

Vandmiljø & Friluftsliv  
J.nr. 2019 - 7822  
Ref. IDRAS  
Den 19. april 2021

## Metoderapport til beregning af kemiske trends i grundvandsforekomster

---

### Problemstilling

Miljøstyrelsen er ansvarlig for at vurdere den kemiske tilstand i de danske grundvandsforekomster, herunder identifikation af væsentlige og vedvarende opadgående tendenser, samt vending af disse, for forurenende stoffer i grundvandsforekomsterne. Forpligtelsen til at identificere tendenser, herefter trends, omfatter alle forekomster, hvor der er risiko for forurening.

Der er i vandområdeplan 2015-2021 kun beregnet trends for nitrat. Dette er udvidet til 48 stoffer og stofgrupper i vandområdeplan 2021-2027.

### Baggrund

Miljøstyrelsen er gennem grundvandsdirektivet<sup>1</sup> forpligtet til at identificere ”væsentlige og vedvarende opadgående tendenser og vending heraf” for relevante forurenende stoffer i grundvandsforekomsterne.

Det er vurderet, at relevante forurenende stoffer for trendberegningerne, er de samme som der er foretaget en kemisk tilstandsvurdering på i basisanalysen<sup>2</sup> og senere offentliggørelse af tilstandsvurdering for grundvand<sup>3</sup>.

Metoden for beregning af væsentlig og vedvarende opadgående trends og vending heraf er anvendt for følgende 48 stoffer og stofgrupper:

- Nitrat
- Sporstoffer (aluminium, arsen, bly, cadmium, krom, kobber, kviksølv, nikkel, zink)
- Sum af pesticider
- MFS: 37 stk. (1,1,1-trichlorethan, 1,1-dichlorethan, 1,1-dichlorethylen, 1,2-dichlorethan, 2,3-Dimethylphenol, 2,4-dimethylphenol, 2,5-dimethylphenol, 2,6-dimethylphenol, 2-methylphenol, 2-Propanol, 3,4-dimethylphenol, 3,5-dimethylphenol, 3-methylphenol, 4-methylphenol, benzen, chlorethan, chloroform, cis-1,2-dichlorethylen, cyanid-syreflygtigt, cyanid-total, dichlormethan, diethylether, ethylbenzen, m+p-xylen, methyl-isobutylketon, MTBE, naphtalen, o-xylen, phenol, sum chlorerede opløsningsmidler, sum PFAS, tetrachlorethylen, tetrachlormethan, toluen, trans-1,2-dichlorethylen, trichlorethylen, vinylchlorid).

---

<sup>1</sup> PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelse som ændret ved Kommissionens direktiv 2014/80/EU af 20. juni 2014.

<sup>2</sup> MiljøGIS for basisanalyse for vandområdeplaner 2021-2027:

<https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3basis2019>

<sup>3</sup> MiljøGIS for marine og grundvands tilstandsdata juli 2021:

<https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3tilstand2021>

## Datagrundlag

Vurderingen af trends for tilstedeværelsen af forurenende stoffer i grundvandsforekomsterne er foretaget på vandanalyser, registreret i den nationale boringsdatabase, Jupiter, i perioden 2001-2018 for nitrat og 2001-2019 for de resterende stoffer. Datagrundlaget består af de samme datatyper som anvendt ved de kemiske tilstandsvurderinger<sup>4,5,6,7</sup>.

For chlorid er der i forbindelse med tilstandsvurderingen af den kvantitative tilstand, foretaget en analyse af trends, for grundvandsforekomster med en udnyttelsesgrad over 30 %, hvor risikoen for saltvands indtrængen er størst<sup>8</sup>.

Det var ikke muligt at vurdere en trend for stofferne PFAS og for grundvandsforekomster med forekomsts specifikke tærskelværdier.

## Metode

For at bestemme de stofspecifikke trends, analyseres udviklingen i forureningen mellem tre perioder. Det er som udgangspunkt samme metode, som brugt i vandområdeplan 2015-2021, hvor endnu en periode er tilføjet.

Denne metode er valgt, da der i en betydelig del af indtagene ikke er tilstrækkeligt med data til at gennemføre en statistisk analyse, som ville forudsætte længere, uafbrudte dataserier.

Der er anvendt følgende tre perioder:

Periode 1 (2001-2006),

Periode 2 (2007-2012) samt

Periode 3 (2013-2019 (2013-2018 for nitrat)).

Stofspecifikke trends bliver beregnet for alle grundvandsforekomster, der indeholder indtag med overskridelse større end 50% af stoffets tærskelværdi. Dette er valgt for at kunne identificere stofspecifikke opadgående trends, inden disse passerer et indhold på 75% stoffets tærskelværdi, da 75% overskridelse medfører en EU-forpligtigelse til at vende trenden.

Den efterfølgende liste gennemgår trinvis metoden for beregning af trends.

