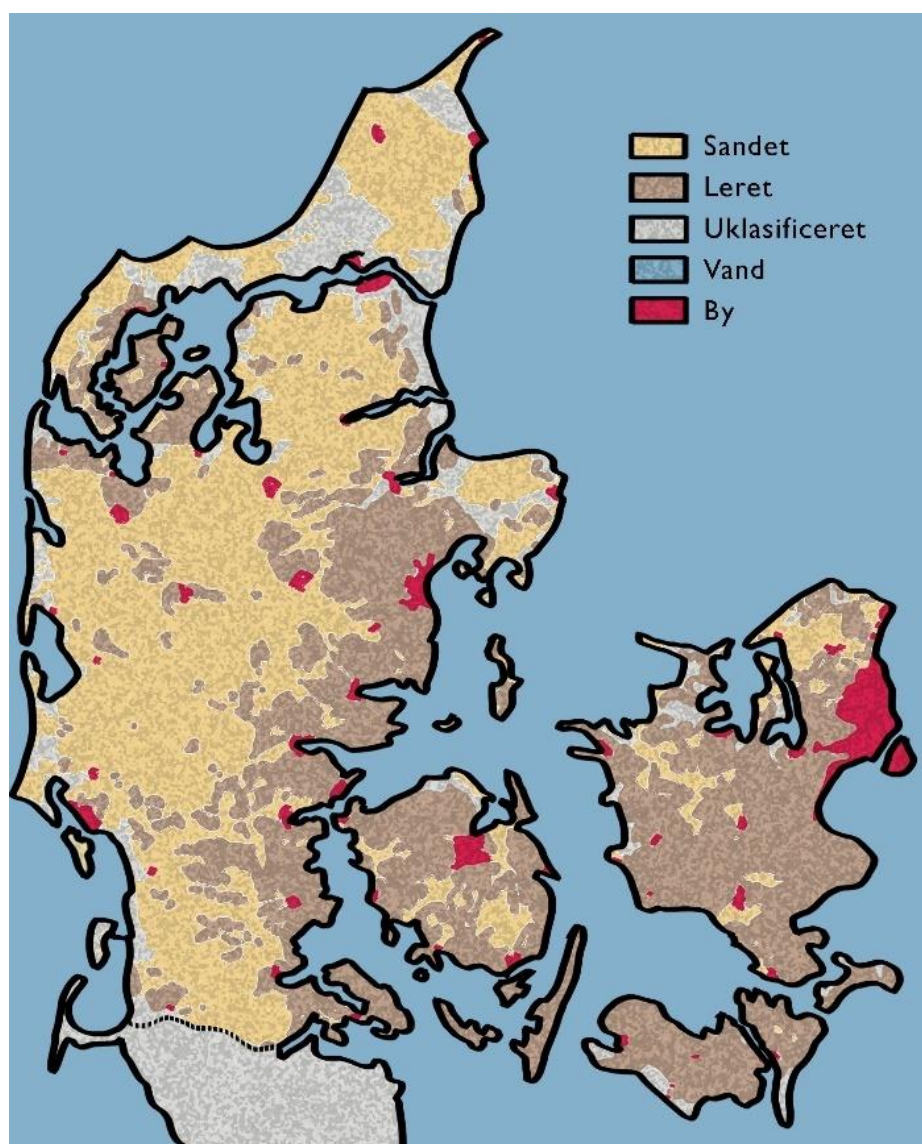


NEDSIVNING & UDVASKNING

Øvelsesvejledning



Nedsivning og udvaskning

Formål

Formålet med forsøget er todelt

- At undersøge om der er forskel på nedsivningshastigheden alt efter partikelstørrelsen i jordbunden.
- At undersøge om nedsivende regnvand udvasker nitrat fra landbrugsjord

Introduktion

Nedsivning

"Jordbunden" er defineret som de øverste mere eller mindre porøse jordlag, der udgør overfladen i et bestemt område. Man kan sige, at jordbunden er den del af jordens overflade, der ligger over den uorganiske undergrund.

