



Metoder til måling af biomasse

Torben S. Frandsen

8. Maj 2025

STØTTET AF

Mælkeafgiftsfonden

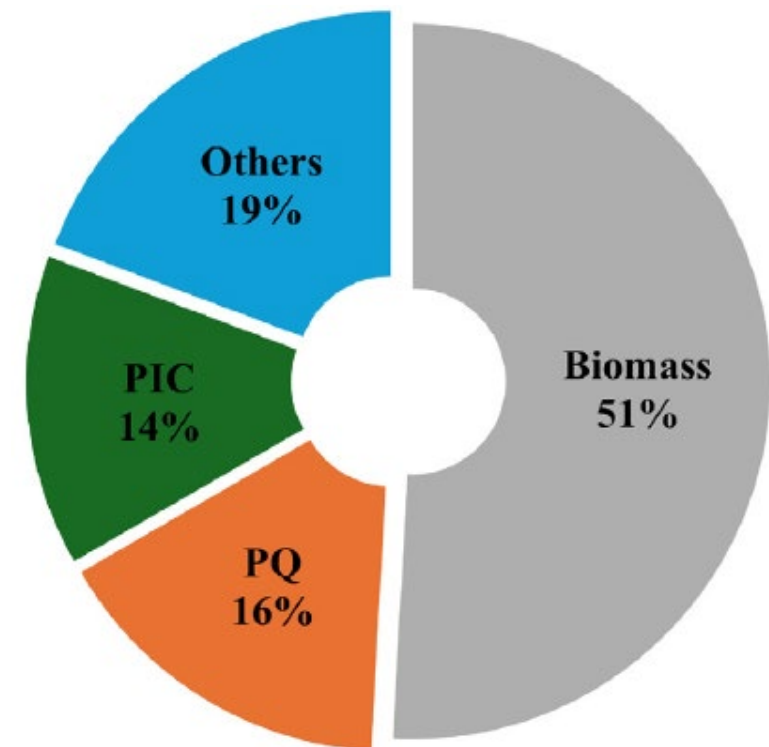
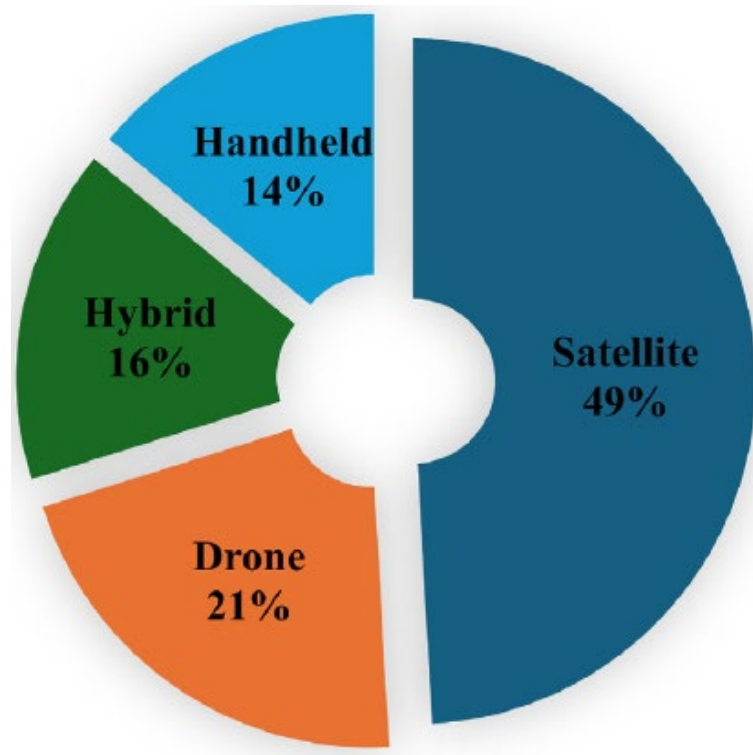
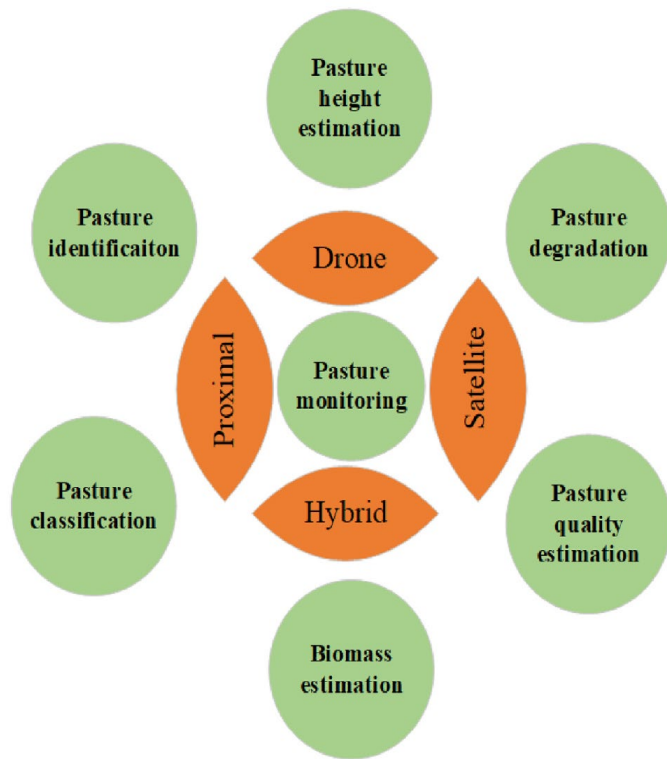
Hvorfor overhovedet bruge tid på at vurdere biomasse / græsudbuddet?

”Der bliver jo hverken mere eller mindre græs af, at vi måler det”

- Det er rigtigt, men udnyttelsen af græsmarken kan optimeres ved at undgå under- og overgræsning

Remote sensing I græsmarker

Hvor sker det meste forskning?



