

# Grundvandets kemiske tilstandsvurdering Vandområdeplan 2015-2021- data og metodevalg

Kemisk tilstand af danske grundvandsforekomster,  
samlet rapportering

Lærke Thorling & Brian Sørensen

# **Grundvandets kemiske tilstandsvurdering Vandområdeplan 2015-2021 - data og metodevalg**

Kemisk tilstand af danske grundvandsforekomster,  
samlet rapportering

Udarbejdet for Naturstyrelsen

Lærke Thorling & Brian Sørensen

# Indholdsfortegnelse

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>3</b>
<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>1. Datagrundlag og metoder</b>	<b>5</b>
1.1 Data tilknyttet grundvandsforekomster .....	5
<b>2. Kemisk tilstandsvurdering</b>	<b>6</b>
2.1 Metode for test "Den generelle kvalitet i grundvandsforekomsterne" .....	6
2.2 Kriterier for udtræk og håndtering af data .....	8
2.3 Beregning af tilstand .....	9
2.4 Beregning af supplerende tilstand (<5 indtag) .....	10
<b>3. Baggrundsværdier</b>	<b>11</b>
3.1 Opgaveløsning.....	11
3.2 Fastsættelse af kemisk tilstand under hensyntagen til de naturlige baggrundsværdier.	15
3.3 Diskussion af de fundne naturlige baggrundsværdier .....	17
<b>4. Beregning af trends</b>	<b>19</b>
4.1 Stofspecifik trend .....	21
4.2 Samlet trend på forekomstniveau .....	21
<b>5. Referencer</b>	<b>23</b>

## Bilag:

Bilag 1. Beskrivelse af søgekriterier og valg

Bilag 2. De anvendte parametre

Bilag 3. Bly i Grundvandsforekomst 1.2\_456\_16

Bilag 4. Tærskelværdier fastsat ud fra de naturlige baggrundsværdier

Appendix 1: Manual for kemisk tilstandsvurdering i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21

Appendix 2: Manual for kemisk tilstandsvurdering i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21

- Tillæg

# Indledning

Denne rapport beskriver, hvorledes der for Naturstyrelsen er udarbejdet et grundlag for vurderingen af grundvandsforekomsternes kemiske tilstand og udvikling til Vandområdeplanerne 2015-2021. Arbejdet er udført af GEUS i perioden fra april til december 2014.

Der er taget udgangspunkt i grundvandsforekomsterne afgrænset i 2014 /1/ samt data i JUPI-TER databasen for kemiske vandanalyser fra perioden 2000-2013.

Det bærende princip er, at karakteriseringen er foretaget maskinelt ved en veldokumenteret algoritme, således at resultatet til en hver tid er reproducerbart.

Udgangspunktet for arbejdet er de tests, som anbefales i EU kommissionens Guidance no. 18: Groundwater Status and Trends Assessment /2/.

Metodisk er der taget udgangspunkt i den metode, der blev anvendt ved en indledende analyse af grundvandets kemiske tilstand, som GEUS udførte i efteråret 2013 /3/. Her blev der udviklet værktøjer til illustrering af vandkvaliteten på stofparameterniveau for hver grundvandsforekomst, hvor fordelingen af koncentrationerne præsenteres grafisk.

GEUS og Naturstyrelsen har derpå udarbejdet to manualer (appendix 1 og 2), der beskriver de principper, der ligger til grund for karakteriseringen, og de nødvendige valg der er blevet truffet, for at kunne gennemføre projektet og håndtere de faglige udfordringer i det komplekse datamateriale, der stod til rådighed for opgaveløsningen.

Et nøglebegreb i karakteriseringen er **tærskelværdier og kvalitetskrav**/4/. Grundvandsdirektivet /4/ fastsætter specielt for nitrat og pesticider **kvalitetskrav**, der er identiske med drikkevandskriterierne på hhv. 50 mg/l og 0,1 µg/l, samt kravet på 0,5 µg/l for sum af pesticider. Disse værdier er de **kvalitetskrav**, som grundvandet i et givet målepunkt skal overholde for at der kan være god tilstand. Niveauerne for **tærskelværdierne** bygger i første omgang på **kravværdierne** i drikkevandsbekendtgørelsen /5/ og dermed drikkevandsdirektivet /6/. I det omfang de naturlige baggrundsværdier er højere end tærskelværdier baseret på drikkevandskvalitetskravene, er der fastsat **baggrundsværdier**, der fungerer som tærskelværdier i tilstandsvurderingen. Der anvendes i denne rapport begrebet **tærskelværdi** for alle kemiske stoffers kvalitetskrav.

Der er i behandling af data taget udgangspunkt i begrebet *boringsindtag*, hvilket som hovedregel betyder, det filter i en boring som prøven stammer fra. En del boringer indeholder mere end et indtag, idet der kan være flere indtag placeret i forskellig dybde i samme boring. I åbentstående kalkboringer er der dog ikke noget filter, men et indtag via et åbent hul i kalken forbundet til et forerør.

# 1. Datagrundlag og metoder

## 1.1 Data tilknyttet grundvandsforekomster

Der er i alt udpeget 402 grundvandsforekomster i 2014 /1/. Heraf kunne der for 375 grundvandsforekomster tilknyttedes mindst et boringsindtag i JUPITER, og heraf havde 284 grundvandsforekomster tilknyttet mindst én vandanalyse udtaget i perioden 2000-2013. Data i disse 284 forekomster danner således vidensgrundlaget for den kemiske tilstandsvurdering.

261 grundvandsforekomster har mindst én vandanalyse i periode 2 (2007-2013) hvoraf 76 grundvandsforekomster har mindre end 5 indtag med analyser. For disse inddrages også data fra periode 1 (2000-2006). Disse grundvandsforekomster har derfor gennemgået en tilstandsvurdering, der bygger på en længere tidsperiode end de øvrige forekomster, og har derfor en større usikkerhed på tilstandsvurderingen.

For 156 forekomster var der datagrundlag for at vurdere udviklingen i den kemiske tilstand (trends), i kraft af forekomster med indtag, hvor der er analyser både i periode 1 (2000-2006) og periode 2 (2007-2013). For 22 af disse grundvandsforekomster er der mindre end 5 indtag med analyser i den samlede periode (2000-2013) og derfor har vurderingen af trenden en større usikkerhed.

Som nævnt i indledningen er alle grundvandsforekomster i hele landet, hvor der eksisterer et tilstrækkeligt datagrundlag i JUPITER, vurderet efter ensartede metoder og på en så vidt mulig automatiseret algoritme. Dette er sket ved hjælp af maskinelle procedurer, der er dokumenteret i appendix 1.

For grundvandsforekomster med utilstrækkelige data er der efterfølgende (appendix 2) foretaget en særlig vurdering, ligeledes maskinelt, så der skelnes mellem en tilstand der er mere eller mindre sikkert fastlagt i de resulterende GIS temaer.

Repræsentativiteten mht. geografisk fordeling er vurderet. Det blev vurderet, at en geografisk jævn fordeling af boringer ikke forekommer i Danmark, men at geografisk jævnt fordelte boringer på den anden side heller ikke er nogen garanti for repræsentativitet, da boringerne også vil repræsentere forskellige dybder og geologiske lag. Derfor arbejdes med fordelingsfunktioner indenfor hver forekomst og hvert stof på basis af aritmetiske gennemsnit på indtagsniveau.

## 2. Kemisk tilstandsvurdering

### De gennemførte tests i relation til "Guidance no. 18"/2/

For hver grundvandsforekomst er den kemiske tilstand vurderet med hensyn til følgende risici:

- a) Saltvandsindtrængning: Nærværende projekt genererer data til den kemiske vurdering af saltvandsindtrængningen med data for klorid og ionbytning.
- b) Påvirkning af overfladevand: Det vurderes generelt, at der ikke er data til vurdering af grundvandets påvirkning af overfladevand.
- c) Grundvandsafhængige terrestriske økosystemer: Det vurderes generelt, at der ikke er data hertil.
- d) Beskyttede drikkevandsforekomster: Gælder hele Danmark og indgår i den generelle kemiske vurdering.
- e) Den generelle kemiske tilstand i grundvandsforekomsterne

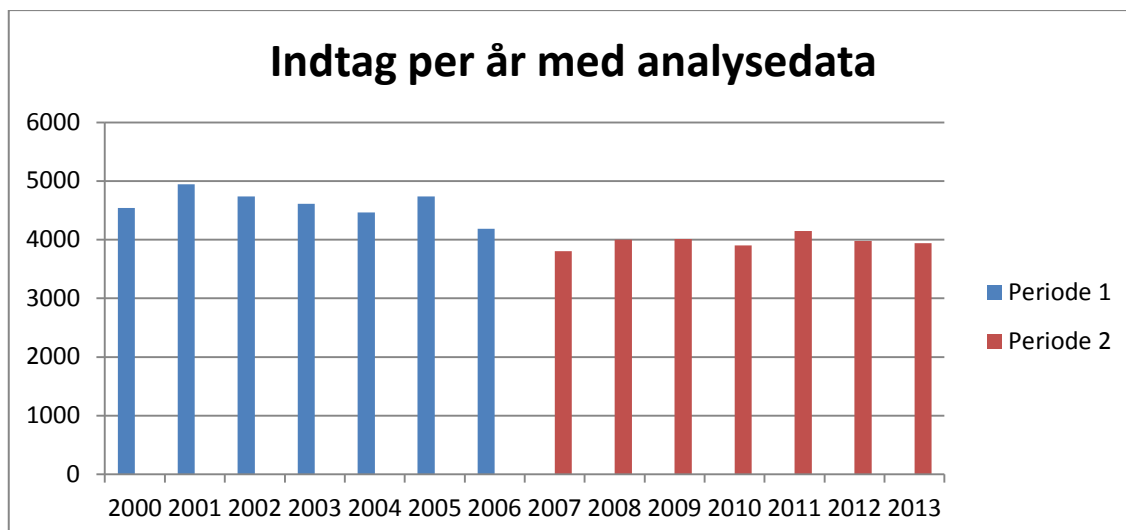
Da der ikke er kendskab til, i hvilket omfang grundvand påvirker overfladevandet og grundvandsafhængige terrestriske økosystemer, kan der ikke fastsættes tærskelværdier herfor. Alle tærskelværdier er derfor fastsat med udgangspunkt i grundvandets potentielle anvendelse til drikkevand.

Alle vurderinger tager udgangspunkt i indtagsniveau. Metoden er beskrevet i appendix 1. En del af dette gentages nedenfor for at lette forklaringen på det udførte arbejde.

### 2.1 Metode for test "Den generelle kvalitet i grundvandsforekomsterne"

Alle kemiske data er udtrukket fra JUPITER i juni 2014. Data er opdelt i periode 1 (2000 – 2006) og periode 2 (2007-2013).