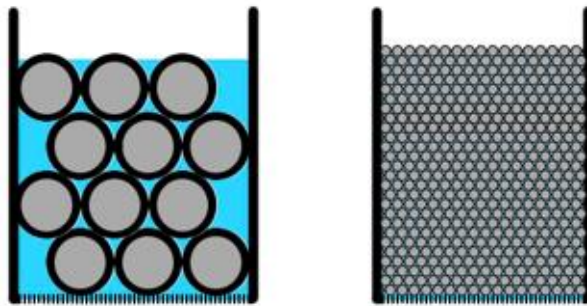
Det, man i daglig tale kalder "jord", er i virkeligheden et meget sammensat materiale bestående af

- Dødt organisk materiale, som døde smådyr, dødt plantemateriale og humus
- Forskellige typer levende organismer, såsom bakterier, svampe og smådyr
- Uorganiske mineralske partikler af forskellig størrelse, såsom sand, silt og ler
- Forskellige typer næringsalte, blandt andet nitrat og fosfat
- Vand
- Luft

Når det regner, trænger vandet ned gennem jorden ved at løbe i hulrummene/lufthullerne mellem de forskellige partikler, jorden består af. Denne proces kaldes nedsivning, og den afhænger af flere ting, blandt andet de mineralske partiklers størrelse. Som det ses på den meget forenklede illustration herunder, er der en tydelig sammenhæng mellem partiklernes størrelse og størrelsen af de hulrum, der opstår mellem partiklerne. Og jo større hulrum, jo hurtigere vil vandet passere.

Strandsand består af meget store partikler, der let kan ses med det blotte øje. Hulrummene mellem disse partikler er ret store, hvilket gør, at vandet trænger meget hurtigt ned. De fleste børn har således prøvet at bygge sandslotte på stranden og grave voldgrave omkring - og fylde disse voldgrave op med vand igen og igen... Blot for at konstatere, at hver gang, de har hentet en ny spand vand, så er det vand de hentede før sunket væk¹

¹ Med mindre man er så smart at lave voldgraven i vandkanten, så bølgerne hjælper med at fylde den op - men helst uden at bort-erodere slottet...



Figur 1: Jo større partikler, jo større er hulrummene mellem partiklerne²

Ud over hulrummenes størrelse, har det også betydning, hvor godt hulrummene er forbundet. Figur 1 illustrerer to meget forsimplede situationer, hvor alle partikler har samme størrelse og ligger meget geometrisk placeret i forhold til hinanden. I naturen vil materialet sjældent være så sorteret, så der kan sagtens opstå hulrum, der er adskilte fra hinanden.

Krummestrukturen har ligeledes betydning for nedsivningshastigheden, foruden jordens indhold af dødt organisk materiale og humus.

Udvaskning

Jordpartiklerne kaldes også jordkolloider. Både lerkolloider og humuskolloider har en negativ overflade. Det betyder, at positive ioner kan binde sig til kolloidernes overflade, mens negative ioner ikke kan. De positive ioner kan eksempelvis være Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ og Ca^{2+} , og når disse ioner bindes til kolloiderne betyder det, at de kun i meget ringe grad bliver udvasket fra jorden. Samtidig er de med til at give jorden dens krummestruktur idet flere kolloider med tilknyttede positive ioner kan bindes sammen i større enheder/klumper.

Negative ioner som eksempelvis NO_3^- og PO_4^{3-} kan ikke bindes til kolloidernes negative overflade, og udvaskes derfor i høj grad fra jorden. Dog er fosfat tungtopløseligt, hvilket betyder at det under aerobe forhold kan bindes til Ca^{2+} og Fe^{3+} i jorden, hvilket mindsker udvaskningen. Nitrat derimod er letopløseligt og vaskes meget let ud, hvilket også gør, at det ofte er en begrænsende faktor for plantevækst.