Shahi et al. 2025: Pasture monitoring using remote sensing and machine learning: A review of methods and applications.

<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101459>

System = Sensor + Platform

Sensor



RGB camera



Multi-spectral camera



Hyperspectral camera



Passive Spectrometer



Active Spectrometer



LiDAR Point clouds

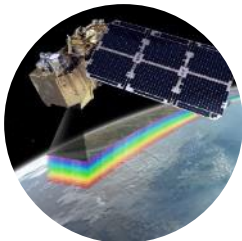
Platform



Drone



Tractor



Satellite



Handheld



Ground robot

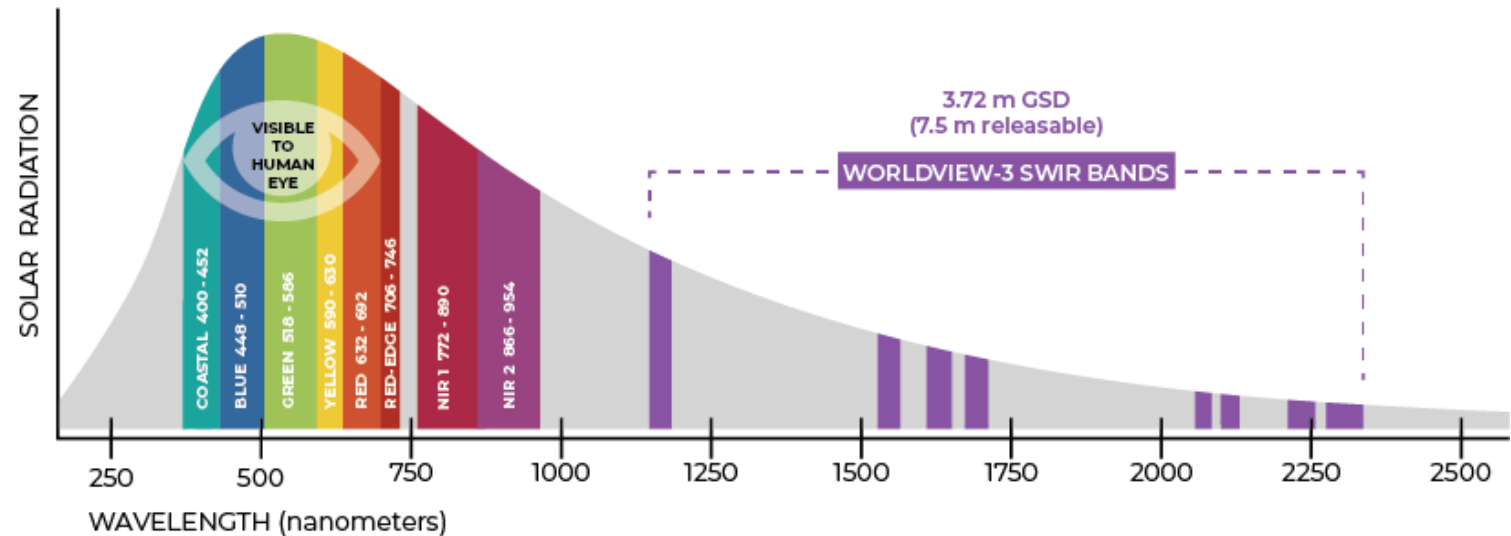
Håndholdt / manuel

- Visuel vurdering – gummistøvle-metoden
 - Ingen investering, men kræver tid og erfaring
 - % kvalitetsparametre (råprotein, FK org. stof)
- Pladeløfter / grasshopper
 - Bluetooth forbindelse til telefon / GPS
 - Automatisk dataopsamling og geografisk spredning af græsudbud
 - Beskeden investering, men kræver tid
 - Monitoring i alle folde
 - % kvalitetsparametre (råprotein, FK org. stof)

