

# **Virkemiddelkatalog og risikokortlægning**

**- målrettet regulering?**

Hans Estrup Andersen

Institut for Bioscience, Århus Universitet

# Udvikling af et fosforvirkemiddelkatalog

december 2018 – maj 2020

Aarhus Universitet  
Københavns Universitet  
Syddansk Universitet

Rapporten kan hentes her:

<https://dce.au.dk/udgivelser/>



Nr.	Kategori	Virkemiddel
<b>Virkemidler på/ved dyrkningsfladen</b>		
1	1	Permanent plantedække på erosionsstruede arealer
2	1	Negativ P-balance
3	1	Skovrejsning
4	2	Gips, strukturkalk
5	2	Undlade sprøjtespor - eller bearbejde efter brug
6	2	P-sedimentationsbassiner på marken som erosionstiltag
7	1	Optimering af jordarbejde, fx pløjeretning, pløjefri dyrkning
<b>Drænvirkemidler</b>		
8	1	Mini-vådområder, åbne
9	1	Mini-vådområder, lukkede med matrice
10	1	Intelligente bufferzoner (IBZ)
11	2	Drænfiltersystem til hoveddræn
12	3	Mættede randzoner
<b>Virkemidler i lavbundsområder/vådområder</b>		
13	1	Etablering af vådområde
14	2	Paludikultur
15	2	Høst af biomasse
16	2	Dybdepløjning før etablering af vådområde
17	2	Tilsætning af P-sorbenter før etablering af vådområde
18	3	Fjernelse af topjord før etablering af vådområde
<b>Virkemidler i/langs vandløb</b>		
19	1	Randzone, tør, målrettet
20	1	P-ådal
21	1	Træer langs vandløb mod brinkerrosion
22	1	P-tilbageholdelse i okkerfældningsbassiner
<b>Virkemidler i søer</b>		
23	1	P-fældning med aluminium
24	2	Iltning af søvand
25	1	Opfiskning af skidtfisk
26	1	Phoslock-behandling af søer
27	2	Fjernelse af sediment
28	2	Forbud mod andefodring
29	2	Regulering af gæs, der fouragerer på vintersæd og defækerer i søer

**Table S1.** Årlige fosforeffekter i form af estimeret, reduceret fosfortab, sikkerhed i forhold til estimeret fosforeffekt, samt budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger for hvert virkemiddel. IV angiver, at værdien ikke er vurderet. Sikkerheden på P-effekt-estimerne er vurderet på følgende måde:

\*\*\* Estimerne anses for rimeligt sikre og er baseret på et velafprøvet datagrundlag.

\*\* Estimerne anses for noget usikre og er baseret på eksperter med et foreløbigt datagrundlag.

\* Estimerne anses for usikre og er baseret på eksperter uden væsentligt datagrundlag.

	Virkemiddel	Reference-praksis	Årlig P-effekt	Sikkerhed ift. P-effekt	Budget-økonomisk omkostning kr./ kg P	Velfærds-økonomisk omkostning kr./ kg P
1	Permanent plante-dække på erosionstruede arealer og som barriere i landskabet	Mark i omdrift, uden andre virkemidler mod erosion	1,6-2 kg P/ha på særligt udvalgte områder med høj erosionsrisiko (områder med stor hældning og temporære vandveje i marken)	***	908 – 1.136	1.163 – 1.455
2	Negativ fosforbalance (målrettet undergødskning med fosfor)	Gødskning med P til balance	0,1/0,44 kg P/ha for områder med høj erosionsrisiko (undergødskning med 10/20 kg P/ha i 10/20 år). 0,05/0,22 kg P/ha på arealer med høj risiko for dræntab via makroporer (undergødskning med 10/20 kg P/ha i 10/20 år).	**	500/227  1.000/455	640/291  1.280/582
3	Skovrejsning	Mark i omdrift	2 kg P/ha på arealer med høj erosionsrisiko;  0,25-0,5 kg P/ha på arealer med høj risiko for tab via makroporer til dræn	***1  **2	1.495/578 Lerjord/sandjord ved høj erosionsrisiko  7.475/2.890 lerjord/sandjord ved høj risiko for tab via makroporer	1.914/740 Lerjord/sandjord ved høj erosionsrisiko  9.570/3.700 lerjord/sandjord ved høj risiko for tab via makroporer
4	Gips og strukturkalk	Mark i omdrift, ingen P virkemidler implementeret	IV	**	IV	IV
5	Kørespor på marker – tilgange til modvirkning af deres negative miljøkonsekvenser	Mark i omdrift, ingen tiltag mod erosion	IV	**	IV	IV
6	Sedimentationsbassiner på marken som erosions tiltag mod fosfortab ved erosion	Mark i omdrift, Ingen tiltag mod fosfortab via erosion	IV	**	IV	IV

