

# Temadage vedr. klippegrønt og juletræer - 24. & 25. februar 2015

## "Dronerne kommer" v. agronom Robert Nøddebo Poulsen (Spectrofly Aps)

**Not on Robert Nøddebo Poulsen**

- Uddannet agronom & MDU
- Udvikling af GIS-systemer
- Arbejde med drone, satellitdata, GIS, GPS, satellitnavigation, mobiltelefoner
- Medarbejder på Højskolen i Århus
- Medarbejder på Højskolen i Århus

**Indførelse af juletræer**

**Agroteknologier**

**Spørgsmål**

**System**

**I Kart og Drone**

**Kart og Drone**

**Drone i landbrug**

**Drone i landbrug**

**Indførelse af drone til juletræer**

**Se - og få grønne juletræer**

**Hilf til refleksion**

**Beregning af NDVI**

**Monitering og forvaltning af skov**

**Produkt 111**

**Indførelse af drone til juletræer**

**Drone i landbrug**

**Indførelse af drone til juletræer**

**Indførelse af drone til juletræer**

**Forsøg på Gisselgård Kloster**

**Indførelse af drone til juletræer**

**Tak for opmærksomheden**

**Info@spectrofly.dk**

**info@spectrofly.dk**

**2613 OSSS**

**Spectrofly Aps Center 1667761 | Højskolen 21 6666 6666**



# Temadage vedr. klippegrønt og juletræer - 24. & 25. februar 2015

## "Dronerne kommer" v. agronom Robert Nøddebo Poulsen (Spectrofly Aps)

The collage consists of 12 individual presentation slides, each with a title and content:

- Slide 1:** "Robert Nøddebo Poulsen" - Introduction to the speaker and his role at Spectrofly Aps.
- Slide 2:** "Aregtskender i juletræ" - Discusses legal aspects of drone use in Christmas tree cultivation.
- Slide 3:** "Købt om droner!" - Focuses on the purchase and selection of drones.
- Slide 4:** "Planlægning af dronerejser i juletræ" - Details the process of planning drone flights for Christmas trees.
- Slide 5:** "Sikkerhed og sikkerhed i juletrædroner" - Addresses safety protocols and risks associated with drone operations.
- Slide 6:** "Hvad er et godt luftfoto til juletræer" - Explains the requirements for high-quality aerial photography of Christmas trees.
- Slide 7:** "Hvad er et godt luftfoto til buske" - Discusses aerial photography techniques for shrubs and bushes.
- Slide 8:** "Forsøg med droner i juletræ" - Presents experimental results and data from drone flights over Christmas trees.
- Slide 9:** "Forsøg med droner i buske" - Shows experimental data and findings for drone use on shrubs.
- Slide 10:** "Se - og få grønnere juletræer" - Discusses how drone data can be used to optimize Christmas tree growth and color.
- Slide 11:** "Sikkerhed og sikkerhed i juletrædroner" - Reiterates safety information for drone pilots.
- Slide 12:** "Tak for opmærksomheden" - A closing slide with the Spectrofly logo and contact information.

## Kort om Robert Nøddebo Poulsen

- Uddannet agronom & MSc i Applied Plant Sciences
- 10 års erfaring fra DHI indenfor hydrologi, indvinding, afvanding, vandløb, vandkvalitet, klima, modellering, GIS, GPS opmålinger og online målesystemer
- Medejer af Tokkerupgaard I/S v. Faxe
- Indehaver af Spectrofly ApS og agrohydrologen.dk



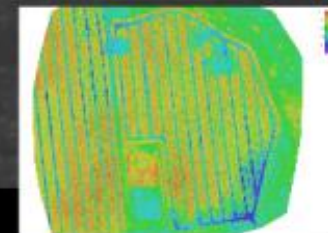
# Arbejdsområder & ydelser

## Agrohydrologen

- Forundersøgelse og projektering af drænanlæg
- Digitalisering og georeferering af drænkort
- Kortlægning af drænanlæg
- Opmålinger af vandløbstværsnit, drænudløb og brønde med GPS
- Kontrolmålinger af regulativmæssige skikkelse eller vandføringsevne
- Salg og drift af online målesystemer (vandstand, flow, vandkvalitet)
- Dyrkningsanalyser ud fra GPS data og data fra droner
- Terrænmodeller og højdekurver til klimasikring og risikovurdering
- Vandløbsmodellering, pumpe tilladelser mv.
- Projekter f.eks. afvandingsforsøg
- Syn og skøn i arealanvendelse- og vandløbssager

## Udvalgte referencer

- HedeDanmark
- DHI
- Faxe Kommune
- SEGES
- Adamshøj
- Bregentved Gods
- Frihedsminde
- Gjeddesdal
- Nysø Gods



## Spectrofly

- Informationsindsamling med droner i høj rumlig og tidslig opløsning
- Geografisk kortlægning af afgrødevariation, jordbundsforhold, skov mv.
- Produktion af terrænmodeller og højdekurver til brug for planlægning eller risikovurdering
- 3D modeller til visualisering
- Volumenberegninger af jord, grus, sand, træ, affald etc.
- Produktion af højopløselige ortofoto og ændringskortlægning,
- Vegetationsanalyser mv.
- Videoptagelser

# Disposition

- Kort om droneer og sensorer
- Principper
- Eksempel på anvendelse af droner i juletræsdyrkingen
- Forsøg på Gjesfeld Kloster
- Kommende muligheder



# Kort om droner!



Fastvingede & multirotor droner

## Hvorfor er dronen interessant?

- Informationsindsamling fra luften er forholdsvis hurtig
- Økonomisk tilgængelig, særligt for **mindre arealer**
- Billedoptagelse er i mindre grad påvirket af skyer
- Information fra luften kan indsamles med et ensartet og konsistent perspektiv,, som giver et godt rumligt overblik
- Dataindsamlingen kan foretages automatisk og systematisk via GPS kodet ruter og ....uden brok!
- Kan bære forskellige typer af dataindsamlende sensorer afhængigt af behov.

## Alm. betegnelser for droner

- UAV- unmanned arial vehicle
- UAS - unmanned aircraft system
- RPAS - Remote piloted aircraft system

## Hvor anvendes droner i dag?

- Infrastruktur
- Råstoffer
- Landmåling
- Beredskab
- Naturkatastrofer
- Landbrug
- Film og markedsføring
- mv.

