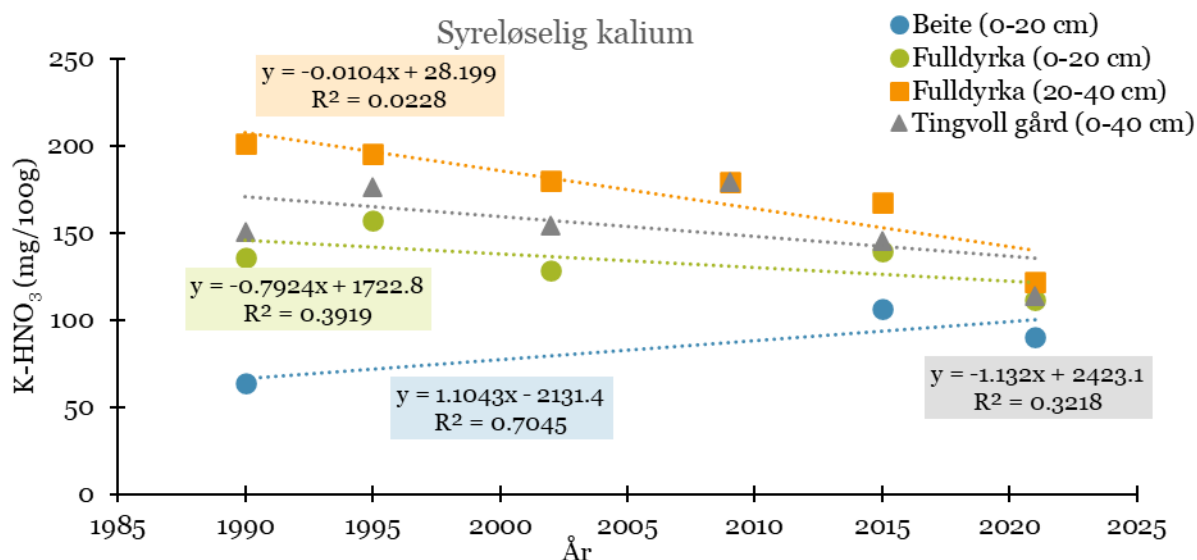
3.3.2 Kalium

Som vist i figur 8 har utviklingen vært at innholdet av plantetilgjengelig kalium har økt fra 1990 til 2021, selv om kalium-verdiene har gått litt opp og ned og variert gjennom 30 års-perioden.

Gjennomsnittsverdiene for det syreløselige kaliumet er vist i figur 9. Her har trenden vært motsatt i forhold til K-AL, nivået har sunket fra 1990 til 2021, bortsett fra på beiten der det har økt.



Figur 8. Gjennomsnittlig K-AL for beite, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gård som helhet i mg/100 g jord.



Figur 9. Gjennomsnittlig K-HNO₃ for beite, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gård som helhet i mg/100 g jord.

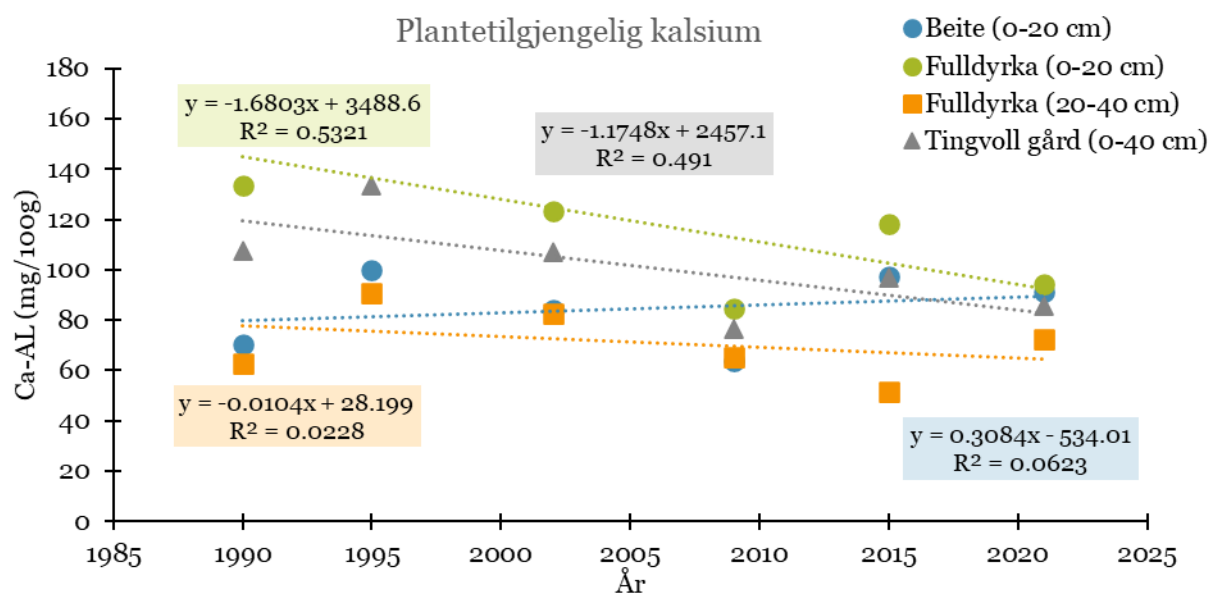
Det plantetilgjengelige kaliumet har for alle inndelingene en moderat økning fra 1990/91 til 2021. I eng endrer K-AL seg raskt og i praksis mangler en ofte ferske K-AL-verdier til bruk i gjødslingsplanleggingen. Jorda for alle inndelingene var i kategorien «middels/optimalt» i 2021. Det tilsvarer et middels gjødslingsbehov for dette næringsstoffet, slik at kaliumtilstanden holdes ved like. På beiten var det riktignok økning i K-AL mellom 2015 og 2021 selv om det ikke har blitt tilført mer enn det dyra legger fra seg ved beiting. Deler av årsaken kan være at det i disse årene har vært overskudd av K som har blitt tilført systemet. Figuren med næringsbalanser viser at det i enkelte år har vært nokså store overskudd av K sammenlignet med hva som har vært vanlig for garden tidligere. Ved tilførsel av mye husdyrgjødsel i forhold til hva som føres bort i avling vil jorda inneholde mye

lettløselig kalium. Enga har riktignok stor evne til å utnytte og ta opp lettløselig kalium og vil ofte føre bort mye med avling. Når opptaket er større enn behovet får man et luksusopptak som kan føre til nedsatt opptak av andre mineraler som magnesium, kalsium og natrium i graset – dette luksusopptaket kan også være ugunstig for dyrehelsa. Ved tilpasset gjødsling vil K-AL-nivået gå ned mot et nivå som er karakteristisk for jordarten – et likevektsnivå (NIBIO u.å.). Ved for høye overskudd av kalium bør man derfor være oppmerksom på faren for luksusopptak.

Der det dyrkes gras er det spesielt aktuelt å undersøke innholdet av syreløselig kalium da kalium er det viktigste næringsstoffet for engvekster, etter nitrogen. Syreløselig kalium er mer langsomt tilgjengelig enn plantetilgjengelig kalium og omfatter både lettløselig kalium og reserver som kan bli tilgjengelige på lengre sikt. Syreløselig kalium endrer seg lite over tid og fungerer som en buffer for det lettløselige kaliumet når det varierer med nedbørsmengde. I følge Eurofins' klasseinndeling er et innhold mellom 30-79 mg K-HNO₃/100 g jord regnet for å være optimalt. Et kaliumnivå <30 regnes for å være lite og betyr at jorda har små reserver utover det plantetilgjengelige kaliumet. Mangel kan oppstå dersom det ikke gjødsles med kalium. Verdier >80 vil si at jorda har store reserver av kalium. Utviklingen for K-HNO₃ i jorda på Tingvoll gard er stort sett at reservene synker noe. Kun for beitenene har det vært en økning i syreløselig kalium fra 1990/91 til 2021. K-HNO₃-innholdet karakteriseres som «godt» for alle kategoriene, bortsett fra på fulldyrka arealer (20-40 cm) som tilhører kategorien «meget godt». I begge tilfeller betyr det at det er store kaliumreserver i jorda.

