

# Droner – ukrudt og sorters konkurrenceevne

Jesper Rasmussen  
[jer@plen.ku.dk](mailto:jer@plen.ku.dk)



UNIVERSITY OF COPENHAGEN



# Alt hvad der præsenteres kan udføres med Phantom 3 og 4 (uden modifikationer)



Det er nemt at flyve og tage billeder med små droner – men hvad stiller man op med billederne? Kan de bruges til noget?



To eksempler:

Tidsler: Direkte mål (marker)

Sortsforsøg: Direkte og indirekte mål (parceller)



# Forudsætning for et godt slutresultat

## *Drone – kamera - software*

Kend dit udstyr!



# Lidt teori knyttet til to eksempler: Sorters konkurrenceevne og kortlægning af tidsler

Lysforhold

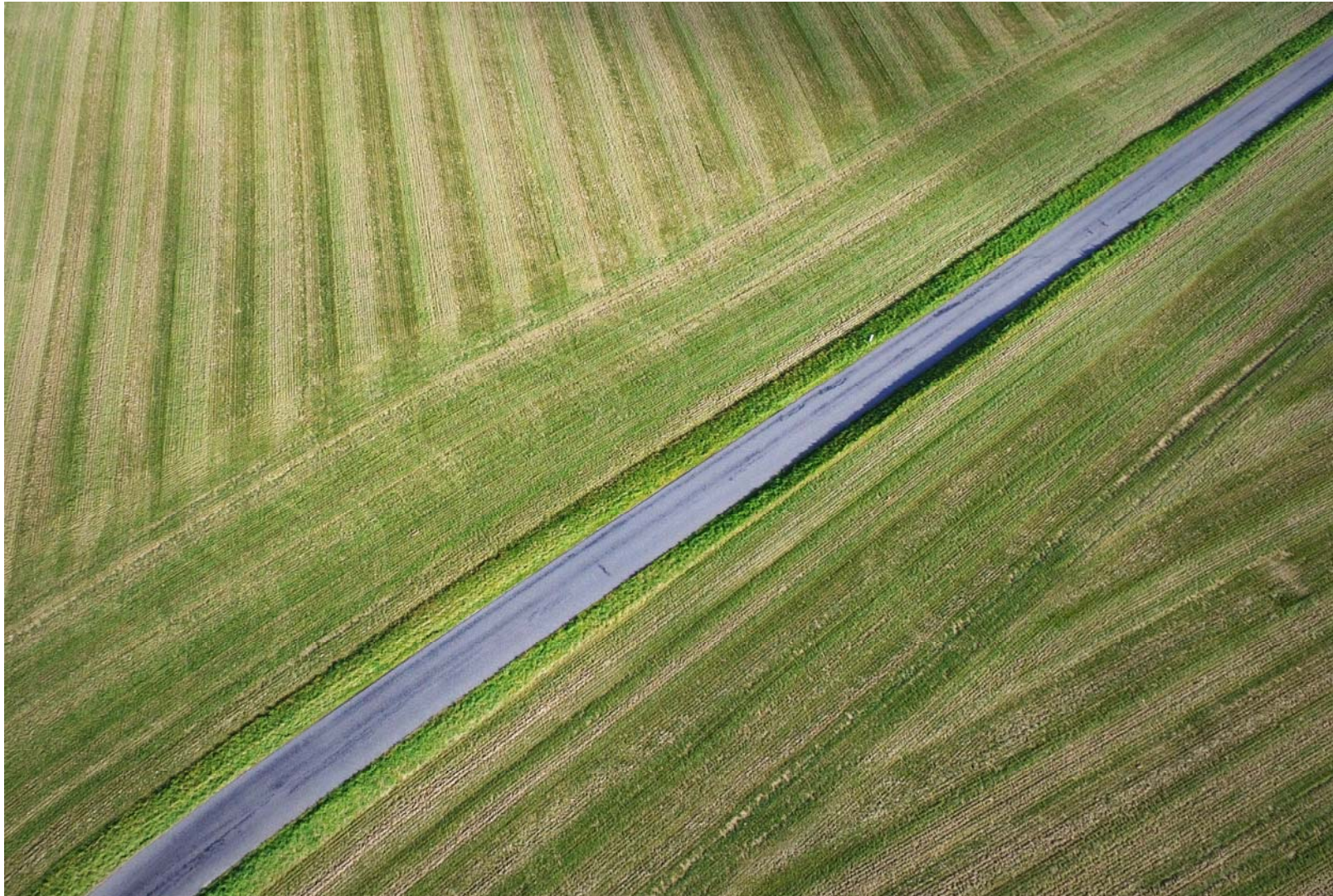
Hvidbalance

Billed-opløslighed og flyvehøjde

Vegetationsindeks

Segmentering

# Forudsætningen for gode billeder: Lysforhold, hvidbalance og opløslighed



# Drivende skyer er et problem, som skal tages alvorligt



# Hop i kameraets hvidbalance skal undgås!

- Lad ikke kameraet stå på auto
- Vælg en fast hvidbalance



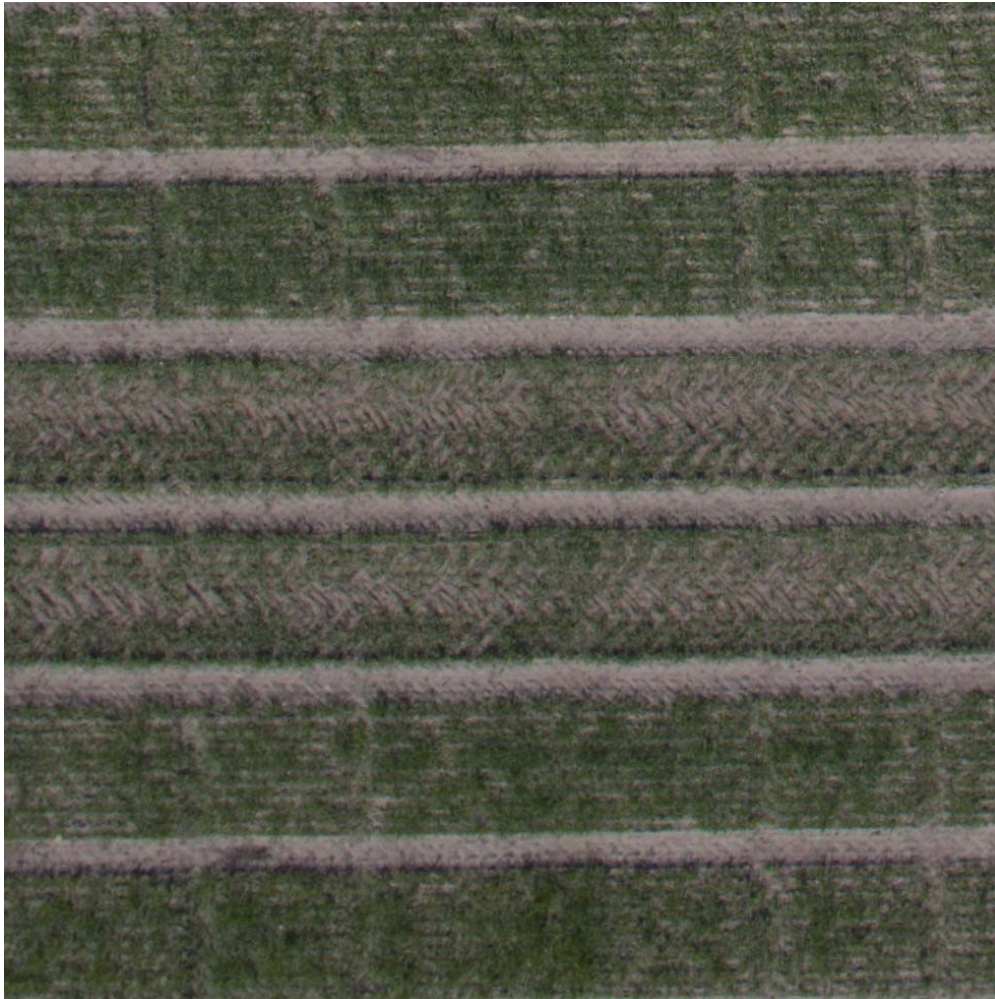
# Vælg en billedopløselighed der passer til formålet

## **Flyv ikke for lavt (men heller ikke for højt)**

Billedopløselighed (cm/pixel) er negativt korreleret med kapacitet (areal pr. flyvning)



