

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



## DEVELOPMENT OF A TRAINING PROGRAM FOR ENHANCING THE USE OF ICT TOOLS IN THE IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE

2018-1-ES01-KA202-050709

### **Uddannelsesspakke 4**

### **Case 2: Faste kørespor (Controlled Traffic Farming)**

Forfattere: Aarhus Universitet

Dato: Juni 2020

*Dette projekt er finansieret med støtte fra Europa-Kommissionen. Denne publikation forpligter kun forfatteren, og Kommissionen kan ikke drages til ansvar for brug af oplysningerne heri*

## Indhold

<b>1</b>	<b>Mål</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Guidelines</b> .....	<b>2</b>
2.1	Praktisk information .....	2
2.2	Forslag til dagsorden .....	2
2.3	Læringsmål .....	3
<b>3</b>	<b>Øvelser</b> .....	<b>3</b>
3.1	Mål.....	3
3.2	Øvelsesvejledning.....	3

## 1 Formål

Formålet med case 2 i uddannelsespakke 4 om enheder til Informations- og Kommunikationsteknologi (IKT) er at præsentere Faste Kørespor (Engelsk: Controlled Traffic Farming (CTF)), der er en af de mest effektfulde eksempler på hvordan højpræcisionsstyring kan udnyttes til at optimere planteproduktionen.

CTF og de medfølgende fordele kan implementeres i de fleste afgrødesystemer, herunder grønsagsproduktion og grovfoderproduktion (f.eks. græs og majs).

I Case 2 vil baggrunden for CTF blive præsenteret, herunder skader på jordens struktur forårsaget af stadig tungere maskiner. Herudover præsenteres opbygning af maskinsystemer til forskellige dyrkningssystemer. Endeligt vil funktionalitet af software for planlægning af maskinkonfiguration blive introduceret. Dette omfatter systemer til planlægning af spor og ruter i marken.

## 2 Guidelines

### 2.1 Praktisk information

- **Den primære modtagergruppe:** Rådgivere, landmænd og andre professionelle i jordbrugserhvervet, som er interesserede i CTF og i hvordan man kan drage nytte af det
- **Forventet varighed:** 4 timer
- **Forberedelse for den studerende før kurset:**
  - Medbring en PC med internetadgang
- **Hjemmearbejde efter kurset:**
  - Prøv med den præsenterede software at lave ekstra beregninger over maskinkonfigurationer ud maskiner på konkrete landbrug
- **Software:**  
[www.ctfcalculator.org](http://www.ctfcalculator.org). Gratis online software (kræver registrering).

### 2.2 Forslag til dagsorden

1. Velkommen. Præsentationsrunde (10 min)
2. Kort præsentation af AgrICT e-training Platform, af de fem uddannelsespakker (UP)i platformen, og af denne case 1 som en del af UP4 (IKT) (10 min)

3. Dagens program og forventningsafstemning (10 min)
4. Lektion: Teorien bag og baggrund for CTF (Faste køre spor) (60 min)
5. Præsentation af [www.ctfcalculator.org](http://www.ctfcalculator.org) (Australisk software) (15 min)
6. Gennemgang af øvelsesvejledningen og dannelse af grupper (1-3 personer) til øvelserne (15 min)
7. Øvelser (90 min)
8. Spørgsmål, opklaring og afslutning (30 min)

## 2.3 Læringsmål

- Deltagerne vil være i stand til at forstå teorien bag og baggrunden for CTF
- Deltagerne vil være i stand til at forstå hvordan jordpakning skader jorden og reducerer udbyttepotentialet.
- Deltagerne vil være i stand til at forstå hvordan CTF kan bruges til at modvirke jordpakning og til at stabilisere og øge udbyttet
- Deltagerne vil forstå de basale krav til at optimere CTF maskin-konfigurationer og derudover forstå vigtigheden af velplanlagte spor og ruter for at opnå effektive CTF systemer.

## 3 Øvelser

### 3.1 Mål

- At opbygge eksempler på konfigurationer af maskiner og derefter at estimere procentdel af arealet som overkøres ved forskellige kombinationer af arbejdsbredde og dækmonteringer.

### 3.2 Øvelsesvejledning

- Til øvelsen benyttes det australske værktøj [www.ctfcalculator.org](http://www.ctfcalculator.org). Øvelsen omfatter tre moduler af dette værktøj
  - a) Dan og definér en traktor, en mejetærsker og enkelte maskiner
  - b) Sammensæt maskinerne til brug i marker
  - c) Beregn økonomiske fordele ved CTF på grund af reduceret jordpakning

#### 1. Dan først en gratis konto på [www.ctfcalculator.org](http://www.ctfcalculator.org)

- Vælg Log-in og derefter "Register as new user"
- Indtast: Navn, email, Organisation og Password.