3.3.3 Kalsium og magnesium

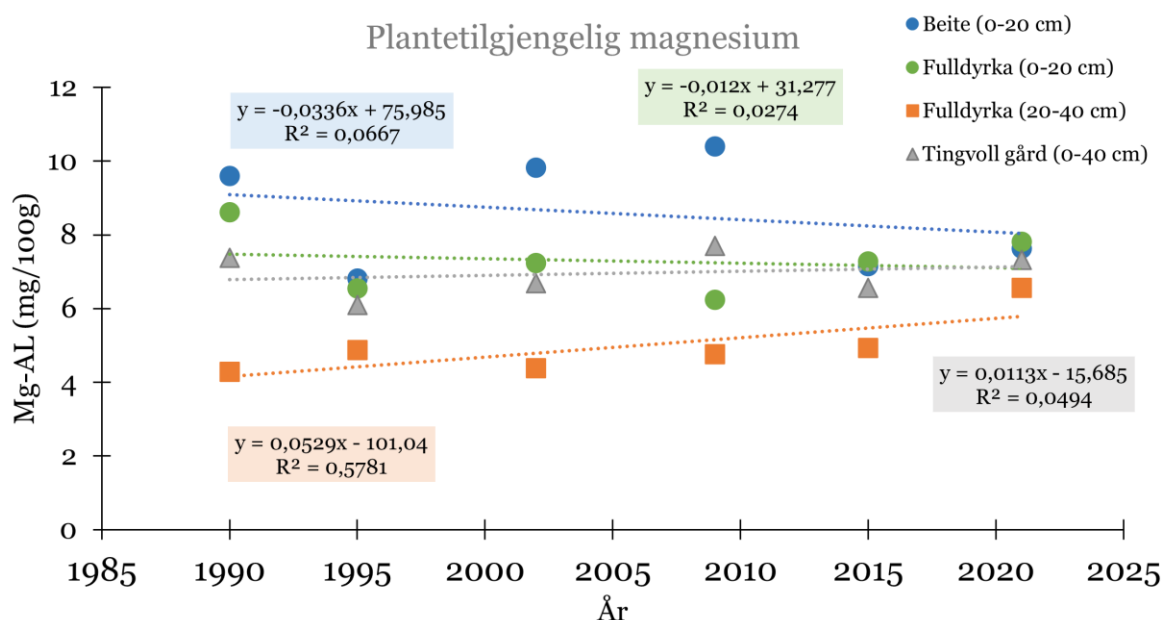
Figur 10 og 11 viser utviklingen i plantetilgjengelig kalsium og magnesium i jorda i 30 års-perioden. Ca-AL-verdiene har gått litt opp og ned for de ulike inndelingene i de ulike årene det har vært gjort analyser. Utviklingslinjene er nedadgående for alle bortsett fra på beitenene.



Figur 10. Gjennomsnittlig Ca-AL for beiteareal, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gard som helhet i mg/100 g jord.

Innholdet av plantetilgjengelig kalsium uttrykkes som Ca-AL. Enkelte planter, som rotvekster, behøver mer Ca enn andre planter. I følge Eurofins (u.å.) er det behov for kalking dersom både pH og Ca-innholdet er lavt. I tillegg vil et innhold på mindre enn 80 mg Ca/100 g jord på mineraljord indikere behov for kalking, mens innhold på mer enn 140 mg/100 g jord betyr lavt kalkingsbehov. Jorda på Tingvoll gard hadde i 2021 et «middels/optimalt» kalsiuminnhold. Det nederste sjiktet på den fulldyrka jorda har imidlertid i gjennomsnitt et Ca-AL-innhold lavere enn 80. I tillegg var trenden at kalsiumnivået sank for Tingvoll gard og i fulldyrka jord i 0-20 cm dybde. Det kan være verdt å merke seg og følge med på, i tilfelle det skulle gi utslag på planteveksten eller avlinga.

Mg-AL har variert en del mellom årene. Nivåene i 2021 sammenlignet med 1990 viste en liten nedgang i jorda på beiteene og det øvre sjiktet på den fulldyrka jorda. For undergrunnsjorda økte Mg-AL-innholdet. Gjennomsnittet for Tingvoll gard har holdt seg tilnærmet stabilt.



Figur 11. Gjennomsnittlig Mg-AL for beiteareal, fulldyrka jord (0-20 og 20-40 cm) og Tingvoll gard som helhet i mg/100 g jord.

Det er sjelden mangelsymptomer på plantene når plantetilgjengelig magnesium, Mg-AL, er over 5. Det optimale intervallet for magnesiuminnhold er 3-5 mg/100 g jord. Mg-innholdet i jorda på Tingvoll gard var i 2021 mellom 6,6 og 7,8, og klassifiseres som «godt». Opptaket av magnesium blir hemmet av andre kationer som kalium- (K^+), ammonium- (NH_4^+), kalsium- (Ca^{2+}) og manganioner (Mn^{2+}). Det vil for eksempel være behov for et høyere magnesiuminnhold hvis det gjødsles sterkt med kalium. Mangelsymptomer på planter og magnesiummangel er mest utbredt på lett sandjord og gjerne der det er kalka ensidig med kalk som ikke inneholder magnesium (Tajet, 2020). Til gras bør en passe på å kalke med magnesiumholdig kalk (dolomitt) – noe som for øvrig er praksisen ved Tingvoll gard. Med tanke på at pH ikke var lav og kalium-verdiene i jorda ikke var spesielt høye skulle det ikke være noen fare for magnesiummangel på Tingvoll gard.

3.4 Jorda på Tingvoll gard

Samla sett har jorda på Tingvoll gard i gjennomsnitt over tid blitt tappa noe for en del næringsstoffer i perioden fra 1991 til 2021. Det har vært en negativ utvikling for moldinnhold, P-AL, K-HNO₃, og Ca-AL, mens Mg-AL har holdt seg nokså stabilt og K-AL har hatt en svak oppgang. Næringsstoff- og moldinnholdet har riktignok variert slik at utviklingen ikke alltid er entydig negativ. Imidlertid var alle næringsstoffene enten i kategorien optimalt eller godt, som er ønskelig. Prinsippet for balansegjødsel er å vedlikeholde gode avlinger og samtidig skåne miljøet for mulig forurensing. Dersom den nedadgående trenden for noen av næringsstoffene vedvarer bør man passe på at verdiene ikke synker til under optimalt nivå for å hindre at det går utover planteproduksjonen. Det er likevel verdt å huske på at det kan være store variasjoner på ulike skifter og at trendene er basert på gjennomsnitt, noe som ikke nødvendigvis gir et korrekt bilde på hva som faktisk har skjedd på enkelte skifter. Det har vært flere analyser og resultater knytta til den fulldyrka jorda i det øverste sjiktet i forhold til beitearealene og undergrunnsjorda. Derfor har ofte dataene fra Tingvoll gard samlet fulgt samme utvikling som den fulldyrka jorda (0-20cm).

3.4.1 Fulldyrka jord 0-20 cm

I det øvre sjiktet av den fulldyrka jorda var trendene så å si de samme som for gjennomsnittet for hele garden. Jorda i dette sjiktet og det faktum at den er fulldyrka gjør den mer utsatt for påvirkninger og endringer. Vær og vind, gjødsling, mekanisk jordarbeiding og enkelte ganger beiting fra husdyr gjør at denne jorda kan variere mer i næringsstoffinnhold og moldinnhold. Tallene vi har sett på var imidlertid gjennomsnittsverdier og den generelle utviklinga for det øverste sjiktet i den fulldyrka jorda var at moldinnholdet, P-AL, og det syreløselige kaliumet har sunket. K-AL har hatt en svak oppgang fra 1991 til 2021. Ca-AL og Mg-AL har begge variert noe og var lavere i 2021 enn 1991. Ettersom mengde gjødsel, innhold i gjødsla, avlingsnivå, type jordarbeiding og værforhold kan variere mellom år og har stor innvirkning på næringsstoffinnholdet i det øverste laget i jorda, er det sannsynlig at det kan tapes mere næringsstoffer enn det tilføres når man gjødsler balansert.

3.4.2 Fulldyrka jord 20-40 cm

Det nedre sjiktet (20-40 cm) på den fulldyrka jorda har det mest stabile innholdet av ulike næringsstoffer over tid. Jorda i dette sjiktet er mindre påvirket av gjødsling, mekanisering, og vær og vind. Det skjer også en viss nedvasking av stoffer fra høyere sjikt. Den generelle utviklinga for innhold av plantenæringsstoffer og karboninnhold i undergrunnsjorda var at moldinnholdet og P-AL har holdt seg nokså stabile. Kaliumreservene (K-HNO₃) har vært størst i dette sjiktet, selv om det har vært en synkende trend. K-AL og Ca-AL har variert en del de forskjellige årene, men har i begge tilfeller økt fra 1991 til 2021. Dette sjiktet har de laveste Mg-AL verdiene og disse har holdt seg relativt stabile, med unntak at det har vært en liten økning fra 2015 til 2021. Det er logisk at innholdet av næringsstoffer og mold er mer stabilt i undergrunnsjorda enn i matjordlaget, da det er mindre aktivitet og påvirkning fra omgivelsene dypere ned i jorda.

3.4.3 Beite

Jordprøvene fra beiten har også vært tatt i matjordlaget (0-20 cm) og har blitt påvirket av nedbør, vær og vind og gjødsel slik som hos det øverste sjiktet i den fulldyrka jorda. Forskjellen er at beiten aldri pløyes, har permanent plantedekke og at de ikke gjødsles utover det dyra etterlater seg når de beiter. Beiten hadde høyest moldinnhold gjennom hele 30 års-perioden og innholdet var bare en prosent lavere i 2021 enn i 1991. P-AL har gått litt opp og ned i årene hvor det har vært gjort målinger, men holdt seg nokså stabilt.

