

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne oppgaven betegner slutten av en 2-årig mastergrad utdanning i Plantevitenskap på UMB. Tema for oppgaven er valgt i samarbeid med prof. Tore Krogstad som også har vært veileder under skriving av oppgaven. Dyrking av forskjellige vekster på friland og i veksthus er avhengig av jord som voksemedium. Uten jord som inneholder nødvendig næring for planter kan de ikke dyrkes, i hvert fall ikke nok til jordas fortsatt voksende befolkning. Derfor har jeg vært opptatt av jord og dens rolle i plante produksjon, avling og plante kvalitet. Oppgaven er ganske omfattende og gir mulighet til videre undersøkelser, med aktuelle tema tilknyttet dagens miljøpolitikk.

En stor takk til veilederen min Tore Krogstad som har hjulpet meg mye under arbeidet med oppgaven, viste interesse og tålmodighet, og tok seg alltid tid til å møte meg og diskutere arbeidet mitt. Din rolighet og vennlighet har bidratt masse for ikke å miste motet når ting i mine øyne ikke så veldig lyst ut.

Det har vært tøffe tider med stress, misnøye og en del timer jeg måtte være borte fra familien min for å kunne klare å gjennomføre mastergraden min. Dere fortjener derfor en spesiell takk for all den støtten og forståelsen jeg fikk av dere under studiene mine. Håper at jeg i nærmeste framtid kan vise dere at det har vært verdt det.

Ås-UMB, 14. mai 2010

Helga Amdahl

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	4
Abstract	6
1 Innledning	8
1.1 Avgrensninger og problemstillinger	8
1.2 En teoretisk gjennomgang av viktige aspekter ved gjødselplanlegging og modeller som brukes	9
1.2.1 Generelt om P	9
a. P i jordvæska	10
b. Uorganisk P i jorda	10
c. Organisk P	10
1.2.2 Generelt om K	11
a. K i jordvæska	11
b. Utbyttbar K	12
c. Ikke utbyttbar K	12
d. K i mineraler	12
1.3 P og miljø	13
1.4 Gjødslingsplanlegging	14
1.4.1 Beskrivelse av gjødslingsprogrammet Skifteplan	14
1.4.2 Beskrivelse av Yara sin gjødslingshåndbok for gjødsling med K og P	21
1.5 Jordanalyser som redskap i gjødslingsplanlegging	24
1.5.1 Utviklingen over tid i antall jordprøver	24
1.5.2 Vurdering av P behov ut fra jordanalyser. Endringer i bruk av P. Balansert gjødsling. Normtall a. Justeringer i anbefalt P gjødsling	25
2 Metoder	27
2.1 Innsamling av data over gjødselforbruk	27
2.2 Innsamling av data på jordanalyser for P	28
2.3 Bruk av Skifteplan	28
2.4 Yara sin gjødselhåndbok	29
2.5 Spørreundersøkelse blant ringledere og gårdbrukere angående Skifteplan	29

3 Resultater og diskusjon	33
3.1 Gjødselforbruket i Norge og i ulike regioner over tid. Hovedvekt på P	33
3.2 Utvikling i P-AL i regioner (Romerike og Jæren)	36
3.3 P-AL tall i utvalgte kommuner gjennom tiden. Analyse og diskusjon	37
3.4 Drøfting av modeller/resultater ved bruk av gjødslingsprogrammene	39
3.4.1 P modell	39
3.4.2 K modell	42
3.4.3 pH beregning	46
3.4.4 Erfaringer med Skifteplan ut fra spørreundersøkelsen	49
a. Resultater fra Landbruksrådgivningskontorer	49
b. Resultater fra spørreundersøkelsen som ble sendt ut til gårdbrukere	52
4 Konklusjon og Kommentarer	57
5 Referanse	59

Vedlegg

Sammendrag

Fosfor (P) er nødvendig næringsstoff for alle planter. Den finnes i naturen i sedimenter, det utvinnes derifra og tilsettes i handelsgjødse. P er en begrensende resurs og det finnes forskjellige prognoser om hvor lenge den kan utvinnes før det tar slutt. I Norge har det blitt overgjødset med P i ca femti år, P forbruket kulminerte i begynnelsen av 80 tallet, men etter det har forbruket bare gått ned. I løpet av disse 50 åra har P-AL tallet i jorda gått kraftig opp, spesielt i områder hvor det er mye husdyr og grønnsaksdyrking. Høye P-AL tall i kombinasjon med utvasking fører til oppblomstring av alger i vann og ødeleggelser av miljøet, som er et veldig aktuelt diskusjonstema i dag. Nedgangen i P forbruket de siste 20 årene er et resultat av arbeidet for å redusere de høye P-AL tall i jorda og med dette også forbedre miljøet.

Siden P er en begrensende resurs, er det viktig å balansere P-forbruket ut fra optimal avling, men ikke mer enn det. Til hjelp for å tilføre optimale mengder gjødse for forskjellige vekster er det blitt laget et data program som heter Skifteplan. I dag brukes Skifteplan aktivt av gårdbrukere selv eller rådgivningstjenesten som hjelpemiddel i å planlegge gjødsling. Programmet inneholder modeller for blant annet K, P og pH beregninger. Disse modellene har blitt testet i denne oppgaven.

I tillegg har det blitt laget en spørreundersøkelse som er sendt ut til gårdbrukere i Hedmarken Landbruksrådgivning og til 38 landbruksrådgivningskontorer i hele landet. Spørreundersøkelse gjaldt bruken av Skifteplan og vurdering av K, P og pH modeller.

Det har blitt sett på forbruket av P i Norge gjennom handelsgjødse i en periode fra 1950 fram til i dag. Data om utvikling av P-AL tall i jorda ble samlet inn for Romerike, Jæren og Rogaland og analysert. Bruken av husdyrgjødse påvirker P-AL tall i jorda betydelig og har blitt tatt med i diskusjonen.

Ved sammenligning av modeller for K mellom Skifteplan og Yara viste det seg at det er betydelige forskjeller i anbefalte mengder K blant disse to beregninger. I eksempelet som ble brukt i oppgaven var forskjellen i anbefalt mengde K til gras opp til 65,2 kg K/daa for en 5 års periode.

Det ble også gjort en teoretisk vurdering av nedtapping av P-AL under forutsetning at det ikke skjer noen påfylling fra andre P-fraksjoner i jorda eller fra gjødse. Resultatet viste at ved P-AL 20, som er vanlig P-AL tall i områder med husdyrproduksjon, blir antallet år for å redusere P-AL ned til 7 hele 22 år.

Fra tallene som ble hentet fra SSB ser vi at P forbruket gjennom handelsgjødsel har gått ned og ligger i dag på rundt 12 000 tonn.

Fra spørreundersøkelsen blant veiledere kommer det fram at forskjellige veiledere bruker Skifteplan på forskjellige måter og har forskjellige forventninger til programmet. Det er en del som vil ha klare beskjeder fra programmet om anbefalingene for forskjellige næringsstoffer og kalking, som skal stemme overens med den tilstanden jorda er i. De andre er fornøyde med å få et utgangspunkt i næringsbehovet for forskjellige vekster og så gjør de videre justeringer etter lokale forhold og erfaring.

pH som beregnes av Skifteplan år etter år viser seg ofte ikke å stemme med den virkelige pH tilstanden av jorda, og det er vist ved å analysere skiftene på en gård.

Beregning av kalkmengder i forhold til innholdet av organisk materiale i jorda slår også uheldig ut i visse tilfeller. I programmet brukes det en inndeling i 5 grupper av organisk materialet. Denne inndelingen er i utgangspunktet ikke nøyaktig nok. Slik systemet er i dag vil det i praksis si at det aller meste av norsk dyrka mineraljord kalkes likt uten å ta hensyn til innhold av organisk materiale.

ABSTRACT

Phosphorus is necessary for all plants. In nature P is found in sediments, it is explored from there and we add it to fertilizers. Phosphorus is a limited source and different prognoses about how long phosphorus reserves will last exist. It has been over fertilized with P for more than 50 years in Norway and the maximum use is reached in '80, after which the use of P through the fertilizers decreased. In these 50 years P-AL has increased, especially in areas where we find cattle and production of vegetables. High P-AL numbers in combination with humid climate and water runoff has resulted in eutrophication of water bodies, which is a hot topic in the discussion today. The decrease in P use after '80 is the result of effort to reduce high P-AL numbers in soils and with that to improve the environment.

Since P is a limited source it is important to balance the use of P according the crops need of fertilizers. A data program, Skifteplan, was made to help farmers in fertilizer planning for different crops. Farmers and advising companies use Skifteplan actively today to plan fertilizing on their farms. This program includes potassium, phosphorus and pH models that are used in calculations. These models have been tested in this thesis.

One exploration has also been made and was send to farmers in Hedmarken Landbruksrådgivning and to 38 adviser companies in whole Norway. Exploration was about the use of Skifteplan and evaluation of the K, P, and pH models.

The use of P through the fertilizers was analyzed in the period from 1950 until today. Data about developing of P-AL in soils were collected from Romerike, Jæren and Rogaland and the results analyzed. Use of manure influence on P-AL numbers in soils is discussed in the thesis.

Significant differences can be seen in K amount recommended in the calculations done by use of Skifteplan and Yara. From the example that is shown in this thesis a difference in recommended K amount over a 5 years period of meadow of up to 65,2 kg/daa is seen.

A theoretical evaluation of the reduction of P-AL was done. The calculation showed that if P-AL is 20, which is usual to see in districts with a lot of cattle, 22 years are needed to reduce P-AL to 7. From the data collected from SSB we can see that the P consumption through mineral fertilizer has decreased and the amounts used today is around 12 000 tons per year.

From the exploration that was done among advisor companies we can see that each advisor use Skifteplan in different ways and has different expectations to the program. Some of them wants to get straight information from the program about recommendations for different nutrients and liming, which is in accordance with the soil status. The others are satisfied to get a basis in what the plants need and then they do their own adjustments after local conditions and experience.

pH calculated in Skifteplan from year to year does not seem to agree with the real pH change in the soil measured by soil analysis. This is shown in the evaluation of fields on one farm.

Calculation of the amount of lime use related to the amount of organic material in the soil is in some situations not logical. Skifteplan divides amount of organic matter in 5 groups. This division doesn't seem to be detailed enough. By using the model of today the same amount of lime is used for almost all cultivated mineral soil more or less independent of the organic matter content.

1. INNLEDNING

Utover på 1980-tallet ble det satt mer fokus på miljøaspektet innen jordbruksnæringen og dette tvang etter hvert fram en sterkere kontroll og dermed planlegging av gjødselbruken i landbruket. I 1998 ble alle gårdbrukere pålagt å ha en gjødselplan. I dag inngår denne i en pålagt miljøplan for gården. Planen kunne lages manuelt eller med bruk av dataprogrammer. Målsetning med denne type plan er blant annet å redusere bruk av P gjødsel som har vært veldig høy i tiden etter andre verdens krig og å få en mest mulig balansert og økonomisk bruk av næringsstoffer til produksjon av fôr og mat med høyest mulig kvalitet.

Planteplan var det første data programmet i Norge som ble utviklet og tatt i bruk i gjødslingsplanlegging. Det ble utarbeidet på Ås i siste halvdel av 1980-årene som et samarbeid mellom NLH, Forsøksringene, Yara og Statens Forskningsstasjoner i landbruket. Dette var et forskningsbasert program som ble brukt parallelt med Skifteplan som ble utarbeidet i Hedmark forsøksring tidlig på 1990-tallet og som mer var basert på resultater fra lokale forsøk i forsøksringene. Planteplan var i drift til for et par år siden og ble da kjøpt opp av Skifteplan. I dag er det Skifteplan som er det rådende programmet brukt til gjødslingsplanlegging, men noen andre programmer eksisterer også, men brukes kun med lokal tilpassing i små områder.

1.1 Avgrensninger og problemstillinger

Fosfor (P) og kalium (K) er to viktige makronæringsstoffer for plantenes normale vekst og utvikling. For å sikre optimalt opptak av disse næringsstoffene må vi ha optimale mengder av dem i jorda. Ved å ta jordprøver og analysere for P og K får vi vite deres status i jorda. Ut fra analyseresultatene og plantenes behov for disse stoffer foretar vi gjødsling hvert år. I dag er Skifteplan det dominerende programmet i bruk, det oppdateres jevnlig og er hovedprogrammet i forsøksringene i hele landet. Det finnes også mulighet for manuell planlegging av gjødsling, og da er det Yara sin gjødselhåndbok (Yara, 2009/2010) eller Bioforsk sin gjødselhåndbok (Bioforsk, 2010) som brukes.

Det legges i dag stor vekt på miljøaspektet når det gjelder bruk av P gjødsel og P-AL tall i jorda. Områder med stor husdyr og grønnsaksproduksjon har ofte altfor høye P-AL tall i jorda som fører til stor avrenning av P i vassdrag som igjen fører til oppblomstring av alger i elver og bekker. Dette er ikke en ønskelig situasjon. For å belyse dette nærmere blir det vist og vurdert hvordan gjødselforbruket har utviklet seg i Norge over tid samt hvordan utviklingen i P-AL tallene har vært

innen to viktige jordbruksområder i perioden fra 1960 fram til i dag og om man kan forvente noen raske endringer i fosfornivået i jorda i tiden framover.

Skifteplan har vært i bruk i ca. 20 år og selv om den oppdateres jevnlig finnes det visse beregninger i programmet som ikke alltid er samsvarende med den virkelige situasjonen ute i åkeren. I denne oppgaven blir modeller for beregning av K og P vurdert. Disse modellene blir også sammenlignet med modeller som Bioforsk har utarbeidet og som finnes i Yara sin gjødselhåndbok og som er noe avvikende fra det som brukes i Skifteplan.

For å få et bedre bilde av hvordan programmet virker i praksis ble det laget en spørreundersøkelse blant gårdbrukere i Hedmarken Landbruksrådgivning og blant Forsøksringene i Norge om erfaringer med programmet og forslag til forbedringer. Det ble spesielt lagt vekt på hvordan Skifteplan beregner P behov ut i fra P-AL tall i jorda og i spørreundersøkelsen prøver vi å få svar i hvor stor grad disse anbefalingene følges av gårdbrukerne.

pH og kalking er viktige parametre for tilgjengeligheten av bl.a. fosfor og mikronæringsstoffer. Det blir også gjort en vurdering av hvordan Skifteplan beregner endringer i pH og kalkbehov sammenlignet med det som måles når nye jordprøver tas etter noen år.

Som innledning til egne undersøkelser blir det også gjennomgått teori omkring P og K samt en beskrivelse av gjødslingsplanprogrammer og viktige aspekter knyttet til bruken av disse.

1.2 En teoretisk gjennomgang av viktige aspekter ved gjødslingsplanleggingen og modeller som brukes

1.2.1 GENERLT OM P

P er en av de 17 næringsstoffene som planter trenger for å kunne fullføre sin livssyklus. Sammen med N, K, Ca og Mg tilhører P makronæringsstoffer, som betyr at plantene trenger den i relativt store mengder. Når P kommer i plantene blir den knyttet til energirike bånd i organiske molekyler og tar rolle i stoffskiftet. Derfor er det mye P der det er aktiv vekst for eksempel i unge vev men også i frø fordi organiske fosforbindinger har rolle som lager av energi for spiring. I celledemembraner finner vi P bundet til fettlignende stoff som hjelper med transport av Ca^{2+} og andre to verdig ioner gjennom membranen. P er en viktig del av arvestoffet DNA og RNA som har nøkkelrolle i danning av proteiner. P er lett rørelig i plantene og transporteres både oppover og nedover. Den tas opp som H_2PO_4^- ,

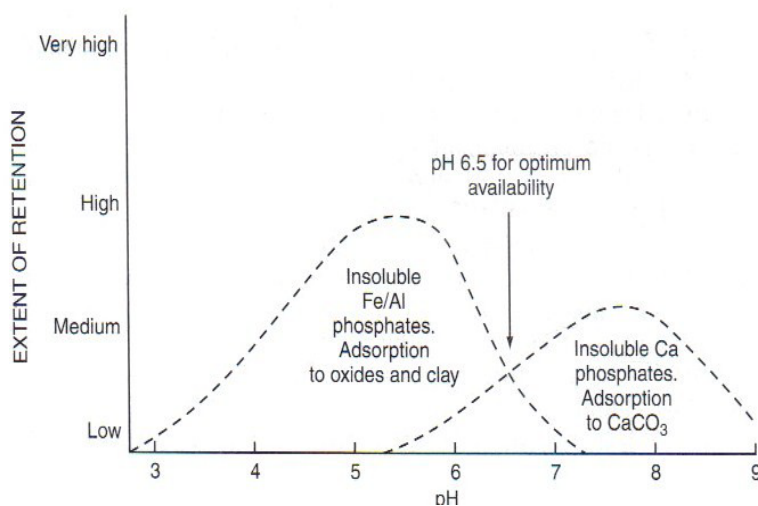
HPO_4^{2-} , og organiske molekyler (Aasen, 1997). I jorda finner vi P i jordveska, P kan være bundet til primære og sekundære mineraler og så finner vi P i organisk materiale (Havlin et al., 2005).

a. P i jordvæska

Opptretter i form av ioner, H_2PO_4^- og HPO_4^{2-} . Hvilken av de to ionene dominerer avhenger det av pH i jorda. Når pH er under 7,2 er det mer av H_2PO_4^- og når pH er over 7,2 så er det HPO_4^{2-} som det finnes mest av. Når pH er akkurat 7,2 så har vi likevekt mellom de to ionene. Plantene tar opp HPO_4^{2-} mye langsommere enn H_2PO_4^- og det har vist seg at delen av røtter som tar opp P mest aktivt er det unge vevet nær rot spissen. Konsentrasjonen av P i jordveska avhenger av oppløselighet av P mineraler. I sur jord finner vi mest Al-P og Fe-P mineraler mens i nøytral og basisk jord finner vi mest Ca-P mineraler (Havlin et al., 2005).

b. Uorganisk P i jorda

Når vi tilfører P i form av gjødsel og når organisk materiale mineraliseres i jorda sånn at uorganisk P blir frigjort skjer det adsorpsjon og utfelling. Dette skjer i tilfellet når P ikke tas opp av planter og når mikroorganismer ikke tar den i bruk. Uorganisk P i jorda adsorberes til mineralenes overflate eller felles som sekundære P komponenter. I sur jord adsorberes innorganisk P til Fe/Al oksidens overflate og leire mineraler mens i nøytral og basisk jord adsorberes P til CaCO_3 og leire mineraler. For plantenes optimal opptak av P anbefales pH 6,5 (Figur 1) (Havlin et al., 2005).