² Illustration: Oliver Streich

Materialer (pr. gruppe)

1 laboratoriestativ med holdere og klemmer

2 kajakrør

2 små stykker stof (fra et gammelt hovedpudebetræk eller lignende)

2 gummibånd

1 plastikmålebæger (litermål til køkkenbrug)

1 plastikkop

Vand (medbringes i sodavandsflasker)

Graveske

To forskellige slags "jord":

- Sand eller grus
- Landbrugsjord (gødet på traditionel vis)

Strips til måling af nitrat



Figur 2: Billeder af forsøgsopstillingen. Fra venstre mod højre: kajakrør med meget store partikler, kajakrør med mindre partikler og den færdige forsøgsopstilling

Fremgangsmåde:

- Der skal findes to slags jord med forskellig partikelstørrelse, hvoraf den ene skal være gødet markjord. Eksempelvis
 - Lerholdig markjord
 - Sand/grus fra en grusgrav eller en strand
- Kajakrørene lukkes fornedet med et lille stykke stof og en elastik. Det holder på jorden, men tillader vandet at passere
- Der fyldes jord i de to kayakrør - de forskellige slags jord i hver sit rør.
 - Det er vigtigt at højden af jordsøjlerne bliver den samme. Fyld gerne rørene $\frac{1}{2}$ til $\frac{2}{3}$ op
 - Der bør ikke være store urenheder i jorden, såsom sten, smågrene og andet
 - Det er en god ide at banke rørene let mod jorden (jorden pakkes herved tættere, så der ikke er store luftlommer i rørene)
- Kajakrørene spændes op i laboratoriestativet
- Når søjlerne er pakket og spændt op, skal der hældes samme mængde vand over begge søjler. I denne forbindelse er der nogle overvejelser:
 - Hvordan sikrer man, at der kommer samme mængde vand i begge kayakrør, når man kun har et målebæger/litermål?
 - Hvor meget vand skal der bruges?
 - Øvelsen skal være kvantitativ. Man kan gøre det på forskellig vis:
 - Tage tid på den første dråbe, der passerer
 - Tage tid indtil et bestemt volumen er passeret
 - Tage tid indtil det holder op med at dryppe (alt vandet er passeret)

Vælg det, I synes giver mest mening.

- Det ønskede volumen vand gøres klar
- Nitratindholdet i et af glassene måles (det er ikke nødvendigt at måle i begge glas, da det jo er det samme vand, der er i begge)
- Vandet hældes samtidig op i begge kayakrør og tiden startes. Efter at have hældt vandet op i rørene, placeres glassene under rørene, så de kan opsamle vandet, efterhånden som det løber igennem
- Der tages tid på begge rør i henhold til, hvad der er blevet besluttet i gruppen
- Når der er kommet tilstrækkeligt vand i glassene måles nitratindholdet i begge glas



Figur 3: Kajakrør med tydelige luftlommer. Denne søjle er ikke pakket optimalt

Overvejelser:

- Hvorfor er det vigtigt, at højden af jordsøjlerne i de to kajkrør er den samme?
- Hvorfor er det en god ide at banke rørene let mod jorden? Hvorfor er det ikke smart med store luftlommer i jordsøjlen?
- Hvorfor bør der ikke være sten, smågrene, humus og andet i jordsøjlerne?
- Hvilken betydning har det for resultaterne, hvis materialet i søjlerne ikke er sorteret (at det ikke udelukkende er store partikler i det ene rør og små partikler i det andet)? Lav en illustration af en ikke-sorteret søjle. Tag udgangspunkt i figur 1
- Hvorfor er det vigtigt at jorden i de to søjler er lige våd/tør inden forsøget?
- Det er vigtigt at søjlerne er lige tørre/våde, da vandmætningen har betydning for nedsivningshastigheden. Hvordan kan det sikres at begge rør har samme grad af vandmætning?