Innholdet av K-HNO₃ øker i perioden og var høyere i 2021 enn i 1991. Det mangler riktignok analyser fra tre år og man kan derfor ikke si så mye om utviklingen, eller hvordan det eventuelt har variert annet enn at innholdet sank noe fra 2015 til 2021. K-AL og Ca-AL har begge variert en del i perioden, men hadde begge høyere verdier i 2021 enn 1991. K-AL i jorda på beiten har i alle årene hatt de høyeste verdiene i forhold til jorda på de fulldyrka arealene. Beiten hadde også de høyeste Mg-AL verdiene i mange år, men de har sunket noe fra 1991 til 2021. Det er tydelig at den overordna utviklingen for beiten var annerledes enn for samme sjikt i den fulldyrka jorda. Selv om ikke beiten gjødsles, kan det virke som om jorda i større grad klarer å opprettholde og ikke tape plantenæringsstoffer. Det høstes sannsynligvis mye lavere avling fra beiten enn fra den fulldyrka jorda, men dette er ikke dokumentert med tall. At jorda ikke pløyes og at det hele tiden har vært plantedekke på disse arealene gjør at jorda har vært mindre utsatt for tap av næringsstoffer (bla. pga. mindre erosjon, utvasking og oksidativt tap via mikroorganismer), i tillegg til at planterøtter i lengre perioder bidrar til å føre karbon ned i jorda gjennom fotosyntesen.

3.4.4 Oppfølging av skifter og utvikling etter 2009

Ebbesvik m.fl. (2014) konkluderte i sin rapport at det var spesielt viktig å følge med på utviklingen på noen av skiftene - det gjaldt de skiftene som hadde lavest P-AL-verdier i 2009; Sagmyra (skiftenr. 1), Hamburgskiftet (nr. 2), Sommerfjøsakra (nr. 10), Tingvollia (nr. 20) og Tingvollgjerdet (nr. 30). Figur 12 viser gjennomsnittresultater for P-AL og utvikling for de fem skiftene pluss Leiråkeren og Austbotn. Det har vært en nedgang i gjennomsnittlig P-AL fra 1991 til 2021. I 2021 hadde fire av skiftene lavere P-AL-nivå enn 4, noe som karakteriseres som lavt og under anbefalt mengde. Kun Sommerfjøsakra hadde P-AL-nivå innenfor anbefalt mengde (P-AL 6). I 2015, som var forrige år det ble tatt kjemiske jordanalyser, hadde Sagmyra, Hamburgskiftet og Tingvollgjerdet et P-AL-nivå på rundt 2, og har hatt en liten økning fram til 2021. Sommerfjøsakra har også hatt økning i P-AL fra 2015 til 2021, men har generelt sett hatt høyere P-AL-nivå og innenfor anbefalt mengde. Tingvollia hadde en liten økning i P-AL fra 2009 til 2015, men verdien har sunket igjen i 2021.

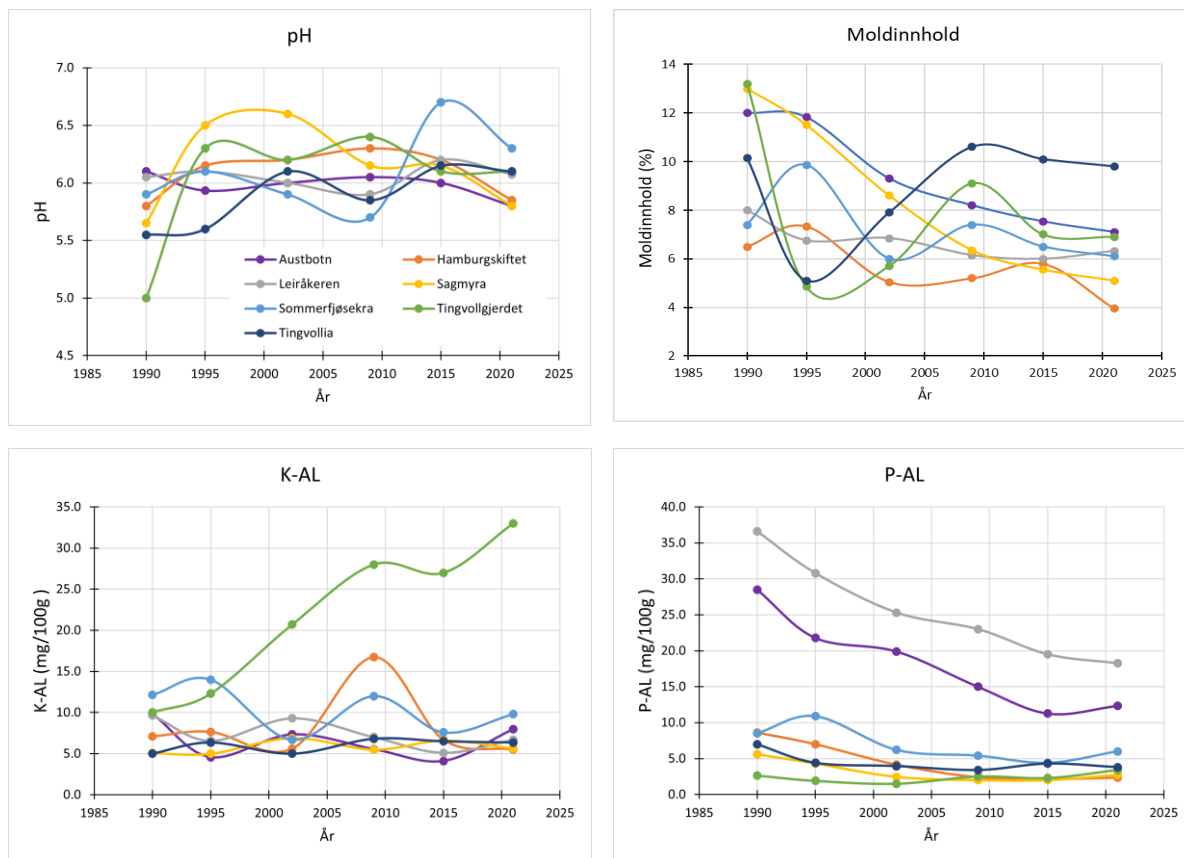


Fig 12. Gjennomsnittlig pH, moldinnhold, glødetap, K-AL og P-AL i mg/100 g jord i 0-20 cm dybde på sju fullt dyrka skifter fra 1990 til 2021.

I og med at P-AL-nivået har vært såpass lavt for fire av skiftene er det fortsatt behov for å følge ekstra nøye med på disse skiftene. Selv om P-AL har økt fra 2015 til 2021 på noen skifter, har økningen vært liten og P-AL-nivået såpass lavt at det bør vurderes å sette inn tiltak for å øke nivået av plantetilgjengelig fosfor for å unngå faren for fosformangel og negativ effekt på avling.

Overgjødning med 0,5 kg P/daa per år kan øke det totale fosforinnholdet i de øverste 20 cm i jorda med 2-3 mg P/100 g jord i løpet av 10 år. Men bare 10-20 % av det totale fosforinnholdet kan måles som P-AL, og da vil denne overgjødningen i liten grad kunne registreres som økt mengde plantetilgjengelig fosfor over korte tidsintervall (Krogstad & Løvstad 1987).

På tre av skiftene i figur 12 (Hamburgskiftet, Tingvollgjerdet og Tingvollia) har også avlingene blitt registrert mange år i løpet av 30 års-perioden. Det vil si at flere av skiftene som det har vært tatt flest avlingsregistreringer på er de samme skiftene som hadde de laveste fosfornivåene på garden. Derfor er det nærliggende å tenke at den nedadgående utviklingen for fosfor-nivåer og avlinger på disse skiftene, kan være relatert til hverandre.

Mesteparten av norsk jord med P-AL fra 1 opp til 4-5 har veldig stor adsorpsjonsevne for fosfor. Det vil si at fosfor som tilføres i stor grad vil bli adsorbert av jordpartikler og over tid bli svært utilgjengelig for planterøtter. Konsentrasjonen av fosfater i jordvannet er lav på slik jord og evnen jorda har til å forsyne planterøttene kan være begrensende for planteveksten dersom det ikke tilføres gjødsel (Kristoffersen 2015). Samtidig er det vanskelig å anslå hvor mye fosfor hver enkelt jordart kan binde under feltforhold. Leir- og siltrik jord har vanligvis høyere bindingsevne enn sand. I

grovkorna avsetninger som blir påført svært høye fosformengder, ofte i områder med mye husdyr, kan bindingskapasiteten over tid bli sterkt redusert. I slike jordarter kan også infiltrasjonen gå så raskt at fosfor transporteres ned i grøftene før det får tid til å binde seg i jorda.

