

# Uddannelsespakke 4: Enheder til Informations- og kommunikationsteknologi (IKT)

## Case 1: Gradueret tildeling af kvælstofgødning

*This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.*



# Anerkendelse

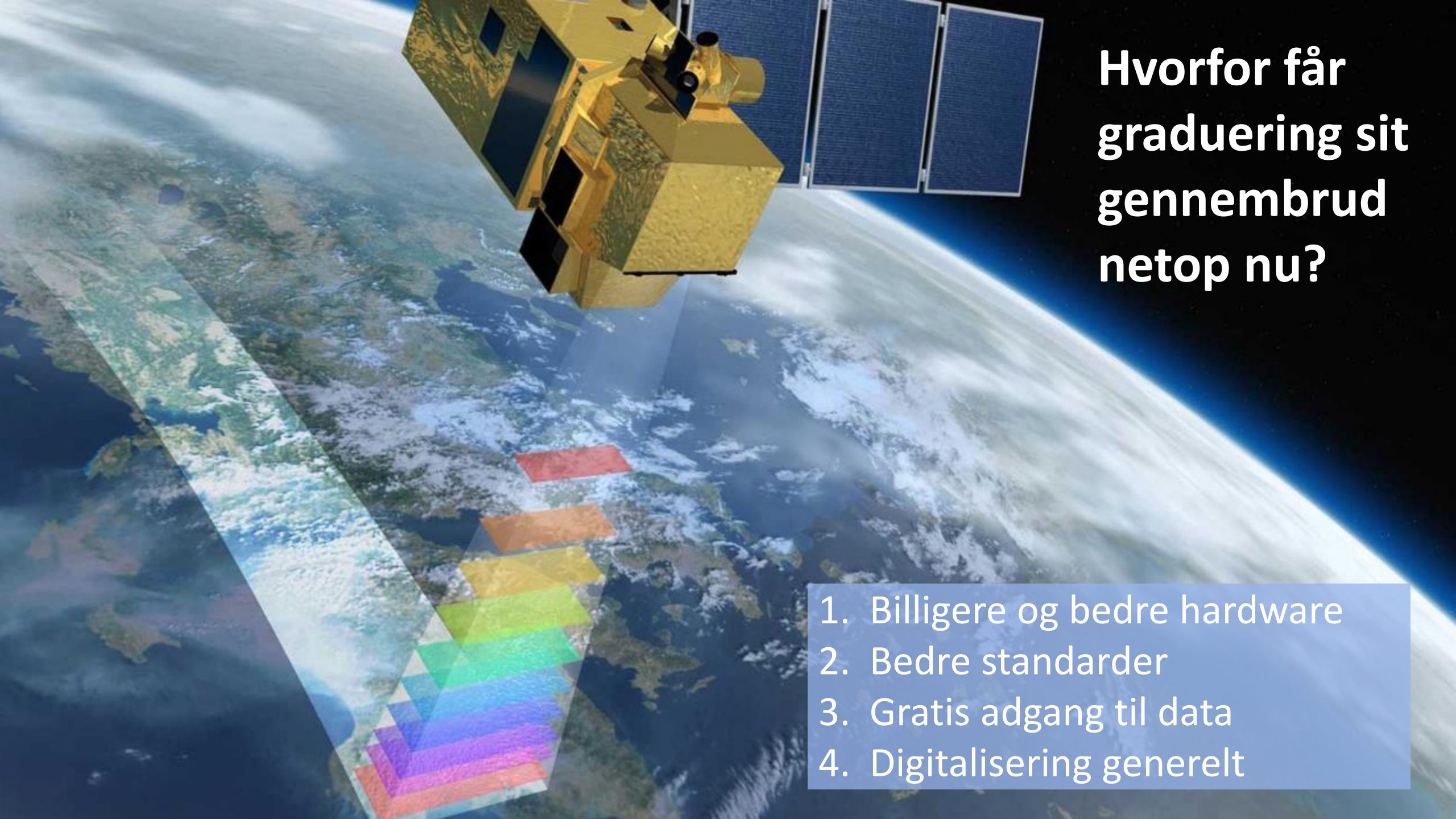
- Denne præsentation er udarbejdet i et tæt samarbejde med SEGES
- SEGES er en dansk vidensorganisation for jordbrug
- SEGES bygger bro mellem forskning og praktisk landbrug (rådgivere for landbrugsrådgiverne)
- SEGES er en del af brancheorganisationen Landbrug & Fødevarer, der repræsenterer landbrugs- og fødevarerindustrien i Danmark.