Efterbehandling:

Nedsivning

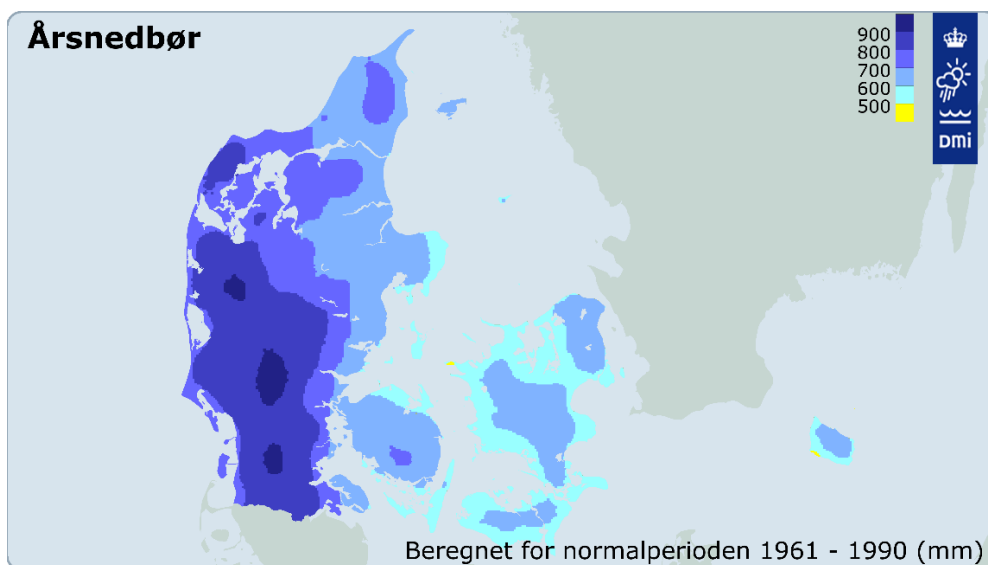
- Hvad viser resultaterne?
- Hvis der blev observeret forskellige nedsivningstider, hvad kan dette så skyldes? (kobling af teori og resultater)?
- Kan alle nedsivningsresultater forklares ud fra partikelstørrelsen, eller skyldes de fejlkilder ved forsøget?
- Metodiske overvejelser - hvordan kan forsøget optimeres?
- Hvordan kunne forsøget tilpasses/udvides til også at bestemme markkapaciteten?

Udvaskning

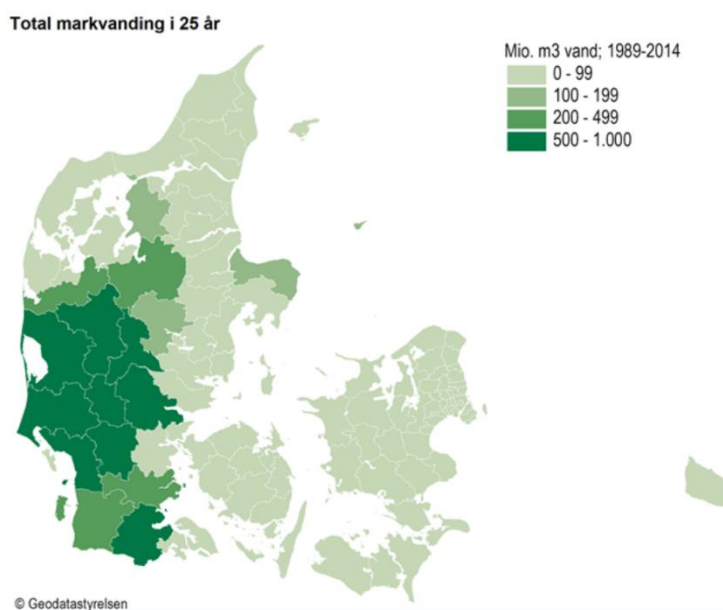
- Hvad viser resultaterne?
- Hvordan kan forskellen på nitratindholdet i det vand, der bliver hældt over jordsøjlerne og det vand, der har passeret jordsøjlerne forklares?
- Hvordan kunne man forestille sig, resultatet ville have været, hvis øvelsen var blevet udført på et andet tidspunkt af året?