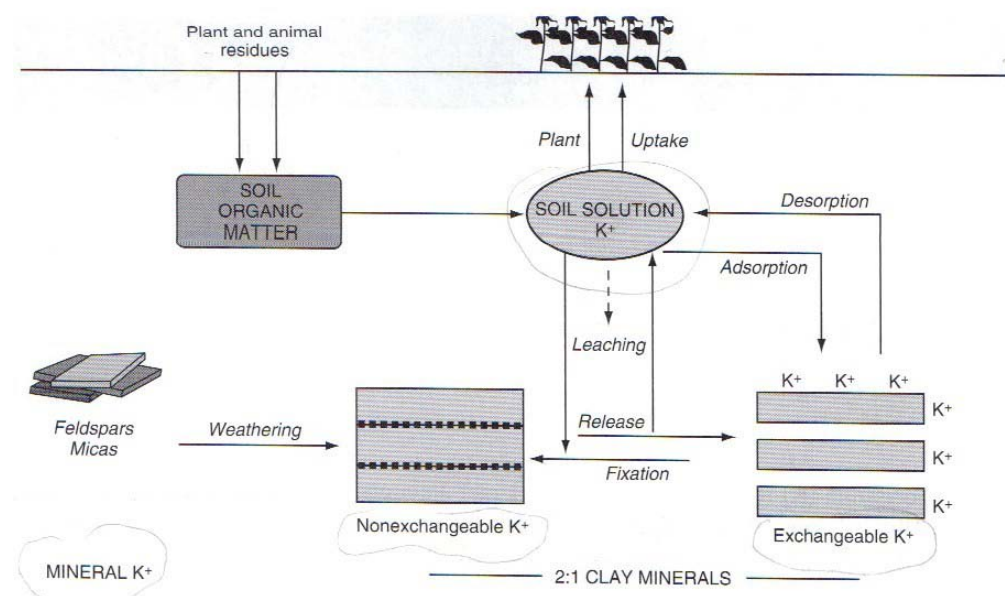
Figur 1 Effekten av pH på adsorpsjon og utfelling av P (Havlin et al., 2005)

c. Organisk P

Organisk P utgjør ca 50 % av den totale P mengden i jorda. Mengden av organisk P minker med dybden i jorda. Organisk P i jorda øker med økende organisk C or/eller N (Havlin et al., 2005).

1.2.2 GENERELT OM KALIUM

Kalium tas opp av planter i store mengder. Mengder av total K innhold i jorda er som regel mer enn nok for planter i vekst sesongen men som oftest er det bare en liten del av det som er tilgjengelig for planter. I sand jord, finner vi mindre K enn i leire og jord som har mye K mineraler i seg. I jorda finner vi K i 4 former: 1) K i jordveska 2) utbyttbar K 3) ikke utbyttbar K og 4) i mineraler. K kan forandre sin form i jorda dvs. at den kan gå fra å være for eksempel utbyttbar til å være K som er direkte tilgjengelig i jordvæska (Figur 2). Når plantene tar opp K eller når K vaskes ut, etter kraftig regn eller om våren når snøen smelter, skjer det forvitring av primære mineraler til utbyttbare og tilgjengelige former. I tilfellet tilføring av store mengder K i form av gjødsel bindes det en del av K til K-mineraler som er tilgjengelige for plantene men over lengre tid (Havlin et al., 2005).



Figur 2 K syklus i jorda (Havlin et al., 2005)

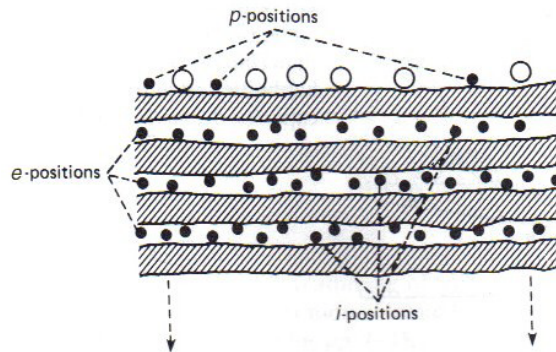
a. K i jordvæska

Planterøtter tar opp K i form av K^+ fra jordvæska. Opptaket skjer via diffusjon og masse strømming (mass flow).

Diffusjon av K er en ganske langsom prosess sammenlignet med masse strømming og skjer bare fra 1 til 4 mm avstand fra røtter, men likevel bidrar den med ca 90 % av all røttenes K adsorpsjon. Optimalt innhold av K^+ ioner i jordvæska for plantenes optimal opptak er 1-10 ppm (Havlin et al., 2005).

b. Utbyttbar K

K^+ ioner blir adsorbent på overflata av negative kolloide partikler som finnes i jorda. Det finnes tre typer posisjoner hvor K^+ kan bindes på negative overflater og det er planar posisjon (p), kant posisjon (e), og inne posisjon (i) (Figur 3). P posisjon er ikke spesifikk mens e og i posisjoner er veldig spesifikke. Når plantene bruker K fra jordvæska kommer det nye K ioner fra først og fremst p posisjoner men også fra e og i posisjoner (Havlin et al., 2005).



Figur 3 Binding posisjoner av K på 2:1 leiremineraler (Havlin et al., 2005)

c. Ikke utbyttbar K

Ikke utbyttbar K er tilgjengelig for planter men det tar lang tid før det er i jordvæska hvor plantene kan ta det opp, og derfor sier vi at denne formen av K ikke er tilgjengelig for planter i løpet av en vekstsesong. Før det kommer i jordvæska bidrar den betydelig til økning av utbyttbar K (Havlin et al., 2005).

d. K i mineraler

K-mineraler i jorda er K-feldspater (orthoclase og microcline) og glimmer (muskovite, biotite og phlogopite). For at disse etter hvert skal bli tilgjengelig for planter må de gjennom en forvittringsprosess (Havlin et al., 2005).

Tilgjengelighet av K-mineraler for planter: biotite > muskovite > K-feldspater

K-feldspars er de største K reserver som finnes i jorda. De har en tre dimensjonal krystall struktur med K plassert gjennom mineralenes lag. K fra feldspater kan bli tilgjengelig for planter bare hvis vi ødelegger mineralstrukturen (Havlin et al., 2005).

Plantene tar opp K i form av K^+ ioner, opptaket er aktivt og raskt. Mesteparten av K tas opp i den vegetative vekstfasen. Større opptak av K kan hemme opptak av andre kationer som for eksempel Ca^{2+} , Mg^{2+} og Na^+ , og omvendt disse kationer kan hemme opptak av K^+ . Et slik forhold mellom ioner

kalles *antagonisme*. K er veldig bevegelig i plantene og transporteres raskt fra eldre til unge blader. Mesteparten av K finner vi vev som er i sterkt deling. I plantene opptre K i form av K^+ ion dvs. at den bygges ikke i organiske forbindelser. Den største rollen K har i plantene er knyttet til vannhusholdning, osmotiske potensialet i celler og gjennom cellemembranen. Planter som har god tilgang på K har som regel høy saftspenning, transpirerer mindre og bruker mindre vann per kg produsert tørrstoff (Havlin et al., 2005). K er knyttet til syntese og transport av fotosyntater til plantenes reproduktive og lagrings organer og samtidig omdanning til karbohydrater, proteiner, oljer osv. Optimalt opptak av K i frukt og grønnsaker bedrer størrelse på frukten, farge, smak og skall tykkelse som er viktig i lagrings kvalitet og transport (Havlin et al., 2005). K mangel i plantene fører til nedsatt vekst, visning av bladspisser og bladkanter, nedsatt saftspenning, evnen til å tåle tørke og frost blir redusert og korn kan bli utsatt for legde fordi støttevevet blir dårlig utviklet. Plantene blir i tillegg mindre motstandsdyktige for sopp og andre sykdommer (Aasen, 1997).

1.3 P OG MILJØ

Det er ikke tvil om at P er helt nødvendig for all slags planteproduksjon. Selv om det finnes mye P i enkelte jord betyr det ikke at P er tilgjengelig for plantene, derfor gjødsles det med P. Så langt er det ikke påvist noe direkte skadelig effekt av P for hverken mennesker eller dyr.

Når det gjelder P og dens rolle i miljøet ser vi at den påvirker mest kvaliteten av grunnvann, og ferskvann. P sammen med N er den begrensende faktoren for biologisk produksjon i vann økosystemer. P stimulerer primær produksjon i ferskvannssystemer dvs. vekst av alger og vannplanter. Over $100\mu\text{g P/L}$ betegnes som høyst uakseptabelt for nesten alle fersk vann, mens bare $10\mu\text{g P/L}$ kan føre til skader i enkelte vann og de skadene er mest i form av eutrofiering. Eutrofiering defineres som økende næringsinnhold i naturlig vann som fører til økende vekst av alger og vannplanter. Mye alger og vannplanter i vann fører til redusert O_2 konsentrasjon, redusert lys gjennomgang i større dybder, økende vekst av ugrass, økende sedimentasjon, og større turbulens som igjen fører til blant annet redusert plantemangfold og i ekstreme tilfeller dødelighet av fisk i vannet. Blant uønskede forandringer som skjer som følge av eutrofiering er også store kostnader for vedlikehold av vann som brukes til rekreasjon, ubehagelig lukt som oppstår, insekt problemer, alger på vannoverflater, grunnere vann og forsvinning av ønskede fiske bestander. Eutrofiering skjer ikke bare som følge av for høye P konsentrasjoner i vannet, men er konsekvens av et samspill mellom N, P, temperatur, ledningsevne, lys, og fysiske og hydrologiske karakteristikk av ferskvann. I salt vann og elvemunninger er det innholdet av N som påvirker eutrofiering mest, mens P er den begrensende elementet i ferskvann systemer. For å kunne bestemme hvilken av de to elementene (N eller P) som

påvirker eutrofiering mest kan vi se på forholdet mellom N og P i et vann. Hvis N:P er >16:1, er P mest sannsynlig den som begrenser biologisk produksjon mest. Hvis N:P er < 16:1 så er N den som er mest begrensende. Et vann går gradvis gjennom en eutrofieringsprosess ved input av næringsstoffer. De fire stadiene i denne prosessen er: oligotropisk, mesotropisk, eutropisk og hypereutropisk (Pierzynski, kap.6, 2005).

I saltvann finner vi noe som kalles *hypoxia* og knyttes til redusert O₂ konsentrasjon i vannet dvs. en situasjon når forbruket av O₂ er under de konsentrasjonene som sikrer en normal livssyklus for fisk og virvelløst dyr. O₂ konsentrasjoner under 2 mg/L fører som regel til *hypoxia* (Pierzynski, kap.6, 2005.).

For at et vann skal være sunn/frisk må den inneholde *submerged aquatic vegetation (SAV)*, dvs. nedsenkede vann planter og organismer som lever i vannbunn. SAV fungerer som filter for forurensende stoffer, skaper mat for vadefugler, reduserer bølgeenergi, hjelper med sedimentasjon, og absorberer næringsstoffer som fremmer oppblomstring av alger (Pierzynski, kap.6, 2005).

De seneste forskningene på alger og deres påvirkning av menneskehelse og økosystemstilstand, økte bevisstheten av problemer som forekommer som følge av diffus tilførsel av næringsstoffer til ferskvann, spesielt N og P. Harmfull algal blooms (HAB), dvs. oppblomstring av harmfulle alger fører til masse dødelighet av dyrket fisk og skalldyr, menneskesykdommer og død pga. giftig sjømat, kontakt med forgiftet vann, sykdom og dødelighet av vannpattedyr, sjøfugl og andre dyr. Noen av HAB kan produsere neurotoksiner og hepatoksiner, og disse stoffene viste seg å forårsake dødsfall av husdyr og vilt, og en sjelden gang menneskelig død også (Pierzynski, kap.6, 2005).

1.4 GJØDSLINGSPLANLEGGING

1.4.1 Beskrivelse av gjødslingsplanprogrammet Skifteplan

Skifteplan passer for veiledningstjenesten og den enkelte gårdbruker. Det leveres i to versjoner, for veiledningstjenesten er en versjon med tilgang til bruksregister med flere gårder, og for gårdbrukere er den samme versjon, men de kan bare registrere et bruk. Her gis en oversikt over de viktigste delene i programmet og hvordan disse i grove trekk fungerer. Detaljer over funksjoner ligger i hjelpefunksjoner i selve programmet og i beskrivelsen Skifteplan – Brukerhåndbok (Agromatic, 2007). Programmet forhandles av Agrodata Øst (www.agro.no).

En kan få følgende ut fra programmet:

- Kart over eiendommen.
- Mulighet å lage forskjellige temakart.

- Programmet beregner seg fram til best egnet gjødselslag ut fra opplysninger om blant annet såtid, avlingsnivå, jordanalysetall, husdyrgjødsling, fjorårets vekstsesong.
- Regner ut eventuelt nødvendig kalkmengde. Varsler om mangel på mikronæringsstoffer.
- Diverse utskrifter.
- Historiske data for et tidsrom bestemt av bruker kan lagres og hentes fram på skjerm eller sendes til skriver.
- Dekningsbidragskalkyle per skifte og for hver enkelt vekst for gården totalt.

Det er viktig å huske at det som kommer ut av programmet avhenger av det som legges inn i det. En må være nøye med å ta jevnlige jordanalyser og være nøye med registreringene.

Tabellene som brukes i Skifteplanen

- Veksttabeller

Veksttabellene er utarbeidet av Planteforsk (nå Bioforsk) i samarbeid med planteernæringsmiljøet ved UMB og inneholder sentral informasjon om vekster, avling og gjødsling. I tillegg har Landbrukets Forsøksringer lagt inn en del opplysninger som brukes av programmet ved for eksempel beregning av virkningen av husdyrgjødsel. Opprinnelig var veksttabellene i Skifteplan utarbeid av Forsøksringene, men etter hver ble de samkjørte med veksttabellene i programmet Planteplan hvor Planteforsk og UMB var hovedbidragsytere.

- Skiftetabell

Inneholder alle data som er knyttet til det enkelte skiftet. Tabellen kan vises på to forskjellige måter, skiftene i tabellformat eller ett og ett skifte.

- Såmengde

Den teoretiske såmengden regnes ut etter følgende formel:

$$(\text{spirer/m}^2 * \text{tusenkorntvekt}) / (\text{spireprosent} * 10)$$

- Husdyrgjødsellager på gården

For å opprette et husdyrgjødsellager må man velge aktuelt dyreslag på standardtabellen som følger programmet. Det finnes mulighet til å foreta en beregning ut fra antall dyr og inne perioder som gir videre muligheten til å blande gjødsel fra flere dyreslag. I denne beregningen vil en også få regnet ut antall GjødselDyrEnheter (GDE). Dette er nyttig informasjon når mengde husdyrgjødsel skal fordeles på gården vurdert opp mot regelverket om spredeareal (LMD, 2010).

Fordeling av husdyrgjødsel

Her velges tidspunkt og gjødselslag, og antall tonn skrives også inn på aktuell plass. Programmet spør også etter tid til nedmolding og spredforhold fordi begge påvirker tapet av $\text{NH}_4\text{-N}$. Tapet beregnes etter følgende måte:

Tid til nedmolding	Tap (%)
Umiddelbart	0
Innen 2 timer	15
Innen 6 timer	25
Innen 12 timer	40
Innen 18 timer	50
Over 18 timer	65

Nedmoldningsforhold	Endring av tapsprosent
Gode	Tapsprosent reduseres med 30 %
Middels	Ingen endring
Dårlige	Tapsprosent økes med 30 %

- Jordart

Med programmet følger en jordartstabell, her finnes en del parametere som programmet bruker ved blant annet å beregne K behov og beregning av ny K-AL verdi. Det er også parametere som brukes ved beregning av ny pH og kalkingsbehov. Disse kommer jeg tilbake til i resultatkapitlet hvor de blir brukt aktivt i testingen av programmet.

Registrere tiltak

I Skifteplanen er det en ny modul for å registrere alle mulige tiltak på gården. Tiltaksmodulen inneholder også utregning av dekningsbidrag per skifte og for hele eller deler av gården.

Beregninger

Dette er en svært viktig del av programmet hvor det beskrives hvordan beregningene i Skifteplanen virker. Dette er grunnlaget for den anbefalingen som gis til gårdbrukerne om tilførsel av gjødsel.

- Modeller for gjødselberegning

Grunnlaget for beregning av gjødsel er basert på veksttabeller. Modellene som ligger til grunn for disse beregningene er utarbeidet i samarbeid med Landbrukets Forsøksringer (LFR). Normtallene for vekstene er også utarbeidet av LFR som også har lagt inn verdier som angår beregningen av husdyrgjødselvirkning. Noen forsøksringer har utarbeidet egne veksttabeller.

- Jordanalyser

For å velge rett gjødsel må en vite vekstenes behov og jordas tilstand. Vekstenes behov legges inn i veksttabellen. Jordas tilstand bestemmes ved hjelp av jordanalyser. Programmet kan benytte følgende verdier: pH, P-AL, K-AL, K-HNO₃, jordart, moldinnhold, leirinnhold. Dessuten kan en registrere analysetall for alle aktuelle mikronæringsstoffer. Hvis det ikke er registrert analysetall blir normtallene benyttet ved beregning av gjødselbehovet. Tabellen viser hvordan programmet benytter jordanalysetall.

Jordanalysetall	Gjødselberegning	Annet
pH		Kalkingsbehov, beregne ny pH
P-AL	P	
K-AL	K	
K-HNO ₃	K	
Moldinnhold	N	Kalkingsbehov, beregne ny pH
Leirinnhold	K	Kalkingsbehov, beregne ny pH
Jordart	K	Kalkingsbehov, beregne ny pH

Leirinnhold og jordart brukes også til å bestemme K-behov dersom K-HNO₃ mangler.

- Handelsgjødsel

Ved beregning av handelsgjødsel beregnes først et teoretisk behov bestemt ut fra normtall, jordanalyser, avlingsmengde,, såtidspunkt, gjenlegg, forgrøde, status av P og K, eventuell seinvirking av husdyrgjødsel og eventuell fjerning av halm eller ikke de to siste år. Deretter trekkes virkning av eventuell husdyrgjødsel fra sist høst og eventuelle husdyrgjødslinger i aktuell år for å finne sluttbehovet for N, P og K.