**SEGES**



# Gradueret tildeling af kvælstofgødning



A satellite with gold-colored panels and solar arrays is shown in orbit above Earth. A long, narrow strip of data, colored with a rainbow gradient, extends from the satellite towards the horizon. The Earth's surface is visible with clouds and landmasses.

**Hvorfor får  
graduering sit  
gennembrud  
netop nu?**

1. Billigere og bedre hardware
2. Bedre standarder
3. Gratis adgang til data
4. Digitalisering generelt



## Bliver man rig af at graduere tildelingen af kvælstof?

- Danske forsøg med gradueret tilførsel har bl.a. vist:
  - Merudbytte i vinterhvede på 0,6 hkg kerne pr. ha
  - Merudbytte i vinterraps på 0,2-0,4 hkg frø pr. ha
  - Jo større variation i marken – jo større merudbytte ved graduering!

# Hvad er teorien bag principperne for omfordeling af kvælstof?



## Hvorfor virker gradueret tilførsel af kvælstof?

- I de fleste marker er der en vis variation i jordbundsforhold, topografi mv.
- Ved at udnytte viden om variationen kan man sikre sig, at man får den størst mulige udbytterespons for hvert kg kvælstof, man tilfører marken
- Jo bedre man udnytter kvælstoffet, jo lavere bliver kvælstofudvaskningen.

# Hvad får man konkret ud af at graduere tilførslen af kvælstof?

- Højere høstudbytter
- Mere ensartet høstkvalitet
- Mindre lejesæd og høstbesvær
- Mindre behov for vækstregulering
- Lavere kvælstofudvaskning
- Landbruget får goodwill ved at tage nye muligheder i brug
- Faglig tilfredsstillelse ved fuldt ud at udnytte de muligheder, som ens maskiner giver.



**Målet er at gødske hver plet optimalt**

## Hvor er responsen for kvælstof størst?

- Er det i kraftige områder, hvor udbyttet forventes at blive højest?
- Er det i de svage områder, hvor jorden ikke selv stiller nok kvælstof til rådighed, og hvor afgrøden derfor har brug for hjælp fra tilført gødning?



# Afgrødens biomasse som en indikator for jordens evne til at stille kvælstof til rådighed

- I det sene efterår eller i det tidlige forår er uens vækst ofte forårsaget af forskelle i kvælstoftilførsel fra jordens pulje
- I områder med høj mineralisering har afgrøden fået tilført meget kvælstof fra jordens pulje og er dermed kraftig
- I områder med lav mineralisering har afgrøden ikke fået tilført meget kvælstof fra jordens pulje og er dermed svag
- Derfor kan man bruge afgrødens tæthed (biomasse) som indikator for, hvor godt jorden kan forsyne afgrøden med kvælstof.