Koblingen mellem nedsivning og udvaskning

- Følgende Danmarkskort (figur 4 og 5) viser årsnedbøren i Danmark og hvor meget vand, der bruges på markvanding. Det ses, at der kommer meget nedbør i Vestjylland, men alligevel er det her, der bruges de største mængder vand til vanding af markerne. Brug det tredje kort (figur 6), der viser underjordens sammensætning, til at forklare hvad dette kan skyldes.



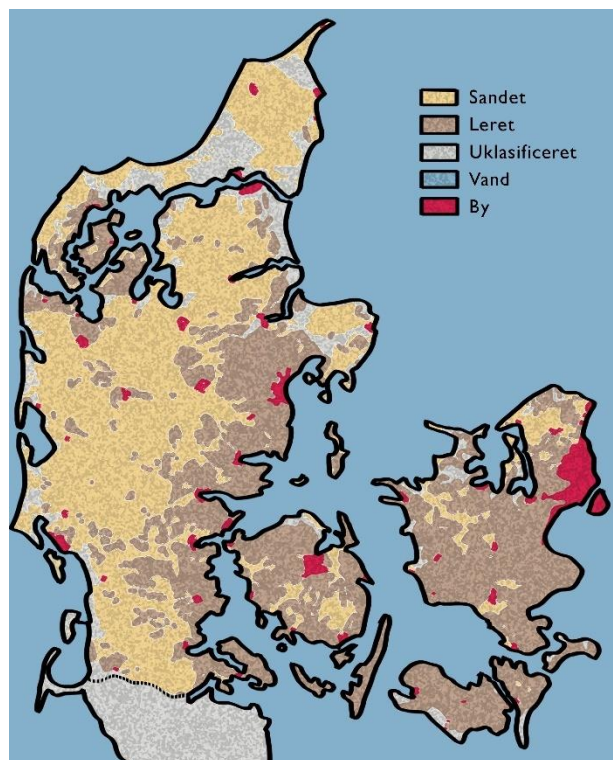
Figur 4: Det er helt normalt, at den vestlige og centrale del af Jylland får mere nedbør end resten af landet. (Foto: DMI © DMI Grafik)³



Figur 5: Oversigt over den totale markvanding i perioden 1989-2014⁴

³ <https://www.dr.dk/nyheder/vejret/vaadere-end-normalt-overblik-over-de-fem-vaadeste-steder-i-danmark>

