

Planter

## Undersøgelse af grænseværdier for fosfortal i jord

Sammenhængen mellem fosfortal (Pt) og NDVI i vårbyg bekræfter værdierne for tolkning af fosfortal. Analysen af 15 marker viser, at NDVI er begrænset af fosfor under Pt omkring 2,0.

Analyse | 04. august 2023

### Baggrund for undersøgelse af fosfortal i jord

Fosfortal (Pt) bruges som udgangspunkt for at fastsætte fosforbehovet. Kravene til fosfortal er fastsat ud fra mange forsøg med stigende mængder fosfor til forskellige afgrøder. Den nuværende vejledning til tolkning af fosfortal fremgår af tabel 1.

### Tabel 1. Tolkning af fosfortal.

Fra Tolkning af jordbundsanalyser, LandbrugsInfo.

JB-nr.	Fosfortal (Pt)					ppm*	1 enhed svarer til (kg/ha):
	Meget lavt	Lavt	Middel	Højt	Meget højt		
JB 2 og 4-11	< 1,0	1,0-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	> 6,0	10	25
JB1 og3	< 2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-7,0	> 7,0	10	25

De danske vejledninger er primært udarbejdet ud fra forsøg sidst i 1980'erne. Men det er forbundet med store omkostninger at gennemføre forsøg i et omfang, der kan give et solidt grundlag for at revidere vejledningen.

SEGES har afprøvet, om grænseværdierne kan efterprøves ved at udnytte kombinationen af jordanalyser og satellitbilleder. De fleste jordprøver udtages i dag med angivelse af en GPS-koordinat, og prøven er taget indenfor en radius på 10-15 meter fra et punkt. For punktet kan hentes biomasseindeks fra satellit. Variationen i biomasse indenfor marken er rimelig godt



korrelereret til variationen i udbytter i marken. Ved at koble fosfortallet og det tilhørende biomasseindeks på punktet på et tidspunkt, der siger noget om væksten, kan det undersøges, om variationen i biomasseindeks indenfor marken kan forklares ud fra variationen i fosfortal.

Metoden har dog sine begrænsninger. Biomassen på punktet er påvirket af mange andre faktorer end fosfortallet. Lave biomasser kan derfor også forekomme ved høje fosfortal, og variationen i biomasse er kun et indirekte mål for variationen i det endelige udbytte. Metoden kræver desuden, at der er en stor variation i fosfortal indenfor marken.

Det vil også være et problem for analysen, hvis marken er tilført større mængder fosfor i året, hvor analysen foretages, idet dette kan bryde sammenhængen. Trods forbeholdene har SEGES prøvet at anvende denne metode til at undersøge, om der kan findes en sammenhæng mellem fosfortal og NDVI og i så fald, hvornår NDVI begrænses af lave fosfortal.

## Datagrundlag og metode

Der er anvendt data for 12 marker fra et GUDP-projekt om udarbejdelse af digitale jordbundskort. I de 12 marker er der i et 100 meter grid udtaget jordprøver i pløjelaget, der er analyseret for tekstur, Rt, Pt, Kt, Mgt og total-N.

For hver mark er fra GLR-registret hentet afgrøder for årene 2016-2023. Fra 2017-2023 er hentet NDRE- og NDVI-værdier for vækstsæsonen for hver jordprøves 100 m grid.

For de år fra 2017 til 2023, hvor der har været vårbyg på arealet, er NDVI værdien på ét eller to tidspunkter i maj koblet til jordanalysedata. Generelt er valgt datoer, hvor NDVI-værdierne er mellem 0,5 og 0,7. I nogle tilfælde ligger de dog uden for dette interval. I enkelte tilfælde er valgt NDVI-værdier for havre, hvis der ikke har været vårbyg på arealet. Hvis vårbyg forekommer flere gange på marken i perioden, er NDVI værdierne hentet for de alle årene med vårbyg.