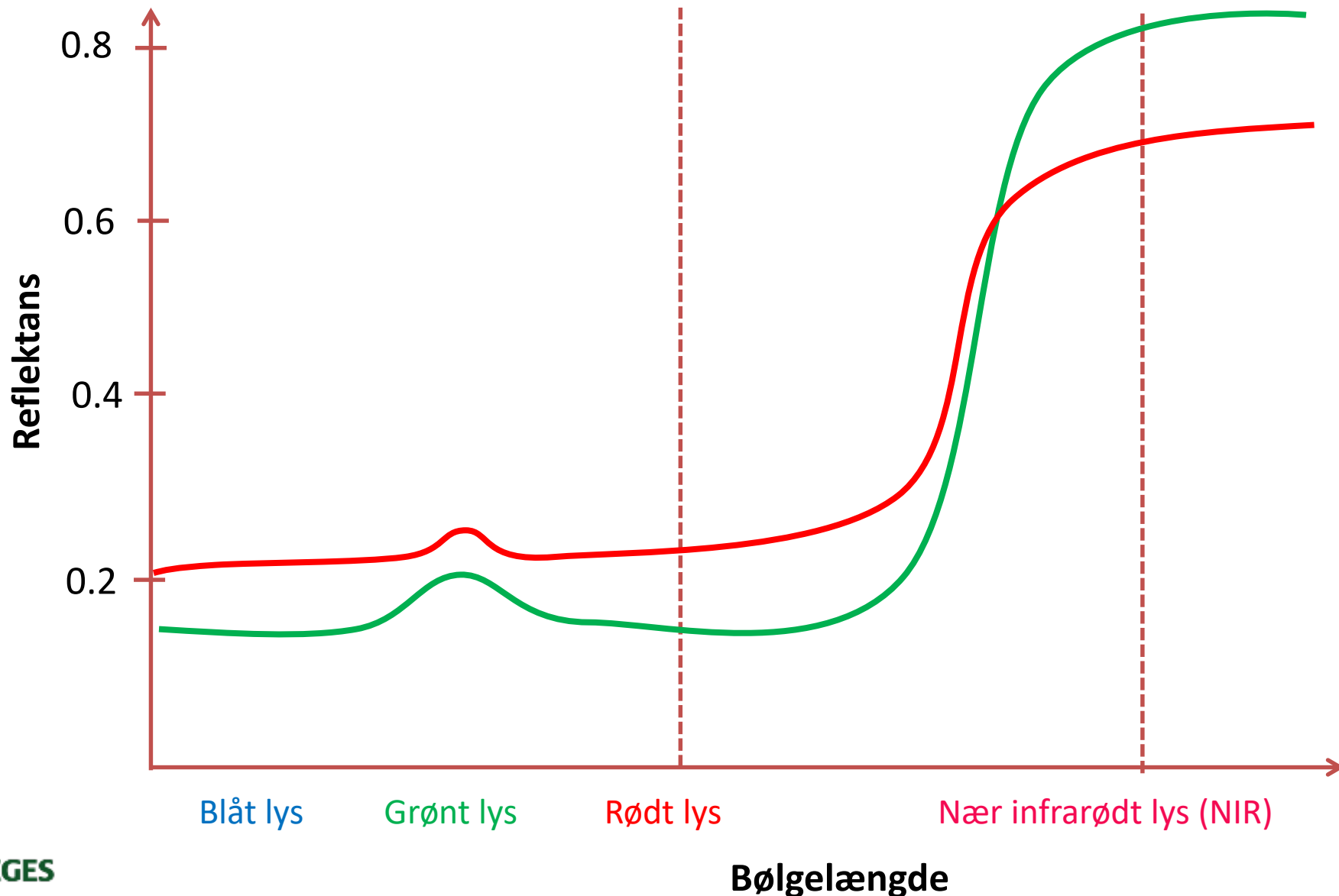
Lav biomasse,  
NDVI ca. 0,30-0,40



Høj biomasse,  
NDVI ca. 0,70-0,75

# Hvordan beregnes NDVI?

$$NDVI = \frac{NIR - r\ddot{o}dt}{NIR + r\ddot{o}dt}$$



$$NDVI = \frac{0,85 - 0,15}{0,85 + 0,15} = 0,70$$

$$NDVI = \frac{0,75 - 0,25}{0,75 + 0,25} = 0,50$$

- Område med kraftig vækst
- Område med svag vækst

# Eksempel på et biomassekort i en dansk vinterhvedemark

Vælg

20x20



Skift cellestørrelse

cellestørrelse

Vælg strategi

Manuel



Vegetationsindekset er inddelt i fem lige store intervaller og værdierne ligger mellem 0,0 og 1,0. Den gule farve viser lav bio-masse og den grønne høj biomasse. Indtast den ønskede mængde for hvert af de 5 intervaller. Vil du læse mere om hvordan du skal vurdere N-tildelingen i forhold til vegetationsindekset, så klik på

De målte NDVI værdier for marken ligger fra 0,60 til 0,83, som er delt op i fem lige store intervaller. Gul betyder lav bio-masse, grøn betyder høj.