- Beregning av gjødselbehov

- Beregning av pH

pH blir justert ved kalking og ved overgang til nytt år. Ved overgang til nytt år blir pH justert etter innholdet av NO₃-N, NH₄-N og innholdet av Ca. Både ved kalking og ved virkningen av

handelsgjødelse blir behovet for CaO for den aktuelle jordart brukt. Denne finnes i jordarttabellen.

- Beregne P status

Her blir årets netto tilførsel av P lagt til grunn. Netto tilførsel er lik tilført P i form av handelsgjødelse og eventuell husdyrgjødelse minus fjernet P i avling og eventuelt i halm/ blad. En prosentdel av netto tilført P går videre som en del av P status for neste år. Denne prosentdelen avhenger av jordanalysetall for P og om netto tilført mengde er en positiv eller negativ størrelse. Prosentene er som følger:

P-AL tall	Positiv	Negativ
0-1	25	70
2	25	70
3	30	70
4	35	60
5-9	37	50
10-12	40	40
13-15	42	25
16-30	45	10
>30	45	10

Tilsvarende blir en prosentdel av årets status også overført. Summen av denne delen av årets status og den delen av netto tilførsel som er beskrevet over blir neste årets status for P.

Statusberegningene ble opprinnelig innført i programmet på slutten av 1980-tallet som en miljøparameter ved at man tok hensyn til overskuddsgjødelse om høsten som kunne utnyttes av plantene til neste års avling.

- Beregne ny verdi for K-AL

Ved denne beregning blir årets netto tilførsel av K lagt til grunn.

Netto tilførsel er lik:

Gjødsling (handelsgjødelse + husdyrgjødelse) + forvitring (finnes i jordartstabellen) + K
overskudd * % frigjøring/ 100 ((virkelig K-AL – normal K-AL) * frigjøring % / 100)
= Tilført (settes 0 hvis negativ) – (bortført i avling + 50 % luksusopptak) – tap (Tilført * relativ
utvaskingsfare/ 100 * tapsprosent (utvaskningsklasse)/100)
= grunnlag for ny K-AL

I denne modellen regner en med at en K-AL verdi svarer til 2 kg K.

- Beregningsregler for gjødselberegning

Beregning av handelsgjødsel skjer på følgende måte:

- Vekstenes totalbehov for N, P og K beregnes med hensyn til sådato, eventuelt gjenlegg, avlingsmengde, jordanalysetall.

- Vekstens behov for N, P og K for den aktuelle gjødsling beregnes. - Det gjøres fradrag for eventuell ettervirkning, husdyrgjødsling og eventuelle manuelle korreksjoner.

- En kommer da fram til et endelig behov for handelsgjødsel for N, P og K

- Nitrogenbehov

- Nitrogenbehovet reduseres hvis veksten såes til med gjenlegg. Fradraget er tallet som er registrert for veksten i feltet: N ved gjenlegg

- N behovet reduseres for avlingsavvik fra avlingsnorm. Avlingsnormen er registrert i feltet Normalavling i veksttabellen, som forteller med hvor mange gram per dekar N mengden skal justeres med for hvert kg avlingen avviker fra normalavlingen.

- Det justeres for moldinnhold

Moldtall	1	2	3	4	5	6	7	8
Moldinnhold (%)	<3	3-4	5-12	13-20	21-40	41-75	>75 Mye omsatt	>75 lite omsatt
N justering	2	1	0	-1	-2	-3	-4	2

Tabellen viser med hvor mange kg per daa N mengden skal økes eller minskes

- I veksttabellen er lagt inn en øvre og en nedre grense for N behovet. Beregningen av N behovet kan ikke gi verdier utenfor dette intervallet.

- Til slutt blir N behovet justert i henhold til gjødslingsmetode. Feltet N % 1. Gjødsling viser hvor stor prosentdel av N behovet som skall gis ved 1. Gjødsling. Tilsvarende er det for eventuelt 2. og 3. gjødsling. Programmet vil arbeide seg gjennom alle gjødslingene til summen av N tildeling blir 100 %.

- Det tas hensyn til forgrødevirkning fra forrige års vekst

- Fosforbehov

P krav for hver vekst er registrert i veksttabellen.

- Det justeres for avlingsmengde på samme prinsipp som for N

- P mengden korrigeres etter P-AL tallet etter følgende tabell:

P-AL	0-1	2	3	4	5-9	10-12	13-15	16-30	>30
Faktor	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00

Korreksjon skjer ved at P behovet multipliseres med den aktuelle faktor. Hvis det ikke foreligger analysetall blir det ikke foretatt noen korreksjon.

- P behovet blir også her justert i henhold til gjødslingsmetoden, på samme prinsipp som for N

- Tilførsel av P fra husdyrgjødsel antas å ha samme virkning uansett tid mellom spredning og nedmoldning.

- Kaliumbehov

- Utgangspunktet er normalforbruket for den aktuelle vekst registrert i veksttabellen.

- K behovet justeres for avlingsavvik fra avlingsnorm på samme måte som for N og P

- Hvis det finnes analysetall for K-AL og K-HNO₃ blir K behovet justert ved at normalbehovet etter justering for avlingsmengde blir multiplisert med en faktor som finnes i kaliumtabellene i programmet. Dette er toveis tabell mellom K-AL og K-HNO₃. Totalt finnes det 48 ulike tabeller for K på grunn av kombinasjonene mellom ulike utvaskingsregimer og jordarter. Hvis det ikke finnes analysetall for K-AL eller K-HNO₃ blir normtallene fra jordarttabellen brukt. For behovet er det lagt en øvre grense for K.

- Nitrogenervirkning av husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel inneholder to former for N: organisk N og en ~~NH₄~~del. I gjødseltabellen for husdyrgjødsel brukes betegnelsen Total-N og NH₄-N. Organisk N blir da differansen mellom Total-N og NH₄-N

- Ammoniakktpap

Ved spredning av husdyrgjødsel kan noe av NH₄-N forsvinne avhengig av spreddeforholdene. Når det registreres husdyrgjødslinger registrerer en også tid til nedmoldning og generelle spreddeforhold. Programmet regner da ut (fra tabeller eller formler) et antatt ammoniakktpap. Dette kan overskrives.

- Kløverinnhold

Med kløverinnhold menes hvor stor del prosentvis plantedekning som kløveren stor for. Siden kløveren er i stand til å utnytte N fra lufta, kan en redusere N gjødsling hvis åkeren har innblandet kløver.

Programmet reduserer N behovet slik:

Kløver innhold < 10 %	Ingen endring
Kløverinnhold mellom 10 og 50 %	Reduksjonen er lik kløverinnholdet, dvs. hvis kløverinnholdet er 30 % blir reduksjonen også 30 %
Kløverinnhold > 50 %	Reduksjonen er 50 %

Halm

Halmen kan pløyes ned, den kan fjernes eller den kan brennes.

- Ved å pløye ned halmen tilfører vi næring til jorda. Virkningen fra N er så liten at en normal ser bort fra den, men det er mulig å få programmet til å ta hensyn til dette. Ved levering av programmet er verdiene for disse virkningene satt til 0. Ved nedpløying blir jorda også tilført P og K. Mengden er avhengig av halmmengde og prosentinnhold av P og K i halmen. Den P mengden som tilføres vil inngå i P status. Tilsvarende vil K inngå i beregningen av ny verdi for K-AL. I tillegg vil halmen gi et K virkning som blir utregnet etter samme regler som husdyr høstgjødsling.

- Virkningen fra P og K er den samme som for nedpløyd halm, mens eventuell N i nedpløyd halm finnes ikke ved beregning av halmen.

- Kart

Programmet bruker digitalt kart. Kartdataene importeres av programmet og blir lagret i et eget format slik at importen behøver å gjøres bare en gang. En kan godt i tillegg importere ytterligere kartdata for eksempel jordsmonnkart. I kartet kan en tegne inn skifter for hvert år. Skiftkartene er års avhengige, mens det generelle kartet med f. eks. grenser og veger er faste og uavhengige.

1.4.2 Beskrivelse av Yara sin gjødselhåndbok for gjødsling med kalium og fosfor

Yara sin gjødselhåndbok (Yara, 2009/10+) tar utgangspunkt i modeller som Bioforsk og UMB har utarbeidet for kalium og fosfor og er en del annerledes i forhold til Skifteplan. Håndboka består av 8 kapitler pluss en del for egne notater og bladgjødslingskalender. De 8 kapitlene er:

- 1) Produktinformasjon - som består av Yara sin gjødselsortiment og dens beskrivelse.
- 2) Lagring og håndtering av gjødsel.
- 3) Gjødslingsplanlegging - hvor jordart, forgrødeeffekt, jordprøver, godkjente analyselaboratorier og plantenæring bortført med avling er diskutert.

- 4) Gjødslingsråd - her drøftes det gjødsling med organisk gjødsel, husdyrgjødsel, kloakkslam og mineralgjødsel generelt. Korreksjoner i gjødsling med P og K etter jordanalyser finner vi også her tillegg til beskrivelse av gjødsling for forskjellige vekster (korn, oljevekster og erter, grasfrø, potet, eng og beite, grønnforvekster, rotvekster, grønnsaker på friland, frukt og bær, veksthus).
- 5) Næringsmangel og forgiftning – her er det beskrevet behandling av næringsmangel og mangel og forgiftningssymptomer.
- 6) Kalking - forsuring av jord, kalktilstand og næringsstoffenes tilgjengelighet, kulturplantenes pH-krav, kalkbehov og veiledende kalkverdi er drøftet.
- 7) Skoggjødsling - omfatter skog på fastmark, skog på torvmark, spredning av gjødsel i skog, skoggjødsling og økonomi og dyrking av juletrær.
- 8) Gjødselproduksjon – her drøftes det framstilling, energi, teknologi og miljø aspekter.

I kapittel 4 kan vi lese om at gjødsling med P og K gjøres på grunnlag av jordanalyser og plantenes behov for P og K. Her finner vi tabellene med gjødslingsnormer for hver enkelt vekst. Gjødselbehovet korrigeres etter jordanalyser ved hjelp av diagrammer for både P og K og diagrammer finnes for hver enkelt vekstgruppe. Diagrammet for kornvekster og P korreksjon er tilsvarende figur 5 i denne oppgaven. Det gjøres en korreksjon for forventet avling også og korreksjonsverdier er å finne i veksttabellene i håndboka. Det er anbefalt å vurdere forhold som klima, jordart, kalktilstand, og tidligere gjødslingspraksis i tillegg. Yaras gjødselhåndbok og gjødslingsinformasjon fra Bioforsk (Bioforsk, 2010) brukes i stor grad av gårdbrukere som ikke ønsker eller har anledning til å bruke datamaskin i planleggingen, men som utarbeider manuelle planer.

For kalium til eng og beite beskriver Yara og Bioforsk forskjellige modeller sammenlignet med det som ligger i Skifteplan. Modellene beskrevet i Yaras gjødselhåndbok har sitt utgangspunkt i forskningsprosjekter på 1990-tallet ved UMB i samarbeid med Bioforsk og Forsøksringene (Øgaard et al., 2002; Øgaard & Krogstad, 2005). Modellen ble utviklet for å få en bedre balanse i fôr mellom K og Mg+Ca og dermed redusere sykdommer først og fremst på melkekyr, ved at man prøver å utnytte jordas reserver av K på en mer balansert måte en tidligere. Gras har et luksusopptak av K og det er derfor viktig å kunne avpasse gjødslingen med det som jorda selv kan bidra med.

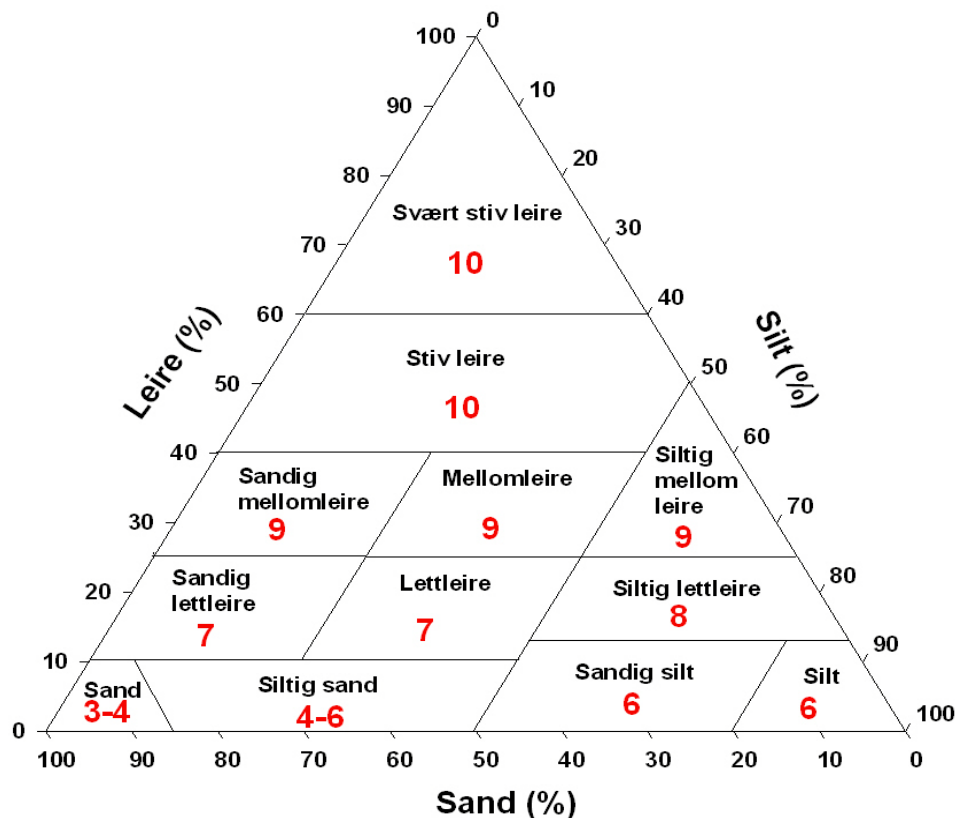
Korreksjon av K gjødsling til eng og beite er delt i to deler:

- 1) Langsiktig bidrag av K- basert på K reserver i jorda som er lik forskjellen mellom syreløselig K (KHNO_3) og lettløselig K (K-AL). Den uttrykkes i mg K/100g jord og normgjødsling er knyttet til et innhold av reserve-kalium på 40 mg/100g. Hver analyseenhet (mg/100g) i avvik fra dette nivået

representerer 0,15 kg K/daa i korreksjon. Dvs. at dersom reserve-K er på 60 mg/100g vil det langsiktige bidraget fra jorda være på 3 kg K/daa pr år.

2) Kortsiktig bidrag av K- basert på utnytting av høye nivåer av lettløselig K (K-AL) i ferske jordanalyser. Differansen mellom K-AL nivået i jorda målt i jordanalyser om våren og likevektsnivået kan utnyttes opp mot 70 % i vekstsesongen. 2 kg K/daa = 1 K-AL enhet. Dette betyr også at man kan regne seg fram til ny K-AL verdi i jorda etter endt sesong og som da vil være grunnlag for planlegging av gjødslingen for neste vekstsesong.

Med jordas likevektsnivå for K-AL menes det nivået som graset klarer å senke K-AL verdien til. Dette nivået er styrt av jordart og er vist i Figur 4 nedenfor.



Figur 4 Likevektsnivåer for K-AL i ulike jordarter

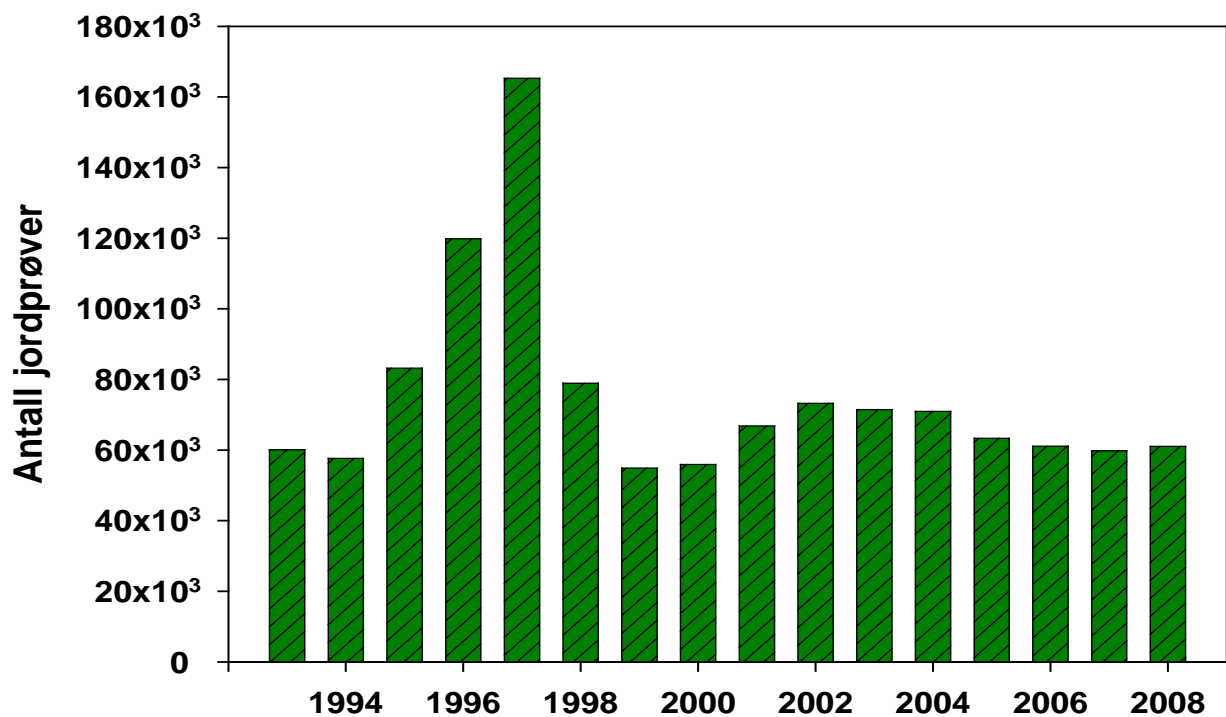
Figur 4 viser hvor langt ned graset klarer å presse ned K-AL tall på forskjellige jordtyper. Den laveste likevektsnivå på 3 og 4, finner vi på sand jord mens på leire går ikke K-AL tall lavere enn 9 til 10.

Sjette kapitel handler om kalking og pH men det finnes ingen beregnings metode for forandring av pH fra år til år. Det er anbefalt å ta jordprøver hvert fjerde år. Når det gjelder kalkbehovet så finnes det her en tabell som viser kalkbehovet i kg CaO/daa for å øke pH med 0,1 enhet.