Figur 1 viser antal indtag med analyser til rådighed for hvert år. Det fremgår at antallet af indtag med analyser er generelt lidt lavere i periode 2 end i periode 1.



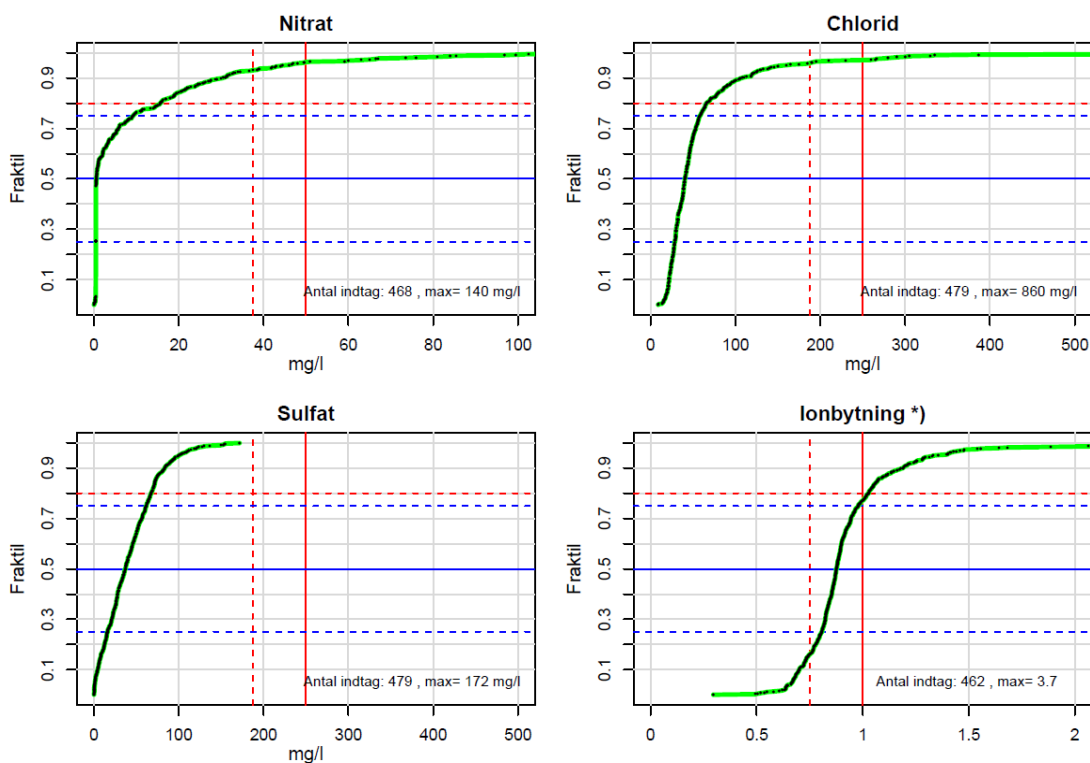
Figur 1. Antal indtag per år med analysedata. Blå er periode 1, røde er periode 2.

For alle grundvandsforekomster er der for de udvalgte parametre produceret en række figurer som vist i figur 2.

For hvert indtag (ofte eksisterer der kun et indtag per boring i en forekomst) beregnes som udgangspunkt for hvert stof middelværdien af de årlige middelværdier for seneste periode, dvs. periode 2, (2007-2013). Denne aggregerede værdi anvendes til beregning af en fordelingskurve. For detaljer om beregningen henvises til bilag 1.

Figureerne viser:

- Aritmetisk middelværdi af årlige middelværdier for alle indtag i forekomsten (punkterne)
- Tærskelværdien, rød lodret linje (grænseværdi ved afgang vandværk eller ledningsnet)
- 75 % af tærskelværdi, rød, stiplede lodret linje.
- Median og 25 og 75 % fraktil.
- 80 % fraktil, jf. Guidance no. 18 /2/ er vist med rød, vandret stiplede linje.



Figur 2. Eksempel på fordelingskurver. De røde, lodrette streger er tærskelværdierne, og de blå vandrette streger viser 25 %, 50 % og 75 % fraktiler. 80 % fraktile er vist med rød vandret, stiplede linje. Alle målinger er vist med små sorte prikker. På hver figur er angivet, hvor mange data, der er i forekomsten for det pågældende stof, og hvad den maximalt målte værdi er. Bemærk, at kun værdier op til 2 x tærskelværdien er vist, med mindre alle målinger er over tærskelværdien.

## 2.2 Kriterier for udtræk og håndtering af data

Samtlige grundvandsanalyser i JUPITER er anvendt uanset boringsanvendelsen, dvs. data fra GRUMO, vandværker, grundvandskortlægning, forureningsundersøgelser mv. De anvendte udtrækskriterier og valg er beskrevet i bilag 1.

Ud fra de nedenfor beskrevne kriterier, er der maskinelt "fastsat" en tilstandsvurdering, der anvendes til at producere datafiler, der igen er brugt til at generere kort over grundvandsforekomsternes kvalitet som hhv. "god", "ringe" og "ukendt".

- a) Perioden er som udgangspunkt periode 2 (2007-2013).  
Er der i en given forekomst < 5 indtag, hvor nitrat, ledningsevne og "maks. pesticid" (defineret i bilag 1) er analyseret/beregnet, suppleres med data fra periode 1, så den samlede periode bliver 2000-2013 for at inkludere tilstrækkelig mange analyser. Der vil på den måde indgå data fra begge perioder i tilstandsvurderingen, hvis der ikke er nok data i en grundvandsforekomst fra periode 2 (2007-2013). Hvis der heller ikke er til-



strækkelig mange data i den samlede periode (2000-2013), karakteriseres tilstanden som "ikke-viden".

- b) Bilag 2 viser de parametrene, der indgår i analysen. Der anvendes samleparametre for en række stoffer for at lette analysen. Fx beregnes det maksimale pesticidindhold i en prøve (højeste koncentration i prøven af et af enkeltstofferne). Denne værdi anvendes frem for de specifikke pesticider, for at vurdere om kravværdien er overholdt, da der er samme kravværdi til alle pesticider i analysen. Dette letter overskueligheden af den fortsatte analyse af tilstanden for grundvandsforekomsten. Værdien "sum af pesticider" anvendes ikke, da der ikke optræder prøver, hvor der alene er en overskridelse af kravet på "sum for pesticider" på 0,5 µg/l, uden at der samtidig er en overskridelse af kravet for enkeltstoffer på 0,1 µg/l.
- c) Som udgangspunkt anvendes alle indtag i JUPITER, der kan kobles til en grundvandsforekomst.
- d) Regionernes data for grundvandskvalitet indgår kun hvis de allerede ligger i JUPITER, da de data Regionerne selv ligger inde med ikke foreligger i de formater opgaven har krævet.

### 2.3 Beregning af tilstand

Ifølge Guidance no. 18 /2/skal tilstanden fastslås i forhold til om der arealmæssigt er overskridelser på 20 % af forekomsten. Det kan ikke i praksis lade sig gøre i Danmark, da det er svært at identificere et projektionsareal i forhold til grundvandsforekomsternes 3 dimensionale udbredelse under hensyntagen til forekomsternes volumen. Derfor er det valgt at se på om 20 % af indtagene overskrider tærskelværdien.

Fastlæggelse af tilstanden følger nedenstående procedure:

- a) Der skal være  $\geq 5$  indtag i forekomsten, ellers tildeles status "ikke-viden". Dette krav sikrer, at ét indtag højest udgør 20 % af data.
- b) Grundvandsforekomster med status "Ikke-viden", vurderes efterfølgende med en "supplerende tilstand" (se næste afsnit), hvor det vurderes om der er indikation på "god tilstand" eller "ringe tilstand", eller om der bliver tale om en grundvandsforekomst med "ukendt tilstand".
- c) Der er "ringe tilstand" når  $\geq 20$  % af indtagene overskrider tærskelværdien for én af de testede parametre, ellers er der "god tilstand".
- d) For hver grundvandsforekomst og for hvert stof fastsættes værdien +1, 0 eller -1 afhængig af, om der er fundet "god tilstand" ( $< 20$  % indtag med overskridelser), "ikke-viden ( $< 5$  indtag kan bedømmes)" eller "ringe tilstand" ( $\geq 20$  % indtag med overskridelser).
- e) Hvis "Ringe tilstand" optræder for mindst et stof, er der samlet "ringe tilstand" for grundvandsforekomsten.
- f) Hvis der kun optræder "Ikke viden", er der samlet set "ikke-viden".







- g) Både nitrat og pesticider skal have værdien "God tilstand", før der tildeles "god tilstand", men, alle andre parametre kan da tillades værdien "ikke-viden". Hvis data for nitrat og pesticider har værdien "ikke-viden", vil den samlede tilstand være "ikke-viden", uanset om alle andre parametre viser "god tilstand" eller ej.

## 2.4 Beregning af supplerende tilstand (<5 indtag)

Hvis der er < 5 indtag beregnes en samlet tilstand ud fra følgende kriterier:

1. Hvis ét eller flere stoffer har ringe tilstand, får forekomsten ringe tilstand -2 (det er valgt, at bruge -2 for at kunne skelne forekomster med relativt ringe datadækning fra forekomster med bedre datadækning)
2. Hvis der ingen data er, får forekomsten ukendt tilstand 0,1
3. Hvis ingen stoffer har ringe tilstand og mere end ét stof har god tilstand får forekomsten tilstanden +2 (igen for at kunne skelne forekomster med relativt ringe datadækning fra forekomster med bedre datadækning)

Resultatet er visualiseret i GIS med følgende farvekoder:

Tilstand	Kode	Farve
God tilstand	2	
	1	
Ukendt tilstand	0,1	
	0	
Ringe tilstand	-1	
	-2	

De lyse farvenuancer indikerer således, at der er mindre end 5 indtag, der indgår i bestemmelsen af tilstanden, mens de mørke farvenuancer indikerer at mindst 5 indtag indgår.

### 3. Baggrundsværdier

Der er beregnet naturlige baggrundsværdier for As, Ni, Al og NVOC. Herefter er tilstanden for forekomster, hvor den naturlige baggrundsværdi er større end drikkevandskvalitetskriterierne, revurderet, for at fastsætte nye tærskelværdier. Formålet hermed er, at undgå at udpege grundvandsforekomster i ringe tilstand på grund af naturligt højt indhold af disse stoffer. For Ni, Al, og As gælder, at indholdet af stofferne i grundvandet kan forøges ud over baggrundsniveauet fra de naturlige kilder ved forskellige menneskeskabte påvirkninger. Specielt for NVOC stammer grundvandets indhold af stoffet praktisk taget altid fra naturlige kilder og naturlig frigivelse til grundvandet, bort set fra lokale punktkilder som lossepladser mv. Men ændrede strømningsforhold i forbindelse med vandindvinding kan resultere i et stigende indhold af NVOC, der er udtryk for indtrængen af grundvand med en ringere vandkvalitet i de udnyttede vandressourcer. NVOC har derfor i relation til Vandområdeplanen, interesse som indikator på den kvantitative tilstand.