Index kg/ha Areal



0.60

—

0.23 ha

0.11 ha

0.36 ha

1.77 ha

2.64 ha

0.24 ha

0.66

—

0.72

—

0.77

—

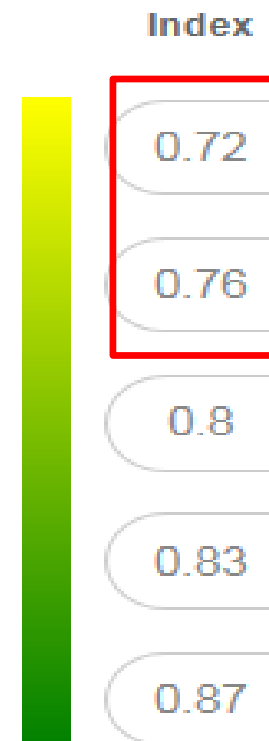
0.83

—



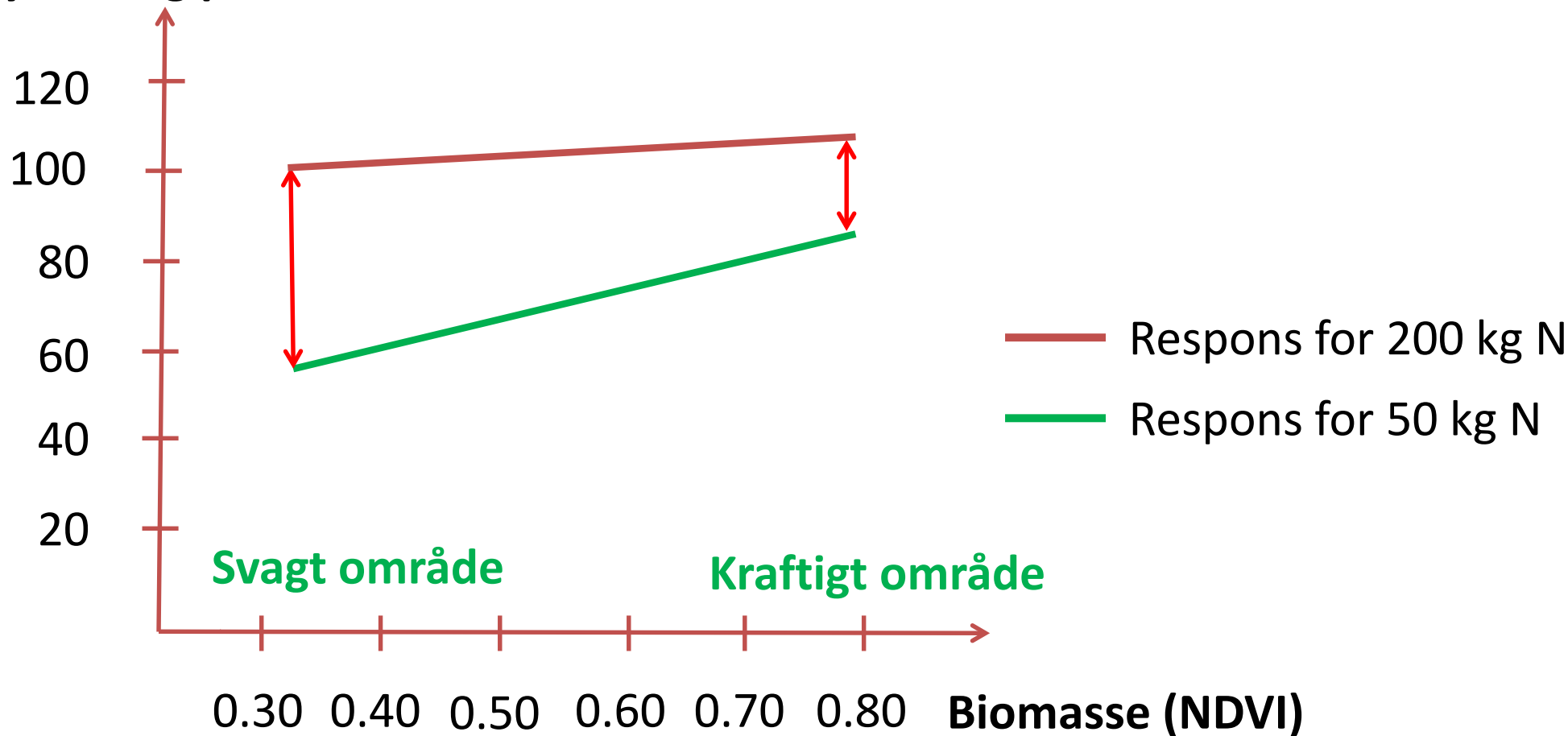
## Biomassekort og vurdering af markens variation

- På biomassekortet kan det være vanskeligt umiddelbart at vurdere variationen
- CropSAT kan anvendes til at få et indtryk af variationen:
- Spring i skala:
  - Under 0,02: Lille variation → graduering ikke relevant
  - 0,02-0,04: Nogen variation → graduering måske relevant
  - Over 0,04: Stor variation → graduering meget relevant.



