

Nye teknologier som autostyring, geografiske informationssystemer og on-line maskinovervågning kan optimere kørselen i marken. Disse teknologier kan føre til mindre ressourceforbrug, mindre jordpakning, større udbytte og bedre økonomi.

I de senere år har bl.a. Institut for Biosystemteknologi forsket i, hvordan planlægningen af brugen af og ikke mindst kombinationen af forskellige teknologier kan give fordele i markarbejdet. De væsentligste emner for et optimalt udbytte af teknologien er placering af kørespor, reducere driftstid og -omkostninger, minimering af materialespild samt opdeling af marken. I denne Grøn Viden præsenteres nogle af de mest betydende resultater af forskningen.

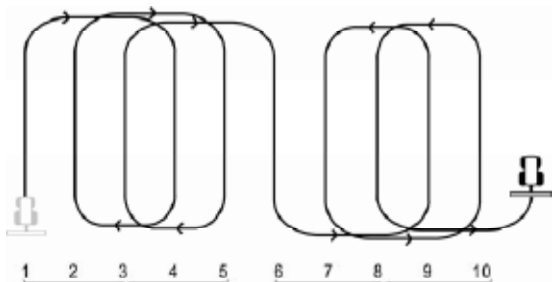


Figur 1a. Typisk valg af kørespor

Placering af kørespor: tingene er ikke altid, som man tror!

Færdselsmønstret i marken er i høj grad bestemt af traditioner, og af hvad der virker som det mest oplagte. Beslutningen vedr. valg af kørselsretningen på marken er som regel baseret på formodningen om, at det optimale er, at kørselsretningen ligger parallelt med markens længste side. Det er dog langt fra altid givet. Man skal især overveje konsekvenserne af kørselsretningen ved planlægning af faste kørespor, som jo er permanente. Forskellen mellem typisk valg af kørespor og optimeret valg af kørespor ses i figur 1.

Ved hjælp af et nyudviklet beslutningsstøttesystem kan det fastslås, hvad forskellige kørselsretninger betyder for maskinens ydeevne, specielt ved etablering af faste kørespor. Systemet kan anslå de årlige driftsomkostninger på maskiner. Som et eksempel kan nævnes marken, som ses i figur 2, hvor omkostningerne faldt med 9%, da køresporenes retning blev ændret fra parallelt med markens længste side til parallelt med markens korteste side. Denne afvigelse fra den almindelige regel er forårsaget af forskellene i de faktorer, der påvirker driftsomkostningerne: overlappende arealer ved sprøjtning og såning, aflæsningstider i høsten, transport af gødning, andet materialehåndterende markarbejde samt den ikke-produktive trafik ved vendinger på forageren.



Figur 1b. Optimeret valg af kørespor

Reducering af driftstid og driftsomkostninger

Indførelsen af autostyrings- og navigationssystemer i landbruget har i princippet gjort det muligt at indtaste vilkårlige køremønstre i et programmerbart navigationssystem, og derefter få maskinen til at følge de forskellige mønstre helt præcist.

På denne baggrund er der udviklet et nyt computerberegnet kørselsmønster til optimal kørsel i marken (B-mønstre). Sammenlignet med konventionelle kørselsmønstre er B-mønstre resultatet af en optimeret kombination af landbrugsmaskinens dimensioner og manøvreringsevne, arbejdsbredden, markens facon og optimeringskriterierne.