#### 3.1 Opgaveløsning

Alle vurderinger af den kemiske tilstand tager udgangspunkt i data på indtagniveau. Der er beregnet naturlige baggrundsværdier for stofferne NVOC, Al, As og Ni for hvert DK modellag /9/ i grupperede hovedvandoplande. Grupperingen af hovedvandoplandene er beskrevet nedenfor, se blandt andet figur 3.

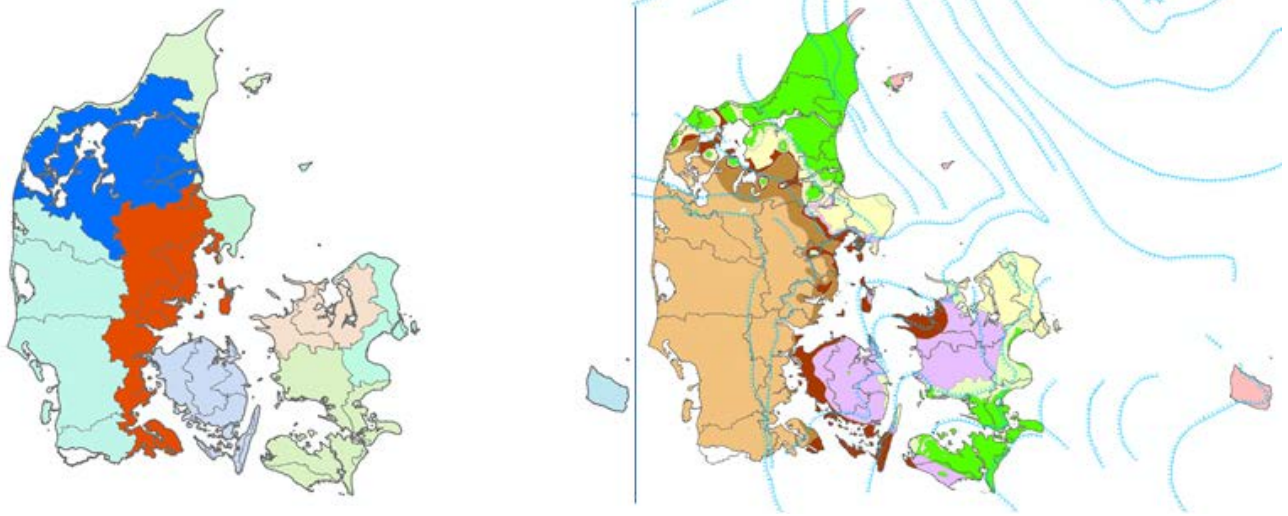
#### Fastsættelse af tærskelværdier ud fra naturlige baggrundsværdier

Guidance no. 18 /2/ anbefaler, at man anvender 90 % fraktilen af de målte værdier i ikke forurenede indtag i den enhed, hvortil der ønskes fastsat baggrundsværdier.

Naturlige baggrundsværdier (NBV) er fastsat for hvert modellag i DK modellen, for at sikre et geologisk ophæng. Derudover er de naturlige baggrundsværdier opdelt efter grupperede hovedvandoplande. Hovedvandoplandene repræsenterer til en vis grad forskelle i den geologiske variation i Danmark, herunder væsentlige isfremstød, sen- og postglaciale aflejringer i Nordjylland etc. Dette gør det muligt at gruppere og opnå en nogenlunde ensartet geologi inden for hver gruppe, herunder adskille de store øer, Fyn, Sjælland og Bornholm. Opdelingen fremgår af tabel 1.

Gruppenavn	Id	Planopland
Vadehavet	1.4	Nissum Fjord
	1.8	Ringkøbing Fjord
	1.10	Vadehavet
	4.1	Vidå-Kruså
Limfjorden	1.2	Limfjorden
	1.3	Mariager Fjord
Fyn	1.12	Lillebælt/Fyn
	1.13	Odense Fjord
	1.14	Storebælt
	1.15	Det sydfynske Øhav
Nordjylland	1.1	Nordlige Kattegat, Skagerrak
Isefjord	2.1	Kalundborg
	2.2	Isefjord og Roskilde Fjord
Køge Bugt	2.3	Øresund
	2.4	Køge Bugt
Bornholm	3.1	Bornholm
Djursland	1.6	Djursland
Østersøen	2.5	Smålandsfarvandet
	2.6	Østersøen
Jylland øst	1.5	Randers Fjord
	1.7	Århus Bugt
	1.9	Horsens Fjord
	1.11	Lillebælt/Jylland

*Tabel 1. Grupperingen af hovedvandområderne i de 10 grupper, der er brugt i beregningen af de naturlige baggrundsværdier.*



Figur 3. De 10 Hovedoplandsgrupper (til venstre) i relation til geologiske forhold, her Undergrundskort og israndslinjer (til højre)

Endelig er de naturlige baggrundsværdier fastsat for forskellige redoxforhold ud fra nitratindholdet (nitratholdigt eller nitratfrit grundvand/  $\geq 1$  mg/l nitrat eller  $< 1$  mg/l nitrat ). Figur 3 viser de grupperede hovedoplande og relationen til geologiske forhold.

Alle indtag, hvor der er en kendt risiko for, at punktkilder påvirker grundvandskvaliteten, er sorteret fra før analysen. Det er sket ud fra prøvens projektkode i JUPITER, således at hvis der blot én gang er taget en prøve, hvor formålskoden indikerer, at indtaget har indgået i en undersøgelse for punktkildepåvirkning, er der set bort fra alle prøver i indtaget.

Bilag 4 viser de fundne baggrundsværdier. Baggrundsværdien er fastsat som 90 % fraktilen af de pågældende stoffer. Som analyseværdi anvendes middelværdien på indtagsniveau for seneste periode (2007-2013). Hvis der ingen målinger findes i denne periode anvendes i stedet data fra første periode (2000-2006).

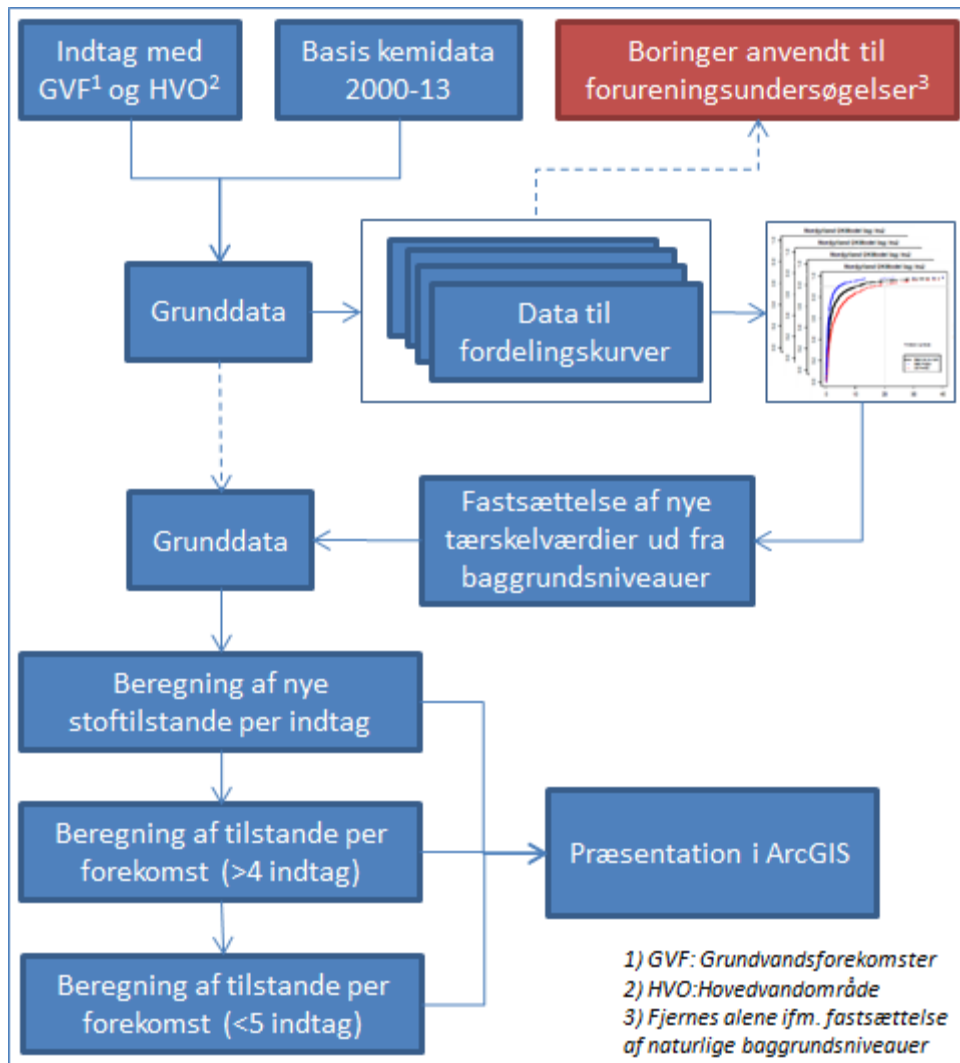
Funktionen for koncentrationsfordelingerne for stofferne er ikke kendt, og der kan samtidig forventes flere forskellige populationer i hver grundvandsforekomst (fx på grund af redoxforhold eller påvirkning). Derfor er det ikke muligt at beregne 90 % fraktilen uden ubegrundede antagelser om, at der kun er én population, og at den følger en bestemt fordeling. Derfor er det i stedet valgt, at anvende værdien for det indtag, der har den højeste gennemsnitsværdi under 90 % fraktilen, og dernæst runde værdien op. På grund af den store datamængde, der sammenstilles, vurderes usikkerheden ved denne metode at være ganske lille, set i forhold til anbefalinger vedr. fastsættelse af baggrundsværdier i Guidance no. 18 /2/.

For at kunne fastsætte en baggrundsværdi skal der være mindst 10 indtag i et DK-modellag per hovedoplandsgruppe. Der er kun underopdelt på redox typer, hvis der kan opdeles mere end 20 indtag med hhv. nitrat  $\geq 1$  mg/l og nitrat  $< 1$  mg/l.

Opdeling mht. nitrat sikrer opdeling efter redoxmiljø, der af geokemiske grunde er vigtig for NVOC, Ni og As. Opdeling mht. modellag sikrer opdeling efter geologiske perioder og aflejringstyper, mens opdelingen efter grupper af vandopløsningsynderligere sikrer, at den geologiske opdeling tilpasses den prækvartære prægning af sedimenterne, ikke mindst i de kvartære lag. Herved tages der også højde for den naturlige variation af forureningen.

