

INSPIRATION OG VEJLEDNING TIL **PLØJEFRI DYRKNING**

2016



INSPIRATION OG VEJLEDNING TIL PLØJEFRI DYRKNING 2016
er udgivet af

SEGES Planter & Miljø
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
8740 5000
seges.dk

Kontakt
Eskild Hohlmann Bennetzen, ehob@seges.dk
D +45 2870 1365

Redaktion
Eskild Hohlmann Bennetzen, SEGES
Hans Henrik Pedersen, FRDK

Forsidefoto
Henning Sjørsløv Lyngvig, SEGES

Denne publikation er finansieret af



STØTTET AF

promilleafgiftsfonden
for landbrug

December 2016

Forord

Denne publikation er tænkt som en kombineret inspiration og vejledning til pløjefri dyrkning. Den primære del af rapporten giver derfor praktiske råd og vejledning til det at drive sit markbrug uden plov. Men den indeholder også afsnit, der beskriver de bredere aspekter af jordens biologiske, fysiske og kemiske forhold, der påvirkes af om der pløjes eller ej. Viden og erfaringer om pløjefri dyrkning er i stor udvikling, og derfor vil denne vejledning blive revideret løbende. Alle med viden, som kan forbedre vejledningen fremadrettet, er meget velkomne til at komme med indspil til Eskild H. Bennetzen, SEGES. Vi har tilstræbt at denne vejledning kan bruges af landmænd med begrænset erfaring med pløjefri dyrkning. Vi håber dog også, at den kan give inspiration til, de mange landmænd, der har mange erfaringer og er pionerer på området.

Vejledningen udspringer som en del af projektet OptiTill, der afsluttes i 2016 og er kørt i samarbejde mellem SEGES, LMO, FRDK, CTF Europe og Aarhus Universitet. OptiTill projektets formål er at demonstrere forskellige systemer af reduceret jordbearbejdning og vurdere disse iht. produktion, miljø, teknik og økonomi. OptiTill projektet ledes af LMO og har kørt fra 2012 til 2016. Læs mere om projektet på hjemmesiden www.optitill.dk.

Der rettes en stor tak til alle forfattere samt andre, der har givet indspil til vejledningen. Også stor tak til netværket af DLBR specialkonsulenter i pløjefri dyrkning.

December 2016, Eskild Hohlmann Bennetzen

Forfatterliste:

Bente Andersen, Plantekonsulent, Aps
Christian Hansen, Planteavlskonsulent, SAGRO
Erik Sandal, Chefkonsulent, LMO
Erik Schou Maegaard, Landskonsulent, SEGES
Eskild Hohlmann Bennetzen, Specialkonsulent, SEGES
Ghita Cordsen Nielsen, Landskonsulent, SEGES
Hans Henrik Pedersen, Projektkoordinator, FRDK
Henning Sjørlev Lyngvig, Specialkonsulent, SEGES
Janne Aalborg Nielsen, Specialkonsulent, SEGES
Kasper Holm Kristensen, Planteavlskonsulent, LMO
Marian Damsgaard Thorsted, Specialkonsulent, SEGES
Mikkel Gejl Hansen, Konsulent, SEGES
Poul Henning Petersen, Landskonsulent, SEGES
Simon Rosendahl Bjorholm, Natur- og miljøkonsulent, LMO
Søren Søndergaard, Planteavlskonsulent, Vestjysk Landboforening
Søren Trads Møller, Teknisk rådgiver, LMO

Indhold

1	Introduktion	1
2	Beskrivelse og definition af pløjefri dyrkning.....	1
3	Et univers af liv i jorden – der påvirkes af jordbearbejdning	4
4	Jordens indhold af organisk stof	7
5	Forudsætninger for pløjefri dyrkning	9
5.1	Sædskifte	10
5.2	Efterafgrøder	13
5.3	Det visuelle indtryk og 'hvad siger naboen'	17
6	Praktisk vejledning i pløjefri dyrkning	19
6.1	Halmmanagement.....	19
6.2	Jordbearbejdning.....	22
6.3	Behovsbestemt pløjning.....	28
6.4	Planteetablering	29
6.5	Gødsning.....	36
6.6	Planteværn	38
7	Praktiske erfaringer med reduceret jordbearbejdning	44
7.1	Udbytter ved pløjefri dyrkning	45
8	Kontakt din lokale specialist i pløjefri dyrkning.....	46
9	Effekt på drivhusgasser	46
10	Effekter på jordens struktur	47
11	Jordpakning	49
12	Maskinvalg og økonomi.....	53
12.1	Forudsætninger	53
12.2	Resultater på økonomien	55

1 Introduktion

Mere end 30 års udvikling af pløjefri dyrkning i Danmark

Eskild H. Bennetzen, Hans Henrik Pedersen & Simon R. Bjorholm

Landsforsøg udført fra 1981 til 1986 viste, at udbyttene stort set var ens efter pløjning, efter harvning og ved direkte såning. Der er siden udført talrige forsøg med tilsvarende resultat.

Der kan opnås billigere etablering af afgrøderne, når der ikke pløjes, og økonomien samt mulighed for en stor kapacitet ved såning har da for mange landmænd også været hovedårsagen til at undlade pløjning. Pløjefri dyrkning har mange fordele, både for landmanden men i ligeså høj grad for samfundet, da dyrkningssystemet på mange miljøparametre er det konventionelle pløjede dyrkningssystem overlegent.

Udbredelsen af dyrkning uden plov har med nogle bølger undervejs været i en konstant vækst siden forsøgene for mere end 30 år siden. Der er også mange landmænd, der har taget ploven i anvendelse igen. Når landmænd går tilbage til ploven, skyldes det oftest, at man ikke har sat sig ind i de udfordringer, der altid vil opstå, når der foretages en stor ændring i et dyrkningssystem. At udelade pløjning er en stor ændring. Hvis man fortsætter med at gøre alt andet, ligesom man gjorde, da man pløjede, så er der stor risiko for, at der opstår forskellige problemer.

Pløjning er en voldsom behandling, der kraftigt påvirker det mangfoldige biologiske liv, der ellers naturligt vil findes i de øverste jordlag. Landmænd, der i en årrække har dyrket pløjefrit, oplever, hvordan jorden ændres - både med hensyn til en bedre jordstruktur, så der f.eks. også i våde år kan høstes uden at køre fast, men ikke mindst med hensyn til et langt mere mangfoldigt biologisk liv både over og under jord. Antallet af regnorme er den mest synlige indikator for denne forandring.

I pløjefri dyrkning arbejdes med og ikke imod naturens mekanismer. Pløjefri dyrkning drejer sig ikke blot om jordbearbejdningsmetoder. Et varieret sædskifte og brug af efterafgrøder i artsblandinger er de væsentligste metoder, der udnyttes for at sikre en sund jord.

Ligesom pløjning påvirker harvning jordens struktur og biologi. Det er derfor inspirerende at opleve, hvordan et stigende antal landmænd ønsker at reducere jordbearbejdningen endnu mere – for at dyrke på landbrug, hvor man udnytter naturens kræfter.

2 Beskrivelse og definition af pløjefri dyrkning

Hans Henrik Pedersen

Pløjefri dyrkning omfatter en række forskellige dyrkningssystemer, herunder også dyrkning, hvor jorden bearbejdes lige så intensivt som ved pløjning, dog med den forskel, at jordlagene opblandes og ikke vendes, som det sker ved pløjning. De fleste pløjefri landmænd i Danmark harver en eller to gange mellem høst og såning. I takt med, at de erfarer de positive effekter ved pløjefri dyrkning, be-

grænser mange dog både harvedybde og antallet af harvninger. Der er også et stigende antal landmænd, der, enten hvert år eller en gang imellem, etablerer afgrøder uden at harve først.

Denne vejledning dækker både direkte såning og harvede dyrkningssystemer. For nogle emner vil anbefalinger være forskellige for de to systemer. Det gælder f.eks. ukrudtsbekæmpelse, hvor harvning vil begrave en stor mængde ukrudtsfrø, der senere kan blive harvet op. Derfor vil ukrudtsbekæmpelse ofte være forskellig afhængig af dyrkningmetode.

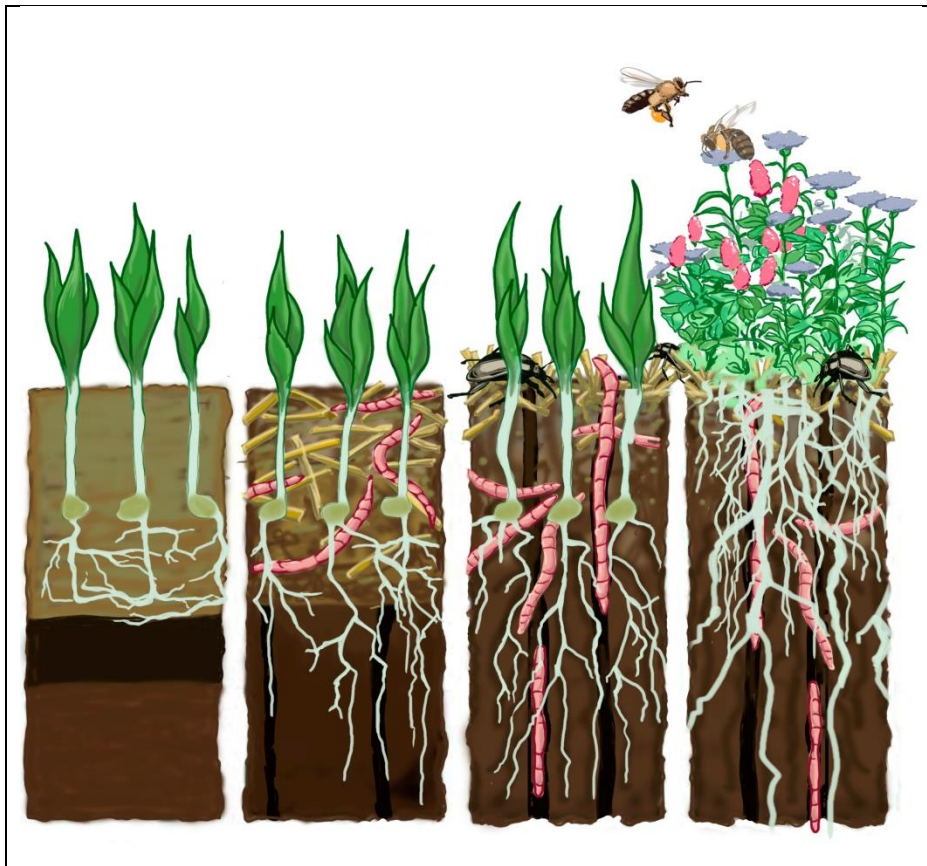
Jordens biologi erstatter jordbearbejdning

Conservation Agriculture (CA) er den mest vidtgående form for pløjefri dyrkning. Udover at jorden forstyrres mindst muligt, så omfatter CA også, at jorden skal være dækket af plantemateriale året rundt, og derudover skal der være et varieret sædskifte. Figur 2.1 illustrerer forskellen mellem pløjet jord, og jord der er dyrket ved forskellige former for pløjefri dyrkning.

FAOs definition på Conservation Agriculture (CA)

FAO, der er FN's fødevarer- og landbrugsorganisation promoverer Conservation Agriculture og har følgende definition af CA:

1. Minimal fysisk forstyrrelse af jorden - år efter år
2. Permanent dække af jorden med organisk stof
3. Dyrkning af mange forskellige plantearter (gerne samtidigt ellers i sædskifte)



Figur 2.1: En levende jord. Jordens dyr og planterødder kan erstatte den fysiske bearbejdning med maskiner. Det kræver dog, at de får mad og ro til at arbejde. Grafik: Pernille Martiny Modvig, Agrovi Videncenter.

Forskellige former for pløjefri dyrkning

Der hersker forvirring om begreberne, når der tales om pløjefri dyrkning. Det gælder specielt, når man taler om direkte såning. Moderne såmaskiner er ofte monteret med sektioner, der foretager jordbearbejdning samtidig med såning. Direkte såning er når jorden ikke forstyrres af andet end såskæret.

Dyb bearbejdning

Jorden bearbejdes ofte til 15 cm eller dybere. Det bør altid ske med smalle spidser, så der ikke sker glitning i stor dybde. Mange har erfaring med en meget sikker etablering men med store omkostninger.

”Almindelig” pløjefri dyrkning

Pløjefri dyrkning foregår hos de fleste landmænd ved en øverlig harvning lige efter høst, for at få spildkorn og ukrudt, specielt gold hejre, til at spire. Dette følges op med en dybere opharvning i 5 til 15 cm inden såning.

Minimal jordbearbejdning (min-till)

Der foretages kun en overfladisk jordbearbejdning, der ofte sker samtidig med såning f.eks. med en tallerkenharvesektion. Bearbejdning kan også være med tænder, så jorden under frøet løsnes. Der foretages ikke jordbearbejdning forud for såning, dog kan der foretages en strigling til fordeling af halmen efter høst.

Dyrkningssystemer, hvor der harves, benævnes også Muldsåning (efter tysk Mulchsaat). Internationalt kaldes det Conservation Tillage, der, ifølge en amerikansk ASAE standard, er defineret ved, at 30 pct. af jorden altid er dækket af afgrøde eller af afgrøderester.

Stribeharvning

Jorden harves kun i striber enten under afgrøden eller mellem to sårækker. Ifølge den amerikanske standard må maksimalt 30 pct. af overfladen være opharvet. Grubesåning af raps er en form for stribeharvning, men også korn bliver i stigende omgang sået efter harvning i striber.

Direkte såning

Der foretages kun jordbearbejdning med såskæret. Internationalt skelnes mellem ”NoTill”, hvor der kan bearbejdes i større dybde end sådybden, f.eks. i forbindelse med placering af gødning. Hvis der ikke bearbejdes under sådybde, benævnes det ”Direct Seed” eller ”ZeroTill”, der næsten altid vil foregå med skiveskær.

Er du interesseret i internationale definitioner, så har USDA lagt den amerikanske standard ASAE EP291.3 på [deres hjemmeside](#).

3 Et univers af liv i jorden – der påvirkes af jordbearbejdning

Simon R. Bjorholm, Bente Andersen & Eskild H. Bennetzen

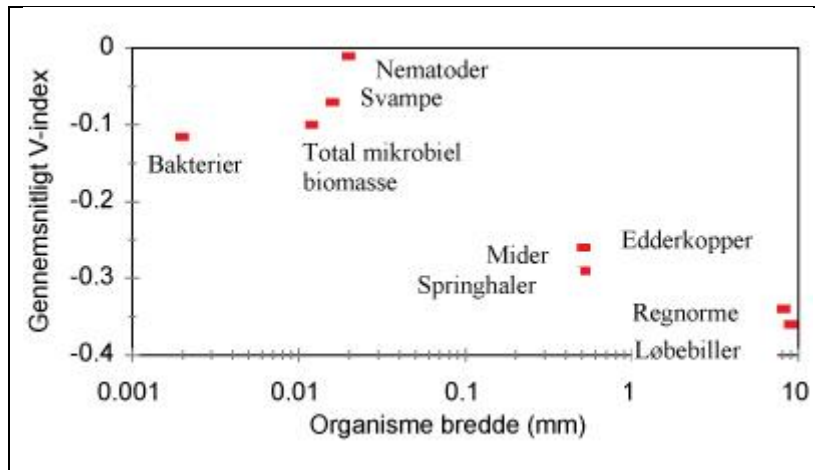
De tiltag, man gør i forbindelse med landbrugsdriften, har en stor betydning for biodiversiteten i det økosystem, en dyrket mark udgør. Jordbearbejdning, gødskning, dræning og brug af bekæmpelsesmidler har alle til formål at fremme den udsåede afgrøde og holde konkurrenter, sygdomme og skadedyr på et acceptabelt niveau. Derfor har den valgte dyrkningspraksis stor betydning for, hvilke dyre- og plantearter der findes i marken, hvor mange der er af dem og hvornår på året de er der.

Der er et væld af makro- og mikroorganismer (vira, bakterier, svampe, alger, mider, nematoder og orme og mange andre slags organismer), og hver enkelt udøver funktioner, der er afgørende for jordens biologiske funktioner i form af nedbrydningen af organisk materiale og recirkuleringen af mikro- og makronæringsstoffer til en form, som planterne kan udnytte. De spiller også hver deres rolle i markens fødekæder, som bl.a. har indflydelse på bestanden af nyttedyr. Jordens organismer fører desuden til en bedre jordstruktur, bedre afvanding og en jord, der er lettere at bearbejde. Det giver grundlag for god produktivitet. En større gennemgang af videnskabelig litteratur viser, at regnorme hæver udbyttet gennemsnitligt med 25 pct.¹

Det er aldrig for sent. Jordbiologien er indrettet sådan, at selv om man måtte have et udgangspunkt med svag biologisk aktivitet, så vil organismene i jorden udvikle sig, når de får bedre betingelser.

I et pløjet system er jordbearbejdningen skadelig, dels ved den umiddelbare forstyrrelse, der maser, overskærer eller begraver dyrene og svampene, dels ved at fjerne de overfladelevende dyrs fødegrundlag og gemmesteder. Principper om minimal jordbearbejdning og permanent jorddække med en kombination af voksende planter og døde planterester, kan derfor påvirke biodiversiteten positivt. Figur 3.1 illustrerer forskellige organsimegruppers relative følsomhed (V-indeks) over for pløjning. Figuren viser at især regnorm, løbebiller og edderkopper fremmes mest ved pløjefri dyrkning, mens mider og springhaler kommer lige efter. Selvom figuren viser, at svampe generelt er mindre følsomme, har flere undersøgelser vist, at pløjefri dyrkning især giver mykorrhizasvampe bedre mulighed for at danne mycelium i jorden og for at kolonisere planternes rødder. Ca. 60 pct. af landbrugsafgrøderne danner samarbejde med disse svampe, hvorved svampen hjælper planten med optagelse af fosfor og andre sværttilgængelige næringsstoffer som calcium, zink og kobber. Mykorrhiza svampene producerer også glomalin, der er et lim-stof, som er meget vigtig i forhold til at opbygge og stabilisere en god jordstruktur.

¹ van Groeningen m.fl. (2014): Earthworms increase plant production: a meta-analysis. Scientific Reports, 4, 6365



Figur 3.1 viser forskellige organisme-grupperes relative følsomhed (V-indeks) over for pløjning i relation til organismens bredde. Jo mere negativt V-index, desto mere følsomme er organismen over for pløjning²

Regnorm som biologisk plov

Når forholdene for en stor og aktiv bestand af regnorme er til stede, vil de være i stand til at foretage en imponerende bearbejdning og løsning af jorden. Ifølge Paul Henning Krogh, Seniorforsker ved Aarhus Universitet, vil aktiviteten af regnorm under ideelle forhold være så stor, at de øverste 10 cm af jordprofilen har passeret gennem ormetarmen hvert 10'ende år. Generelt skades regnorme af jordbearbejdning, særligt fræsning, idet ormene klippes over. Her er en lang orm i større risiko for at blive klippet over end en kort, og en bestand af store regnorme er også længere tid om at genetableres efter en nedgang i populationen. Når dødt plantemateriale arbejdes ned i jorden ved pløjning, fjernes fødegrundlaget desuden for Stor Regnorm (den vi alle kender), der lever af planterester, de henter på jordoverfladen.

