

STØTTET AF

# **Promille**afgiftsfonden for landbrug

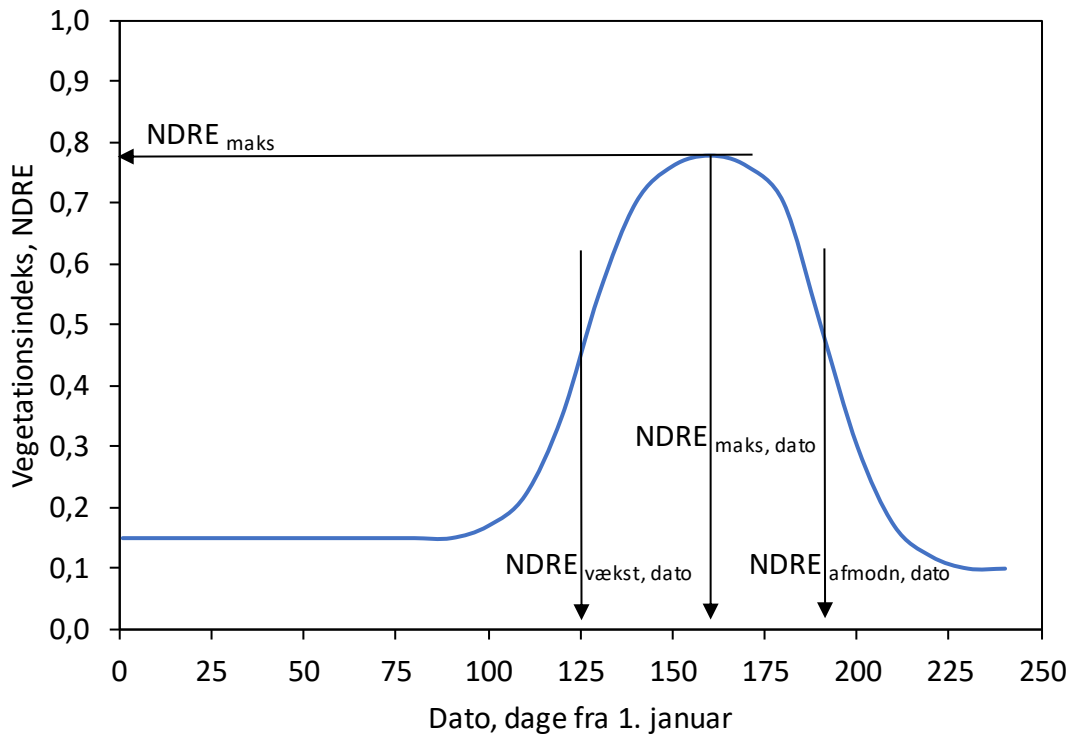
De seneste fire år har European Space Agency (ESA) stillet satellitbilleder fra en række satellitter gratis til rådighed. I det følgende anvendes data fra Sentinel 2 satellitten til at følge væksten i danske vinterhvedemarker. Data fra satellitten kombineres med data fra dansk markdatabase, hvor det er registreret, hvilken sort der er sået på en given mark. Formålet er at undersøge om satellitdata kan bruges til at beskrive de enkelte vinterhvedesorters vækst og udvikling, og supplere de data der indsamles vha. droneflyvninger i landsforsøgene med vinterhvedesorter.

Sentinel 2 satellitten er udstyret med et multispektralt kamera, der i princippet er sammenligneligt med de kameraer der monteres på droner og anvendes til målinger af væksten i landsforsøgene. Kameraet måler reflektansen fra jorden i 13 bølgelængder. I denne artikel anvendes to bølgelængder nær-infrarød og red-edge, og der anvendes en opløsning på 10 x 10 m. Bølgelængderne bruges i beregningen af vegetationsindekset NDRE (Normalized Difference Red Edge), der normalt vil antage en værdi mellem 0 og 1. Vegetationsindekset kan først på vækstsæsonen anvendes som et mål for biomassen. Sammenhængen mellem indeks og biomasse er dog ikke retlinet, da der sker en mætning af NDRE omkring maj, inden afgrøden når dens maksimale biomasse. Når afgrøden modner og mister grønheden, falder NDRE igen. Teorien bag sensormålinger og beregningen af forskellige vegetationsindeks er beskrevet [her](#).

## Metoder og data

Der er samlet data fra 27.586 danske vinterhvedemarker dækkende høstårene 2016 til 2019, for disse marker er der satellitdata til rådighed, og der er registreret en vinterhvedesort.