### 3.2 Fastsættelse af kemisk tilstand under hensyntagen til de naturlige baggrundsværdier

Figur 4 viser, hvordan den kemiske tilstand for indtagene og for grundvandsforekomsterne beregnes under hensyntagen til de fundne naturlige baggrundsværdier.

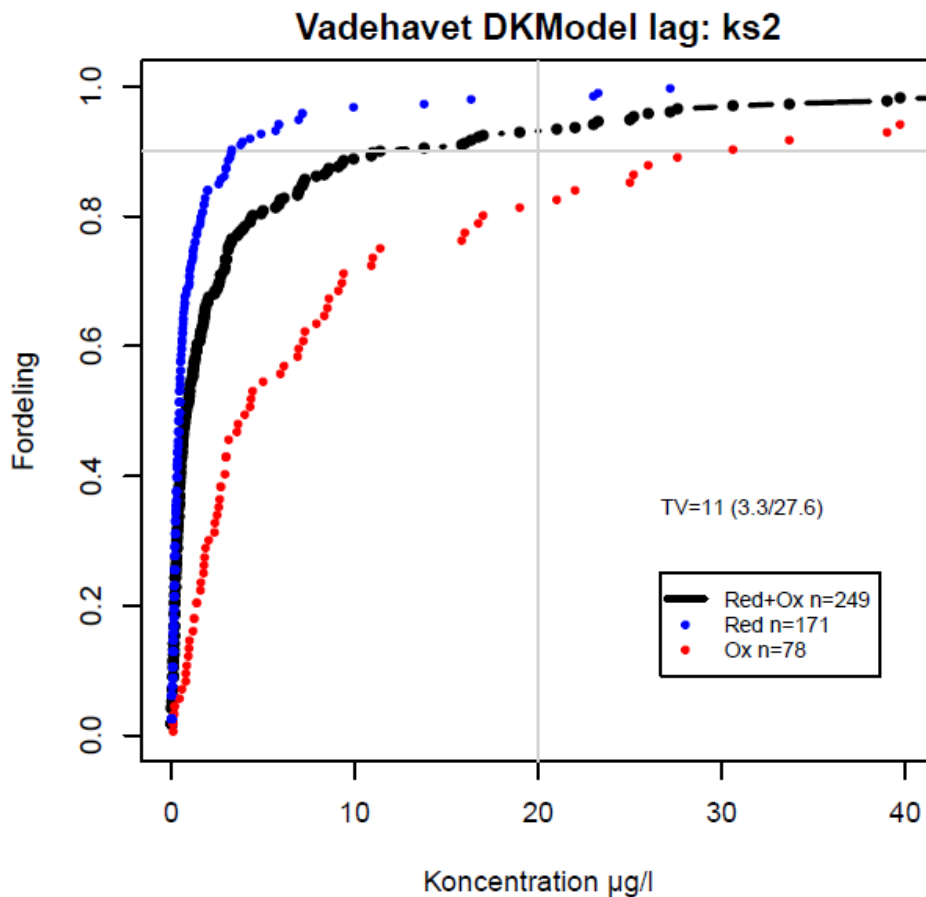


Figur 4. Flowdiagram for bestemmelse af de naturlige baggrundsværdier, fastsættelse af nye tærskelværdier samt beregning af kemisk tilstand på indtags- og forekomstniveau. Den røde kasse signalerer, at boringer, der har været anvendt til forureningsundersøgelser fra 2000-2013, fjernes fra de data, der anvendes til bestemmelse af de naturlige baggrundsværdier.

Indledningsvis dannes et grunddatasæt ud fra de kemiske basisdata, hvor indtagene kobles til grundvandsforekomster og hovedvandoplande. Fra grunddatasættet genereres et datasæt til beregning og optegning af fordelingskurver, se 3.1 Opgaveløsning ovenfor.

For at undgå, at data fra forurenede grundvand påvirker fastsættelsen af de naturlige baggrundsværdier, udelukkes alle boringer, der på noget tidspunkt i hele perioden 2000-2013 har

indgået i forureningsundersøgelser. Der optegnes én kurve per stof per DK-modellag per hovedoplandsgruppe (se figur 5). På baggrund af en gennemgang af samtlige kurver, er der fastsat nye tærskelværdier for de fire stoffer ud fra baggrundsværdierne. Generelt er baggrundsværdierne rundet op til nærmeste ”pæne tal”. Der er kun fastsat nye tærskelværdier de steder, hvor skæringen mellem kurverne og 90 % fraktilen overskrider de eksisterende drikkevandskvalitetskrav for stofferne.



Figur 5. Eksempel på fordelingskurve til fastsættelse af tærskelværdier ud fra baggrundsniveauerne for stoffet. I eksemplet er fordelingen af nikkel i hovedvandoplandsgruppen Vadehavet vist for DK-modellag KS2. De røde punkter viser værdier fra indtag i oxiderede lag ( $\geq 1$  mg/l  $\text{NO}_3$ ), de blå viser værdier fra indtag i reducerede lag ( $< 1$  mg/l  $\text{NO}_3$ ) mens de sorte punkter viser værdier fra alle indtag uanset oxidationsgrad. Der fastsættes i dette tilfælde kun en ny tærskelværdi for indtag i de oxiderede lag, da drikkevandskravet på 20  $\mu\text{g/l}$  er overskredet. Den grå, lodrette streg markerer drikkevandskvalitetskravet for det pågældende stof.

De nye tærskelværdier tilføjes grunddatasættet, så de kan indgå i de videre beregninger af den kemiske tilstand. Disse starter med beregning af nye tilstande for de 4 stoffer på indtagsniveau. Indtagene får bagefter beregnet en ny samlet tilstand ud fra de samme kriterier, som beskrevet i afsnit 2.3, beregning af tilstand.



Under hensyntagen til de naturlige baggrundsværdier er der beregnet en ny tilstand for alle grundvandsforekomster, der har  $\geq 5$  indtag. For hvert stof gives tilstandene "Ringe" (-1) hvis  $\geq 20\%$  af indtagene overskrider de nye tærskelværdier. Ellers gives tilstanden "God" (+1), alternativt "Manglende datagrundlag" (0), hvis alle indtag har stoftilstanden 0 eller, hvis der enten ikke er målt nitrat eller pesticid (eller begge dele).

Endelig beregnes en ny supplerende tilstand for forekomster med  $< 5$  indtag. For hvert stof gives tilstanden "Ringe" (-2), hvis bare ét indtag har overskridelse af den nye tærskelværdi. Tilstanden "God" (+2) gives hvis ingen indtag overskrider de nye tærskelværdier og der er målt både for nitrat og pesticid. Tilstanden "Manglende data" (+0,1) gives hvis der hverken er målt nitrat eller pesticid og ingen målte stoffer indikerer forekomsten er i ringe tilstand.

De nye tilstande er overført til ArcGIS og tematiseret der.

### 3.3 Diskussion af de fundne naturlige baggrundsværdier

#### *Aluminium*

Aluminiumindholdet giver ikke anledning til ringe tilstand i nogen grundvandsforekomst, efter der er etableret baggrundsværdier med nye tilhørende tærskelværdier. Dog er der stedvis nogle indtag med meget høje koncentrationer, fx på Sjælland. Den ringe tilstand på indtagsniveau kan skyldes forkert enhed eller ringe kvalitet i prøvetagningen, der har bevirket at opløst stof er kommet i prøven og er opløst af den syre, man tilsætter som konserveringsmiddel i metalanalyser. Antropogen forurening i grundvandet er medvirkende til, at der i sårbare områder kan opnås endog meget lave pH i grundvandet. Årsagen hertil er sur nedbør, forårsaget af forhøjet  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_x$  i atmosfæren, der især stammer fra forbrændingsprocesser. Sådanne lave pH kan give øget frigivelse af blandt andet metaller fra sedimenterne. Der er i øvrigt påfaldende, at der er højere baggrundsværdier for aluminium i det øvre nitratholdige vand, end i det dybere nitratfrie vand.

#### *Nikkel*

Nikkelindholdet i hovedvandoplandene på Sjælland og Lolland/Falster har for de oxiderede indtag så høje værdier, at fordelingskurverne tydeligt viser, at der ikke er tale om naturlig baggrund, men nikkel, der er forhøjet som følge af menneskelig påvirkning - formentlig vandindvinding. Dette gør sig især gældende i det øverste kalklag. Til sammenligning er der ingen forhøjede værdier for nikkel i kalklagene på Djursland og i Limfjordsområdet, hvor der findes en naturlig baggrundsværdi omkring  $5 \mu\text{g/l}$ . Dette betyder, at tærskelværdien på  $20 \mu\text{g/l}$  fastholdes i de indvindingspåvirkede oplande på Sjælland og Lolland/Falster, idet indvindingen er en påvirkningstype, der kan reguleres gennem vandområdeplanerne i modsætning til den sure nedbør.

Kun i ét grupperet hovedopland fastsættes en baggrundsværdi for nikkel over drikkevandskriteriet, idet der i "Vadehavet" i laget KS1 er en baggrundskoncentration på  $38 \mu\text{g/l}$ , på grund af de sure forhold i grundvandsmagasinerne der.

## NVOC

Der har fra Grundvandsovervågningens side været mistanke om, at NVOC analyserne er skredet mod højere værdier. En analyse af indholdet af NVOC før og efter 2007 i Grundvandsovervågningen og grundvandet i vandværksboringerne, viser imidlertid, at der ikke er sket en systematisk stigning, men at indholdet af NVOC er steget eller faldet i nogenlunde lige mange indtag, hvilket også fremgår af trendanalyserne. Variationerne i NVOC er større i overvågningsboringerne end i vandværksboringerne. Der er heller ikke nogen signifikant udvikling i spredningen på data for overvågningen mellem de to perioder.

## *Forekomster med særligt høje naturlige baggrundsværdier*

I nogle grundvandsforekomster kan dele af forekomsten have højere naturlige baggrundsværdier end den naturlige baggrundsværdi, der er fastlagt i dette projekt. Dette gælder fx de særligt høje NVOC på Grenen ved Skagen, eller høje arsenværdier ved Nr. Årup på Fyn. Det skal der tages hensyn til ved den endelige vurdering af behovet for indsatser. Da kriteriet for naturlig baggrundsværdi er 90 % fraktilen af målingerne i et område (uden signifikant human påvirkning) og kriteriet for ringe tilstand er, at 80 % overskrider tærskelværdien, er der behov for at baggrundsværdierne er fastsat for et større datasæt, end der er anvendt til at vurdere grundvandsforekomsterne. Det er derfor ikke muligt at fastlægge en højere baggrundsværdi for fx Grenen ved Skagen, uden at skulle bruge alle data i området hertil, hvorefter der ikke er data til at vurdere grundvandsforekomstens tilstand med. Der kan således enkelte steder være vægtige geologiske/geokemiske argumenter for at grundvandsforekomsterne kun har ringe tilstand på grund af høje naturlige baggrundsværdier, på trods af at der er fastsat naturlige baggrundsværdier efter Guidance no. 18 /2/.