# Billedopløseligheden falder lineært med flyvehøjden



**20 m**  
0,8 cm/pixel

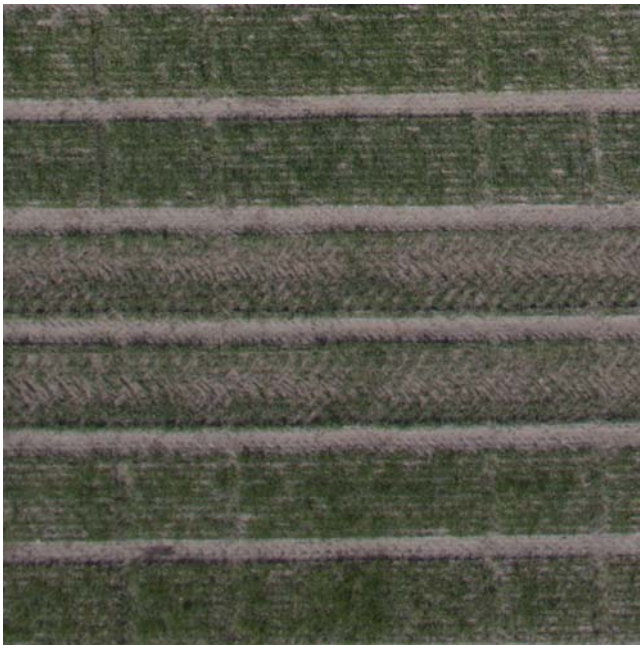


**100 m**  
4,3 cm/pixel

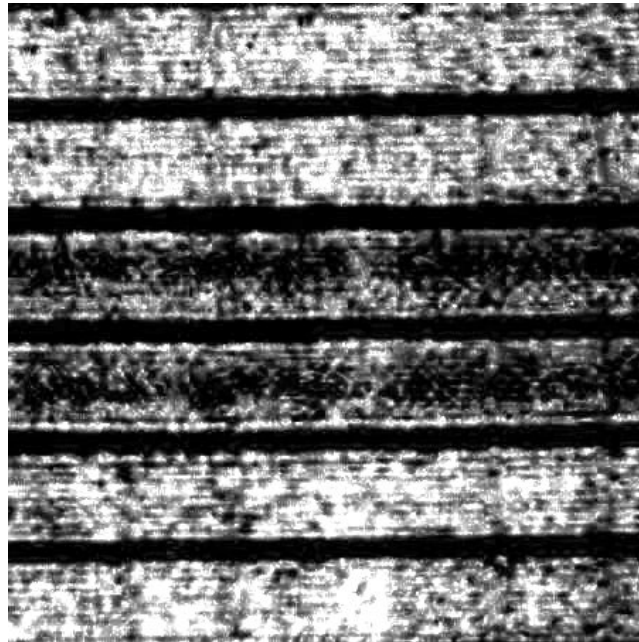
Fra farvebilleder til talværdier

Vegetationsindekser

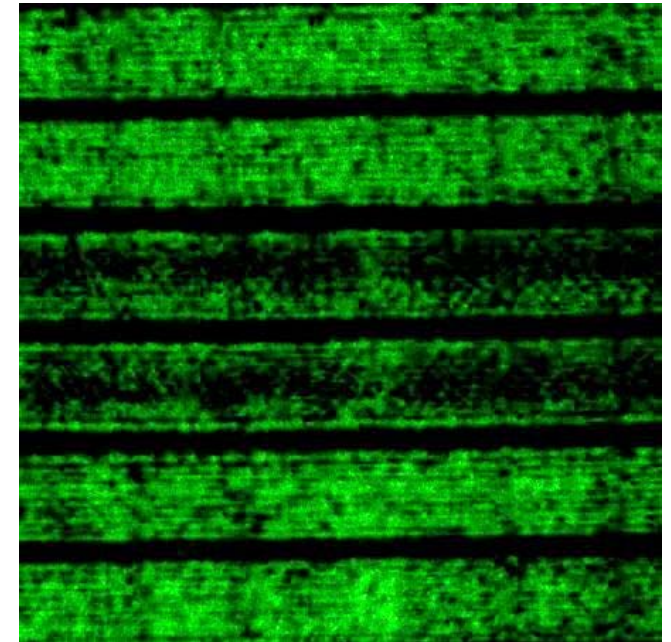
Eksempel:  $\text{ExG} = 2 \times \text{Grøn} - \text{Rød} - \text{Blå}$



Farvebillede



ExG i gråskala



ExG i grønskala

Vegetationsindekser kan bestemmes med ImageJ (gratisprogram)

# Segmentering

– Opdeling af pixels i kategorier: Grøn og ikke-grøn

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://imaging-crops.dk/default.aspx>. The page title is "IMAGING Crop Response Analyser". Below the title is a navigation bar with buttons: "Images", "Image folders", "Change password", "Log out", "Contact", and "About the programme". The "Images" section is active, showing a list of images for the folder "Frej maj 2016". The list includes columns for "Image", "Monochrome Image", "Image File Name", and "Leaf Coverage". Each row has a "Show images" button.

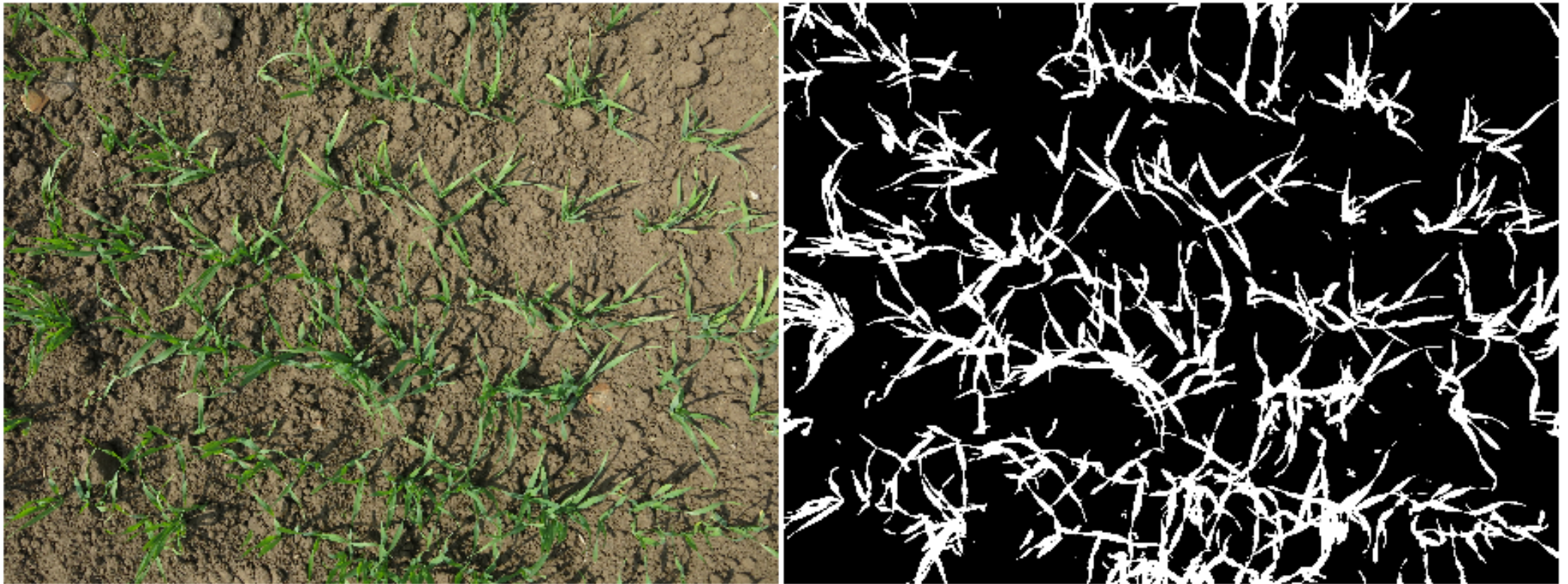
| Image | Monochrome Image | Image File Name | Leaf Coverage |
|-------|------------------|-----------------|---------------|
|       |                  | IMG_0339.JPG    | 0.25324       |
|       |                  | IMG_0340.JPG    | 0.28049       |
|       |                  | IMG_0341.JPG    | 0.21687       |
|       |                  | IMG_0342.JPG    | 0.22008       |
|       |                  | IMG_0343.JPG    | 0.19719       |