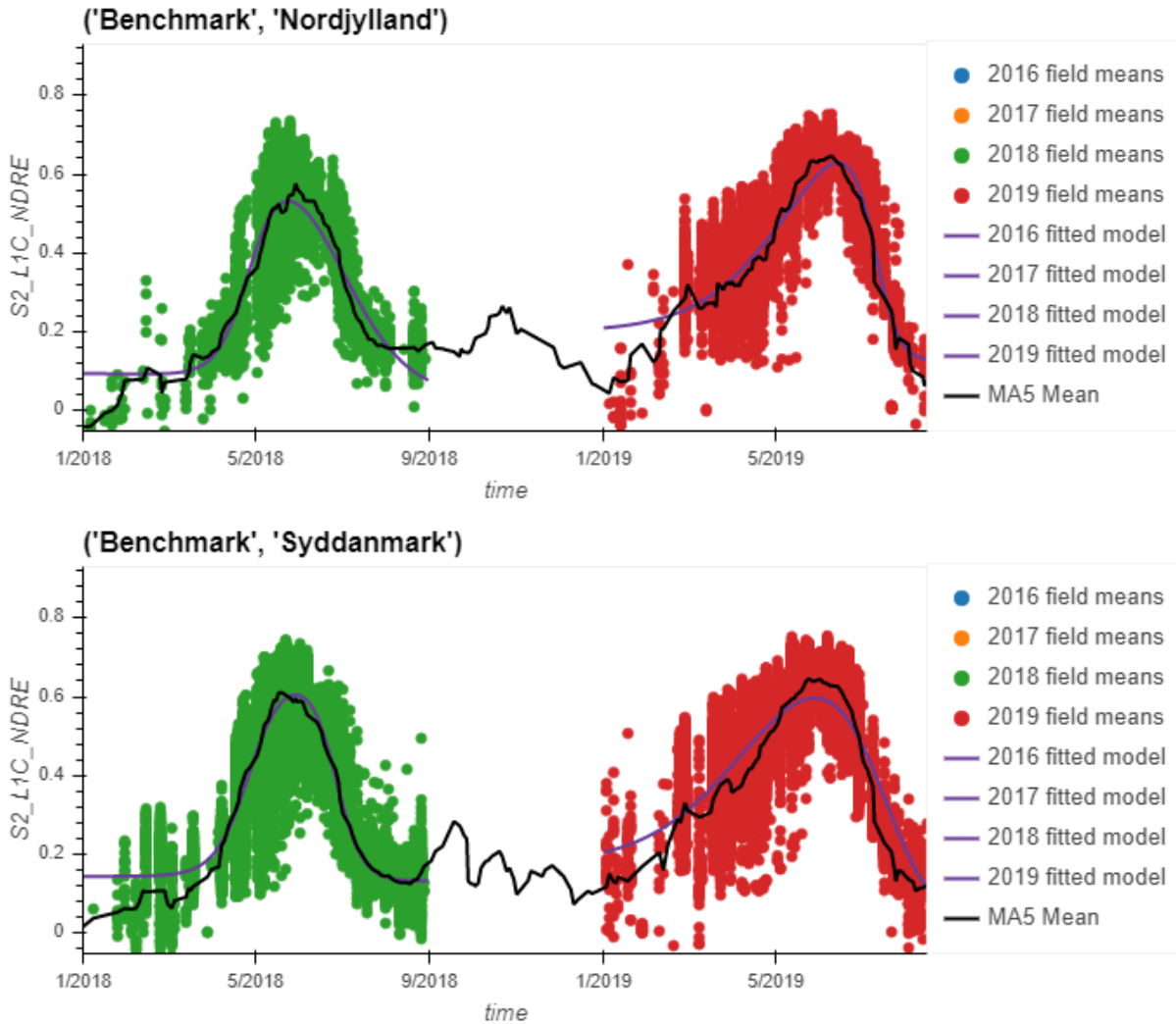
Væksten fra forår til høst beskrives med en dobbelt logistisk kurve. Dvs. en logistisk kurve tilpasses til væksten og en anden til afmodningen, det vises skematisk på figur 1. Kurven tilpasses for hver hvedesort, region og år. Fra de tilpassede kurver beregnes en række parametre. Parametrene er defineret som: værdien for det maksimale vegetationsindeks =  $NDRE_{maks}$ , dato for hvornår det maksimale vegetationsindeks nås =  $NDRE_{maks, dato}$ , dato for den maksimale væksthastighed =  $NDRE_{vækst, dato}$ , og endelig dato for den maksimale afmodningshastighed =  $NDRE_{afmodn, dato}$ . Målet er at kunne beskrive sorterens vækstrytme med disse tre parametre.



**Figur 1.** Skematisk illustration af tilpasningen af en dobbelt logistisk kurve til udviklingen i NDRE fra vinter til efter afmodning.