1. For hvert indtag og stof beregnes gennemsnitsværdien for hver af perioderne, som gennemsnit af årlige gennemsnit af koncentrationerne (MAM-værdier).
2. Udviklingen fra periode 1 til periode 2 samt fra periode 2 til periode 3 sammenlignes og opdeles efter følgende regler afhængig af udviklingen mellem disse perioder.
  - a. Kraftigt stigende, stigning mellem to perioder på mere end 10 % af tærskelværdien
  - b. Svagt stigende, stigning mellem to perioder på 2-10 % af tærskelværdien
  - c. Stabil, stigning eller fald mellem to perioder på 2 % under tærskelværdien
  - d. Svagt faldende fald 2-10 % af tærskelværdien

---

<sup>4</sup> Dokumentationsrapport, Nitrattilstand for grundvandsforekomster, metode udvikling – GEUS rapport 2019/6

<sup>5</sup> Udvikling af metode til vurdering og gennemførelse af vurderinger af de danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand for pesticider – GEUS rapport 2021/15

<sup>6</sup> Udvikling af metode til vurdering af grundvandsforekomsters kemiske tilstand for udvalgte uorganiske sporstoffer og salte – GEUS rapport 2021/19

<sup>7</sup> Bjerg, P. L., Broholm, M. M., Floks, F., Bøllingtoft, A. B., Thorling, L., Møller, I., Nielsen, T. Ø., & Harder, D. B. (2021). Vurdering af de danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand for MFS: Metodeudvikling og resultater. DTU Miljø, Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

<sup>8</sup> Konsolidering af kvantitativ tilstandsvurdering for danske grundvandsforekomster i potentiel ringe tilstand på basis af ekspertvurdering – GEUS rapport 2021/2

- e. Kraftigt faldende, fald mere end 10 % af tærskelværdien.
3. Indtag med kraftigt stigende indhold i periode 2 til periode 3, tilskrives en væsentlig og vedvarende opadgående trend.
4. Indtag med kraftigt stigende indhold i periode 1 til 2 samt kraftigt faldende indhold i periode 2 til 3 tilskrives en væsentlig og vedvarende opadgående trend, hvor trenden er vendt.
5. For de indtag, hvor der ikke er data tilgængelig i periode 2, bliver der beregnet en trend for periode 1 til 3 i stedet.
6. Væsentlige og vedvarende opadgående trends, er sammenfattet for de grundvandsforekomster, hvor 20 % eller flere af de undersøgte indtag viser en kraftigt stigende trend i periode 2 til 3. En vending af trend for en grundvandsforekomst er påvist, hvis 20% eller flere af de undersøgte indtag viser en kraftigt stigende trend i periode 1 til 2, og 20% eller flere indtag viser en kraftigt faldende trend i periode 2 til 3. Der skal bemærkes, at den kraftigt faldende trend skal findes blandt de indtag, der viste en kraftigt stigende trend i periode 1 til 2. Fælles for kategoriseringen af de væsentlige og vedvarende opadgående trends og vending heraf er, at det kun rapporteres, når MAM-værdien for stigningen er  $\geq 75\%$  af tærskelværdien.

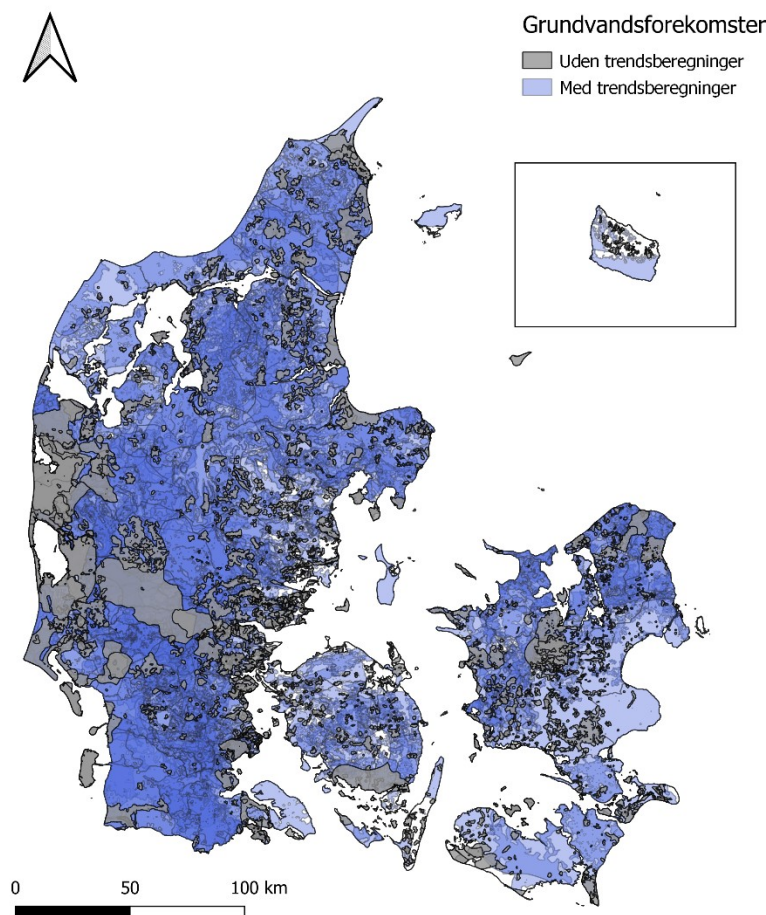
Se bilag 1, for råkode af metoden brugt til beregning af trend, foretaget i R og Rstudio.