## Overordnet kildeopsplitning

Samlet fosfortab = punktkilder + spredt bebyggelse + baggrund + landbrug  
det diffuse fosfortab

$$2200 \text{ ton P} = 700 \text{ ton P} + 80 \text{ ton P} + 1400 \text{ ton P} \quad (\text{gns. 2014} - 2018)$$

Transportveje for diffust fosfortab:

Erosion

Udvaskning

Tab gennem makroporer til dræn

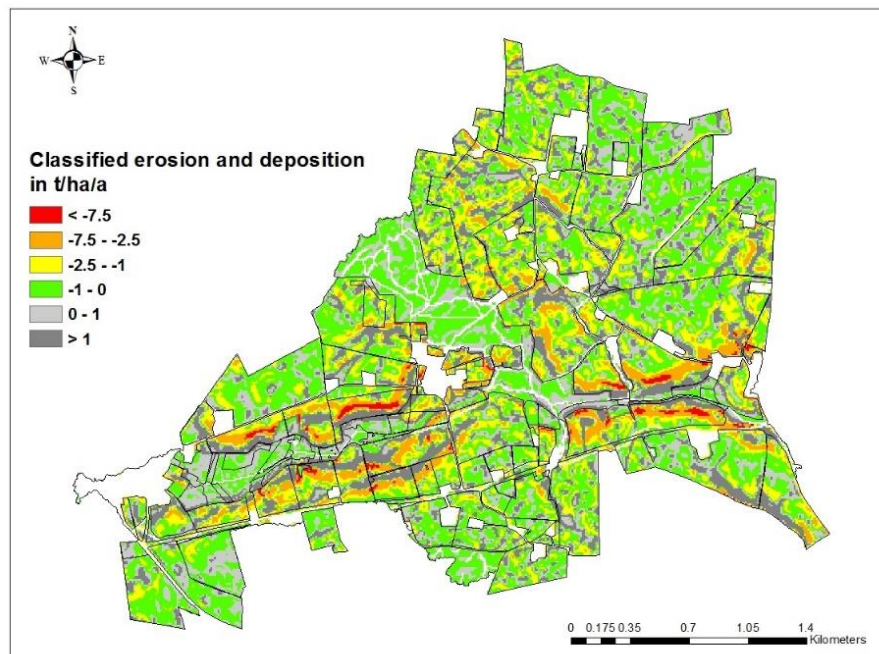
Tab fra dyrkede, organiske lavbundslande

Brinkerosion

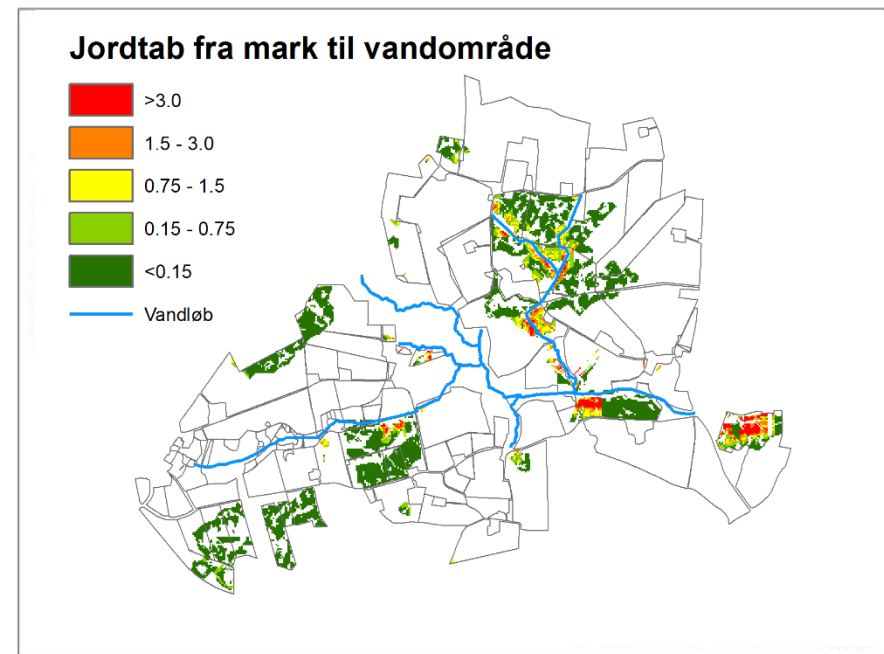
# Erosion – beregning af sedimenttransport fra mark til vand