Gratis og  
fuldautomatisk software

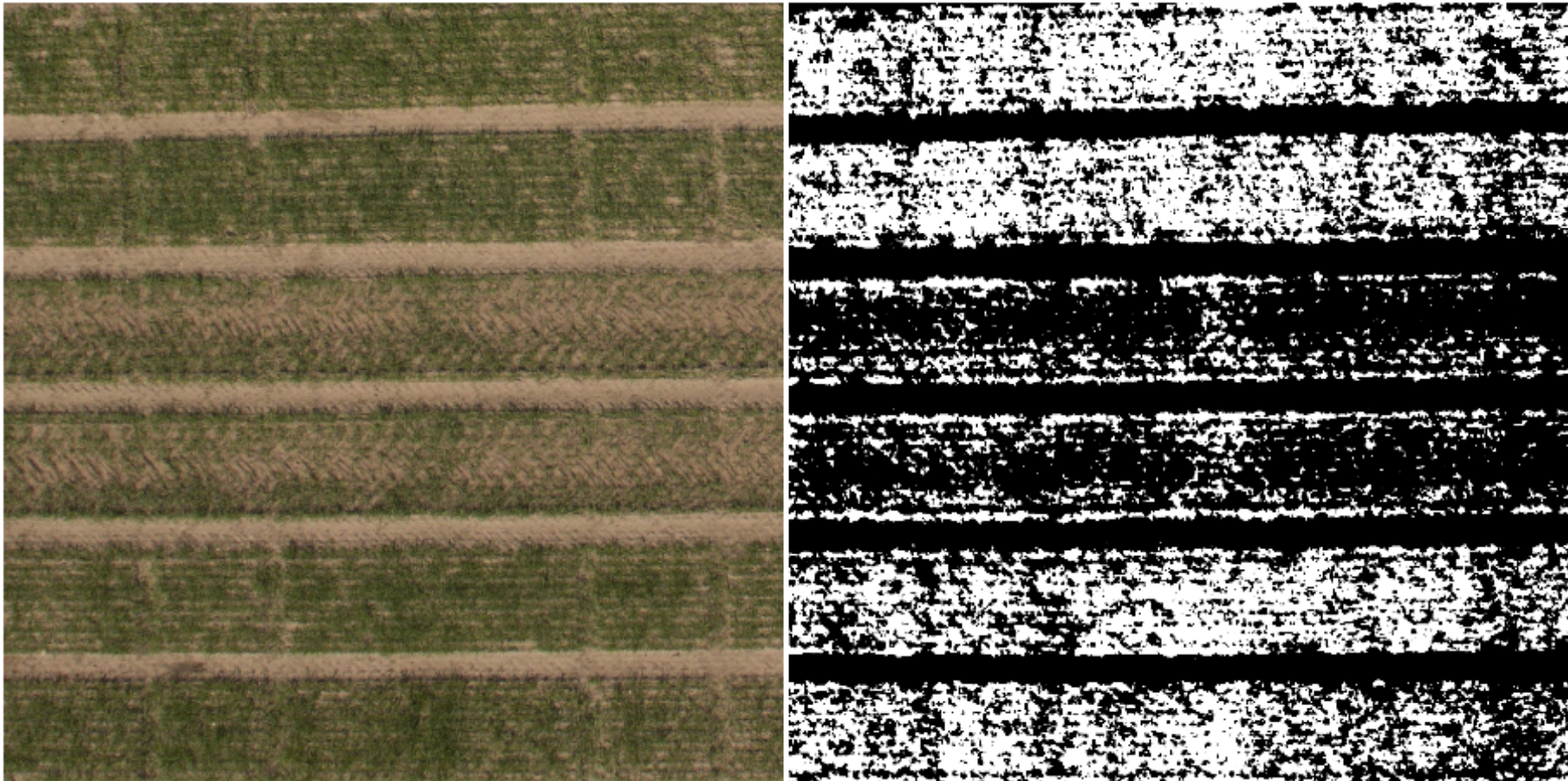
Billederne segmenteres og  
dernæst tælles andelen af  
grønne (hvede) pixels

# Segmentering af billeder optaget på jorden

<http://imaging-crops.dk/>



Segmentering stille krav til billedopløselighed  
- 20 m flyvehøjde er maksimal højde (0,8  
cm/pixel)



# Eksempel: Sorters evne til at dække jorden tidligt og undertrække ukrudtet (FREJ)

- 22 sorter (incl. blandinger)
- 4 blokke
- 88 parceller
- Fotografering på jorden
- Fotografering fra drone
- Karakter for afgrødedækning
- Karakter for ukrudt