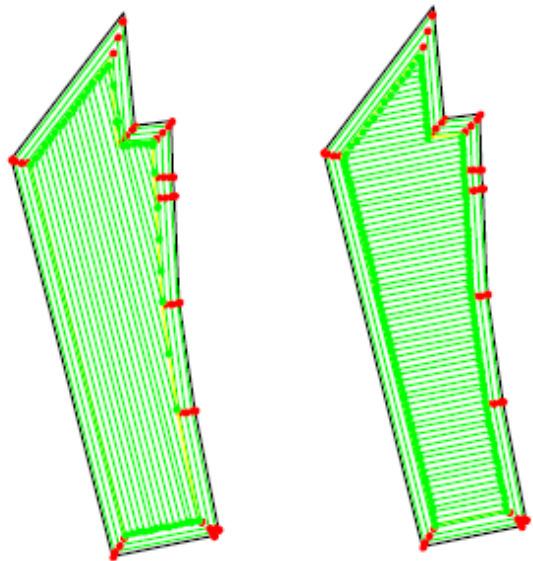


Fig. 2. Ændring af kørselsretning fra at være parallel med lang-siden til at gå på tværs af marken reducerede i dette eksempel omkostningerne med 9%. - De røde prikker markerer lige kantstykker, som ligger til grund for beregningerne.

Kriteriet er, at den ikke-produktive trafik i marken skal minimeres, og her har brugen af B-mønstre i forbindelse med konventionelle landbrugsmaskiner, der understøttes af autostyringssystemer, vist at den ikke-produktive trafik kan reduceres med helt op til 50%. Dette vil samtidig kunne føre til en reduktion af driftstiden (og alle tilhørende omkostninger) på op til 18%.

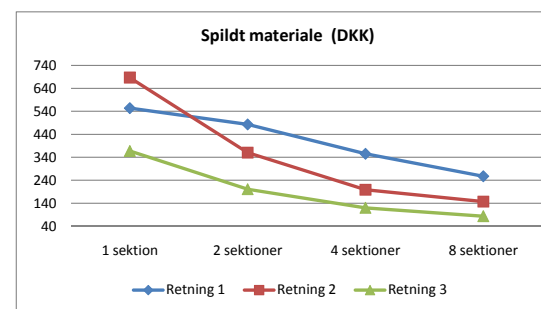
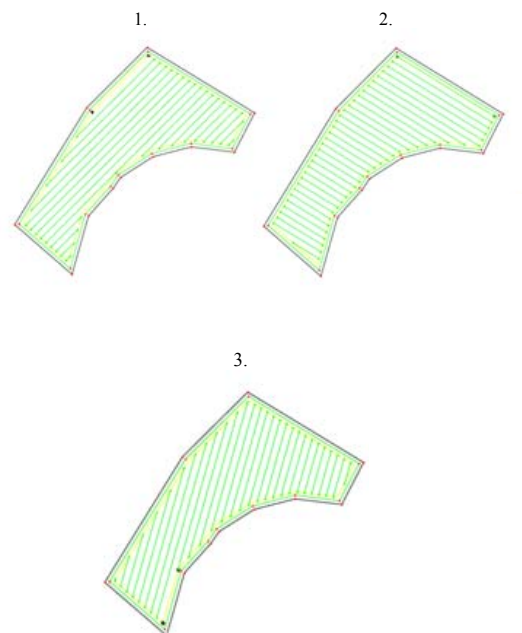
Minimering af sprøjtemiddel ved kørsel med overlap

For at undgå overlap med tidligere behandlede områder skal sprøjtebommens sektioner kontrolleres automatisk. Det betyder, at bomsektionerne tænder og slukker automatisk, og at de behandlede områder af marken registreres. Det forøger hele systemets effektivitet og giver potentielle besparelser på mængden af sprøjtemiddel på op til 25%, og er dermed både en økonomisk og en miljømæssig gevinst.