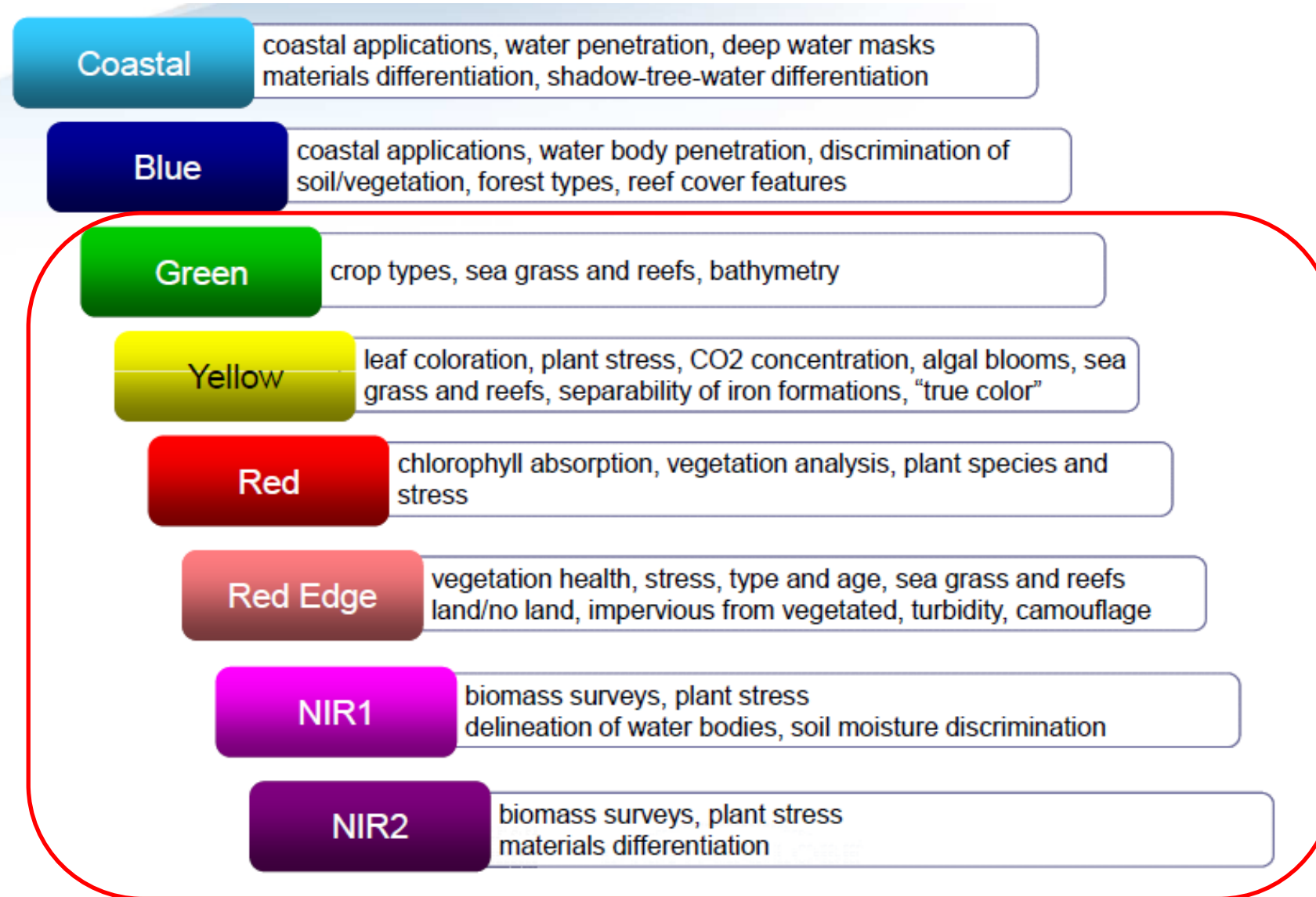


ATV / Drone

- Rapid Plate Meter
 - Kan monteres på bil / ATV
 - Hurtigere end grasshopper men kræver måling i alle folde
 - % kvalitetsparametre
- Kamera
 - RGB
 - Multispektral
 - Hyperspektral
 - 3D kamera
 - Lidar-scanner



Mere information I multispektrale billeder end RGB



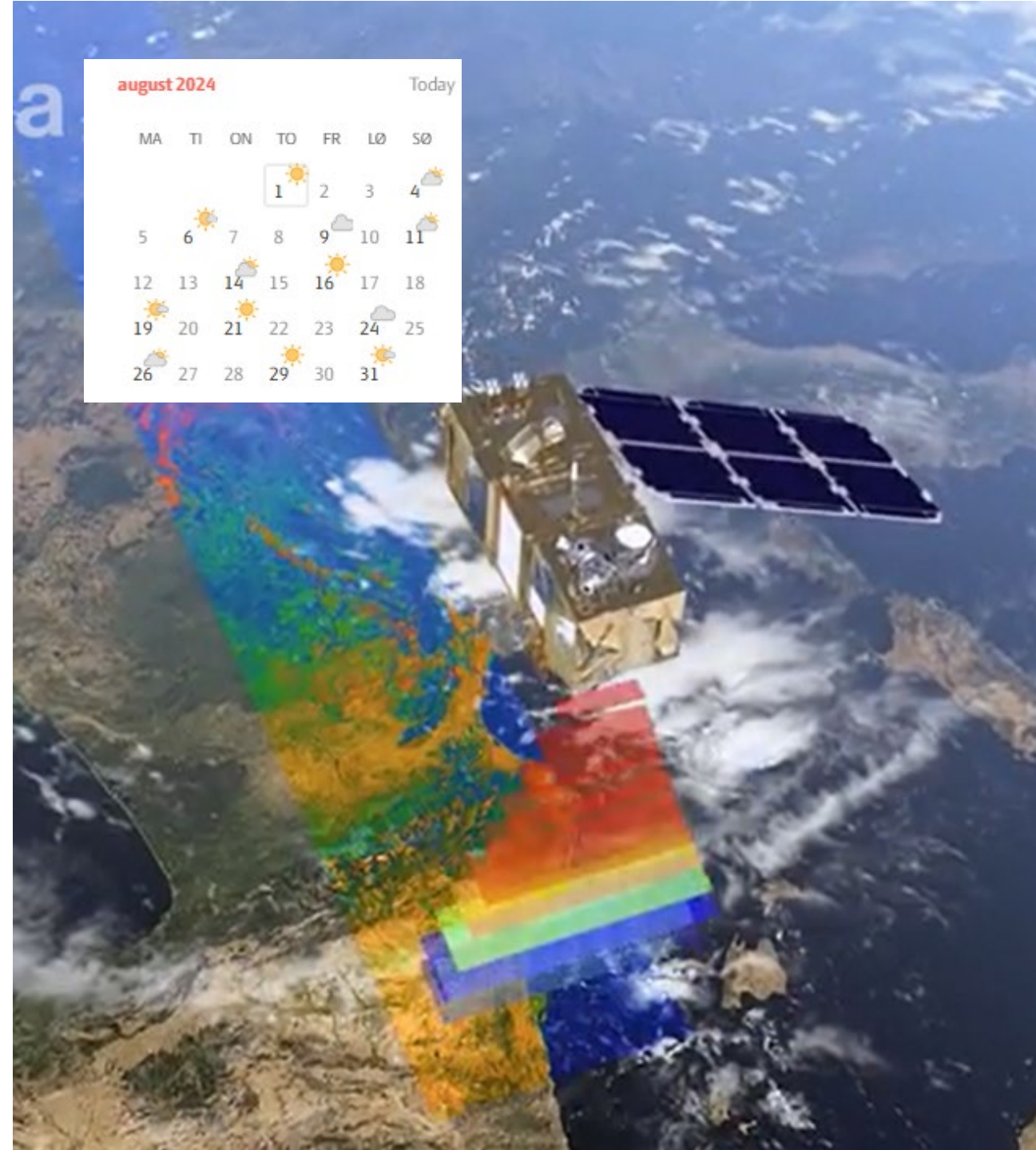
Satellitdata

- Sentinel 1
- Radarbølger horisontalt og vertikalt
 - Måler bla. afgrødetæthed
 - Opløsning på 5*20 m
 - Frekvens: hver 3. dag
 - Uafhængig af skydække og lys
 - Output er vanskelig at omsætte til absolute værdier