Både i mineralgjødning og i husdyrgjødsel finnes fosforet i hovedsak som ortofosfat. Denne formen tas lett opp av planter, men kan også bindes raskt i jord. Som følge av fosforets bindingsstyrke må man ofte tilføre jorda mer fosfor enn det plantene trenger for å gi maksimale avlinger. Generelt vil behov for overdosering med fosfor avta med stigende P-AL-tall (Krogstad & Løvstad 1987). Binding av fosfor i jord avhenger av en rekke kjemiske, fysiske og biologiske forhold og prosesser i jorda, men til tross for at disse skiftene påføres en del husdyrgjødsel har det i de fleste tilfeller vært en tydelig nedgang i P-AL-nivået, noe som kan indikere at fosforet i liten grad ender opp som plantetilgjengelig fosfor. Trolig har mye av dette fosforet blitt tatt opp i avling og noe har kanskje blitt tapt gjennom avrenningsprosesser og/eller bundet til jorda.

I figur 12 vises gjennomsnittlige målinger av plantetilgjengelig kalium og utviklingslinjer på de samme syv skiftene som vist for P-AL. Sagmyra, Hamburgskiftet og Sommerfjøsøkra hadde i snitt et K-AL-nivå på 5-6, noe som klassifiseres som lite. Her anbefales derfor sterkere gjødsling. Tingvollgjerdet har fått tilført ekstra store gjødselmengder noen år siden dette skiftet var nydyrket tidlig på 1990-tallet. Mulig de store tilførselene av husdyrgjødsel er årsaken til høyt K-AL-nivå her.

pH har også variert en del, men de syv skiftene i figur 12 har pH på optimalt nivå i forhold til jordarten. Det har vært tilført kalk etter behov på de ulike skiftene og den praksisen bør videreføres.

Moldinnholdet har variert innad på skiftene, og de fleste hadde lavere moldinnhold i 2021 enn i 1990, bortsett fra Tingvollia der moldinnholdet var på samme nivå i slutten av perioden som i starten. På skifter som hadde høyt moldinnhold i 1990 har nedgangen i løpet av 30-års perioden vært størst. Slik har det også vært for P-AL innholdet i jorda. Skifter som hadde svært høyt P-AL nivå i 1990, Leiråkeren og Austbotn, har hatt størst nedgang til 2021. Men karakteriseres som henholdsvis meget høyt og høyt.

3.5 Avling

Figur 13 viser registrerte engavlinger i kg TS/daa fordelt på slåttnummer (1, 2 og 3) på skiftene Austbotn, Hamburgskiftet, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia. For noen få år er det registrert en tredje slått og noen ganger er bare andreslått registrert – men figuren gir likevel en relativt god oversikt over avlingsnivåene i løpet av 30-års perioden. Det er store variasjoner i avling mellom årene, skiftene og slåttene.

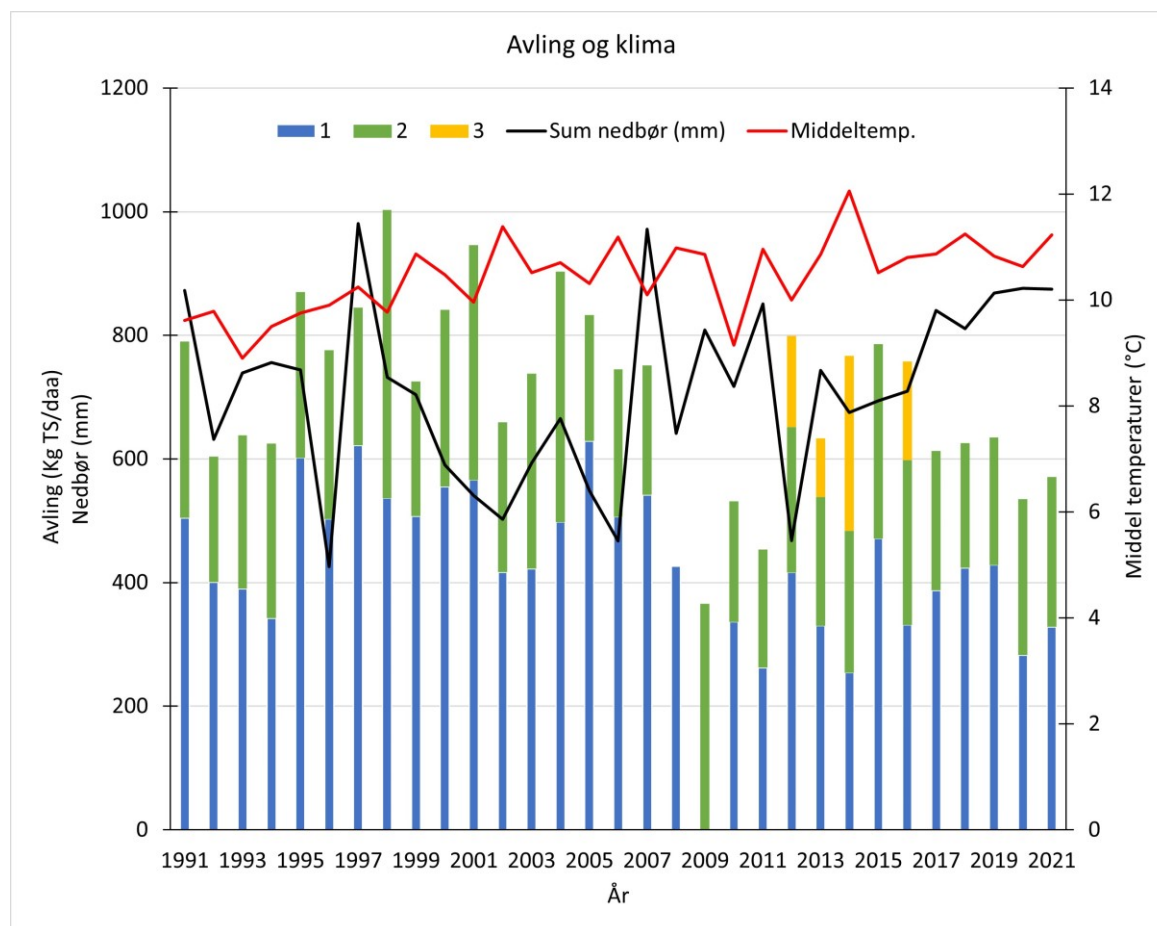


Figur13. Registrerte engavlinger i første-, andre- og tredjeslått på Austbotn, Hamburgskiftet, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia i årene 1991-2021, kg TS/daa.

3.5.1 Avling og vær

Figur 14 er et kombinert søyle- og linjediagram for engavlinger og været for perioden 1991-2021. Avlingsnivåene er gjennomsnitt av engavlingene registrert på Hamburgskiftet, Austbotn, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia. Det har vært ulikt antall registreringer forskjellige år, og ikke alle skiftene har blitt registrert hvert år. I noen få tilfeller er det ikke gjennomsnitt, men kun avlingsdata

fra en registrering fra ett av skiftene. Hovedårsaken til ulikt antall registreringer er at noen år blir andreslått beitet eller det er gjenleggsår. Det ser ut som om avlingene synker noe, særlig fra 2008. Både første- og andreslått har i snitt vært lavere i årene etter 2008 enn årene før.

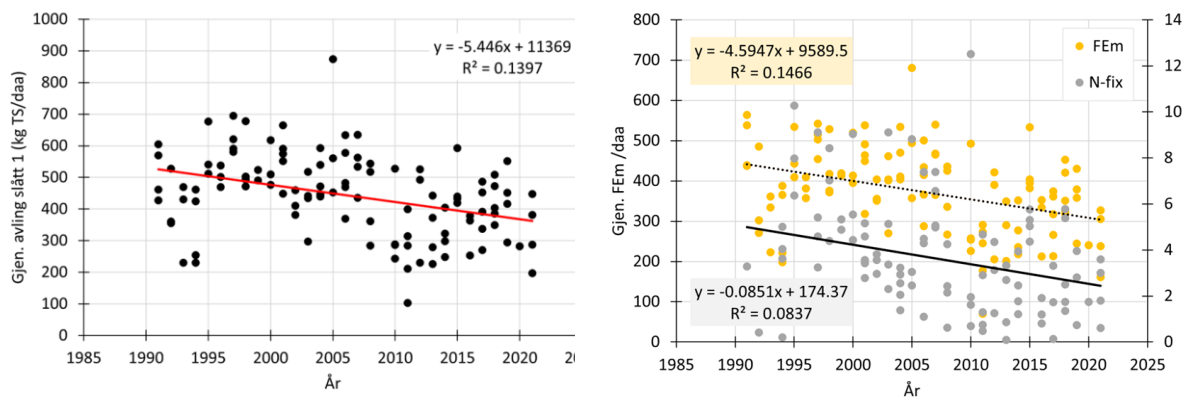


Figur 14. Gjennomsnittlig engavling (kg TS/daa), middeltemperaturer (°C) og nedbør (mm) i vekstsesongen for 1991-2021. Avlinger fra første-, andre- og tredjeslått på Hamburgskiftet, Austbotn, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia.