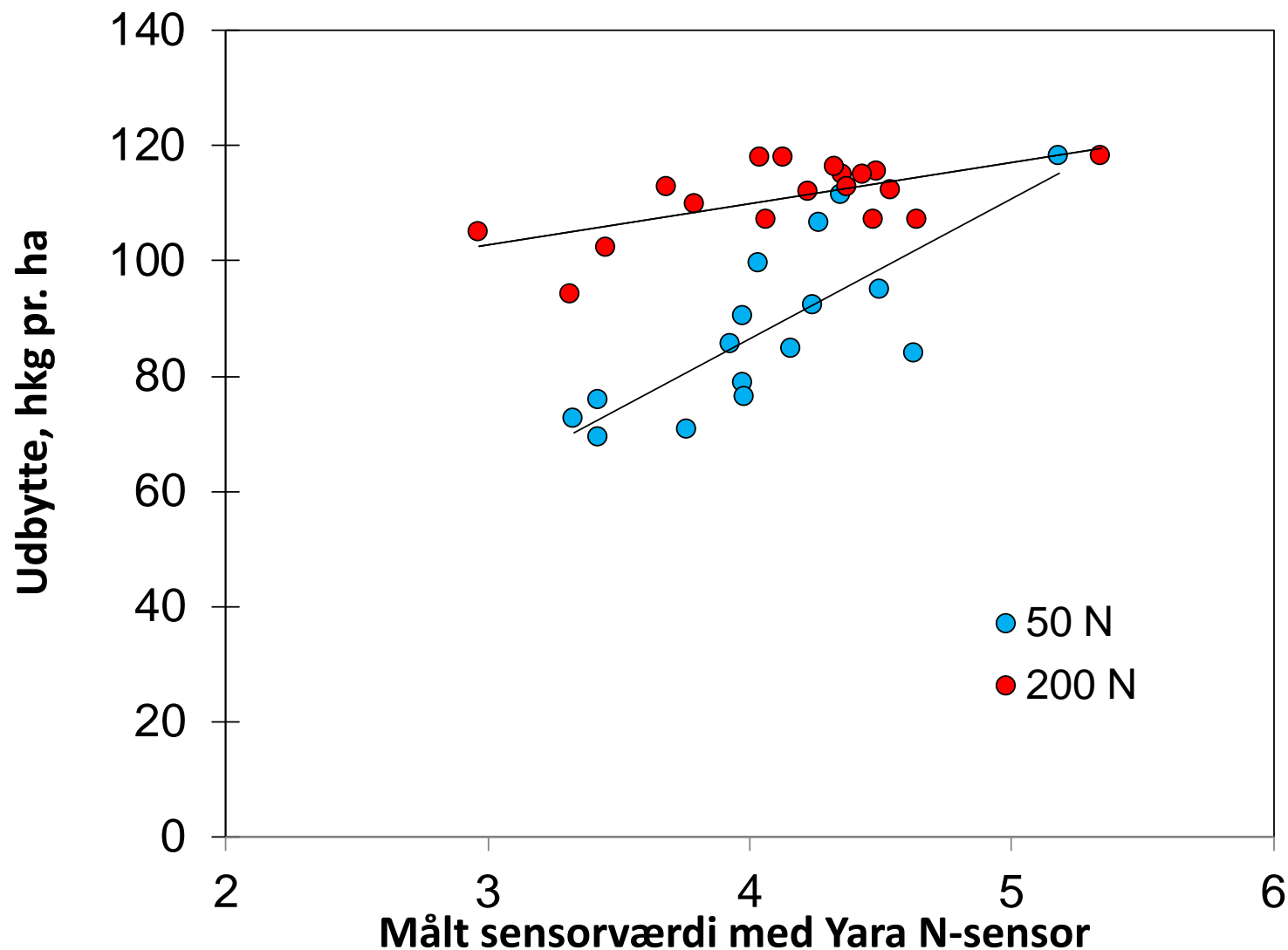
# Udbytterespons i tætte og tynde områder af marken

