

# Langvarige forsøk med redusert jordarbeiding på Kise: Resultater 2005-2009 sammenlignet med tidligere år

Hugh Riley  
Bioforsk Øst Apelsvoll  
hugh.riley@bioforsk.no

## Innledning

I Norge ligger i dag 45-50 % av kornarealet i stubb om våren, som et ledd i arbeidet med å redusere erosjon og avrenning fra landbruksareal. Redusert jordarbeiding (uten pløying) er også ofte lønnsomt pga. lavere maskin- og arbeidskostnader, og det gir dessuten energibesparelser. Det er av interesse å undersøke hvorvidt avlingene kan opprettholdes uten pløying over lang tid, og hva som skjer i jorda ved et slikt dyrkingssystem. I vel 30 år er disse spørsmålene blitt fokusert i fastliggende forsøk på Kise forskningsstasjon, Nes på Hedmark. Resultater fra forsøkene er blitt rapportert i mange publikasjoner, bl.a. i bøkene Jord- og Plantekultur for 1998, 2002 og 2005. I tillegg er en fullstendig avlingsoversikt t.o.m. 2004 gitt i Riley (2006). I det følgende gis en oversikt over avlingene på feltene i perioden 2005-2009 sammenlignet med tidligere. Dessuten omtales også resultater fra jordundersøkelser utført de senere årene. Til tross for at Bioforsk sin avdeling på Kise nå er nedlagt, tas det sikte på å drive tre av forsøkene videre, bl.a. for fortsatt å kunne klarlegge eventuelle langtidsvirkninger av ulik jordarbeidingspraksis på jord og miljø.

## Materiale og metoder

### Forsøksfelt og jordart

Det er fire forsøksfelt, der tradisjonell jordarbeiding blir sammenlignet med redusert jordarbeiding. Tre av feltene (felt 1-3) er ruteforsøk med moderat rutestørrelse (0,2-0,4 daa), mens felt 4 er et storskalaforsøk med rutestørrelse 7 daa. Forsøkene ligger alle på moreneletteleire (10-20 % leir, 40-45 % silt og 40-45 % sand). Moldinnholdet er ca. 4-6 %. Feltene har ulik naturlig dreneringsgrad, og de er grøftet etter behov. Felt 1 og 2 er relativt tørkesterke, mens felt 3 og 4 er noe mer tørkesvake. Felt 1 ble startet i 1977 og de øvrige i 1980. Felt 1-3 har fire gjentak av hovedleddene (med/uten pløying) og andre forsøksbehandlinger (omløp, høstharving osv.) er lagt inn som split-plot ledd. Storskalaforsøket har fire store blokker (to gjentak med pløying og to uten pløying).

### Jordarbeiding og dyrkingspraksis

I forsøkene er tradisjonell jordarbeiding sammenlignet med redusert jordarbeiding. Tradisjonell jordarbeiding er høstpløying til 23-25 cm dybde (uten stubbharving, hvis ikke dette er nevnt i tillegg) etterfulgt av slodding



Bilde 1. Halmdekkingsgrad på jordoverflaten (hvete på felt 3 høsten 2009) av oppløyd jord uten (venstre) og med (høyre) høstharving med en Vibroflex kultivator. Halmdekkingsgraden ble målt til hhv. 93 % og 43 % (Till Seehusen, pers. medd).

og harving om våren. Redusert jordarbeiding er uten pløying og med harving bare om våren, med mindre det nevnes at høstharving er blitt gjennomført. Vårharving består av to operasjoner, først harving til ca. 8-10 cm dybde med en kultivator av typen Vibroflex, etterfulgt av harving til ca. 6-7 cm med en horisontal rotorharv av typen Ferraboli. Halmen er ikke blitt fjernet fra feltene siden ca. 1990, men den kuttes med skurtreskeren. Bilde 1 viser eksempler på hvordan jordoverflaten ser ut om høsten uten og med høstharving. For å bekjempe flerårig og vinterrettårig ugras, sprøytes hvert år alle forsøksrutene om høsten med glyfosat. Ettårig frøugras bekjempes etter vanlig praksis. Det er ikke brukt insektmiddel eller soppmiddel (unntatt mot overvintringssopp i høstkorn). Feltene er gjødslet moderat (ca. 10 kg N/daa), og de blir ikke vannet. Vårkorn er som regel sådd med en Juko kombisåmaskin (slepelabb) og høstkorn med en Tume gjødselharvmaskin (S-tind). De upløyde rutene har vært laglige for jordarbeiding til samme tid som de pløyde, og såing er derfor utført samtidig på alle ledd.