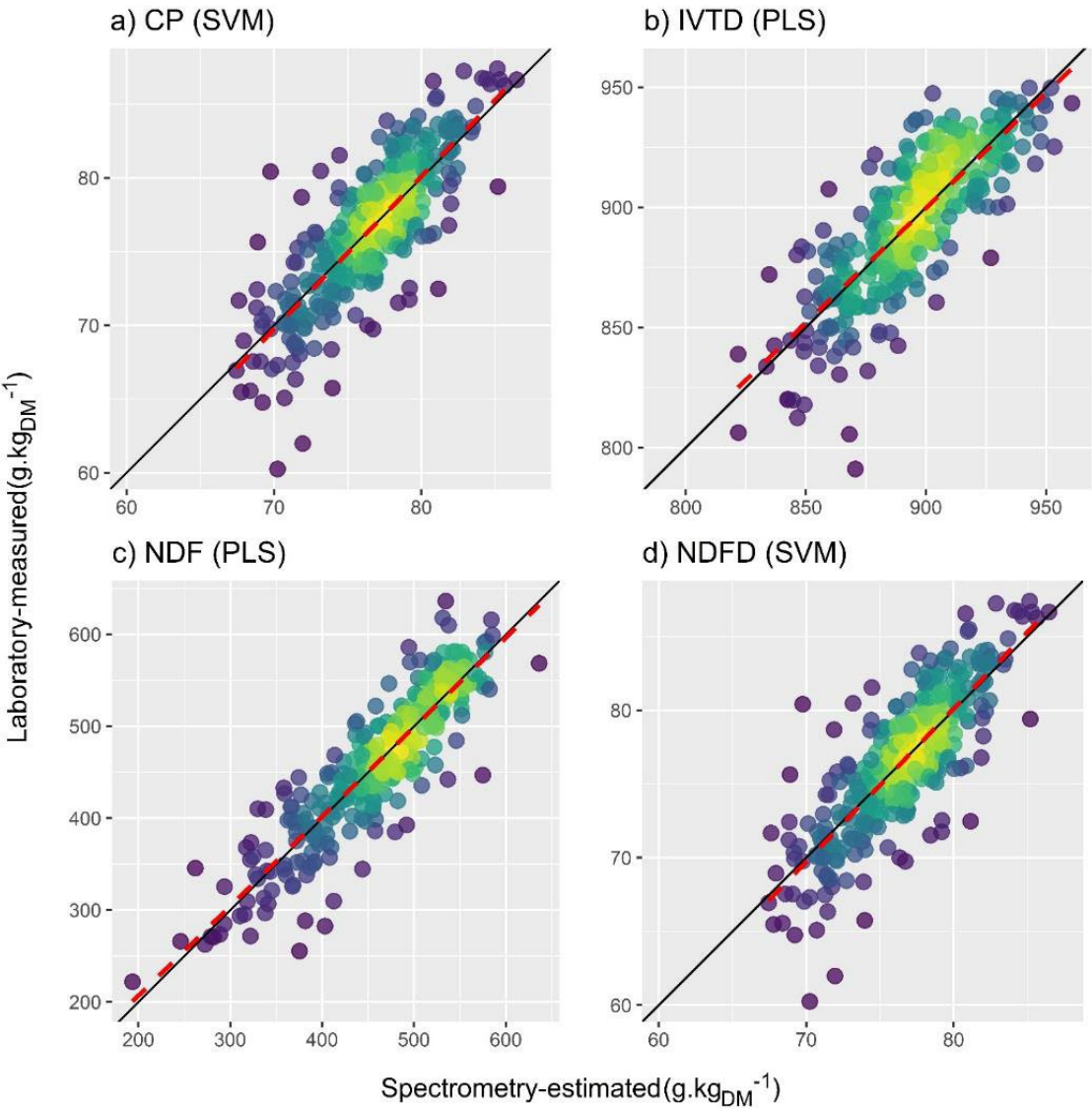


Sentinel 2

- Optisk satellit
- Multispektralt – 13 bånd
- Opløsning på 10*10 m (gratis) – tættere kan købes
- Frekvens hver 3. dag
- Kun brugbare data i lys uden skydække
- Leverer både vegetationsindeks og basis for kvalitetsparametre (klorofyl, råprotein)
- ClearSky – AI baseret prædiktion ved skydække