1.5 Jordanalyser som redskap i gjødslingsplanleggingen

1.5.1 Utvikling over tid i antall jordprøver

I 1960 ble amonium-acetat-laktat metoden (AL -metoden) tatt i bruk i Norge for bestemmelse av plantetilgjengelig P, K, Mg og Ca i jorda. I starten var det forholdsvis beskjedent med jordprøver, men dette tok seg raskt opp i årene som kom (Figur 4). I starten ble hovedmengden av jordanalysene utført ved Statens Jordundersøkelser på Ås som var en del av det som i dag er Institutt for plante og miljøvitenskap på UMB. I tillegg var det et laboratorium i Stavanger for Jæren-regionen og Statens forskningsstasjoner i Landbruket, Holt i Tromsø for Nord - Norsk landbruk. Utover 1980 og 90-tallet økte antall laboratorier og på det meste ble det utført jordanalyser ved 13-14 laboratorier samtidig i Norge. Kvaliteten på analysene varierte mye og ved innføring av ringtester i 1993 valgte etter hvert flere laboratorier å slutte med jordanalyser. I dag er det kun 5 igjen her i landet og nå går hovedmengden av jordprøver til Sverige for analysering. Totalt tas det nå ca. 70 000 jordprøver i norsk landbruk pr år, noe som har vært rimelig stabilt over de siste årene.



Figur 4 Antall jordprøver i norsk jordbruk gjennom tiden fra 1993 til 2008

Antall jordanalyser i Norge lå på ca 60 000 i 1993 og 1994 og begynte å stige kraftig etter det. Grunnen til denne stigningen er mest sannsynlig det at fra 1998 skulle det innføres obligatorisk gjødselplan for alle gårdbrukere. I 1997 ble det analysert ca 170 000 jordprøver som var det høyeste tallet så langt og etter dette ble gikk antall jordanalyser bare ned og har stabilisert seg på ca 70 000 per år.

1.5.2 Vurdering av P-behov ut fra jordanalyser. Endringen i bruk av P. Balansert gjødsling. Normtall

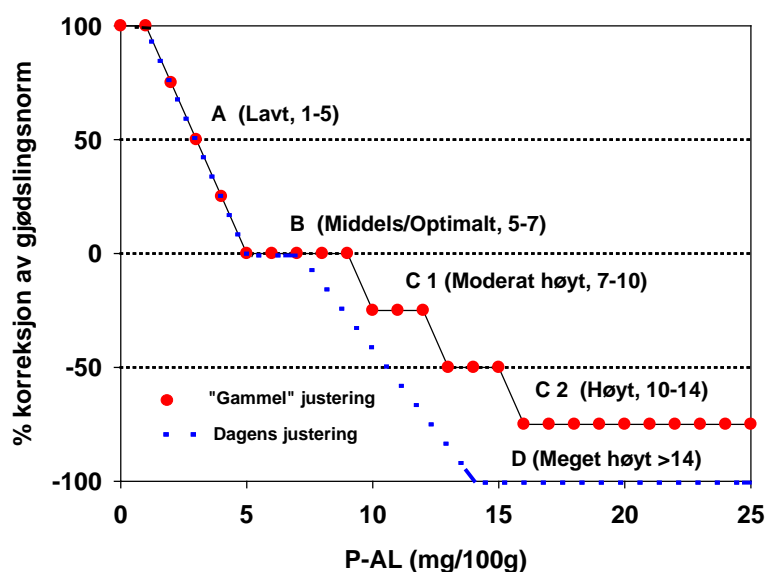
Når behovet for P skal bestemmes i gjødslingsplanlegging tas det utgangspunkt i resultater fra jordanalyser og norm tall for enkelte vekst. Det ble nylig gjort ganske store endringer i anbefalingene for P gjødsling ut i fra jordanalyseresultater og i norm tall. Grunlaget for disse justeringene var at mange forsøk har vist at jordas evne til å bidra med P var undervurdert. Når det gjelder korn er jordas evne til å bidra med P estimert fra 1,2-2,4 kg P/daa/år i treårig og fra 1,1-1,7 kg P/daa/år i seksårig forsøk. Hensikten med justeringene er i tillegg å redusere høye P-AL tall i jorda som kommer da til å redusere P avrenning i vassdrag. Det har vist seg at høye P-AL tall fører til større P avrenning som igjen fører til eutrofiering av vann. I tillegg bruker vi mer P enn som er nødvendig for plantene, dette øker kostnadene for gårdbrukere og er diskutabelt når vi vet at P er en begrensende resurs i verden. Optimalt P-AL tall i dag er 5-7mgP/100g jord. De nye justeringene gjelder hovedsakelig engvekster (ble innført i 2007) og korn (innført i 2008) (Krogstad et al., 2008).

a. Justeringer i anbefalt P gjødsling

P norm for engvekster ble redusert med 0,5 kg/daa, mens P norm for korn ble redusert med 0,6 kg/daa. I tilfellet bortføring av halm skulle vi øke P gjødsling med 0,3 kg/daa (Krogstad et al., 2008.) Termin 'balansert gjødsling' ble innført, som betyr at hvis vi har en P-AL tall 5-7 tilfører vi like mye P i jorda som plantene tar opp (Krogstad et al., 2008).

Tidligere ble jordas P-AL innhold klassifisert i 4 klasser: lav (0-2), medium (3-6), høyt (7-15) og meget høyt (>15), mens det nå ble innført et system som inneholder 8 klasser (?) (Krogstad et al., 2008).

Det ble gjort en justering av den tidligere korreksjon av gjødslingsnorm ved bruk av P-AL (Figur 5)



Figur 5 Nye justeringer av P gjødsling basert på P-AL for korn og engvekster sammenlignet med tidligere system som ble brukt (Krogstad et al., 2008)

Fra den nye kurven (Figur 5) ser vi at det er anbefalt med null gjødsling når P-AL er 14 og høyere. Dette er på grunnlag av flere forsøk som har vist at avlingen blir ikke høyere med tilførsel av P når P-AL er 14 og høyere (Krogstad et al., 2008.). Fra den gamle kurven ser vi at ved P-AL 14 ble det likevel anbefalt 50 % av normen.

Tabell 1. De nye anbefalte klasser og regresjoner for det nye systemet

Klasse	P-AL (mg/100g jord)	Klasse navn	Korreksjon i % (Y) av P behovet
A	1-5	Lav	$Y = -25 \times P-AL + 125$
B	5-7	Medium/Optimal	$Y = 0$
C1	7-10	Relativt høy	$Y = -14,28 \times P-AL + 100$
C2	10-14	Høy	$Y = -14,28 \times P-AL + 100$
D	>14	Veldig høy	$Y = -100$

Tabell 2. Anbefalt P gjødsling basert på det nye og gamle systemet

Klasse	P-AL (mg/100g jord)	Anbefalt P gjødsel (kg P/ha)		% vis forandring fra gamle til det nye systemet
		Gammel	Ny	
Bygg (4t/ha)	7	20	14	-30
	10	15	8	-47
	12	15	4	-73
Eng (5t/ha)	7	22	17	-23
	12	15,8	4,6	-71
	15	10,5	0	-100

Det tar lang tid for å redusere P-AL tall i jord betydelig. Teoretisk sett vil en normal byggavling redusere P-AL i jorda med 0,58 per år hvis vi ikke tilfører noe P gjødsel og i tilfellet at plantene tar P bare fra P-AL fraksjonen. Det vil si at i løpet av 15 år kan vi redusere P-AL fra 15 til ca 7. Denne prosessen tar i praksis enda lengre tid fordi plantene bruker P fra andre jord fraksjoner også og ikke bare fra P-AL.

2. METODER

2.1 Innsamling av data over gjødselforbruk

Statistisk sentral byrå (SSB) sine nett sider (www.ssb.no) og rapport om jordbruk og miljø, tilstand og utvikling, 2009 (SSB, 2009), ble brukt til å finne informasjon om P forbruk i Norge i form av handelsgjødsel og husdyrgjødsel fram til 2006. Gjødselforbruket over de siste årene ble hentet fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2010). Målet var å se utviklingen av P forbruk gjennom tiden i forskjellige regioner i Norge og i hele landet totalt. Relevante opplysninger ble funnet for periode fra 1989/90 til 2008/09.

2.2 Innsamling av data på jordanalyser for P

For å kunne se på utviklingen av P-AL tall i jorda i en lengre tids periode måtte vi konsentrere oss om to distrikter i Norge: Romerike og Jæren. Grunnen til dette valget er at det finnes mest publiserte opplysninger om P-AL tall i jorda i disse distriktene samt at de representerer to dyrkingssystemer (kornområder og gras/husdyr) med intensivt jordbruk. Den første publikasjonen (Krogstad, 1987) er fra 1987 og omfatter en periode fra 1960-1985. Grunnen til at akkurat Romerike og Jæren ble valgt den gangen var at de blant annet er så forskjellige i forhold til driftsform, arealbruk og vekst, men har til felles at store mengder P transporteres fra dyrket mark ut i vassdrag (Krogstad, 1987). Eng og beite sammen med husdyrproduksjon kjennetegner Jæren, mens på Romerike dyrkes det mest korn. En hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole fra 1996 ble også brukt ved innsamling av data (Westersjø, 1996). Oppgaven handler om P og K og om bruk av jorddatabanker som informasjonskilde for deler av Rogaland og Romerike. Videre ble en rapport fra Bioforsk brukt til å samle inn nyere P-AL tall: "P-AL status i dyrka jord i Akershus" (Øgaard & Borch, 2008). De siste tallene som gjelder kommunene Sandnes, Time og Klepp ble hentet fra laboratoriet ved Felleskjøpet Rogaland/Agder (Stavdal¹, pers.med.).

2.3 Bruk av Skifteplan

I dataprogrammet Skifteplan ble modellene for beregning av behovet for P og K gjødsling vurdert. Det ble konstruert eksempler med forskjellige parametere (jordart, leierinnhold, moldinnhold, pH og P-AL, K-AL og vekst) som ble kjørt i 5 år. Forandring i anbefalingene for P og K gjødsling, beregnet K-AL, beregnet pH og anbefalt kalkmengde ble vurdert fra år til år. Samtidig ble grunnlaget for disse beregningene og eventuelle korreksjoner vurdert.

Fra Hedmarken Landbruksrådgivning ble det hentet reelle eksempler fra to gårder. Disse ble analysert og måten Skifteplanen har håndtert de enkelte skift, når det gjelder beregning av pH, er presentert.

Metode for drøfting av K modell

Det ble konstruert to eksempler på korndyrking (bygg) og to eksempler med dyrking av engvekster som ble kjørt i Skifteplanen i 5 år. Målet var å se hvordan programmet beregner K-AL fra år til år og å sammenligne disse verdiene med Bioforsk og Yara sin måte å beregne det samme. Tallmateriale for eksemplene er tatt med i kapitlet hvor resultatene er vist og drøftet.

¹ Helga Stavdal / Laboratoriesjef ved Felleskjøpet Rogaland/Agder

2.4 Yara sin gjødselhåndbok

Modellen for beregninger av K-AL tall fra år til år er annerledes enn Skifteplanen sin beregning. Disse to metodene ble sammenlignet for å se hvilken metode som gir den beste overensstemmelse med det virkelige K-AL tallet i jorda fått fra jordanalyser. Det ble sett på P modellen som også er forskjellig i forhold til Skifteplanen sin modell. Beregning av pH og kalkingsbehov blir kommentert.

2.5 Spørreundersøkelse blant ringledere og gårdbrukere angående Skifteplan

For å kunne vurdere dataprogrammet Skifteplan ble det først undersøkt hvordan brukere av programmet er fornøyde med det. Av den grunn ble det laget en spørreundersøkelse hvor medlemmene i Hedmarken Landbruksrådgivning ble spurt om deres erfaring i bruken av Skifteplanen. Fra samtale med en av rådgivere i Hedmarken Landbruksrådgivning, og under konstruering av spørsmålene, kom behovet for å stille tilnærmet spørsmålene til rådgivere i alle Landbruksrådgivningskontorer fram.

Spørreskjemaer ble sendt ut til gårdbrukere i Hedmarken LR og rådgivere i 38 forsøksringer. Spørreskjemaet med spørsmål er vist nedenfor.

Spørsmål til gårdbrukere angående gjødslingsplanlegging

Alle svar vil bli anonymisert ved bruk av dataene i masteroppgaven.

Navn på forsøksring: _____

Areal på gården: _____

Hoveddriftsform (korn, eng osv.): _____

1. Hvem utarbeider gjødslingsplanen for ditt bruk? (kryss av)

- Du selv
- Forsøksringen (gjør du dette i nært samarbeid med den eller får du bare tilsendt en plan i posten?)

2. Hvordan lages gjødslingsplanen? (kryss av)
- Manuell planlegging (for eksempel med skjema fra Yara)
 - Bruk av Skifteplan
 - Annet dataprogram (hvilket)

Noen spørsmål om dine erfaringer med bruk av Skifteplan i gjødslingsplanleggingen.

(Disse spørsmålene er for deg som enten lager planen selv med Skifteplan eller får andre til å lage planen for deg med bruk av Skifteplan).

3. Bruker du standardparametrene (veksttabell, jordanalysejusteringer, næringsinnhold i husdyrgjødsel mm) som ligger i Skifteplan? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom NEI hvilke endringer har du gjort?

4. I Skifteplan er gjødslingsnormene knyttet til planteart, for eksempel bygg, hvete osv. Er det et ønske at normene var tilpassa sorter og ikke arter? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Tilpasser du gjødslinga til sort i dag? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom JA gi eksempel på hvordan du gjør det.

5. Gjødsler du i henhold til den planen som lages? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom NEI hva er årsaken til det og hva slags endringer gjør du?

6. Det er ofte ikke lett å finne en fullgjødseltype som passer eksakt til anbefalte mengder for N, P og K. Hvordan håndterer du det? (kryss av)

- Lar programmet bestemme ut fra sin liste av gjødselslag.
- Gjødsler etter hva som er kjøpt inn uansett hva programmet anbefaler, men slik at N dekkes etter beregningene.
- Velger slik at det blir nok av alle tre stoffene selv om det kan bli alt for mye av P eller K .
- Andre kriterier for valg (beskriv kort hvilke).

7. **For skiftene på din gård:** Her ønsker vi å gjøre en sammenligning mellom de beregnede mengder for N, P og K i kg pr daa lagd i Skifteplan med de mengdene du i praksis har brukt de

to siste årene. I tabellen skal all gjødsel oppgis (handelsgjødsel, husdyrgjødsel og eventuelt andre gjødselstoffer). Beskriv maksimum 3 skifter på gården, om mulig med ulike vekster.

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
Eksempel	08	12	Siltig sand	Bygg/400	12-1,5-14	500	68 kg 18 – 3- 15 pr daa	-----
	08							
	09							

- Jordanalysene brukes aktivt i programmet til å bestemme mengden P og K som anbefales tilført. Har du noen kommentarer til hvordan denne justeringen fungerer på din gård og til dine vekster?
- Fungerer de beregna endringene i jordparametre som pH, P og K med det du ser av endringer når nye jordanalyser tas? (sett sirkel rundt)

pH	P	K
Ja /Nei	Ja /Nei	Ja /Nei

- Skifteplan som program er i stadig utvikling. Er det ting som du savner eller vil ha forbedret i programmet?

Spørsmål til veilederne angående gjødslingsplanlegging

Alle svar vil bli anonymisert ved bruk av dataene i masteroppgaven.

Navn på forsøksring: _____

Antall medlemmer: _____

Noen spørsmål om dine erfaringer med bruk av Skifteplan i gjødslingsplanleggingen.

1. Bruker du standardparametrene (veksttabell, jordanalysejusteringer, næringsinnhold i husdyrgjødsel mm) som ligger i Skifteplan? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom NEI hvilke endringer gjør du?

2. I Skifteplan er gjødslingsnormene knyttet til planteart, for eksempel bygg, hvete osv. Er det et ønske at normene var tilpassa sorter og ikke arter? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Tilpasser du gjødslinga til sort i dag? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom JA gi eksempel på hvordan du gjør det.

3. Etter din erfaring følger brukerne planen som lages? (sett sirkel rundt) JA / NEI

Dersom NEI hva er årsaken til det og hva slags endringer blir gjort?

4. Hvor mange brukere tar kontakt for aktivt å diskutere planen som er lagd?

5. Mange ringer utfører gjødslingsforsøk lokalt hos gårdbrukerne. Hvordan bruker dere resultatene fra slike forsøk i gjødslingsplanleggingen? Overstyres normene i Skifteplan med resultatene fra disse forsøkene?

6. Det er ofte ikke lett å finne en fullgjødseltype som passer eksakt til anbefalte mengder for N, P og K. Hvordan håndterer du det? (kryss av)

- Lar programmet bestemme ut fra sin liste av gjødselslag.
- Gjødsler etter hva som er kjøpt inn uansett hva programmet anbefaler, men slik at N dekkes etter beregningene.
- Velger slik at det blir nok av alle tre stoffene selv om det kan bli alt for mye av P eller K .
- Andre kriterier for valg (beskriv kort hvilke).

7. Jordanalysene brukes aktivt i programmet til å bestemme mengden P og K som anbefales tilført. Har du noen kommentarer til hvordan denne justeringen fungerer i praksis i ditt område?

8. Fungerer de beregna endringene i jordparametre som pH, P og K med det du ser av endringer når nye jordanalyser tas? (sett sirkel rundt og kommenter)

pH	P	K
Ja /Nei	Ja /Nei	Ja /Nei

9. Skifteplan som program er i stadig utvikling. Er det ting som du savner eller vil ha forbedret i programmet?

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Gjødselforbruket i Norge og i ulike regioner over tid. Hovedvekt på P

I de siste 10 årene har det blitt produsert mindre husdyrgjødsel enn før, men fortsatt kommer det halvparten av alt P som brukes i gjødsling fra husdyrgjødsel. I 2005/06 ble det spredd 12 070 tonn med P fra husdyrgjødsel. Omsetning av P i handelsgjødsel har blitt redusert i de siste årene. I 2000/01 ble det omsett 12 400 tonn P. Etter denne tiden har omsetningen holdt seg ganske stabilt. 13 400 tonn P ble det omsett i 2007/08 som er mye høyere verdier enn i årene før og etter, og skyldes mest sannsynlig de høye prisene på handelsgjødsel i den tiden som økte fra måned til måned og førte til hamstring på markedet (SSB, 2009).