## **Konkret brug af Tærskelværdier**

Man tilknytter en baggrundsværdi og dermed en tærskelværdi til hvert indtag, da hvert indtag er tilknyttet ét modellag og et Hovedopland, og det samtidig vides om der er nitrat i indtaget. Med udgangspunkt heri kan der inden for hver grundvandsforekomst beregnes, om  $\geq 20\%$  af indtagene overskrider den baggrundskoncentration, som det pågældende indtag forventes at være præget af. Ringe tilstand fastsættes for grundvandsforekomster, hvor  $\geq 20\%$  af indtag (med målinger for det relevante stof) har et højere indhold end baggrundskoncentrationen, der fungerer som tærskelværdi. Bemærk: Hvis der er indtag fra forskellige modellag i den samme forekomst, kan indtagene have forskellig baggrundsværdi, og dermed forskellig tærskelværdi, lige som indtag med forskellig redoxtilstand, men i samme modellag, kan have forskellig baggrundsværdi.

## 4. Beregning af trends

Der ses alene på ændringer i tilstanden mellem to perioder og ikke på egentlige trendanalyser med fx lineær regression. Dette valg er begrundet i det forhold, at der for en meget betydelig del af indtagene i forekomsterne er så få data i perioden 2000-2013, at det fagligt set ikke kan bære en statistisk trendanalyse på indtagsniveau. Der anvendes i stedet den samme metode som ved rapporteringen i forhold til nitratdirektivet /7/.

### Datagrundlag

Indtag med analyser fra såvel periode 1 (2000-2006) som periode 2 (2007-2013) anvendes, idet der for hvert indtag beregnes ændringen i gennemsnitsværdien fra periode 1 til periode 2.

Dette aggregeres på to forskellige måder på forekomstniveau.

### Metode

- a) Kun forekomster med tilstrækkelige mange data til tilstandsvurderingen ovenfor vurderes, dvs. der skal være  $\geq 5$  indtag i hver periode.
- b) For hvert indtag og stof beregnes gennemsnitsværdien for hver af perioderne, som gennemsnit af årlige gennemsnit af koncentrationerne for hvert af stofferne.
- c) Der er udarbejdet tabeller, som vist i figur 6 og figur 7, for hver grundvandsforekomst med tilstrækkeligt datagrundlag.
- d) Tilstanden i periode 1 og periode 2 sammenlignes og opdeles efter helt samme retningslinjer som afrapportering af overvågningsresultater i forhold til Nitratdirektivet /7/, se figur 4.
  - i. kraftigt stigende (KS), stigning  $> 10$  % af tærskelværdien
  - ii. svagt stigende (SS), stigning 2-10 % af tærskelværdien
  - iii. stabil (Stabil), stigning eller fald 2 % under tærskelværdien
  - iv. svagt faldende (SF) fald 2-10 % af tærskelværdien
  - v. kraftigt faldende (KF), fald  $> 10$  % af tærskelværdien
- e) Indtag med kraftigt stigende indhold, tilskrives en "væsentlig opadgående tendens".
- f) For hver grundvandsforekomst vurderes hvor mange % af indtag, der er i hver af disse grupper.

## Forekomst = DK\_1\_3\_160

### Stof 11 (Konduktivitet), n=150

Målesteder i %	2000-06	2007-13	Forskel	Antal 2000-06	Antal 2007-13
% gns over tærskelværdi	100.0 %	100.0 %	0.0 %	150	150
% gns over 75 % af tærskelværdi	100.0 %	100.0 %	0.0 %	150	150

### Stof 380 (NVOC), n=147

Målesteder i %	2000-06	2007-13	Forskel	Antal 2000-06	Antal 2007-13
% gns over tærskelværdi	2.7 %	1.4 %	-1.3 %	4	2
% gns over 75 % af tærskelværdi	4.8 %	2.7 %	-2.1 %	7	4

### Stof 1176 (Nitrat), n=149

Målesteder i %	2000-06	2007-13	Forskel	Antal 2000-06	Antal 2007-13
% gns over tærskelværdi	1.3 %	0.7 %	-0.6 %	2	1
% gns over 75 % af tærskelværdi	1.3 %	1.3 %	0.0 %	2	2

Figur 6. Tabel, der sammenligner omfanget af overskridelser på grundvandsforekomstniveau mellem to perioder. Tabellen er opbygget på samme måde som til nitratdirektivrapportering. Der anvendes for hvert stof tærskelværdien og 75 % tærskelværdi. Derudover beregnes ændring mellem de to perioder i %. Endelig er antal indtag angivet.

## Forekomst = DK\_1.10\_456\_9

### Stof 9989 (Pest)

Fælles målesteder i %	Alle indtag	Indtag > 75 % TV
Kraftigt stigende	43.0	
Svagt stigende	0.0	
Stabilt	57.0	
Svagt faldende	0.0	
Kraftigt faldende	0.0	
Antal indtag	7	

Figur 7. Tabel der sammenligner graden af ændringer på indtagsniveau mellem to perioder. Inspiration fra Nitratdirektivet. Trend vurderes for ændringer i koncentrationer på 10, 2,-2 og -10 % af tærskelværdien, idet det svarer til, hvad man gør for nitrat i nitratdirektivrapporteringen til EU. Der er to kolonner: Trend for alle indtag i grundvandsforekomsten baseret på forskel i gennemsnitskoncentrationer i de to perioder (2000-2006) og (2007-2013), og trend for de indtag, der i mindst en af perioderne har en gennemsnitsværdi på mere end 75 % af tærskelværdien. Endelig angives antal indtag.

Der er beregnet en trend for alle stoffer. For NVOC, aluminium, arsen, klorid og nikkel, er der ikke taget hensyn til baggrundsværdierne og data er ikke vurderet yderligere, da der for stofferne er individuelle tærskelværdier for hver grundvandsforekomst og modellag og redoxtilstand.

#### 4.1 Stofspecifik trend

Trenden for hvert stof er betegnet som "ikke-uønsket" udvikling (1), ukendt udvikling (0) og uønsket udvikling (-1) ud fra følgende kriterier:

- Ikke-uønsket udvikling (1): Stoffet er fundet i forekomsten, men der er ingen målinger som er større end 75 % af tærskelværdien **eller** stoffet har målinger over 75 % af tærskelværdien, men mindre end 20 % af indtagene er samtidig kraftigt stigende
- Ukendt udvikling (0): Stoffet er ikke fundet i forekomsten
- Uønsket udvikling (-1): Stoffet er fundet i koncentrationer på over 75 % af tærskelværdien og mere end 20 % af indtagene har samtidig kraftigt stigende tendens

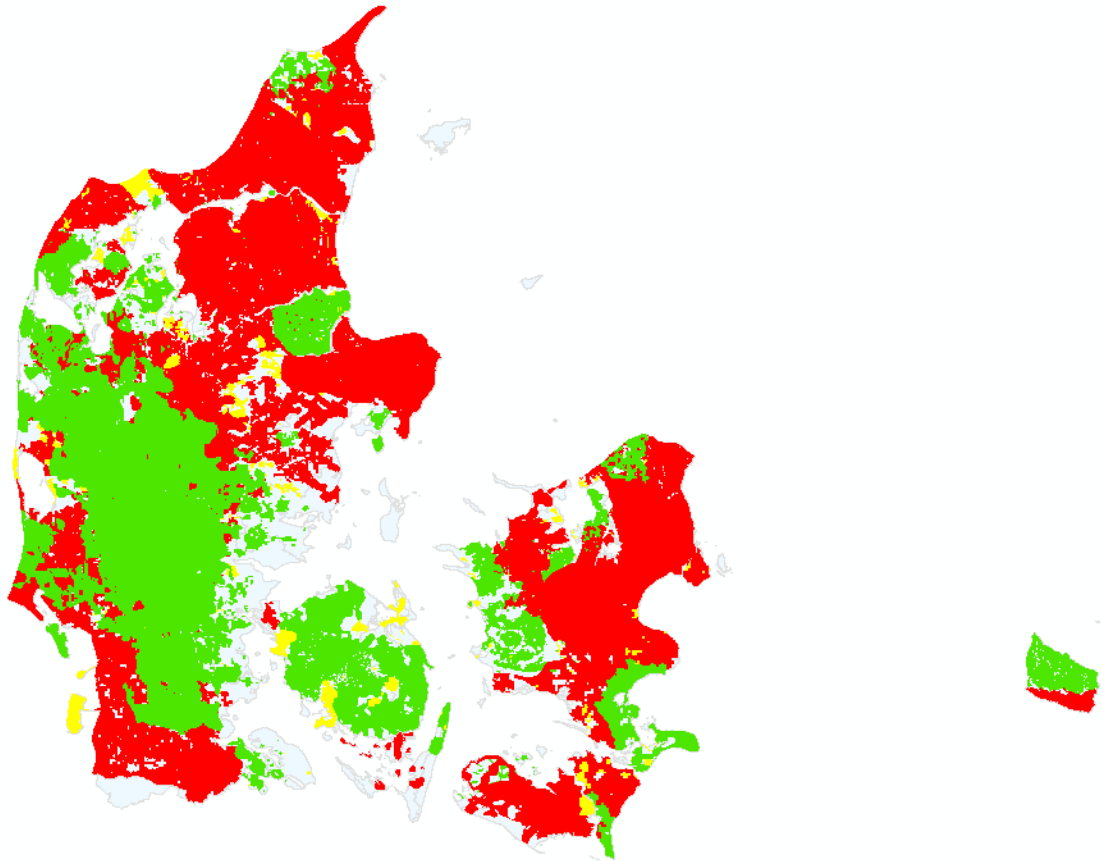
#### 4.2 Samlet trend på forekomstniveau

Ud fra de enkelte stoffers trend er der beregnet en samlet trend for forekomsten ud fra følgende kriterier:

- Ikke-uønsket udvikling (1): Mindst ét stof har ikke-uønsket udvikling og de resterende stoffer har ukendt udvikling.
- Ukendt udvikling (0): Alle stoffer har ukendt udvikling
- Uønsket udvikling (-1): Mindst ét stof har uønsket udvikling

De beregnede trends er præsenteret i GIS med farverne ikke-uønsket udvikling (grøn), ukendt udvikling (gul) og uønsket udvikling (rød). Et eksempel er vist i figur 8.

Det skal bemærkes, at der med det valgte 20 % kriterium, kan være områder af en forekomst, hvor der er en uønsket udvikling i forhold til miljømålene, samtidig med at der overordnet set er en ikke-uønsket udvikling.