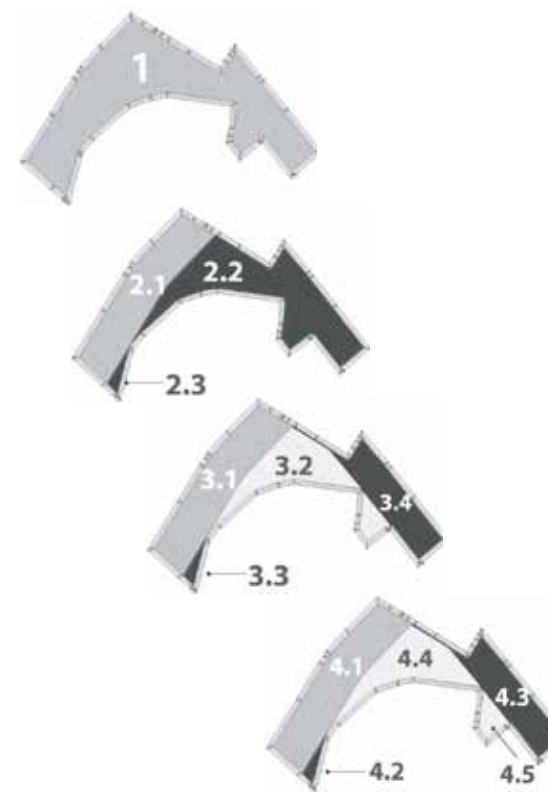
Systemets omkostningseffektivitet er bestemt af de overlap, som er direkte berørt af sprøjtes kørselsretning, samt af de enkelte sektioner af sprøjtebom-

men samt det specifikke sprøjtesystem, som kan kontrolleres automatisk.

Figur 3 viser omkostningerne for spildt materiale i forbindelse med tre forskellige kørselsretninger og fire forskellige selvregulerende bomme (auto-boom) på en mark på 14,6 ha.



Figur 3. Kørselsretning og antal sektioner, der kan lukkes på sprøjtebommen, har betydning for, hvor meget sprøjtemiddel der bruges ved overlap.



Figur 4. Underopdeling af marken kan gøre kørselsmønstret mere effektivt.

Opdeling af marken

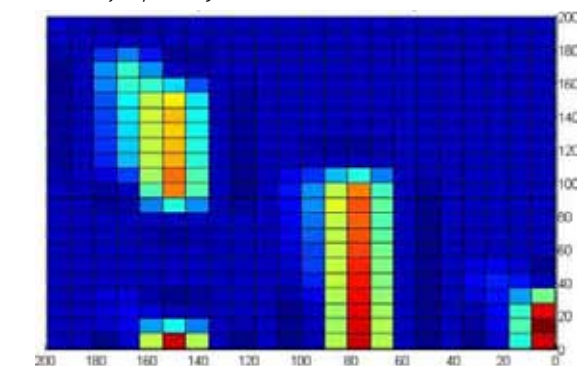
Oftestår landmanden overfor at skulle opdele en mark med en kompleks facon i mindre dele, som let kan bearbejdes, og hvor det er muligt at benytte forskellige kørselsretninger, forskellige afgrøder osv. Via et computerprogram kan en mark effektivt opdeles i flere små marker med en mindre kompleks facon, som vist i figur 4.

Begrænsning af risikoen for tryk-skader

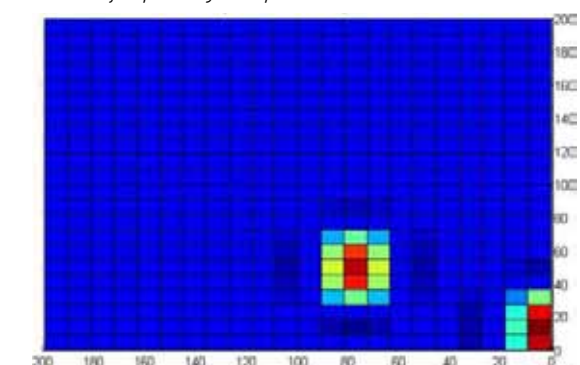
De stadig tungere landbrugsmaskiner og nødvendigheden af at bruge maskinerne ved jord- og vejforhold, der ikke er optimale, øger risikoen for sammentrykning af jorden. Mejetærskere på mere end 30 tons og gyllespredere på 35 tons ses ofte i mar-

ken. Resultaterne af forsøg med de ovennævnte B-mønstre, der havde til formål at reducere risikoen for tryk-skader i jorden, viste at risikoen for tryk-skader kan reduceres med op til 61% i forbindelse med udbringning af husdyrgødning. Figur 5 viser fordelingen af risikoen for jordpakning for hhv. et ikke-optimeret og et optimeret køremønster. Den røde farve angiver stor risiko for jordpakning og det ses, at andelen af røde områder reduceres ved et optimeret køremønster.