Tabell 3. P gjødsel forbruk (tonn) i norske regioner fra 1989-2005, første tall i parentes representerer P fra handelsgjødsel mens andre tall representerer P fra husdyrgjødsel (SSB, 2010).

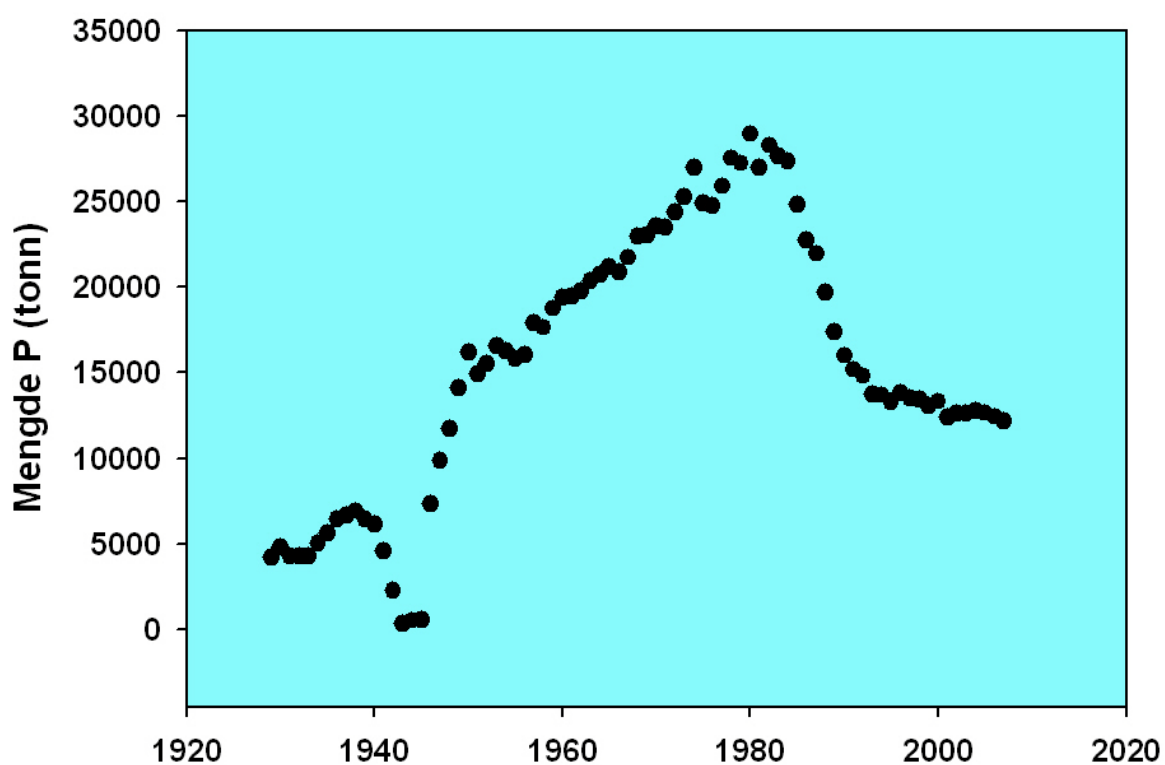
	1989/90	1990/91	1995/96	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05
Hele landet	29 483 (17 759 11 723)	29 541 (17 569 11 971)	27 006 (14 475 12 531)	26 329 (13 948 12 381)	26 402 (14 010 12 392)	26 283 (14 070 12 212)	26 211 (13 982 12 230)	26 311 (13 973 12 338)	26 140 (13 857 12 283)
Trøndelag	5 442 (3 408 2 035)	5 427 (3 361 2 065)	4 789 (2 585 2 202)	4 623 (2 363 2 258)	4 649 (2 368 2 281)	4 662 (2 390 2 272)	4 643 (2 387 2 256)	4 681 (2 401 2 281)	4 687 (2 390 2 297)
Nord Norge	2 519 (1 664 1 175)	2 824 (1 579 1 246)	2 459 (1 216 1 243)	2 391 (1 175 1 216)	2379 (1 176 1 202)	2 363 (1 188 1 201)	2 340 (1 180 1 160)	2 338 (1 181 1 150)	2 325 (1 174 1 135)
Hedmark og Oppland	5 822 (3 939 1 883)	5 796 (3 897 1 898)	5 252 (3 199 2 052)	5 262 (3 098 2 166)	5 319 (3 104 2 215)	5 324 (3 117 2 197)	5 334 (3 103 2 230)	5 350 (3 111 2 238)	5 321 (3 093 2 229)
Vestlandet	4 618 (1 985 2 633)	4 718 (1 976 2 741)	4 212 (1 561 2 650)	3 742 (1 345 2 398)	3 696 (1 340 2 356)	3 569 (1 319 2 250)	3 529 (1 304 2 224)	3 483 (1 293 2 190)	3 426 (1 273 2 153)
Rogaland	2 819 (733 2 086)	2 727 (592 2 135)	2 681 (491 2 190)	2 741 (601 2 140)	2 802 (613 2 189)	2 860 (646 2 214)	2 927 (652 2 276)	2 991 (651 2 339)	2 987 (651 2 336)
Sør Østlandet	6 345 (5 054 1 290)	6 481 (5 209 1 271)	6 242 (4 676 1 565)	6 150 (4 601 1 549)	6 149 (4 638 1 510)	6 125 (4 641 1 484)	6 072 (4 600 1 472)	6 116 (4 585 1 531)	6 053 (4 533 1 521)
Sørlandet	1 600 (979 621)	1 568 (953 615)	1 372 (746 626)	1 421 (766 654)	1 408 (770 640)	1 380 (767 612)	1 368 (755 613)	1 353 (752 602)	1 341 (742 598)

Disse tallene som er blitt hentet fra statistisk sentral byrå viser at omsetning av P har gått ned storsett i hele landet fra 1998 fram til 2005. Unntaket er Rogaland fylke som er det området i Norge med flest husdyr pr arealenhet. Her har P omsetning fra husdyrgjødsel holdt seg stabil de siste 15 år, mens P forbruk fra handelsgjødsel gikk litt ned fra 1998 og var lavest i 1995-96 og så har det gått litt opp igjen. Men forbruket av P i handelsgjødsel er beskjedent sammenlignet med mengden P brukt i husdyrgjødsel i denne regionen. Alle fylker har gjennom tiden redusert omsetning av P gjennom handelsgjødsel. Det er vanskelig for gårdbrukere å kvitte seg med husdyrgjødselen fra gården sin og som regel spres den på skiftene på gården. P omsetning fra husdyrgjødsel har derfor ikke forandret seg mye i denne perioden. Variasjonene som kan ses i forskjellig P forbruk fra husdyrgjødsel skyldes ikke arbeidet for å redusere P forbruket.

Tabell 4 P forbruket (tonn) gjennom handelsgjødsel i Norge i de siste 4 år (Mattilsynets mineralgjødselstatistikk, 2010)

	2006	2007	2008	2009
Hele Norge	12 431	12 155	13 403	7 071

Tabell 4 viser forbruket av P gjennom handelsgjødsel i de siste årene. I 2006 og 2007 fortsetter nedgangen i P forbruk fra tidligere år (tabell 3). I 2008 stiger prisene på handelsgjødsel fra måned til måned som førte til hamstring på markedet og derfor har vi et høyere forbruk av P dette året. I 2009 har vi veldig lav omsetning av P som delvis kan skyldes fjorårets hamstring, men vi kan også ane den første virkningen av de nye tiltakene som ble satt i gang i 2007 for å redusere P-AL nivå i norsk jord.



Figur 6 Bruk av P i handelsgjødsel i Norge fra 1930 fram til i dag

Fra figur 6 kan vi se utviklingen av bruk av P gjennom handelsgjødsel fra omtrent 1930 og fram til i dag (www.ssb.no.) Før andre verdens krig lå omsetningen av P i handelsgjødselen mellom 5000 og 8000 tonn. Det skjedde en kraftig nedgang under krigen hvor omsetningen lå på null. Etter krigen vokste bruken av P fra år til år helt fram til 80-tallet hvor omsetningen nådde sin maksimum på omtrent 30 000 tonn P. Deretter ser vi igjen en kraftig nedgang og det ser ut til at bruken av P

gjennom handelsgjødsel har stabilisert seg i de siste årene og lå inntil for et par år siden på ca. 12 000-13 000 tonn per år.

Ut fra tabell 3 var totalforbruket av P i norsk jordbruk på om lag 26 000 t for 5 år siden. Med et totalt jordbruksareal i Norge på ca. 10 mill daa betyr dette at i gjennomsnitt ble det brukt 2,5 kg P pr daa dyrka mark. Når vi også vet at gras og korn dekker 95% av alt jordbruksareal og den gjennomsnittlige gjødslingsnormen til disse vekstene er på nivået 1.5-2 kg P pr daa viser disse tallene at det har vært og er en kraftig overgjødsling av P i norsk landbruk. Selv om man ut fra figur 6 kan se at dagens nivå på forbruket av P i handelsgjødsel ligger på nivå med det som var på slutten av 1940-tallet er det på grunn av husdyrgjødsel fortsatt et for høyt forbruk av P totalt sett. I en oversikt over gjødselforbruk i ulike europeiske land (Csatho & Radimsky, 2009) ligger Norge blant de 5 på topp når det gjelder forbruk av P pr arealenhet og på topp når det gjelder hvordan landene selv klassifiserer P-nivået i dyrka jord (%-fordeling i nivåklasser).

Bruken av P i husdyrgjødsel er regulert gjennom forskriften om gjødselvarer av organisk opphav (LMD, 2003). Ut fra denne kan man maksimalt tilføre 3.5 kg P pr daa med husdyrgjødsel som et gjennomsnitt for gården. I praksis blir det nok tilført større mengder på enkelte skifter i områder med svært stor husdyrtetthet som for eksempel på Jæren. I tillegg var det til for et par år siden vanlig praksis i Norge å tilføre 0,5 kg mer P enn det som var plantenes behov for å oppheve effekten av sterkt binding av P i mineraljord. Denne praksisen startet man med etter andre verdenskrig for å heve nivået av P i jorda generelt, men selv etter at nivået var kommet opp i klassen middels til stort fortsatte man med samme praksis. Dette sammen med mye husdyrgjødsel medførte at nivået av P i jorda økte kraftig. Den nedgangen som man nå ser på forbruket av P i handelsgjødsel vil på sikt medføre at nivået av P går ned i jorda også, men dette er under forutsetning av at man har en mer balansert bruk av husdyrgjødsel.

3.2 Utvikling i P-AL i regioner (Romerike og Jæren)

Hvordan forventes utviklingen i gjødselbruk å påvirke P-AL og hva er fornuftige nivåer i jorda?

Den overgjødslingen av P som skjedde etter andre verdens krig og fram til 80-tallet førte til altfor høye P-AL tall i jorda i store deler av Norge. Arbeidet med å få ned de høye P tallene i jorda begynte rundt 1980. I Skifteplan er det lagt inn en korreksjon av P behovet ut i fra jordanalysetall. I 2007 ble det laget en strengere korreksjon av P behovet ut fra jordanalyser som viser at gjødsling med P kuttet helt ut når P-AL i jorda er 14 og høyere (Krogstad et al., 2008). Optimal P-AL nivå i jorda er

mellom 5 og 7 (Figur 5). Dette er fornuftig både i forhold til plantenes behov og miljøet. Avrenning av P som fører til oppblomstring av alger i vassdrag øker med høye P-AL tall i jorda. I tillegg er det ingen god grunn til å tilføre større mengder P enn det som er plantenes behov. Det er lettere å styre bruken av handelsgjødsel enn husdyrgjødsel. På andre siden kan gårdbrukere ikke bare kvitte seg med husdyrgjødsel fra gården sin, men i praksis bruke den årlig på ulike skifter. Dette er kanskje grunnen til at omsetning av handelsgjødsel har gått ned, men ikke bruken av husdyrgjødsel.

3.3 P-AL tall i utvalgte kommuner gjennom tiden. Analyse og diskusjon

Den utviklingen som har vært både i opptrappingen av P fram mot 1980 og den kraftige reduksjonen på slutten av 1980-tallet og utflatingen i nivå siden vil påvirke mengden plantetilgjengelig P i jorda. Selv om gjødselmengden av P endres vil dette i relativt liten grad endre avlingsnivået og dermed det totale uttaket av P fra jorda. Det er derfor av interesse å se om denne endringen som har vært i bruken av P kan spores i jordanalyser som gårdbrukerne regelmessig tar. Det er valgt å undersøke dette med data fra to dyrkingsmessig og jordartsmessig forskjellige områder hvor ferske analysetall kan kobles mot tidligere undersøkelser (Krogstad, 1987; Westersjø, 1996; Øgaard & Borch, 2008). Romerike med kommunene Sørumsund, Ullensaker og Nannestad representerer et gjennomsnitt av korndyrkingsområdene på Østlandet hvor bruk av handelsgjødsel i dag dominerer. Jæren med kommunene Klepp, Sandnes og Time er et svært intensivt husdyrområde og er en representant for et område med svært mye bruk av husdyrgjødsel.

I tabell 5 er det vist utviklingen i P-AL tall i disse to områdene fra 1960 og fram til for noen få år siden.

Tabell 5 Utviklingen i P-AL tall i utvalgte kommuner med ulike vekster i perioden 1960-2007

	Sørumsund, Ullensaker, Nannestad	Klepp, Sandnes, Time		
1960-1964	4,2	15,7		
1965-1969	5,6			
1970-1974	6,4	22,2		
1975-1979	6,6			
1980-1982	7,2	19,5		
1983-1985	7,5	22,0		
1988-1993	8,2			
1991-1995		21,7		
2000-2006	8,1			
2004		19,9	16,8	17,8
2005		21,3	18,0	19,6
2006		19,2	17,8	18,6
2007		20,5	19,7	17,6

P-AL tall i jorda i alle disse kommunene har bare blitt høyere i perioden fra 1960 og fram til i dag. Selv om P-AL tallene i kornområdet på Romerike omtrent har doblet seg fra 1960 til i dag så ligger disse verdiene fortsatt på akseptabel nivå og burde forbli her. Akershus fylke er det området som i gjennomsnitt har det laveste P-AL nivået i landet, mest sannsynlig på grunn av lav husdyrtetthet og i hovedsak korndyrking med lave P-normer. Man regner i dag et P-AL nivå i området 5-7 som optimalt for korndyrking (se figur 5). Etter at Bioforsk sitt jordanalyselaboratorium på Ås ble nedlagt er det ikke lett å få en samlet oversikt over utviklingen av jordanalysedata i regionene på Østlandet. Men inntrykket etter å ha snakket med Forsøksringene er at nivået på P-AL tallene i kornområdene ikke lenger øker, men synes å ha stabilisert seg på et gjennomsnittlig nivå i underkant av 10. Det virker derfor som om den reduksjonen man har sett i forbruket av P i handelsgjødsel har begynt å påvirke innholdet av P i jorda også. Gjødsler man i henhold til de nye justeringene tar man mer hensyn til jordas reserver enn tidligere og på sikt vil derfor P-AL tallene gå i retning av optimalt nivå på 5-7.

Det er store mengder husdyrgjødsel på Jæren og det er en stor utfordring for jordbruket å disponere denne på en ressursmessig og miljømessig fornuftig måte. Det anbefales å gjødsle med husdyrgjødsel ca. hvert femte år, men i praksis blir det gjødslet nesten hvert år enten på eng eller ved ompløying av eng, og dette fører til blant annet tilførsel av store mengder av P i jorda. Som man ser av tabell 5 var innholdet av P-AL i klassen meget høyt helt tilbake til 1960 og innholdet økte raskt til over 20 og ligger fortsatt på dette nivået, men det er tegn til at nivået er i ferd med å bli noe redusert. For de undersøkte kommunene ligger gjennomsnittet i perioden 2004-07 i underkant av 20.

Tabell 6 P-AL tall gjennom tiden (korn, gras, grønnsaker) i utvalgte kommuner i Romerike og Jæren

Vekst	Periode	Sørum Ullensaker Nannestad	Klepp Sandnes Time
Gras	1960-1964	3,6	16,0
	1970-1974	6,4	17,7
	1980-1982	7,0	18,5
	1983-1985	8,0	21,1
Korn	1960-1964	4,3	14,2
	1970-1974	6,1	18,2
	1980-1982	7,2	17,5
	1983-1985	7,2	---
Grønnsaker Potet	1960-1964	7,4	15,7
	1970-1974	10,6	22,2
	1980-1982	14,3	19,5
	1983-1985	17,5	22,0

I undersøkelsen utført av Krogstad (1987) kommer det også fram den forskjellen det er i P-AL relatert til vekst som dyrkes. I tabell 5 ser man at på Romerike er P-AL nivået omtrent det samme i korn og gras, mens i grønnsaksproduksjon har økningen vært svært stor fram til midten på 1980-tallet. På Jæren har nivået på grønnsaker vært omtrent på nivå med gras og korn og skyldes klart det store forbruket av husdyrgjødsel også i grønnsaksproduksjonen.

Grønnsaker har som regel større behov for P enn korn og engvekster har, men ikke så stor at disse tallene kan forsvares. Men ser man på veksttabellene for grønnsaker og potet i Skifteplan og i Yara sin gjødselhåndbok er det en stor ubalanse i forholdet mellom tilført P og det som tas ut i avlingene. Grønnsaker har et rotsystem som krever mye løst P nært røttene og det har vist seg at så lenge økt gjødsling med P gir økte avlinger er det vanskelig å få ned forbruket i disse vekstene. Men den ubalansen man har på P fører til et stort overskudd av P i jorda og dette måler man som høye P-AL tall. Opplysninger fra Forsøksringene som arbeider med grønnsaker viser at innen de mest P-krevende vekstene som løk og purre er det ikke uvanlig med P-AL tall på omkring 30.

Det er selvfølgelig en del usikkerhet i slike undersøkelser, men når man bruker gjennomsnitt over flere år i grupper er det stor sannsynlighet for at man klarer å fange opp den variasjonen man har innen et distrikt og med et stort tallmateriale antas trendene som vises å være rimelig sikre.