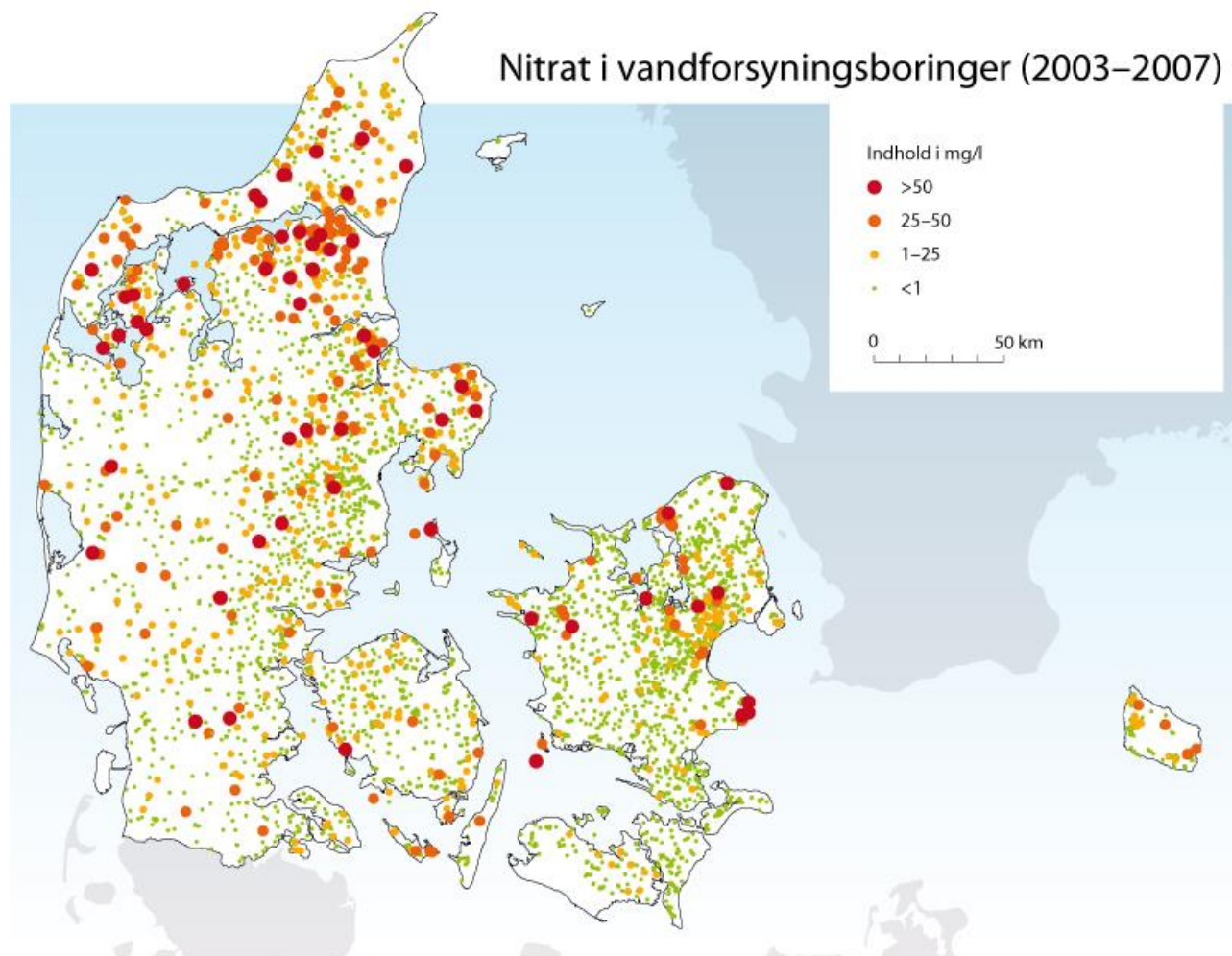
⁴ <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=25501>