I en dyrket mark vil der primært være to grundtyper af regnorm tilstede. De jordædende orme (endogæiske) lever i de øverste jordlag, som de æder sig igennem som deres primære fødekilde, og de anetiske orme laver dybe gange lodret ned i jorden og henter deres føde af planterester fra jordoverfladen. Stor Regnorm hører til den sidste gruppe. Det er også den, der laver dybe gange ned til flere meters dybde, der hjælper til at afdræne jorden og hjælpe rødderne ned i de dybe jordlag.

De dybe, lodrette kanaler, der er dannet ved en kombination af rod- og regnormeaktivitet, kaldes også biopor. De kan være meget gamle og bliver med tiden cementeret af jern- og manganoxider, der udfældes fra drænvand, der løber i porerne. Generelt er en struktur af lodrette porer både i stand til at afdræne jorden bedre end en horisontal struktur, der skabes med ploven eller harven, og er også mere stabil over for tryksskader.

² Kilde: Jørgen E. Olesen m.fl. (2002): Miljøeffekter ved pløjefri dyrkning. DJF rapport nr. 65, Markbrug. Tilpasset efter: Wardle, D.A., 1995. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26: 105-185

Udover at løsne og afdræne jorden er regnorme i stand til at stabilisere jordens krummestruktur, idet blandingen af mineralske partikler og plantemateriale i regnorme-ekskremitter er meget vandstabile. Jo mere jordoverfladen er dækket af regnorme-ekskremitter, desto mere robust er jorden over for vind- og vanderosion og tilslemning ved kraftig nedbør.

Grundlæggende effekter af landbrugspraksis på jordbundsdyr

- Pløjning og kraftig harvning og kultivering skader jordbundsdyr
- Mangel på et førnelag fjerner organismer, som er afhængige af denne som føde og habitat
- Afgrøder med kort vækstperiode giver mindre mulighed for permanente levesteder og opbygning af populationer
- Insekticider dræber andre insekter end de skadelige

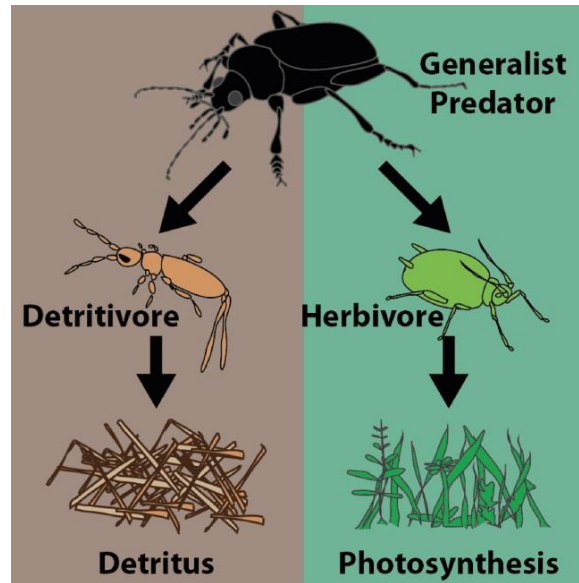
Anbefalinger til forøgelse af regnormeantal

- Sædskifter med afgrøder med en lang vækstperiode og flerårig kløvergræs
- Stort input af organisk materiale (f.eks. halm og efterafgrøder)
- Undgå fræsning og rotorharve – roterende knive og tænder
- Undgå alle former for jordbearbejdning

Hold gang i fødegrundlaget for nyttedyrene

Dyrelivet i og på jorden forekommer både som skadedyr og som nyttedyr. Det vil derfor være en fordel at gennemføre dyrkningstiltag, der i højere grad fremmer nyttedyrene end skadedyrene. Én af grundene til at reducere sin jordbearbejdning og have en stor del efterafgrøder i sædskiftet er også at holde liv i nytte-rovdyrene i marken og dermed beskytte afgrøden mod skadedyr. Ifølge Paul Henning Krogh, der er seniorforsker ved Aarhus Universitet, vil der i et naturligt økosystem være både en grøn og en brun fødekæde (Figur 3.2) og ved at udnytte dette, kan vi f.eks. forbedre forholdene for nyttedyrene (rovdyrene) i marken. Ved at sørge for, at der hele tiden er dødt plantemateriale på jordoverfladen, kan vi holde liv i den brune fødekæde (de dyr der lever af dødt plantemateriale). De vil så være fødegrundlag for rov-nyttedyrene. Når så den første bladlus flyver ind i marken om foråret, sidder der allerede rovdyr på udkig efter den. En velfungerende brun fødekæde kan derfor hjælpe nyttedyrene med at begrænse skadedyrsangreb. Selvom der er en årstidsvariation i fødegrundlaget for den brune fødekæde, er det dog karakteristisk for pløjefri dyrkning, at der hele året ligger dødt plantemateriale på jordoverfladen. Ved at pløje marken fjernes en stor del af fødegrundlaget for den brune fødekæde.

Jørgen Aagaard Axelsen, seniorforsker ved Aarhus Universitet, arbejder med varslingsystemer for svampe- og bladlus-bekæmpelse. Ifølge hans vurdering, vil det være muligt at indarbejde effekterne af dyrkningspraksis i varslingsystemerne. Med et kendskab til effekterne af efterafgrøder, snittet halm og jordbearbejdning på antallet af colleboler, edderkopper og dødelighedsraterne for bladlus, vil det kunne indarbejdes i beregningerne.



Figur 3.2: En illustration af den overjordiske del af den brune og den grønne fødekæde, der bindes sammen af rovdyr, der er generalister.

Den brune fødekæde starter med dødt plantemateriale, hvilket både kan være snittet halm og en udvintret efterafgrøde. Her udgør collemboler og springhaler et væsentligt første skridt i fødekæden. Da de lever af dødt plantemateriale, kaldes de detritivore.

Den grønne fødekæde lever af levende planter (kaldes herbivore) og er i stort omfang bladlus og andre skadedyr, der lever direkte af planterne. De udgør selv et fødeemne for rovdyr, hvilket kan være edderkopper, løbebiller, mariehøns etc. Den grønne fødekæde er afhængig af planter i vækst, og derfor vil aktiviteten være meget afhængig af både årstid, men også af hvorvidt der overhovedet vokser en afgrøde på marken. Da fødegrundlaget for f.eks. bladlus naturligt varierer meget i løbet af året, er det også karakteristisk, at de er i stand til at præstere en nærmest eksplosiv populationstilvækst. Da de har en meget kort generationstid og får et stort antal unger, er de i stand til hurtigt at udnytte fødegrundlaget, så snart vækstperioden rigtigt kommer i gang.

Nytte-rovdyrene (f.eks. edderkopperne og løbebiller) er derimod generalister, hvilket betyder, at de gerne spiser både bladlus og f.eks. collemboler. Disse nyttedyr har dog en meget længere generationstid og det tager tid for dem at vandre ind i marken, hvis de ikke har kunnet overleve der. De vil derfor ikke på samme måde være i stand til at have en hurtig tilvækst, når deres fødegrundlag stiger. Hvis de skal have en effektiv funktion som rovdyr, der regulerer skadedyrsbestanden, skal de derfor findes i rimeligt antal inden bladlusene flyver ind i marken.

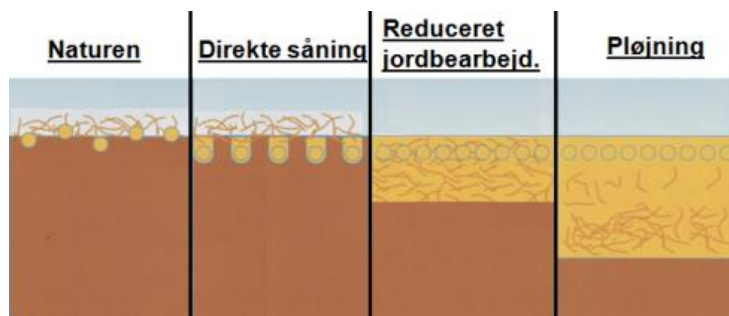
4 Jordens indhold af organisk stof

Bente Andersen & Eskild H. Bennetzen

Jordens indhold af organisk materiale er med til at sikre en god vandbalance i jorden, forbedre jordens bæreevne, mindske erosion, øge biologisk aktivitet og kan forbedre jordens næringsstoffballancer. De danske jorde har gennemsnitligt mistet kulstof fra jorden gennem flere år.

Kvægbedrifterne øger dog generelt kulstofindholdet, mens plante- og svinebedrifter taber kulstof. Kvadratnettet for nitratudersøgelser i Danmark viser, at der på jordtyperne JB 5-7 over de seneste år er tabt 0,5-1,2 ton kulstof pr. ha årligt i 0-100 cm dybde. Ved et C:N på godt 10:1 svarer det samtidig til et tab af 50-100 kg kvælstof pr. ha årligt³.

Der er rapporteret adskillige forskningsresultater, der belyser jordbearbejdningens effekt på jordens kulstofindhold – og konklusionerne varierer. Overordnet set vil reduceret jordbearbejdning reducere hastigheden, hvormed det organiske materiale bliver omsat i jorden, og vi kan formode, at det vil øge jordens kulstofindhold på sigt, selvom ikke alle forsøg viser denne effekt. Men pløjefri dyrkning kan være mange ting og kan have lige så kraftig jordbearbejdning ved gentagne harvninger som ved pløjning, og dermed 'brænde' det organiske materiale af i samme grad. Det er dog sikkert, at der findes en anderledes fordeling af organisk materiale i jorden, når der ikke pløjes. Jo mere jordbearbejdningen reduceres, desto øverligere vil det organiske materiale blive indblandet i jorden (se Figur 4.1). At beholde en stor mængde organisk materiale i de mest øverlige jordlag har mange positive effekter.



Figur 4.1: Figuren viser, hvordan planterester fordeles ved forskellige dyrkningsmetoder. Ved pløjning tilstræbes at begrave alle planterester. Ved direkte såning tilstræbes at forstyrre overfladen og det biologisk liv mindst muligt, dog vil man ofte tilstræbe at skubbe afgrøderesterne væk fra de nysåede rækker. I et harvet system fordeles afgrøderester i den dybde, der bearbejdes. Ved store harvedybder er det muligt at begrave store halm-mængder, så metoder nærmer sig effekterne af en pløjning. Grafik: Landmand Hartwig Callsen, Schleswig Holsten

Primært har det positive effekter på vandets infiltration ned i jorden, hvilket gavner plantetilgængeligheden samt reducerer risikoen for erosion ved større vandmængder. Det vil også reducere risikoen for erosion af vind. Man skal dog være opmærksom på, at det er et meget anderledes såbed end pløjet jord (se afsnit om planteetablering) samtidig med, at omsætningen af organisk materiale lige omkring de nysåede afgrøde kan give behov for gødningstildeling ved såning (se afsnittet om gødsning).

³ Taghizadeh-Toosi (2014): Changes in carbon stocks of danish agricultural mineral soils between 1986 and 2009. European Journal of Soil science, 65, s 730-740

Halm, afgrøderester og rødder

At efterlade især halm men også at have efterafgrøder i sædskiftet, vil have stor positiv effekt på jordens organiske puljer og bør derfor være en naturlig del af et pløjefrit dyrkningssystem. I et længevarende forsøg gav årlig nedmuldning af 4, 8 og 12 ton halm/ha i forhold til stubmark over en periode på 18 år en relativ stigning i pløjelagets kulstofmængde på hhv. 12, 21 og 30 pct.⁴ En sådan effekt vil dog være meget afhængig af udgangspunktet, da der vil opnås en form for ligevægt. Der er dog konsensus om, at planterødder er af størst betydning, når det gælder om at opbygge organisk stof i jorden. Kulstof der er "fanget" i større dybder er mindre tilbøjelige til at blive mineraliseret og forsvinde ud i atmosfæren igen i forhold til mere overligt kulstof. Det kan være relevant at skifte mellem afgrøder og efterafgrøder med forskellig rod morfologi for at få positive effekter i hele jordprofilen. Udover roddybde har plantens rod:top forhold betydning for kulstoflagringen. Jo forholdsvis mere rod desto mere effektiv kulstoflagring.

5 Forudsætninger for pløjefri dyrkning

Bente Andersen & Janne Aalborg Nielsen

Pløjefri dyrkning kan praktiseres på alle jordtyper, der er veldræned. Det er dog lettest på lerjord, idet sandjord og jorde med et højt indhold af silt har lettere ved at pakke sammen. Det er lettest at opbygge og vedligeholde en god struktur på lerjord. Jorde, der er vandlidende, er ikke egnet til pløjefri dyrkning. Sådanne jorde er typisk sure og iltfattige, hvilket hæmmer biologisk aktivitet. I det pløjefri system er regnormenes aktivitet meget vigtig i forhold til at opbygge og vedligeholde en god jordstruktur. På vandlidende jord er indholdet af regnorme lavt. Hvis der er regnorme, drukner de simpelthen, når vandet presser luften ud af alle hulrum i jorden.

Spade og jordspyd

Inden overgang til pløjefri dyrkning er det vigtigt, at driftslederen har en klar fornemmelse af jordstrukturen i markerne. På alle pløjede marker i Danmark er der en pløjesaal, men tykkelsen af pløjesaalen varierer meget og afhænger meget af den færdsel, der er sket gennem tiden på arealerne. Er der blevet kørt med store maskiner på tidspunkter af året, hvor jorden ikke var afdrænet osv. I det hele taget; hvordan er håndværket udført i tidligere år? En nærmere undersøgelse af jordstrukturen, ved at grave med spaden og prøve modstanden i forhold til at presse jordspyddet ned gennem jorden, er meget værdifuldt. Ligeså er alle de iagttagelser, det er muligt at gøre i forbindelse med reparationsdræning i marken.

⁴ Thomsen IK & Christensen BT (2004): Yields of wheat and soil carbon and nitrogen contents following longterm incorporation of barley straw and ryegrass catch crops. Soil use and Management 20, s 432-438



Figur 5.1: Billedet viser en mark, hvor nedsivningen af vand bliver hæmmet på grund af pløjesål.

Resultatet af denne undersøgelse af markerne er at kunne vurdere behovet for bearbejdningsdybde. Hvor dybt er det nødvendigt at harve? Er der områder – marker, hvor der er behov at ændre valg af afgrøde, således at der kan ske en biologisk løsning af komprimerede lag? Evt. er det en mulighed at anvende raps eller olieræddike til at løsne jorden i større dybde. Undersøgelsen kan også anvendes til at vurdere, hvor god den biologiske omsætning er ned igennem rodzonen. Er der områder der lugter grimt, og/eller ligger der betydelige mængder uomsatte planterester? Hvis svaret er ja, er der brug for, at der øjeblikkeligt bliver rettet op på det. Det er nemlig tydelige tegn på, at den biologiske aktivitet er gået i stå, og jorden er bestemt ikke velegnet til at præstere optimale udbytter. Se også afsnittet om jordpakning.

Jordens indhold af organisk stof

Jordens indhold af organisk stof har stor betydning for dyrkningsegenskaber. Organisk stof kan erstatte ler på den sandede jord. Populært kan man sige at et højere indhold af organisk stof kan flytte en sandjord op i et højere JB nummer, så den kan stille mere plantetilgængeligt vand til rådighed for planterne. Et højere indhold af organisk stof giver også jorden en mere stabil struktur. Et højere indhold af organisk stof kan gøre en stiv lerjord mere bekvem og lettere at håndtere dyrkningsmæssigt. Dette har mange landmænd med stiv lerjord oplevet, når de efter nogle få år har kørt pløjefri dyrkning. Det, der sker, er nemlig, at indholdet af organisk stof i harvedybden bliver forøget, hvorved jorden bliver meget lettere at bearbejde. På lerbakker, hvor plantetallet tidligere var for tyndt eller manglede i det pløjede system, vokser der nu en fin afgrøde.

5.1 Sædskitte

Erik Sandal, Christian Hansen & Søren Søndergaard

Sædskitte er vigtigt i alle dyrkningssystemer, men det er endnu vigtigere i et pløjefrit system. Sædskittet er effektivt til at kunne imødegå problemer med sygdomme, skadedyr og ukrudt. Der kan produceres et større udbytte med en lavere indsats af hjælpestoffer i et sundt sædskitte.

Det at skifte imellem afgrøderne kan være et effektivt middel til at styre sygdomme, specielt i forhold til sygdomme som overlever i planterester eller i jorden og som angriber få bestemte afgrøder. Ved at dyrke en afgrøde som ikke bliver angrebet af den pågældende sygdom, kan sædskiftet bidrage til at nedbringe mængden af smitstof i marken. Modsat, hvis samme afgrøde dyrkes år efter år, kan mængden af smitstof blive forøget. Sædskifte er vigtigt i forhold til skadedyr, der overvintrer i jorden som æg eller larver, som ikke er særlig mobile og som kun angriber få afgrødearter. Læs mere om skadedyr og sygdomme i afsnittet om planteværn.

Sædskiftet er nøglen til at klare ukrudtsproblemerne i et pløjefrit system. Ved at skifte mellem afgrøderne er det muligt også at variere imellem valget af ukrudtsmidler og dermed virkningsmekanismer, hvilket er vigtigt i forhold til at modvirke udvikling af resistens. Det er vigtigt at veksle mellem vårsæd og vintersæd og mellem korn og bredbladede afgrøder.

Med sædskiftet er det muligt at tage hensyn til hvilke afgrøder, der er bedst til at udnytte en god forfrugt. Sædskifte, hvor afgrøder veksler i forhold til hvor mange planterester de efterlader, gør det lettere i forhold til behov for jordbearbejdningsintensitet, f.eks. vinterraps, vinterhvede og vårbyg. Her kan vinterhveden sås i rapsstubben og store halmængder i vinterhveden ligger og bliver omsat til foråret, hvor vårbyggen bliver sået.

Ligeså er sædskiftet et vigtigt redskab til at forøge udbyttene og til at fordele arbejdsbehovet. Sædskifte kan forøge udbyttet med 15-20 pct. sammenlignet med monokultur. Årsagerne til de bedre udbytter er ikke helt forstået. F.eks. kan førsteårs hvede give ca. 10 Hkg/ha højere udbytte i forhold til ensidig hvede. Samtidig er dyrkningsomkostningerne typisk betydeligt større i andenårs hvede.

I det følgende er det beskrevet, hvad du skal være opmærksom på i forhold til sædskifte, når du praktiserer pløjefri dyrkning.