## Resultater

### Avlinger

#### Felt 1

Middelavlingene som ble oppnådd uten pløying var lik eller litt høyere enn de en fikk med pløying alle årene i perioden 2005-2009 (tabell 1). Lavt avlingsnivå i 2006 skyldes trolig nedvasking av gjødsel etter mye nedbør tidlig i sesongen og tørke senere. Fra høsten 2007 ble det gjeninnført forsøksledd med og uten harving om høsten i tillegg til harving om våren. I likhet med tidligere erfaring på dette feltet, har det ikke vært noe avlingsutslag for slik høstharving, hverken med eller uten påfølgende pløying.

Tabell 1. Kornavlinger (kg/daa) med og uten pløying 2005-2009 og alle år siden 1977. Relative avlinger = % av pløying

| Vekst               | År        | Med pløying | Uten pløying | Rel. Avling (%) |
|---------------------|-----------|-------------|--------------|-----------------|
| Bygg                | 2005      | 466         | 474          | 102             |
| Bygg                | 2006      | 353         | 362          | 103             |
| Bygg                | 2007      | 572         | 573          | 100             |
| Bygg                | 2008      | 555         | 560          | 101             |
| Bygg/havre (middel) | 2009      | 490         | 498          | 102             |
| Middel              | 2005-2009 | 487         | 493          | 101             |
| Middel              | 1977-2009 | 476         | 473          | 99              |

#### Felt 2

Også på dette feltet var middelavlingen den samme uten pløying som med pløying (tabell 2). Det var to år med høstkorn, der sprøyting mot overvintringssopp inngikk som forsøksledd. I 2005 var det god overvintring og høy avling av både rug og hvete, uansett jordarbeiding og sopp-sprøyting. I 2008 var det flekkvis dårlig overvintring, som ble utbedret ved direktesåing av vårhvete. Man så ikke noe systematisk utslag av sopp-sprøyting eller jordarbeiding på overvintringen, og avlingen var bare litt lavere uten pløying enn med. I 2006 var byggavlingen hemmet av tørke, men som på felt 1, klarte den seg noe bedre uten pløying. I 2009 inngikk høstharving som forsøksledd, men dette hadde ingen effekt på avlingen.

Tabell 2. Kornavlinger (kg/daa) med og uten pløying 2005-2009 og alle år siden 1980. Relative avlinger = % av pløying

| Vekst                  | År        | Med pløying | Uten pløying | Rel. Avling (%) |
|------------------------|-----------|-------------|--------------|-----------------|
| Høsthvete/rug (middel) | 2005      | 736         | 727          | 99              |
| Bygg                   | 2006      | 318         | 344          | 108             |
| Bygg                   | 2007      | 550         | 557          | 101             |
| Høsthvete              | 2008      | 539         | 515          | 96              |
| Bygg/havre (middel)    | 2009      | 510         | 497          | 97              |
| Middel                 | 2005-2009 | 531         | 528          | 99              |
| Middel                 | 1980-2009 | 456         | 458          | 100             |

#### Felt 3

I årene fram til 2004 ble ulike gjødslingsnivå sammenlignet i et kornomløp med potet på dette feltet. I 2005 ble det funnet ubetydelig ettervirkning av tidligere gjødsling, og noe større byggavling uten pløying enn med (tabell 3). Fra 2006 til 2009 er det blitt dyrket havre etter havre og hvete etter hvete, for å se om dette gir et ulikt sjukdomsbilde ved redusert jordarbeiding sammenlignet med pløying. Hos begge vekster har det vært nesten samme avling uansett jordarbeiding.

Tabell 3. Kornavlinger (kg/daa) med og uten pløying 2005-2009 og alle år siden 1980. Relative avlinger = % av pløying

| Vekst                   | År        | Med pløying | Uten pløying | Rel. Avling (%) |
|-------------------------|-----------|-------------|--------------|-----------------|
| Bygg                    | 2005      | 362         | 381          | 105             |
| Vårhvete/havre (middel) | 2006      | 329         | 334          | 102             |
| Vårhvete/havre (middel) | 2007      | 477         | 478          | 100             |
| Vårhvete/havre (middel) | 2008      | 469         | 483          | 103             |
| Vårhvete/havre (middel) | 2009      | 389         | 382          | 98              |
| Middel                  | 2005-2009 | 405         | 412          | 102             |
| Middel                  | 1980-2009 | 392         | 399          | 102             |