Figur 6: Leret og sandet underjord i Danmark⁵

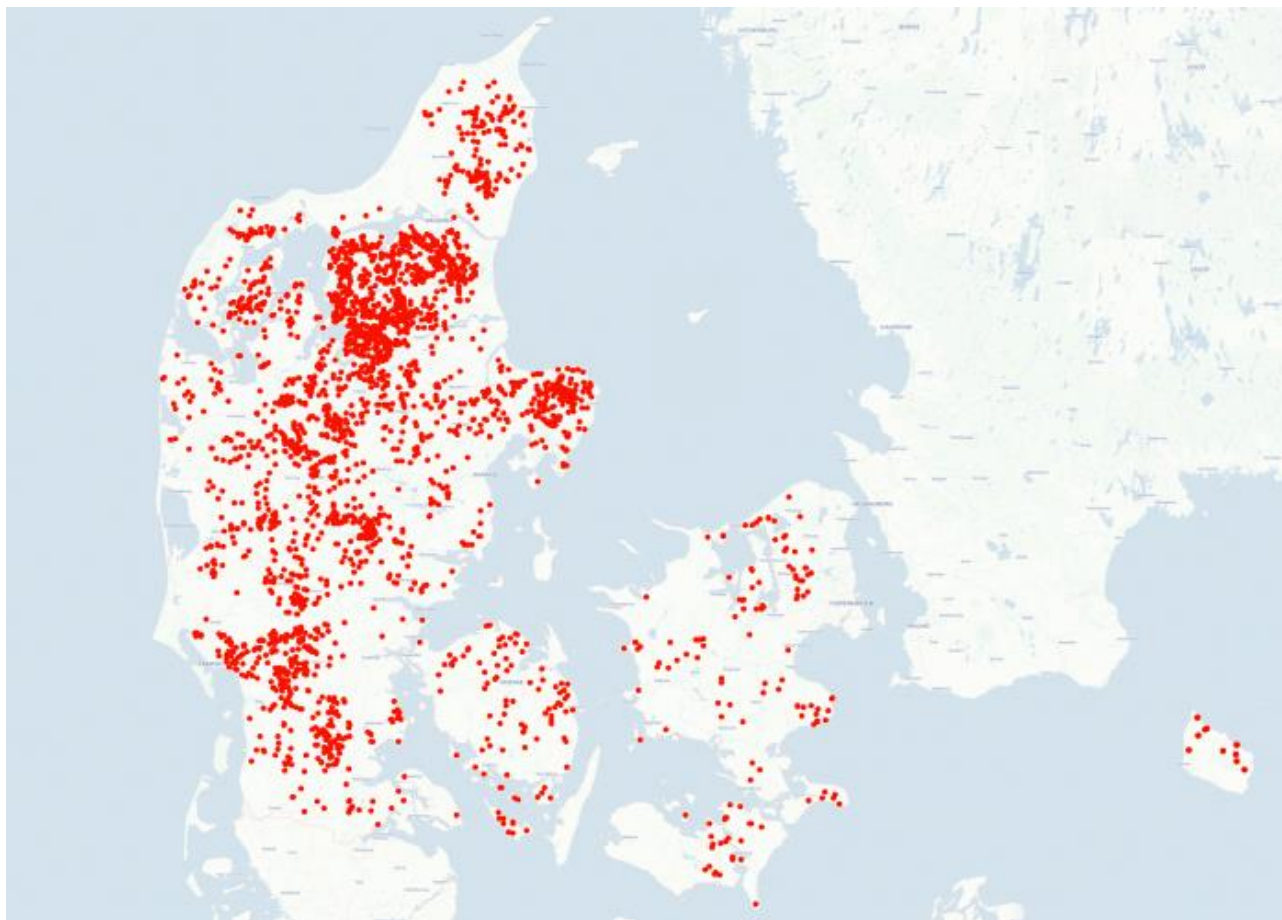
⁵ Illustration: Oliver Streich

- Nedenstående kort (figur 7 og 8) viser nitrat i vandforsyningsboringer og i private vanindvindingsanlæg.
Det ses, at forekomsten af nitrat i vandet er særlig høj i visse dele af Jylland. Hvordan kan dette forklares?



Figur 7: Koncentrationen af nitrat i vandværksboringer for perioden 2003-2007. Der må højest være 50 milligram nitrat pr. liter (mg/l), i drikkevand. Illustration: Carsten E. Thuesen, GEUS.⁶

⁶ <https://www.geus.dk/udforsk-geologien/laering-om-geologi/viden-om/viden-om-grundvand/vi-paavirker-grundvandet/>



Figur 8: Kortet viser fund af nitrat over grænseværdien på 50 milligram pr. liter i vandet fra små, private vandindvindingsanlæg, der forsyner 1-9 husstande. Informationerne er indsamlet med en robot i den offentligt tilgængelige database, Jupiter, som administreres af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS. GEUS angiver, at der findes i alt 40.454 aktive enkeltindvindingsanlæg for drikkevand. Kortet viser lokaliseringen af omkring 3.000 små indvindingsanlæg, hvor der gennem de seneste fem år er målt nitrat over grænseværdien.

Kilde: Data indsamlet fra GEUS, analyseret af kommunen.dk og Information. Kortet er bygget på OpenStreetMap⁷

- Giv bud på, hvad man kan gøre for at undgå den store udvaskning af nitrat til grundvandet, vandløb og søer

⁷ <https://www.information.dk/indland/2018/02/stadig-tryk-ved-danmarkskort-esben-lunde-larsen>

novo
nordisk
fonden



Region
Syddanmark



SDU 