# Udklipning af parceller med et enkelt klik

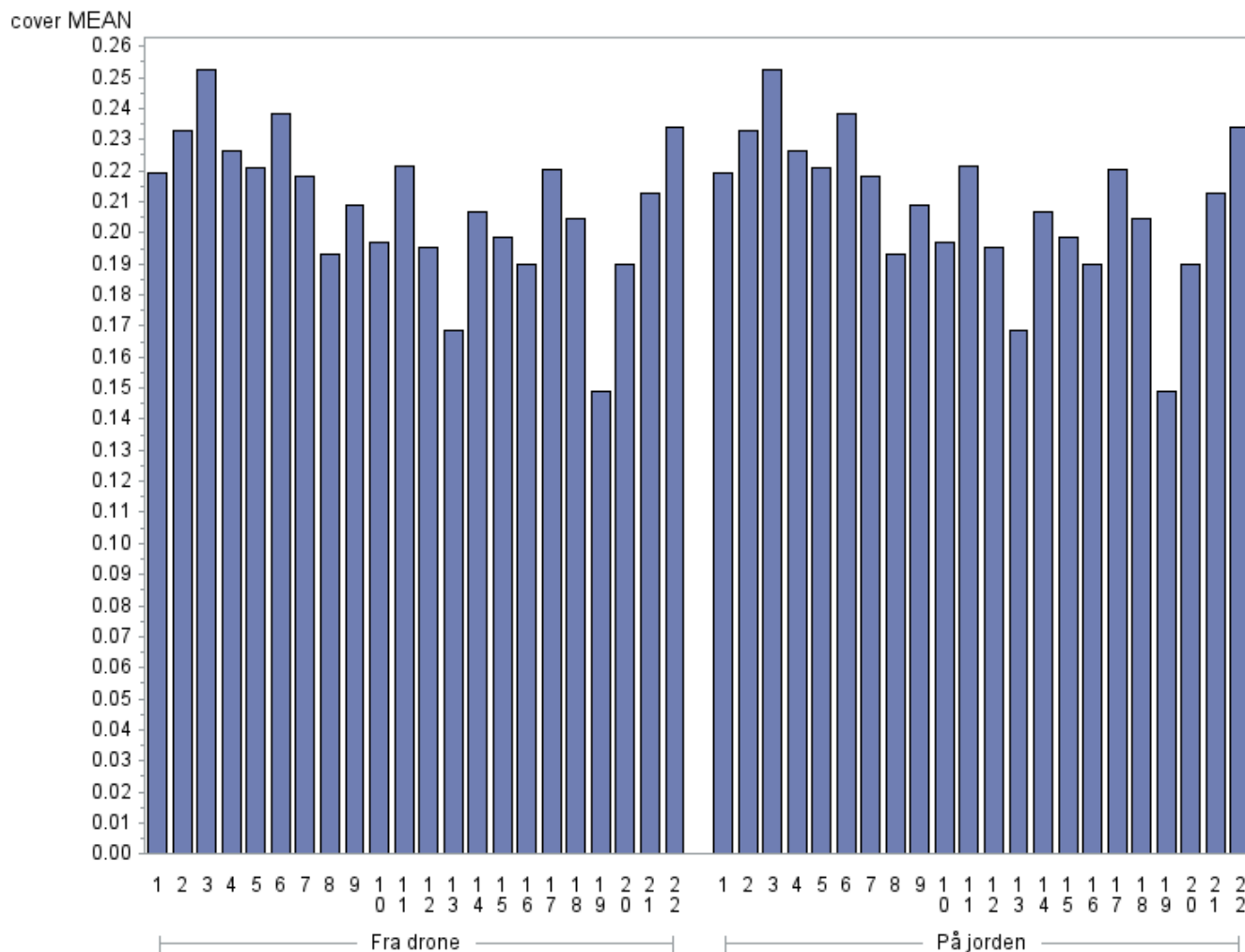
- PlotCut programmet er under udvikling



# Billeder fra henholdsvis jord og drone

## Reproducerbarhed - korrelation= 0,94\*\*\*

cover= andel af jordoverfalden som afgrøden dækker



Er sorternes rangering afhængig af om billederne tages på jorden eller fra luften (lav højde)?

- NEJ ( $P=0.25$ )

Dækker sorterne jorden forskelligt?

- JA ( $P<0.001$ )

sort LSD (fra jorden)= 0.025  
billede LSD (fra drone)= 0.024

# Hvad sker der hvis man flyvere højre?

- Lavere billedopløselighed
- Segmentering (planter versus jord) vanskeligere og forbundet med større usikkerhed – indtil det ikke længere er muligt.