Avlinger bestemmes blant annet av jordforhold, klima, gjødsling, jordarbeiding, sortvalg, hvor høyt press det er fra skadegjørere og slåttetidspunkt. Forskjellige temperaturer og nedbørsmengder og når i sesongen varmere eller kaldere perioder kan inntreffe påvirker avlingsnivået. Indirekte vil også værforholdene kunne påvirke avlingsnivået ved å avgjøre når bonden har anledning til å utføre ulike arbeidsoppgaver knyttet til våronna og vekstsesongen. Som man kan se i figur 14 er det enkelte år/vekstsesonger som utmerker seg enten ved å være ekstra tørre eller våte, og/eller enten spesielt kalde eller varme. Middeltemperaturene har økt i perioden (se fig. 4). Samtidig har det vært en nedgang i engavling gjennom samme tidsperiode. Varmere vær bør i utgangspunktet være gunstig for planteproduksjonen i Norge, og bør kunne bidra til høyere avlinger. Det er ikke lett å se noen sammenheng mellom spesielt lave eller høye avlinger i lys av værdataene fremstilt i denne figuren. Det er imidlertid viktig å poengtere at værdataene ikke sier noe om hvordan fordelingen av nedbør var, eller hvordan temperaturene varierte innad i vekstsesongene og kan dermed ha hatt en betydelig rolle likevel. I tillegg har det vært et mål for gardbrukerne å slå tidlig for å få god kvalitet på grovfôret.

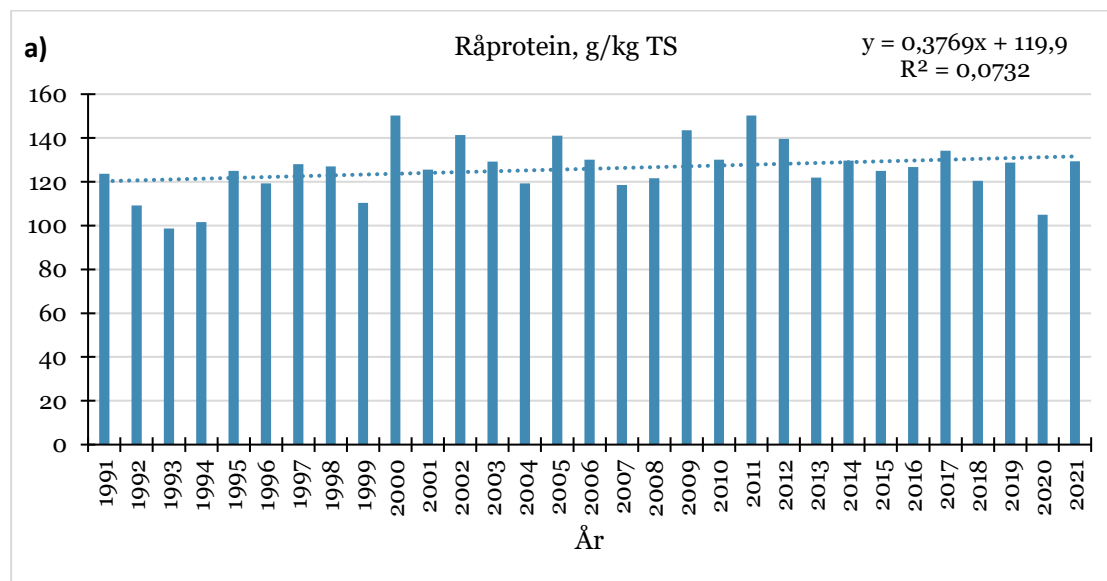
3.5.2 Avling, kvalitet og nitrogenfiksering

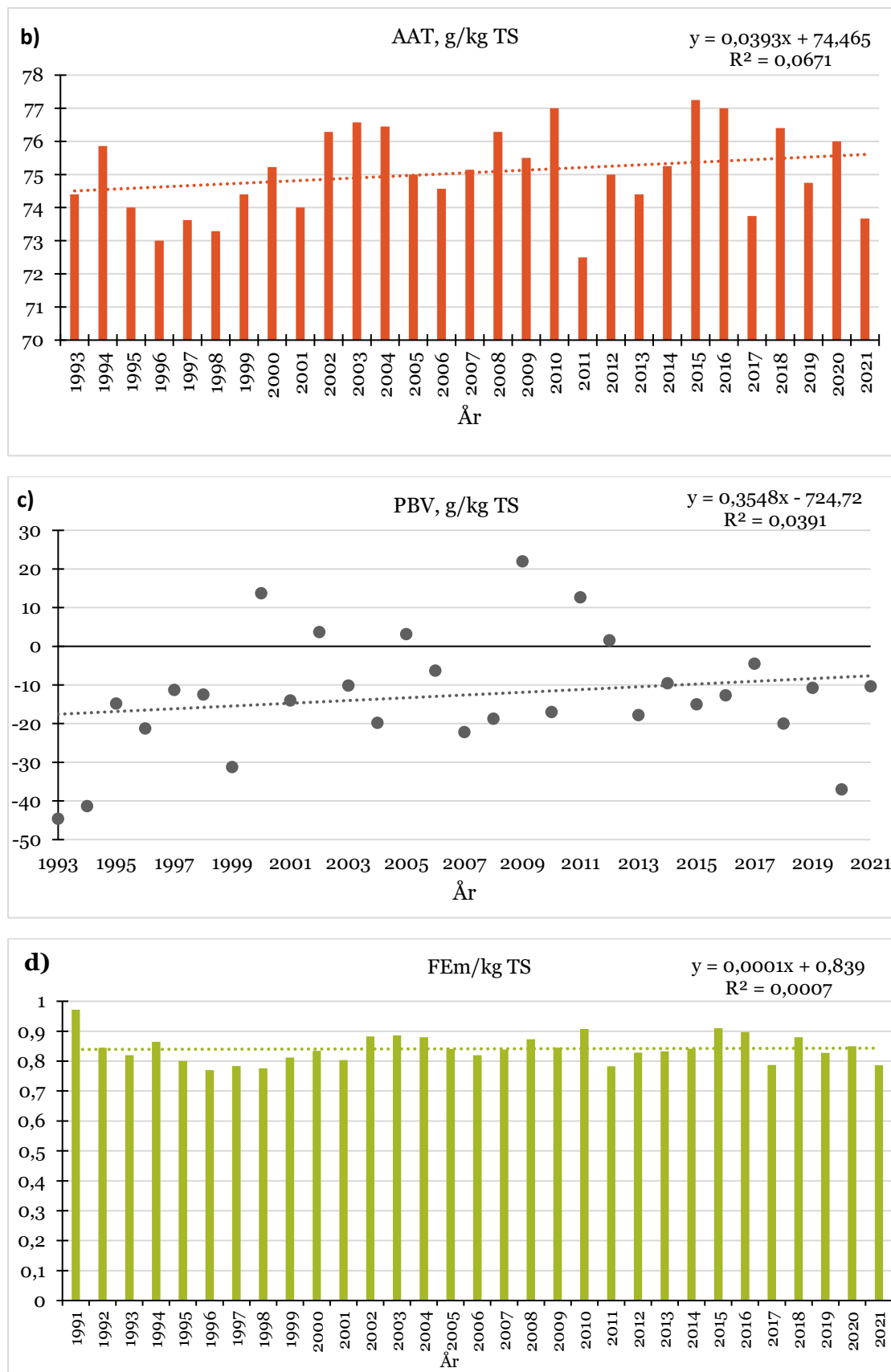
Figur 15 viser en regresjonsanalyse over gjennomsnittlig engavling og nitrogenfiksering i førsteslåttene på skiftene Austbotn, Hamburgskiftet, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia. Mengden fiksert nitrogen beregnes ut fra tørrstoffavling og belgvekstandel og følger derfor utviklingen i avlingsnivået. Analysen viser at avlingene har sunket for de fem skiftene på Tingvoll gard, fra avlinger på over 550 kg TS/daa i snitt i 1991 til mindre enn 400 kg TS/daa i snitt i 2021. Målt som energi har engavlingene blitt redusert fra ca. 450 til 350 FEm/daa i løpet av 30 års-perioden. Det er en tendens til at engavlingene har blitt redusert med rundt 5,5 kg TS/daa og 4,6 FEm/daa per år.



Figur 15. Regresjonsanalyse over gjennomsnittlige engavlinger fra førsteslått i kg TS/daa og FEm/daa, og nitrogenfiksering (N-fix) i kg nitrogen/daa og år for perioden 1991-2021 på skiftene Austbotn, Hamburgskiftet, Leiråkeren, Tingvollgjerdet og Tingvollia.

Analysene fra forrige rapport om Tingvoll gard (Ebbesvik m.fl. 2014) påviste avlingsnedgang i første- og andreslåttene over tid og fastslo at engalder, belgvekstandel, fosforinnhold i jorda og nedbørsforhold i vekstperioden var de viktigste faktorene for avlingsnivået i enga.





Figur 16. Analyser av førsteslått på økologiske engskifter på Tingvoll gard. a) gjennomsnittlig innhold av råprotein i g/kg TS, b) gjennomsnittlig innhold av PBV i g/kg TS, c) gjennomsnittlig innhold av AAT i g/kg TS og d) gjennomsnittlig energikonsentrasjon i FEm/kg TS. Stipla linjer viser regresjonsanalysene.