3.4 Drøfting av modeller/resultater ved bruk av gjødslingsprogrammene

3.4.1 P modell

Programmet Skifteplan beregner ikke ny P-AL tall fra år til år, men det gir informasjon om P-status. P-status forteller hvor mye av P fra fjorårets gjødsling er tilgjengelig i år. Denne informasjonen i tillegg til jordanalyse tall tas det hensyn til ved korreksjonen av P behovet i programmet. Norm tall for P, for enkelt vekst, ganges med en faktor som avhenger av P-AL fra jordanalyse og så får vi vekstenes P-behov. I tabell nr 7 kan vi se hvordan faktorer endrer seg med forskjellig P-AL tall i jorda.

Tabell 7. Skifteplanen sin korreksjon av P-behov etter P-AL tall fra jordanalyse.

P-AL	0-1	2	3	4	5-9	10-12	13-15	16-30	>30
Faktor	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00

Bioforsk og Yara bruker en annen korrigerende av P behov etter P-AL i jorda som er oppdatert sist i 2007. Denne modellen beregner heller ikke P-AL fra år til år men den bruker enn mye strengere korreksjon av P-behovet som er viktig i dag når vi tenker på avregning og miljø. I tabell nr. 8 ser vi med hvor mange prosent må vi øke eller minke veksternes norm behov ved forskjellige P-AL i jorda.

Tabell 8. Bioforsk sin korreksjon av P-AL tall

P-AL	0-1	2	3	4	5-7	8	9	10	11	12	13	=>14
Faktor	+100	+75	+50	+25	0	-10	-30	-40	-50	-70	-80	-100

Det som kommer tydeligst fram ved sammenligning av disse to modellene er at Bioforsk og Yara kutter ut P gjødsling ved P-AL 14 mens Skifteplan under samme omsetning anbefaler fortsatt halvparten av veksternes norm behov og i tillegg anbefaler tilførsel av en fjerdedel av veksternes norm behov når P-AL i jorda er mellom 16 og 30.

Tabell nr.9 Teoretisk vurdering av nedtapping av P-AL under forutsetning av at det ikke skjer en påfylling fra andre P-fraksjoner i jorda eller fra gjødsel.

P-AL (mg/100g)	Fosfor i P-AL fraksjonen (kg P/daa)	Mengde P i P-AL ned til P-AL 7 (kg/daa)	Teoretisk antall år for å redusere P-AL ned til 7
7	16,8	-----	----
10	24	7,2	Ca. 5
15	36	19,2	14
20	48	31,2	22
25	60	43,2	31

I tabellen nr. 9 er det gjort en teoretisk vurdering av nedtapping av P-AL under forutsetning av at det ikke skjer en påfylling fra andre P-fraksjoner i jorda eller fra gjødsel. Dette er et eksempel med en byggavling på 400 kg hvor det fjernes 1.4 kg P/daa/år.

P-AL tall på 7 er det ideale P-AL tallet som vi ønsker i norsk jord og det betyr at vi da har 16,8 kg P/daa i jorda. Det antas her at 1 P-AL tilsvarer 2,4 kg P.

Videre har vi P-AL tall på 10 som betyr at det finnes 24 kg P i jorda. For å komme ned til P-AL 7 må veksten bruke opp 7,2 kg P. Med en årlig norm behov som er 1,4 kg P/daa betyr dette at det tar ca. 5 år for å komme i mål.

Det er områder i Norge, særlig med husdyrproduksjon, hvor det ikke er uvanlig med P-AL tall rundt 20 og over. Teoretisk sett trengs det 22 år, uten tilførsel av P gjødsel, for å redusere P-AL tall fra 20 til 7. Praktisk sett er antall år enda høyere fordi veksten bruker hvert år en del P fra andre fraksjoner i jorda.

Når behovet for N, P og K er satt opp av programmet, finner det den gjødseltype fra lista som passer best for å dekke vekstenes behov. Siden det er N-behovet som dekkes først, og etter det K-behov, blir det sjeldent tilført akkurat den mengden av P som behovet er på. Som regel blir det tilført større mengder P enn behovet er men dette er ikke akseptabelt i dagens situasjon i henhold til miljø. Behovet for P er forholdsvis lite i kg i forhold til N og K, og en feilgjødsling på 0,1 kg P utgjør ofte 5-10% avvik i forhold til det anbefalte.

I Skifteplanen sin veksttabell, er det angitt en øvre grense for P i jorda som ligger på 12kg/daa for alle vekster. Dette tallet er veldig høy og virker urimelig. Vanligvis tilføres det mellom 1-2 kg P/daa og det er uforståelig hvorfor denne maksimums grense for tilførsel av P er så høy.

Det er husdyrgjødsel som bidrar mest til større tilførsel av P enn nødvendig. Ved å analysere skiftene på de to gårdene som vi har fått tilgang til, ser vi at i de årene når det gjødsles med husdyrgjødsel på et skifte tilføres det i tillegg P holdig fullgjødsel. Her ville det vært bedre å bruke en N - K gjødsel istedenfor N- P- K?

Det ble ikke undersøkt om veiledere i forsøksringene og gårdbrukere som bruker Skifteplanen selv bruker mer Bioforsk sin tabell for korreksjon av P behovet etter jordanalyser eller tabellen som ligger opprinnelig i programmet. Bioforsk sin tabell ble, som nevnt tidligere i teksten, justert i 2007. Det er vanskelig å si når vi kan forvente å se at P-AL tall i jorda begynner å gå ned på grunn av denne justeringen, men en ide om dette får man ved å se på beregningene i tabell 9.

Rådgivere i forsøksringene har mulighet til å bidra mye til at planene som utarbeides av Skifteplanen følges opp av gårdbrukere. De har kompetanse og kunnskap og burde prøve å overbevise gårdbrukere om å balansere bruken av P og tenke mer på miljø og framtidig ressurstilgang på P.

Det er kanskje en ide å gå tilbake til det systemet som opprinnelig var i programmet Planteplan (det hett da GJ-Plan) hvor det ble lagt en så kunstig høy pris på gjødsel som foreslår mer P enn behovet var slik at det alltid ble valgt balansert P- gjødsel eller undergjødsling med P (Krogstad², pers.med.).

² Tore Krogstad, professor ved Institutt for plante- og miljøvitenskap UMB

3.4.2 K modell

For å vurdere K modellene som brukes i Skifteplan og i Yara sin gjødselhåndbok (som også er Bioforsk sine anbefalinger for eng) ble det konstruert fire eksempler på 4 skifter. Det ble valgt vekstene eng og korn (bygg). Disse ble kjørt gjennom Skifteplan i 5 år og samtidig ble tilsvarende beregninger gjort manuelt etter Yara sin anbefaling. Resultatene er presentert i tabell 6.

Skifte nr.1

Vekst: Eng 2gj/2sl (dyrket i 5 år)

Jordart: Siltig mellomsand (Leireinnhold: 0-5% Moldinnhold: 3-4,5%)

Jordanalyseår: 2004 (pH=5,9 K-AL=12 K-HNO₃=70)

Forgrøde: Bygg (2003)

Skifte nr.2

Vekst: Bygg (dyrket i 5 år)

Jordart: Siltig mellomsand (Leireinnhold: 0-5% Moldinnhold: 3-4,5%)

Jordanalyseår: 2004 (pH=5,6 K-AL=12 K-HNO₃=70)

Forgrøde: Eng 2gj/2sl (2003)

Skifte nr.3

Vekst: Bygg (dyrket i 5 år)

Jordart: Siltig lettleire (Leireinnhold 10-25% Moldinnhold:3-4,5%)

Jordanalyseår: 2004 (pH=5,6 K-AL=12 K-HNO₃=120)

Forgrøde: Eng 2gj/2sl (2003)

Skifte nr.4

Vekst: Eng 2gj/2sl (dyrket i 5 år)

Jordart: Siltig lettleire (Leireinnhold 10-25% Moldinnhold:3-4,5%)

Jordanalyseår: 2004 (pH=5,9 K-AL=12 K-HNO₃=120)

Forgrøde: Bygg (2003)

Tabell 6 Resultater av K-AL beregninger i skifteplanen og etter Yara sin gjødselhåndbok i en 5 års periode

	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Jordanalyseår		Skiftepl	Yara	Skiftepl	Yara	Skiftepl	Yara	Skiftepl	Yara	Skiftepl	Yara
Skift nr.1												
K-AL	12		8	7,1	7	5,3	6	5,1	6	5	6	5
Anbefalt mengde K	8,5	0	11,5	0	11,5	5,2	11,5	7,4	11,5	7,7	11,5	7,8
Tilført mengde K	11,1		10,7		9,8		9,8		9,8		10,7	
Type gjødsel anbefalt	Storfe/melkeku /bløt AN34 AN34		22-2-12 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-2-12 22-2-12	
Skift nr.2												
K-AL	12		11		10		9		9		9	
Anbefalt mengde K	6,0		5,9	7,8	5,9	7,8	5,9	7,8	5,9	7,8	5,9	7,8
Tilført mengde K	3,9		4,8		4,8		4,8		4,8		4,8	
Type gjødsel anbefalt	22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10	
Skift nr.3												
K-AL	12		13		15		17		18		19	
Anbefalt mengde K	6,3		4,6	7,8	3,9	7,8	3,9	7,8	2,8	7,8	2,8	7,8
Tilført mengde K	3,9		4,8		4,8		4,8		4,8		4,8	
Type gjødsel anbefalt	22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10		22-3-10	
Skift nr.4												
K-AL	12		11	9,2	10	8,1	10	8	10	8	10	8
Anbefalt mengde K	9	0	11,5	0	11,5	0	11,5	0,1	11,5	0,6	11,5	0,6
Tilført mengde K	11,1		10,7		9,8		9,8		9,8		10,7	
Type gjødsel anbefalt	Storfe/melkeku /bløt AN34 AN34		22-2-12 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-3-10 22-2-12		22-2-12 22-2-12	

Skifte nr. 1

Skifteplan beregner seg til K-AL 6 etter 5 år, mens etter Yara sin gjødselhåndbok kommer vi fram til K-AL 5. Dette er ikke en signifikant forskjell, men vi ser at i 2006 er forskjellen blant disse to beregningene litt større enn på slutten av denne 5 års perioden, og utgjør 1,7 K-AL enheter. Siden dette ikke er et reelt eksempel, men et konstruert, så har vi ikke jordanalyser som kunne vise oss hvilken beregning som er mest sammenlignbar med det som er virkelige K-AL i jorda.

Det er merkelig at i 2004 ble det tilført mer K enn anbefalt mengde var, men likevel gikk beregnet K-AL tall i Skifteplan ned fra 12 til 8. I årene etter ble det tilført litt mindre K enn anbefalt og K-AL har gått gradvis ned med 1 K-AL enhet per år fram til 2007 hvor det ser ut til at det har stabilisert seg og ligger på 6 i 2008 og 2009 også. Kan dette tyde på at likevektsnivået for denne jordtypen ligger på 6 og ikke 5 som det står i Yara sin gjødsel håndbok?

Det ble på forhånd bestemt at det skal gjødsles med husdyrgjødsel det første året (2004) og resten av gjødselanbefalingene har programmet kommet med selv. Det er positivt at i tillegg til husdyrgjødsel det første året valgte programmet å gjødsle med AN34 som er en N-gjødsel og ikke med en fullgjødsel som mest sannsynlig ville tilført mye større mengder P enn det som er nødvendig. Videre har programmet valgt ut 22-3-10 til den første gjødslingen (2006, 2007, 2008). Hvorfor ikke 22-2-12 som ville gi nærmere mengde K til det som er behovet i forhold til 22-3-10?

For å beregne anbefalt mengde K etter Yara sin håndbok ble det tatt utgangspunkt i norm behovet for K som da ble korrigert for K-AL i jorda og for syreløselig K. Sammenlignet med Skifteplan ser vi betydelige forskjeller i anbefalte K mengder. Den største forskjellen er i året 2005 og utgjør hele 11,5 kg K/daa, forskjellen blir mindre fra år til år men utgjør likevel 3,7 kg K/daa på slutten av denne 5 års perioden. I dette eksempelet vil en gårdbruker, som følger Skifteplan, bli anbefalt til å tilføre 66 kg K/daa i en periode fra 2004 til 2009. Anbefalingene fra Yara og Bioforsk for samme situasjon og samme periode er 28,1 kg K/daa.

Det finnes noen figurer i gjødselhåndboka som skulle hjelpe til å finne den riktige gjødseltypen når det gjelder engvekster. Man skal gå inn i figuren på de aktuelle verdiene for reserve K (som kommer frem ved differansen mellom K-HNO₃ og K-AL) og P-AL. I krysningspunktet mellom P-AL og K-reserven finner man gjødseltypene som dekker både K-behovet og P-behovet. Anbefalinger gjelder for normal avling ved en og to slåtter i de ulike regioner (Yara gjødselhåndbok, 2009/10).

Bemerkning: Det ble tilført 3 tonn husdyrgjødsel i 2004. For å gjøre beregningen for anbefalt mengde K enklere med Yara sin gjødselhåndbok, ble det antatt at veksten har tatt opp hele K mengden fra husdyrgjødselen det året.

Skifte nr.2

K-AL tallet går gradvis ned fra 12 til 9. I Yara sin gjødselhåndbok er det ikke beregninger på endring i K-AL til korn, og en kan dermed heller ikke beregne seg til anbefalt mengde K utover det som er norm og justeringer ut fra K-AL i jordprøvetakingsåret. Vi ser at det er rimelig store forskjeller i anbefalt K-gjødsling mellom modellene, bl.a. ut fra at jordart og syreløselig K ikke tas hensyn til i Yara sine K-anbefalinger. Dette medfører i dette tilfellet en sannsynligvis unødvendig sterk bruk av K. Tilført mengde K etter Skifteplan er, også her, mindre enn det som behovet er, og da stiles det spørsmål ved bruken av 22-3-10 istedenfor for eksempel 22-2-12 som ville ha gitt litt større mengder K.

Også her finnes det figurer som brukes til å finne gjødsel som dekker P og K behovet i Yaras gjødselhåndbok og fungerer på samme måte som figurer på engvekster beskrevet tidligere.

Skifte nr.3

Utvikling av K-AL tallet på dette skiftet, etter Skifteplan, er ikke i samsvar med tilførte mengder K. Jordarten her er siltig lettleire og veksten er bygg. Det første året, tilføres det halvparten av behovet for K, men K-AL går opp en enhet. Videre, tilføres det i 2005 så vidt mere K enn beregnet behov er, og også her stiger K-AL tallet med hele 2 K-AL enheter. Økning av K-AL fortsetter gjennom alle år og på slutten av perioden (2009) ligger K-AL på 19 som ikke kan forklares ut i fra behovet for veksten og tilførte mengder K. Selv om det tilføres litt mer enn behovet hvert år er ikke dette nok til den relativt kraftige økningen vi ser i beregnet K-AL. En K-AL enhet tilsvarer ca. 2,4 kg K/daa og den beregnede økningen i K-AL synes derfor klart overestimert. Konsekvensen vil over år være for lite anbefalt K til bygg.

Når det gjelder type gjødsel anbefalt burde kanskje programmet anbefale en som inneholder mindre K siden vekstenes behov viser seg å være ganske liten.

Yara har, som tidligere sagt, ikke noe beregningsforslag for K-AL fra år til år når det gjelder korn vekster, men de samme figurer som på skiftet nr.2 brukes her for å finne riktig gjødselmengde og type. På samme måte som for skifte nr. 2 er det store forskjeller mellom modellene både på grunn av høye K-AL tall beregnet i Skifteplan og at Yara ikke tar hensyn til jordarten som her er lettleire og som kan bidra med mye K fra sine reserver.

Skifte nr. 4

Skifteplan beregner seg her fram til en K-AL på 10 i 2006 og forblir her i 2007, 2008 og også i 2009, mens Yara sin håndbok fører oss til en K-AL på 8 i 2007 og forblir her fram til 2009. Dette er en forskjell på 2 K-AL enheter. Vi kan heller ikke her vite hvilken beregning som gir nærmest tall til det

som er virkelige K-AL i jorda fordi vi ikke har jordanalyser fra 2009. Spørsmålet ved riktig likevektsnivå i jorda kan stilles her. Er det 10 eller er det 8?

Beregning av anbefalt mengde K etter Yara sin håndbok ble her gjort på samme måte som på skiftet nr. 1. Resultater er enda mer drastiske enn på første skiftet og fører til at i dette eksempelet vil en gårdbruker, som følger Skifteplan, bli anbefalt å tilføre 66,5 kg K/daa i en periode fra 2004 til 2009. Anbefalingene fra Yara og Bioforsk for samme situasjon og samme periode er 1,3 kg K/daa. Forskjellen er dermed på hele 65,2 kg K/daa. Her er det også antatt at veksten har tatt opp hele K mengden det første året fra husdyrgjødselen som ble tilført i 2004. Disse resultatene kan være svært alvorlige med tanke på fôrkvalitet og som skyldes et uheldig forhold mellom K og Mg+Ca i graset dersom man gjødsler med for mye K.

Generelt kan man si at det er til dels store forskjeller i måten å beregne K-behovet på mellom de undersøkte modellene, men konsekvensene vil være størst for grasdyrking da dette igjen virker inn på dyrehelsen. Det er tydelig at det er behov for å undersøke riktigheten av modellene for å få et bedre rådgivningsgrunnlag enn tilfellet er i dag til korn og gras.

3.4.3 pH beregning

Skifteplanen beregner sannsynlig heving og senking av pH i forhold til kalkingstiltak, og forsuring fra gjødsling og nedbør. For Østlandet blir den naturlige forsuring pga. nedbør antatt å være tilsvarende nøytralisering av ca.10 kg CaO/ daa/ år, mens for resten av landet antas å være ca. 25 kg CaO/ daa/ år. Disse verdiene blir automatisk foreslått av programmet. Videre tar programmet utgangspunkt i at de fleste fullgjødseltypene gir en kalkbelastning på 0,8 – 1,1 kg CaO/ kg N. For kalksalpeter er det regnet en positiv kalkvirkning tilsvarende 0,5 kg CaO/ kg N. Husdyrgjødsel sies å ha liten eller ingen betydning for endring i pH. I tillegg til forsuring fra handelsgjødselen er det beregnet en årlig forsuring fra 10 – 30 kg CaO/ daa/ år som følge av andre omsetninger og utvasking som belaster kalktilstanden (Gjplan, versjon 4.0, 1987).

Programmet gir beskjed om kalking når pH er 0,1 enhet lavere enn det som er vekstenes krav, og beregner samtidig kalkmengden ut fra en ønsket pH som er 0,2 enhet høyere enn vekstenes krav (Gjplan, versjon 4.0, 1987).

