



Reduceret jordbearbejdning

Metoder og økonomi

Claus Grøn Sørensen og Henrik S. Mortensen, Forskningscenter Bygholm



Alternative jordbearbejdningsmetoder i form af reduceret jordbearbejdning forventes totalt set at kunne reducere omkostningerne ved jordbearbejdning og forbedre økonomien i planteproduktionen. Omkostningsreduktion vil ikke altid være det eneste incitament til at praktisere alternative jordbearbejdningsmetoder, men de driftstekniske og driftsøkonomiske konsekvenser vil under alle omstændigheder være vigtige. Specielt er det vigtigt at kunne analysere og identificere de faktorer, som har størst indflydelse på omkostningerne.

Reduceret jordbearbejdning er ikke entydigt defineret, og derfor kræver det i hvert tilfælde en nøjere specificering af metode og maskinomfang. Direkte såning uden forudgående jordbearbejdning – også kaldet "no-till" (till = pløje/dyrke) - repræsenterer den største grad af reduktion i jordbearbejdningen og er f.eks. meget udbredt i USA. Mellem denne metode og den traditionelle brug af pløjning i landbruget ligger en række mellemformer med større eller mindre brug af redskaber og dermed varierende intensitet i jordbearbejdningen. Også arbejdsindsats, kapacitet og omkostninger varierer.

Alternative jordbearbejdningsmetoder giver i forhold til konventionelle metoder en

række fordele og ulemper, som skal afvejes mod hinanden. Et vigtigt element er en effektiv ukrudtsbekæmpelse, hvor både en målrettet kemisk bekæmpelse og kulturtekniske (f.eks. stubharvning) samt sædskiftemæssige tiltag inddrages. Risikoen ved overgang til pløjefri dyrkning er, at der forekommer et øget forbrug af sprøjtemidler (f.eks. glyphosat) med deraf følgende mulighed for resistensudvikling. Udover effektiv styring af ukrudtsbekæmpelsen stiller reduceret jordbearbejdning generelt øgede krav til driftsledelsen i form af f.eks. rettidig udførelse af behandlingerne.

De følgende beregninger og resultater berører alene de driftstekniske og økonomiske forhold ved anvendelsen af 18 forskellige maskinsystemer, hvor f.eks. antal sprøjtninger varierer med antal stubharvninger. Der foretages ikke en vurdering af sprøjtningernes eller stubbehandlingsens effekt på ukrudtsbestand og udbytte.

Maskinsystemer

Med baggrund i erfaringer og resultater fra projektet "Demonstration af energibesparelser ved reduceret jordbehandling eller direkte såning" er opstillet en række metoder med tilhørende maskinsystemer. Metoderne er vist i tabel 1. Basismetoden er en traditionel

jordbearbejdning, hvor der anvendes stubharvning, almindelig plov, såbedsharve, radsåmaskine, tromle og sprøjte. I den anden ende af skalaen findes de metoder, hvor der kun anvendes en direkte såmaskine og en sprøjte.

Imellem disse to yderpunkter ligger forskellige metoder, hvor der anvendes varierende typer og antal af jordbearbejdningsredskaber. Der inddeles efter typen af såmaskine i en række grupper: A) alm. radsåmaskiner samt rotorharvesæt og kombiharvesæt, B) lette tandskærssåmaskiner samt lette skiveskærssåmaskiner, C) tunge tandskærssåmaskiner (duetskær), D) tunge tandskærssåmaskiner (vingeskær) samt E) tunge skiveskærssåmaskiner. For disse forskellige maskinanvendelser er beregnet omkostninger på basis af en række forudsætninger, herunder arbejdsbehov og maskinkapacitet.