## Resultater

Det var ikke muligt at beregne trends for summen af PFAS, da der kun indgik datapunkter i periode 3. Det var endvidere ikke muligt at beregne trends for grundvandsforekomster med forekomstspecifikke tærskelværdier. Det var blandt andet på baggrund af, at der for en enkelt forekomst kan være indtag der har en specifik tærskelværdi og indtag hvor den nationalt fastsatte tærskelværdi er gældende. Ydermere er der en række indtag, som i overvågningsperioden skifter tærskelværdi, som en funktion af ændret pH eller oxidationsforhold. Det har ikke været muligt at opstille en pålidelig model, som kan tage højde for ovenstående uregelmæssigheder, uden enten at over- eller underestimere de beregnede trends.

Der kunne beregnes trend for 374 grundvandsforekomster, svarende til 91,92% af grundvandsvolumenet. 1676 ud af de i alt 2050 forekomster i Danmark indgår ikke i trendanalysen, svarende til 8,08 % af grundvandsforekomstvolumenen. Som det kan ses på kortet i figur 1, er det hovedsageligt de mindre forekomster, der ikke har trendberegninger.

Grundvandsforekomsterne uden trendberegninger er jævnt fordelt over hele landet. Der er dog nogle større forekomster, særligt i Vestjylland, der mangler tendensberegninger. Der er ikke undersøgt specifikt, hvorfor disse forekomster ikke har en tendensberegning, men fælles for dem er, at de ikke har målinger, der kvalificerer dem til at indgå i beregningen.



**Figur 1: Den geografiske fordeling af grundvandsforekomster med og uden trendsberegninger. Grundvandsforekomster uden trendberegninger er præsenteret med grå farve. Grundvandsforekomster med trendberegninger er præsenteret med blå farve.**

22 af grundvandsforekomsterne med trendberegninger er kategoriseret med en stigende eller vending af trend for en til flere stoffer eller stofgrupper.

I tabel 1, er antallet af grundvandsforekomster med trendberegninger præsenteret på stof- eller stofgruppeniveau, sammen med den procentvise andel af det samlede grundvandforekomsts areal og volumen. Desuden er der i tabel 1 også præsenteret antallet af forekomster med en kraftigt stigende trend og vending af trend.

Der er i alt 14 grundvandsforekomster med en kraftig stigende trend. De repræsenterer 4,27 % af det samlede grundvandsvolumen.

Der er i alt 8 forekomster med vending af trend, der repræsenterer 1,11 % af det samlede grundvandsvolumen.

### **Resultater af trendberegningen fordelt på stof- eller stofgruppeniveau**

**Tabel 0.1: Antallet af grundvandsforekomster med trendberegninger på stofgruppeniveau, sammen med den procentvise andel af det samlede grundvandsforekomstareal og volumen.**

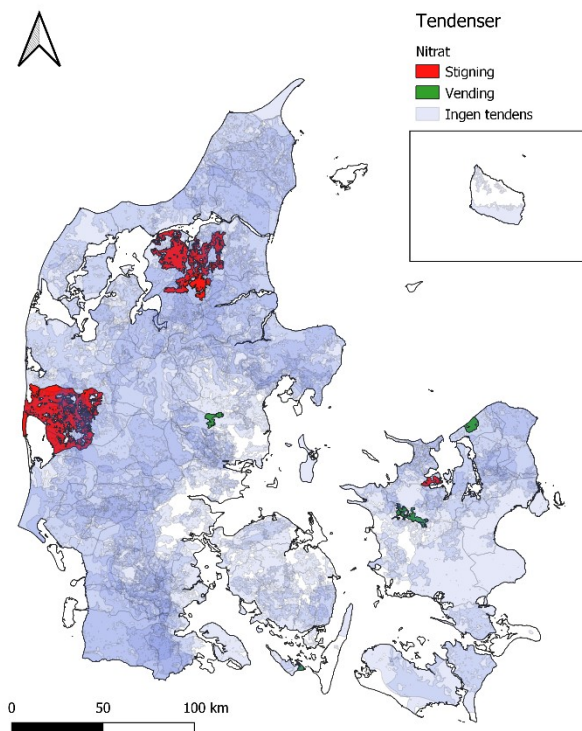
Stofgrupper	Forekomster med trendberegning	Kraftigt stigende trends	Vending af trends
-------------	--------------------------------	--------------------------	-------------------

	Forekomster [n]	Areal [%]	Volumen [%]	Forekomster [n]	Areal [%]	Volumen [%]	Forekomster [n]	Areal [%]	Volumen [%]
Nitrat	229	68,42	71,67	3	1,24	0,49	4	0,12	0,06
Sum pesticider	193	61,04	62,36	3	0,5	0,21	-	-	-
<b>MFS</b>									
BTEXN	202	58,52	59,92	-	-	-	-	-	-
Chlorerede opløsningsmidler	172	54,34	57,49	4	1,35	3,32	-	-	-
Cyanider	18	8,72	8,73	1	0,02	0,01			
MTBE	41	18,07	19,54	-	-	-	-	-	-
Phenoler	69	27,28	26,94	-	-	-	-	-	-
Vandopløselige stoffer	105	30,07	30,04	-	-	-	-	-	-
PFAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sporstoffer</b>									
Aluminium	103	35,1	48,5	1	0,29	0,14	3	0	1,05
Arsen	66	29,66	49,94	1	0,09	0,08	-	-	-
Cadmium	19	6,43	8,21	-	-	-	1	0,01	0,002
Chrom	100	42,04	49,22	-	-	-	-	-	-
Kobber	21	8,30	6,87	-	-	-	-	-	-
Kviksølv	1	0,15	0,07	-	-	-	-	-	-
Nikkel	171	53,93	66,01	2	0,03	0,03	-	-	-
Bly	100	42,04	49,22	-	-	-	-	-	-
Zink	104	44,54	46,75	-	-	-	-	-	-