## Hvad er processen?



- Billedoptagelse
- Sammensætning af billeder
- Billedanalyse & fortolkning
- Anbefalinger

## Hvorfor ikke satellitbilleder?

GeoEye - 4 bånd

Pixelstørrelse: 2 x 2 m  
Scenestørrelse: 10 x 10 km  
ca. 16-26000 kr/scene (fra 1.6 kr/ha)

Orbview - 4 bånd

Pixelstørrelse: 4 x 4 m  
Scene Størrelse 8 x 8 km

Quickbird - 4 bånd

Pixelstørrelse: 2.44x2.88m  
Scene Størrelse 16.5 x 16.5 km  
ca. 35-150000 kr/scene (fra 1.3 kr/ha)

Pixelstørrelse: 4 x 4 m  
Scene Størrelse 11 x 11 km  
ca. 13-23000 kr/scene ( fra 1 kr/ha)



# Sensoren og fortolkningen er det vigtige

## UAV Imaging Sensors (< 2 kg)



## Produkter

Ortofoto fra

- RGB Kamera
- Multispectral kamera
- Termisk kamera

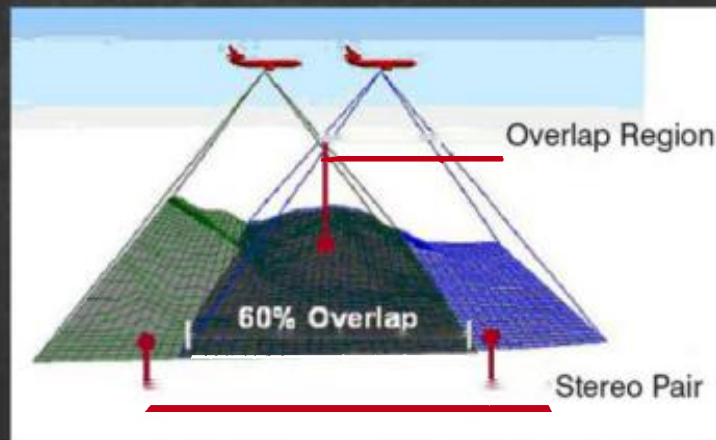
3D modeller af

- Objekter
- Terræn

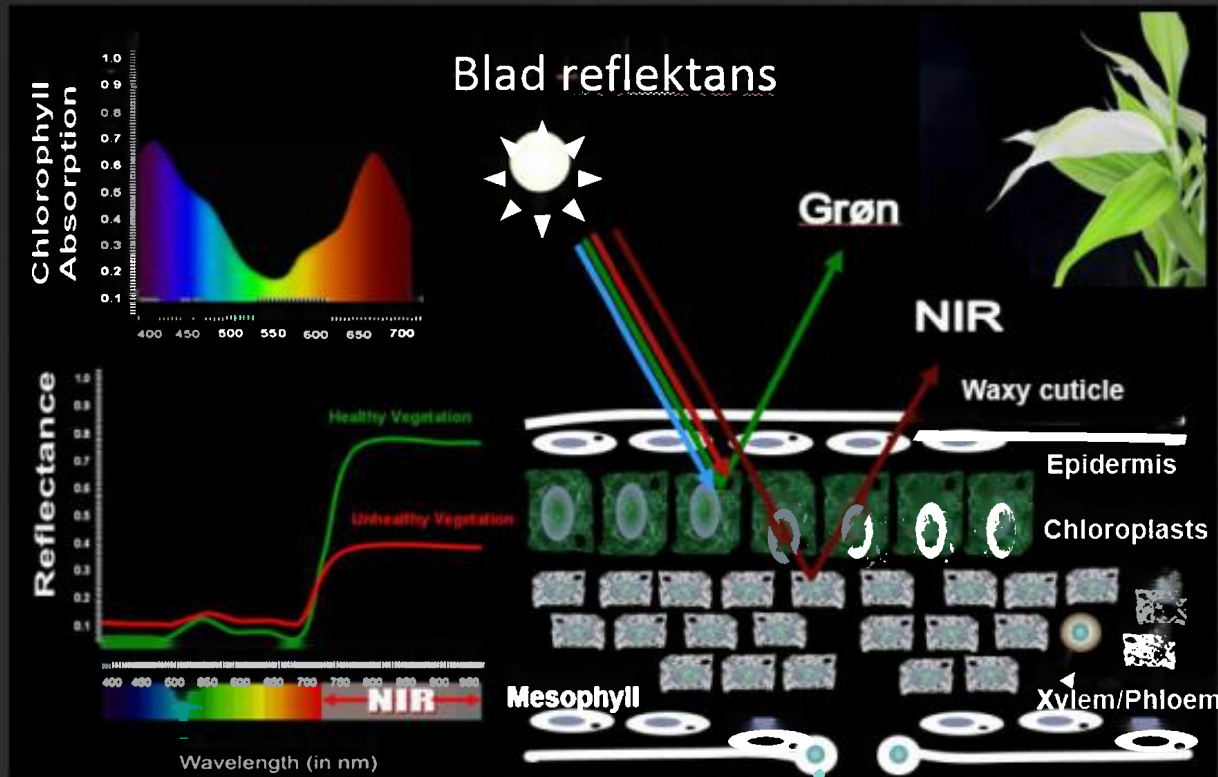
## Metoder & afledte biofysiske indikatorer

- Vegetationsindeks (NDVI,
  - Kvælstofniveau
  - Biomasse
  - Bladareal (LAI)
- Spektral og strukturel klassificering
  - Dækningsgrad
  - Ukrudt
  - Sygdomme
  - Tørkestress
- Volumenberegninger
- Højder

## Fotogrametri



# Se rødt - og få grønnere juletræer

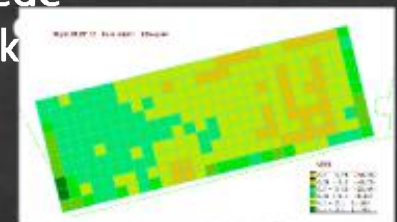


## Måling af reflektans - Beregning af NDVI



$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Billeder med beregnede NDVI værdier udtrykker koncentrationen af vegetation pr. pixel





# Hvorfor og hvad er potentialet i juletræsdyrkingen?

## Hvorfor og hvornår er det interessant at anvende droner?

- Højværdiafgrøde
- Variation i jordbundsforhold, topografi og træernes vækst giver ønske om at anvende næringsstoffer, plantebeskyttelse og mandskab efter stedspecifikke behov.
- Ønske om bedre overblik over væksten dels indenfor marken, imellem marker og over tid