- Hurtigere overflyvning

## Forsøg:

1. 5 m flyvehøjde – 0,2 cm/pixel – kun herfra er beregnet cover
2. 15 m flyvehøjde – 0,6 cm/pixel – herfra bestemmes ExG
3. 30 m flyvehøjde – 1,3 cm/pixel - herfra bestemmes ExG
4. 60 m flyvehøjde – 2,6 cm/pixel - herfra bestemmes ExG
5. 90 m flyvehøjde – 3,9 cm/pixel - herfra bestemmes ExG

ExG er et vegetationsindeks som kvantificerer grønheden

# Billeder fra 5 forskellige højder

ExG er et vegetationsindeks som kvantificerer grønheden

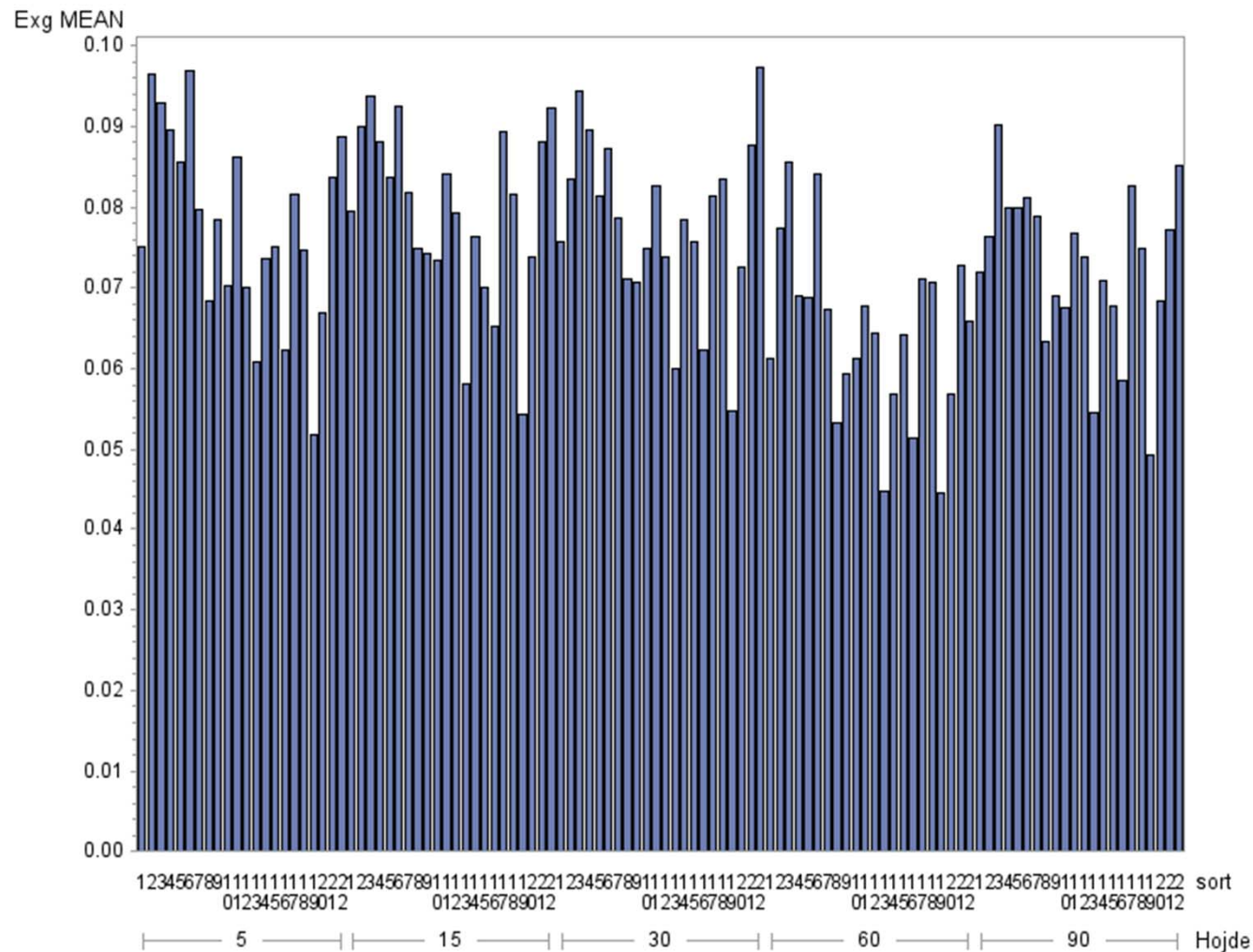
Er sorternes rangering afhængig af højden billederne er taget i?