Innholdet av råprotein i avlinga fra første slått har ikke blitt lavere i løpet av 30-års perioden. Det er heller en svak tendens til det motsatte, som kan tyde på at førsteslått har blitt høstet på tidligere utviklingsstadium utover i perioden enn i starten. Innholdet av PBV (proteinbalansen i vom) og AAT (aminosyrer absorbert i tarmen) i gras fra førsteslått har vært nokså stabilt og viser en svak tendens til økning fra 1993 til 2021 som også kan tyde på tidlig høsting. Dette understøttes av Steinshamn m. fl. (2014) som fant at råproteininnholdet, PBV og AAT var høyere når enga ble høstet ved begynnende skyting hos timotei enn ved full skyting. Innholdet av kløver er viktig for råproteininnholdet, men råproteininnholdet har ikke blitt redusert selv om nitrogenfiksering og dermed kløverandelen i enga har blitt lavere med åra, se figur 15. Dermed er det kanskje tidlig høstetidspunkt heller enn kløverandel som er årsak til litt høyere andel råprotein, PBV og AAT i gras fra første slått mot slutten av 30-års perioden i forhold til i starten. Når høsting skjer ved et tidlig utviklingsstadium, reduseres både tørrstoff- og energiavlinga (Steinshamn m.fl. 2014). Dette sammen med lavt fosforinnholdet i jorda på flere av skiftene der engavlingene har blitt registrert kan være viktige årsaker til den nedadgående trenden i avlingsnivå fra førsteslått slik figur 15 viser. Fra 2015 har avlingsregistreringene vært gjennomført på fem ulike skifter på Tingvoll gard. Tre av disse, Hamburgskiftet, Tingvollgjerdet og Tingvolllia, har lavt innhold av fosfor i jorda, se figur 12. Dette kan ha ført til en overrepresentasjon i materialet vårt av skifter med lavt fosforinnhold og dermed lav avling.

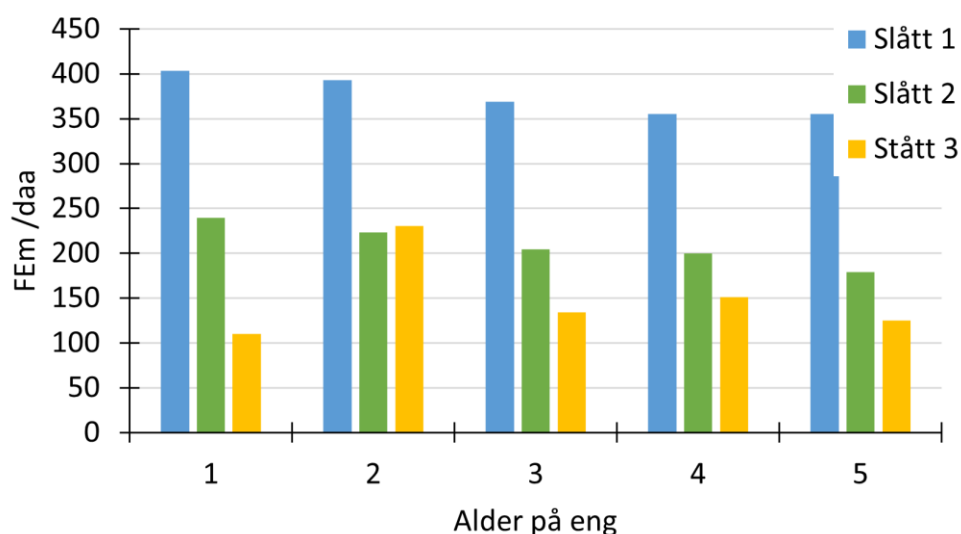
I tillegg viser figur 15 at nitrogenfiksering og dermed kløverandelen i førsteslått også har avtatt. Innhold av kløver har sterk effekt på avling, Steinshamn m.fl. (2014) fant at en økning i kløverandelen fra 10 til 30 % økte avlinga med 14 %. Kløverinnholdet i første slått har i snitt vært lavere enn 15 % i fire av de seks siste årene i 30 års-perioden. Faktorer som ikke er undersøkt, for eksempel beiting, effekt av dyretråkk, overgang til tyngre mekanisering og dermed fare for jordpakking, mangel på vekstskifte, som over tid kan gi problemer med for eksempel kløvertretthet kan også ha virket negativt inn på avlingsnivå.

Andre-, tredjeslått og beiting er ikke tatt med i avlingsberegningene som vi har vist her, så totalavlinga på de registrerte skiftene har derfor vært større enn det resultatene viser.

Energikonsentrasjonen i graset har holdt seg stabil i 30-års perioden, og sammen med litt høyere innhold av råprotein og AAT i graset ved slutten av perioden i forhold til ved starten, kan vi konstatere at fôrkvaliteten ikke har blitt redusert, men heller blitt litt bedre med årene.

3.5.3 Avlingsnivå og engalder

I figur 17 vises et gjennomsnitt over fôrenheter melk per dekar fordelt på slåtter og alder på enga. På tross av at enga blir eldre, forblir avlingene ganske stabile. Det har vært en tendens til at første- og andreslått synker noe med alder på enga, mens tredjeslått varierer mer mellom ulike engalder. Fôrenhetene per dekar er høyest i førsteslått sammenlignet med andre- og tredjeslått. I snitt var andreslått 166 FEm/daa lavere enn førsteslått. Det tilsvarer 45 % lavere FEm-avling enn førsteslått. Tredjeslått har i snitt hatt 60 % lavere FEm-avling enn førsteslått.

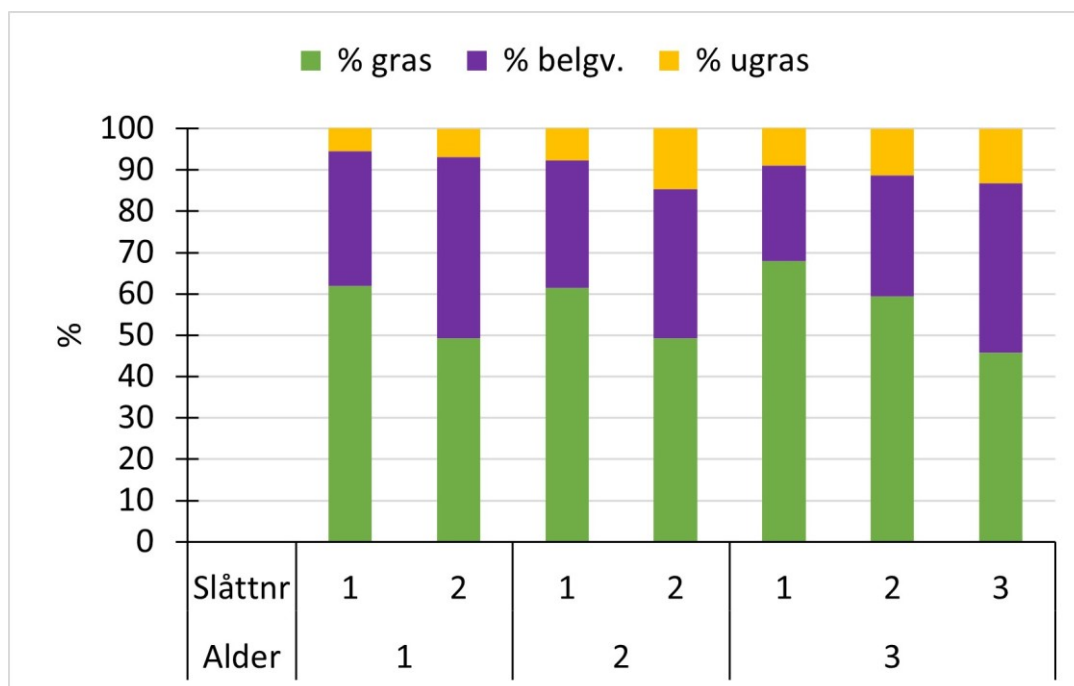


Figur 17. Gjennomsnittlig mengde fôrenheter per dekar (FEm/daa) for første-, andre- og tredjeslått og alder på enga i år.

Det er vanlig å forvente at avlingsmengden målt som FEm/daa synker fra første til tredje slått, da produktiviteten i enga går ned i løpet av vekstsesongen. Gardbrukeren har vanligvis 5 års rotasjon på enga for å opprettholde energimengden i avlinga over tid. FEm/daa synker litt hvert år ved første- og andreslått, men nedgangen har vært nokså beskjeden. Det virker som om energiavlingen holder seg nokså stabil på tross av at enga blir eldre og en rotasjon på 5 år virker å være fornuftig.

3.5.4 Kløverandel

Figur 18 viser andel gras, belgvekster/kløver og ugras fordelt på slått og alder på enga. Andelen er gjennomsnittsverdier fra fraksjoneringsanalyser som var utført i perioden 2008-2021. Andelen gras har variert fra 40 til 74 %. De høyeste andelen gras har vært i førsteslått hos eng med alder 3, 4 og 5 år. Andelen belgvekster har vært høyere i andreslått enn i førsteslått, og i engår 3 og 4 økte andelen ytterligere i tredjeslått. Samtidig sank grasandelen konsekvent utover i sesongen, mens ugraset økte litt jo eldre enga blei og utgjorde mest i tredjeslått de to siste engåra i vekstskiftet. Andelen belgvekster har i snitt variert mellom 15 % og 50 %.