## Hvad afhænger udviklingen af?

- Prisen på droner og sensorer
- Omfanget af forsøgs- og udviklingsarbejdet
- Konkrete anvendelser
- Priserne på træer
- Strukturudviklingen
- Gode business cases

## Potentialet for anvendelse af luftbårne sensore i juletræsdyrkingen

- Øge udbyttet
- Forbedre kvaliteten
- Kortlægning af ejendomme
- Kvantificering af væksten rumligt og tidligt
- Kortlægning af gødningsstatus og virkning
- Forbedret prøvetagningsstrategier
- Kortlægning af ukrudts-, svampe- og sygdommesproblemer
- Delmarksindeling
- Optælling af træer og planteafgang
- Kortlægning af vand- og tørkestress

## Hvordan kan økonomien se ud?

		1	5	10	25	50	100
1.0%	Areal [ha]						
	Øget udb.	5490	27450	54900	137250	274500	549000
2.5%	Øget udb + kval	12902	64508	129015	322538	645075	1372500
	Øget udb.	13725	68625	137250	343125	686250	1372500
5.0%	Øget udb + kval	32597	162984	325969	814922	1629844	3259688
	Øget udb. + kval.	27450	137250	274500	686250	1372500	2745000
		66338	331688	663375	1658438	3316875	6633750

Reference omsætning: 439.200 kr/ha

### Forudsætninger

Træer/ha: 6100 træer/ha

Udbytte: 80%

Kl. A - 30% - 140 kr/træ

Kl. B - 40% - 90 kr/træ

Kl. C - 30% - 40 kr/træ

# Hvorfor og hvad er potentialet i juletræsdyrkingen?

## Hvorfor og hvornår er det interessant at anvende droner?

- Højværdiafgrøde
- Variation i jordbundsforhold, topografi og træernes vækst giver ønske om at anvende næringsstoffer, plantebeskyttelse og mandskab efter stedspecifikke behov.
- Ønske om bedre overblik over væksten dels indenfor marken, imellem marker og over tid



## Hvad afhænger udviklingen af?

Prisen på droner og sensorer

Omfanget af forsøgs- og udviklingsarbejdet

Konkrete anvendelser

Priserne på træer

## Potentialet for anvendelse af luft sensore i juletræsdyrkingen

- Øge udbyttet
- Forbedre kvaliteten
- Kortlægning af ejendomme
- Kvantificering af væksterum

# Potentialet for anvendelse af luftbårne sensore i juletræsdyrkingen

## Sarbejdet

- Øge udbyttet
- Forbedre kvaliteten
- Kortlægning af ejendomme
- Kvantificering af væksten rumligt og tidsligt
- Kortlægning af gødningsstatus og virkning
- Forbedret prøvetagningsstrategier
- Kortlægning af ukrudts-, svampe- og sygdommesproblemer
- Delmarksinddeling
- Optælling af træer og planteafgang
- Kortlægning af vand- og tørkestress

mer

10 træer/ha

140 kr/træ

90 kr/træ

40 kr/træ

- Ønske om bedre overblik over vækst end indenfor marken, imellem marker og over

Potens

## Hvad afhænger udviklingen af?

- Prisen på droner og sensorer
- Omfanget af forsøgs- og udviklingsarbejdet
- Konkrete anvendelser
- Priserne på træer
- Strukturudviklingen
- Gode business cases

## Hvordan kan økonomien se ud?

	1	5	10	25	50	100
Areal [ha]	5490	27450	54900	137250	274500	549000
1.0% Øget udb.						

Forudsætninger

Træer/ha: 600 træer/ha

- Priserne på træer
- Strukturudviklingen
- Gode business cases

## Hvordan kan økonomien se ud?

	Areal [ha]	1	5	10	25	50	100
1.0%	Øget udb.	5490	27450	54900	137250	274500	549000
	Øget udb + kval.	12902	64508	129015	322538	645075	1290150
2.5%	Øget udb.	13725	68625	137250	343125	686250	1372500
	Øget udb + kval.	32597	162984	325969	814922	1629844	3259688
5.0%	Øget udb.	27450	137250	274500	686250	1372500	2745000
	Øget udb + kval.	66338	331688	663375	1658438	3316875	6633750

Reference omsætning: 439.200 kr/ha

### Forudsætninger

Træer/ha: 6100 træer/ha

Udbytte: 80%

Kl. A - 30% - 140 kr/træ

Kl. B - 40% - 90 kr/træ

Kl. C - 30% - 40 kr/træ

# Et eksempel fra Frankrig

## Kortlægning af dansk juletræproduktion i Frankrig

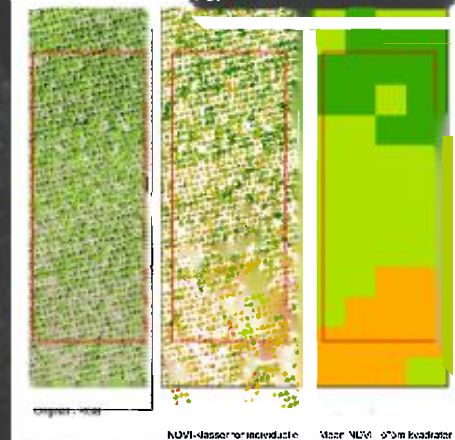


Formål: Opdatering af kortmateriale for bedriften til brug for en optimeret driftsledelse

- ca. 300 ha med træer
- Arealerne fordel på ca. 10 områder med op til 50 km imellem
- Overvejende Normannsgran, men også Nobelis, rød gran og blå grand
- Seneste kortmateriale 2005



Billedoptagelse med både RGB og NIR kamera



N-DVI-klassen 100% Gran  
100% Nobelis  
100% Rød gran  
100% Blå grand

## Et eksempel fra Frankrig

# Kortlægning af dansk Juletræproduktion i Frankrig



Formål: Opdatering af kortmateriale for bedriften til brug for en optimeret driftsledelse

- ca. 300 ha med træer
- Arealerne fordel på ca. 10 områder med op til 50 km imellem
- Overvejende Normannsgran, men også Nobelis, rød gran og blå grand
- Seneste kortmateriale 2005