Muligheder for kvalitetsparametre i kløvergræs

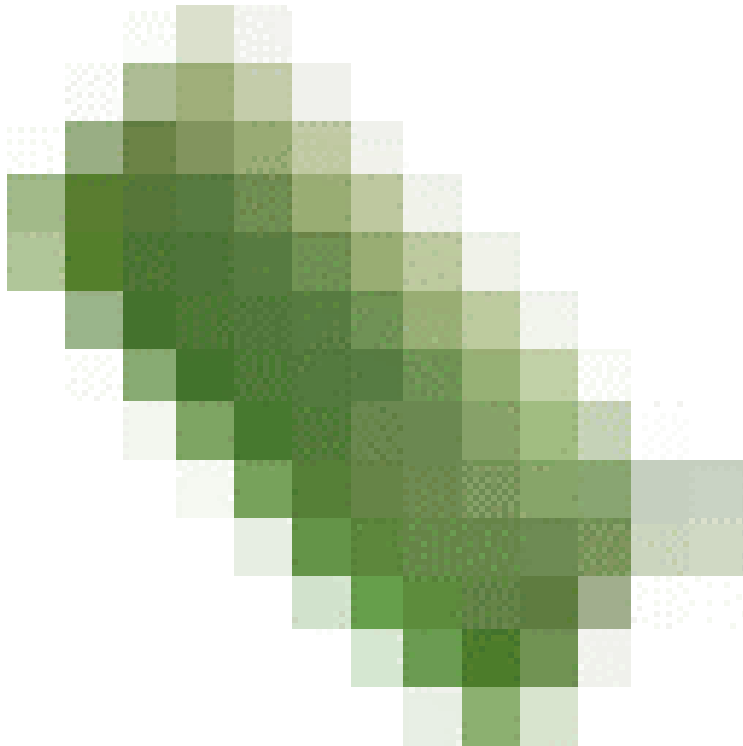


Variable	Model	R^2	$RMSE$
CP (g.kg _{DM} ⁻¹)	SVM	0.49	21.3
IVTD (g.kg _{DM} ⁻¹)	PLS	0.64	18.6
NDF (g.kg _{DM} ⁻¹)	PLS	0.78	37.1
NDFD (g.kg _{DM} ⁻¹)	SVM	0.65	2.9

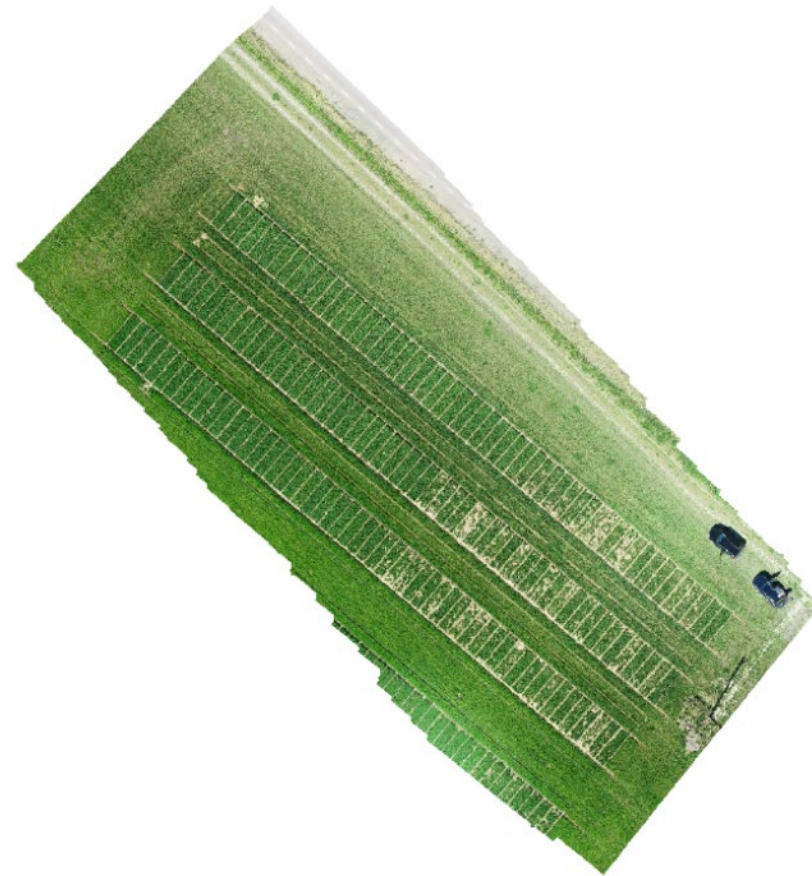
Source: Mbrel et al. 2022

Er opløsningen med satelliter for ringe til afgræsning?

Satellit – 10 m/pixel



Drone – 1 cm/pixel



Oversigt

	Metode	Fordele	Ulemper
Håndholdt / manuel	“Klip og vej”	Den sande værdi	Tid og variation i marken
	Visuel vurdering	Billig	Tid
	Pladeløfter / grasshopper	Billig / delvis automatisk dataopsamling	Tid
Drone / ATV	Rapid plate meter	Hurtigere end pladeløfter	Kørsel på alle marker
	Kamera på ATV /drone	Høj opløsning Uafhængig af skyer	Kapacitet på drone
Satellit	Sentinel 1	Gratis Uafhængig af skyer	Svær at oversætte til absolut biomasse – kræver kalibrering
	Sentinel 2	Gratis (u) Afhængig af skyer	Lav opløsning Kræver kalibrering