- NEJ ( $P=0.92$ )

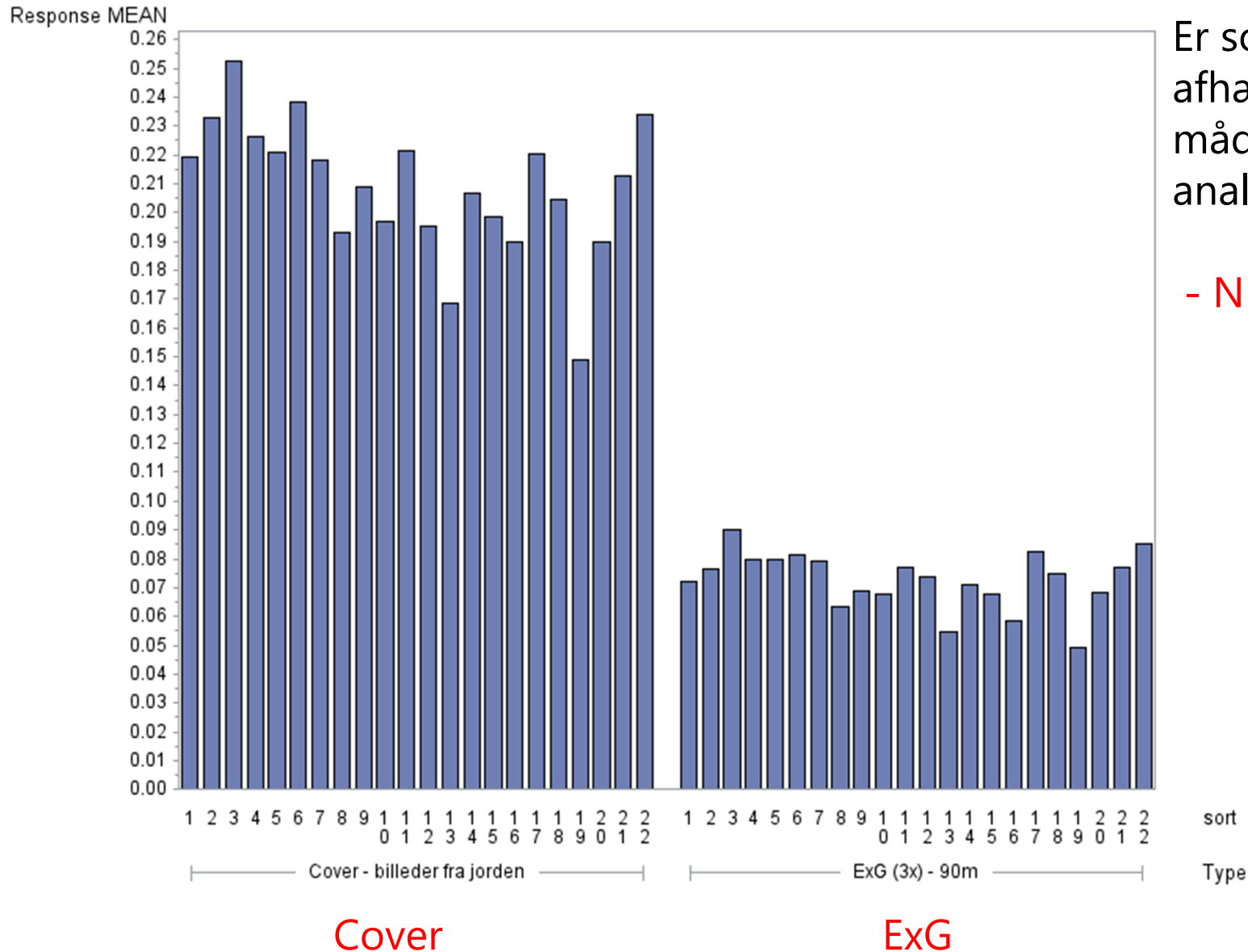
Dækker sorterne jorden forskelligt?

- JA ( $P<0.001$ )

LSD (5 m) = 0.016  
 LSD (15 m) = 0.013  
 LSD (30 m) = 0.014  
 LSD (60 m) = 0.015  
 LSD (90 m) = 0.011



# Billeder fra jorden (cover) versus billeder fra 90 m højde (ExG)



Er sorternes rangering afhængig af højden og måden billederne bliver analyseret på?

- NEJ ( $P=0.91$ )

## Sammenligning mellem fotomålinger og karaktergivning for dækning

- Alle fotomålinger korrelerer fint med karakter for dækning (korrelationskoefficient omkring 0,7).
- Variansanalyse af karaktergivning viser at sorterne dækker jorden forskelligt men  $P$  er kun 0.04 – hvorimod  $P < 0.001$  for alle fotomålinger
- Der er således god overensstemmelse mellem fotomålinger og karaktergivning – men fotomålinger giver større statistisk sikkerhed

# Sorternes evne til at dække jorden og karakter for ukrudt

- Alle fotomålinger korrelerer negativt med ukrudtsmængden (omkring 0,8). Karaktergivningerne for sorternes dæknining har betydelig lavere korrelation med ukrudtsmængden ved skridning.