Yara sin gjødselhåndbok inneholder ikke noe forslag for beregning av pH år etter år, det finnes bare anbefaling om å ta jordprøver hvert fjerde år.

pH som beregnes av Skifteplanen år etter år viser seg ofte ikke å stemme med den virkelige pH tilstanden av jorda. Ved å analysere skiftene på en gård viste det seg at beregnet pH for neste år stemte ikke alltid med pH verdiene som jordanalysene viste (Tabell 7).

Tabell 7. Forandringer i pH på tre skifter på en gård mellom to jordanalyser, det første på høsten i 1998 og den andre i 2004.

År	Skift nr.1 /pH krav	Vekst-skifte1	Skift nr.2 /pH krav	Vekst-skifte2	Skift nr.3 /pH krav	Vekst-skifte3
1999	5,5/5,6	Eng 2gj/2slå	5,4/5,4	Havre	5,6/5,6	Eng 2gj/2slå
2000	5,4/5,4	Havre	5,3/5,4	Fabrikkpotet	5,5/5,6	Eng 2gj/2slå
2001	6,0/5,4	Fabrikkpotet	5,3/5,6	Gjennlegg i korngrønnfor	5,4/5,6	Eng 2gj/2slå
2002	5,9/6,0	Bygg	5,2/5,6	Eng 2gj/2slå	5,2/5,6	Raigrass 3 høst
2003	5,8/5,6	Eng 2gj/2slå	5,5/5,6	Eng 2gj/2slå	5,8/6,0	Bygg
2004	5,5/5,6	Eng 2gj/2slå	5,8/5,6	Eng 2gj/2slå	5,2/5,6	Eng 3gj/3slå
Jordart /moldinnhold	Siltig grovsand/ 3-4,5%		Siltig grovsand/ 3-4,5%		Siltig grovsand/ 3-4,5%	

Jordanalyser ble tatt i høsten 1998 (som vises som pH i 1999) og igjen høsten 2003 (som vises som pH i 2004), sånn at vi kan følge med utviklingen i pH som er beregnet av programmet og så sammenligne det med tall fra jordanalyser.

Det første skiftet ble kalket i 2000 selv om pH kravet til havre er 5,4, det samme som er beregnet pH verdi for dette året, og da ble mest sannsynlig ikke noe kalkingsvarsel. Beregnet pH til neste år er da 6,0 og kravet til fabrikkpotet (chips og pommes frites) er 5,4. Hvis det er programmet som har beregnet kalkmengder så burde pH kommet opp til maks 5,6 og ikke 6,0. Men det er mulig at programmet sine anbefalinger ble overstyrt. Beregnet pH for 2003 var 5,8 og når ny jordanalyse ble tatt viste det seg at pH lå på 5,5 dvs. en forskjell på 0,3 enhet.

Det andre skiftet hadde en pH på 5,4 etter jordanalyse i 1998. Programmet viser kalkingsvarsel i 1999 for havre som har pH krav på 5,4, men det ble ikke tilført noe kalk i det året. I 2000 burde

programmet vist et kalkingsvarsel fordi beregnet pH var 5,3 og kravet for fabrikkpotet er på 5,4. Det samme er det i 2001 når kravet for gjenlegg korngrønnfor 1gj/1sl er på 5,6 og beregnet pH ligger på 5,3, men uten noe kalkingsvarsel. I 2002 og 2003 ble det tilført kalk ved kalkingsvarsel og pH fra nye jordanalyser i 2004 viste 5,8.

Eng med 2gj/2sl ble dyrket på det tredje skiftet i 1999 og to år etter det. pH kravet til eng er 5,6 og i 2000 er beregnet pH verdi på skiftet 5,5 uten at det vises noe kalkingsvarsel. Det samme skjer i 2001 med en beregnet pH verdi for det året på 5,4, enda mindre en forrige året. Kalking ble utført i 2002 for raigrass/3høsting, sånn at pH for 2003 for bygg ble beregnet på 5,8. Ikke noe kalkingsvarsel denne gangen heller selv om pH kravet for bygg er på 6,0. Mest overraskende var at i 2004, etter ny jordanalyse, viste pH seg å være på 5,2, dvs. en forskjell på 0,6 enhet.

Eksempelene viser at programmet ikke alltid gir nødvendig varsel og klarer heller ikke å beregne pH i denne jorda etter dyrking/ kalking. Dersom dette er et generelt problem må programmet forbedre sine modeller som beregner pH effekter og pH endringer. Dette kan gi store utslag avlingsmessig dersom jorda spesielt blir for sur.

Beregning av kalkmengder i forhold til innholdet av organisk materiale i jorda slår også uheldig ut i visse tilfeller. I programmet brukes det en inndeling i 5 grupper av organisk materialet (tabell 7) Denne inndelingen er i utgangspunktet ikke nøyaktig nok. Intervallet mellom 4,5 -12,5 % er altfor stor. Mesteparten av norsk jord har mellom 3-4.5 % organisk materiale. Istedenfor en slik "trappe" funksjon burde vi kanskje hatt en mer linear en, for jo mer organisk materiale jorda har, jo større mengde kalk trenger vi for å øke pH for jordas bufferevne øker. Programmet foreslår samme mengde kalk fra 3-12 % organisk materiale i jorda som vises i følgende eksempel:

Tabell 7. Foreslått kalkmengde i forhold til innhold av organisk materiale i jorda.

% organisk materiale	Foreslått kalk mengde (kg/daa)
0-3	598
3-4,5	683
4,5-12,5	683
12,5-20,5	854
20,5-40,5	939

I eksempelet ser man at det er et relativt stort sprang i anbefalt kalkmengde mellom gruppene og dermed store forskjeller i overgangen mellom gruppene. Differensiering innen gruppen 3-12.5% organisk materiale bør innføres for å ta hensyn til organisk materiale sin innvirkning på jordas bufferevne og dermed for å øke pH. Slik systemet er i dag vil det i praksis si at det aller meste av norsk dyrka mineraljord kalkes likt uten å ta hensyn til innhold av organisk materiale.

3.4.4 Erfaringer med Skifteplan ut fra spørreundersøkelsen

Det er ikke mange som har svart på spørreundersøkelsen, men en del ting har kommet opp likevel. Her kommer det en analyse av svarene fra begge undersøkelsene.

a. Resultater fra Landbruksrådgivning (LR):

23,5 % av alle LR kontorer har svart på spørreundersøkelsen.

Bruk av standard parametere

22 % svarte at de bruker standardparametere i Skifteplanen. Resten bruker egne veksttabeller som er utarbeidet etter erfaring og forsøk, de er tilpasset lokale forhold og oppdateres jevnlig. En del bruker egne tabeller også for husdyrgjødsel som de selv analyserer, måler og beregner normer. I tillegg gjøres det endringer i pH (forsuringen blir nedjustert), og behovet for K endres etter alderen på enga.

Tilpasning av normer til sorter

33 % ønsker at normene blir tilpasset sorter og ikke arter og like mange har ikke ønske om det. 55 % tilpasser gjødslinga til sort allerede i dag, men en LR gjør det på poteter og grønnsaker men ikke gras. Disse tilpasningene er i form av tilførsel av mer eller mindre N i form av kalksalpeter, øke/reducere foreslått gjødselnivå, justeringer etter erfaringer, varierende virkning av husdyrgjødsel og samtidig lokalklimavariasjon. Det er forskjell i om det brukes delgjødsling eller ikke og i N norm hos toradsbygg og seksradsbygg. I korn tilpasses N mengde og i potet ses det på flere næringsstoffer, avlingspotensialet og legdegrense. Noen justerer P og K med hydroboka etter forventet avling og jordprøver og sier at dette gir høyere behov en Skifteplan. Andre vurderer Zn og Mn som bladgjødsling ved høy pH og noen skriver at behovet for Ca og Mg er sortsavhengig.

Følger brukere planen som lages?

66,5 % sier at gårdbrukere følger planen som LR lager og resten sier at det finnes noen unntak eller at det er både og. De som ikke følger planen bruker den bare som dokumentasjon, ser på den som meget teoretisk, følger sine egne erfaringer, gjødsler mer fordi de er redde at avlingene skal bli

mindre eller av dårlig kvalitet. De færreste brukere følger forslag og råd i forhold til kalking. Noen gårdbrukere sier at de følger planen litt og endrer litt på resten. Endringene gjøres i N mengde etter kjennskap til jorda og såtidspunkt. Behovet for bedre tilpassning av klima, særlig nedbør har også kommet fram.

Aktiv kontakt

Det er svært få gårdbrukere som tar kontakt selv for å diskutere planen som er lagd av LR. Som regel er det rådgivere i LR som tar kontakt, de lager planen og er i kontakt med bruker underveis. Etter at planen er laget er det nesten ingen som tar kontakt og hvis det skjer så er det fordi den oppsatte gjødseltypen i planen ikke er tilgjengelig ved bestilling. En del rådgivere drar på besøk når det tas jordprøver og diskuterer planen da i tillegg til at grovskisser lages. LR kontorene er veldig forskjellige i forhold til antall medlemmer. Enkelte av dem har over 1000 gårdbrukere og det er derfor forståelig at de ikke kan følge opp alle medlemmer like godt. Det er oppgitt forskjellige prosentener i forhold til hvor mange gårdbrukere LR kontor har kontakt med. Det varierer fra 25-90% av medlemmene og en stor del av disse utgjør kontakt på telefon

Lokale gjødslingsforsøk

Mange ringer utfører gjødslingsforsøk lokalt hos gårdbrukerne. Resultatene fra slike forsøk brukes for å overstyre normene i Skifteplanen. Noen overstyrer hele tiden mens andre bare korrigerer direkte i gjødselplanen. Noen er veldig forsiktige og må ha mange år med prøving i bunnen, men er tendensen entydig så overstyrer de også programmet. "Gjødslingspraksis bygger på forsøk. Skifteplan gir for lav K på vår jordtype. Vi vil heller ikke slippe P mengden ned på 0 kg om våren på ei kald siltjord", er et av svarene. Generelt sett, legges det vekt på egne og lokale erfaringstall, som er meget positivt.

Gjødseltype

Det er ofte ikke lett å finne en fullgjødseltype som passer eksakt til anbefalte mengder for N, P og K. Denne problematikken håndteres forskjellig i forskjellige ringer. Mange lar programmet bestemme ut i fra sin liste av gjødselslag, men det blir litt problematisk å forholde seg til mange typer gjødselslag noe som også ikke er ønskelig av gårdbrukere. Derfor reduseres denne lista til maksimum 2 til 3 forskjellige gjødseltyper som da kjøpes inn. Noen velger slik at det blir nok av alle tre stoffene selv om det kan bli alt for mye P eller K.

Det finns et distrikt som er i utgangspunktet svært fattig på K i jorda og normalt blir det tilført alt for lite K dersom en ikke tilfører kali 49 % i tillegg som er en meget dyr gjødsel og vanskelig å få tak i.

Der hvor det drives grasproduksjon og fleste har husdyr tenker man på å disponere gjødsla så godt som mulig i forhold til vekst, avstand fra gjødselkjeller til jorda og ikke minst i hvilken beskaffenhet

jorda er i (grøftetilstand, jordtype, osv.). Deretter suppleres det med innkjøpt gjødsel som er best tilpasset veksten i jorda.

En del av gårdbrukere har ønske om at innkjøpslista skal inneholde gjødsel som går ut i hele sekker eller paller, sånn at rådgiverne justerer noe på dette. Dessverre finnes det en del av gårdbrukere som gjødsler etter hva som er kjøpt inn uansett hva programmet anbefaler, men slik at N dekkes etter beregningene.

Pris er også et viktig kriterium når Skifteplanen foreslår gjødselslag, og da er det viktig at pris på de ulike gjødselslagene er oppdatert. En del gårdbrukere bestiller gjødselen tidlig på året og setter opp plan i etterkant, da må rådgiverne fordele gjødsel etter beste evne.

En av kommentarene forholdte seg til svovel.. Et viktig moment som gjør at en ikke skal bruke forslaget til Skifteplan er at det er behovet for N, P og K som bestemmer hvilket gjødselslag som velges. Svovelgjødsling er svært viktig på mange jordarter og Skifteplan foreslår utelukkende gjødsling med rent N hvis det ikke er behov for P og K (dekket opp gjennom husdyrgjødsel for eksempel). Da blir det ingen svovel gjødsling, noe som kan føre til dramatiske utslag på avlingen.

Her er det et eksempel på hvordan en av ringene håndterer valg av gjødsel: til korn velges det 1-2 fullgjødselstyper som passer best mulig for hele gården. Nå brukes det mest 22-3-10 selv om denne ofte gir en litt snau tilførsel av P og K. Sammen med startgjødsel brukes det mest 22-2-12. Til poteter kombineres ofte flere gjødselslag.

Justeringer etter jordanalyser

Her ble rådgiverne spurt om hvordan justeringene i mengde anbefalt P og K, etter jordanalyser, fungerer i praksis. Det er en del som mener at K justeringene ofte er ulogisk, de fleste opplever for rask reduksjon i K tilstand og med dette blir behovet for K alt for stort. Hos noen derimot blir K mengden som er anbefalt for lav. En svarte at han lar ikke programmet bestemme K-AL. Tilbakemeldinger fra brukere om egen erfaring brukes aktivt til å gjøre en del korreksjoner av anbefalte mengder av K. En av kommentarene var at behovet for K korrigeres ikke for alder på enga når jordanalyse blir tatt og at dette kan gi feil bilde av jordanalysen. En forsøksring hadde høye P og K tall med forklaring at gårdbrukere her ikke var nøye på disse tallene fordi at det finnes nok av disse stoffene i jorda, men at de var mer opptatt av å dekke N behovet.

Alt i alt virker det som de fleste er mer opptatt av K justeringene en av P justeringer. Dette viser at det er behov for en endring i K delen av programmet.

Endringer i pH, P og K

Det viser seg at beregnet endringer i pH, P og K stemmer ikke alltid overens med nye jordanalysetall. For noen fungerer det ikke med beregnet endringer i det hele tatt mens for andre fungerer det veldig

fint. Hos de fleste fungerer det med noen av parametrene for eksempel pH men ikke med P og K. Disse erfaringene er svært viktige for å kunne forbedre modellene i programmet.

Diverse kommentarer

Ønsker endring/ vurdering av K justeringene i forhold til K-AL og KHNO_3 analyser.

Ønsker mer realistisk nedgang i pH.

Ønsker om mulighet til å legge inn tekst på gjødslingstidspunkt- slik at det ikke står vår når gjødslingen skjer på sommer.

Er stort sett fornøyd med programmet.

I dag må du "klikke" ekstremt mye. Hurtigtaster i stedet for å måtte bruke musen hele tiden.

Ønske om tilpasning til økologisk grønnsaksproduksjon uten husdyrgjødsel dvs. gode beregninger av hvor mye N man får fra grønnngjødsling og eng.

Kurs for rådgivere.

Bruker programmet som et regneark og bruker på ingen måte slavisk det programmet kommer opp med.

Har egen gruppe i forsøkringsystemet som tar tak i endringsforslag og jobber mot Skifteplan med disse. Tar lit tid men fungerer greit.

Ønsker om bedre administrative rutiner, rapporter og lignende. Kalking delen kunne vært bedre. Interessant med GJØK prosjektet (modellering av avling som gjøres i Bioforsk). Vanskelig å korrigere med kløver % - gårdbrukere et sjelden om det er 5, 10, 15 eller 20 % kløver i enga.

Ønske om å kunne legge opp K korreksjonen selv for hver enkelt vekst.

Det hadde vært fint å kunne legge inn en fast gjødselmengde på en sort og bruker for eksempel: Bygg, Edel 4 kg optistart + 50 kg 22-2-12 så er det enklere å justere litt opp og ned på fullgjødselmengden etterpå enn at det på hver skifte foreslås to uaktuelle gjødselslag.

Det er en del ønsker når det gjelder kart delen men disse ble ikke analysert.

b. Resultater fra spørreundersøkelsen som ble sendt til gårdbrukere

Målet var å finne ut hvordan gårdbrukere håndterer Skifteplanen og å finne ut hvordan de ellers planlegger gjødslingen sin når de bruker andre hjelpemidler enn Skifteplan. Før det fjerde spørsmålet i undersøkelsen ble det skrevet: "Disse spørsmålene er for deg som enten lager planen selv med Skifteplan eller får andre til å lage planen for deg med bruk av Skifteplan". På grunn av dette fikk vi ikke vite på hvilken måte de andre gårdbrukere, som ikke bruker Skifteplan, lager gjødselsplan for sin gård.

Det er en del uklare svar og forvirrende kommentarer samtidig at enkelte ikke svarte på enkelte spørsmål.

Av ca. 600 gårdbrukere som ble tilsendt undersøkelsen svarte bare 14 på den (2,3%), som også var forventet etter at vi fikk vite at det er i underkant av 20 gårdbrukere (medlemmer) i Hedmarken Forsøksring som lager gjødselplanen selv ved hjelp av Skifteplan.

Tilhørighet

Alle svar er fra Gårdbrukere fra Hedmarken Landbruksrådgivning.

Hvem lager planen?

For 57% er det forsøksringen som lager planen, men de fleste glemte å svare på om det er snakk om ett tett samarbeid. 36% svarte at de lager planen selv

Hvordan lages planen?

Alle unntatt en som svarte på undersøkelsen bruker Skifteplan i gjødslingsplanlegging. Den ene gårdbrukeren bruker manuell planlegging med hjelpemidler fra Hydro (Yara).

Bruk av standardparametere

71% bruker standardparametrene fra programmet i planlegging av gjødsling. 14% gjør ikke det. Endringer som da blir gjort er å hente inn tall fra Hedmarken LR og egne analyser av husdyrgjødsel med kvantumjustering av mengden ved spredning ut i fra erfaringer og målinger om at næringsverdi er mindre på de første lassene enn på de siste.

Tilpasning av normer til sorter

21% ønsker tilpassing av normer til sorter, mens 50% har ikke ønske om det.

I dag er det 29% som allerede tilpasser normer til sort, mens 57% gjør ikke det. Interessant er at det finnes bønder som ikke ønsker denne tilpassinga, men gjør det selv på gården sin. Måten tilpassingene gjøres på er forskjellige:

Tilpassing i forhold til anbefaling

Rug - gjødsler med ca. 2 kg mindre enn Skifteplan sier

Delvis tilpassing – forventet avlingsnivå avhenger jo av sortsvalg og settes med bakgrunn i forsøksdata og egne erfaringer.

Kommentar 1: Antagelse om at sortsforskjellene ikke er særlig signifikante, de har gitt samme avlingsnivå. Men dette er kanskje feil?