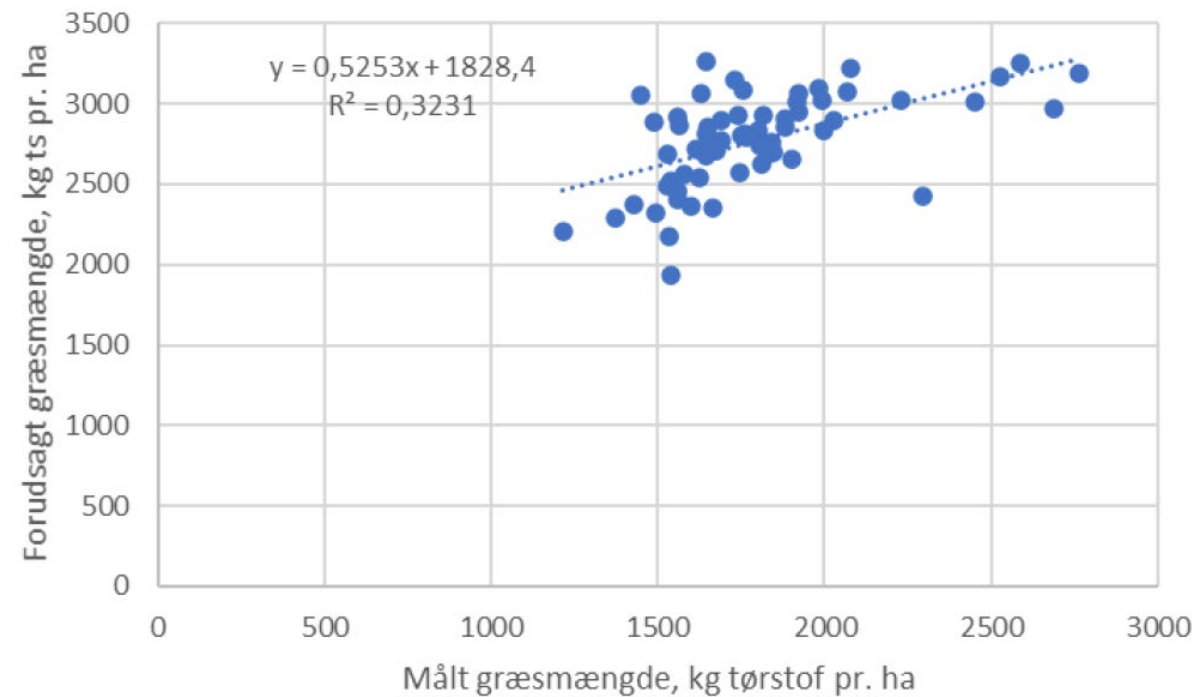
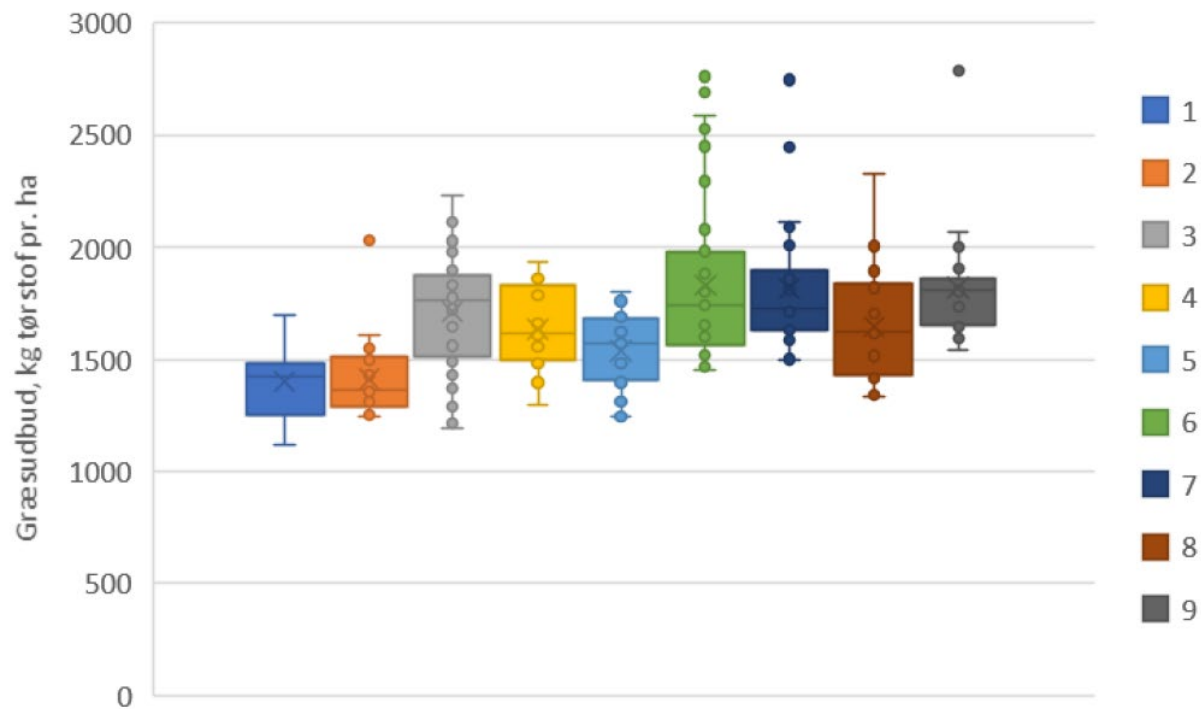
Kommercielle løsninger til måling af biomasse

Pasture IO

- Australsk
 - Sentinel 2 data
 - Klimadata (temperatur, nedbør)
 - Vækstprognose
 - Brugerinput (gødskning, vanding, græsning/slæt)
 - AI model til skydække
-
- Testet på 9 bedrifter i DK i 2021 uden AI model

Ringe sammenhæng mellem målt og prædikeret græsmasse

(14 marker i juni og 12 marker oktober pga. skydække)



Udstyrsmoeller og priser

Fundamental

Your Farm App

\$ 1099 /year

or \$ 126 /month

START FUNDAMENTAL

It all starts with Fundamental:

- ✓ Manual pasture covers
- ✓ Predictive feed wedges
- ✓ Paddock record keeping
- ✓ Interactive lists, charts, and maps
- ✓ Task management
- ✓ Feed & herd inventories
- ✓ Suite of calculators
- ✓ Auto-Grazer ready
- ✓ Pio Chats
- ✓ Support and global Pasture.io community.