- For at undgå opformering af græsukrudt skal der **mindst** være 20 pct. vårsæd i sædskiftet og gerne 40 pct. Dette er dels af hensyn til at modvirke opformering af græsukrudt, men også for at have plads nok til efterafgrøder.
- Der skal mindst være 20 pct. bredbladede afgrøder (f.eks. Raps eller Hestebønner) i sædskiftet.
- Frøgræs kan fint indgå i sædskiftet, men vær opmærksom på spildfrø problemet. Det bedste er at lade stubben ligge urørt til foråret og så vårsæd. Der er dog også gode erfaringer med at så vinterraps efter opharvning.
- Undgå vinterbyg efter vinterhvede og vinterrug. Det giver for store problemer med spildkorn.
- Så ikke hybridrug efter hybridrug, det giver kæmpe problemer med Meldrøjer. Vinterbyg sås efter vårbyg eller ærter/vinterraps.
- Så aldrig vinterhvede efter majs, da risikoen for Fusarium toxiner er for stor.
- Vinterbyg efter vinterbyg giver større risiko for angreb af trådkøllsvamp.
- Vintersæd efter vårbyg og havre. Sørg for effektiv spildkornsbekæmpelse, så spildkorn af vårsæd ikke trykker vintersæden. Det er nødvendigt med en stubharvning straks efter høst af vårsæden, så spildkorn kan nedvisnes inden etablering af vintersæd.

- På sandjord må der aldrig sås andenårs hvede.
- Kartoffler kvitterer generelt positivt på et pløjefrit system, hvor der er opbygget en organisk pulje, fordi de svage rødder har nemmere ved at gro (svag penetreringsevne). Kartoffler er en tærende afgrøde, så jo flere år imellem desto bedre er det for kartoflerne.
- Ved kartofler, som skal stenstrenglægges, skal man undgå forfrugt frøgræs evt. rajgræs efterafgrøde.
- Kartoffler er følsomme for rodiltsvamp, som især fremmes af uomsat afgrøderester. Så i et velfungerende pløjefrit system med stor omsætning af organisk materiale, er rodiltsvamp sjældent et problem. Ellers må man fremme omsætning ved efterafgrøder og harvning.
- Kartoffler i sædskifte med f.eks. raps kan give problemer med knoldbægersvamp i vinterraps. Der skal være ca. 2 frie år mellem kartofler og vinterraps.

Eksempler på sædskifte

I nedenstående tabel er vist eksempler på sædskifter, som du kan tage udgangspunkt i, når du skal planlægge sædskiftet på din ejendom.

Tabel 5.1: Forslag til sædskifter – andre kan naturligvis også lade sig gøre							
Lerjord	Lerjord	Lerjord	Lerjord	Lerjord	Sandjord	Sandjord	Sandjord
Vinterbyg	Vårbyg	Vinterraps	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterbyg	Hybridrug	Hybridrug*
Vinterraps	Frøgræs*	Vinterhvede	Vinterraps	Vinterraps	Vinterraps	Vårbyg	vårbyg
Vinterhvede	vårbyg	Vinterhvede*	Vinterhvede	Vinterhvede	Vinterhvede	Frøgræs*	Vinterbyg**
Vinterhvede*	Vinterbyg	Havre	Vårbyg*	Vinterrug*	Vårbyg/r***	Vårbyg	Vårbyg/r***
Vårbyg	Vinterhvede	Vinterhvede*	Hestebønner	Havre	Vårbyg	Hestebønne	Vårbyg
	Vinterhvede*	Vårbyg	Vinterhvede	Vinterhvede*		Hvede*	
			Vinterhvede*	Vårbyg		Vårbyg	

* Efterafgrøde
 ** Humus blanding med kvælstoffixering
 *** Rajgræs udlagt som efterafgrøde i vårbyg

Jordens dyrkningsegenskaber

Over tid kan sædskiftet bidrage til at forøge jordens indhold af organisk stof, til at skabe en bedre jordstruktur og til at reducere jord- og overfladeerosion. Det er værdifuldt at skifte mellem afgrøder med henholdsvis dybe rodsystemer (pælerødder) og afgrøder med mere overlige rodsystemer (trevelerødder) for at modvirke dannelse af pløje-/harvesål og for at løsne dybereliggende jordlag. I det hele taget kan et sædskifte sættes sammen af afgrøder, der bidrager til bedre dyrkningsegenskaber i jorden. Med tiden bidrager en forbedret jordstruktur til en bedre vandholdende evne. I forhold til jorderosion yder bredsåede afgrøder en bedre beskyttelse sammenlignet med rækkesåede afgrøder. F.eks. er græsmarker rigtig velegnede til at danne stabile jordaggregater og til at forøge jordens indhold af organisk stof. I sædskifteplanlægningen er det vigtigt at sikre jorddække i så lang en periode som muligt.

5.2 Efterafgrøder

Hans Henrik Pedersen, Simon R. Bjørholm & Kasper Holm Kristensen

Et højt indhold af organisk stof i jorden er en forudsætning for at opnå succes med pløjefri dyrkning, da det organiske stof både er med til at sikre en god jordstruktur samt at vedligeholde stor biologisk aktivitet i jorden. Efterafgrøder er derfor en integreret del af et sundt og produktivt system med pløjefri dyrkning.

I Danmark har vi i lang tid været meget ensidige i vores valg af efterafgrøder, og fokus har været på reduktion af kvælstofudvaskning. Hidtil har de typiske efterafgrøder været undersået græs i korn, gul sennep og olieræddike i ren bestand. Både i dyrkning og i forsøg har der indtil videre været begrænset fokus på effekten over for sygdomme, jordstruktur, opbygning af organisk stof og på biodiversitet. En del landmænd har erfaret sådanne positive effekter, der primært kan opnås, når flere arter af planter dyrkes i efterafgrødeblandinger. I blandinger kan de forskellige plantearters nytteeffekter kombineres. Boghvede er eksempelvis en nøjsom plante, som vokser hurtigt, og som er god til at konkurrere mod ukrudt. Lupiner vokser derimod langsomt, men udvikler dybe rødder og udskiller syre, der kan medvirke til at frigøre tungtopløseligt fosfor samtidig med, at lupiner via knoldbakterier kan omdanne luftens kvælstof, der kan udnyttes af planter. Specielt i Danmark, hvor vi i mange år generelt har gødet med mindre kvælstof i forhold til planternes behov, er det gavnligt at anvende bælgplanter i efterafgrødeblandingerne. Blandinger af efterafgrøder er rigtig velegnede til at skabe større biodiversitet, både over og under jordoverfladen. Hver eneste plantearter har sit eget "fingeraftryk", som tiltrækker helt specifikke mikroorganismer og dyr. Dette gælder både over og under jorden.

Fordele ved efterafgrøder

- Konkurrence imod ukrudt, dels ved skygge men også via udskillelse af allelopatiske stoffer
- Sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse (f.eks. roecystenematode)
- Opbygning af organisk stof og stabilisering af jorden
- Jordløsning
- Bedre jordstruktur og vandholdende evne
- Bedre infiltration af nedbør
- Opsamling af næringsstoffer fra dybere jordlag, hvorved det er muligt at reducere tabet af kvælstof, svovl og på sandjord også kalium fra jorden ved udvaskning
- Større biodiversitet over og under jordoverfladen
- Forbedret kvælstofudnyttelse
- Ekstra kvælstof, hvis efterafgrøden indeholder bælgplanter

Ulemper ved efterafgrøder

- Omkostninger til frø og etablering
- Mindre andel vintersæd
- Lavt kvælstofindhold i jorden kan føre til dårlig udvikling af efterafgrøden
- Langsom frigivelse af kvælstof fra efterafgrøden kan føre til udbyttenedgang det efterfølgende år – særligt på lerjord
- Risiko for høstbesvær

Efterafgrøder og næringsstoffer

I vurderingen af efterafgrødernes effekt på næringsstofudnyttelsen er det væsentligt både at se på efterafgrødernes samlede kvælstofoptagelse, effekten på kvælstofindholdet i jorden (N_{min}) og på eftervirkningen af næringsstofferne, når kvælstof igen frigives. Ved efterafgrøder, der indeholder bælgplanter, vil en del af kvælstofindholdet i plantemassen være kvælstof, der er fikseret fra luften.

Kvælstofoptagelse

I OptiPlant-projektet fremkom nogle spændende resultater med dyrkning af forskellige arter og blandinger. Generelt så man den største reduktion af kvælstofindholdet i jorden, når der indgik korsblomstrede arter i efterafgrøden. Det største kvælstofindhold i biomassen opnåede man ved blandinger af både korsblomstrede arter og kvælstoffikserende arter som vikke. Blandingen af fodervikke og olieræddike har reduceret N-min til samme lave niveau som olieræddike i ren bestand.

Tidspunkt for etablering

For at efterafgrøden kan udvikle sig bedst muligt med en stor biomasseproduktion og et højt kvælstofoptag, skal efterafgrøden helst etableres så tidligt som muligt og så godt som muligt. Man kan udsprede efterafgrøden 2 til 4 uger før forventet høst. Der kan naturligvis være en udfordring med fremspiringen, når frøene ligger på jordoverfladen, specielt hvis jorden er tør og sammenslemmet, eller der er konkurrence fra ukrudt. Venter man og sår efter høst, afkorter man vækstperioden, men man kan opnå en sikker etablering med en såmaskine og eventuelt en let forudgående opharvning. For hver dag så-tidspunktet udsættes i august måned, falder N-optagelsen med ca. 2 kg.

Tabel 5.2: Fordele og ulemper ved forskellige etableringstidspunkter af efterafgrøden.

Forår		Før høst		Efter høst	
Fordele	Ulemper	Fordele	Ulemper	Fordele	Ulemper
Nemt og billigt	Vårsæd efter vårsæd	Bedste efterafgrøde	Lav spireevne	Halm kan fjernes	Sen etablering = små planter
God struktur fra græs	Få arter	Lav arbejdsbelastning	Snegleangreb	Sikker fremspiring	Meget travl periode
	Begrænset ukrudtsbekæmpelse	Billig etablering	Gennemgroning		Risiko for for sen etablering
		Halm bliver på marken			Arbejdskrævende

Kvælstoffrigivelse og eftervirkning

Efterhånden som efterafgrøden nedbrydes, frigives (mineraliseres) næringsstofferne, og de er dermed til rådighed for den efterfølgende afgrøde. Eftervirkning af kvælstof afhænger dels af optagelsen af kvælstof i efterafgrøden, af jordtypen og vinternebdøren samt ikke mindst af planteart i efterafgrøden. Den udbyttømæssige effekt af efterafgrøder kan skyldes eftervirkning af kvælstof, men den kan også skyldes efterafgrødernes gavnlige effekt på jordstruktur, sanering for sædskiftesygdomme og andre sideeffekter.

Efterafgrøder vil oftest *reducere* behovet for kvælstoftilførsel i den følgende afgrøde. Det gælder specielt under jordtype- og vejrforhold, hvor nitratudvaskningen er stor. Under andre forhold kan efterafgrøder *forøge* behovet for at tilføre kvælstof til den følgende afgrøde. En forøgelse af kvælstofbehovet kan særligt ske under jordtype- og vejrforhold, hvor nitratudvaskningen er lille.

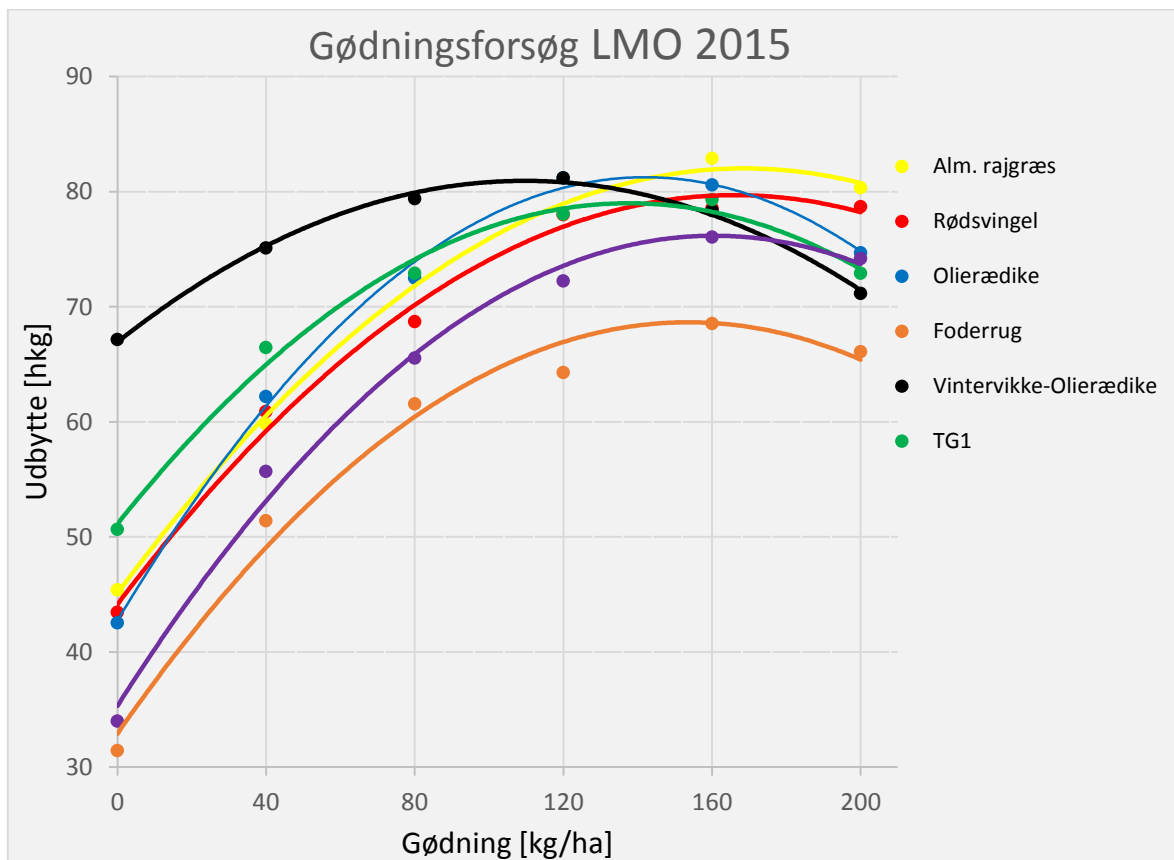
Udover eftervirkning i første år efter efterafgrøden vil der være en lille eftervirkning i de følgende år som følge af langtidsomsætning af de organiske stoffer. Et eksempel på frigivelse af kvælstof fra efterafgrøder fremgår af Tabel 5.3. Vårbyg antages at kunne udnytte 50-60 pct. af det frigivne kvælstof, mens roer udnytter ca. 75 pct. af det frigivne kvælstof.

Tabel 5.3: Mineralisering dvs. frigivelse af kvælstof i afgrøderester af rajgræs og gul sennep. Værdierne i tabellen gælder fra nedbringning og resten af året. Pct. af tilført N. Kilde: Planteavlsorientering nr. 07.392

Afgrøderest	1. år	2. år	3. år	4.-10. år
Rajgræs	25 pct.	10 pct.	6 pct.	2 pct.
Gul sennep	50 pct.	15 pct.	6 pct.	2 pct.

Flere års effekt af efterafgrøder

I OptiPlant projektet blev de samme efterafgrøder dyrket i parceller over tre dyrkningsæsoner. Figur 5.2 viser udbytteeffekt af disse efterafgrøder på en følgende vårbygafgrøde. Det fremgår, at alle efterafgrøder har øget udbytteneiveauet – dog undtaget rug, der reducerede udbytteneiveauet. Det er ikke muligt med øget kvælstoftilførsel at opnå samme udbytteneiveau, som der kan opnås ved moderat kvælstoftilførsel i de parceller, hvor der er dyrket efterafgrøder.



Figur 5.2: Udbytteeffekt i vårbyg af forskellige efterafgrøder dyrket tre år i træk. Forsøget er udført i OptiPlant projektet ved værten på Alrø. Data bearbejdet af Erik Sandal, LMO

Tidspunkt for hvornår efterafgrøden fjernes

For at opnå den største eftervirkning i den efterfølgende afgrøde er det vigtigt, at næringsstofferne ikke frigives for tidligt. Hvis det sker, risikerer man, at en del af næringsstofferne udvaskes allerede den første vinter inden etablering af afgrøden. Samtidig skal man være opmærksom på, at en del af efterafgrøden først nedbrydes meget senere og dermed bidrager til jordens humusindhold. Når der opbygges kulstof i jorden bindes der samtidig kvælstof i jordens humus. Det er næringsstoffer, der enten kunne være optaget i afgrøden og have bidraget til et større udbytte, eller have været udvasket.

Man skal altid forsøge at behandle efterafgrøden på en måde, så næringsstofferne ikke frigives for hurtigt. På sandjord vil næringsstoffer, der frigives fra plantemasse på jordoverfladen, kunne nå at blive vasket ud af rodzonen allerede i løbet af den første vinter. Jo større vinternedbøren er, desto større er afstrømningen af vand og dermed nitratkvælstof fra jorden. På lerjord bevæger vandet sig generelt langsommere ned igennem jorden, og planterødderne vil i højere grad kunne indhente dem året efter, når hovedafgrøden er etableret. Hvis efterafgrøden nedbrydes langsomt, og man opnår en skuffende udbytteeffekt på den efterfølgende hovedafgrøde, kan man i stedet glæde sig over, at man bidrager til jordens langsigtede frugtbarhed.

5.3 Det visuelle indtryk og 'hvad siger naboer'

Erik Sandal & Eskild H. Bennetzen

For nogle landmænd kan der være en psykologisk barriere for at begynde med pløjefri dyrkning. Hvad vil naboerne sige? Sandt er det i hvert fald, at der hos nogle eksisterer en stærk modstand mod pløjefri dyrkning, måske mest fordi det at pløje ligger så dybt i det at være landmand hos nogle. Godmodige drillerier fra kolleger kan være fint nok men kan også være trættende. Det er derfor en rigtig god idé at melde sig ind i en ERFA-gruppe, hvor alle landmænd er interesserede i pløjefri dyrkning.

Det visuelle indtryk

Når afgrøden etableres uden forudgående pløjning, får marken et andet visuelt udtryk pga. halm, stub og andre planterester og en mere 'pjusket' fremspiring. Det har for mange været barriere nok til ikke at starte med pløjefri dyrkning. Hvis der laves meget lidt eller ingen bearbejdning af jorden, vil planterester dække for afgrøden og marken ser "trist" ud. Men husk at alle planteresterne er føde til alle arbejderne på marken – altså liv i jorden som giver en mere gennemtrængelig jord for planterne.

På Figur 5.3 nedenfor ses en flot rapsmark, hvor stubben fra vårbyggen står og en enkelt majsstub fra forrige år kan ses. I meget lang tid i efteråret var der fra vejen ingen raps at se på denne mark. På nabomarkerne som var pløjet stod rapsen meget tydeligt i fine små rækker med en baggrund af den sorte jord. Det er for rigtig mange en psykisk barriere, som betyder, at det ikke er en mulighed.

Ved start på pløjefri dyrkning er det dermed vigtigt at sætte sig ind i, hvad man går indtil mht. sædskifte osv., men også i høj grad det visuelle udtryk. Det visuelle udtryk betyder ofte, at naboerne vil

snakke om, hvordan det ser ud, når der køres pløjefrit med begrænset bearbejdning. Det kan for nogen være en stor psykisk udfordring, men blot du er forberedt og kan forsvare hvorfor du gør som du gør, så er der jo ikke et problem.