Forudsætninger

Arbejdsbehovet betegner den gennemsnitlige arbejdstid pr. ha, inklusive et tillæg på 10 % for daglig klargøring samt transport til og fra marken. Arbejdsbehovet er beregnet i relation til metode og teknik, og afhænger derfor af bl.a. markdimensioner, arbejdhastighed, arbejdsbredde og transportafstand. Af øvrige forudsætning-

Tabel 1. Forskellige maskinkombinationer til reduceret jordbearbejdning

Metode	Gruppe A
1	Alm. såmaskine, traktor 90 kW, 2 x alm. stubharve, alm. plov, 2 x såbedsharve, tromle
2	Rotorharvesæt, traktor 100 kW, 2 x alm. stubharve, vendeplow m. jordpakker
3	Rotorharvesæt, traktor 100 kW, vendeplow m. jordpakker, sprøjte før såning
4	Kompakt harvesæt, traktor 85 kW, 2 x alm. stubharve, vendeplow, såbedsharve, tromle
5	Kompakt harvesæt, traktor 85 kW, vendeplow, frontpakker på traktor, sprøjte før såning
Gruppe B	
6	Tandskær, Kulti-Seeder, traktor 95 kW, vendeplow, tromle, sprøjte før såning
7	Tandskær, Kulti-Seeder, traktor 95 kW, vendeplow, frontpakker på traktor, sprøjte før såning
8	Skiveskær, Kulti-Seeder, traktor 95 kW, vendeplow m. jordpakker, sprøjte før såning
9	Skiveskær, Kulti-Seeder, traktor 95 kW, 2 x alm. stubharve, sprøjte før såning
Gruppe C	
10	Duetskær, Horsch CO4, traktor 150 kW, 1 x stubhavre m. vingeskær, sprøjte før såning
11	Duetskær, Horsch CO4, traktor 150 kW, 2 x stubhavre m. vingeskær, sprøjte før såning
12	Duetskær Horsch CO6, traktor 200 kW, 1 x stubhavre m. vingeskær, sprøjte før såning
Gruppe D	
13	Vingeskær, Köckerling AT400, traktor 140 kW, 1 x stubhavre m. vingeskær, sprøjte før såning
14	Vingeskær, Köckerling AT400, traktor 140 kW + 1 x stubhavre m. vingeskær + 1 x dyb stubharvning i 15-16 cm, sprøjte før såning
Gruppe E	
15	Skiveskær, Väderstad Rapid 400, traktor 185 kW, vendeplow m. jordpakker, sprøjte før såning
16	Skiveskær, Väderstad Rapid 400, traktor 185 kW, 2 x alm. stubharve
17	Skiveskær, Väderstad Rapid 400, traktor 185 kW, 1 x alm. stubharve m. vingeskær, sprøjte før såning
18	Skiveskær, Väderstad Rapid 400, traktor 185 kW, sprøjte før såning

Alle 18 metoder indeholder sprøjtning mod ukrudt efter såning, og mod svampe og skadedyr senere.

Alle såmaskinerne har en nominel arbejdsbredde på 4 m, undtagen Horsch CO6, der er 6 m.

Alle harvetype har en nominel arbejdsbredde på 6 m, undtagen stubharven Köckerling SG 9/2, som er 4 m og den alm. såbedsharve, som er 8.7 m.

Alle plove er 6-furede med en skærebredde på 14", undtagen vendepløven med jordpakker, som er 16".

Tromlens arbejdsbredde er 6 m. Frontpakkeren på traktoren er 4 m. Til alle sprøjtninger anvendes en sprøjte på 24 m.

ger er valgt en 10 ha mark og en markform, der er dobbelt på lang, som den er bred. Arbejdshastigheden er valgt som den gennemsnitligt målte hastighed hos forsøgsværter.

På baggrund af arbejdsbehovet kan maskinkapaciteten beregnes, enten som en markkapacitet eller som en systemkapacitet. Markkapaciteten er maskinens kapacitet i marken, hvor der indregnes tid til vending, påfyldning af såsæd, justering, nødvendige stop og personlige pauser. Systemkapaciteten er markkapaciteten med tillæg af tid til daglig klargøring og transport til og fra marken.

Maskinomkostningerne indeholder forrentning og afskrivning af nyinvesteringer, vedligehold og brændstof samt arbejds løn. Der regnes med to traktorer for hvert system samt en tilpasset traktorstørrelse med en omkostning pr. time beregnet ud fra traktorens årlige driftstid, hvoraf 2/3 kan henføres til jordbearbejdning, såning og plantepleje.