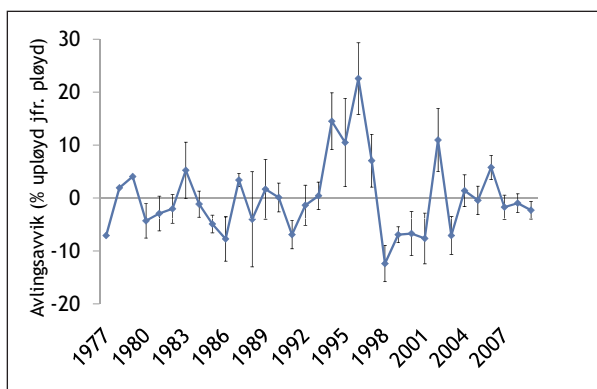
De siste tre årene er ledd uten og med høstharving også inkludert, men heller ikke her har dette påvirket avlingene. Avlingsnivået hos havre var 20 % høyere enn hos hvete i dette forsøket. Det er usikkert hvorvidt dette skyldes sjukdomsangrep eller den relativt lave gjødslinga på feltet. Eventuelle innhold av mykotoksiner i kornprøver fra dette feltet undersøkes hos Bioforsk Plantehelse.

## Felt 4

Det er dyrket bygg hvert år siden 2005, og det er ikke utført høstharving i denne perioden. Bortsett fra i det tørre året 2006, har avlingene vært litt lavere uten pløying enn med (tabell 4). Dette er i samsvar med tidligere resultater på dette feltet. Avlingene måles på 5 ulike steder på hver blokk, men siden det bare er to gjentak av disse, er det mulig at resultatene kan være noe påvirket av jordvariasjon. En av blokkene med redusert jordarbeiding er mer tørkesvak enn de andre blokkene. Man kan likevel ikke se bort fra at man har lykkes noe dårligere med redusert jordarbeiding i dette storskalaforsøket enn på de andre feltene. På dette feltet oppstår det lettere problemer med tetting av såmaskinen pga. store halmrestmengder. Selv om det ikke har vært store ugrasproblemer på feltet, kan det også til tider ha vært noe mer ugras uten pløying.

Tabell 4. Kornavlinger (kg/daa) med og uten pløying 2005-2009 og alle år siden 1980. Relative avlinger = % av pløying

| Vekst  | År        | Med pløying | Uten pløying | Rel. Avling (%) |
|--------|-----------|-------------|--------------|-----------------|
| Bygg   | 2005      | 440         | 407          | 93              |
| Bygg   | 2006      | 266         | 295          | 111             |
| Bygg   | 2007      | 538         | 492          | 91              |
| Bygg   | 2008      | 517         | 500          | 97              |
| Bygg   | 2009      | 417         | 390          | 94              |
| Middel | 2005-2009 | 436         | 417          | 96              |
| Middel | 1980-2009 | 455         | 430          | 95              |



Figur 1. Prosentvis avvik i kornavling ved redusert jordarbeiding, sett i forhold til avlingene med pløying. Middel av alle fire jordarbeidingsfelt på Kise, med tilhørende middelfeil.

## Samlet avlingsvurdering

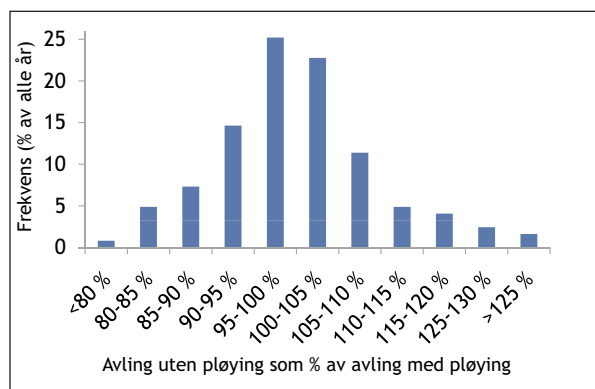
I middel av alle år og alle felt har vi oppnådd tilnærmet samme kornavling uten pløying (438 kg/daa) som med pløying (442 kg/daa). Tidlig på nittitallet var det flere tørkeår da man oppnådde større avlinger uten pløying enn med. Rundt århundreskiftet var avlingene størst med pløying, trolig som følge av flere fuktige forsømsre (figur 1). De senere årene har de prosentvise variasjonene i avvikene mellom upløyd og pløyd forsøksledd vært relativt små. Frekvensfordelingen av verdiene for relativ avling viser at redusert jordarbeiding har ført til økt avling omtrent like ofte som det har ført til avlingsnedgang, og at avlingene har ligget i området +/- 5 % av det man har oppnådd med pløying i nesten 50 % av alle tilfellene (figur 2).