Der kan også være en barriere i, at markerne ser anderledes ud end man er vant til. Grønne planter i lige rækker mod sort jord er nu et smukt syn! At landmænd tænker således fik vi et fint indtryk af i forbindelse med en demonstration i Optitill-projektet, hvor vi bad landmænd om at give en karakter for, hvordan de synes resultatet af etableringen var. De blev bedt om at anvende nedenstående karakterskala:

1. Det er en "ommer"
2. Godt det ikke er min mark
3. Jeg vil ikke bytte med min mark
4. Det ser interessant ud
5. Dette er lykkedes godt
6. Bare det var min mark

Her fik parceller med direkte såning i gennemsnit 3,4 point, parceller med pløjefri men opharvet såbed i fik 4,1 og pløjet parcel fik 5,1 point. Som det fremgår, fik den pløjede parcel den bedste karakter, men også parceller med mest jordbearbejdning fik høje karakterer. I flere tilfælde fik parceller med samme fremspiring forskellige karakter afhængig af, hvor meget jorden var bearbejdet inden såning. Selv landmænd, der interesserer sig for pløjefri dyrkning, skal altså også vænne sig af med at se på marken, som de plejer.



Figur 5.3: Vinterhvede sået ved strip-till metoden. Afgrøden er rigtig godt etableret, men marken ser måske lidt anderledes ud end naboens. Foto: Eskild H. Bennetzen

6 Praktisk vejledning i pløjefri dyrkning

Dette kapitel giver de mere praktiske råd og vejledninger omkring centrale emner inden for pløjefri dyrkning. Der beskrives forskellige agronomiske udfordringer og løsninger samt tekniske forhold ved forskellige maskintyper.

6.1 Halmmanagement

Hans Henrik Pedersen & Søren Trads Møller

Forberedelserne til den næste afgrøde starter ved høst. Det betyder, at halm og avner skal fordeles jævnt over hele marken for at sikre en god omsætning. Der findes forskellige strategier og teknikker til at håndtere halm og stub.

God fordeling af halmen

Det skal ikke undervurderes, hvor vigtigt det er at sikre en jævn fordeling af halm og avner. Er halmrester ikke jævnt fordelt, er næringsstofferne i halmen heller ikke fordelt ligeligt. De områder, hvor der efterlades store mængder afgrøderester, kan der desuden opstå væksthæmning af den kommende afgrøde.

I forhold til sprøjtning og gødningsspredning kan der også opstå problemer med, at halmrester dækker, så ukrudtsmidler ikke virker, og gødning ikke kommer i kontakt med jorden.

Stubhøjde

For at undgå problemer ved såning af den følgende afgrøde anbefales det at høste med så lav stubhøjde som muligt og samtidigt snitte halm fint. Herved reduceres risiko for at slæbe halm sammen ved efterfølgende harvninger. Er der lange strå, kan de desuden blive presset ned i sårillen, når der sås med skiveskær. Dette problem kaldes hair-pinning.

Såmaskiner, der er udviklet til at så direkte uden forudgående jordbearbejdnig, kan håndtere store halmmængder. Disse såmaskiner har for at sikre bedre halmgennemgang ofte større rækkeafstand end normalt. Ved brug af sådanne såmaskiner kan det være en fordel at høste med høj stub. Herved skal en mindre halmmængden spredes af mejetærskeren.

Høst

Når der sættes en lav stub (10-15 cm), er det vigtigt, at der er gode knive i snitteren. Det giver både et bedre resultat, og samtidigt reduceres brændstofforbruget. Anvendelse af avnespreder er vigtig, uanset om der høstes med lav eller høj stub. Der er ellers stor risiko for, at spildkorn efterfølgende vil vokse i striber.

På det seneste er kommet flere fabrikater af sejlskærebord, der har vist sig effektive, også når der høstes med kort stub. Ved brede skærebord skal man dog være opmærksom på, at der kan være problemer med fordeling i hele bredden af halm og avner.

En væsentligt øget kapacitet på mejetærskeren kan opnås ved at lade en stub stå i 20-35 cm. Derved spares også meget brændstof. Ofte vil man efter høst med høj stub slå stubben af med en rotorsnitter. Har man en såmaskine, der kan så i høj stub, kan man også lade stubben stå. Herved gives gode betingelser for fugle og dyr, der kan omsætte spildkorn og ukrudt.



Figur 6.1: Der kan være udfordringer med spredningen af halmer ved store skærebordsbredder, derfor er det vigtigt med korrekt indstilling af halmknitter og avnespreder, dette gælder uanset mærke. Foto: Stroco Agro.



Figur 6.1: Her ses en god spredning i fuld bredde, det er med til at sikre en jævn fordeling af næringsstoffer og mulighed for bedre omsætning af halm og stub. Foto: Stroco Agro.

Efter høst

Ved pløjefri dyrkning er den mest almindelige praksis, at der lige efter høst foretages en øverlig op-harvning for at provokere spildkorn til at spire og for at fordele afgrøderester og igangsætte omsætningen af disse. Der er dog et stigende antal landmænd, der i stedet ønsker at så direkte i ikke op-harvet jord. Ny forskning viser, at bekæmpelse af mange græsukrudsarter kan forbedres ved at efterlade frøene på jordoverfladen. De forbedrede forhold for jordens dyreliv betyder også, at omsætningen af halm sker lige så hurtigt, når denne efterlades på overfladen.

Når jorden ikke harves, kan halm og afgrøderester i stedet blive håndteret ved enten strigling eller slåning med snitter.

Strigling

Halmstrigling kan foregå med stor kapacitet, da strigler fås med stor arbejdsbredde (8-15 m), og de arbejder bedst ved hastigheder omkring eller over 15 km i timen. Der skal bruges strigler, der er udviklet til at håndtere halm. Ukrudsstrigler er ikke tunge nok og har ikke tilstrækkeligt kraftige tænder. Formålet med at strigle er at fordele rester jævnt over arealet, at fremprovokere spiring af ukrudsfrø på jordoverfladen og at bekæmpe snegle. For at opnå en effekt med snegle er det ofte nødvendigt at strigle flere gange. For bedst muligt at fordele afgrøderester bør strigling foregå på skrå af den normale arbejdsretning.



Figur 6.2: Strigling bør foregå på skrå af normal arbejdsretning og gerne med høj fart. Foto: Hans Henrik Pedersen.



Figur 6.3: Efter strigling skal afgrøderester være jævnt over marken. Foto: Hans Henrik Pedersen.

Snitning af halmrester

Det er almindeligt at afpudse frøgræsmarker og for kvægbrugere også afgræsningsmarker. Der er stigende interesse for også at benytte en snitter til at fordele halm og afgrøderester. Ligesom striglen kan en snitter også provokere ukrudtsfrø til at spire. Der er to typer af snittere. Slaglesnittere med vandret akse kan være interessante til at knuse majstubble. Til håndtering af halm fra kornafgrøder er det umiddelbart kun rotorsnittere, der er interessante. De har større kapacitet end slaglesnittere, og så fordeler de afgrøderester i snitterens arbejdsbredde. Hvis man høster med høj stub, kan man med en efterfølgende snitning opnå en lav stub højde og en god snitning af halmen. Det gælder også, hvor der har været lejesæd. Snitning af stubmarker bør foregå i "høstvejr". Hvis snitning foregår i fugtigt vejr, dannes der klumper.

En rotorsnitter er også velegnet til at vækststandse, snitte og fordele kraftige efterafgrøder.



Figur 6.4: Green-Tec har udviklet beslag, så der på deres rotorsnittere på op til 7,3 m arbejdsbredde kan eftermonteres en harve. Foto: John Christensen, Green-Tec

Anbefalinger vedr. håndtering af halm og stubrester

- Halm bør i videst muligt omfang efterlades på marken for at bevare jordens frugtbarhed.
- Før høst vælges en strategi for, hvordan halm og stubbe skal håndteres.
- Sørg under mejetærskning for at avner fordeles bedst muligt.
- Når halmen snittes med mejetærskeren, skal den snittes fint og fordeles i hele arbejdsbredden
- Hold ikke stille hvis skærebordet stopper eller slæber, fortsæt i stedet med at bakke for at fordele halmen over et større område.
- Vær opmærksom på, at når duggen falder, kan der være større problemer med fordelingen af den snittede halm end normalt.
- Strigling er billigere end harvning, og måske man dermed opnå den effekt, man ønsker. Snitning med rotorsnitter er også et alternativ til at harve.
- Der bør ikke harves bare fordi, det er en tradition. Overvej grundigt, hvad formålet er med hver enkel behandling
- Harvninger lige efter høst skal være overfladiske. Hvis der harves dybt kan efterfølgende regn medføre, at marken ikke bliver farbar i lang tid.

6.2 Jordbearbejdning

Henning Sjørsløv Lyngvig

Der anvendes primært to jordbearbejdningsmetoder inden for pløjefri dyrkning. Ved den absolut mest udbredte metode harves der lige efter høst og lige før såning. Ved den anden metode – direkte såning – bearbejdes jorden så lidt som muligt. De, der anvender direkte såning, har typisk anvendt den opharvede metode i en årrække, før direkte såning introduceres. Derudover findes der mange variationer af de to jordbearbejdningsmetoder.

Opharvet såbed

Ved denne jordbearbejdningsstrategi indgår der typisk to harvninger. Den første harvning - lige efter høst - bør foretages overfladigt i 3-5 cm dybde. Opgaven er her at få opblandet spildkorn, frø, avner og snittet halm med jorden, så spildkorn spirer, og halmomsætningen startes. For at få en god opblanding kan anvendelse af vinklede vingskær anbefales (Se figur 6.5). Tandens bør ikke være mere end et par cm lavere end vingskæret. Alternativt er tallerkenharver meget velegnede til denne opgave. Der kan med fordel køres lidt på skrå.

Anden harvning – opharvning til såbed – foretages kort tid før såning, efter at marken er nedvisnet med Glyphosat. Glyphosatsprøjtningen bør foretages 2-5 dage før såbedsetablering for at sikre en god effekt. 24 timer er absolut mini-



Figur 6.5: Vinklet vingskær.
Foto: Stroco-Agro

mum. Når rodukrudt skal bekæmpes, er det vigtigt at dunkens anvisninger følges for at sikre optimal effekt. Intensiteten af såbedsharvningen og tandbredde skal tilpasses jordens type og tjenlighed.

Valg af harvedybde

Valg af den optimale harvedybde ved såbedsharvning bør fastlægges ved at undersøge marken⁵. Der indledes med at gå en tur i marken med et jordspyd for at fastslå, om der er et rodstandsende lag i jorden. Det optimale tidspunkt er om foråret, når jorden lige netop er vandmættet. Jordspyddet kan også anvendes forud for efterårssåningen, men vær opmærksom på, at hvis det er meget tørt eller stenet, kan resultatet være misvisende.

Der bør følges op med udgravning af jordprofiler et passende antal steder i marken. Selvom man finder et standsende lag, er det ikke sikkert, at det hindrer rodvæksten. Hvis der er permanente makroporer fra f.eks. regnormegange, kan disse give tilstrækkelig passage for rødder til større dybde på trods af høj penetreringsmodstand i jorden. Husk derfor også at undersøge, om der er sådanne makroporer.



Figur 6.6: Rodudvikling i en udgravet jordprofil.
Foto: Janne Aalborg Nielsen



Figur 6.7: Regnormegange ved udgravning af jordprofil. Foto: Janne Aalborg Nielsen

Hvis der konstateres et rodstandsende lag, kan harvedybden sættes 3-5 cm herunder.

Udgravning af jordprofiler bør foretages før høst under fugtige forhold, da det er her, rodvæksten bedst kan undersøges. Rodvæksten stopper ca. ved blomstring, så opgravning i juni-juli vurderes at være optimal. Undtaget er sent sået vårbyg, hvor der bør ventes til midt i juli. Udvælg områder i marken, der er repræsentative. Se efter vandlidende og tørkeramte områder i marken, hvor det ikke er forventeligt, samt generel dårlig vækst.

Udvælg nogle af disse områder samt noget regulær mark. Grav huller på 40-50 cm dybde og undersøg rodudviklingen. Anvendes der en rendegraver, skal jordvæggen "hakkes" forsigtigt ren med en spade. Se efter om der er et kompakt lag, hvor rødderne fortykkes og skifter retning. I så fald er det rodstandsende lag et problem. Rådden lugt og uomsatte halmrester er også indikatorer på dårligt luftskifte, der kan skyldes komprimering.

⁵ Henning Sjørsløv Lyngvig & Janne Aalborg Nielsen (2014): Valg af harvedybde ved pløjefri etablering, Planteavlsoverretning - 1862



Figur 6.8: Billederne viser rødder, som er stødt på et kompakt lag, der har hindret deres nedadgående vækst. Fotos: Janne Aalborg Nielsen

Hvis der graves dybere, kan den generelle roddeybde vurderes. Roddeybden bør i korn og raps være mindst 50 cm på JB1, 75 cm på JB2-3 og 100 cm på JB4 og derover.

Erfaringsmæssig fastsættelse af harvedybden

Harvedybden kan også erfaringsmæssigt fastsættes i forhold til afgrødevalg. Den generelle erfaring er, at der i kornafgrøder kan anbefales en harvedybde på 8-12 cm og 15-20 cm til mere strukturfølsomme afgrøder som raps og majs. Nogle har erfaring for, at harvedybden forud for vinterbyg bør være som til raps og majs.

Dybdeløsning – løsning dybere end 20 cm

Ved dybdeløsning er der stor risiko for at bringe jordstrukturen ind i en ond cirkel med genpakning. Dette gælder specielt på JB3-5. Dybdeløsning bør kun anvendes i salgsafgrøder, hvis der er konstateret et behov. I forsøg med dybdeløsning før/kort efter såning af kartofler og majs, er der påvist markante merudbytter, hvor der var et behov. Forsøgene er lavet på relativt let jord.

Nogle vælger at foretage dybdeharvning i 1-2 år efter overgangen til pløjefri dyrkning for at ”rydde op”. Det anbefales altid at undersøge, om det er nødvendigt først for ikke at påføre sig selv unødige omkostninger til brændstof og stål.

Harvetyper

Valg af harvetype til opharvet pløjefri dyrkning bør foretages ud fra en række parametre som eksempelvis jordtype og hvor dyb bearbejdning der ønskes muligt⁶. En god muldning kan foretages enten med tænder eller tallerkner i kombination med hastigheden.

⁶ Henning Sjørsløv Lyngvig (2014): Valg af tandharve- og pakvalsetyper ved pløjefri etablering. Planteavlsoverretning nr 1863

Tandharver

Tandharver kan som udgangspunkt opdeles i to kategorier.

- 1) Fjedertandsharver
- 2) Stivtandede harver



Figur 6.9: Fjedertænder kan typisk harve i 15-20 cm dybde. Foto: Henning Sjørsløv Lyngvig



Figur 6.10: Stive tænder muliggør harvning i 25-35 cm dybde. Foto: Henning Sjørsløv Lyngvig

Fjedertandsharver er billigere end stivtandede harver, men kan kun anvendes ned til ca. 15-20 cm dybde. Det vil dog dække de flestes behov. Mange fjedertandsharver fås ikke med pakker. Det kan være et problem, da en af pakkerens vigtige funktioner er at lave en ensartet dybdestyring af harvedybden. Det kan medføre valg af en stivtandet harve.

En stivtandet harve giver mulighed for at harve dybere end 20 cm i kraft af, at fjederens udløsertryk bestemmer, hvornår tanden afviger. Typisk ned til 25-35 cm. Harvetypen er oftest tungt konstrueret, hvorfor der stilles større krav til traktoren. Ved tandharvere bredere end 3-4 m vil der derfor oftest være behov for, at harven er bugseret.

Tandsporsafstanden varierer meget mellem de forskellige fabrikater, men ligger typisk mellem 19 og 30 cm. Afstanden er typisk mindst på fjedertandsharverne. Tandsporaafstanden på stivtandede harver er fra 20 til 30 cm. Jo mindre tandsporaafstand desto bedre muldning af jorden med de samme tænder monteret. Ved montering af bredere tænder på harver med stor tandsporsafstand, kan der dog delvist kompenseres for dette.

Som udgangspunkt er lille tandafstand at foretrække, men materiale gennemgangen mellem tænderne skal også være tilstrækkelig stor til halmmængden. Den perfekte tandsporsafstand er et kompromis mellem halmgennemgang og intens jordbearbejdning.

Tand-typer

Tandtype og -bredde skal vælges i forhold til jordtype, formål med harvningen og harvedybde⁷. Der bør anvendes en så smal tand som muligt, men hvis muldningen ikke er tilstrækkelig, kan skift til en bredere tand forbedre resultatet. Et andet virkemiddel til at opnå en god muldning er at øge hastigheden.

⁷ Henning Sjørsløv Lyngvig (2014): Valg af tandtype til harver ved pløjefri etablering. Planteavlsoverretning nr 1864

Som tommelfingerregel bør der anvendes følgende tænder til pløjefri dyrkning:

- En 80 mm tand til øverlig harvning i 3-5 cm dybde. Montage af vinklede vingskær kan anbefales for bedre opblanding af spildkorn, halm og avner. Hvis der ikke anvendes vingskær og ved harver med stor tandsporafstand, anvender nogle alternativt 120 mm tænder, men opblandingen bliver mindre god.
- En 80 mm tand uden vingskær anbefales til såbedsetablering i 10-20 cm dybde. I disse dybder laver tanden oftest en god muldning i sig selv. På visse relativt svære jordtyper har nogle erfaring for, at det kan være nødvendigt at anvende 120 mm spidser, men det er undtagelsen.
- Ved harvedybder større end 20 cm anbefales en så smal tand som muligt.

Der anbefales en relativ bred spids til øverlig jordbearbejdning i 3-5 cm og en helt smal spids til dyb jordbearbejdning i 20-30 cm. Hvis de generelt anbefalede til harvedybder anvendes, vil de fleste kunne anvende en 80 mm tand til alle harvninger. Men der kan være lokale forhold, hvor disse tommelfingerregler ikke skal efterleves. På svær lerjord er der erfaringer for, at anvendelse af en 120 mm tank kan være nødvendig for at opnå tilstrækkelig muldning af såbedet. Tænder fås i bredder fra 30 mm til over 200 mm.

Herunder ses eksempler på tandtyper fra Kuhn. Se andre eksempler på [landbrugsinfo](#)⁸.



Figur 6.11: Eksempel på forskellige tandtyper. Foto: MI

Se desuden en artikel om *pløjefri etablering af majs*⁹.

⁸ Henning Sjørsløv Lyngvig (2014): Valg af tandtype til harver ved pløjefri etablering. Planteavlsorientering nr 1864

Tallerkenharver

Tallerkenharvers store force har traditionelt været den overfladiske jordbearbejdning lige efter høst, hvor den kan foretage en effektiv opblanding af halm og stubrester. Nyere tallerkenharver fås med større tallerkner, hvilket muliggør bearbejdning i op til 20 cm dybde. Ud over tallerknernes størrelse har deres form også stor betydning for det såbed, der leveres. Väderstad Carrier er et eksempel på en tallerkenharve med relativt lige 450 mm tallerkner, der kan arbejde i maksimalt 10-12 cm dybde. Lemken Rubin 12 er et eksempel på en svær tallerkenharve med aggressivt stillede og krumme 736 mm tallerkner, der muliggør bearbejdning op til 20 cm dybde. Det rigtige valg bestemmes af jordtypen.