- 0.9 % af landbrugsarealet har jordtab  $> 7.5$  tons/ha
- 30,000 ha af landbrugsarealet har P-tab  $> 0.5$  kg P/ha

Erosions- og depositions mønstre



Sediment- og fosfortilførsel fra mark til vand

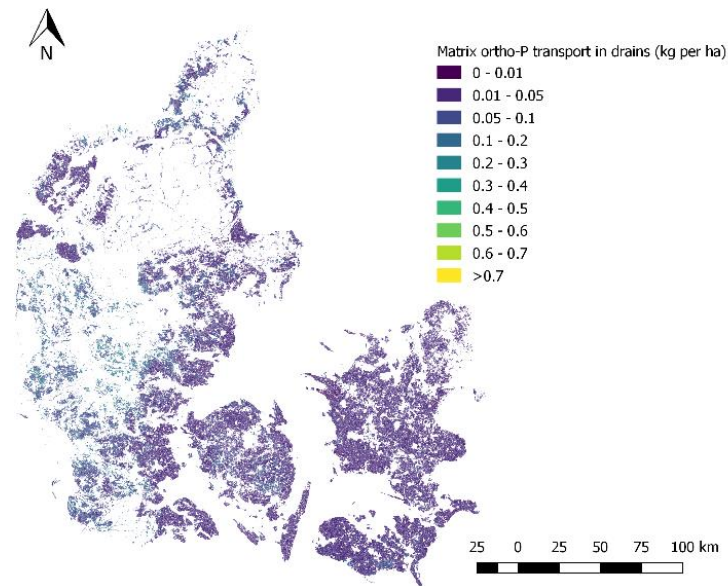


<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat</b> tons P år <sup>-1</sup>	<b>Interval</b> tons P år <sup>-1</sup>
Erosion	Model	56	53 - 58

Anvendelse: Kortlægningen vil kunne anvendes i en målrettet regulering

# Modellering af fosforudvaskning

- Omfattende kortlægning af jordens fosforbindingskapacitet
- Opsat en fosforudvaskningsmodel
- Test og validering af modellen mod måledata
- Landsdækkende kortlægning af fosforudvaskning på markniveau



- Gennemsnitlig udvaskning til dræn: 0.04 kg P/ha

Modelberegnet udvaskning af opløst fosfor via dræn på markniveau



<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat</b> tons P år <sup>-1</sup>	<b>Interval</b> tons P år <sup>-1</sup>
Erosion	Model	56	53 – 58
Udvaskning	Model	58	23 – 92

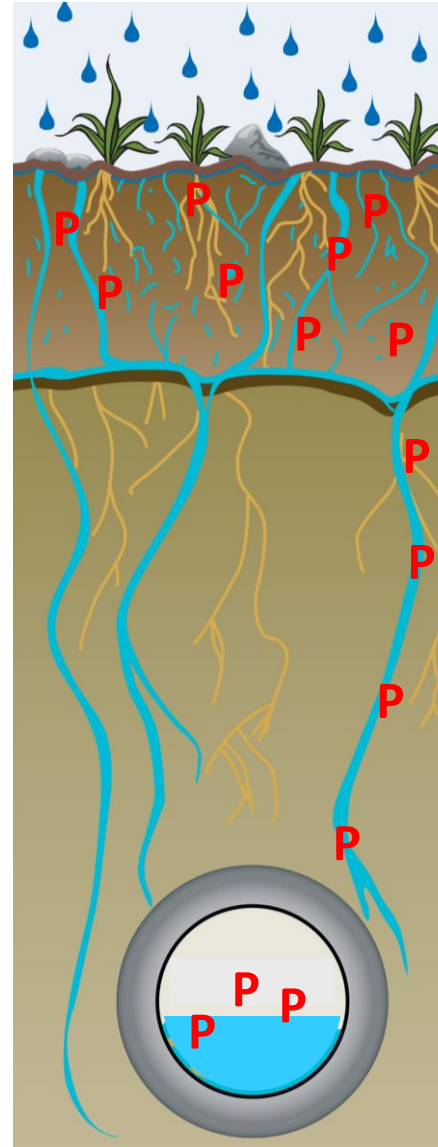
Anvendelse: Kortlægningen vil kunne anvendes på oplands- og regionalt niveau