Risiko for jordpakning ved konventionelt køremønster



Risiko for jordpakning ved optimeret køremønster



Figur 5. En given mark med ændring af risikofordeling for tryk-skader ved optimeret køremønster. Andelen med stor risiko for tryk-skader (rød farve) er tydeligt reduceret.

Det har vist sig, at det procentvise udbyttetab ligger i intervallet fra 19% til 27%. Hvis man antager, at den gennemsnitlige udbyttenedgang ligger på 23% i de berørte områder, så vil det samlede tab beløbe sig til 7,69% ved 6 m arbejdsbredde, og til 5,05% ved 9 m arbejdsbredde. Hvor risikoen for jordpakning kan reduceres til 61%, vil det samlede tab ud fra de nævnte tal være på henholdsvis 2,99% og 1,51% ved 6 m og 9 m arbejdsbredde. Med byg og hvede som eksempler og med et forventet udbytte på henholdsvis 4 og 8 ton/ha, og en pris på 120 og 150 kr./100 kg, vil besparelserne være som vist i tabellen:

Salgsafgrøde	Arbejdsbredde (M)	Max besparelse (Kr.)	Gennemsnitlig besparelse (Kr.)
BYG	6	304	200
	9	220	145
HVEDE	6	762	500
	9	553	363

Konklusion

Et nyudviklet beslutningsstøttesystem kan som et første skridt beregne, hvad forskellige kørselsretninger betyder for maskinens ydeevne. Derved findes de optimale kørselsretninger i forhold til driftsomkostningerne, overlappende arealer ved sprøjtning og såning, aflæsningstider i høsten, transport af gødning og andet materialehåndterende markarbejde, samt den ikke-produktive trafik ved vendinger på forageren.

I andet trin følger en optimering af kørselsmønstret. Sammenlignet med traditionelle kørselsmønstre er de beregnede mønstre en optimeret kombination af landbrugsmaskinens dimensioner og manøvreringsevne, arbejdsbredden, markens facon mm. Resultater viser, at den ikke-produktive trafik kan reduceres med helt op til 50%, driftstiden kan reduceres med op til 18%, ligesom risikoen for jordpakning kan reduceres med op til 60 %, hvis minimerede tryksskader inddrages som kriterium.

Muligheden for at benytte autostyrings- og navigationssystemer i landbruget har i princippet åbnet for at indtaste vilkårlige køremønstre i et programmerbart navigationssystem, og derefter få maskinen til at følge de optimalt beregnede mønstre helt præcist. Der er derfor muligt umiddelbart at bruge systemerne i praksis.

Et videre perspektiv i forbindelse med de udviklede optimeringer af kørselsmønstre er at benytte dem i et samarbejde med andre maskiner, ikke mindst i forbindelse med autonome maskiner og robotter, hvor detaljeret planlægning af arbejdsopgaver og kørselsmønstre er helt afgørende.

RESUME

Nye teknologier som autostyring, geografiske informationssystemer og on-line maskinovervågning, kan optimere kørselen i marken. For eksempel gennem faste kørespor, mere praktisk opdeling af marken, mindre spild af materialer pga. mindre overlap, reduktion af driftstid og af driftsomkostninger. Teknologierne kan også bruges til at minimere tryksskader og dermed bevare markens frugtbarhed.

FORFATTERE

Dionysis Bochtis og Claus Grøn Sørensen

Institut for Biosystemteknologi
Forskningscenter Foulum
Århus Universitet

Fotograf: Janne Hansen

Grøn Viden indeholder informationer fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Grøn Viden kan downloades som pdf-fil fra www.agrsci.au.dk/publikationer

Claus Bo Andreassen (ansv. red.)
Jette Ilkjær (red.)

LAYOUT OG TRYK

DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X

GRØN VIDEN

KØRSELLOPTIMERING I MARKEN

DJF MARKBRUG NR. 340 – JUNI 2011
DIONYSIS BOCHTIS OG CLAUD GRØN SØRENSEN



AARHUS UNIVERSITET