.

# Troværdighed

- Billeder fra droner giver samme resultater som billeder fra jorden – når formålet er at sammenligne sorters evne til at dække jorden
- Hvis billedopløseligheden er stor, kan der beregnes cover (dækningsgrad) – hvis den er lav, kan der kun beregnes et vegetationsindeks. Begge mål er lige gode til at adskille sorterne fra hinanden med hensyn til dækningsevne.
- Fotomålinger synes at være bedre til at kvantificere sorternes evne til at undertrykke ukrudtet

# Værdiskabende?

- Betydeligt hurtigere i marken.
- Fotografering af 88 parceller tager cirka 5 min. fra man stiger ud af bilen til man kører igen (hvis man KUN skal tage billeder)
- Fotografering af forsøg giver ekstra informationer om ikke tilsigtet variation – denne variation bør anvendes (metodeudvikling)
- For at skabe værdi kræves kompetencer med hensyn til fotografering med drone og billedbehandling

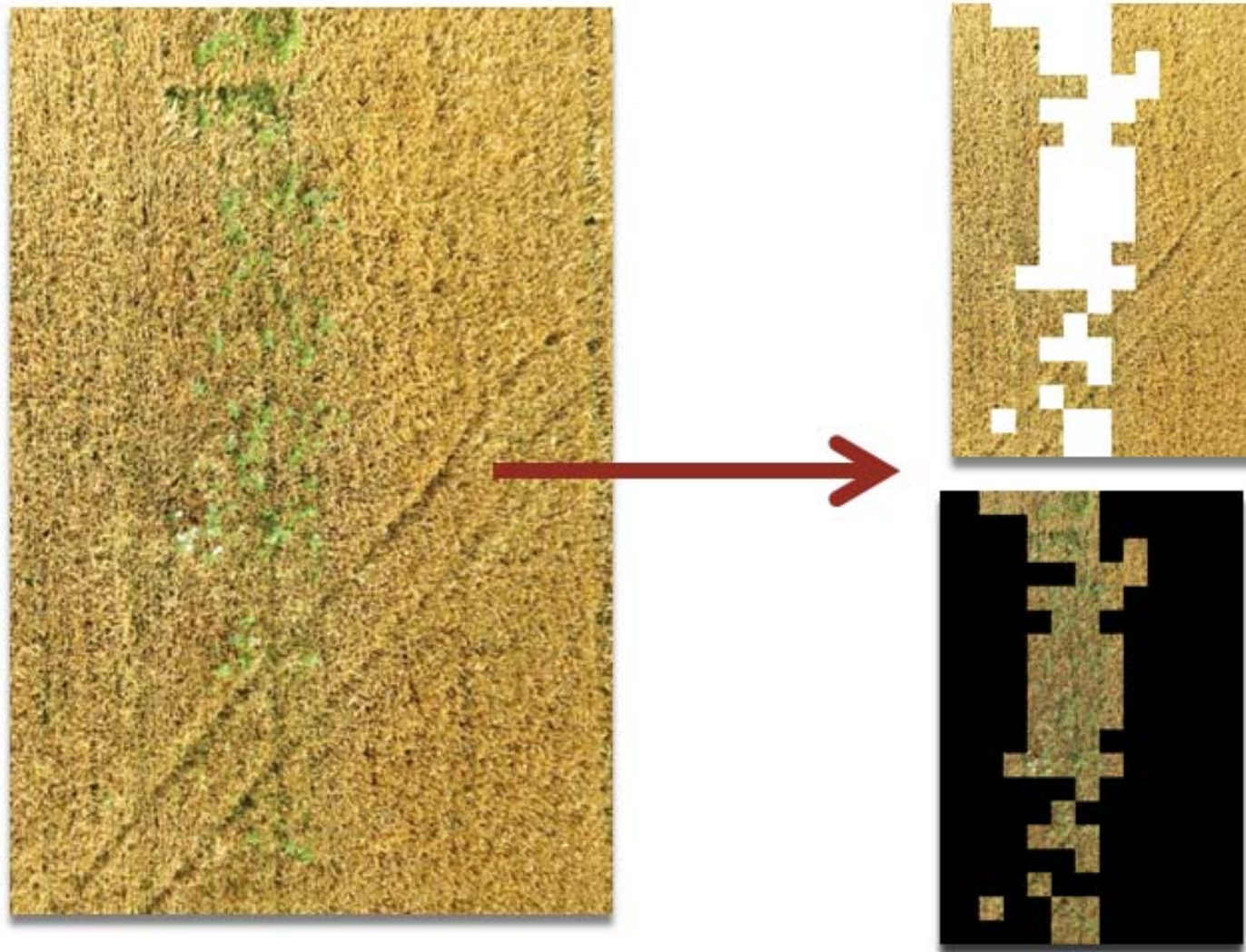
fortrolig med

- 1) drone og kameraindstillinger
- 2) orto-mosaikker og kontrolpunkter (GCP)
- 3) udklippe parceller
- 4) billedanalyse
- 5) dataflow