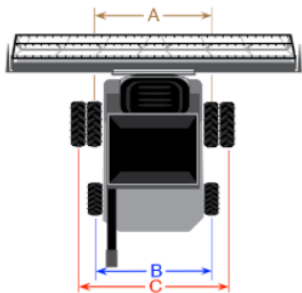
Ved at registrere sig accepterer man betingelser for brug af programmet

#### 2. Definer dimensioner på traktor og mejetærsker.

Fra "Home" vælg "Assess your paddock now"

- Vælg "Create some tractors" (from Step 1)
- Vælg enten "Create new from Library" eller "Create new 'Blank' tractor"
  
- Opret en **traktor** med følgende specifikationer:
  - Vælg frit traktorens navn og producent
  - Tractor type Tractor (Single)  
(Traktor type)
  - Tyre width (Front) 700 mm  
Dækbredde (For)
  - Tyre width (Rear) 800 mm  
Dækbredde (Bag)
  - (A) Tyre spacing (Front) 2.0 m  
(Afstand mellem fordæk)
  - (B) Tyre spacing (Rear) single 2.0 m  
(Afstand mellem bagdæk)
  
- Opret en **høstmaskine** ("Tractor (Harvester)") med følgende specifikationer:
  - Vælg frit høsterens navn og producent
  - Tractor type Harvester (Single)  
(Traktor type Høster (enkelt))
  - Tyre width (Front) 900 mm  
Dækbredde (For)
  - Tyre width (Rear) 600 mm  
(Dækbredde (Bag)
  - (A) Tyre spacing (Front) 3.0 m  
(Afstand mellem fordæk)
  - (B) Tyre spacing (Rear) single 3.0 m  
Afstand mellem bagdæk)

Machinery name	<input type="text" value="Harvester 9 m"/>
Manufacturer	<input type="text" value="CaseIH"/>
Tractor type	<input type="text" value="Harvester (Single)"/>
Tyre width (Front)	<input type="text" value="900"/> <input type="text" value="mm"/> <input type="text" value=""/>
Tyre width (Rear)	<input type="text" value="600"/> <input type="text" value="mm"/> <input type="text" value=""/>
(A) Tyre spacing (Front)	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="m"/> <input type="text" value=""/>
(B) Tyre spacing (Rear) single	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="m"/> <input type="text" value=""/>
(C) Tyre spacing (Front) dual	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="m"/> <input type="text" value=""/>
(D) Tyre spacing (Rear) Triple	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="m"/> <input type="text" value=""/>
(E) Front width	<input type="text" value="9"/> <input type="text" value="m"/> <input type="text" value=""/>



### 3. Definer redskaber

For enkelhedens skyld er eksemplerne baseret på pløjefrit landbrug, hvor de eneste nødvendige redskaber er en såmaskine og en sprøjte.

- Vælg "Implements" i venstre menu
- Vælg enten "Create new Implement from Library" eller "Create new 'Blank' implement"
- Opret en **såmaskine** med følgende specifikationer:
  - Såmaskinens navn og producent efter eget valg
  - Implement type Drill  
(Redskabstype Såmaskine)
  - Tyre width 100 mm  
(Dækbredde)
  - Max Implement width 6.0 m  
(Redskabets største bredde)
  - (A) Tyre Spacing 1 (innermost) 0 m  
(Hjulafstand (indre))

0 m hjulafstand betyder at der ikke bliver taget højde for hjulene på såmaskinen i beregning af dækningsareal
- Opret en **sprøjte** med følgende specifikationer:
  - Sprøjtens navn og producent efter eget valg
  - Implement type Sprayer  
(Redskabstype Sprøjte)
  - Tyre width 600 mm  
(Dækbredde)
  - Max Implement width 24 m  
(Redskabets største bredde)
  - (A) Tyre Spacing 1 (innermost) 2 m  
(Hjulafstand (indre))
- Opret endnu en **såmaskine** og en **sprøjte** med samme specifikationer bortset fra, at de skal være bredere:
  - Såmaskine 9 m
  - Sprøjte 27 m

Hint: Brug funktionen "Duplicate existing implement" til at oprette en kopi af et redskab.

#### 4. Beregn dækning

Dækning (procentdelen af markarealet, der bliver kørt på med hjul) beregnes i menuen "Paddocks" (australsk slang for marker).

Beregn first dækning for maskinkonfigurationen uden CTF-dimensioner. Lav dernæst en kopi af beregningen og tilpas analysen, for at beregne effekten af CTF systemet.