Compare features

Up to weekly

App + \$0.33 /ha /month

paid yearly

Enter your area to get your package price

200

Hectares

\$ 1897 yearly

START FUNDAMENTAL + ESSENTIAL

Everything in Fundamental, and:

- ✓ Up to weekly satellite flyovers
- ✓ Medium image resolution (up to 10m2)
- ✓ Pio's Cloudy Days Model
- ✓ Pio's paddock level pasture readings
- ✓ Pio's farm level pasture readings
- ✓ Pio's 2 week forecasts and trends
- ✓ Dedicated account manager

Ultimate

Near Daily

App + \$0.79 /ha /month

paid yearly

Enter your area to get your package price

200

Hectares

\$ 2995 yearly

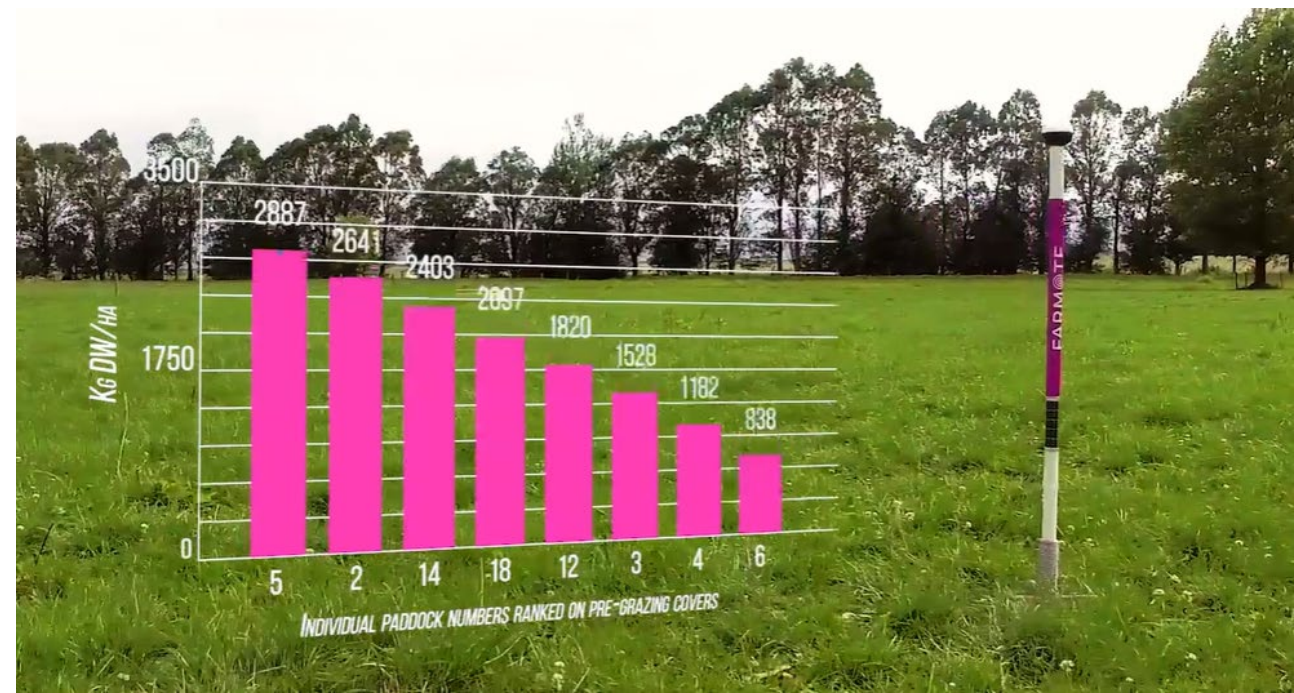
START FUNDAMENTAL + ULTIMATE

Everything in Fundamental, and:

- ✓ Near daily satellite flyovers
- ✓ High image resolution (up to 3m2)
- ✓ Pio's Cloudy Days Model
- ✓ Pio's paddock level pasture readings
- ✓ Pio's farm level pasture readings
- ✓ Pio's 2 week forecasts and trends
- ✓ Dedicated account manager

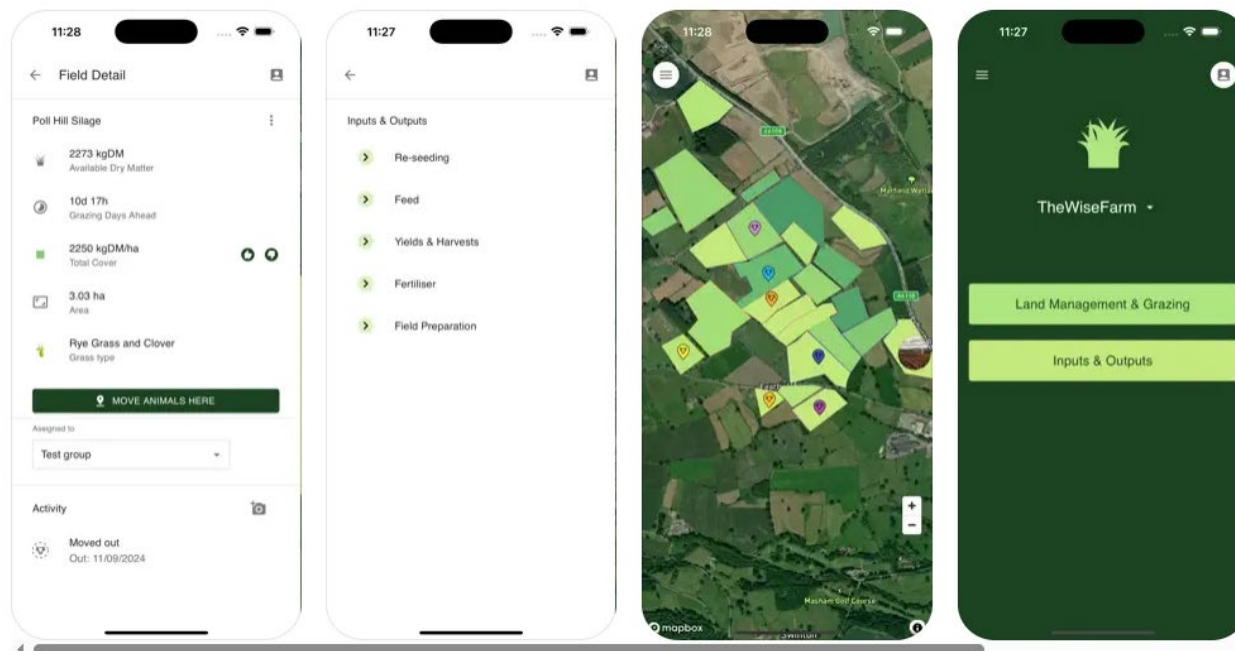
Farmote

- Oprindeligt hollandsk – nu ejet af Gallagher, NZ
- Sentinel 2 data kombineret med pæle med sensorer (kamera, klima og jord) i marken til kalibrering af satellitdata
- (Krav om et vist antal sensorpæle i et land for præcise estimer)
- Vækstprognose
- Brugerinput (gødskning, vanding, græsning/slæt)
- <https://vimeo.com/254382799>