## Jordundersøkelser

### Jordstruktur

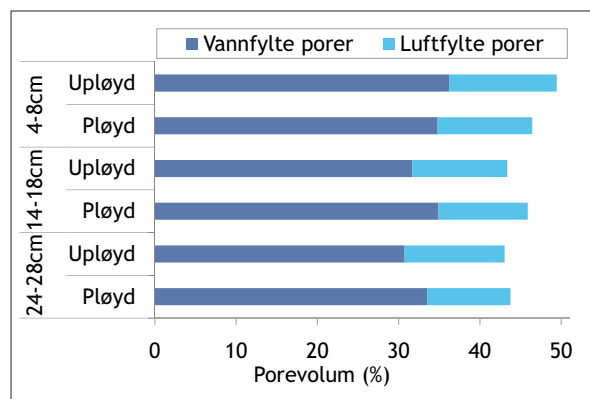
I 2007 og 2008 ble jordstrukturen undersøkt i tre dybder (4-8 cm, 14-18 cm og 24-28 cm) på 40 jordprofil (24 på felt 1-3, 16 på felt 4), hvorav halvparten var på tidligere upløyd jord og den andre halvparten på tidligere pløyd jord. Prøvene ble tatt etter høsting, men før høstjordarbeiding. Det ble tatt ut til sammen nesten 300 sylindereprøver til bestemmelse av jordtetthet, porevolum og luftledningsevne.

Jordtettheten var lavere i toppsjiktet på upløyd jord sammenlignet med tidligere pløyd jord, og porevolumet var dermed større (figur 3). I dette sjiktet var både vannlagringskapasiteten og luftkapasiteten høyere uten pløying enn med. I det midtre sjiktet derimot, var jordtettheten noe høyere i tidligere upløyd jord. Her komprimeres jorda både av traktorhjulene og delvis også av redskap. Uten pløying blir denne pakkingen ikke utbedret. Effekten var imidlertid relativt liten. I det nederste sjiktet, som er overgangen mellom matjord



Figur 2. Frekvensfordeling av tilfeller hvor redusert jordarbeiding gir større eller mindre kornavling enn pløying, innenfor ulike gruppering av prosentvis relativ avling. Tall fra alle fire jordarbeidingsfelt på Kise, i alt 123 sammenligninger.

og undergrunn, var det ingen forskjell i jordtettheten mellom jordarbeidingsmåtene, men litt høyere luftkapasitet der det ikke var pløyd.



Figur 3. Porevolum og fordelingen mellom vannfylte og luftfylte porer ved feltkapasitet på upløyd og pløyd jord. Middel av målinger gjort før jordarbeiding om høsten på alle fire felt etter 28-30 år med ulike jordarbeidingsregimer.

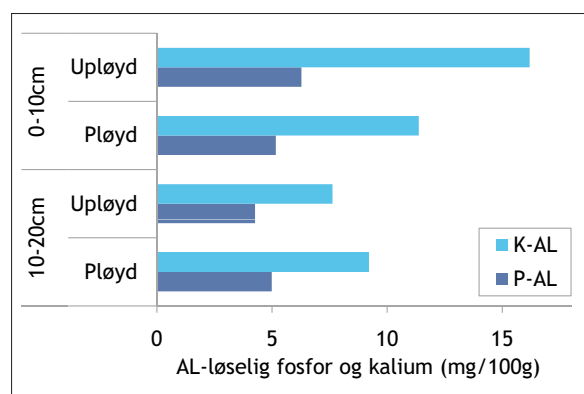
Undersøkelsen tydet på noe bedre jordstruktur i toppsjiktet av upløyd jord, og bare relativt små forskjeller i dypere sjikt. Luftpermeabiliteten var rimelig høy i alle sjikt (i middel 10-14  $\mu\text{m}^2$ , et nivå som er tilstrekkelig). Endringen i jordstrukturen i toppsjiktet skyldes trolig økningen i jordas moldinnhold som er registrert tidligere.

## Jordkjemi

I 2007 ble det utført analyser av pH og plantetilgjengelig P, K, Mg og Ca undersøkt i to dybder (0-10 cm og 10-20 cm) på alle forsøksruter med og uten pløying på felt 1 og 3.