Figur 6.12: Väderstad Carrier - lige 450 mm tallerkner.
Foto: Väderstad



Figur 6.13: Lemken Rubin 12 - aggressive 736 mm tallerkner. Foto: Lemken

Tallerkenharver foretager en større bearbejdning af jorden, som specielt i stor dybde kan medføre et øget trækraftbehov. Forøgelsen ved stor dybde varierer i forhold til harvetype, men estimeres til ca. 10-30 pct. ved samme bearbejdningsdybde. Både hastighed og bearbejdningsdybde er faktorer, der har betydning for effektbehov og brændstofforbrug¹⁰.

Pakker-typer

Pakkeren skal knuse knolde og pakke jorden, så udsæden får god adgang til fugt og næring. Desuden har pakkeren en vigtig funktion i at styre harvedybden nøjagtigt, hvilket kan være vanskeligt med hjul alene. Pakkeren bør vælges efter jordtype, og diameteren skal være tilstrækkelig stor til at kunne bære harvens vægt og til at undgå, at jord ophobes foran. Alternativt kan der anvendes en dobbelt pakker, der giver en roligere gang.

⁹ Henning Sjørsløv Lyngvig & Martin Mikkelsen (2014): Pløjefri etablering af såbed til majs. PlanteNyt - 1094

¹⁰ Henning Sjørsløv Lyngvig (2014): Stivtandet harve eller tallerkenharve. Planteavlsorientering nr 1963

Brændstofforbrug ved harvning

Harvedybde og hastighed er to afgørende faktorer for, hvor meget brændstof der bruges ved harvning. Der skal harves så dybt, som det er nødvendigt, men heller ikke mere. Ellers påfører man sig selv en unødigt ekstraomkostning.

Pløjefri etablering af afgrøder giver mulighed for en brændstofbesparelse, men ikke hvis der bearbejdes dybere end den normale pløjedybde på 20-22 cm. Ved dybere harvning bruges der samlet set mere brændstof ved pløjefri etablering end ved pløjning og såning. Brændstofforbruget ved understående opgaver er beregnet til:

- Pløjning, 22 cm + såning koster ca. 25 l/ha
- Harvning, 5 cm + harvning, 10 cm + såning koster ca. 14 l/ha
- Harvning, 5 cm + harvning, 20 cm + såning koster ca. 22 l/ha
- Harvning, 5 cm + harvning, 30 cm + såning koster ca. 28 l/ha

Se artiklen "Brændstofforbrug ved såbedsetablering og vejtransport" for uddybning ¹¹.



Figur 6.14: Overfladisk jordbearbejdning lige efter høst. Foto: Henning Sjørsløv Lyngvig

For at kunne overføre af den nødvendige effekt effektivt til bugserede redskaber, anbefales det at traktoren har en egenvægt på 45-50 kg pr. hk.

6.3 Behovsbestemt pløjning

Janne Aalborg Nielsen

Et oplagt spørgsmål ved planlægning af reduceret jordbearbejdning kunne være, om man skal tillade pløjning af og til. Nogle vil hævde, at når man har valgt reduceret jordbearbejdning, skal ploven for altid bandlyses, mens andre indtager en mere pragmatisk holdning. Fakta er, at mange landmænd, der "lægger om", beholder ploven bagest i maskinhuset.

Økonomisk set vil man selvfølgelig ikke nå den ønskede besparelse, hvis ploven ikke sælges, men man kan komme ud for situationen, hvor ploven ville være rar at have ved hånden, hvis noget går

¹¹ Henning Sjørsløv Lyngvig (2014): Brændstofforbrug ved såbedsetablering og vejtransport. Planteavlsoverretning nr 1978

galt. Det kan være i situationer, hvor ukrudtsproblemerne bliver uoverskuelige, eller hvor det er umuligt at slippe af med afgrøder eller afgrøderester.

Mod pløjning af og til taler især, at man risikerer, at ændringen af jorden hen mod en ny balance afbrydes. Der tænkes her især på opbygning af mere stabile strukturer, permanente rod- og regnormegange samt opbygningen af den organiske reserve i jorden. Jo længere tid jorden har ligget pløjefri, desto mere dramatisk effekt vil en pløjning formentlig have. Det synes således klart, at der ved pløjning af pløjefri arealer vil ske en stor frigørelse af kvælstof fra jordens organiske pulje. For at undgå tab af kvælstof, bør man derfor planlægge det således, at denne ekstra frigivelse kan samles op af afgrøder med lang vækstsæson, f.eks. korn med udlæg. Det kan også hævdes, at hvis man beholder ploven, vil man have en sikkerhed for, at det ikke kan gå helt galt. Dette kan bevirke, at man ikke gør sig helt den umage, der skal til, for at reduceret jordbearbejdning lykkes.

Der findes derfor ikke noget klart svar på spørgsmålet, men udgangspunktet må være, at man går over til reduceret jordbearbejdning for at undgå at pløje. Hvis man bevidst planlægger en pløjning af og til, skal man være opmærksom på, at mange af de fordele, der er nævnt under fordelene ved reduceret jordbearbejdning, ikke vil blive opnået i samme grad. I disse tilfælde består fordelene derfor hovedsagelig i økonomiske besparelser og besparelser i tid. Omvendt vil man også delvis kunne undgå nogen af de ulemper, der er ved reduceret jordbearbejdning.

6.4 Planteetablering

Henning Sjørsløv Lyngvig & Janne Aalborg Nielsen

”Vent med at så til jorden er tjenlig” – den sætning har vi alle hørt, men hvad betyder det egentlig? Jorden er ikke tjenlig, før den er så tilpas fugtig i de øverste 5-8 cm, at den smuldrer mellem fingrene. Det er også ved det tidspunkt, marken bliver lys i overfladen.

Er jorden for våd, skal du holde dig væk for at undgå skadelig jordpakning og glitning, selvom traktoren godt kan klare udfordringen. For tidlig såning mens jorden stadig er våd, medfører risiko for at såbedet bliver knoldet, eller at man får skabt iltfattige forhold i såbedet. Det giver risiko for dårlig rodvækst og dermed dårlig næringsstofudnyttelse. I værste fald kan det medføre manglende fremspiring. Ved etablering uden plov skal der være skarpt fokus på rettidighed. Man skal ofte vente lidt længere, før jorden er tjenlig, da jorden er længere om at tørre op. Det gør sig især gældende om foråret. Til gengæld har man ofte relativ høj kapacitet, når man så kommer igang. Udsædsmængden er den samme ved pløjefri dyrkning, som hvis man pløjer forud for etableringen. Korrekt og ensartet placering af kernen er en on-going udfordring. Vær meget omhyggelig med indstillingen af såmaskinen og tjek flere gange undervejs. Indstil igen om nødvendigt.

Også vigtigheden af god stub- og halmmanagement i forhold til etablering pløjefrit kan næsten ikke fremføres kraftigt nok. Det er helt i tråd med utallige undersøgelser og erfaringer med pløjefri dyrkning. Se også afsnittet om halmmanagement.

Når man sår uden pløjning kan marken ofte fremstå visuelt som en ”rodet mark” under og lige efter etablering, men senere fremstår marken flot og ensartet. Se eksempel på fotos nedenfor:



Figur 6.15 og 6.16: Billederne viser samme mark med vinterhvede sået direkte i stubben efter vinterraps. Til venstre ses afgrøden sidst i september godt to uger efter såning og til højre fra sidst i maj, hvor den samme afgrøde står godt og flot. Fotos: Gert Olesen, Gefion

Det rustikke indtryk, som en pløjefri mark giver specielt i den første tid efter etableringen, betyder ikke nødvendigvis noget for udbyttene. Det er meget vanens magt, der gør, at man gerne vil have noget, der ser mere ordentligt ud.

I projektet OptiTill er der udført en lang række undersøgelser af etableringsfasen i vintersæd under pløjefri dyrkning. Disse undersøgelser viser, at selvom det i etableringsfasen ser dårligt ud, så retter vintersæden sig overraskende meget i løbet af vinteren. Til foråret og henover vækstsæsonen udvikler vintersæden sig typisk til en flot og ensartet afgrøde. Det er overraskende i forhold til, hvor stor betydning vi normalt tillægger en god etablering. Disse undersøgelser peger på, at etableringen af vintersæd i pløjefri dyrkning skal være usædvanlig dårlig, før det går rigtig galt. Vintersæden har i disse undersøgelser en stor evne til at kompensere senere i vækstsæsonen. Undersøgelserne viser også, at god halm- og stubmanagement er helt afgørende for at få etableringen til at lykkes. Hvis ikke halm og stubrester er optimalt fordelt, så kan afgrøden heller ikke etableres, uden at det medfører en dårligt udviklet afgrøde.

Valg af såmaskine til pløjefri dyrkning¹² bør foretages i forhold til dyrkningssystem og jordtype. I det opharvede system kan der ofte anvendes samme såmaskiner som i det pløjede system. Ved praktisering af direkte såning stilles der andre krav pga. større halmmængde og manglende bearbejdning af jordoverfladen.

Se også videoer med fokus på at få pløjefri etablering af korn til at lykkes:

[Video fra Vestjysk Landboforening](#)

[Video fra Sønderjysk Landboforening](#)

[Video fra LandboSyd](#)

[Video fra Patriotisk Selskab](#)

¹² Henning Sjørsløv Lyngvig (2015): Såmaskiner til pløjefri dyrkning. Landbrugsinfo



Figur 6.17: Såning med skiveskærssåmaskine hvor jordbearbejdning og såning foretages i én arbejdsgang. Foto: Henning Sjørsløv Lyngvig

Overordnet set skal det først overvejes, hvad såmaskinen skal anvendes til. Hvis den skal anvendes på både pløjet og upløjet jord, peger det umiddelbart imod en kombimaskine med skiveskær.

Såning i opharvet såbed

En af såmaskinens vigtigste opgave er at placere udsæden i den ønskede dybde, da der er mange forsøg, der dokumenterer, at uens sådybde koster udbytte. Den mest nøjagtige placering opnås med skiveskær med dybdestyringshjul. Herunder ses to eksempler. Lemken har monteret dybdestyringshjulet efter skiveskæret. Amazone ved siden af. Begge placeringer rummer fordele:

- Ved placering af dybdestyringshjulet efter skiveskæret trykker hjulet sårillen til.
- Ved placering ved siden af skiveskæret styres dybden, hvor udsæden skal placeres.



Figur 6.18: Skiveskær på Lemken Solitair. Dybdestyringshjulet er monteret efter skiveskæret. Foto: Henning Sjørsløv Lyngvig



Figur 6.19: Skiveskær på Amazone Cirrus. Dybdestyringshjulet er monteret på siden af skiveskæret. Foto: Amazone

Desuden skal såmaskinen kunne lave jordbearbejdning i sådybden, så såbedet får en god struktur. En tilpas bearbejdning er vigtig for, at jorden lukker sig omkring udsæden, så der sikres god fremspiring

via god jordkontakt med tilgang til fugt. Denne bearbejdning foretages ofte af to rækker tallerkner samt en pakker, der komprimerer jorden før såning. En rotorharve er anvendelig, men anvendes ikke i stor udstrækning i det pløjefri system.



Figur 6.20: Hairpinning – halmen er trykket ned i sårillen af skiveskæret – udsæden får dårlig jordkontakt.
Fotos: Janne Aalborg Nielsen

Hairpinning kan være en udfordring ved anvendelse af skiveskærsmaskiner. God fordeling af halm og avner under høst og efterfølgende opblanding af halmen via opharvningen er vigtigt for at undgå hairpinning og opnå en god etablering.

Direkte såning

Der bruges mange forskellige betegnelser for såning uden en forudgående jordbearbejdning, og der er også mange variationer af etableringsmetoden. Her benævnes metoden som direkte såning. Idéen med direkte såning er at bearbejde jorden så lidt som muligt, blandt andet for at reducere fremspирingen af ukrudt.

Direkte såning kræver stor dygtighed mht. driftledelse, så det anbefales at have flere års erfaring med pløjefri dyrkning før direkte såning overvejes. Hvor alle pløjefri systemer kræver, at man indtænker hele systemet inkl. sædskifte og mellem- og efterafgrøder, er dette af højeste nødvendighed ved direkte såning.



Figur 6.21: Strigling af stubmark efter høst.
Foto: Landbrugsmedierne

Lige efter høst laves der falsk såbed med ved strigling en til to gange. Der strigles 20-30 grader på skrå af normal kørselsretning. Hvis der strigles to gange, skiftes der retning mellem behandling et og to. Strigling skal udjævne halm og give den jordkontakt for at fremme halmens omsætning.

Ved en udjævning af halmen reducerer man desuden snegles mulighed for overlevelse. Sneglenes æg ligger i det helt øvre jordlag, så en øverlig strigling kan have

en udtørrende effekt. Man må dog forvente at effekten er dårligere end ved en øverlig harvning. Det skal understreges, at halmen skal være snittet og fordelt godt. Striglingen kan ikke reparere en for dårlig halmfordeling af halm lavet af mejetærskeren. Ved direkte såning skal der fokuseres særligt på, om såmaskinen kan håndtere halmen, da der er større risiko for hair-pinning ved direkte såning end ved såning i et opharvet såbed. Praksis i forhold til glyphosatsprøjtning er som ved opharvet såbed.

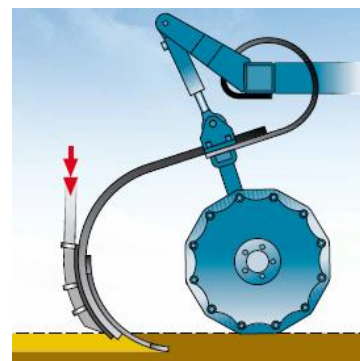
Nedenfor er opstillet nogle generelle anbefalinger om direkte såning:

- Tilegn dig viden om systemet, specielt mht. ukrudtsbekæmpelse, og planlæg omlægningen til direkte såning mindst ét år i forvejen
- Undgå jorde, der har dårlig dræningstilstand
- Kun jævne marker egner sig til direkte såning
- Producér den størst mulige mængde afgrødedække
- Anvend en specialiceret såmaskine
- Vælg et godt sædskifte inkl. mellem- og efterafgrøder
- Vær forberedt på at lære konstant og vær opdateret med den nyeste udvikling
- Start ud på en mindre del bedriften hvis muligt

Såmaskiner til direkte såning

Ved no-till såning har tandskærssåmaskiner nogle fordele. Den primære fordel er, at tanden arbejder under halmen, hvorved tandskærssåmaskiner er mindre følsomme over for halm end en skiveskærssåmaskine. Tænderne kan dog stadig slæbe halm sammen, hvis der ikke er fokuseret tilstrækkeligt på stubmanagement.

Tandskærssåmaskiners akilleshæl er, at de er opbygget på en stiv ramme. Derfor vil placeringen af udsæden blive mindre nøjagtig end ved anvendelse af en skiveskærsmaskine. Denne problemstilling har Köckerling løst ved placering af et dybdestyringshjul på hver tand, hvilket er en klar forbedring. Muligheden for at stille dybden i forhold til forskellige afgrøders behov er dog ikke på højde med skiveskær med dybdestyringshjul.



Figur 6.22 og Figur 6.23: Köckerling Ultima CS har et dybdestyringshjul foran hver såtand. Fotos: Köckerling

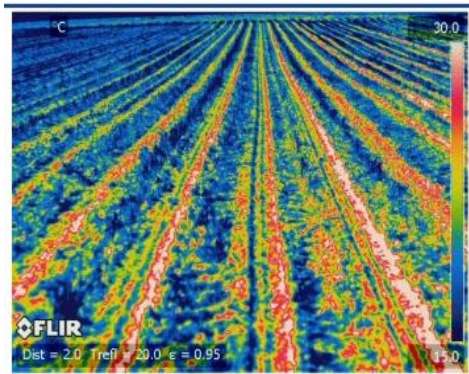
Tandskærssåmaskiner er ikke velegnede til såning af småfrøet udsæd som græs og kløver, der skal sås i 1-2 cm dybde.

Skiveskærssåmaskiner kan også anvendes til no-till såning med succes, men under ikke-optimale forhold kan der opleves problemer med, at sårillen ikke lukker efter såningen.

Strip-Till

Strip tillage er defineret af "The Conservation Technology Information Centre (CTIC)" som en modifikation af direkte såning, hvor mindre end 1/3 af jorden i marken forstyrres ved bearbejdning. Strigling og Glyphosatsprøjtning efter høst foretages som beskrevet under direkte såning. Forskellen er, at såmaskinen bearbejder den stribe, som der efterfølgende sås i.

Det er et koncept, der ligger mellem reduceret jordbearbejdning og direkte såning, og man kan her ved opnå fordelene ved begge systemer. F.eks. fordelene ved at have nogle afgrøderester, der kan være med til at opbygge det organiske materiale i de øverste jordlag, og fordelene ved et godt såbed lige der, hvor kernerne lægges ned, herunder en hurtigere opvarmning af jorden i de bearbejdede striber, se Figur 6.24.



Figur 6.24: Billedet, som er taget med et varmfølsomt kamera, viser temperaturforskelle i en majsmark sået med strip tillage i Tyskland. Kilde: Demmel et al., 2014. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Strip tillage kan praktiseres både om foråret og om efteråret. I Danmark udføres strip tillage som oftest med specialbygget såmaskine. Der er lavet forskellige sammenligninger af strip tillage og andre jordbearbejdningssystemer, men desværre ikke meget der er relevant for danske forhold. Generelt kan der opnås tilfredsstillende udbytter med strip tillage.

Såmaskiner til Strip-Till

Strip-Till maskiner har ofte mulighed for dyb bearbejdning af striben på op til 40 cm dybde. Mzuri Pro-Til, Sly Stripcat og Väderstad Strip-Drill er eksempler på Strip-Till såmaskiner. Metoden har relativ lille udbredelse i Danmark.



Figur 6.25: Mzuri Pro-Til strip-till såmaskine. Foto: Mzuri

Der er en række erfaringer og gode råd til at få strip tillage til at lykkes:

- Start aldrig op i de vådeste marker. Her er det langt sværere at få et godt resultat af strip tillage, ligesom det kan være vanskeligt på meget skrånende arealer, da det er svært at holde rækkerne.
- Planlæg din gødskningsstrategi nøje og brug gødningsplacering korrekt
- Kalibrer udstyret. Rækkeafstanden skal være justeret korrekt.
- Vær sikker på software er opdateret og alt service på maskinen i øvrigt er tiptop.
- Tilpas bearbejdningsdybden efter forholdene. Strip tillage kan komme til at minde om grubbesåning, og det er ikke nødvendigvis en fordel.
- Det er vigtigt at være i marken på den rette og gode tid, men heller ikke for tidligt, så der er for vådt.
- Håndtering af afgrøderester er meget vigtigt i strip tillage. En god håndtering af afgrøderesterne er grundlaget for at kunne skabe gode såstriber. Hvis du sår med strip tillage i foråret i stedet for i efteråret, så er afgrøderesterne omsat mere, end hvis du sår lige efter mejetærskeren i efteråret. Så kan du normalt stille den anordning, der evt. er på maskinen til at håndtere afgrøderester lidt mindre aggressivt, og undgå den går for dybt.
- Forvent at der sker ændringer i ukrudtsbestanden både artsmæssigt og mængdemæssigt, så vær klar til nye strategier og optimal timing.