Omkostninger til vedligehold fastsættes i forhold til maskinernes driftstimer og indeholder en fast timesats samt omkostninger til materialer og arbejde. Denne fremgangsmåde anvendes for både redskaber og traktorer. Det gennemsnitlige brændstof-

forbrug pr. time afhænger af traktorens størrelse. Maskinerne forrentes og afskrives med et gennemsnitligt årligt beløb (annuitet) over maskinens levetid. Levetiden gøres afhængig af den årlige benyttelse, således at flere driftstimer medfører en hurtigere afskrivning. For hver maskine er anslået en maksimal levetid, som ikke kan overskrides, selvom maskinens driftstimer er få. I beregningerne antages desuden en generel scrapværdi på 10 % af købsprisen, dvs. de brugte maskiner antages at kunne sælges. Som kalkulationsrente er anvendt 6 pct. p.a.

Arbejds lønnen til førerne af maskinerne sættes som udgangspunkt til 125 kr./time. De gennemsnitlige årlige omkostninger beregnes ved følgende ligning, som beregner omkostningerne, C , som en kombination af kapitalomkostninger og variable omkostninger:

$$C = \frac{(I - ((I \cdot S_n) / (1+r)^n)) \cdot r}{1 - (1+r)^{-n}} + (h \cdot (v + a + t)), \text{ kr./år}$$

hvor

I = investering, kr.

S_n = scrapværdi efter n år

r = kalkulationsrente

h = antal timer til gennemførelse af operationen

v = vedligeholdelsesomkostninger, kr./time

a = arbejds løn, kr./time

t = traktorleje, kr./time

S og r angives som decimaltal. Antal timer, h , til gennemførelse af en given opgave, findes ud fra bearbejdet areal, a , og maskinkapacitet, k :

$$h = \frac{a}{k}, \text{ timer}$$

Antal timer til rådighed for jordbearbejdning og såning bestemmer det maksimale areal, et maskinsystem kan behandle. Der antages sået vinterraps i en del af august samt vinterbyg og vinterhvede i september måned samt vårsæd i perioden 25. marts til 10. april. Med en normal arbejdsdag på 10 timer samt 60-75 % gunstige dage i perioderne er der 330 timer til rådighed. Se tabel 2. Det antal timer, der teoretisk er til rådighed til udførelsen af givne opgaver, afhænger af faktorer som vejrlig, de gns. vejrforhold i en given periode, arbejdsdagens længde mm. I et videre perspektiv kunne det være aktuelt at se på sandsynligheden for, at der f.eks. er et bestemt antal dage til rådighed i en given periode med gunstige vejrforhold.

Stor forskel på omkostninger

Med forudsætninger som angivet ovenfor er omkostningerne pr. ha beregnet for alle definerede metoder. Resultatet er vist i figur 1.

Omkostningerne varierer fra 1059 til 557 kr./ha afhængig af

metode. De respektive maskintimer pr. ha varierer fra 2,8 til 0,8. Omkostningerne for metoder, der involverer pløjning, er høje – se f.eks. metode 15, hvor der pløjes forud for anvendelse af skiveskærssåmaskine.

Stubharvningen øger omkostningerne lidt, men stubharvning er en forholdsvis billig operation sammenlignet med pløjning, ligesom tidsforbruget er beskedent. Den direkte såning uden foregående jordbearbejdning af nogen art har de laveste omkostninger, mens inkludering af en eller to stubharvninger øger omkostningerne med 14-16 %. Metoderne med let skiveskærsmaskine eller tung tandskærssåmaskinerne har omkostninger, som ligger 4-10 % højere ved en enkelt stubharvning og 8-33 % højere ved to stubharvninger i forhold til den direkte såning.

På grund af det begrænsede antal timer til rådighed for etablering af afgrøderne vil de forskellige systemer og metoder kunne behandle forskelligt areal. Det maksimalt behandlede areal varierer fra 1452 til 523 ha, givet antallet af timer til rådighed i tabel 2.

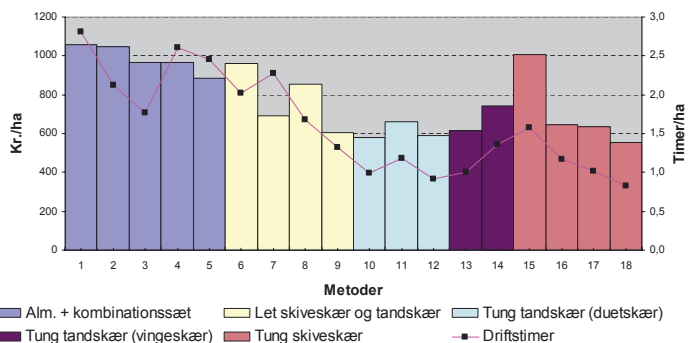
Udnyttelsesgrad

En vigtig forudsætning for at reducere omkostningerne er, at maskinkapaciteten er udnyttet optimalt. Udnyttelsesgraden