Resultatene viste en markert økning av kaliuminnholdet i det øvre sjiktet av upløyd jord, sett i forhold til pløyd jord, og en viss økning i fosforinnholdet i dette sjiktet (figur 4). I sjiktet under var situasjonen motsatt, dvs. det var en nedgang i konsentrasjonene i upløyd jord, men nedgangene var mindre markert enn økningene i toppsjiktet. Begge trendene følger samme mønster som vi har registrert tidligere i disse og andre felt. Nivået av disse næringsstoffene var middels. Sett i forhold til tidligere målinger, har ikke konsentrasjonene i toppsjiktet økt nevneverdig. Forskjellene i fordelingen av P og K mellom sjiktene av upløyd jord ser dermed ut til å ha holdt seg relativt uendret.

Jordas pH og innholdet av kalsium og magnesium var ikke påvirket av type jordarbeiding (data ikke vist). En skal imidlertid være forsiktig med å trekke konklusjoner i denne forbindelse, da begge feltene ble presisjonskalket etter behov i 2001.



Figur 4. Jordas innhold av plantetilgjengelig kalium (K-AL) og fosfor (P-AL) i upløyd og pløyd jord. Middel av målinger på felt 1 og 3 etter 28-30 år med ulike jordarbeidingsregimer.

## Diskusjon

Både avlingsresultatene og jordanalysene tyder på at man kan gjennomføre redusert jordarbeiding over lang tid på moreneletteleire i det indre Østlandet, uten at det skjer drastiske endringer i avlingsnivå eller jordstruktur. Forsøkene viser at redusert jordarbeiding har et potensial for besparelser i tidsforbruk og investeringer og trolig også for miljøet. Til tross for disse fordelene, vil slike jordarbeidingsystemer stille bonden ovenfor nye utfordringer og kan også medføre interessekonflikter.

En ufravikelig forutsetning for å lykkes med jordarbeiding uten pløying er at flerårig ugras holdes under kontroll. Kvekeproblemet har avtatt over tid i disse forsøkene, men problemet med tunrapp har økt. I praksis betyr dette årlig sprøyting (p.t. med glyfosat som det enerådende herbicidet). Det vil oppstå konflikt dersom man finner at dette fører til uakseptable sprøytemiddelrester i vassdrag, slik man kan frykte på bakgrunn av nyere forskning. Et annet problem vil være om det oppstår resistens hos ugrasarter til aktuelle sprøytemiddel. I disse forsøkene har det enkelte ganger vært problem med åkersnelle, som er vanskelig å bekjempe med herbicider.

Selv om halmen nå i mange år ikke har blitt fjernet i disse forsøkene, er det klart at store halmmengder ofte vil være problematisk i praksis. De vanskeliggjør både harving og såing, og øker risikoen for overvintning av soppsjukdommer. De siste årene er kornets innhold av mykotoksiner kommet sterkt i søkelyset. Man mener at dette har sammenheng bl.a. med utbredelsen av redusert jordarbeiding. Et nytt prosjekt ledet av Bioforsk Plantehelse, tar nå sikte på å optimalisere

jordarbeidingsystem under ulike jord- og klimaforhold. Passende valg av vekstskifte kan trolig bidra i positiv retning. Allsidige omløp kan imidlertid skape andre problem, for eksempel ved spiring av havrespillkorn i neste års hveteåker, noe som er observert ved redusert jordarbeiding.

Det er veldokumentert at redusert jordarbeiding øker jordas stabilitet, og reduserer dermed erosjonsrisikoen. Får man økt karboninnhold i jorda som følge av at man dropper pløying, vil det gi en klimagevinst. Det råder imidlertid stor usikkerhet om hvor mye karbon som lagres på denne måten i jordprofilen totalt sett. En slik klimagevinst kan dessuten bli borte dersom utslippene av lystgass øker samtidig, som følge av tettere jord. Ifølge kanadisk forskning kan dette være tilfellet når pløying utelates på dårlig drenert jord i fuktig klima.

Stikk i strid med mange forskeres formaninger over flere tiår, går utviklingen fortsatt i retning av stadig tynnere maskiner. Ved feil bruk kan disse føre til jordpakking i både matjorda og undergrunnen. Jordas bæreevne om våren ser ut til å være like stor på upløydd jord som på pløydd jord, slik at jordpakking trolig ikke vil oppstå så lenge man unngår å kjøre for tidlig.

Dersom jordpakking likevel skjer, blir problemet antagelig mer langvarig i jord som ikke pløyes, fordi man der får mindre mekanisk jordløsning. Generelt kan det derfor være grunn til å advare mot bruk av for tung redskap ved redusert jordarbeiding, slik som man også gjør ved økologisk dyrking.

## Referanse

Riley, H. 2006. Recent results and trends over time with conservation tillage on morainic loam soil in southeast Norway. *Acta Agric. Scand. Section B – Soil and Plant Science* 56: 117-128.