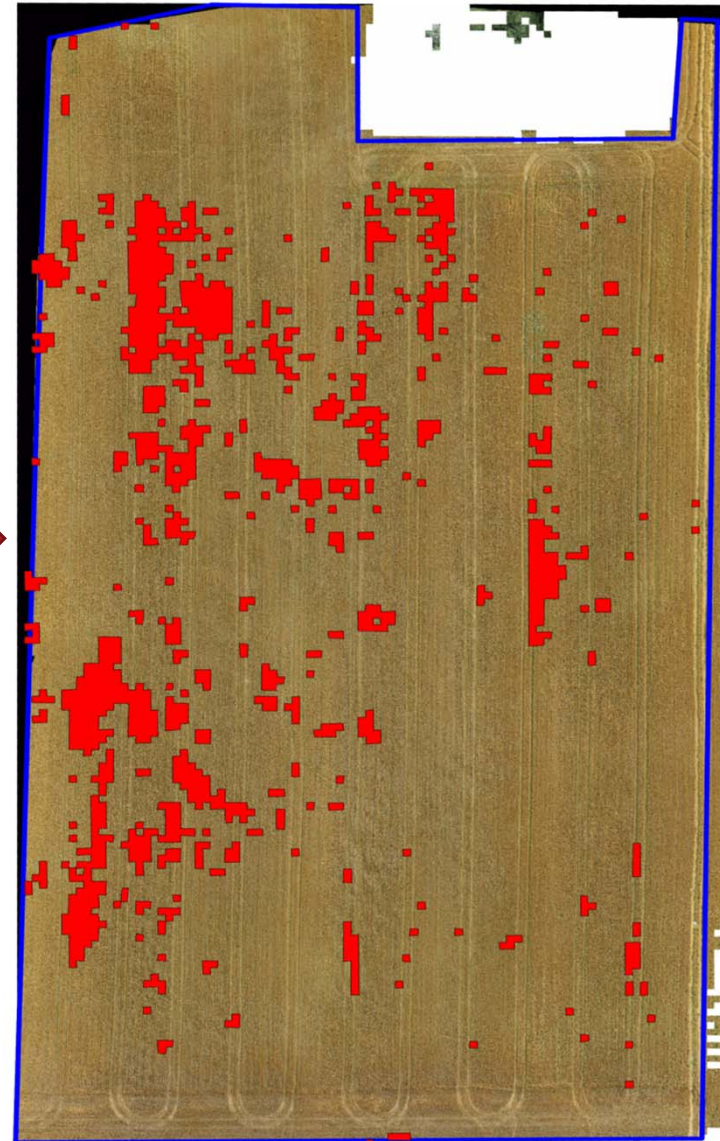
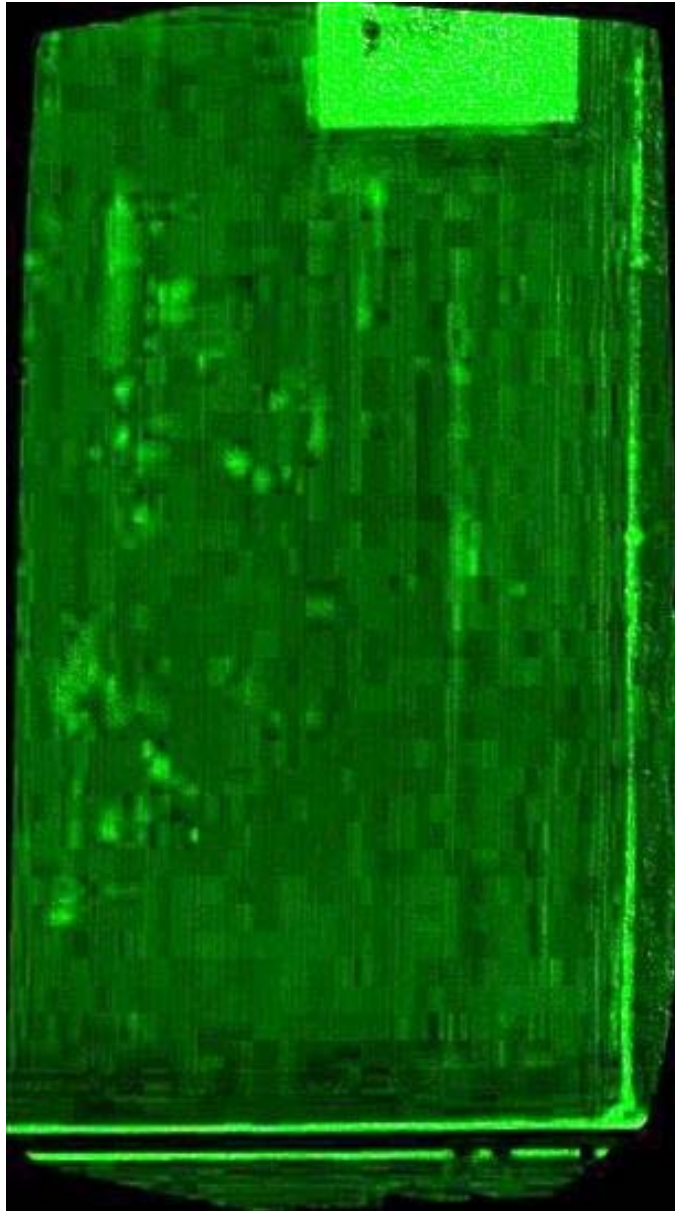
## Praktisk muligt?

- At flyve med drone: Det mindste problem – men kræver en vis oplæring og rutine
- At tage gode billeder: Kræver fortrolighed med kameraets indstillinger, og man skal kunne vurdere billedkvalitet
- At sætte billederne sammen til orto-mosaikker: Dette kan gøres på flere forskellige måder
- At udklippe parcellerne til analyse. Umiddelbart det største praktiske problem medmindre man har egnet software
- At analysere billederne. Kræver software og procedurer som skal indarbejdes – men det kan hurtigt læres

Thistle Tool (Python) er udviklet og velegent til få billeder og mindre mosaikker – findes også i en MatLab udgave til store mosaikker



# Kortlægningen foretages på grundlag af en segmentering



## Kan programmet finde tidslerne?

- Ja, det klassificerer felter med korn og tidsler korrekt i 90-99% af tilfældene. Lavest nøjagtighed hvis der er grønt korn og/eller et kraftigt udlæg.

## Er målinger baseret på dronefotos

- Troværdige? JA
- Værdiskabende? JA
- Praktisk mulige? JA – men udervurder ikke oplæring og datahåndtering. Software er under stadig udvikling