Tabel 2. Timer til rådighed for såning

	Vårsæd	Vintersæd
Periode	25. mar. til 10 apr.	15. aug. til 25. aug./ 5. sept. til 30. sept
Antal dage	16	35
Antal timer pr. dag	10	10
Procent gunstige dage for såning	75	60
Antal timer til rådighed	120	210

Figur 1. Omkostninger og driftstimer for udvalgte metoder. Beskrivelsen af de forskellige grupper af metoder henfører til type af såmaskine i maskinsættene



udtrykker i hvor høj grad en given maskine bearbejder det areal, som der burde kunne bearbejdes under forudsætning af en normal arbejdsdag og med normale gennemsnitlige vejrforhold. De nævnte arealstørrelser repræsenterer i den fortolkning 100 % udnyttelse. I fald der bearbejdes et mindre areal med de givne maskiner, vil omkostningerne pr. ha stige.

I figur 2 er som eksempel vist omkostningerne som funktion af bearbejdet areal eller udnyt-

telsesgrad for udvalgte metoder. Kurvernes slutpunkt viser det areal, som det pågældende maskinsystem kan bearbejde inden for de timer, der er til rådighed. Forskellen i kapacitet mellem systemerne ses tydeligt, og specielt kan det konstateres, at kapacitetsudnyttelsen er mindst lige så væsentlig for omkostningerne som valg af maskinsystem.

Det ses, at enhedsomkostningerne kun falder svagt ved at gå op på 100 % udnyttelse.

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 10 10 / www.agrsci.dk

Prisen for 2004: Markbrugsserien kr. 272,50, husdyrbrugsserien kr. 225,00 og havebrugsserien kr. 187,50.

Adresseændringer meddeles særskilt til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)

Layout og tryk: DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X

Grøn Viden

der også ses på indtjeningsbidraget ved forskellige metoder. Forskellige maskinsystemer vil påvirke udbyttet for de enkelte afgrøder, ligesom systemerne vil påvirke muligheder og begrænsninger i afgrødevalg og sædskifte. Et andet forhold vil også være muligheden for at skaffe den arbejdskraft, der er nødvendig på de tidspunkter, hvor arbejdet skal udføres.

Alternative jordbearbejdningsmetoder som reduceret jordbearbejdning eller direkte såning kan under bestemte forudsætninger reducere omkostningerne pr. ha ved jordbearbejdning, såning og afgrødepleje med 29-47% i forhold til systemer med pløjning og traditionel kombinationssåning. Yderligere reduceres antallet af maskintimer pr. ha med 24-62%.

Forudsætningen for reduktionen i omkostningerne er, at kapaciteten udnyttes på et tilstrækkeligt stort areal. Omkostningsreduktionen vil ikke altid være det eneste incitament til at praktisere alternative jordbearbejdningsmetoder, men de driftstekniske og driftsøkonomiske konsekvenser vil under alle omstændigheder være vigtige.

Se desuden Grøn Viden Markbrug nr. 294. Reduceret Jordbearbejdning - Brændstofforbrug og arbejdsindsats.

Derimod eksisterer der ved den høje udnyttelse en risiko for ikke at nå arbejdet i vejrmæssigt vanskelige år. De lidt højere enhedsomkostninger er således en 'forsikringspræmie', der betales for at kunne klare arbejdet, også under vanskelige forhold.

Grunden til, at enhedsomkostningerne ikke falder så meget ved de høje udnyttelsesgrader, er at kapitalomkostningerne stiger med stigende antal driftstimer på maskinerne.

Konklusion

Analyse af omkostningsstrukturen ved forskellige maskinsystemer til brug ved jordbearbejdning, såning og plantepleje viser, at alternative metoder kan forbedre økonomien i planteavl. Der opnås et reduceret tidsforbrug og en øget kapacitet pr. ha, som resulterer i reducerede omkostninger pr. ha. En totalvurdering af økonomien kræver dog, at

Figur 2. Omkostninger som funktion af behandlet areal for udvalgte metoder