Billedoptagelse med både RGB og NIR kamera

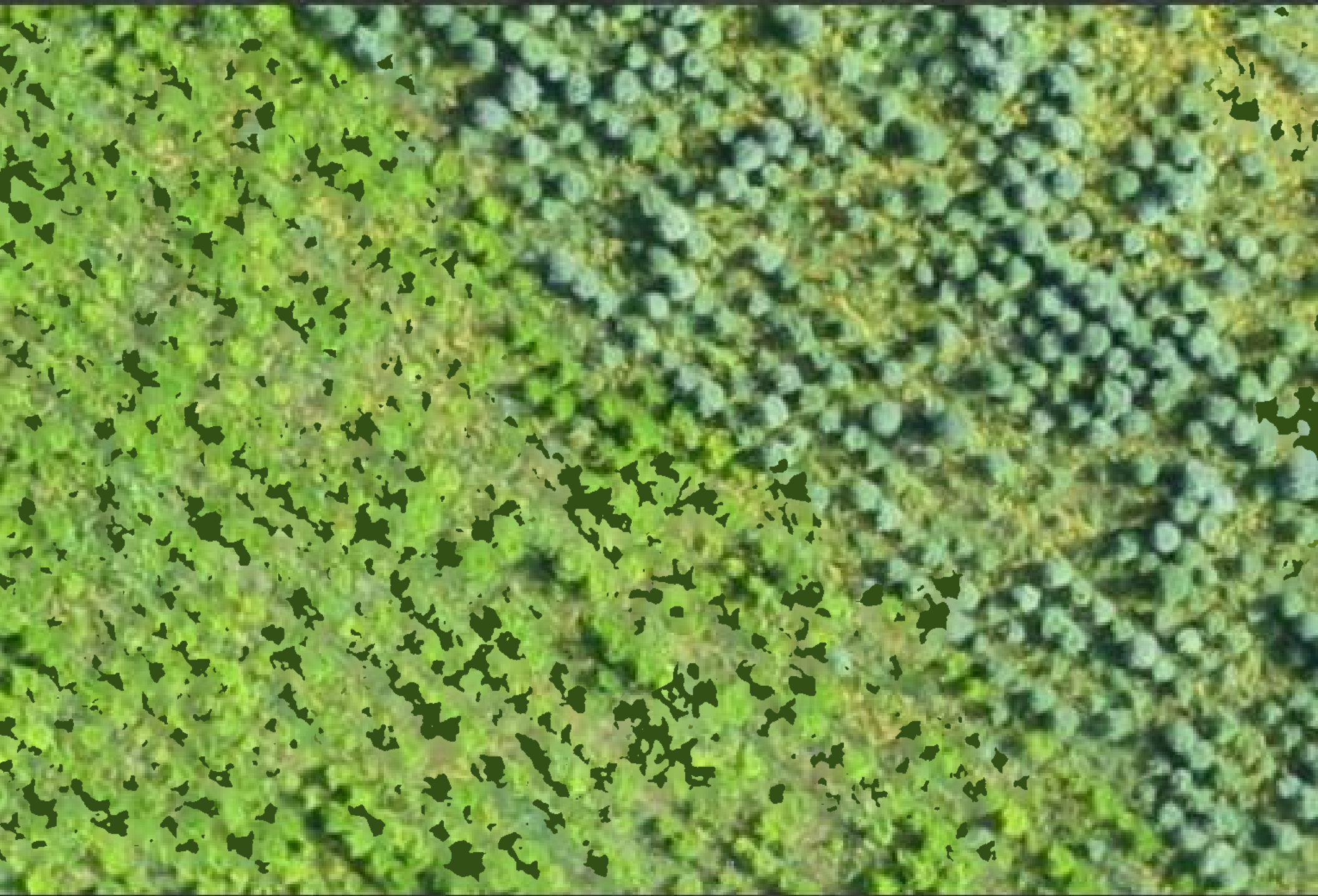




Runellou beliggende ca. 85 km øst for Brest





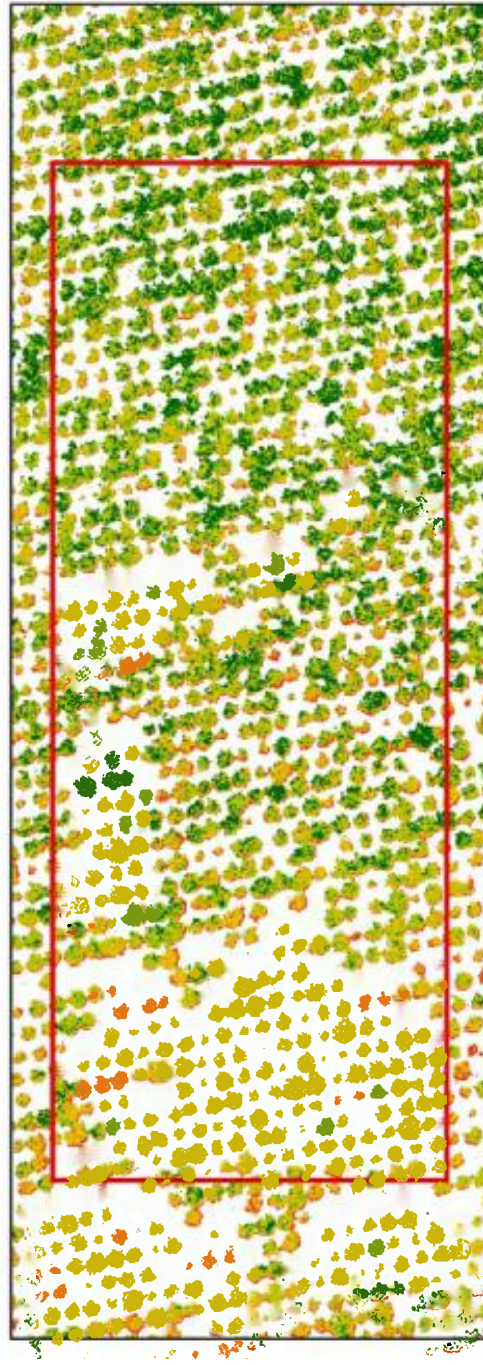




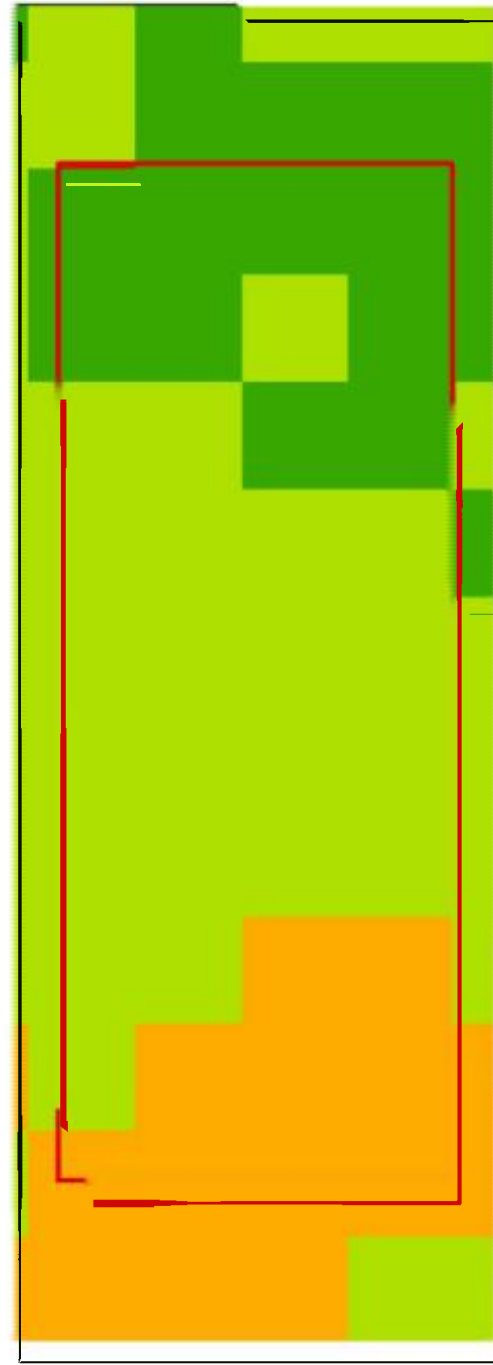