Placeret gødning ved såning

Der er en veldokumenteret effekt af at placere gødning i forbindelse med såning sammenlignet med bredspredning. Anbefalingen er, at gødningskæret skal placere gødningen 5 cm under og 5 cm ved siden af kornudsæd. Forsøg fra 2013 til 2015 viser dog, at man kan opnå samme placeringseffekt ved sammenblanding af startgødning (60 N) og udsæd. Kun ved Urea-gødning var der en væsentlig svidningsrisiko.

Andre såmaskiner har et gødningskær mellem to skiveskær. Dette princip er ikke belyst ved forsøg, men ved stigende rækkeafstand bliver afstanden til gødningsstrengen stadig større. Hvornår afstanden bliver kritisk ift. placeringseffekten, vides ikke.

6.5 Gødskning

Hans Henrik Pedersen

Der er ikke nødvendigvis stor forskel på gødningsstrategier ved pløjefri dyrkning i forhold til almindelig dyrkning. Harves der kun lidt eller slet ikke, kan der dog være god grund til at optimere på gødningsmetoder. Mange pløjefri landmænd dyrker derudover store arealer med efterafgrøder, der kan hjælpe med næringsstofforsyning, hvis de vel at mærke har noget at leve af. Der findes ikke ret megen forsøgsmæssig dokumentation for gødningsstrategi i et pløjefri system. anbefalinger er derfor mest baseret på erfaringer og grundlæggende viden om forskelle i jordens egenskaber afhængig af jordbearbejdning.

Gødskning af en levende jord

Ved pløjefri dyrkning og specielt ved Conservation Agriculture stræbes mod at opnå en levende jord med stor biologisk aktivitet. I en levende jord omsættes næringsstofferne løbende. Gennem management skal man sikre, at disse næringsstoffer ikke tabes til omgivelserne, men forbliver i cirkulation, så de er til rådighed for afgrøderne. Traditionel tankegang er at landmanden gøder planterne. Men reelt er det, afhængigt af næringsstof, ofte kun halvdelen eller mindre af de tilførte næringsstoffer, der optages af afgrøden. Resten er i risiko for at blive tabt ved nedvaskning eller ved erosion. Man bør derfor i højere grad tænke på at gøde jorden for at opretholde en stor biologisk aktivitet af dyr og planter. Dette kan sikre at næringsstoffer fastholdes i dyrkningszonen. Helt konkret kan man overveje at give gødning til efterafgrøder for at sikre at de får en god start og kan udføre deres funktion. En jord, der er levende og med frodige afgrøder og efterafgrøder, kan sikre en stabil tilførsel af næringsstoffer og et minimalt tab til omgivelserne.

I afsnittet om efterafgrøder kan ses mere om næringsstoffeffekter og andre effekter af efterafgrøder.

Hvordan adskiller upløjet jord sig fra pløjet jord?

I pløjefrie marker er der en anden dynamik af kvælstof og af andre næringsstoffer. Frigivelsen af kvælstof fra jordpuljen sker langsommere på grund af en lavere jordtemperatur og et andet luftskifte. Det gælder både om efteråret og om foråret. Der sker formodentligt stort set den samme frigivelse af kvælstof uafhængigt af jordbearbejdning, men i det pløjefri system sker frigivelsen over en længere periode. For at sikre en god etablering af afgrøden kan man derfor have nytte af at placere gødning. Det gælder altid til vårsæd og også til vinterraps og evt. også vintersæd, specielt når de sås i mindre bekvem jord.

Placeret gødskning kan sætte gang i planterne

Startgødsning skal altid placeres, så gødningen hurtigt bliver tilgængelig for planterne. Det gælder særligt ved såning af vårsæd, men også hvis vinterraps eller vintersæd gødes ved såning. Modsat pløjede systemer, så kan der være store mængder afgrøderester i jorden lige omkring de udsåede frø og kerner. Omsætning af disse afgrøderester kan optage kvælstof, som dermed ikke bliver tilgænge-

lig for afgrøden. Ukrudt har også lettere adgang til gødning, der ligger på jordoverfladen. Disse to problemer minimeres, når gødning nedfældes og placeres i nærheden af såsæden.

Kvælstof

Nitratkvælstof virker hurtigst, og da væksten i pløjefri dyrkningssystemer ofte er lidt langsommere, så kan det være en fordel. Ammonium og amidgødninger er mere langsomvirkende. Gødningen vil dog blive tilgængelig i løbet af sæsonen og afgrøden vil komme efter en lidt senere opstart. Der er også nyere undersøgelser, der viser, at planter gødet med ammonium er mindre udsatte for plantesygdomme. Ammonium omdannes dog ofte hurtigt til nitrat, så for at opnå positive ammonium-effekter på plantesundheden skal der gødes efter den såkaldte Cultan metode, hvor svovlsur ammoniak placeres koncentreret i punkter eller riller. Metoden er mest udbredt i Tyskland, men der er også gode erfaringer fra Danmark. Den største effekt kan forventes på næringsfattig jord.

Specielt vedr. amidgødning (urea) skal man passe på med nedfældning i kold og ubekvem jord. Urea skal omsættes for at blive plantetilgængelig. Det sker hurtigt på overfladen men kan tage meget lang tid i kold våd jord.

Husdyrgødning

Der knytter sig ikke særlige problemer til anvendelse af flydende husdyrgødning i det pløjefri system. Tværtimod vil en bedre farbarhed i marken pga. bedre jordstruktur give en bedre mulighed for at få udbragt den flydende husdyrgødning optimalt.

Mange landmænd har gode erfaringer med nedfældning af gylle i det pløjefri system. Ofte kan vårsæd efter en god efterafgrøde fuldgødes med gylle. Der må dog først køres, når jorden er tjenlig, og nedfælderens således ikke rykker våde jordknoletter op. Specielt på svær lerjord skal man være meget påpasselig, hvor kørsel med gyllenedfælder om foråret kan give voldsomme strukturskader.

For fast husdyrgødning må man oftest indstille sig på en lidt dårligere første-års effekt i forhold til når det nedpløjes. Staldgødningen skal spredes jævnt i moderate mængder på 15-20 ton pr. ha. Staldgødning nedfældes med en kraftig tallerken harve. Hvis der benyttes en tandharve, skal der ofte harves noget dybere for at få gødningen dækket.

Udnyt eftervirkningen fra efterafgrøder

På de bedrifter, der er kommet længst med reduceret jordbearbejdning, benyttes efterafgrøder og nedmuldning af halm som integrerede dele af dyrkningssystemet. Ved direkte såning efterlades halmen selvsagt på overfladen. I en god efterafgrøde, hvori der eventuelt indgår kvælstoffikserende arter, kan der opsamles mere end 100 kg kvælstof i de overjordiske dele alene og en efterfølgende vårbyg kan typisk optage 60 pct. af dette. Sukkeroer og majs kan optage endnu mere. For at undgå overgødsning er det en god idé at udtage N-min prøver efter en kraftig efterafgrøde.

Anbefalinger vedr. Gødskning og pløjefri dyrkning

- Dyrk efterafgrøder før vårafgrøder gerne med kvælstoffikserende arter (frivillige efterafgrøder). Reducér kvælstofmængden efter en god efterafgrøde.
- I vårsæd skal startgødning placeres (gerne både N og P). Det er specielt vigtigt, hvis jord er våd og kold.
- Vinterraps har gavn af placeret gødning ved såning (N og P) enten i husdyr eller handelsgødning.
- Med en øget kvælstofmængde til rådighed, kan vintersæd også have gavn af lidt gødning placeret ved såning. Specielt hvis såtidspunktet er sent, eller hvis forfrugt er korn.
- Forårgødsning til vintersæd bør om muligt udføres tidligt, da kvælstof fra jordpuljen frigives langsommere end i pløjede systemer.

6.6 Planteværn

Marian Damsgaard Thorsted, Ghita Cordsen Nielsen & Poul Henning Petersen

Sygdomme og skadedyr

Vær bevidst om bekæmpelsesbehov og -tidspunkt ved angreb af sygdomme og skadedyr i de dyrkede afgrøder. Risikoen vil for nogle skadegørere ændres i pløjefri dyrkningssystemer sammenlignet med pløjede systemer, se **Tabel 6.1**. I nogle tilfælde reduceres risikoen for sygdomme ved pløjefri dyrkning, f.eks. for meldug. Ved pløjefri dyrkning er der mere plantemateriale med smitstof på jordoverfladen og i de øverste jordlag. Dette kan resultere i øgede angreb. Hvedebladplet er et eksempel på dette. Sørg derfor for at have tilstrækkelig opmærksomhed på bekæmpelsesbehovet. Risikoen for angreb af sygdomme kan i flere tilfælde reduceres via sortsvalg, afgrødevalg (**Tabel 6.1**). Se mere om sorterne egenskaber på www.sortinfo.dk. Et godt planlagt sædskifte er også vigtigt for at reducere skadedyr og sygdomme (læs mere i afsnit om sædskifte).

Ved angreb af aksfusarium i både hvede og majs dannes der toksiner (DON og ZEA), som er uønskede. I tyske forsøg er det vist, at indholdet af toksiner i majs med forfrugt kan reduceres med 50-85 pct. ved at pløje forud for majs. Angreb af majsbladplet og majsøjeplet øges ved forfrugt majs og pløjefri dyrkning.

Inspiration og vejledning til pløjefri dyrkning

Nogle skadedyr fremmes uden pløjning, f.eks. majshalvmøl, som overlever i planterester på jordoverfladen, **Tabel 6.1**.

Tabel 6.1: Risiko for skadegøre ved pløjefri dyrkning sammenlignet med pløjede systemer og muligheder for at reducere/forebygge skader ved hjælp af sortsvalg, sædskifte og afgrødevalg.					
	RISIKO VED FORFRUGT	FREM-MER	U/ÆN-DRET	H/ÆM-MER	MULIGHED FOR AT REDUCERE VIA SORTSVALG
SVAMPESYGDOMME					
Hvedebladplet	Hvede	xxxx			(Ja)
Septoria	Hvede		x	x ¹⁾	Ja
Skoldplet	Byg	xx			Ja
Bygbladplet	Byg	xx			Ja
Aksfusarium	Majs og korn	xxx			Ja
Goldfodsyge	Korn (ekskl. havre)		(x)	x	Nej
Knækkefodsyge	Korn (ekskl. havre) i de seneste to år		x		Nej
Meldug	Kun smitte fra samme kornart			x	Ja
Rustsvampe	Kun smitte fra samme kornart	x			Ja
Trådkølle	Vinterbyg (kun risiko ved angreb i vinterbyg)	xx			Nej
Hvedegulstribе	Rajgræs	xx			Nej
Meldrøjer	Rug (kun risiko ved angreb i rug)	xx			Ja. De mest modtagelige sorter sælges iblandet en anden sort for at forbedre bestøvningen.
Stinkbrand	Hvede	x			Nej. Hvede er almindeligvis bejdsset. Evt. spildplanter af hvede vil derimod være ubejdsede.
Majsøjeplet	Majs	xxxx			(Ja)
Majsbladplet	Majs	xxxx			(Ja)
SKADEDYR					
Agersnegle	Alle, men især efter "fugtige" forfrugter som f.eks. raps	xxx	x		Nej
Bladlus (havrerødsot)	Græs og stub med meget græs-ukrudt/spildkorn	xx			Nej
Bladlus				x	Nej
Havre- og roecystenematoder	Ved korn hhv. roer i sædskiftet			x	Ja
Kålfluer	Angriber raps			x	Nej
Majshalvmøl	Majs	xxxx			Nej
Jo flere krydser, desto større betydning har pløjefri dyrkning for angrebsstyrken. x= lille betydning, xxxx=stor betydning. 1)Til tider er der ikke "plads" til Septoria pga. angreb af hvedebladplet.					

Ukrudtsbekæmpelse

Ved pløjefri dyrkning er sædskifte, forebyggelse af ukrudt og ingen stubbearbejdning vigtige elementer i at opnå en effektiv kontrol over græsukrudt. Græsukrudt er tilpasset til at klare sig rigtig godt i vinterafgrøder og har fordel af, at frøene ikke bliver pløjet ned i jorden. Men pløjefri dyrkning stiller store krav til driftsledelsen for at forebygge ukrudtsproblemer.

Sædskifte

Et varieret sædskifte med en vekslen mellem vårsæd og vintersæd samt korn og bredbladede afgrøder er afgørende for at især græsukrudt ikke opformerer sig og bliver et problem. Fra udlandet er det velkendt, at der kan blive så store problemer med græsukrudt ved ensidig korndyrkning, at der kan være behov for at lave sanering af græsukrudt (f.eks. agerrævehale) ved at lægge arealer brak. Braklægning forekommer især, hvis det er opformering af resistent græsukrudt. Læs mere om betydningen af sædskiftet i fakta-arket: [Bekæmp ukrudt med sædskiftet](#), og dyrkningsvejledningen: [IPM og sædskifte ved pløjefri dyrkning](#).

“Afgroderne, som du dyrker, og måden du dyrker dem på, bestemmer hvilke ukrudtsarter du har og hvor alvorlige de er”.

Ved store problemer med græsukrudt kan billedet blive omvendt så:

“ Ukrudtsarterne, som du har, og hvor alvorlige de er, bestemmer hvilke afgrøder du kan dyrke, og måden du kan dyrke dem på”.

Citat: Ukrudtsbiolog John Cussans, UK

Etablering og såtidspunkt

En god etablering er forudsætningen for en vellykket afgrøde og dermed en god konkurrenceevne over for ukrudt. Hvis en afgrøde kommer godt og hurtigt i vækst, fordi den er veletableret, så betyder det, at afgrøden vil yde den bedst mulige konkurrence over for ukrudt, ved at afgrøden får et forspring i udnyttelsen af plads, lys, vand og næringsstoffer. Det er derfor vigtigt at prøve sig frem og undersøge hvilken/hvilke etableringsteknikker, som bedst muligt tilgodeser afgrøderne på de jordtyper, man har på sine marker. En god etablering er et samspil mellem korrekt sådybde, god såteknik, passende udsædsmængde og jordens fysiske tilstand (hverken for tør, våd, eller kold jord). Det er vigtigt, at jorden er ”tjenlig” til såning for at opnå et godt resultat og ikke lade sig friste af, at maskinerne på overfladen ser ud til at lave et godt arbejde.

Såtidspunktet bør ligge inden for de forskellige afgrøders optimale såtidsinterval. Der findes nogle relativt grove tommelfingerregler for, hvornår de forskellige afgrøder bør sås i forskellige egne af landet. Ved at udsætte såtidspunktet i vintersæd reduceres fremspiringen af ukrudt, især græsukrudt. Forskellen i fremspiring af græsukrudt er markant selv inden for normalintervallet for såning af vintersædsarterne. Sen såning vil derfor være en metode til at minimere græsukrudtsproblemer.

Græsukrudt

Græsukrudt har en livscyklus med fremspiring i efteråret sammen med vintersæd. Derfor trives græsukrudsarter fortrinsvis i de sædskifter, hvor der er meget vintersæd. Læs mere om forebyggelse og bekæmpelse af græsukrudt i faktaarket: [Græsukrudt stortrives ved pløjefri dyrkning](#) og artiklen: [Strategi mod ukrudt i vintersæd](#).

Maskiner er ofte en kilde til spredning af ukrudt mellem marker. Sørg derfor for at maskinerne rengøres godt efter besøg i marker, hvor der er forekomst af f.eks. resistent græsukrudt, væselhale og italiensk rajgræs. I majs bør der være opmærksomhed på ikke at sprede hanespore og grøn skærmaks. I dette [IPM-faktaark](#) kan du læse mere om at undgå spredning af ukrudt.

To-kimbladet ukrudt

De fleste to-kimbladede ukrudsarter forekommer både i vår- og vintersæd, fordi deres biologi er tilpasset, så de kan spire både efterår og forår. Kornvalmue, som spirer frem om efteråret, er en undtagelse fra dette. Sommerenårige arter som gul okseøje, jordrøg, agersennep m.fl. kan spire både efterår og forår, mens efterårsfremspirede planter udvintrer.

Rodukrudt

Selv om der ved pløjefri dyrkning anvendes glyphosat, er der ikke nødvendigvis effekt mod rodukrudt. Kvik skal have udviklet 3-4 blade, før saftstrømmen går nedad og dermed transporterer glyphosat ned i udløberne. Tilsvarende skal tidsler og gråbynke, der skyder i stub efter høst, være 15-20 cm, før der er tilstrækkelig vækst til at opnå god effekt. I år med tilstrækkelig vandforsyning til at sikre en god vækst i kvik og tokimbladet ukrudt, kan der opnås en god effekt af glyphosat før høst.

- Vær sikker på at der er optimale betingelser ved bekæmpelse af rodukrudt

Gødskning og ukrudt

Ved at placere gødning til afgrøden kan gødskning af ukrudtet minimeres, og afgrødens konkurrenceevne forbedres. Placering af gødning kan ske i forbindelse med såning af afgrøder som f.eks. vårbyg og majs.

- Brug placeret gødning til at fremme afgrødens konkurrenceevne

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse

Kun i få afgrøder er der mulighed for at lave en hel eller delvis bekæmpelse af ukrudt ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse. I majs og vinterraps er der mulighed for at udføre radrensning én eller flere gange i dyrkningssæsonen.

Kemisk ukrudtsbekæmpelse

For at kunne foretage en effektiv ukrudtsbekæmpelse er det nødvendigt at kende ukrudtsarterne og omfanget af ukrudt på arealet, så der kan foretages en bekæmpelse med effektive midler og doser. For at bevare god effekt af ukrudtsmidlerne i fremtiden er det vigtigt at vælge midler med flere forskellige virkemekanismer, så der ikke udvikles resistens. Sørg for at lave kort- eller GPS-registrering af ukrudtsforekomster, der observeres og kræver særlig opmærksomhed ved næste sprøjtning eller i næste sæson. Lav altid en vurdering af den udførte sprøjtning, så det kan vurderes, om der er behov for tilpasninger.

En undersøgelse fra 2004 hos landmænd, der praktiserer reduceret jordbehandling viste at 75 pct. konsekvent behandlede med glyphosat om efteråret før vårsæd, 10 pct. om foråret og 15 pct. både efterår og forår. Vær dog altid opmærksom på de specifikke gældende regler om tidspunkter for nedvisning.

- Korrekt middelvalg og dosis, men også korrekt timing er vigtigt for optimal effekt ved kemisk bekæmpelse af ukrudt

Stubbearbejdning

Ukrudtsfrø, som ligger på jordoverfladen efter høst, bør så vidt muligt forblive på jordoverfladen. På den måde opnås det største henfald af frø for næsten alle ukrudtsarter. Når ukrudtsfrø ligger urørt på jordoverfladen vil de spire, blive spist af dyr, ødelagt af svampe, bakterier m.m. Det er kun frø af gold hejre, som går i spirehvile, hvis den bliver liggende på jordoverfladen. Frø af gold hejre skal ideelt set 0,5-1,0 cm under jordoverfladen, så de begynder spiring. Det er vigtigt at bruge glyphosat til at nedvisne ukrudt og spildkorn før såning.