*Figur 8. Samlet kemisk trend for de regionale grundvandsforekomster. De grønne områder har ikke-uønsket udvikling, de gule har ingen/ukendt udvikling og de røde har uønsket udvikling.*

## 5. Referencer

- /1/ Troldborg L., Sørensen B. L., Kristensen, M. og Mielby S.: Afgrænsning af grundvandsforekomster. Tredje revision af grundvandsforekomster i Danmark. GEUS rapport 2014/58.
- /2/ European Commission, 2009: Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment, Guidance Document no. 18. Common Implementation strategy for the water Framework directive. Technical report- 2009-26.
- /3/Thorling, L., & Sørensen, B.L. okt., 2013: Levering Fase 1. Basisanalysen fra GEUS, kemiudtræk)
- /4/ EU, 2006: Europaparlamentets og Rådets Direktiv 2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelser. EFT L 327 af 22.12.2000. p. 1-72 og 10 bilag. (Grundvandsdirektivet)
- /5/ Miljøministeriet, 2014: Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. – Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 292 af 26. marts 2014. (Drikkevandsbekendtgørelsen)
- /6/ EU, 1998: *Europaparlamentets og Rådets direktiv nr. 98/83/EF om kvaliteten af vand til drikkevand.* (Drikkevandsdirektivet)
- /7/ EU, 1991: Europaparlamentet og Rådets direktiv 91/676/EOEF af 12. december 1991 om beskyttelse af vand mod forurening forårsaget af nitrater, de stammer fra landbruget. (Nitratdirektivet)
- /8/ EU, 2000: Europaparlamentets og Rådets Direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastsættelse af en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger. (Vandrammedirektivet)
- /9/ DK modellen er beskrevet på [www.vandmodel.dk](http://www.vandmodel.dk)

# Bilag: Grundvandets kemiske tilstandsvurdering- Vandområdeplan 2015-21 – data og metodevalg

---

Lærke Thorling og Brian L. Sørensen, GEUS

Dirk Ingmar Müller-Wohlfeil, NST

December 2014

## Bilagsfortegnelse:

Bilag 1. Beskrivelse af søgekriterier og valg	3
Bilag 2. De anvendte parametre	10
Bilag 3. Bly i Grundvandsforekomst 1.2_456_165	15
Bilag 4. Tærskelværdier fastsat ud fra de naturlige baggrundsværdier	16
Appendix 1	21
Appendix 2	33



## Bilag 1. Beskrivelse af søgekriterier og valg

Dette dokument beskriver de programmer, GEUS har fremstillet til at udtrække og bearbejde data fra JUPITER med henblik på vurderingen af den kemiske tilstand i grundvandsforekomsterne. Der lægges særligt vægt på de valgte udtrækskriterier og de beslutninger, der er truffet undervejs.

Der er først fremstillet en tabel (omtalt som tabel 1 nedenfor), der består af et udtræk af alle enkeltanalyser af de stoffer, NST har specificeret. I alt er der cirka 2.4 mio. enkeltanalyser.

Dernæst er der fremstillet en tabel (omtalt som tabel 2 nedenfor), hvor der er beregnet det årlige gennemsnit af hvert stof i hvert indtag.

### Indhold af Tabel 1

Fra JUPITER er der udtrukket analyser fra prøver, der er udtaget i perioden 2000-2013 (begge år inklusive). Stofferne mærkes i følgende stofgrupper:

- H: Hovedbestanddele
- B: BTX'er (også kaldet BTEX)
- O: Klorerede opløsningsmidler
- O1: Klorfenoler
- P: Pesticider
- S: Sporstoffer

Bilag 2 viser hvilke stoffer, der hører til hvilke stofgrupper.

Som tærskelværdi anvendes i tabel 1 grænseværdien ved afgang vandværk i drikkevandsbekendtgørelsen. Der er dog et par undtagelser:

- Ledningsevne har intet højeste drikkevandskvalitetskrav ved vandværk. Her anvendes i stedet minimum værdien ved vandværket
- For sporstofferne anvendes drikkevandskvalitetskravet i ledningsnettet

Alle prøver med *prøvestatuskode* 0,2,4,6,8,10 udtrækkes. 0 er prøver udtaget før Strukturreformen, de øvrige er prøver godkendt af hhv. Kommune, Miljøcenter, Region, Miljøstyrelse og Naturstyrelse.

Prøver udtrækkes ikke, hvis de mangler angivelse af *projekt*, eller er markeret "LOOPUD" eller "GRUUDE". De sidste to er LOOP og GRUMO prøver, som er vurderet meget usikre, fx hvis boringerne er konstateret utætte.

Prøver med *kvalitetssikring* 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14 udtrækkes ikke. Det er prøver, der er afvist af hhv. Amt, Laboratorie, GEUS, på grundlag af omprøve, Miljøcenter, Fagdatacenter og Kommune.

Prøver med *Årsag* = 'AG' udtrækkes ikke. Er med af historiske årsager. Koden anvendes ikke længere. Berører i alt 15 prøver.

Der er anvendt betegnelsen BTX for de aromatiske forbindelser: Benzen, ethylbenzen, toluen og xylener (ortho-, para- og meta-), der også samlet kan betegnes BTEX. BTX og BTEX er anvendt synonymt.

Analyserne opdeles i to perioder: periode 1 fra 2000-2006 og periode 2 fra 2007-2013. Dette angives i feltet *VPPeriode* med hhv. 1 eller 2.

Alle analyser, hvor *attributten* er "<" og den angivne værdi i feltet *mængde* er større end 50 % af tærskelværdien, slettes, da der efter alt at dømme er tale om dårlige analyser, med forhøjet detektionsgrænse.

Der findes analyser, hvor *attributten* er NULL og feltværdien for *mængde* er 0. I praksis kan en parameter kun måles med en given detektionsgrænse, hvilket er i modstrid med denne angivelse. For nitrat beholdes disse værdier, men *mængden* ændres til 1 mg/l med *attributten* "<". Årsagen er, at Steins Laboratorium har indberettet en del analyser overvejende på Fyn med *mængde* 0 og *Attribut* NULL. Alle øvrige analyser med *mængde* 0 og *attribut* NULL udtrækkes ikke, da det hovedsagelig er miljøfremmede stoffer hvor den anvendte detektionsgrænse er ukendt.

En lang række pesticidanalyser har *mængden* 0,01 µg/l og *attribut* NULL. Disse er gemt i kopi i en særskilt tabel (GVF\$AnalyserF14\_Pest0\_01, leverance1b.txt). Herefter er *attributten* sat til "<", velvidende at enkelte kan være målte fund på 0,01 µg/l.

Et fiktivt stofnummer 9990 (OBS: ikke STANDAT!) etableres som mængden for det maksimalt målte enkeltstof af pesticiderne i en given prøve. Foruden pesticider indgår også chlorphenoler i denne beregning. Resultater med *attribut* "!" (resultatet anvendes ikke) og "0" (resultatet er Nul) udtrækkes ikke. Efter beregningen sættes *attributten* til "<" for de stoffer, hvor resultatet er 0,01.

Herudover beregnes til brug i trendanalyserne endnu en "maksimalt målt pesticid i hver analyse", der anføres med et fiktivt stofnr 9989 (OBS: ikke STANDAT). Værdierne indgår på samme måde som for stofnr 9990 bortset fra, at alle analyser hvor *attribut* er "<" og mængden er større end 0,01 µg/l udelades. Denne beregning anvendes alene til trendanalyserne, så kun stoffer målt med detektionsgrænsen 0,01 µg/l anvendes, idet der her ellers er risiko for at sammenligne resultater med forskellig detektionsgrænse for de to perioder. For de hyppigst fundne pesticider er det kun helt undtagelsesvist, der anvendes en forhøjet detektionsgrænse.

Den maksimale værdi for klorerede opløsningsmidler gives det fiktive stofnr 9991 (OBS: Ikke STANDAT!). Da de enkelte stoffer i denne gruppe har forskellige og varierende detektionsgrænser, er det ikke muligt at angive om den maksimale værdi er under detektionsgrænsen (og derfor skal have *attributten* "<"). De gives i stedet den fiktive *attribut* "X" som angiver, at man

bør kontrollere manuelt, hvis man vil vide om der er tale om et fund eller under detektionsgrænsen.

Den maksimale værdi for BTX'er gives det fiktive stofnr 9992 (OBS: Ikke STANDAT!). Stofferne har individuelle detektionsgrænser og det er ikke muligt, at angive om den maksimale værdi er et fund eller under detektionsgrænsen. I stedet angives et "X" i attribut som ovenfor.

Ionbytningsindeks beregnes med formlen:

$$I = \frac{\left(\frac{Na}{23}\right)}{\left(\frac{Cl}{35,5}\right)}$$

og angives med det fiktive stofnr 9993 (OBS: Ikke STANDAT!). Tærskelværdien angives til 1 selvom der ikke findes noget kvalitetskrav. Værdien 1 angiver, hvor molforholdet mellem de to stoffer er 1. Ionbytningsindeks beregnes ikke, hvis Cl ikke er målt eller er 0.

## Indhold af Tabel 2

Med udgangspunkt i tabel 1 beregnes en gennemsnitlig mængde af hvert stof per indtag per år. For hvert stof beregnes desuden antallet af analyser over detektionsgrænsen, antallet under detektionsgrænsen og det samlede antal. Tabellen anvendes i de videre analyser i en let modificeret udgave.

## Beregning af trends på forekomstniveau

Ved trendberegningerne er der et krav, at der skal eksistere analyser fra mindst 5 indtag i begge perioder. Der beregnes kun på indtag, med analyser i begge perioder. For hver periode beregnes følgende:

Beregning	Beskrivelse
AvgO75	Procent indtag i hver GVF, hvor gennemsnittet er større end eller lig 75 % af tærskelværdien
AvgO	Procent indtag i hver GVF, hvor gennemsnittet er større end eller lig tærskelværdien
NAvgO75	Antal indtag i hver GVF, hvor gennemsnittet er større end eller lig 75 % af tærskelværdien
NAvgO	Antal indtag i hver GVF, hvor gennemsnittet er større end eller lig tærskelværdien

Beregning	Beskrivelse
MaxO75	Procent indtag i hver GVF, hvor maksimalt målte er større end eller lig 75 % af tærskelværdien
MaxO	Procent indtag i hver GVF, hvor maksimalt målte er større end eller lig tærskelværdien
NMaxO75	Antal indtag i hver GVF, hvor maksimalt målte er større end eller lig 75 % af tærskelværdien
NMaxO	Antal indtag i hver GVF, hvor maksimalt målte er større end eller lig tærskelværdien

### Beregning af trends på indtagsniveau

For hvert forekomst beregnes per indtag per stof ændringen fra periode 1 til periode 2, dvs. mængden i periode 2 minus mængden i periode 1 (dVP2VP1, udtrykt i stoffets måleenhed) Desuden beregnes ud fra stoffets tærskelværdi følgende værdier:

Tal	Beskrivelse af kriterier	Beregning
KF (kraftigt faldende)	$-10 * \text{tærskelværdien} / 100$ (fx for NO <sub>3</sub> : $-10*50/100 = -5$ mg/l)	Hvis dVP2VP1 < KF er stoffet kraftigt faldende
SF (svagt faldende)	$-2 * \text{tærskelværdien} / 100$ (fx for NO <sub>3</sub> : $-2*50/100 = -1$ mg/l)	Hvis KF < dVP2VP1 < SF er stoffet svagt faldende
Stabil		Hvis SF < dVP2VP1 < SS er stoffet stabilt
SS (svagt stigende)	$2 * \text{tærskelværdien} / 100$ (fx for NO <sub>3</sub> : $2*50/100 = 1$ mg/l)	Hvis SS < dVP2VP1 < KS er stoffet svagt stigende
KS (kraftigt stigende)	$10 * \text{tærskelværdien} / 100$ (fx for NO <sub>3</sub> : $10/50*100 = 5$ mg/l)	Hvis dVP2VP1 > SS er stoffet kraftigt stigende

Tilsvarende værdier beregnes, hvor den analyserede mængde overskrider 75 % af stoffets tærskelværdi.