# Tab gennem makroporer til dræn

**Kolloid mobilisering**

**Makropore transport**

Regnormegange  
Sprækker i jord

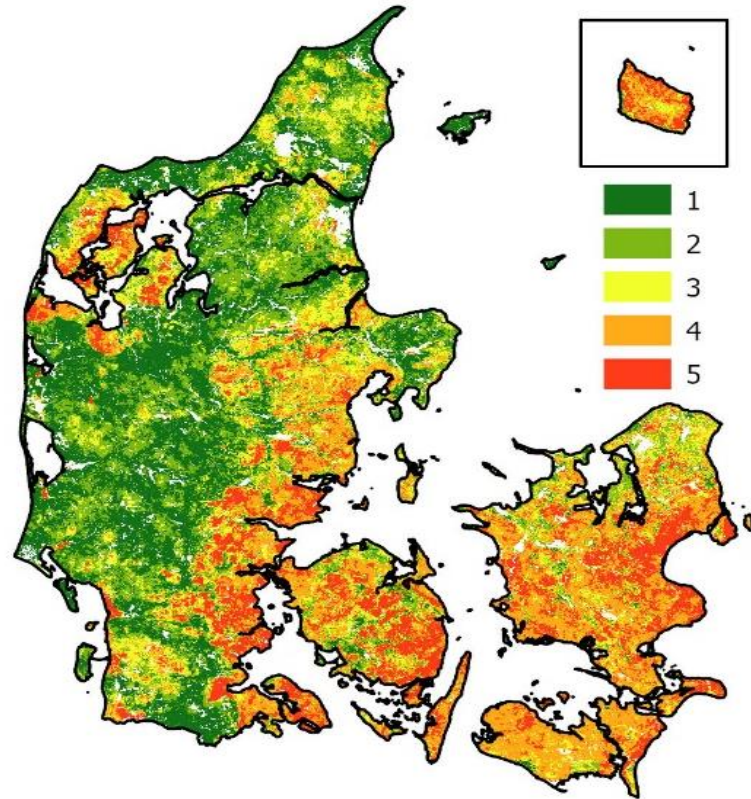


Pløjelag

B- and C  
horizonter

Dræn

Måling af hydrauliske parametre på 800 udtagne, uforstyrrede jordkolonner -> udvikling af pedotransferfunktion til kortlægning af makroporer