Nedenfor er resultaterne præsenteret med udgangspunkt i de undersøgte stoffer og stofgrupper der oplever en stigning eller vending med geografisk placering for hvert stof eller stofgruppe.

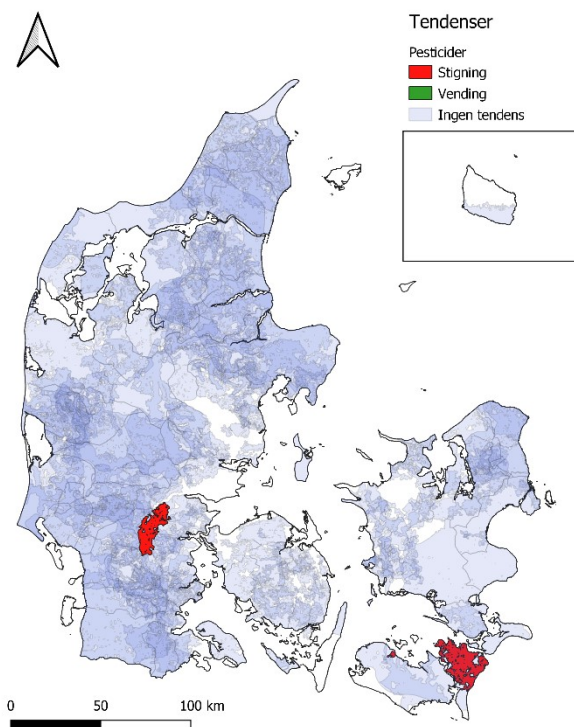
#### *Trendanalyse – Nitrat*

Der er i alt indgået 229 grundvandsforekomster i trendberegningen for nitrat. Disse forekomster udgør 68,42% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 71,67% af det samlede volumen. Ud af disse er der tre forekomster, der er kraftigt stigende i nitrat og fire, der har påvist vendte trends.



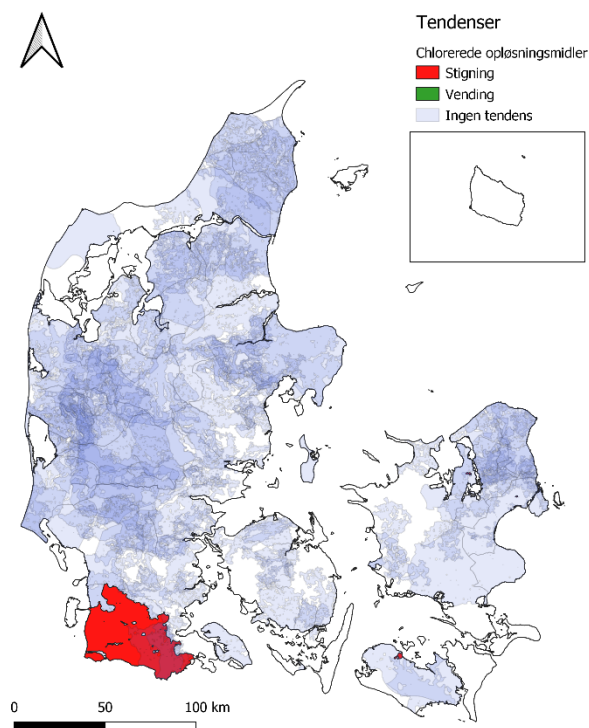
*Trendanalyse – Sum pesticider*

Der er i alt indgået 193 grundvandsforekomster i trendberegningen for pesticider. Disse forekomster udgør 61,04% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 62,36% af det samlede volumen. Ud af disse er der tre forekomster, der er kraftigt stigende i pesticider og ingen, der har påvist vendte trends.



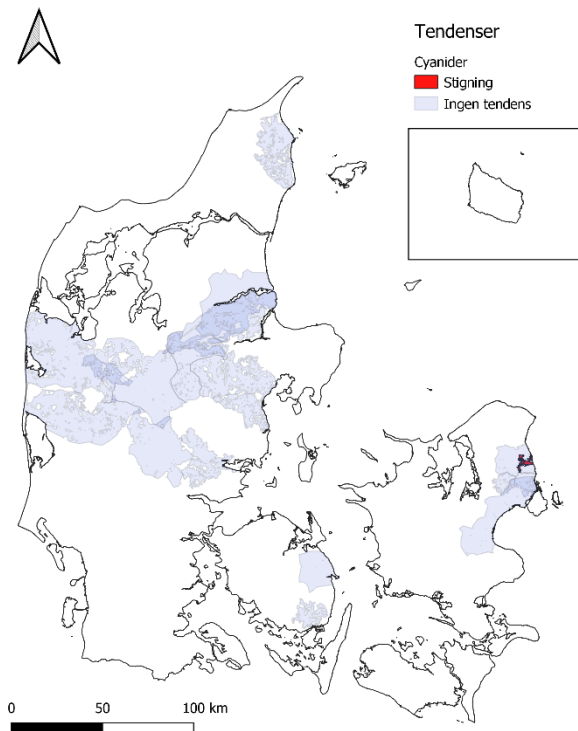
*Trendanalyse – MFS (Chlorerede opløsningsmidler)*