## Resultater

På figur 2, er der vist et eksempel på data for sorten Benchmark i region Nordjylland og Syddanmark, for høstår 2018 og 2019, det er de to år, hvor der er mest data til rådighed. Det er tydeligt, at der er en meget stor variation i data, og det er svært at vurdere, om der er tilstrækkeligt med data til at kunne se en forskel mellem sorter gennem denne variation.



**Figur 2.** Vegetationsindekset, NDRE, målt fra satellit for alle marker med sorten Bechmark i henholdsvis region Nordjylland og Syddanmark, for høstårene 2018 og 2019. På graferne er alle datapunkter vist, den sorte kurve er gennemsnittet, og den lilla kurve viser de tilpassede logistiske kurver.

I tabel 1 vises parameterestimaterne for en række sorter for høstår 2018 og 2019. I sidste kolonne i tabellen er antallet af observationer for hver enkelt sort angivet. Antallet varierer fra 120 til godt 3.000. Der er således stor forskel på sikkerheden i data mellem sorter, og en opdeling af landet på regioner vil give meget få data per region for andet end de 1-3 mest udbredte sorter.

**Tabel 1.** Parameterestimater på basis af satellitdata fra hele landet, 2018 og 2019.  $NDRE_{maks}$  = maksimum NDRE opnået i vækstsæsonen,  $NDRE_{vækst, dato}$  = dato for maksimal væksthastighed,  $NDRE_{maks, dato}$  = dato for maksimal NDRE, og  $NDRE_{afmodn, dato}$  = dato for maksimal afmodningshastighed

Sort		$NDRE_{maks}$	$NDRE_{vækst, dato}$	$NDRE_{maks, dato}$	$NDRE_{afmodn, dato}$	# Obs.
2018	Benchmark	0,59	27/4	28/5	26/6	3.051
	Kalmar	0,61	25/4	26/5	29/6	1.134
	Graham	0,59	25/4	23/5	7/7	120
	Sheriff	0,57	23/4	23/5	8/7	1.533
	Torp	0,59	25/4	23/5	30/6	1.771
	<i>Alle sorter</i>	<i>0,59</i>	<i>18/4</i>	<i>18/5</i>	<i>25/6</i>	<i>7.609</i>
2019	Benchmark	0,62	3/5	4/6	12/7	3.217
	Kalmar	0,62	24/4	7/6	14/7	1.551
	Informer	0,66	10/5	10/6	11/7	644
	Graham	0,62	14/4	3/6	15/7	431
	Sheriff	0,62	7/5	9/6	11/7	3.199
	Torp	0,63	27/4	5/6	15/7	1.596
	<i>Alle sorter</i>	<i>0,63</i>	<i>5/5</i>	<i>8/6</i>	<i>11/7</i>	<i>10.638</i>

Vækståret 2018 var tørt og meget varmt med en forceret udvikling, det resulterede i en afmodning, der var 16 dage tidligere end i 2019, og i at den maksimale NDRE opnåedes tre uger tidligere. Det er også tydeligt at  $NDRE_{maks}$  var noget lavere i 2018 end i 2019. Det ses ved at sammenligne parameterestimaterne i tabel 1 for alle sorter de to år.

Resultaterne for 2018 viser, at Benchmark er sen i vækst i foråret og den opnår det største NDRE sent, hvorimod afmodningen sker tidligt, i forhold til de øvrige sorter. I 2019 er Benchmark derimod tidlig i både vækst og afmodning, hvilket også er det der kendes fra praksis. Sheriff har en meget langsom udvikling i foråret, hvilket tydeligt ses af  $NDRE_{vækst, dato}$  og  $NDRE_{maks, dato}$  i 2019. Det er en sent modnende sort, men det fremgår dog ikke af afmodningsdatoen i 2019, der er blandt de tidligste. I 2018 fremstår Sheriff sen i afmodning som forventet, men meget tidlig i vækst i modstrid med 2019 og hvad man ville forvente. Informer har en høj  $NDRE_{maks}$  og en sen udvikling, hvilket er som forventet. Men afmodningen er tidlig, i virkeligheden er Informer en af de sent modnende sorter.

## Konklusion

NDRE-data målt fra satellit udviser en meget stor variation. Det er ikke overraskende i betragtning af de meget forskellige forhold som såtid, jordtyper, kvalitet af såbed osv. der påvirker de analyserede data. Der er nogle kendte egenskaber ved sorterne, der kan genkendes i data, men der er også store afvigelser fra det forventede. Med tiden forventes det, at der bliver adgang til bedre og validerede data for sådato, kvælstofniveau, udbytter m.m. Det vil forbedre analyser af data i dansk markdatabase, dermed vil man kunne validere sorterens dyrkningsværdi i praksis, og ikke mindst sammenligne med de resultater der kommer fra sortsforsøgene.