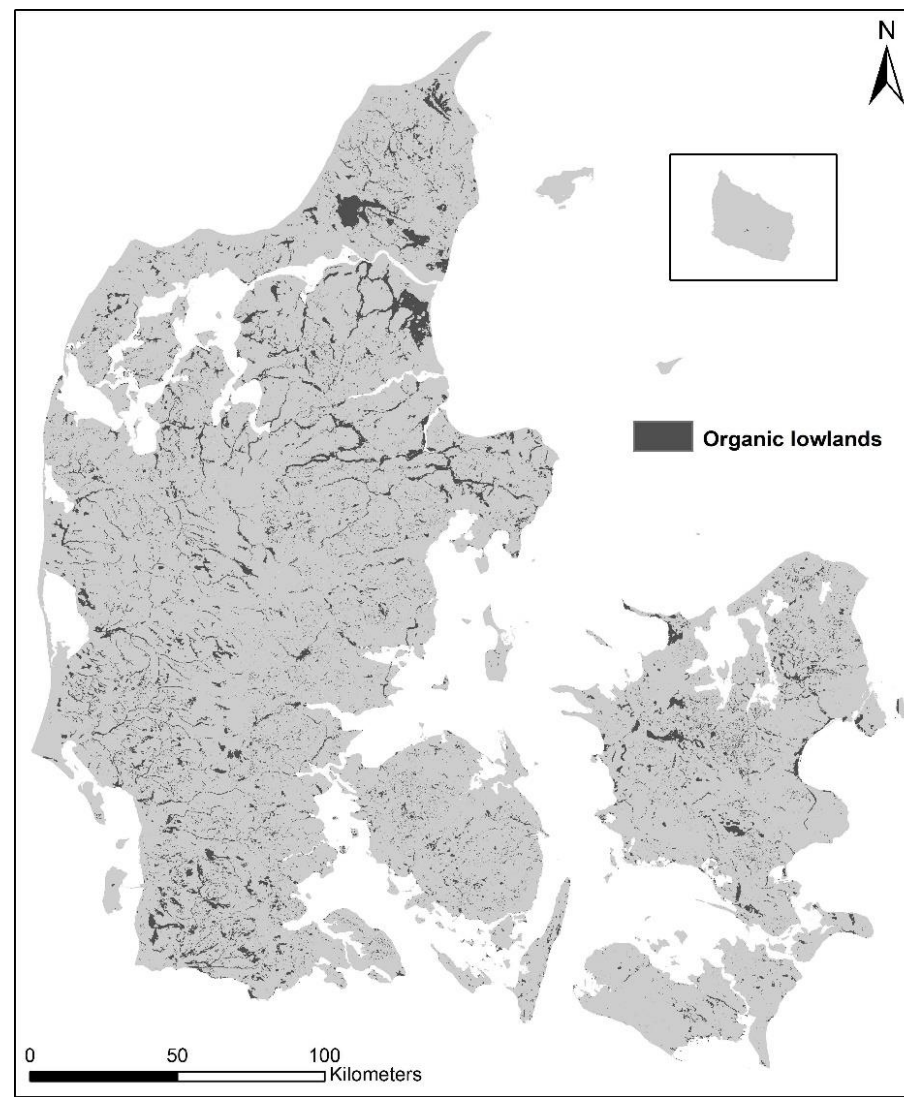
Risikoklasser for makroporestrømning

<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat</b> tons P år <sup>-1</sup>	<b>Interval</b> tons P år <sup>-1</sup>
Erosion	Model	56	53 – 58
Udvaskning	Model	58	23 – 92
Makroporer	Model + skøn	162	138 - 191

Anvendelse:

Kortlægningen udpeger potentialet for anvendelse af målrettede virkemidler – skal følges op af screening