Der er i alt indgået 172 grundvandsforekomster i trendberegningen for chlorerede opløsningsmidler. Disse forekomster udgør 54,34% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 57,49% af det samlede volumen. Ud af disse er der 4 forekomster, der er kraftigt stigende i chlorerede opløsningsmidler og ingen, der har påvist vendte trends.



#### *Trendanalyse – MFS (Cyanider)*

Der er i alt indgået 18 grundvandsforekomster i trendberegningen for Cyanider. Disse forekomster udgør 8,72% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 8,73% af det samlede volumen. Ud af disse er der 1 forekomst, der er kraftigt stigende i cyanider og ingen, der har påvist vendte trends.



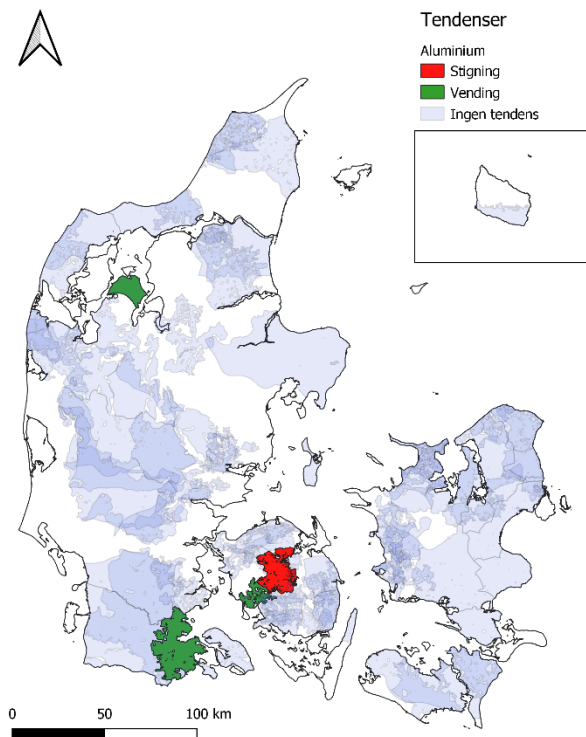
#### *Trendanalyse – MFS (MTBE)*

Der er i alt indgået 41 grundvandsforekomster i trendberegningen for MTBE. Disse forekomster udgør 18,07% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 19,54% af det samlede volumen. Ud af disse er der ingen forekomster, der er kraftigt stigende i MTBE og ingen, der har påvist vendte trends.

#### *Trendanalyse – Sporstoffer (Aluminium)*

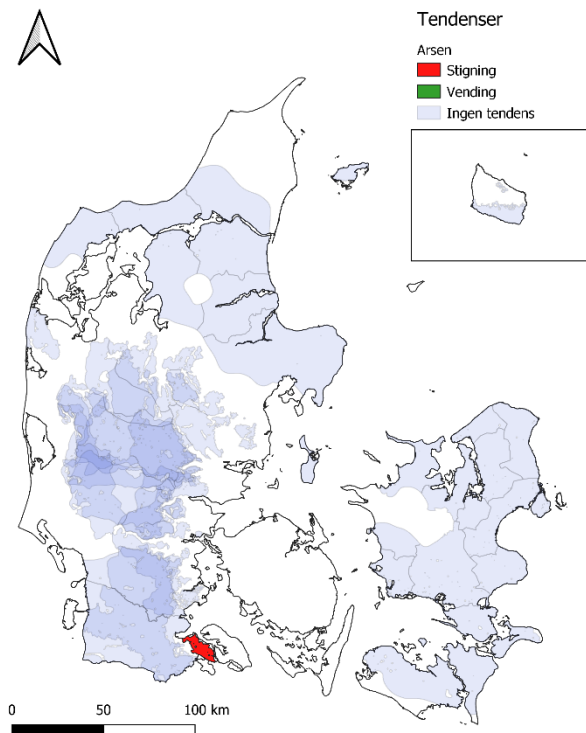
Der er i alt indgået 103 grundvandsforekomster i trendberegningen for aluminium. Disse forekomster udgør 35,1% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 48,5% af det samlede volumen. Ud af disse er der 1 forekomst, der er kraftigt stigende i aluminium og tre, der har påvist vendte trends.