Kommentar 2: Å definere riktig avlingsnivå er viktigere vil jeg tro. Kjenner ikke til hvor store forskjeller det er innbyrdes mellom sorter.

Følger brukere planen som lages?

64% følger i hovedsak den planen som lages med kanskje noen små justeringer som for eksempel: Justering for at antall kg blir noenlunde likt på sammenfallende skifter da dette sås under ett – unngår på denne måten å gjøre for mange endringer av innstilling underveis.

Enkelte år bruk av kyllingstrå – justerer da ned gjødselmengde på det enkelte skift.

Eventuell justering for N – prognose. Det er ikke bestandig at totalmengde husdyrgjødsel stemmer med det som er planlagt og dermed kan det hende at det brukes husdyrgjødsel på flere eller færre skifter enn det som er planlagt. Da justeres bruken av kunstgjødsel etter det.

Reduksjon av gjødsel på myr ut i fra erfaring.

14% svarer at de ikke bruker planen som lages. Endringene som gjøres da er å gjødsle sterkere i tilfelle gårdbrukere tror at det finnes potensial på avling eller så gjødsles det med samme mengde på flere skifter av praktiske hensyn. Mengden justeres også litt opp eller ned avhengig av såtidspunkt.

Gjødseltype

21% lar programmet bestemme gjødseltype ut i fra sin liste av gjødselslag. 14% gjødsler etter hva som er kjøpt inn uansett hva programmet anbefaler, men slik at N behovet dekkes etter beregningene. Det er ingen som svarte at de velger slik at det blir nok av alle tre stoffene selv om det kan bli alt for mye P eller K. Mesteparten har andre kriterier for valg av gjødsel. Her blir noen av de andre kriteriene beskrevet med noen kommentarer:

Her på gården er det nok husdyrgjødsel, det går derfor i Cas 27 og noe 25-2-6.

Det blir fort upraktisk å forholde seg til et stort antall gjødselslag, slik Skifteplanen gjerne foreslår. Begrenser meg til en eller to typer fullgjødsel om våren, pluss en type N-gjødsel for delgjødsling i hvete. Gjødselmengden fastsettes primært slik at N dekkes etter beregningene. Med de valgte slagene blir det underdekning av P, ofte også K. Underdekning av P er delvis et økonomisk spørsmål, idet gjødselslag med mye P er markant dyrere. Erfaringsmessig så har ikke dette ført til utarming av P-reservene i jorda, i alle fall ikke så langt. P-AL holder seg relativt konstant ifølge jordanalysene. Men hvis jordanalysene skulle vise noe annet i fremtiden så er det selvsagt nødvendig å justere kursen deretter.

Kjøper inn gjødsel etter forrige års plan og gjødsler etter årets.

Bruker forslaget fra forsøksringen.

Bruker 3 gjødselslag: 22-3-10, 25-2-6 og opti kas svovel. Dekker opp N men kan noen år blir for lite P og K. Har en jordtype som håndterer dette bra.

Justerer mengder med ettergjødsling.

Lar programmet bestemme ut i fra sin liste av gjødselslag. Ut i fra dette velges det 1 (maks 2) gjødselslag som dekker opp flest skifter og beregner deretter mengden på nytt.

Eksempler fra gårder

Reelle eksempler om skiftene på flere gårder ble presentert i vedlegg i denne oppgaven. Det er litt vanskelig å vurdere dem fordi at vi ikke har K-AL, P-AL og pH tall knyttet til skiftene. Men vi kan se at i flere tilfeller gjødsles det med husdyrgjødsel i flere år på rad på samme skifte. I tillegg til husdyrgjødsel tilføres det P holdig fullgjødsel selv om det ikke viser seg at det er behov for det. Det er positivt at enkelte gårdbrukere velger bare N gjødsel etter tilførsel av husdyrgjødsel som viser at de er beviste på å tilføre så mye næring som veksten trenger og ikke noe mer enn det.

På flere skifter tilføres det mere næring gjennom handelsgjødsel enn som er anbefalt av programmet. Dette kan tyde på at programmet anbefaler litt feil type gjødsel som gir mer næring enn vekstenes behov er.

Bruken av jordanalyser

Her ble gårdbrukere bedt om å kommentere hvordan de beregnet endringer i pH, P og K fungerer i praksis. Med unntak av to som svarte at beregninger fungerer bra, hadde mesteparten ikke noe mening om det, var usikre eller kunne ikke si noe om det.

I et av svarene står det: "I følge forsøksringen fikk vi vite at vi ikke måtte oppdatere P og K status hvert år. Dette har vi gjort og da blir alle tallene feil", og i andre: "pH - analysene har stort sett vist litt mindre forsuring enn beregnet. P- Beregnes ikke av Skifteplan så vidt jeg vet, K- Skifteplan har beregnet langsomt økning av K-AL mens analysene viser at nivået er ganske konstant"

Kommentarer

Gårdbrukere ble gitt mulighet til å komme med forslag for forbedring av programmet og her kommer svarene:

- Mulighet for kveldkurs over flere kvelder, lokalt.
- Savner mulighet for låsing av det enkelte år når dette er ferdig dokumentert. Når en ikke tar *backup* i tide og utide har en, av og til, lagt inn tall på feil år - og da er det for seint å rette opp i dette i ettertid. Dermed ødelegges dokumentasjonen for tidligere år. Skulle jo da eventuelt skrive ut diverse rapporter på papir for lagring, men det er også greit at dette ligger lagret i programmet.
- For omfattende til å kommentere

- Bruker det ikke nok selv til å mene noe om det
- Kart delen er altfor dårlig, veldig tung å bruke. Det er vanskelig å dele skifter når arealene og skiftene forandrer seg. Synes brukervennligheten er dårlig.
- For meg fungerer det bra, men kunne ønske enklere å få tilgang til arealer som leies fra andre grunneiere.
- Ønske om oppdaterte pH tall etter kalking
- Resten hadde ikke noe å si

Konklusjon av spørreundersøkelsen

Der det var mulig ble det regnet ut prosenter på svar. En del spørsmål ble ubesvart eller så var det uklare svar og svar som ikke kunne tas med i beregning av prosenter og der ble det gitt bare en beskrivelse av svarene.

Forskjellige veiledere bruker Skifteplanen på forskjellige måter og har forskjellige forventninger til programmet. Det er en del som vil ha klare beskjeder fra programmet om anbefalingene for forskjellige næringsstoffer og kalking, som skal stemme overens med den tilstanden jorda er i. De andre er fornøyde med å få et utgangspunkt i næringsbehovet for forskjellige vekster og så gjør de videre justeringer etter lokale forhold og erfaring. Noen var så ærlige og sa at de ikke har nok kunnskap til å vurdere Skifteplanen og uttrykte ønske om kurs angående programmet.

Det er vanskelig å gi et helhetlig bilde av situasjonen rundt gjødslingsplanlegging blant gårdbrukere fordi at det er få som svarte på undersøkelsen og i tillegg var det manglende utfylling av den. Men vi kan godt si at de fleste gårdbrukere får planen sin utarbeidet av forsøksringene og tilsendt i posten. De få gårdbrukere som lager planen selv har tilsvarende erfaringer og kommentarer til det som kommer fra veiledningstjenesten, men kanskje et litt sterkere ønske om at dataplanen gir riktige anbefalinger uten noen særlig justeringer underveis.

KONKLUSJON OG KOMMENTARER

P forbruket gjennom handelsgjødning har gått gradvis ned i de siste årene og ligger i dag på ca. 12 000 tonn. Dette tallet er litt diskutabelt fordi at i 2008 har prisene på handelsgjødning steget fra måned til måned og førte til hamstring på markedet, som igjen førte til at det ble en litt lavere omsetning i 2009.

De nye justeringene av P normer for korn og engvekster og justering av P korreksjoner, kommer sikkert til å påvirke forbruket av P i framtiden, men det endelige målet er kanskje å se at P-AL tall i jorda går ned. Fram til i dag så er ikke denne justeringen tatt med i Skifteplanen, den finnes bare i Bioforsk og Yara sin gjødninghåndbok.

For at P-AL i jorda skal gå ned må veiledningstjenesten være aktiv og følge opp gårdbrukere under gjødslingsplanlegging, spesielt på de gårder som har ekstremt høye P-AL tall.

Mer enn halvparten av P som brukes i gjødsling på norske gård kommer fra husdyrgjødsel. Ved å bruke husdyrgjødsel på andre gårder enn der den er produsert, kan man unngå unødvendig tilførsel av altfor store mengder av P på enkeltskifter og dermed få en mer ressursmessig riktig utnyttelse av gjødsla.

For kalium til eng og beite beskriver Yara og Bioforsk forskjellige modeller sammenlignet med det som ligger i Skifteplan. Det viser seg at beregningsresultater ved bruk av disse to modellene er svært forskjellige, men det trengs videre undersøkelser for å vise hvilken av modellene som gir det mest riktige resultatet, spesielt beregninger av endringer i lett løselige mengder over tid. Det kunne for eksempel settes opp et forsøk tilsvarende det som ble gjort her i oppgaven under K-modellen hvor vi kunne gjødsle og gjøre forskjellige beregninger ved hjelp av Skifteplan og Yara sin gjødninghåndbok. På slutten av forsøket kunne vi ta jordanalyser og se hvilken av modellene som har gitt de mest riktige resultater.

pH som beregnes av Skifteplanen år etter år viser seg ofte ikke å stemme med den virkelige pH tilstanden av jorda. Reelle eksempler viser at programmet ikke alltid gir nødvendig kalkingsvarsel og klarer heller ikke å beregne pH i denne jorda etter dyrking og eventuell kalking. Dersom dette er et generelt problem må programmet forbedre sine modeller som beregner pH effekter og pH endringer.

Beregning av kalkmengder i forhold til innholdet av organisk materiale i jorda slår også uheldig ut i visse tilfeller. Programmet bruker i dag en inndeling i 5 grupper etter innholdet av organisk materiale, som er i utgangspunkt ikke et nøyaktig nok system og fører til at det aller meste av norsk dyrka mineraljord kalkes likt uten å ta hensyn til innhold av organisk materiale..

Forskjellige veiledere bruker Skifteplanen på forskjellige måter og har forskjellige forventninger til programmet. Det er en del som vil ha klare beskjeder fra programmet om anbefalingene for forskjellige næringsstoffer og kalking, som skal stemme overens med den tilstanden jorda er i og som de direkte kan bruke i veiledningen av gårdbrukerne. Andre er fornøyde med å få en beregning av næringsbehov som de videre kan justere etter lokale forhold og erfaring.

Referanser

- Csatho, P. & Radimsky, L. (2009). Two worlds within EU27: Sharp contrasts in organic and mineral nitrogen-phosphorus use, nitrogen-phosphorus balances, and soil phosphorus status: Widening and deepening gap between Western and Central Europe. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 40:999-1019.
- Gundersen, G.I., Snellingen, B.A., Berge, G. (2009). *Jordbruk og miljø- Tilstand og utvikling 2009*. Statistisk sentralbyrå. Oslo-Kongsvinger, ISBN 978-82-537-7663-7
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. ,*Soil Fertility and Fertilizers- An Introduction to Nutrient Management*, 7th edition, 2005, ISBN 0-13-027824-6
- Krogstad, T., *Utvikling og vurdering av fosfortilstand i dyrka jord i perioden 1960-85 med hovedvekt på Romerike og Jæren*. Institutt for jordfag – NLH. *Jord og myr* nr.5 -1987
- Krogstad, T., Øgaard, A.F. & Kristoffersen, A.Ø. , *New P recommendation for grass and cereals in Norwegian agriculture.*, 2007 *NJF Report* vol. 4 (4):42-46.
- LMD (Landbruks- og matdepartementet). *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav*. FOR 2003-07-04 nr 951.
- Pierzynski, G. M., Sims, J. T. & Vance, G.F. (2005). *Soils and environmental quality*. Third ed. Taylor & Francis, CRC Press.
- Skifteplan, *Brukerhåndbok*, Agromatic AS, 2007
- Westersjø, S.G., *Fosfor og kalium i jord. Bruk av jorddatabanker som informasjonskilde for deler av Rogaland og Romerike*. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, 1996
- Øgaard, A.F. & Borch, H., *P-AL status i dyrka jord i Akershus*. *Bioforsk jord og miljø*, Ås Vol. 3 Nr.27 2008.
- Øgaard, A.F. & Krogstad, T., *Release of interlayer potassium in Norwegian grassland soils*. *J. Plant Nutrition and Soil Sci.*, 2005, 168: 80-88.
- Øgaard, A.F., Krogstad, T. & Lunnan, T., *Ability of some Norwegian soils to supply grass with potassium (K) - soil analysis as predictors of K supply from soil*. *Soil Use and Management*, 2002, 18, 412-420.
- Yara, *gjødselhåndbok*, 2009/2010

http://www.mattilsynet.no/mattilsynet/multimedia/archive/00042/Mineralgj_dselstatis_42866a.pdf

http://www.ssb.no/demo/ego/jordbruk_miljo/tabeller5.4/5.4.2.html

Vedlegg

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	29	9	Høsthvete 650	16,3/2,6/7,3	720	Vår 21-4-10 48kg Delgjødsling: kalksalpeter 42	0
	09			Bygg 650	13,4/2,6/7,0	570	22-3-10 60	0
	08	69	9	Bygg 650	11,8/2,4/7,4	795	21-4-10 60	0
	09			Ryps 220	12,6/3,5/4,6	210	22-3-10 55	0
	08	69	9	Havre 600	10,8/2,4/4,8	650	21-4-10 60	0
	09			Vårhvete 650	14,4/3,0/7,0	630	Vår 22-3-10/55 Delgjødsling 27- 0-0 17	0

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	70	6	Bygg 500	10,8-5,1-7,8	500	Kalksalpeter 10kg	3t bløt fra avlsgris
	09	70	6	Hvete 450	12,2-5,1-7,8	350	Can 27N 10 kg	3t bløt fra avlsgris
	08	73	6	Hvete 500	3,9-0,2-1,2	500	22-2-12 10 kg+ kalksalpeter 10 kg	3t bløt fra avlsgris
	09	73	6	Poteter 4000	10-4,2-16	4000	11-5-18 80 kg	
	08	14	6	Hvete 500	3,2-0,1-0,8	450	22-2-12 10kg + kalksalpeter 10kg	3t bløt fra avlsgris
	09	14	6	Bygg 450	0-0-0	350	0	3t bløt fra avlsgris

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	127	Siltig mellomsand	Anabell 550	12,4-4-5,5	666	Can 27 21,5kg	3t gris slakt, miljøfor bløt
	09	127	Siltig mellomsand	Picasso 850	13,8-4-6,8	881	21-4-10 50kg can 27 12kg	
	08	120	Siltig mellomsand	Heder 550	12,4-3,5-5,2	598	21-4-10 45kg can 27 11kg	
	09	120	Siltig mellomsand	Picasso 850	14-4,4-6,8	750	21-4-10 38kg can 13kg	Gris miljøfor slakt 2t høsten før 2,5kg N

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	32	9	Hvete 500	12,4-0,8-4,4	592	25-2-6 51kg	
	09	32	9	Bygg 450	9,8-0-0	424	21-4-10 48kg	
	08	43	9	Bygg 500	11,5-1,9-1,2	502	25-2-6 47kg	
	09	43	9	Bygg 450	9,8-0-0	424	21-4-10 48kg	
	08	20	9	Hvete 500	12,4-1,8-3,2	592	25-2-6 51kg	
	09	20	9	Bygg 500	10,6-0,5-6,2	424	21-4-10 52kg	

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	25	Siltig mellomsand	500	50kg 25-2--6	590 Bygg	Som anbefalt	
	09			500	50	300 Bygg	Som anbefalt	
	08	41	Siltig mellomsand	550	45	550 Havre	Som anbefalt	
	09			550	45	350 Havre	Som anbefalt	
	08	21	Siltig mellomsand	500	40	300 Bygg	35/mål	
	09			500	40	590	35/ mål	

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	20	9	Bygg 700	13-0,5-4,7	770	25-2-6 54kg	0
	09			Blomkål 2500	30,5-3-20	2200	12-4-18M 105kg	55kg Borkalksalpeter+ 21kg can 27N
	08	20	9	Blomkål 2500	30,3-3-20	2500	12-4-18M 105kg	55kg borkalksalpeter+ 30kg kalksalpeter
	09			Hvete 700	12-1,5-3	495	25-2-6 36kg	12kg can 27N
	08	20	9	Hvete 700	12-0-0,8	710	25-2-6 38kg	13kg can 27N
	09			Bygg 700	13-0-2,6	565	25-2-6 54kg	0

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	162	Siltig finsand	Vårhvete 600	11,5-0-7,1	640	35kg 25-2-6	4t slaktegris Høstspredd
	09	162		Bygg 550	11,8-0-4,8	520	24kg 25-2-6	2,8t sl. Gris vårspredd
	08	62	Siltig finsand	Bygg 550	11,8-0-5,6	610	52kg 25-2-6	
	09			Erter 450 til modning	-0,6-0-6,3- 13,8-3,4-5,4	250		2,5t sl gris høstspredd
	08	75	Siltig finsand	Vårhvete 600	13,4-3,6-6,4	680	38kg 25-2-6+ 25kg 25-2-6	
	09			Høstrug 700		620	43kg 22-2-12 + 20kg can 27N	

Skiftenavn	År	Størrelsen på skifte i daa	Jordart (navn eller nr ut fra analysebeviset)	Vekst og forventet avling i kg pr daa (dine opplysninger til Skifteplan)	Anbefalt gjødsling beregnet i Skifteplan i kg pr daa. (N, P, K)	Oppnådd avling i kg pr daa	Type og mengde (kg) handelsgjødsel brukt på hele skifte eller pr daa	Type og mengde husdyrgjødsel (tonn) brukt på hele skiftet eller pr daa
	08	15	5	Belinda 600	10,8-2,6-6,4	550	55kg 22-3-10	
	09	15	5	Tyra 450	8,5-0-0	350	15kg can 27N	6t storfe høst
	08	21	5	Bjarne 500	12,6-0,7-6,3	550	40kg 22-2-12 10kg can 27N	
	09	21	5	Bjarne 450	12,6-0-5,1	450	35 kg can 27N	2t storfe vår
	08	150	5	Zebra 500	12,6-1,6-6,3	550	46kg 21-4-10 20kg kalksalpeter	
	09	150	5	Eng 750	25-0-8,9	?	46kg 22-2-12 37 kg can 27N 19 can 27N	