For hver grundvandsforekomst tælles op, hvor mange indtag, der er i hver af de ovenstående grupper i forhold til hhv. tærskelværdien og 75 % af tærskelværdien. Kun i forekomster med-analyser fra mindst 5 indtag gemmes resultatet og data visualiseres tabellerne.

### Visualisering af trends i GIS

Stofferne ledningsevne, NVOC, aluminium, arsen, klorid og nikkel indgår ikke i beregningerne af trends.

I det følgende benyttes udtrykket "stoftrend" om den trend, der beregnes på stofniveau, mens udtrykket "trend" benyttes om den trend, der beregnes på grundvandsforekomstniveau.

For hvert af de øvrige stoffer tages der udgangspunkt i % indtag medkoncentrationer over 75 % af tærskelværdien og som er kraftigt stigende.

- Hvis der er mindst 20 % af disse indtag gives stoftrenden værdien -1, svarende til uønsket udvikling for stoffet
- Hvis der er mindre end 20 % af disse indtag gives stoftrenden værdien 1, svarende til ikke-uønsket udvikling.
- Hvis der ingen data er i én af de to perioder gives stoftrenden værdien 0, svarende til stoftrenden ukendt udvikling

Der beregnes en samlet trend for forekomsten ud fra følgende kriterier:

- Hvis stoftrenden for ét eller flere stoffer er -1, gives forekomsten trenden -1, svarende til uønsket udvikling
- Hvis alle stoftrends er 0, gives forekomsten trenden 0, svarende til ukendt udvikling<sup>1</sup>.
- Hvis ingen stoftrends er -1, og ikke alle stoftrends er 0, gives forekomsten trenden 1, svarende til ikke-uønsket udvikling.

Data visualiseres i GIS idet følgende farver anvendes:

Trend	Kode	Farve
Uønsket udvikling	-1	Red
Ukendt udvikling	0	Yellow
Ikke-uønsket udvikling	1	Green

### Beregning af kemisk tilstand af grundvandsforekomsterne:

<sup>1</sup> Der anvendes her begrebet "Ukendt" i stedet for ikke-viden, idet Vandområdeplan 2015-21 generelt anvender begrebet "Ukendt" når der ikke er data tilstede.

For hver grundvandsforekomst beregnes per stof hvor mange indtag, der har overskridelser af tærskelværdien. Hvis der er  $\geq 5$  indtag anvendes alene periode 2 ellers suppleres med indtag fra periode 1.

Hvis der er  $\geq 5$  indtag og  $\geq 80\%$  af indtagene har værdier under tærskelværdien markeres der god tilstand +1 for stoffet, ellers ringe tilstand.

For hver forekomst beregnes en samlet tilstand ud fra følgende kriterier:

- Hvis ét eller flere stoffer har ringe tilstand får forekomsten ringe tilstand -1
- Hvis alle stoffer har utilstrækkelig data (tilstand 0) får forekomsten ukendt tilstand 0
- Hvis enten  $\text{NO}_3$  eller Pesticider har tilstanden 0 får forekomsten tilstanden 0
- Hvis ingen af stofferne har ringe tilstand, og mindst et stof har god tilstand, og der samtidig er blevet målt for både pesticider og nitrat, får forekomsten god tilstand +1

Hvis der er  $< 5$  indtag beregnes en samlet tilstand for grundvandsforekomsten ud fra følgende kriterier:

- Hvis ét eller flere stoffer har ringe tilstand, får forekomsten ringe tilstand  $-2^2$
- Hvis der ingen data er, får forekomsten ukendt tilstand 0.1
- Hvis ingen stoffer har ringe tilstand og mere end ét stof har god tilstand får forekomsten tilstanden  $+2^2$

Resultatet er visualiseret i GIS med følgende farvekoder:

Tilstand	Kode	Farve
God tilstand	2	
	1	
Ukendt tilstand	0,1	
	0	
Ringe tilstand	-1	
	-2	

<sup>2</sup> det er valgt, at bruge -2/+2 for at kunne skelne forekomster med relativt ringe datadækning fra forekomster med bedre datadækning

De lyse farvenuancer indikerer således, at  $< 5$  indtag indgår i bestemmelsen af tilstanden, mens de mørke farvenuancer indikerer, at  $\geq 5$  indtag indgår.

**Beregning af kemisk tilstand af indtagene:**

For hvert boringsindtag beregnes den kemiske tilstand for hvert stof. Hvis stoffet ikke er målt gives tilstanden 0. Hvis enten  $\text{NO}_3$  eller pesticid ikke er målt, gives den samlede tilstand 0. Hvis alle stoffer har utilstrækkelig data (tilstand 0) får indtaget samlet tilstand 0.

**Udskrift af fordelingskurver:**

Fordelingskurverne er lavet ud fra en implementering af beregning af "Percentile Rank", se [http://en.wikipedia.org/wiki/Percentile\\_rank](http://en.wikipedia.org/wiki/Percentile_rank).

Der produceres et plot per stof per forekomst. Hvis der er  $< 5$  indtag i periode 2 tilføjes også indtag fra periode 1, således at hvis der i hele perioden 2000-2013 er  $\geq 5$  indtag laves et plot og den længere periode for tilstandsvurderingen markeres med rød tekst på plottet. Hvis der i perioden 2000-2013 er  $< 5$  indtag laves der intet plot.

Plottene er beskrevet i rapporten, afsnit 2.1.

## Bilag 2. De anvendte parametre

STOFNR	STOFNAVN	ENHED	STOFGRUPPE	STOFGRUPPEBESKR	STOFGRP
11	Konduktivitet	24	HBST	Hovedbestanddele	H
380	NVOC	1	HBST	Hovedbestanddele	H
1176	Nitrat	1	HBST	Hovedbestanddele	H
1591	Klorid	1	HBST	Hovedbestanddele	H
2096	Natrium	1	HBST	Hovedbestanddele	H
2142	Sulfat	1	HBST	Hovedbestanddele	H
9993	Ionbytning *)	0	HBST	Hovedbestanddele	H
649	Naphtalen	20	ORBK	BTX	B
662	Benzen	20	ORBK	BTX	B
665	Toluen	20	ORBK	BTX	B
2662	O-xylen	20	ORBK	BTX	B
2664	M+P-xylen	20	ORBK	BTX	B
3007	Ethylbenzen	20	ORBK	BTX	B
9992	BTX *)	20	ORBK	BTX	B
404	Cis-1,2-dichlorethyl	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
408	Trans-1,2-dichloreth	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
2612	Chloroform	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
2616	Tetrachlormethan	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
2617	Tetrachlorethylen	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
2618	Trichlorethylen	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O



2621	1,1,1-trichlorethan	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
4542	1,1-dichlorethan	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
9422	1,2-dichlorethan	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
9946	Vinylchlorid	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
9991	Chlorerede opløsningsmidler *)	20	ORBK	Organiske Mikroforurenin- ger	O
2686	4-clor,2-methylpheno	20	ORBK	Klorfenoler	O1
2688	2,4-dichlorphenol	20	ORBK	Klorfenoler	O1
2690	2,6-dichlorphenol	20	ORBK	Klorfenoler	O1
2695	Pentachlorphenol	20	ORBK	Klorfenoler	O1
410	4-CPP	20	PEST	Pesticider	P
411	2-CPP	20	PEST	Pesticider	P
421	DEIA	20	PEST	Pesticider	P
422	Terbut.azin,desethyl	20	PEST	Pesticider	P
451	Carbofuran, hydroxy	20	PEST	Pesticider	P
452	Simazin, hydroxy	20	PEST	Pesticider	P
2627	Dichlobenil	20	PEST	Pesticider	P
2628	Diuron	20	PEST	Pesticider	P
2712	2,6-Dichlorbenzamid	20	PEST	Pesticider	P
3011	4-Nitrophenol	20	PEST	Pesticider	P
3126	2,4,5-T	20	PEST	Pesticider	P
3132	Dalapon	20	PEST	Pesticider	P
3505	Atrazin, desethyl-	20	PEST	Pesticider	P
3506	Atrazin, desisopropy	20	PEST	Pesticider	P
3507	Atrazin, hydroxy-	20	PEST	Pesticider	P

3515	Bromoxynil	20	PEST	Pesticider	P
3528	Chloridazon	20	PEST	Pesticider	P
3536	Chlorsulfuron	20	PEST	Pesticider	P
3539	Cyanazin	20	PEST	Pesticider	P
3548	2,6-DCPP	20	PEST	Pesticider	P
3560	Dicamba	20	PEST	Pesticider	P
3563	Dimethoat	20	PEST	Pesticider	P
3572	Ethofumesat	20	PEST	Pesticider	P
3573	Ethylenthiourea	20	PEST	Pesticider	P
3580	Fenpropimorph	20	PEST	Pesticider	P
3592	Glyphosat	20	PEST	Pesticider	P
3597	Hexazinon	20	PEST	Pesticider	P
3600	Ioxynil	20	PEST	Pesticider	P
3603	Lenacil	20	PEST	Pesticider	P
3605	Linuron	20	PEST	Pesticider	P
3607	Maleinhydrazid	20	PEST	Pesticider	P
3612	Metamitron	20	PEST	Pesticider	P
3613	Metazachlor	20	PEST	Pesticider	P
3614	Methabenzthiazuron	20	PEST	Pesticider	P
3617	Metribuzin	20	PEST	Pesticider	P
3618	Metsulfuron methyl	20	PEST	Pesticider	P
3625	Pendimethalin	20	PEST	Pesticider	P
3631	Pirimicarb	20	PEST	Pesticider	P
3633	Prochloraz	20	PEST	Pesticider	P
3643	Propiconazol	20	PEST	Pesticider	P
3646	Propyzamid	20	PEST	Pesticider	P
3655	Terbuthylazin	20	PEST	Pesticider	P