## Tab fra dyrkede, organiske lavbundslande



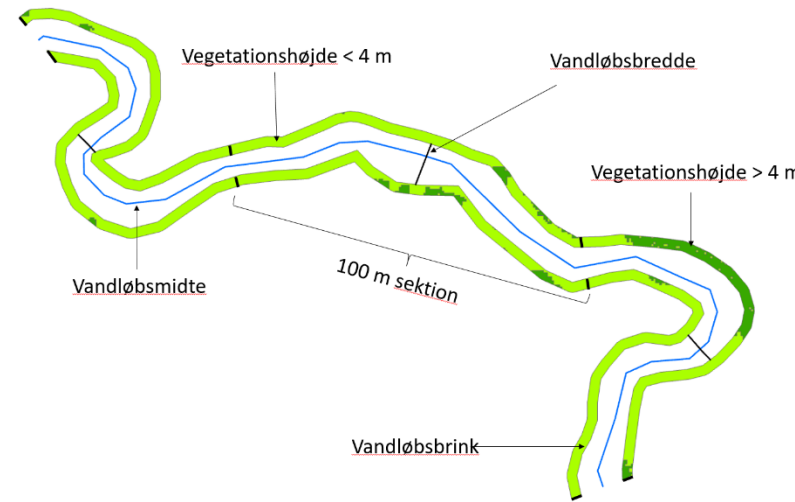
- Målinger: Gns. tab = 1.9 kg P/ha/år

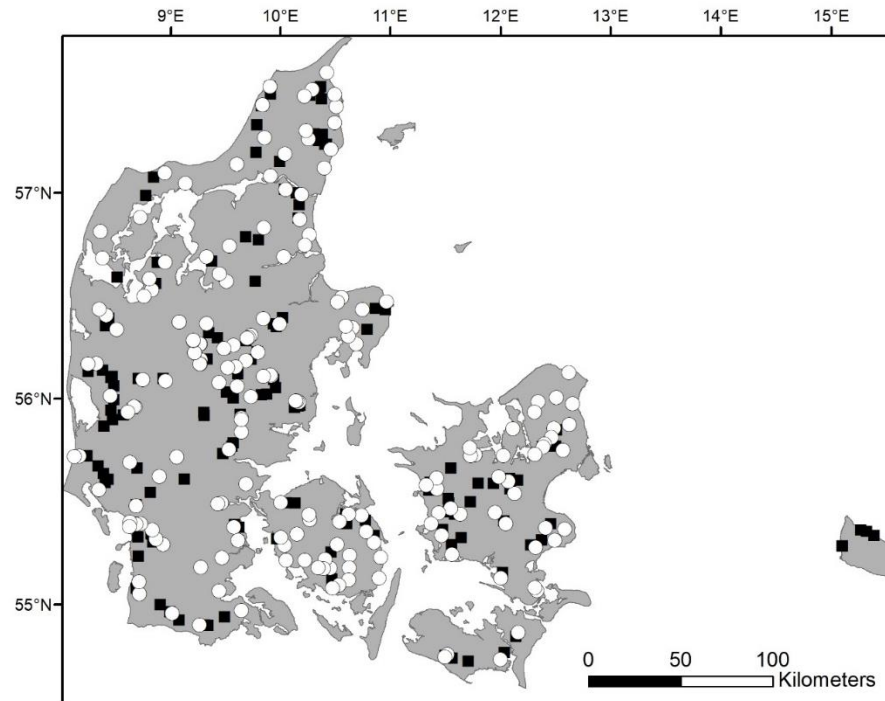
<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat</b> tons P år <sup>-1</sup>	<b>Interval</b> tons P år <sup>-1</sup>
Erosion	Model	56	53 – 58
Udvaskning	Model	58	23 – 92
Makroporer	Model + skøn	162	138 – 191
Dyrket lavbund	Kort + skøn	326	75 - 562

Anvendelse:

Kortlægningen udpeger potentialet for anvendelse af målrettede virkemidler – skal følges op af screening

# Brinkerosion





Lokaliteter for prøvetagning af vandløbsbrinker. Cirkler viser lokaliteter, hvor jordprøver blev udtaget i fire forskellige dybder (0-25, 25-50, 50-75, og 75-100 cm), mens kvadrater viser lokaliteter, hvor en enkelt jordprøve blev udtager midt mellem brinkkrone og vandspejlet.

	Vandløbsbrinker	Dyrkede jorde
	<i>mg TP kg<sup>-1</sup></i>	<i>mg TP kg<sup>-1</sup></i>
0 – 25 cm	644 (185)	562 (337)
25 – 50 cm	529 (185)	423 (336)
50 – 75 cm	547 (180)	311 (226)
75 – 100 cm	526 (180)	265 (224)



<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat</b> tons P år <sup>-1</sup>	<b>Interval</b> tons P år <sup>-1</sup>
Erosion	Model	56	53 – 58
Udvaskning	Model	58	23 – 92
Makroporer	Model + skøn	162	138 – 191
Dyrket lavbund	Poulsen & Rubæk, 2005	326	75 – 562
Brinkerosion	Model	644	422 - 1373