- Det betaler sig bedst at undlade stubbearbejdning når der sås direkte uden jordbearbejdning
- I nogle tilfælde kan en meget overfladisk jordbearbejdning i 1-2 cm dybde efter høst kombineres med stubharvning (2-4 cm dybde) i forbindelse med såning
- Egentlig stubharvning skal undgås
- Vær opmærksom på spildkorn (undgå vinterrug og vinterhvede efter vinterbyg; bekæmp spildkorn af vårkorn før såning af vintersæd)
- Ved frøgræsdyrkning skal stubben ligge urørt efter høst pga. spildfrø, og der bør sås vårsæd eller vinterraps

Halm

Sørg for at halmen snittes fint og fordeles jævnt, så stubbearbejdning efter høst ikke er nødvendigt.

FAKTA OM UKRUDTSBIOLOGIEN

- Hvis ukrudtsfrø får lov at ligge oven på jorden i stubben, vil de fleste arter spire første gang, der kommer en fugtig periode, blive ødelagt af svampe eller spist af fugle og insekter.
- Når frøene kommer mere end nogle få cm ned i jorden, er holdbarheden meget større end på jordoverfladen. Gold hejre er eneste art, hvor harvning i stub er en fordel.
- De fleste frø af græsser har en levetid nede i jorden på 2-4 år. Ved en pløjning, hvor frøene placeres på furebunden, vil der årligt være et stort henfald af frø.

SÅDAN GØR DU

- Undlad tidlig såning af vintersæd, hvor der er problemer med græsukrudt
- Det betaler sig at vente på, at jorden bliver "tjenlig" til såning om foråret.
- Minimum 20-40 pct. vårsæd i sædskiftet virker forebyggende/sanerende mod græsukrudt (især effektivt mod væselhale)
- Sørg for minimum 20 pct. bredbladede afgrøder
- Planlæg sædskiftet og dyrkning med fokus på at imødegå problemer med græsukrudt. Det er kortsigtet at tro, at kemien er nok.
- Sørg for at etablere afgrøderne optimalt, så de kan konkurrere med ukrudtet.
- Øg andelen af vårsæd så meget, at bestanden af rajgræs, agerrævehale, vindaks og væselhale aldrig bliver et problem, der kræver kemisk bekæmpelse i alle afgrøder.
- Sæt en kort stub og sørg for, at halmen bliver snittet fint og spredt helt jævnt, så stubbearbejdning lige efter høst ikke er nødvendigt.
- Undgå stubbearbejdning eller lad ukrudtsfrøene ligge længst muligt på jordoverfladen efter høst.
- Gold hejre er eneste art, hvor du med fordel kan harve øverligt lige efter høst.
- Sæt dig ind i, hvordan du forebygger herbicidresistens.
- Gå altid markerne igennem før høst, hvor det er let at opdage ukrudtsproblemer.
- Overvej pløjning et enkelt år, hvis der er meget græsukrudt.

7 Praktiske erfaringer med reduceret jordbearbejdning

Eskild H. Bennetzen

I 2004 gennemførtes der to undersøgelser blandt landmænd, der praktiserede reduceret jordbehandling. De handlede om, hvilke effekter de oplevede at systemet havde på selve jorden som dyrkningsmedie samt økonomiske konsekvenser.

Tabel 7.1: Resultat af spørgeundersøgelse blandt FRDK's medlemmer.¹³

	Opleves i høj grad	Opleves delvis	Opleves ikke	Har den modsatte oplevelse
Jorden bliver mere kompakt, og jordløsning overvejes	1	11	18	7
Jorden afdræner vandet hurtigere, der står ikke så meget vand på arealet	15	15	7	-
Jorden er blevet mere bekvem at arbejde med	20	12	5	-
Der er mindre jorderosion (vand eller vind)	20	12	6	-
Jorden har fået bedre bæreevne (færre spor)	22	10	2	-
Der er mindre manganmangel	12	18	9	-
Der er større problemer med græsukrudt	12	13	11	1
Jeg har ændret mit sædskifte	-	9	23	2
Jeg har fået flere problemer med sten	2	13	14	4
Jeg har oplevet udbyttetab	3	8	19	2
Kapaciteten på mejetærskeren måtte reduceres	1	9	25	1
Pesticidforbruget er øget	3	20	14	-
Jeg har fået flere problemer med snegle	-	1	26	9
Jeg har fået et stort problem med hvedebladplet	5	16	15	-

Undersøgelsen af økonomien hos landmændene med reduceret jordbearbejdning i forhold til landmænd med pløjede systemer, viste, at de havde lidt højere maskinomkostninger per ha samt ca. 100 kr højere pesticidomkostninger per ha. Derimod sparede de ca. 200 kr per ha ved reduceret arbejdstid samt ca. 100 kr per ha som følge af reduceret energiforbrug i marken.

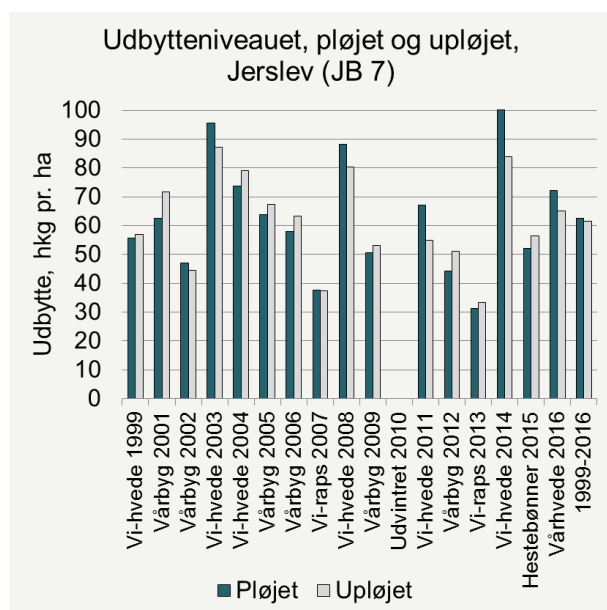
¹³ Erik Sandal (2005): Undersøgelse af reduceret jordbearbejdning i praksis. Planteavlsoverføring – 08-042

7.1 Udbytter ved pløjefri dyrkning

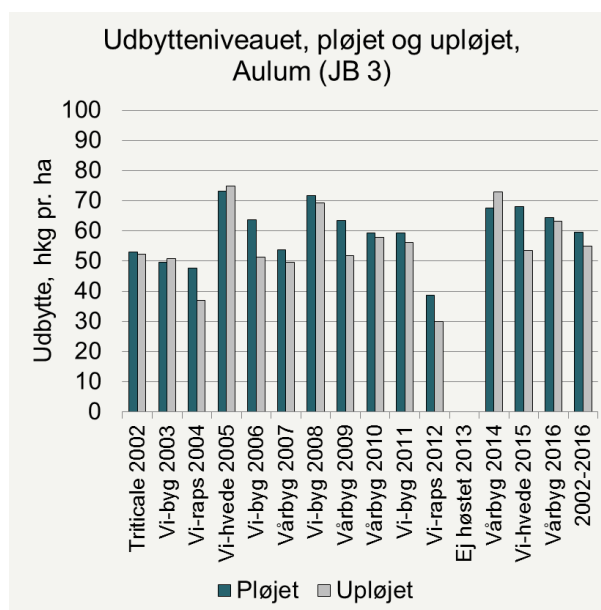
Der opleves generelt ikke de store forskelle i udbytter på pløjede og pløjefri systemer, men det vil i høj grad afhænge af, hvorvidt man som driftsleder formår at håndtere et pløjefrit system, og det kan være lidt komplekst, da det bringer nogle udfordringer, som beskrevet i de andre afsnit. Og man skal muligvis forvente, at der ved overgangen til pløjefri dyrkning vil være et par år, hvor man lige skal lære at forstå og håndtere systemet.

I ovenstående Tabel 7.1 fremgår at nogle landmænd oplevede en udbyttenedgang, mens de fleste ikke oplevede nogen forskel og nogen til og med oplevede at få bedre udbytter ved pløjefri dyrkning.

To fastliggende landsforsøg, hvor der er pløjede og ikke-pløjede parceller, viser ikke nogen større forskel. Nogle år i nogle afgrøder høstes mest i pløjede parceller mens det modsatte i andre år (se Figur 7.1 og Figur 7.2). En sammenstilling af flere langvarige forsøg i Sverige viser en tendens til højere udbytter ved pløjefri dyrkning på sværre lerjorde, en tendens til mindre udbytter på sandjorde og udbytter på samme niveau på 'mellem-jorde'.



Figur 7.1: Udbyttenniveauet i demonstrationsarealet med pløjefri dyrkning i Jerslev (JB7). Kilde: Oversigt over Landsforsøgene 2016



Figur 7.2: Udbyttenniveauet i demonstrationsarealet med pløjefri dyrkning i Aulum (JB3). Kilde: Oversigt over Landsforsøgene 2016

8 Kontakt din lokale specialist i pløjefri dyrkning

Eskild H. Bennetzen

Der er rigtig mange ting at forholde sig til, hvis man overvejer at gå over til pløjefri dyrkning. Det kræver en god forståelse af sin jord, og hvordan man maskinteknisk kan arbejde med de biologiske og fysiske forhold på sine marker. Det kan derfor kraftigt anbefales, at man får snakket alle forholdene godt igennem med sin planteavlskonsulent. På de forskellige rådgivningscentr, er der også nogle folk, der er specialkonsulenter i pløjefri dyrkning. De mødes jævnligt fra hele landet og holder sig opdaterede på de faglige emner og deler deres erfaringer med hinanden. Du kan finde en oversigt over specialkonsulenter på www.dlbr.dk¹⁴ (se det fulde link i fodnoten). Det kan også kraftigt anbefales at melde sig ind i en erfagrube for landmænd, der alle dyrker pløjefrit eller overvejer det. Det er utroligt vigtigt at lære af erfaringer og sammen forholde sig til de udfordringer, der opleves i løbet af året.

9 Effekt på drivhusgasser

Eskild H. Bennetzen

Der er en udbredt formodning om, at pløjefri dyrkning har positiv effekt på klimaændringerne. Der er også mange forsøgsresultater, der viser netop dette – men der er også mange resultater, der viser det modsatte. Den egentlige klimaeffekt afhænger af effekten på flere forskellige drivhusgasser fra flere forskellige processer, så det er vanskeligt at lave nogen ensidig konklusion, men effekten vurderes at være overvejende positiv¹⁵. De drivhusgasser, der vedrører landbrugsjorden er CO₂, N₂O (lattergas) og CH₄ (methan). Den primære årsag til at pløjefri dyrkning formodes at have en positiv effekt på klimaet er, at der bliver lagret mere kulstof i jorden. Dette kulstof kommer fra CO₂, som planterne har hevet ud af atmosfæren via fotosyntese. Som beskrevet tidligere, er der dog modstridende resultater om, hvorvidt jordens kulstofpulje øges ved reduceret jordbearbejdning. Det er mere sikkert, at stor tilførsel af organisk materiale vil øge jordens kulstofindhold, hvorfor nedmuldning af halm og en stor andel af efterafgrøder har større betydning end selve det, om der pløjes eller ej.

CO₂ bliver også udledt fra brændstofforbruget af maskinerne. Pløjefri dyrkning vil ofte kræve et mindre brændstofforbrug i marken, hvilket vil reducere udledningen af CO₂ til atmosfæren. Størrelsesordenen vil naturligvis afhænge af intensiteten i det pløjefrie system. CO₂-udledningen vurderes at kunne reduceres med 22-60 pct. ved pløjefri dyrkning og 70 pct. ved direkte såning. Dette er jo så også en direkte økonomisk besparelse på brændstof!

Hvordan lattergas og methan påvirkes, afhænger meget af jordens kompakthed, vandindhold, luftskifte og antallet og sammenhængen af de forskellige porer i jorden. Resultater fra OptiTill projektet indikerer, at der reduceres lattergasudledning fra pløjefri dyrkning. Men den gængse formodning er dog det modsatte på grund af en mere kompakt jord i overjorden.

¹⁴ http://www.dlbr.dk/Produkter/Specialistnetvaerk/raadgivere_plojefri_dyrkning.htm

¹⁵ Jørgen E. Olesen m.fl. (2002): Miljøeffekter ved pløjefri dyrkning. DJF rapport nr. 65, Markbrug

10 Effekter på jordens struktur

Eskild H. Bennetzen

Jordbearbejdning har en helt dominerende, direkte indflydelse på jordens fysiske egenskaber og dermed på jordens vand-, luft- og temperaturforhold samt på den biologiske aktivitet. Jordbearbejdning påvirker også indirekte jordens kemi gennem ændring af indholdet af organisk stof, plantenæringsstoffer og kemikalier. Jordens fysiske egenskaber er også afgørende for jordens struktur, der i særdeleshed er vigtig for plantevæksten, næringsstof- og vandoptagelsen samt omfanget af jorderosion.

Jordtæthed og porerumfang

Hvis jorden komprimeres til mere end en kritisk grænse, kan dette begrænse rodudviklingen og i øvrigt skade plantevæksten på grund af dårlig afdræning og dårligt luftskifte. Ved årlig pløjning til samme dybde dannes ofte en pløjesål lige under pløjedybden. Ved reduceret jordbearbejdning er der i nogle tilfælde konstateret komprimerede lag under harvens arbejdsdybde. Ved pløjefri dyrkning øges jordtætheden i den del af det oprindelige pløjelag, der ikke længere bearbejdes. Det skyldes at denne del af jorden ikke længere løftes og vendes og dermed løsnes årligt. Det er vigtigt at afhjælpe dette ved at lade regnorme bearbejde jorden.

Porestørrelsesfordelingen

Porerne i jorden inddeles ofte i tre grupper efter størrelse: Makroporer (> 30mm), der har betydning for afdræning, luftskifte og rodudvikling. Mediumporer (30-0,2 mm), der er afgørende for mængden af plantetilgængeligt vand og også har betydning for rodudviklingen. Små porer (< 0,2 mm) indeholder vand, der er utilgængeligt for planterne.

En dansk undersøgelse har vist, at rumfanget af små porer er upåvirket af jordbearbejdningsmetoden. Pløjefri dyrkning øger generelt rumfanget af mediumporer og reducerer rumfanget af makroporer i den del af det oprindelige pløjelag, der ikke bliver bearbejdet. I nogle undersøgelser er der fundet et øget rumfang af makroporer efter pløjefri dyrkning på grund af flere regnorme- og rodgange. Samtidig vil de være mere sammenhængende, da der ikke skæres over af ploven.

Vandledningsevne og infiltration af vand

Ved overgang til pløjefri dyrkning kan det tage nogle år, før det forbedrede poresystem af regnorme- og rodgange er opbygget. Derfor viser nogle undersøgelser, at vandledningsevnen forbedres efter flere års pløjefri dyrkning. Der er to forhold ved pløjefri dyrkning, der påvirker vandledningsevnen i hver sin retning. Den forøgede jordtæthed betyder, at rumfanget af makroporer er reduceret. Det medfører en forringet vandledningsevne. Flere uforstyrrede regnorme- og rodgange ved pløjefri dyrkning fører imidlertid til et mere sammenhængende makroporesystem, der forbedrer jordens vandledningsevne.

Luftskifte

Udenlandske undersøgelser viser, at luftskiftet under den normale pløjedybde både kan være negativt og positivt påvirket ved pløjefri dyrkning i forhold til luftskiftet under pløjedybden i pløjet jord. Det er ligesom for vandledningsevnen et spørgsmål om regnormeaktiviteten og dermed mængden af

sammenhængende makroporer. Transport af luft til planterødder og til jordens mikroorganismer er afgørende for optimal næringsstofomsætning og plantevækst. I en dansk undersøgelse er der fundet kritisk lave værdier for luftdiffusion i både det ubearbejdede jordlag ved pløjefri dyrkning og i pløjesålen på pløjet jord.

Jordens vandindhold

I forskellige undersøgelser er der fundet nogle få procent større totalvandindhold i jorden ved pløjefri dyrkning (1-8 pct.). Det resulterede i højere hvedeudbytter i tørre år. Flere undersøgelser har vist et højere vandindhold i jorden i 0-10 cm's dybde ved pløjefri dyrkning, end hvor der pløjet. Vandindholdet i 10-20 cm's dybde var derimod højest, hvor der var pløjet. Et mindre rumfang af makroporer (luftfyldte) og et større rumfang af medumporer (vandfyldte) samt det forhold, at planterester på jordoverfladen reducerer fordampningen, angives som mulige årsager til det højere vandindhold i de øvre jordlag efter pløjefri dyrkning. Et øget vandindhold i de øvre jordlag ved pløjefri dyrkning kan under fugtige vejrforhold og især på sværere jordtyper være en væsentlig ulempe i form af forsinket fremspiring og reduceret vækst.

Jordtemperatur

Flere undersøgelser har vist, at jordtemperaturen i 5 og 10 cm's dybde er lavere efter direkte såning end efter pløjning i perioden fra såning og indtil en uge efter fremspiring. Årsagen til den lavere jordtemperatur er et højere vandindhold i jorden i de øvre jordlag og mere plantemateriale på jordoverfladen. Den gennemsnitlige jordtemperatur aftog med 0,3-0,5 °C pr. procentpoint stigning i jordvandindholdet. Den lavere jordtemperatur kan forsinke planternes fremspiring, udvikling og modning. I en dansk undersøgelse er fundet en forsinkelse i fremspiringen på ca. 3 dage.

Aggregatstabilitet

Mange undersøgelser har vist, at andelen af vandstabile aggregater i de øverste 2,5-3,0 cm er større i ubearbejdet jord end i pløjet jord efter 2-10 år. Mindre intensiv jordbearbejdning øger med sikkerhed aggregatstabiliteten. Planterester på jordoverfladen vil yderligere forbedre overfladejordens aggregering. Vandstabile aggregater i de øverste få cm jordlag vil forbedre spiring og planteetablering på grund af reduceret overfladetilslemning, skorpedannelse og erosion og dermed bedre vand- og lufttransport i jorden.

Rodudvikling

Der rapporteres i nogle tilfælde om en forsinket og svagere rodudvikling ved pløjefri dyrkning end efter pløjning. Det kan skyldes den forøgede jordtæthed. I en dansk undersøgelse blev der ikke fundet nogen sikker forskel i rodlængden i 0-95 cm's dybde efter henholdsvis pløjning og overfladisk fræsning. Regnormegange og gamle rodkanaler fremmer imidlertid rodudviklingen.

Jorderosion

Jordbearbejdning har stor betydning for omfanget af erosion. Der sker generelt større erosion på pløjet jord end på ikke-pløjet jord. Der er mindre erosion efter direkte såning end efter reduceret jordbearbejdning. Ved reduceret jordbearbejdning afhænger omfanget af erosionen af, hvor meget jorden bliver bearbejdet i overfladen.