Udbytte, hkg pr. ha





# Relation mellem udbytte og sensorværdi





# Robin Hood princippet:

*”Tag fra de rige og giv til de fattige!”*



# Ingen regler uden undtagelser!

**Hovedregel:** Hvis der skal udjævnes forskelle i markens evne til at forsyne afgrøden med kvælstof:

- Tag fra de rige og giv til de fattige! (reducer i kraftige områder og øg i svage områder)

**Undtagelse:** Hvis der skal kompenseres for forhold, som begrænser indfrielsen af markens udbyttepotentiale (f.eks. foragre, vandhuller, områder med hyppig lejesæd, strukturskader, hegn, dårlig fremspiring, snegle):

- Foretag udbyttekorrektur, så man tilføjer mindre kvælstof i de områder, hvor udbyttepotentialet ikke kan indfris.



# Hvordan laver man et gradueringskort?



# Gradueringsens tre trin

## Trin 1:

Juster kvælstofbehovet, så det passer for marken i gennemsnit. Hvad er det totale behov, og hvad er der allerede tilført?

## Trin 2:

Lav et generelt tildelingskort ud fra et biomassekort

## Trin 3:

Lav individuelle justeringer af tildelingskortet ud fra kendskab til marken og aktuelle observationer.



## Trin 1: Juster kvælstofbehovet for marken

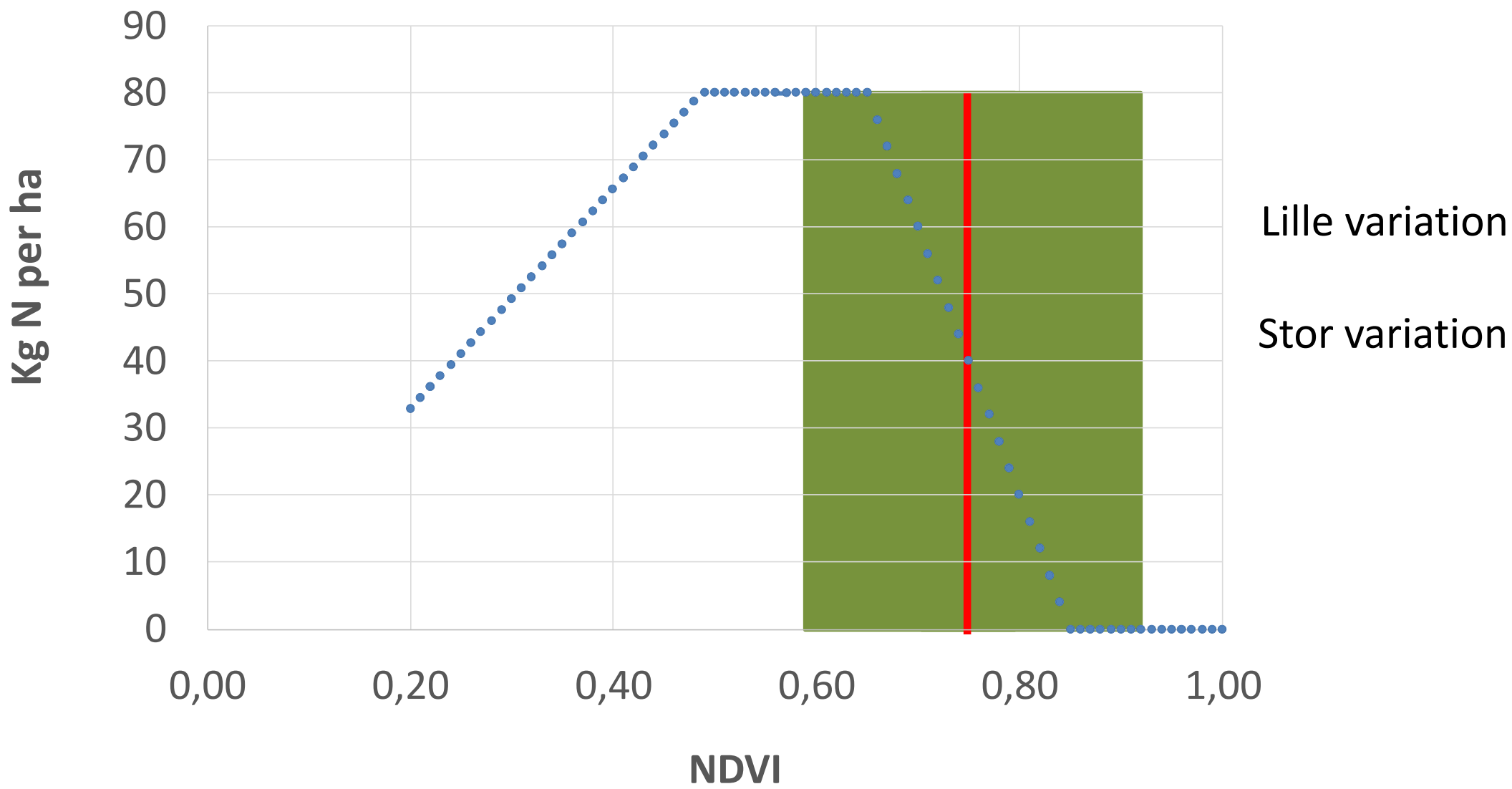
- Revurder udbyttens niveau ud fra de aktuelle forhold
- Opdater markens samlede kvælstofbehov ud fra dyrkningshistorien. Bliver det højere eller lavere end først antaget?
- Hvor meget kvælstof tilføres der med husdyrgødning?
- Tag stilling til delingsstrategien. Hvor meget kvælstof skal marken i gennemsnit tildeles ved den tildeling, som nu skal gradueres?