Orig



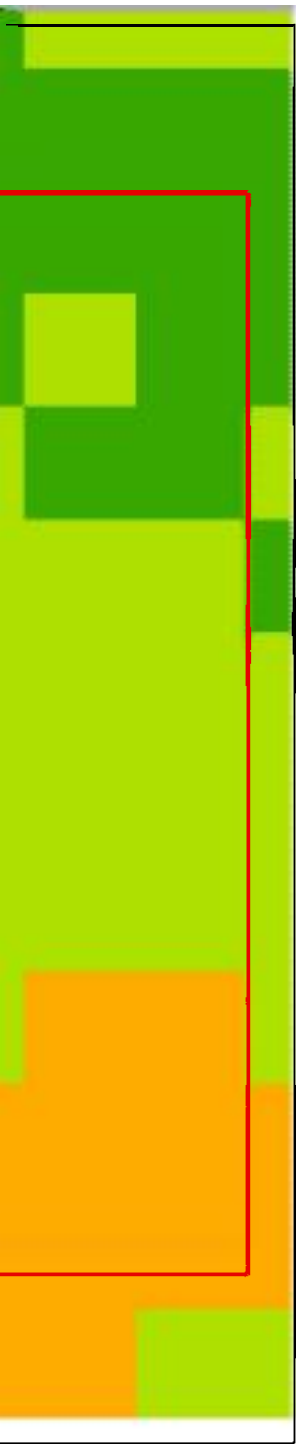
Original - RGB



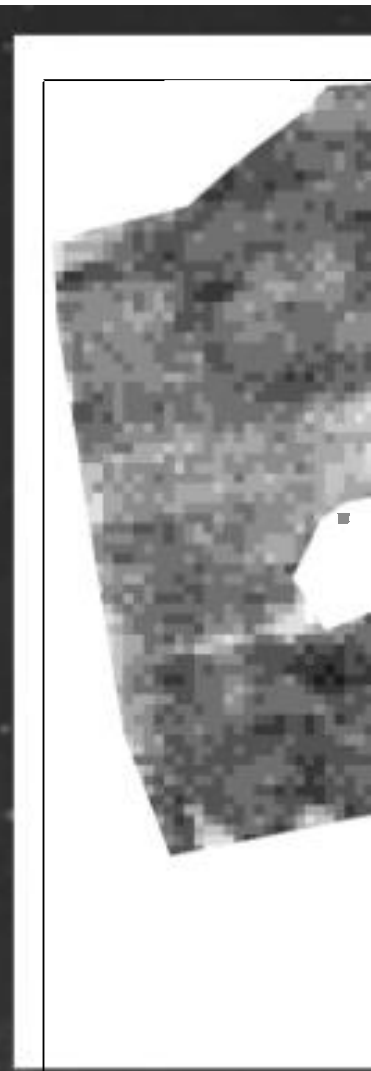
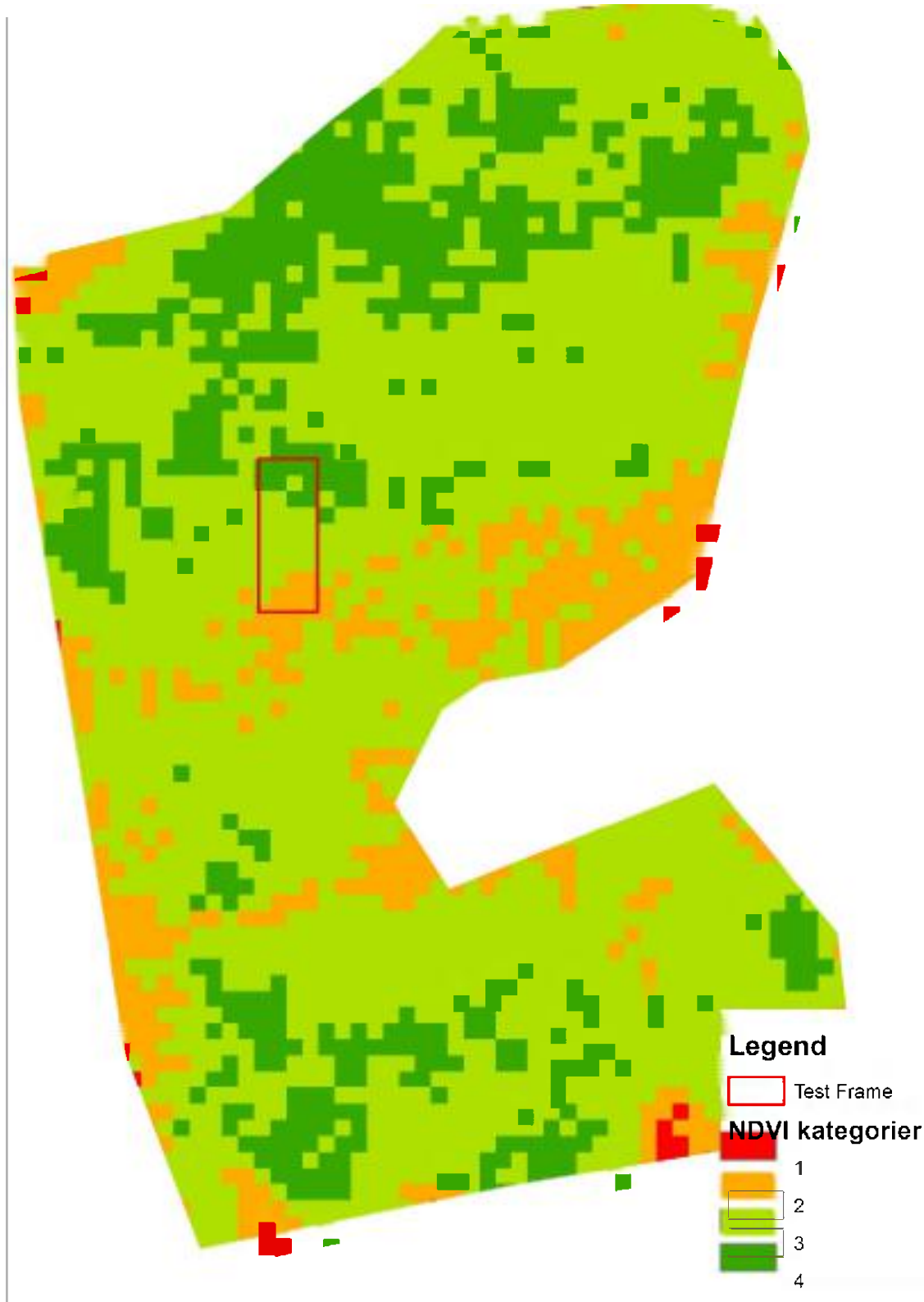
NDVI-klasser for individuelle pixels. Jord er maskeret så kun træer indgår