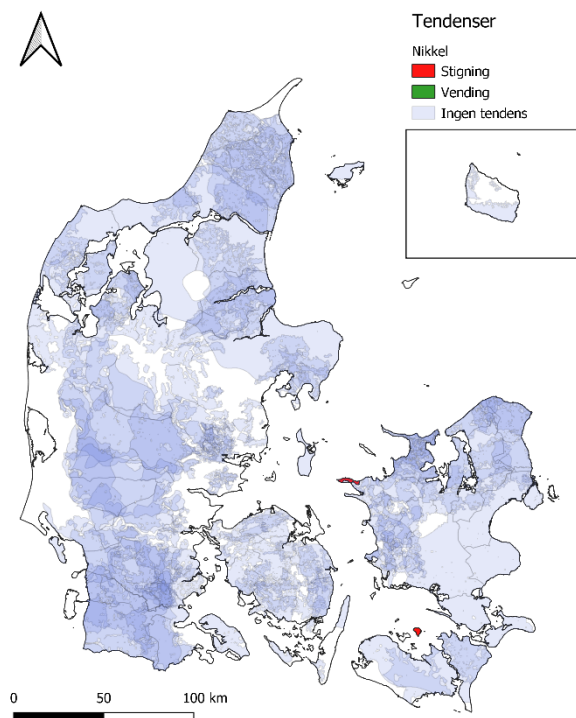
*Trendanalyse – Sporstoffer (Arsen)*

Der er i alt indgået 66 grundvandsforekomster i trendberegningen for arsen. Disse forekomster udgør 29,66% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 49,94% af det samlede volumen. Ud af disse er der 1 forekomst, der er kraftigt stigende i arsen og ingen, der har påvist vendte trends.



*Trendanalyse – Sporstoffer (Nikkel)*

Der er i alt indgået 171 grundvandsforekomster i trendberegningen for nikkel. Disse forekomster udgør 53,93% af det samlede grundvandsareal i Danmark og 66,01% af det samlede volumen. Ud af disse er der to forekomster, der er kraftigt stigende i nikkel og ingen, der har påvist vendte trends.



### **Resultater af trendberegningerne fordelt på specifikke grundvandsforekomster**

I tabel 2 er de specifikke grundvandsforekomster præsenteret, hvor der er en stigning eller vending af trend, hvor der for hver forekomst er præsenteret hvilke stoffer eller stofgrupper der forårsager stigningen eller vendingen.

**Tabel 0.2: Specifikke grundvandsforekomster med stigende trend eller vending heraf på stof- eller stofgruppeniveau.**

	<b>Kraftig stigende trend</b>	<b>Vending af trend</b>
<b>Vandområdedistrikt 1 – Jylland og Fyn</b>		
dkmf_1242_ks	-	Nitrat
dkmf_1304_ks	-	Aluminium
dkmf_1344_ks	Aluminium	-
dkmj_1000_ks	Nitrat	-
dkmj_1061_ps	Cis-1,2-dichlorethylen	-
dkmj_12_ks	-	Nitrat
dkmj_152_ks	Nitrat	-
dkmj_258_ks	-	Cadmium
dkmj_816_ps	Arsen	
dkmj_952_kalk	-	Aluminium

dkmj_965_ks	-	Aluminium
dkmj_991_ks	SUM pesticider	-
Vandområdedistrikt 2 - Sjælland		
dkms_3001_ks	SUM pesticider	-
dkms_3091_ks	Cyanid_total	-
dkms_3111_ks	Nitrat	-
dkms_3294_ks	Cis-1,2-dichlorethylen, Trans-1,2-dichloethylen, Vinylchlorid, Sum chlorerede	-
dkms_3398_ks	SUM pesticider, Vinylchlorid	-
dkms_3423_ks	Vinylchlorid	-
dkms_3427_ks	Nikkel	-
dkms_3606_kalk	Nikkel	-
dkms_3616_ks	-	Nitrat
dkms_3661_ks	-	Nitrat



```

dxy <- select(d, XUTM32EUREF89, YUTM32EUREF89, ID)

# Udvælg kun de relevante kolonner fra datasættet
d <- select(d, ID, DGUNR, GVFOREKOM,
           PROEVEDATO, MAENGDE, STOFNAVN, STOFKODE)

# Tilpas dato for at senere udvælgelse på år er mulig
d$DATE <- as.Date(d$PROEVEDATO, "%d-%m-%Y %H:%M:%S") # min "2001-01-02 max "2018-
12-28"
d$YEAR <- as.numeric(format(d$DATE, "%Y"))

### check stofnavn/nr (denne vil vise om du har flere stoffer end de udvalgte)
compounds <- count(d, STOFNAVN)

# ekskluder negative værdier (n=2.050.250) #35.410 obs
d <- filter(d, MAENGDE >0)

## tilføj boringstype til datasættet
datatype$ID <- paste(datatype$BORID, datatype$INDTAGSNR, sep="_") # make a new ID from
BORID and INDTAGSNR

datatype <- select(datatype, ID, DATATYPE)
datatype <- distinct(datatype)

#####
# FIND GVF MED MÅLINGER STØRRE END 50% AF TÆRSKELVÆRDI #
#####

d2 <- d %>%
  group_by(ID, YEAR) %>%
  summarise(mean=round(mean(MAENGDE, na.rm=TRUE), 3)) %>%
  spread(YEAR, mean) #6629 obs

#Filtrerer på årgennemsnittet, med målinger >50% af tærskelværdien (0,25 ug/L) # 1956 obs.
d50 <-
filter(d2, `2001`>(tv/2)|`2002`>(tv/2)|`2003`>(tv/2)|`2004`>(tv/2)|`2005`>(tv/2)|`2006`>(tv/2)|`2007`>(t
v/2)|`2008`>(tv/2)|`2009`>(tv/2)|`2010`>(tv/2)|`2011`>(tv/2)|`2012`>(tv/2)|`2013`>(tv/2)|`2014`>(tv/2)|
`2015`>(tv/2)|`2016`>(tv/2)|`2017`>(tv/2)|`2018`>(tv/2)|`2019`>(tv/2))

# Link d50 med GVF
intake <- d %>%
  select(ID:GVFOREKOM) %>% # get only the intake-info
  distinct() # remove duplicated rows

d50 <- left_join(d50, intake, by="ID")

# Lav nyt datasæt med alle målingerne i de GVF der blev udvalgt i d2

d2 <- d %>%
  filter(GVFOREKOM %in% d50$GVFOREKOM) #33.885 obs