Anvendelse: Kortlægningen vil kunne anvendes på oplands- og regionalt niveau

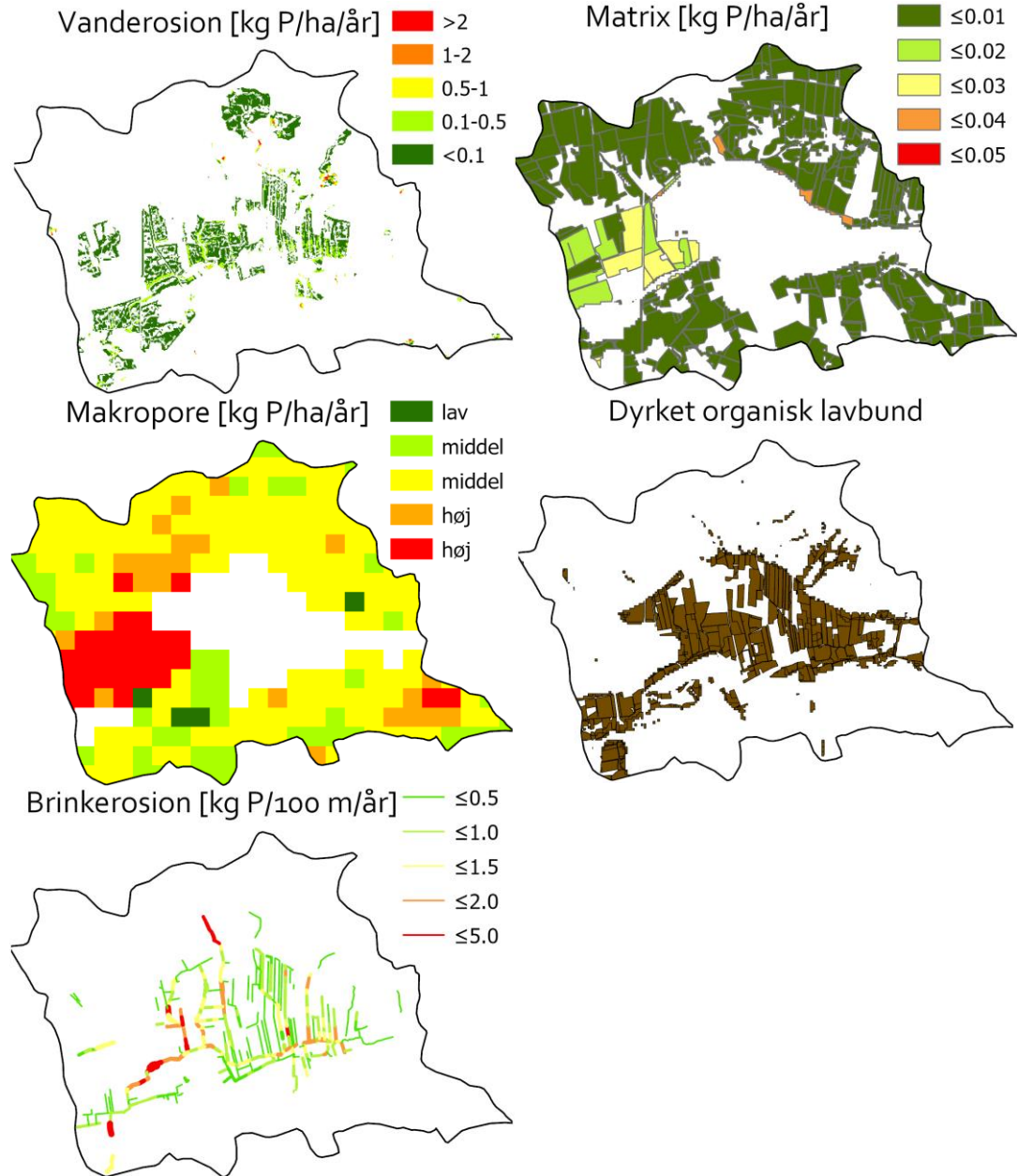
**Tabel 4.8.1.** Samlet kildeopsplitning af landbrugsbidraget og af det samlede diffuse tab på landsplan, tons fosfor per år.

<b>Bidrag</b>	<b>Metode</b>	<b>Estimat tons P år<sup>-1</sup></b>	<b>Interval tons P år<sup>-1</sup></b>
Vand-erosion	Model (kapitel 4.1)	56	53-58
Vind-erosion	Poulsen & Rubæk, 2005	10	5-15
Overfladisk afstrømning	Poulsen & Rubæk, 2005	10	5-15
Matrix-udvaskning	Model (kapitel 4.3)	59	23-94
Makropore-tab	Model + skøn (kapitel 4.4)	162	138-191
Dyrket lavbundsjord	Poulsen & Rubæk, 2005. Her anvendt: rate = 1,9 kg P/ha; areal = 1716 km <sup>2</sup>	326	69-515
Grundvand fra ikke-drænede marker	Poulsen & Rubæk, 2005	60	
Landbrugsbidrag		683	293-888
Brinkerosion (netto)	Model (kapitel 4.6)	644	422-1373
Grundvand fra udyrkede arealer		?	?
Diffust bidrag (landbrug og baggrund)		1327	715-2261

Samlet P-udledning 2014 – 2018: ca. 2.200 ton P/år

Landbrugsbidraget udgør ca. 30 %

# Kortværket



Se disse og mange flere fosfor-kortlægninger på MiljøGIS:

<https://mst.dk/service/miljoegis/>