11 Jordpakning

Hans Henrik Pedersen & Janne Aalborg Nielsen

Når jorden overkøres med tunge maskiner, sker der en pakning og i værste fald også en æltning af de øverste jordlag. Dette kan ofte udbedres ved hjælp af planters rodvækst samt af regnorme og andre dyr i jorden, der medvirker til en god jordstruktur. Jordbearbejdning kan også genløsne jorden i de øvre jordlag, men jordpakning i de dybere jordlag er vanskelig at udbedre ved jordbearbejdning, inkl. grubning, der sjældent giver noget godt resultat. Underjordspakning er meget alvorlig, da den er permanent eller i bedste fald vil tage årtier at rette op på. Risiko for skadelig jordpakning er størst, hvis man kører på våd jord.

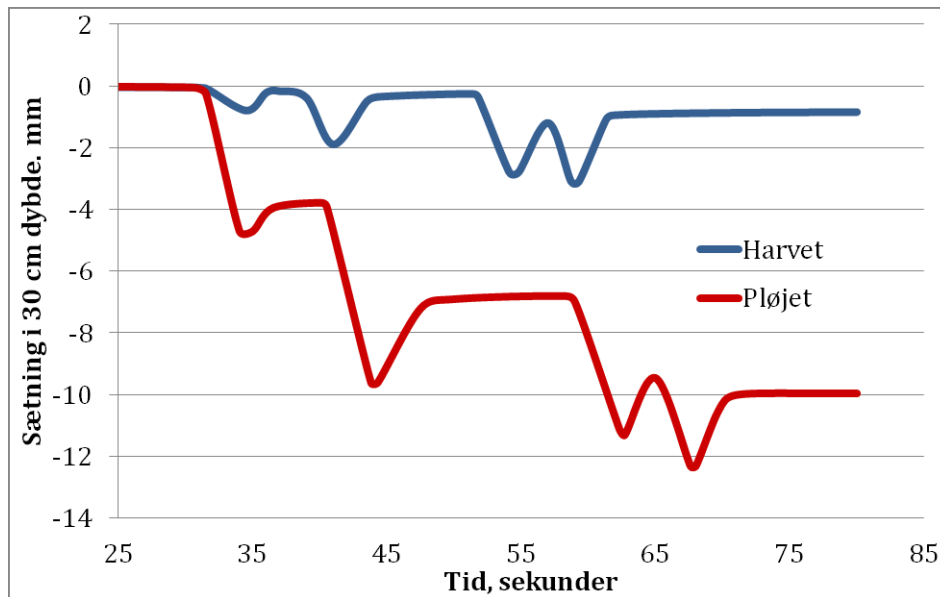
Pløjefri dyrkning modvirker jordpakning

Pløjefri dyrkning kan være med til at opbygge en god jordstruktur, der sikrer en god afdræning af jorden. Nyere undersøgelser viser desuden, at en stabil struktur i overjorden kan beskytte de dybere jordlag mod skadelig pakning.



Billede 11.1 og 11.2: Når der ikke pløjes, er jorden mere stabil, hvilket specielt opleves i køresporene, hvor der i forhold til pløjede marker sjældent ses markante køreskader. Fotos: Bente Andersen, Plantekonsulenten.

En stabil overjord skåner hele jordprofilen. To nyere undersøgelser fra Norge og fra Tyskland påviser, at der sker markant mindre sammenpakning underjorden, når der kun er harvet i forhold til jord, der er pløjet. **Figur 11.1** viser resultater fra det tyske forsøg med en to-akslet gyllevogn med hullast på fem ton. Den samlede sammenpakning af jorden i 30 cm dybde i den pløjede parcel var 10 millimeter. Den største pakning skete ved overkørslen af de første aksler. I forhold til dette blev jorden under den harvede parcel pakket med mindre end en millimeter. Dette er en bemærkelsesværdig forskel, da der jo blev målt under bearbejdningslaget.



Figur 11.1: Måling af sætning (lodret forskydning af jorden) i 30 cm dybde efter overkørsel af traktor med en to-akslet gyllevogn på henholdsvis pløjet og harvet jord. Kilde: Brunotte, 2013¹⁶.

En forbedret jordstruktur ved pløjefri dyrkning kan altså modvirke jordpakning under bearbejdningsslaget. Hvis man helt undlader jordbearbejdning, vil bæreevnen blive endnu bedre. Der er dog stadig al mulig grund til at begrænse risikoen for pakningsskader i alle jordlag ved at vælge god dækmontering med lavt dæktryk, ved at reducere hjullasten så meget som muligt og ved at undgå at køre på en våd mark. Der er stor interesse for at benytte bæltmontering i stedet for dæk. Når maskiner med samme vægt sammenlignes, kan bælter reducere den dybe jordpakning. Bælter har dog oftest en meget ujævn fordeling af trykket under bæltet. Det betyder, at de øverste jordlag kan blive meget sammenpressede.

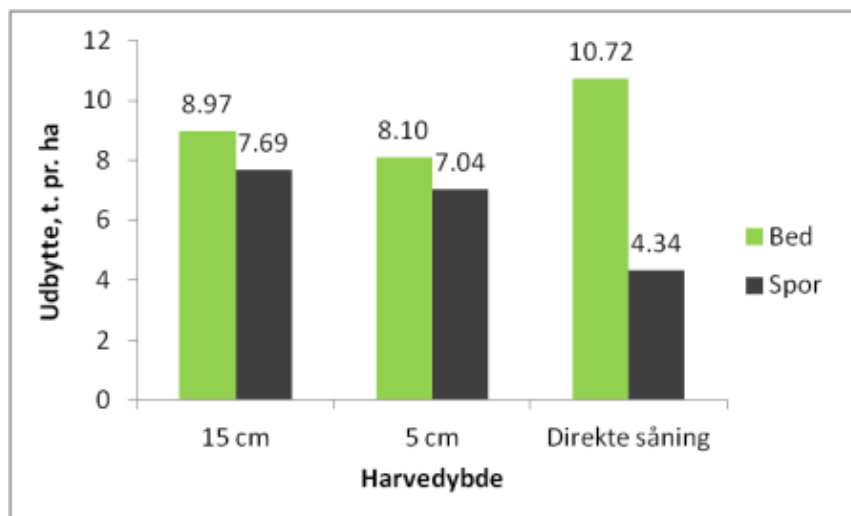
Den pakning, der sker i overjorden, er den umiddelbart mest tabsgivende, men den kan ofte til en vis grad udbedres ved jordbearbejdning og ved hjælp af planter med god rodvækst. Den jordpakning, der sker i underjorden, er i udbytteforsøg ofte mindre tabsgivende, men underjordspakningen kan anses for at være permanent, og en pakket underjord har mange uheldige effekter herunder dårlige vandinfiltration, hvilket øger risikoen for overfladeerosion og pakning af overjorden, hvis overskuds- nedbør ikke trænger ned i jorden. Dårlig afdræning kan også medføre tab på grund af forsinket plantetablering, mindre roddybde eller direkte planteskader efter oversvømmelser.

¹⁶ Brunotte, (2013). Bodenschonendes Befahren bei der Silomaisernte. *Logistik rund um die Biogasanlage, KTBL-Schrift 498*, side 49-62.

Faste kørespor

Som det fremgik af de tyske målinger i **Figur 11.1**, så er det første overkørsler med hjul, der forvolder den største pakning af de øverste jordlag. Det giver derfor rigtig meget mening at tilpasse markarbejdet til faste kørespor (CTF), hvor al kørsel foregår i de samme spor. Der er nu GPS-styring på mange traktorer. Det bruges ofte til at sikre, at sprøjtespor ligger samme sted hvert år. Næste skridt mod faste kørespor er, at mejetærskere, kornvogne og andre maskiner med høj hjullast også kører i faste spor. Herefter kan man så vurdere, om kørsel ved såning og jordbearbejdning også skal tilpasses de faste spor.

Der er kun få danske erfaringer med faste kørespor. Rådgivningselskabet Gefion har dog gennem de seneste år målt udbytte i forskellige dele af en mark, der dyrkes med faste kørespor på Bregentved Gods. Markens gennemsnitlige udbytte i 2016 var imponerende 11,6 ton hvede pr. ha¹⁷. Målinger fra et nyere engelsk forsøg ses i **Figur 11.2**, der viser, at faste kørespor specielt havde positiv effekt på udbyttet, når det ikke var jordbearbejdet. Det højeste udbytte er målt i de trafikfrie dele af direkte såede parceller. Faste kørespor er derfor en metode til at få udbytniveauet ved direkte såning op på niveau eller over niveauet for pløjede og for harvede dyrkningssystemer.



Figur 11.2: Udbytte af vinterhvede i 2013 fra CTF forsøg ved Harper Universitetet. Udbyttet er målt ved håndhøst dels i områder, der ikke er kørt i (bed) og i sporene, der bruges ved høst og ved planteetablering¹⁸.

¹⁷ Planteavlberetning fra Gefion 2016 s. 144-145

¹⁸ Smith et. al. (2014). Effects of traffic and tillage on crop yield (Winter Wheat *Triticum aestivum*) and the physical properties of a sandy loam soil. *ASABE Paper No 1912652*

Anbefalinger - Minimer jordpakningen

- Minimér hjullasten
- Kør så vidt muligt kun, når marken ikke er våd
- Sørg for, at dræningen er i orden
- Brug gode lavtryksdæk og regulér dæktrykket til kørsel i marken
- Overvej tvillingehjul eller bæltter
- Kør i marken med omtanke og overvej faste kørespor
- Grubning er sjældent en holdbar løsning. Grubning må kun udføres under tørre forhold
- Overvej yderligere opbygning af en god jordstruktur ved brug af efterafgrøder, halmnedmuldning og et sundt sædskifte.
- Overvej dybde og nødvendighed af hver eneste jordbearbejdning. Jordbearbejdning ødelægger jordens bæreevne.

OptiTill vært lagde om til faste kørespor

Peter Juul Eggergaard, der driver et plante- og svineavlsbrug ved Tørring i Midtjylland, var demonstrationsvært i OptiTill projektet. Tydelige spor efter høstarbejdet førte til, at der nu er indført faste kørespor, sådan af høst foregår spor med ni meter afstand, hvilket passer til mejetærskeren med 30 fod skærebord. Sprøjtning og gyllekørsel foregår i hvert tredje spor. Såning foregår med en 6 m Claydon tandsåmaskine og oftest uden forudgående jordbearbejdning og lidt på skrå i forhold til sprøjtesporene. Mejetærskerchaufføren planlægger høsten sådan, at kornvognen stort set kun kører i sprøjtesporene og ikke i de to 9 m høstspor, der ligger mellem sprøjtesporene.



Figur 11.3: Foto: Asger Eggersgaard.

12 Maskinvalg og økonomi

Mikkel Gejl Hansen & Erik Schou Maegaard

I forbindelse med overvejelser over teknik til jordbearbejdning bør naturligt indgå de forventede økonomiske konsekvenser. De overvejelser, der skal gøres, vil naturligt afhænge af den nuværende situation (maskinpark) på den enkelte bedrift men også af hvilke systemer, man vælger. I denne vejledning belyses de økonomiske konsekvenser af et pløjesystem og reduceret jordbearbejdning sammenlignet med no-till systemer.

12.1 Forudsætninger

For at belyse de økonomiske konsekvenser af selve systemet tages udgangspunkt i en modelbedrift på henholdsvis 150, 300 og 600 ha dyrket areal. Ved at anvende en modelbedrift kan man bedre sammenligne på tværs af systemer, da der ikke er forstyrrelser af eksisterende forhold på bedriften. På den anden side vil en modelbedrift aldrig passe helt præcist på den aktuelle bedrift. Ved at tage udgangspunkt i en konkret bedrift vil man ikke kunne generalisere, da der er individuelle forhold på den enkelte bedrift, der forstyrrer muligheden for en fair sammenligning mellem systemer og forholdene på den enkelte bedrift passer alligevel ikke på andre bedrifter.

For alle tre modelbedrifter er forudsat en række maskiner til jordbearbejdningen. Der er ikke taget alle maskiner med som er nødvendige på bedriften. Maskinparken er som nedenstående, dog med en kapacitet afhængig af bedriftens størrelse:

- Reduceret system: tand-/tallerkenharve og såmaskine
- No-Till: strigle og såmaskine
- Pløjet system: plov og kombiharve inkl. alm. såmaskine eller skivesærsmaskine (luft)
- Alle systemer: sprøjte og traktorer

På bedriften med 150 ha forudsættes, at mejetærskning klares med maskinstation eller at der i praksis vil blive anvendt en mindre men brugt mejetærsker. Ved no-till erstattes en af traktorerne ved 600 ha med en traktor på 160 hk, da kapacitetsbehovet ikke er så stort ved no-till som ved reduceret jordbearbejdning. I Tabel 12.1 er vist de arbejdsopgaver, der er regnet økonomi på.

Udover de arbejdsopgaver, der er nævnt i Tabel 12.1, skal der udføres andre opgaver på de enkelte afgrøder såsom mejetærskning, kornkørsel, gødningsudbringning, halmpresning og – bjærgning mv. De maskin- og arbejdsomkostninger, der er beregnet, dækker således ikke alle omkostninger ved de enkelte afgrøder.

Tabel 12.1. Arbejdsopgaver/maskinhandlinger på de enkelte afgrøder.

Ved reduceret jordbehandling	Afgørde			
	Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps
Behandling	Antal behandlinger pr. opgave			
Harvning	2	2	2	1
Såning	1	1	1	1
Sprøjtning	5	3	4	6
Ved no-till				
	Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps
Behandling	Antal behandlinger pr. opgave			
Strigling	2	2	2	2
Såning	1	1	1	1
Sprøjtning	5	3	4	6
Pløjning	Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps
Pløjning	1	1	1	1
Såning	1	1	1	1
Sprøjtning	5	3	4	6

På samme måde som maskinparken er der opstillet et sædskifte, der er ens på de enkelte bedrifter. I alle eksempler er der regnet med sædskiftet, som det fremgår af Tabel 12.2.

Tabel 12.2: Sædskifte ved de 3 eksempler

Afgørde ¹⁾	Udbytte (hkg. pr. ha)	Andel	150 ha	300 ha	600 ha
Vinterhvede	89,0	20 pct.	30	60	120
Vårbyg	62,0	40 pct.	60	120	240
Vinterbyg	73,0	20 pct.	30	60	120
Vinterraps	41,0	20 pct.	30	60	120

1) Der er taget udgangspunkt i Budgetkalkuler 2016 – på JB 5-6 opdateret i februar 2016. Udbyttенormer og gødningsniveau svarer til "Vejledning om gødnings- og harmoniregler". Der er indregnet såning af efterafgrøder svarende til det areal, der er med vinterhvede.

De økonomiske konsekvenser er beregnet ved hjælp af regnearket FMS – den del der vedrører maskiner. Der er beregnet de gennemsnitlige årlige omkostninger for de enkelte maskiner og tilhørende traktorer og mejetærskere.

Ud over forudsætninger, der er beskrevet ovenfor, er der fastlagt forventede omkostninger til vedligeholdelse og brændstof. Dette er angivet i kr. pr. time og ud fra de generelle normer. En del af disse kan findes i www.farmtal.dk. I de tilfælde visse data ikke findes som normer i Farmtal, er de skønnet ud fra samme principper som de, der er anvendt i Farmtal.

Hertil kommer, at der er anvendt en rente til forretning af investeret kapital. Som rente anvendes 5 pct. p.a. Arbejdslønnen er sat til 190 kr. pr. arbejdstime. Der regnes for alle opgaver med en effektivitet på 80 pct. Dette medfører at hver effektive arbejdstimer reelt koster $190/80$ pct. = 237,50 kr. pr. time. Hver traktortime, der beregnes omkostninger for, vil ligeledes belaste omkostning til den enkelte arbejdsopgave med en faktor 1,25 (1/80 pct.).

Da traktorerne anvendes til andre opgaver end de, der direkte er beskrevet i Tabel 12.2, skal omkostningerne til den enkelte traktor ikke kun fordeles på de opgaver, der er nævnt i Tabel 12.2. Der er derfor anslået, at traktorerne anvendes 2 timer mere pr. ha ved 150 ha, 1,5 time mere pr. ha ved 300 ha og 1 time mere pr. ha ved 600 ha. Dette er et skøn, som naturligvis vil påvirke de økonomiske konsekvenser ved anden anvendelse. Tabel 12.3 viser besparelser i størrelsesordenen 80 – 300 traktor timer i alt mellem pløjning og no-till.

12.2 Resultater på økonomien

Ved de ovenstående forudsætninger kommer nedenstående omkostninger pr. ha for de enkelte scenarier (Tabel 12.3).

Tabel 12.3: Maskin- og arbejdsomkostninger pr. ha for de enkelte scenarier.			
Reduceret jordbearbejdning	150 ha	300 ha	600 ha
Maskin- og arbejdsomkostninger i alt	1.958	1.573	1.380
Traktortimer til opgaver fra tabel 2	367	475	561
No-till	150 ha	300 ha	600 ha
Maskin- og arbejdsomkostninger i alt	1.608	1.330	935
Traktortimer til opgaver fra tabel 2	301	430	438
Pløjning	150 ha	300 ha	600 ha
Maskin- og arbejdsomkostninger i alt	1.861	1.542	1.289
Traktortimer til opgaver fra tabel 2	378	540	734

Scenarierne viser, at der er en økonomisk gevinst ved no-till contra reduceret jordbearbejdning og pløjning i størrelsesordenen 250-450 kr. pr. ha. Dette forudsætter, at der kan opnås samme udbytte, og at der er de samme omkostninger mv. Hvis der skal en ekstra sprøjtning til ved no-till, vil det ved f.eks. 300 ha øge omkostningerne ved no-till fra de 1.330 kr. pr. ha i henhold til Tabel 12.3 til 1.390 kr. pr. ha. Pløjning har mindre maskinomkostninger i alt end reduceret jordbearbejdning, hvilket skyldes højere afskrivninger ved reduceret jordbearbejdning, da maskinsaldoen er større her.

Hvis der ses på antal traktortimer, er no-till den mest effektive. Der ses en størrelsesfordel i antal timer, som afgøres af kapaciteten af redskaberne, som er større ved højere antal ha i bedriften. Ved at gå fra pløjning til reduceret jordbearbejdning vil der kunne blive sparet mellem 11 til 233 timer afhængigt af bedriftens størrelse, dette på trods af de lavere maskin- og arbejdsomkostninger ved

pløjning end reduceret jordbearbejdning. Samlet set er der en tidsmæssig og maskinomkostningsmæssig fordel ved et no-till system.

Som beregningerne antyder, er der altså en størrelsesøkonomisk fordel på omkostningssiden. Det forudsætter at man kan opnå samme udbytte, stykomkostninger mv. for at det er økonomisk rentabelt. Den størrelsesøkonomiske fordel, forudsætter at kapaciteten er til rådighed ved opstart. Hvis der skal investeres for at opnå stordriftsfordelene er det ikke en selvfølge med en økonomisk fordel. Tidsforbruget og maskinomkostningerne er meget afhængige af kapaciteten, der er til rådighed på bedriften, hvorfor dette skal tages med i overvejelserne ved et eventuelt systemskift. Skal der investeres i nyt, og hvad er kapaciteten og omkostningen for de nye redskaber?

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