- Vælg "Paddocks" i venstre menu
- Vælg "Create new analysis"
- Indtast
  - Name: "6 m såmaskine – 24 m sprøjte"  
(Navn på maskinkonfigurationen)

- Latitude and Longitude:  
(Breddegrad og Længdegrad)  
Indtast din position eller bare Latitude: 55 and Longitude:10  
(Danmark)

Du skal nu vælge de tre maskinkombinationer, der skal bruges i dyrkningssystemet:

- Klik på "Add a new combination"
  - Vælg traktoren i drop down menuen. Klik på "Add tractor"
  - Vælg "Add an implement". Her vælger du din 6 m såmaskine.
  - Indtast 300 cm som "Initial offset" for såmaskinen. Herved sikrer du, at sprøjtesporene bliver lagt korrekt
- Gentag nu "Add a new combination" og vælg traktoren og sprøjten på 24 m
- Som den tredje og sidste maskinkombination vælges høstmaskinen. Der skal ikke vælges nogen redskaber til høstmaskinen.
- Gem og luk ved at vælge "Save and close".

Nu kan du se det overkørte areal (dækning) for det simple system uden CTF.

Den anden analyse ("analysis") vil være for et CTF system.

- Klik på "Duplicate existing analysis"
- Omdøb den kopierede analyse til "9 m såmaskine – 27 m sprøjte"
- Edit your combinations by replacing machines
  - Klik på 24 m sprøjten, vælg "Change to" og vælg din 27 m sprøjte
  - Lav en lignende ændring af såmaskine fra 6 m til 9 m
  - Sæt "Initial Offset" for kombinationen med såmaskinen til 0 cm
- Vælg "Save and close".

Du kan nu se det overkørte areal (dækning for et 9 / 27 m CTF system.

## 5. Diskuter resultaterne for dækning med de to systemer

- Hvilken dækning fandt du for de to systemer uden og med CTF?
- Diskuter dækning og hvordan det skal forstås
  - Er trafik i forageren inkluderet i dækning?
  - Hvilken betydning har markens form (en stor, rektangulær mark versus en mindre irregulær mark)?
- Hvilke parametre for maskinerne kan du ændre for at reducere dækningen af CTF systemet?

## 6. Estimer den økonomiske fordel ved CTF

Du skal nu estimere den økonomiske fordel, der kan opnås ved højere udbytter, som følge af at CTF bevirker mindre areal med jordpakning. Værktøjet CTFcalculator er australsk, så det benytter australske dollar som møntfod. Du kan bruge din egen møntfod i stedet.

- Vælg "Benefit" i venstre menu
- Vælg "Create new benefit analysis"
- Skriv et navn på din fordelsanalyse, f.eks. "Sammenligning af CTF og ikke-CTF"
- Som udbytteparametre kan disse typiske værdier bruges:
  - Price (€/t) (Afgrødens værdi): 150
  - Average yield t/ha (Gns. udbytte): 7
  - Compaction penalty (Tab ved jordpakning): 15%
- Gem ved at vælge "Save".

Den beregnede fortjeneste ved at reducere arealet med jordpakning som følge af kørsel, vises i den blå kasse.

- Diskuter de mulige fordele.
  - Hvad har indflydelse på fordelene (f.eks. markstørrelse, markform, afgrøder, andre faktorer)?
  - Hvad er nødvendigt for at opnå disse fordele (f.eks. maskininvesteringer)?
  - Kan der være andre fordele ved CTF (økonomiske og andre)?

## 7. Hvordan kan et CTF system optimeres?

- Diskuter hvordan man kan optimere et CTF system – ved at reducere dækningen og øge den potentielle fortjeneste
- Hvis du har tid kan du duplikere CTF analysen og optimere på maskinernes dimensioner i CTF systemet for at opnå mindre dækning.

## 8. Path planning

Ved implementering af et CTF-system er det vigtigt at vælge et optimalt layout af de permanente kørespor i marken for at minimere uproduktiv tid, f.eks. tid brugt til at vende i forageren.

I software til planlægning af kørespor kan sporenes retning og udlægning optimeres ud fra markgrænserne og redskabernes arbejdsbredde. Amerikanske Verge er en af flere leverandører af software til planlægning af kørespor. På siden <https://vergeag.com/our-solution-grower> kan du scrolle ned og finde området "Interact". Her kan du ændre retning af kørespor i en uregelmæssig mark.

- Hvad er det minimale og maksimale antal spor i dette tilfælde?

Som det kan ses, øges den samlede kørselslængde til at udføre sving dramatisk, når antallet af spor øges.