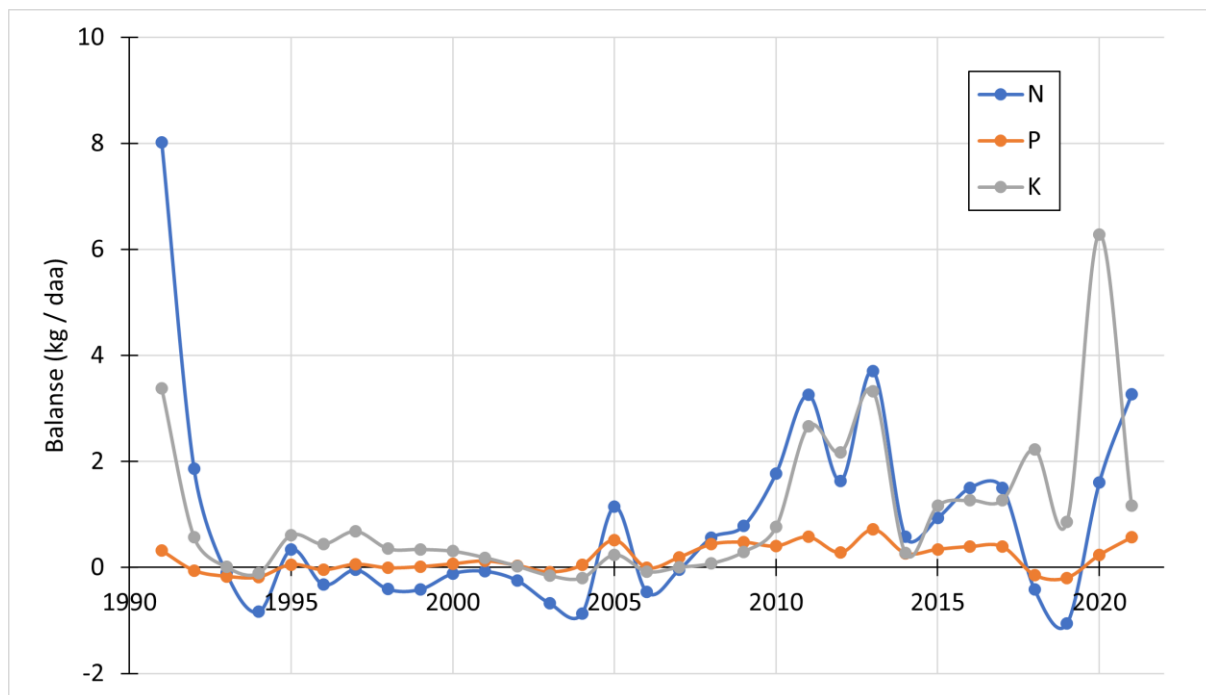


Figur 18. Gjennomsnittlig andel gras, belgvekster og ugras i prosent fordelt på slåttnummer og alder på enga.

I økologisk drift er kløver, med sin symbiose med nitrogenfikserende bakterier, veldig viktig. Fordelene med biologisk nitrogenfiksering er større i økologisk enn konvensjonell drift fordi det ikke er lov å tilføre lettløselig nitrogen via handelsgjødsel i økologisk drift. Kløveren er derfor en vesentlig nitrogenkilde og bidrar til næringsforsyning i det økologiske dyrkingssystemet. Det er viktig å legge til rette for at belgvekstene varer så lenge som mulig for å holde på N-forsyninga. En eng med kløverandel over 30 % kan fikse mellom 10-20 kg N/daa årlig (Sturite & Lunnan 2019). Kløver har også god fôr kvalitet og gir høyere fôropptak enn gras alene. Det kan derimot være usikkert om kløveren klarer å overvintre og den har lett for å bli utkonkurrert av grasarter. Kløverandelen vil derfor typisk gå nedover med økende engalder. En aktuell metode for å holde kløverinnholdet høyt over tid er å direkteså med kløver i etablert eng (Sturite & Lunnan 2019), men dette har ikke vært vanlig på Tingvoll gard fordi belgvekstandelen har holdt seg ganske bra helt til femte engår på de fleste skiftene.

3.6 Næringsbalanse

Næringsbalansene er et regnskap over hva som er tilført og fjernet av næringsstoffer på garden. I realiteten er det en handelsbalanse basert på kjøpte innsatsmidler, hovedsakelig frø, kraftfôr og grovfôr og solgte produkter som kjøtt, melk og livdyr. I figur 19 vises næringsbalansene på Tingvoll gard for hvert år fra 1991 til 2021. Regnskapet fra 2006 er trolig noe mangelfullt da det ikke er sikkert om alt innkjøpt kraftfôr er tatt med i beregningen og bør derfor sees på som veiledende.



Figur 19. Årlige næringsbalanser på Tingvoll gard for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) i kg/daa for årene 1991-2021.

Det første året var særlig nitrogenoverskuddet høyt, men også kalium har et tydelig overskudd dette året. Dette var før hele garden var omlagt til økologisk drift og det ble kjøpt inn kunstgjødsel. Alle arealene og husdyrholdet var økologisk godkjent i 1994. Forholdet mellom tilførsel og fjerning av fosfor har vært relativt balansert gjennom hele 30 års perioden. I enkelte år var det hhv. overskudd eller underskudd, men disse var veldig lave og var aldri over eller under 1 kg/daa. Videre kan man se at det fra omtrent 2010 følger noen år med tydelige variasjoner og overskudd av nitrogen og kalium sammenlignet med tidligere år. I denne perioden har også fosfor vært i overskudd, med unntak av i 2018. Nytt fjøs, flere dyr, økt melkekvote og mer innkjøpt kraftfôr og noe grovfôr har bidratt til at N og K varierer mer mellom år og har oftere overskudd fra 2010 enn tidligere. Et overskudd av disse næringsstoffene kan gi høyere næringsinnhold i jorda. Dette kan være en av årsakene til litt høyere kaliuminnhold i den fulldyrkajorda i 2021 enn tidligere, se figur 8 og 12.

4 Konklusjon

Samlet sett var endringene i næringsinnholdet i matjordlaget (0-20 cm) større enn i undergrunnsjorda (20-40 cm). I matjordlaget observerte vi en nedadgående utvikling i moldinnhold i løpet av 30-årsperioden. Beitearealene som ikke har vært utsatt for jordarbeiding hadde høyest innhold av mold gjennom hele 30-årsperioden og var kun én prosent lavere i 2021 enn i 1991.

Innholdet av P-AL, Ca-AL og Mg-AL i matjordlaget endret seg mye i perioden og var lavere i 2021 enn i 1991. Dette skyldes mest sannsynlig nedbør, gjødsling, mekanisk jordarbeiding og beiting av husdyr. Nivået for P-AL kategoriseres likevel som «godt» i fulldyrka jord. På fire fulldyrka skifter med lavt innhold av P-AL i 2009 hadde innholdet økt litt til 2021, men karakteriseres fremdeles som lavt. Disse skiftene var Tingvollgjerdet, Hamburgskiftet, Sagmyra og Tingvolllia. Det er grunn til å følge nøye med på fosfortilstanden på disse skiftene fremover og eventuelt sette inn tiltak for å hindre negativ effekt på avling. Men hittil har det ikke blitt observert så lav avling at spesielle tiltak har blitt gjort for å øke P-innholdet på disse skiftene.

Innholdet av K-AL har variert i løpet av perioden, men økte fra 1991 til 2021 både på fulldyrka jord og permanente beiter, og karakteriseres som optimalt. Kaliumreservene har sunket noe på fulldyrka arealer og økt på beitene i 30 årsperioden, men kaliumreservene karakteriseres likevel som store på Tingvoll gard.

Nærings- og moldinnholdet i undergrunnsjorda (20-40 cm) på de fulldyrka arealene har vært stabilt over tid. P-AL har gått litt opp og ned, men har holdt seg nokså stabilt. K-AL og Ca-AL har også variert, men innholdet var høyere i 2021 enn i 1991. Innholdet av Mg-AL var lavere i 2021 enn i 1991.