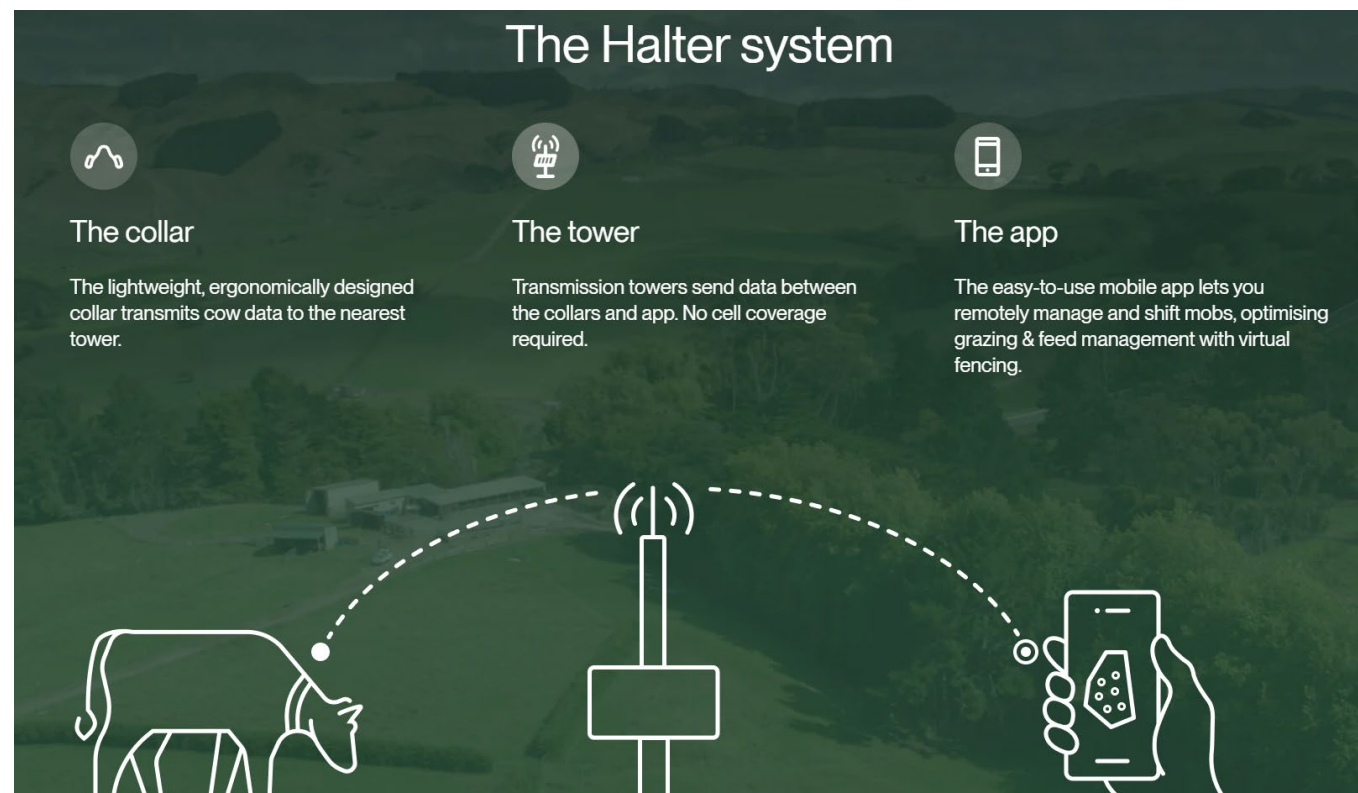
Ruumi.io

- Udviklet i Tyskland/Danmark (DTU)
- Kombinerer Sentinel 1 & 2, AI og plademåler og brugerkorrektion
- Egentlig fokuseret på sporbarhed, jordsundhed og klimaaftryk for aftagerleddet
 - Kunder som Lidl – bruges på 1800 bedrifter
- Gratis app



Halter System

- Virtuelt hegn og afgræsningsstyring
 - Ikke modul til monitoring af græsudbud endnu
- <https://www.youtube.com/watch?v=2xg4AcgXk40>



Og mange flere satellitbaserede...

CropSat <https://cropsat.com/>

Akkerweb <https://akkerweb.eu/nl-nl/>

FarmSat Geosys <https://www.urthecast.com/geosys/farmsat/>

Field-Boundary <https://Field-boundary.com>

Kore <https://www.soilessentials.com/product/kore/>

Pasture.io <https://Pasture.io>

LIC SPACE <https://www.lic.co.nz/products-and-services/space/>

Pasture From Space <http://www.pasturesfromspace.csiro.au/>

Cloud Free Biomass <https://vandersat.com/data/cloud-free-biomass/>

Anuland- Fieldsense <https://Annuland.ie>

MiSat <http://www.precisiondecisions.co.uk/agriculture/misat>

FarmMote <https://farmote.com/>

Fieldmargin <https://fieldmargin.com/>

EDENPA <https://edenpa.com.au/>

Cibolabs <https://www.cibolabs.com.au/>

Datafarming <https://www.datafarming.com.au/>

Hvad skal et værktøj kunne?

- Udbytte?
- Kvalitet?
- Prognose?
- Præcision?
- Platform (håndholdt, ATV, drone, satellit)?
- Samspil med øvrige programmer?
- Eget tidsforbrug til kalibrering?
- Pris?