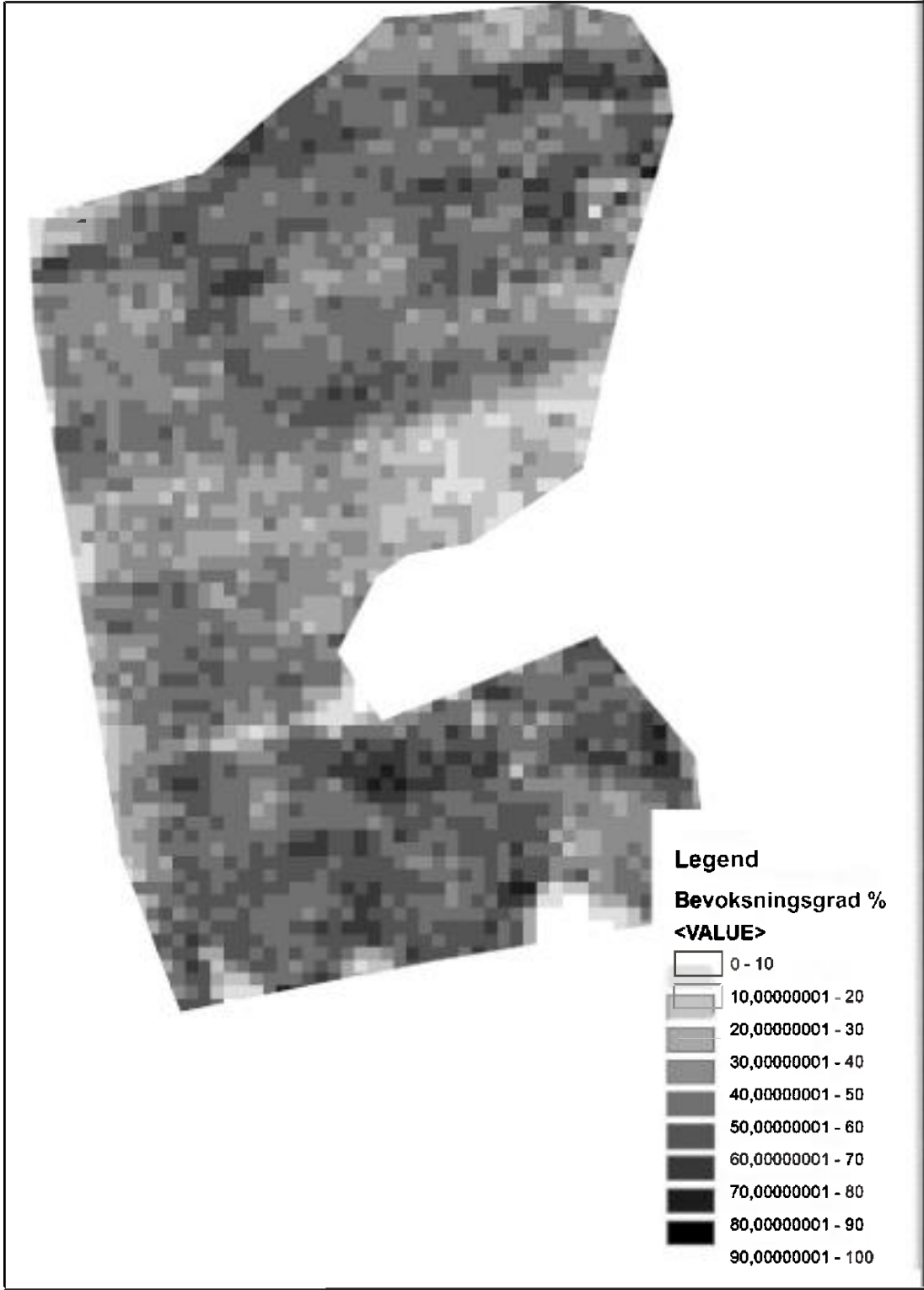


Mean NDVI i 5\*5m kvadrater



i 5\*5m kvadrater





# Forsøg på Gisselfeld Kloster

Forsøg mellem Danske Juletræer, Eurofins Agro, Gisselfeld Kloster & Spectrofly

Formål: Anvendelse af nærinfrarød billedinformation til optimering af repræsentativ prøveudtagning af jord- og nåleprøver.