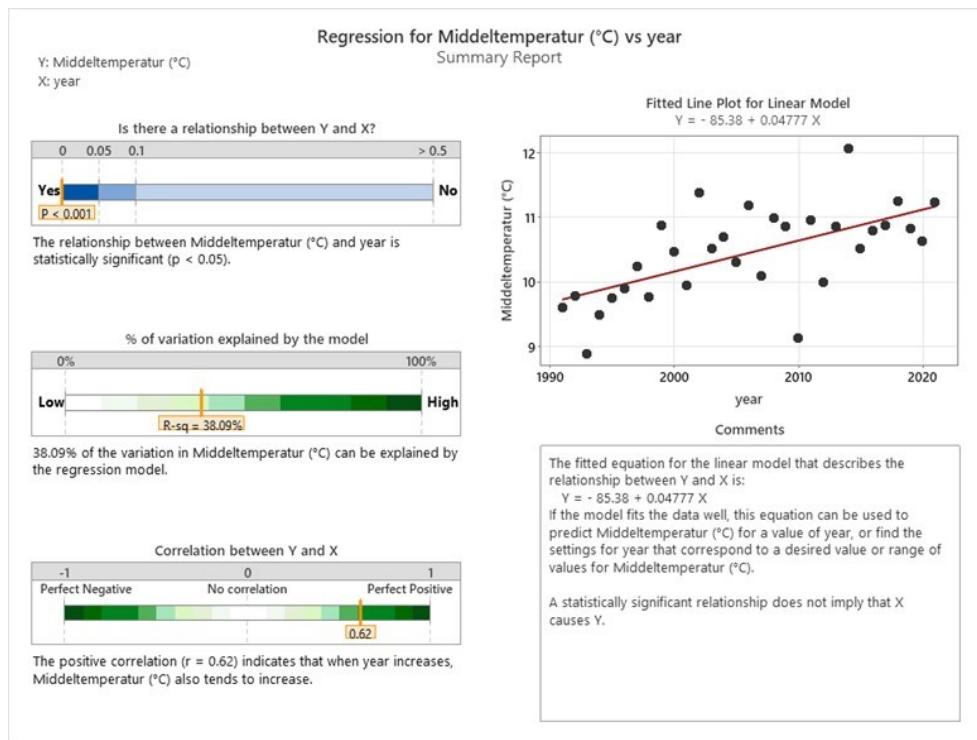
Gjennomsnittstemperaturen i vekstsesongen har økt med ca. 0,05 °C årlig i løpet av 30-års perioden. Samtidig viste engavlingene fra førsteslått en tendens til nedgang. Varmere vær kunne ha bidratt til høyere avlinger, men har heller ført til tidligere høsting og tre slåtter istedenfor to. Innholdet av råprotein, PBV og AAT i graset fra førsteslått tyder på at slåttene har blitt utført på tidligere utviklingsstadium i slutten av 30-års perioden enn i starten. Siden ikke avlingene fra alle slåttene og fra beiting er registrert, har totalavlingene vært høyere enn det vi har målt. Vi har ikke tatt hensyn til fordelingen av nedbør og temperatur i løpet av vekstsesongen, noe som kan hatt innvirkning på avlingsnivået. Likevel har kvaliteten på engavlinga og andelen gras og kløver vært stabil, uavhengig av engalder.

Næringsbalansen viser at Tingvoll gard de siste årene har hatt et overskudd av N, P og K gjennom innkjøp av kraftfôr og grovfôr, noe som kan føre til høyere nivå av disse næringsstoffene i jorda i årene som kommer.

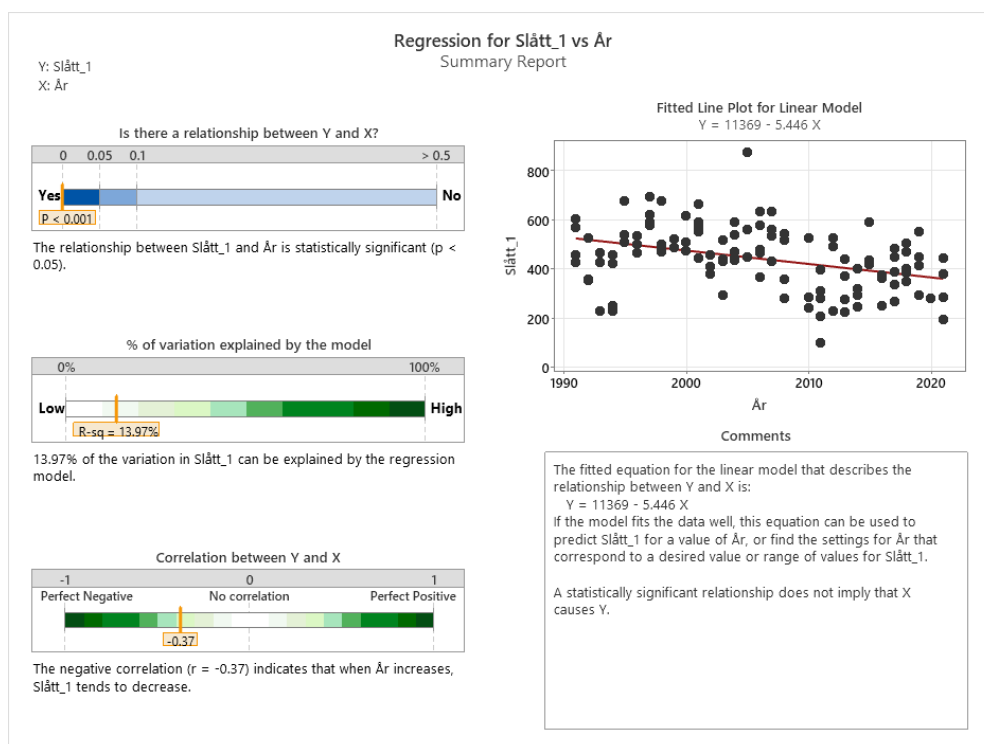
Referanser

- Ebbesvik, M., Solemdal, L., Løes, A. K., Serikstad, G. L., & Strøm, T. 2014. Jord, avlinger og næringsbalanser ved økologisk drift. Langtidsstudier på Tingvoll gard 1991-2013. Bioforsk Rapport Vol. 9 Nr. 165
- Eurofins (u.å.). Veiledning til jordanalyser. Tilgjengelig: Veiledning jord_feb2016.indd (eurofins.com)
- Kristoffersen, A. 2013. Fosforgjødsling til vårkorn i forhold til P-AL-nivå i jorda. I: Strand, E. Jord og Plantekultur 2013. Bioforsk FOKUS Vol. 8 nr 1. s 138-143. Tilgjengelig fra: Bioforsk-Fokus-2013-08-01.pdf (unit.no)
- Krogstad, T. 2009. Laboratoriemetoder til emnet JORD 212. JORDANALYSE. Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB
- Krogstad, T. & Løvstad, Ø. 1987. Fosfor i jord og vann. Tilgjengelig fra: Det-norske-myrselskap-1987 (unit.no)
- Krause, H.-M., Stehle, B., Mayer, J., Mayer, M., Steffens, M., Mäder, P. and Fliessbach, A., 2022. Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. *Agronomy for Sustainable Development* 42:117. 14pp. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00843-y>
- Løes, A.-K., Fritsvold, B. & Schmidt, K. 1996. Omlegging til økologisk landbruk. Norsk senter for økologisk landbruk og Landbruksforlaget: s 311-315
- NIBIO (u.å.). Gjødslingshåndboka. Kaliumkorreksjon til eng. Tilgjengelig fra: Kaliumkorreksjon til eng - Nibio
- NIBIO (u.å.). Gjødslingshåndboka. Bioforsk 2007. Redusert gjødslingsnorm for fosfor til korn. Tilgjengelig fra: Ny gjødslingsnorm for fosfor til korn (nibio.no)
- Nyborg, S. B. 1995. Biologisk nitrogenfiksering. Småskrift 6/95. Infosenteret, Forskningsparken i Ås AS.
- Pestalozzi, M. 1985. Metodikk for avlingskontroll paa eng. Sluttrapport-Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsraad (Norway). no. 597
- Pommeresche R., Serikstad, G.L., & Hansen, S. 2019. Karbondynamikk i landbruksjord. Tilgjengelig fra: Karbondynamikk i landbruksjord @ Agropub
- Strøm, T., & Ebbesvik, M. 2014. Økologisk mjølkeproduksjon—langtidsstudier på Tingvoll gard 1991-2013. Bioforsk Rapport Vol. 9 Nr.144
- Steinshamn, H., Adler, S., Frøseth, R. B., Lunnan, T., Torp, T. og Bakken, A. K. 2014. Avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka gras—raudkløvereng – samla analyse av eldre forsøksdata. Bioforsk Fokus vol 9 nr. 7. 40s.
- Sturite, L. & Lunnan, T. 2019. Verdien av kløver i eng. Buskap utgave 3. Tilgjengelig fra: Verdien av kløver i eng | Buskap
- Tajet, T. 2020. Magnesium. Magnesium – Kjernen i plantenes energifabrikk. NLR Viken. Tilgjengelig fra: Magnesium | NLR Viken
- TINE Produsentrådgivning 2003. Statistikkksamling 2002. TINE.

5 Vedlegg 1. Regresjoner



Figur A. Regresjon for gjennomsnittlig middeltemperatur i vekstsesongene i årene 1991-2021



Figur B. Regresjon for gjennomsnittlige engavlinger fra førsteslått på fem skifter på Tingvoll gard i årene 1991-2021



Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.

Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfagleg forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn. Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

Besøks- /postadresse

Gunnars veg 6
6630 Tingvoll

Kontakt

Tlf. +47 930 09 884
E-post: post@norsok.no
www.norsok.no