For at kunne sammenligne på tværs af marker og år er NDVI-værdierne for hver mark og år indekseret ved at beregne forholdet mellem den aktuelle NDVI-værdi for marken og år og den tilsvarende maksimale NDVI-værdi i marken og efterfølgende multiplicere med 100.

## Resultater af undersøgelsen af fosfortal i jord

Det gennemsnitlige fosfortal svinger fra 1,2 til 6,5 mellem de 12 marker. Variationen indenfor markerne, som er en forudsætning for at gennemføre analysen, vurderes til at være stor nok, idet variationen i mange marker er fra lav til middel eller til høj værdi. Lave værdier for fosfortal forekommer hyppigst i marker med højt lerindhold, men også i en enkelt mark med lavt lerindhold. Gennemsnittet af NDVI udtrykker gennemsnittet af alle de NDVI-værdier, der er knyttet til hver af jordprøverne i marken. Er der vårbyg i flere år, angiver NDVI-værdien gennemsnittet af årene.

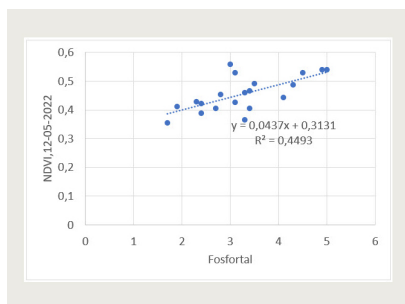
**Tabel 2. Oversigt over data i marker anvendt i analysen.**

Mark nr.	Gns. Pt	Min. Pt	Maks Pt	Rt	Pct. ler	Min. pct. ler	Maks.pct. ler	Pct. humus	Gns. NDVI	NDVI std. afv.
3-0	2,1	1,1	3,5	7,1	16	11	25	2,9	0,53	0,11
10-0	1,7	0,9	3,5	6,7	9	3	17	2,3	0,69	0,10

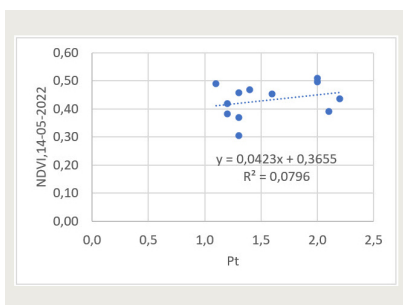
Mark nr.	Gns. Pt	Min. Pt	Maks Pt	Rt	Pct. ler	Min. pct. ler	Maks.pct. ler	Pct. humus	Gns. NDVI	NDVI std. afv.
82-0	2,7	1,7	7,9	6,7	10	8	13	1,8	0,61	0,05
31-0	1,2	0,6	3,4	7,0	12	9	18	2,3	0,52	0,09
6-0	6,5	3,7	11,0	5,7	5	4	6	5,4	0,80	0,09
402-0	3,3	1,7	5,0	6,7	13	10	14	2,2	0,46	0,06
503-0	2,5	1,1	4,4	6,8	13	10	24	2,7	0,54	0,08
14-0	4,1	2,5	6,4	6,3	8	4	15	4,1	0,66	0,07
47-0	4,8	3,3	6,0	6,0	5	4	6	4,8	0,56	0,06
7-0	4,3	3,3	6,0	6,1	7	6	9	2,3	0,66	0,10
40-0	1,6	1,1	2,2	6,0	8	3	13	3,3	0,45	0,10
4-0	2,0	1,5	2,6	6,7	15	12	23	2,7	0,34	0,06

## Sammenhæng mellem fosfortal og NDVI indenfor marken

For hver mark er fosfortallet søgt korreleret med NDVI ved lineær regression. I kun 4 af de 15 marker er der en statistisk sikker sammenhæng mellem Pt og NDVI. Den manglende sammenhæng kan skyldes, at variationen i Pt i den enkelte mark er for lille til at få en statistisk sikker sammenhæng. Generelt viser data, at NDVI falder med stigende lerindhold. På figur 1a og 1b er vist et eksempel på sammenhæng mellem Pt og NDVI i en mark med henholdsvis en god og dårlig sammenhæng.