- Undersøge i hvilken grad de spektrale data har sammenhæng med parametre fra jord og nåleanalyser
- Tolke overfladevariationen mhp. etablering af repræsentative prøveindsamlingsfelter og management zoner
- Manipulationsforsøg med kvælstof og kiserit (småskala)

## Karakterisering af forsøgsarealet



- 4,5 hektar forsøgsareal
- Kultur plantet i efteråret 2008 (6,5 år)
- 1,1 x 1,1 m planteafstand, ca. 6060 Pl/ha
- Kuperet, med variable jord-, vand- og vækstforhold
- Betydelig variation i nålefarve og træstørrelser



Prøvefelter for udtagning af jord- og nåleprøver  
• 109 jordprøver



Overflyvning 6. dec. 2014

- 213 multispektrale billeder
- Flyvehøjde 50 m (6.72 cm/pixel)
- Varighed 10 min

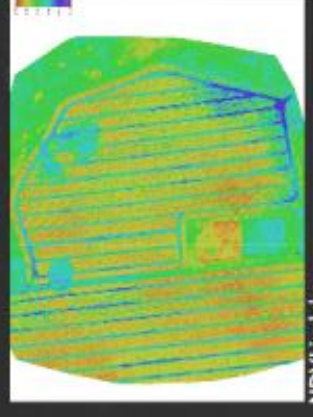
## Forsøgsaktiviteter

Fortagne aktiviteter

- Besigtigelse af forsøgsarealet i efteråret 2014
- Planlægning af forsøget
- Billedoptagelse i december 2014
- Jord- og nåleprøver i februar 2015

Kommende aktiviteter

- Billedoptagelse i februar 2015
- Billed, jord og nåleanalyse i foråret 2015
- Billedoptagelse i august 2015
- Billedanalyse forud for gødskning



## Forsøg mellem Danske Juletræer, Eurofins Agro, Gissfeld Kloster & Spectrofly

**Formål:** Anvendelse af nærinfrarød billedinformation til optimering af repræsentativ prøveudtagning af jord- og nåleprøver.

- Undersøge i hvilken grad de spektrale data har sammenhæng med parametre fra jord og nåleanalyser
- Tolke overfladevariationen mhp. etablering af repræsentative prøveindsamlingsfelter og management zoner
- Manipulationsforsøg med kvælstof og kiserit (småskala)

Prøvefelter for  
• 109 jordprøver



## Karakterisering af forsøgsarealet



- 4,5 hektar forsøgsareal
- Kultur plantet i efteråret 2008 (6,5 år)
- 1.1 x 1.1 m planteafstand, ca. 6060 Pl/ha
- Kuperet, med variable jord-, vand- og vækstforhold
- Betydelig variation i nålefarve og træstørrelser