```

```

# Årligt mean (6.147 obs.)
d2 <- d2 %>%
  group_by(ID, YEAR) %>%
  summarise(mean=round(mean(MAENGDE, na.rm=TRUE), 3)) %>%
  spread(YEAR, mean)

d2 <- left_join(d2, intake, by="ID")

# Lav MAM-værdier for de 3 perioder: 1) 2001-2006, 2) 2007-2012 and 3)2013-2019.
d2$period_1 <- round(rowMeans(d2[,2:7], na.rm=TRUE),3)
d2$period_2 <- round(rowMeans(d2[,8:13], na.rm=TRUE),3)
d2$period_3 <- round(rowMeans(d2[,14:20], na.rm=TRUE),3)

# Hvor mange indtag findes i hver grundvandsforekomst
gvf_n_ID2 <- d2 %>%
  group_by(GVFOREKOM) %>%
  summarise(ID_n=n_distinct(ID)) #272 obs

# Fremsøg GVF med mindst 5 indtag
gvf_min5xID <- filter(gvf_n_ID2, ID_n >=5) #193 obs

# Udvælg GVF med mindst 5 indtag i datasættet
d2 <- filter(d2, GVFOREKOM %in% gvf_min5xID$GVFOREKOM) #5.968 obs

# Eksporter fil med årsgns og MAM
write.csv2(d2, "årsgns_MAM.csv")

#####
# Indsæt kategorier for koncentrationsgrad og beregn trends #
#####

# Vælg kun relevante felter fra d2
d3 <- select(d2, ID, DGUNR, GVFOREKOM, period_1, period_2, period_3)

# Tilføj kategori for periode 1, 2, 3 med ">=75% TV" eller "<75% TV"

d3$above_below_p1 <- ifelse(d3$period_1 >= (tv*0.75), ">=75% TV", "<75% TV")
d3$above_below_p2 <- ifelse(d3$period_2 >= (tv*0.75), ">=75% TV", "<75% TV")
d3$above_below_p3 <- ifelse(d3$period_3 >= (tv*0.75), ">=75% TV", "<75% TV")

## Tilføj kategori for periode 1-2 ud fra ovenstående kategori

#Hvis periode 1 eller 2 har værdi >=75%, indsæt >=75% i ny kolonne
d3$above_below_12 <- ifelse(d3$above_below_p1 == ">=75% TV" | d3$above_below_p2 ==
">=75% TV", ">=75% TV", NA)
# Hvis periode 1 og 2 har <75%, indsæt <75% i ny kolonne
d3$above_below_12 <- ifelse(d3$above_below_p1 == "<75% TV" & d3$above_below_p2 ==
"<75% TV", "<75% TV", d3$above_below_12)