Figur 1a. Eksempel på mark, hvor der er sammenhæng mellem fosfortal og NDVI i vårbyg i 2022 (mark 402-0).

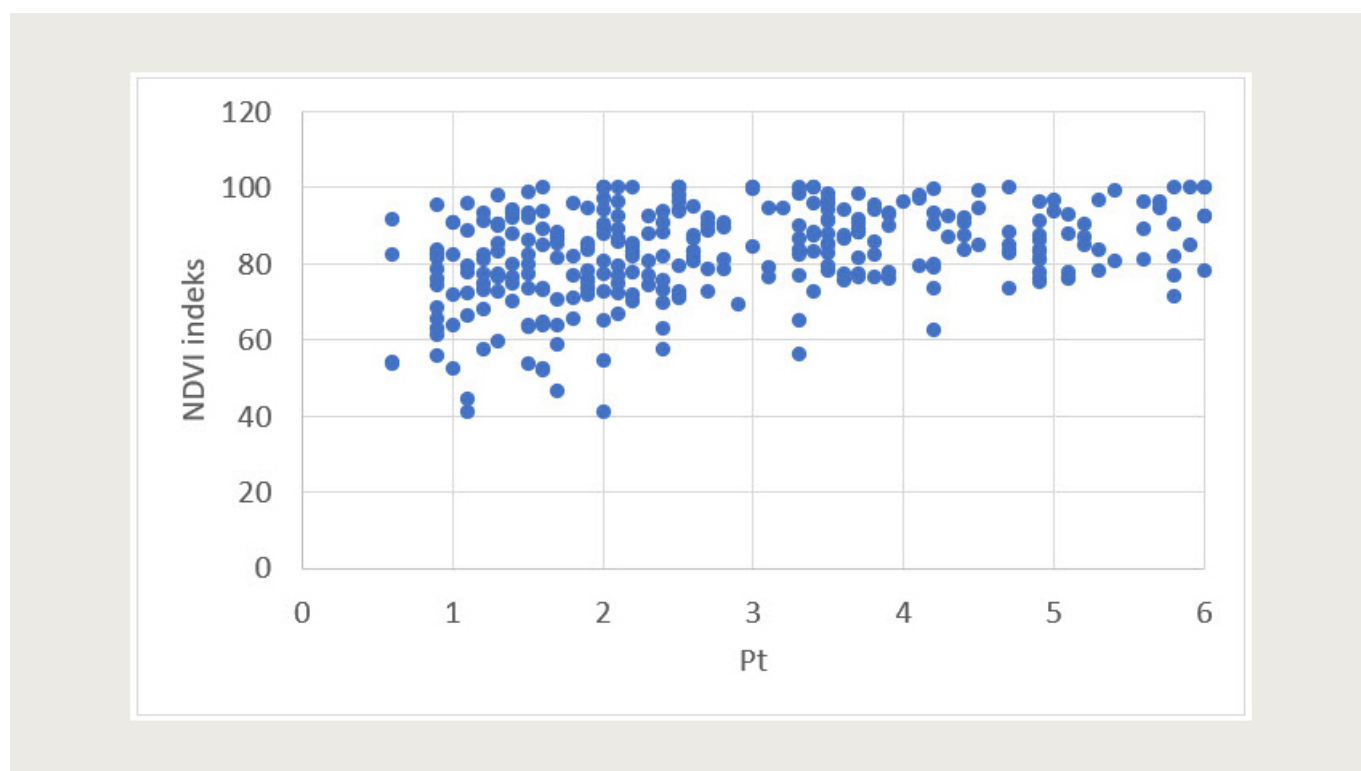


Figur 1 b. Eksempel på mark med manglende sammenhæng mellem fosfortal og NDVI i 2022.

## Analyse på tværs af markerne

For at kunne sammenligne på tværs af markerne er NDVI for hver position indekseret. Indekseringen er foretaget ved at beregne maksimalværdien af NDVI pr. mark, og indekset for hver position beregnes som NDVI for positionen i forhold til maksimalværdien for marken.