## Trin 2: Lav et generelt tildelingskort ud fra et biomassekort

- Et tildelingskort udarbejdes i et computerprogram, og kortet gemmes i et filformat, som kan læses af traktorterminalen
- Der findes forskellige programmer, hvori man kan lave tildelingskort. F.eks. CropSAT, CropManager, FarmWorks og SMS
- CropSAT og CropManager har algoritmer indbygget, så de automatisk kan danne kort ud fra biomassen målt fra satellit.

# Skitse over SEGES-model for 3. tildeling i vinterhvede – omfordeling af 40 kg N pr. ha





10 x 10 meter



20 x 20 meter



30 x 30 meter





## Trin 3: Individuelle justeringer for huller, hegn, foragre, lejesæd, strukturskade mv

- Her er det andre ting end jordens grundlæggende potentiale, der er på spil, og derfor andre ting end jordens mulighed for at stille kvælstof til rådighed
- Lavere udbyttepotentiale → lavere kvælstofbehov
- Eksempel: Hvis udbyttepotentialet i et område er mere end 20-30 hkg lavere end marken som helhed, skal tildelingen være 0 kg N, hvis der omfordeles ca. 40 kg N ved 3. tildeling.

## Udlæs tildelingskort og kør!

Når de tre trin er gennemført for alle marker, kan tildelingskortene udlæses i det rigtige format, og filerne indlæses i traktorens terminal.



## Omfordeling af kvælstof mellem marker

- Det er muligt at omfordele den totale mængde kvælstof, så en mark med højt udbyttepotentiale modtager mere på bekostning af en anden mark med lavere potentiale
- Her duer satellitfotos af biomassen ikke, da forskellene mellem markerne kan skyldes såtidspunkt, sort m.v.
- Brug i stedet en vurdering af udbyttepotentialet
  - Lavere udbyttepotentiale end forventet → reducer N-behov med 1,5 kg N pr. hkg
  - Højere udbyttepotentiale end forventet → forøg N-behov med 1,5 kg N pr. hkg.



## Det korte af det lange...

- Det øgede høstudbytte ved omfordeling af kvælstof kan forekomme beskedent, men har man allerede udstyret, kan udbyttet opnås billigt!
- Øget høstudbytte er kun én blandt flere argumenter for omfordeling af kvælstof
- Kvælstof skal generelt omfordeles fra kraftige til svage områder af marken
- Jo større variation – jo mere relevant er omfordeling!
- Følg de tre trin:
  1. Vurder kvælstofbehovet
  2. Udarbejd tildelingskort
  3. Foretag manuel tilretning af kortet.



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

Project coordinator



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Partners

The logo for INRAE, featuring the text 'INRAE' in a bold, teal, sans-serif font.The logo for Aarhus University, featuring a stylized blue 'A' icon above the text 'AARHUS UNIVERSITET'.The logo for Formación FPIA, featuring a green and yellow cube icon above the text 'FORMACIÓN FPIA'.The logo for the Agricultural University of Athens, featuring a classical bust of a woman's head above the text 'AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS' and 'ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ' in Greek.

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS  
ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