```

```

# Hvis periode 1 har <75% periode 2 har NA, indsæt <75% i ny kolonne
d3$above_below_12 <- ifelse(d3$above_below_p1 == "<75% TV" &
is.na(d3$above_below_p2)==TRUE , "<75% TV", d3$above_below_12)
# Hvis periode 2 har <75% periode 1 har NA, indsæt <75% i ny kolonne
d3$above_below_12 <- ifelse(d3$above_below_p2 == "<75% TV" &
is.na(d3$above_below_p1)==TRUE , "<75% TV", d3$above_below_12)

# Tilføj kategori for periode 2-3 ud fra ovenstående kategori

d3$above_below_23 <- ifelse(d3$above_below_p2 == ">=75% TV" | d3$above_below_p3 ==
">=75% TV", ">=75% TV", NA)
d3$above_below_23 <- ifelse(d3$above_below_p2 == "<75% TV" & d3$above_below_p3 ==
"<75% TV", "<75% TV", d3$above_below_23)
d3$above_below_23 <- ifelse(d3$above_below_p2 == "<75% TV" &
is.na(d3$above_below_p3)==TRUE , "<75% TV", d3$above_below_23)
d3$above_below_23 <- ifelse(d3$above_below_p3 == "<75% TV" &
is.na(d3$above_below_p2)==TRUE , "<75% TV", d3$above_below_23)

# beregn procentvis forskel i koncentration mellem 2 perioder: dif_1=period2-period1,
dif_2=period3-period2

d3$dif_1 <- (d3$period_2-d3$period_1)/d3$period_1
d3$dif_2 <- (d3$period_3-d3$period_2)/d3$period_2

# kategorisér trend for dif1
d3$dif_class_1 <- ifelse(d3$dif_1 > 0.10, "kraftig stigende", NA)
d3$dif_class_1 <- ifelse(d3$dif_1 <= 0.10 & d3$dif_1 > 0.02, "svagt stigende", d3$dif_class_1)
d3$dif_class_1 <- ifelse(d3$dif_1 <= 0.02 & d3$dif_1 >= -0.02, "stabilt", d3$dif_class_1)
d3$dif_class_1 <- ifelse(d3$dif_1 < -0.02 & d3$dif_1 >= -0.10, "svagt faldende", d3$dif_class_1)
d3$dif_class_1 <- ifelse(d3$dif_1 < -0.10, "kraftigt faldende", d3$dif_class_1)

# kategorisér trend for dif2
d3$dif_class_2 <- ifelse(d3$dif_2 > 0.10, "kraftig stigende", NA)
d3$dif_class_2 <- ifelse(d3$dif_2 <= 0.10 & d3$dif_2 > 0.02, "svagt stigende", d3$dif_class_2)
d3$dif_class_2 <- ifelse(d3$dif_2 <= 0.02 & d3$dif_2 >= -0.02, "stabilt", d3$dif_class_2)
d3$dif_class_2 <- ifelse(d3$dif_2 < -0.02 & d3$dif_2 >= -0.10, "svagt faldende", d3$dif_class_2)
d3$dif_class_2 <- ifelse(d3$dif_2 < -0.10, "kraftigt faldende", d3$dif_class_2)

# formatter felter fra tekst til faktor
d3$GVFOREKOM <- as.factor(d3$GVFOREKOM)
d3$dif_class_1 <- factor(d3$dif_class_1, exclude=NULL)
d3$dif_class_2 <- factor(d3$dif_class_2, exclude=NULL)

### Beregninger for p13 ###

#Behold kun data med målinger i periode 1+3
d13 <- subset(d3, d3$period_2=="NaN") #4200 obs
d13 <- subset(d13, d13$period_1!="NaN" & d13$period_3!="NaN") #135 obs

```

```

# Tilføj kategori for periode 1-3 ud fra ovenstående kategori

#Hvis periode 1 eller 3 har værdi >=75%, indsæt >=75% i ny kolonne d13$above_below_13 <-
ifelse(d13$above_below_p1 == ">=75% TV" | d13$above_below_p3 == ">=75% TV", ">=75% TV",
NA)
# Hvis periode 1 og 3 har <75%, indsæt <75% i ny kolonne
d13$above_below_13 <- ifelse(d13$above_below_p1 == "<75% TV" & d13$above_below_p3 ==
"<75% TV", "<75% TV", d13$above_below_13)
# Hvis periode 1 har <75% periode 3 har NA, indsæt <75% i ny kolonne
d13$above_below_13 <- ifelse(d13$above_below_p1 == "<75% TV" &
is.na(d13$above_below_p2)==TRUE , "<75% TV", d13$above_below_13)
# Hvis periode 3 har <75% periode 1 har NA, indsæt <75% i ny kolonne
d13$above_below_13 <- ifelse(d13$above_below_p2 == "<75% TV" &
is.na(d13$above_below_p1)==TRUE , "<75% TV", d13$above_below_13)

# beregn forskellen i koncentration mellem periode 1-3: dif_3=period3-period1

d13$dif_3 <- (d13$period_3-d13$period_1)/d13$period_1

# kategorisér for dif3
d13$dif_class_3 <- ifelse(d13$dif_3 > 0.10, "kraftig stigende", NA)
d13$dif_class_3 <- ifelse(d13$dif_3 <= 0.10 & d13$dif_3 > 0.02, "svagt stigende", d13$dif_class_3)
d13$dif_class_3 <- ifelse(d13$dif_3 <= 0.02 & d13$dif_3 >= -0.02, "stabil", d13$dif_class_3)
d13$dif_class_3 <- ifelse(d13$dif_3 < -0.02 & d13$dif_3 >= -0.10, "svagt faldende",
d13$dif_class_3)
d13$dif_class_3 <- ifelse(d13$dif_3 < -0.10, "kraftigt faldende", d13$dif_class_3)

#Udvælg relevante kolonner i d13 til grunddata (d3)
d13 <- select(d13, ID, above_below_13, dif_3, dif_class_3 )

#Indsæt trends for periode 1-3 til grunddata (d3)
d3 <- left_join(d3, d13, by="ID")

#Sorter rækkefølge til eksportering
d3 <- select(d3, ID, DGUNR, GVFOREKOM, period_1, period_2, period_3, above_below_p1,
above_below_p2, above_below_p3, above_below_12, above_below_23, above_below_13,
dif_1,dif_2,dif_3, dif_class_1, dif_class_2, dif_class_3)

d3xy <- left_join(d3, dxy, by="ID") %>%
distinct() # remove duplicated rows

# Eksporter fil med trends
write.csv2(d3, "d3_trends.csv")
write.csv2(d3xy, "d3xy_trends.csv")
# END #

```