Resultatet af analysen kan ses af figur 2.



Figur 2. Sammenhæng mellem fosfortal (Pt) og NDVI-indekset for vårbyg i perioden 2017-2023 for 12 marker.

NDVI kan afhænge af mange andre faktorer end Pt. Derfor skal tolkningen ske som en grænseværdibetragtning. Hvis en del af observationerne ved et givet fosforinterval ligger på 100 eller nær 100 kan det antages, at fosfortallet ikke er begrænsende for udbyttet. De NDVI-værdier, der i dette interval ligger under 100, må antages at være begrænset af andre forhold end fosfortallet. Hvis alle observationer ved et givet fosfortalsinterval ligger et stykke under 100 og ingen eller kun få observationer ligger på 100 eller nær 100, må Pt anses for at være begrænsende for udbyttet.

For at tage hensyn til usikkerheden er der for forskellige Pt intervaller beregnet, hvilket NDVI-indeks 90 pct. af observationerne ligger under (90 pct. fraktilen). Samtidig er vist det gennemsnitlige indeks for Pt-intervallet. Se tabel 3.

Hvis Pt er under 1,1 ligger 90 pct. af observationerne under 91. Det betyder, at NDVI er begrænset af et lavt fosfortal. Ved et Pt fra 1,1 til 2,0 ligger 94-95 pct. af observationerne under et NDVI på 95, hvilket også tyder på en vis fosforbegrænsning. Ved et Pt på over 2,0 ligger 90 pct. af observationerne i det fleste tilfælde på 100 eller meget tæt på 100. Det tyder på, at NDVI ikke har været begrænset af fosfor. Tilsvarende ligger det gennemsnitlige NDVI-indeks på 74-78 ved Pt under eller lig med 2,0, mens gennemsnittet er 86-89 ved højere fosfortal.

**Tabel 3. Opdeling af data efter fosfortal (Pt).**

	Antal obs.	Gns. Pt	Rt	Pct. ler	Pct. humus	Gns. NDVI	NDVI-indeks	90 pct. fraktil
Alle	330	3,1	6,5	9,8	3,0	0,58	83	97
u. 1,1	23	0,9	6,9	11,7	2,2	0,51	74	91
1,1-1,5	48	1,3	6,7	12,1	2,7	0,52	79	94
1,6-2,0	47	1,8	6,6	11,3	2,4	0,51	78	95
2,1-2,5	47	2,3	6,7	12,4	2,7	0,50	83	100
2,6-3,0	21	2,8	6,6	11,4	2,4	0,59	87	100
3,1-3,5	32	3,4	6,5	9,7	2,5	0,61	87	98
3,6-4,0	26	3,8	6,2	7,1	2,7	0,65	87	95
4,1-4,5	19	4,3	6,3	7,1	3,4	0,60	88	98
4,6-5,0	19	4,8	6,1	6,5	3,0	0,62	86	97
o. 5,0	48	6,2	5,9	6,0	5,0	0,70	89	100

En statistisk analyse viser, at Pt er statistisk sikkert korreleret til NDVI indekset.

## Konklusion

Analysen viser, at i hovedparten af de undersøgte 15 marker der kun en svag sammenhæng mellem variationen i fosfortal og biomasseindekset NDVI i vårbyg. En dataanalyse på tværs af markerne for at finde grænseværdierne for, hvornår væksten er begrænset af fosfor, viser resultater på linje med den gældende vejledning for tolkning af fosfortal, hvor fosfortal på under ca. 2,0 anses for at være begrænsende for væksten.

## Emneord

Biomassemåling

Fosfor (P)

Næringsstofoptagelse

+1

## Vil du vide mere?



### Leif Knudsen

Chefkonsulent, Gødskning

SEGES

[lek@seges.dk](mailto:lek@seges.dk)

+45 2028 2583

## Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

---

SEGES Innovation P/S    Tlf.    8740 5000  
Agro Food Park 15    Fax.    8740 5010  
8200 Aarhus N    Email    [info@seges.dk](mailto:info@seges.dk)