ins

og

le

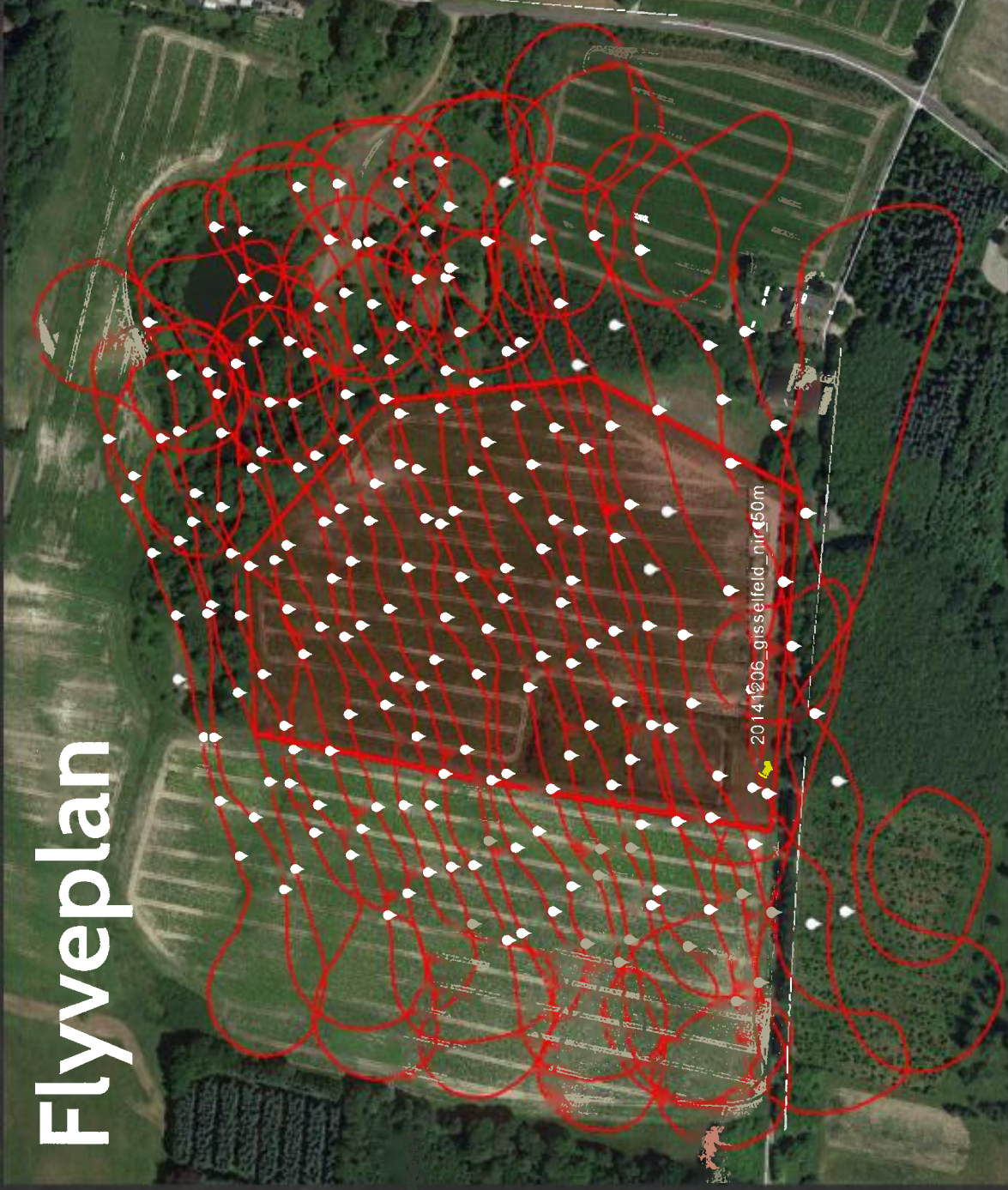
etre



Prøvefelter for udtagning af jord- og nåleprøver

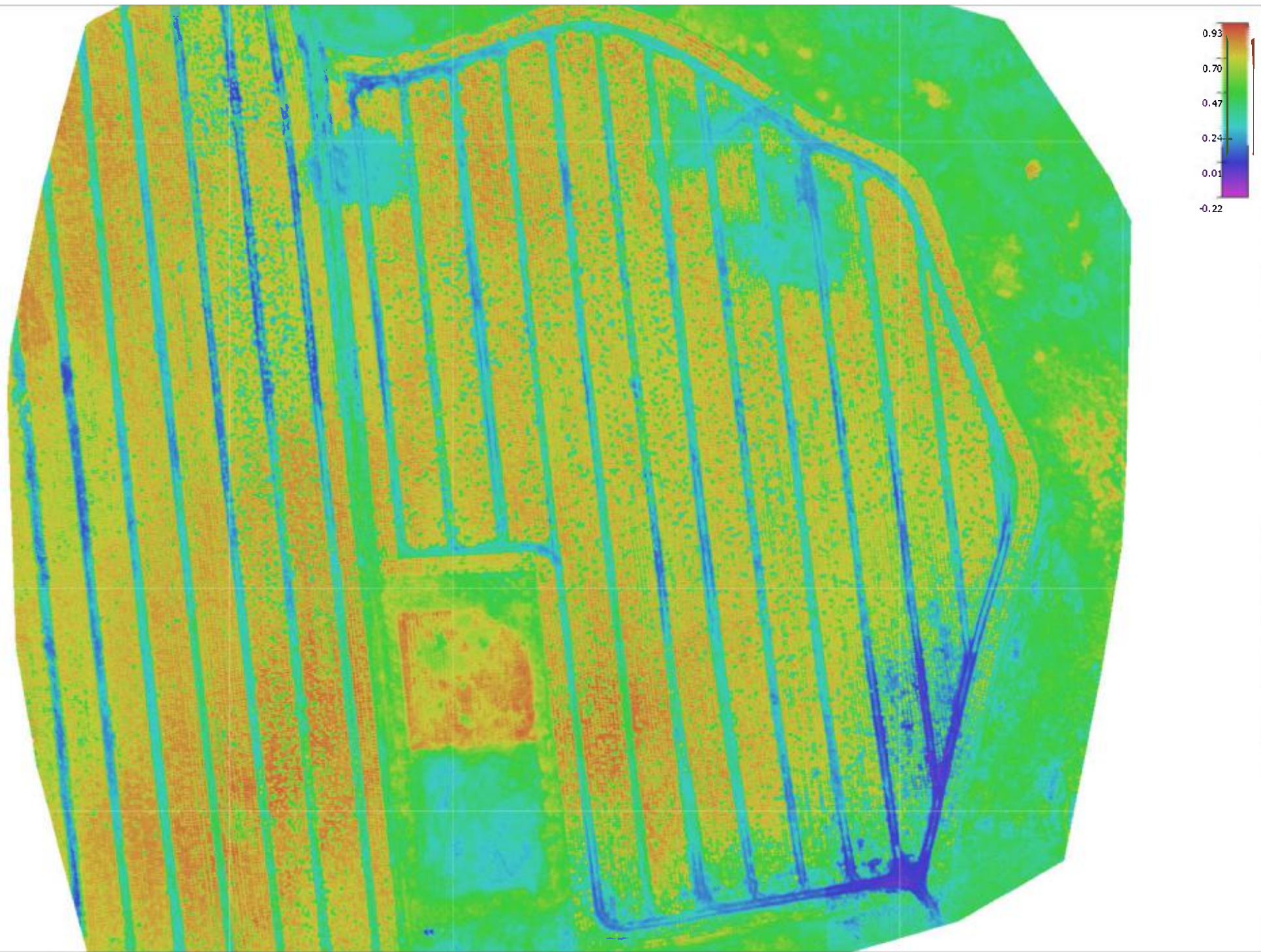
• 109 jordprøver

# Flyveplan



Overflyvning 6. dec. 2014

- 213 multispektrale billeder
- Flyvehøjde 50 m (6.72 cm/pixel)
- Varighed 10 min



NDVI indeks

# Forsøgsaktiviteter

## Fortagne aktiviteter

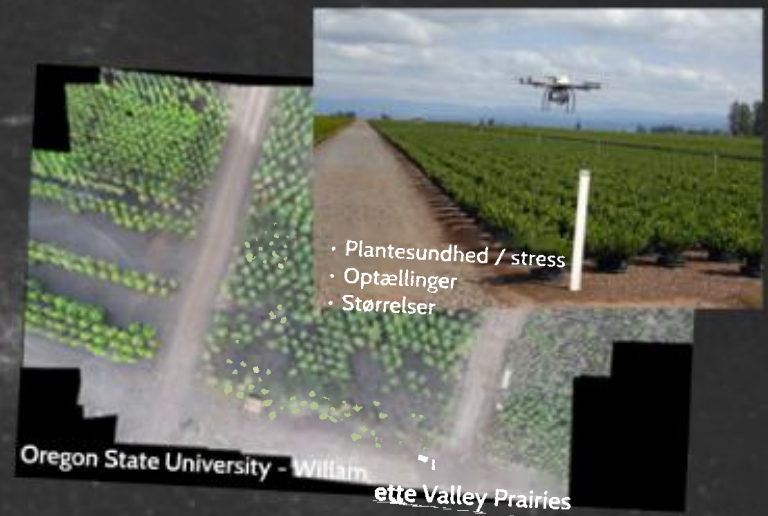
- Besigtigelse af forsøgsarealet i efteråret 2014
- Planlægning af forsøget
- Billedoptagelse i december 2014
- Jord- og nåleprøver i februar 2015

## Kommende aktiviteter

- Billedoptagelse i februar 2015
- Billed, jord og nåleanalyse i foråret 2015
- Billedoptagelse i august 2015
- Billedanalyse forud for gødskning

# Andre anvendelser i skoven

Volumenberegning  
på træ og flis



- Plantesundhed / stress
- Optællinger
- Størrelser

Stormfald



Lokalisering af topsyge træer

# Volumenberegning på træ og flis



# Stormfald







Lokalisering af topsyge træer



- Plantesundhed / stress
- Optællinger
- Størrelser



Oregon State University - Willamette Valley Prairies

Tak for opmærksomheden

**SPECTRO FLY**



[Info@spectrofly.dk](mailto:Info@spectrofly.dk)  
[info@agrohydrologen.dk](mailto:info@agrohydrologen.dk)  
2613 0555