3668	Triadimenol	20	PEST	Pesticider	P
3673	Trifluralin	20	PEST	Pesticider	P
3683	Metribuz-desam-diket	20	PEST	Pesticider	P
3684	Metribuzin-desamino	20	PEST	Pesticider	P
3685	Metribuzin-diketo	20	PEST	Pesticider	P
3754	Deethyl-hydroxy-atrazin	20	PEST	Pesticider	P
3755	Deisopropyl-hydroxyatrazin	20	PEST	Pesticider	P
3756	Didealkyl-hydroxy-atrazin	20	PEST	Pesticider	P
4010	Terbutylazin,hydroxy	20	PEST	Pesticider	P
4014	2,6-dichlorbenzoesyre	20	PEST	Pesticider	P
4510	Dichlorprop	20	PEST	Pesticider	P
4511	MCPA	20	PEST	Pesticider	P
4512	Mechlorprop	20	PEST	Pesticider	P
4513	DNOC	20	PEST	Pesticider	P
4514	Dinoseb	20	PEST	Pesticider	P
4515	Atrazin	20	PEST	Pesticider	P
4516	Simazin	20	PEST	Pesticider	P
4517	Trichloreddikesyre	20	PEST	Pesticider	P
4521	Carbofuran	20	PEST	Pesticider	P
4523	Alachlor	20	PEST	Pesticider	P
4536	AMPA	20	PEST	Pesticider	P
4556	Triazine amine	20	PEST	Pesticider	P
4557	Triazine amin methyl	20	PEST	Pesticider	P
4620	CyPM	20	PEST	Pesticider	P
4621	Picolinafen	20	PEST	Pesticider	P
4622	Cl153815	20	PEST	Pesticider	P
4623	2-hydroxy-desethyl-	20	PEST	Pesticider	P

terbutylazine

4624	PPU (IN70941)	20	PEST	Pesticider	P
4625	PPU-desamino (IN70942)	20	PEST	Pesticider	P
9943	2,4-D	20	PEST	Pesticider	P
9944	Bentazon	20	PEST	Pesticider	P
9945	Isoproturon	20	PEST	Pesticider	P
9989	Pest_trend	20	PEST	Pesticider	P
9990	Pesticid *)	20	PEST	Pesticider	P
1501	Aluminium	20	SPOR	Sporstoffer	S
1511	Arsen	20	SPOR	Sporstoffer	S
1531	Bly	20	SPOR	Sporstoffer	S
1546	Cadmium	20	SPOR	Sporstoffer	S
2071	Kviksølv	20	SPOR	Sporstoffer	S
2101	Nikkel	20	SPOR	Sporstoffer	S

## Bilag 3. Bly i Grundvandsforekomst nr. 1.2\_456\_165

Én grundvandsforekomst har ringe tilstand med hensyn til indholdet af bly i de 5 undersøgte indtag. Som tærskelværdi for bly er drikkevandskvalitetskriteriet på 5 µg/l anvendt.

Der er også overskridelser af drikkevandskvalitetskriterierne for nitrat, pesticider, aluminium og nikkel i denne forekomst, der er således flere grunde til, at der er ringe tilstand i forekomsten.

Der er tale om en terrænnær Grundvandsforekomst med et projektionsareal på 6,8 km<sup>2</sup>, GVF. nr. 1.2\_456\_156, der ligger tæt ved Herning lige uden for Haderup. De 5 indtag, der er knyttet til forekomsten, er alle GRUMOboringer etableret i sept. 2004.

Da ingen andre grundvandsforekomster i DK har problemer med bly, og der er tale om en meget lille grundvandsforekomst, kan de høje blyindhold ikke umiddelbart tilskrives den naturlige baggrund.

Alle indtag ligger i de øverste 4-10 m af grundvandet, og alle indtag har pH mellem 4,5 og 5. Derfor er Al også højt i alle indtag, men ligger inden for den naturlige baggrund i sure magasiner. Indholdet af nitrat og pesticider ligger over drikkevandskvalitetskriterierne i flere indtag.

De 5 GRUMO indtag er filtersat med rustfrit stålfiltre af typen Johnson. Disse skulle iflg. leverandøren være lavet af syrefast stål, der anvendes i fødevareindustrien, og burde netop derfor ikke afgive bly (Torben Wandall, NST, 17.sept 2014). Det kan dog ikke 100 % afvises, at de forhøjede blyindhold ikke er en kontaminering fra stålfiltrene, før dette er undersøgt nærmere.

En mulig forklaring på de forhøjede blyindhold er at tilførsel af svinegylle, giver en tilførsel af sporstoffer, herunder bly, nikkel og især kobber, der også er observeret i høje koncentrationer i disse boringer.

En anden mulig forklaring på de høje indhold af bly mv. er, at der i området er gamle jordlag begravet under flyvesand (150-300 år siden) og, at disse jorde afgiver metaller i det sure miljø (Carsten Langtofte, 17. sept. 2014). (Såkaldte Paleosoils også set i Tisvilde hegn, hvor der også er høje sporstofniveauer.)

## Bilag 4. Tærskelværdier fastsat ud fra de naturlige baggrundsværdier

### Forkortelser:

*NBV: Den naturlige baggrundsværdi*

*NBVRed: Naturlig baggrundsværdi for reducerede indtag*

*NBVOx: Naturlig baggrundsværdi for oxiderede indtag*

*KVEndelig: Den endelige tærskelværdi*

*KVRedEndelig: Endelig tærskelværdi for de reducerede indtag*

*KVOxEndelig: Endelig tærskelværdi for de oxiderede indtag*

Hovedvandgruppe se kapitel 3	DKModel lagkode	NBV mg/l	NBVRed mg/l	NBVOx mg/l	Stof navn	KVendelig mg/l	KVRedEndelig mg/l	KVOxEndelig mg/l
Bornholm	blag1	1.95			NVOC	4		
Bornholm	blag2	5.2			NVOC	5		
Bornholm	blag3	3.5			NVOC	4		
Bornholm	blag4	6.7			NVOC	7		
Bornholm	blag5	1.9			NVOC	4		
Djursland	dk1	2.07	2	2.07	NVOC	4		
Fyn	dk1	4.2			NVOC	4,5		
Isefjord	dk1	4.6	4.6	4.35	NVOC	5	5	5
Jylland øst	dk1	1.62	1.65	1.55	NVOC	4	4	4
Køge bugt	dk1	4.12	4.2	3.5	NVOC	4,5	4,5	4
Limfjorden	dk1	1.83	2.3	1.6	NVOC	4	4	4
Nordjylland	dk1	2.26	2.26	1.42	NVOC	4	4	4
Østersøen	dk1	3.58	3.6	2.9	NVOC	4	4	4
Djursland	ks1	1.5			NVOC	4		
Fyn	ks1	7.4	6.2	8.3	NVOC	8	6,5	8,5
Isefjord	ks1	9			NVOC	9		
Jylland øst	ks1	2.4	2.4	2.3	NVOC	4	4	4
Køge bugt	ks1	3.9			NVOC	4		
Limfjorden	ks1	12	6.4	14	NVOC	12	6,5	14
Nordjylland	ks1	5.7	6.85	3.8	NVOC	6	7	4
Vadehavet	ks1	4.88	6.53	4.4	NVOC	5	7	4,5
Djursland	ks2	4	4.8	2.7	NVOC	4	5	4
Fyn	ks2	3.5	3.57	3.4	NVOC	4	4	4
Isefjord	ks2	5.9	6.95	4.63	NVOC	6	7	5
Jylland øst	ks2	2.5	2.5	2.57	NVOC	4	4	4
Køge bugt	ks2	6.8	7.74	3.5	NVOC	7	8	4

Limfjorden	ks2	2.75	2.9	2.59	NVOC	4	4	4
Nordjylland	ks2	9.8	13.5	2.84	NVOC	10	14	4
Vadehavet	ks2	3.45	3.52	3	NVOC	4	4	4
Østersøen	ks2	5.4	5.6	3.85	NVOC	6	6	4
Djursland	ks3	5.1			NVOC	5,5		
Fyn	ks3	3.35			NVOC	4		
Isefjord	ks3	4.2	4.4	2.79	NVOC	4,5	4,5	4
Jylland øst	ks3	2.4	2.63	1.68	NVOC	4	4	4
Køge bugt	ks3	4.9			NVOC	5		
Limfjorden	ks3	2.3	2.3	2.11	NVOC	4	4	4
Nordjylland	ks3	2.55			NVOC	4		
Vadehavet	ks3	1.7			NVOC	4		
Østersøen	ks3	4.05			NVOC	4		
Isefjord	ks4	4.37			NVOC	4,5		
Køge bugt	ks4	4.25			NVOC	4,5		
Østersøen	ks4	3.8			NVOC	4		
Jylland øst	ps1	1.78	1.8	1.3	NVOC	4	4	4
Limfjorden	ps1	2.4			NVOC	4		
Nordjylland	ps1	2.7	3.2	1.6	NVOC	4	4	4
Vadehavet	ps1	1.7	1.74	1.2	NVOC	4	4	4
Jylland øst	ps2	1.7			NVOC	4		
Limfjorden	ps2	2.81			NVOC	4		
Nordjylland	ps2	2.4			NVOC	4		
Vadehavet	ps2	1.6			NVOC	4		
Nordjylland	ps3	3.4			NVOC	4		
Vadehavet	ps4	4.2			NVOC	4,5		
Hovedvandgruppe se kapitel 3	DKModel lagkode	NBV µg/l	NBVRed µg/l	NBVOx µg/l	Stof navn	KVendelig µg/l	KVRedEndelig µg/l	KVOxEndelig µg/l
Bornholm	blag2	99			Aluminium	100		
Bornholm	blag4	100			Aluminium	100		
Djursland	dk1	3,7			Aluminium	100		
Fyn	dk1	37			Aluminium	100		
Isefjord	dk1	26			Aluminium	100		
Køge bugt	dk1	6,51	6,51	3,3	Aluminium	100	100	100
Limfjorden	dk1	4,8	8,94	4,8	Aluminium	100	100	100
Nordjylland	dk1	1,86			Aluminium	100		
Østersøen	dk1	7			Aluminium	100		
Fyn	ks1	10,93			Aluminium	100		
Jylland øst	ks1	9	5,94	9	Aluminium	100	100	100
Limfjorden	ks1	53			Aluminium	100		
Nordjylland	ks1	19,67			Aluminium	100		
Vadehavet	ks1	1300	203,2	1400	Aluminium	1300	200	1400
Djursland	ks2	14			Aluminium	100		
Fyn	ks2	20	14	23,02	Aluminium	100	100	100

Isefjord	ks2	14,89	35,5	6,75	Aluminium	100	100	100
Jylland øst	ks2	11,23	11,23	20	Aluminium	100	100	100
Køge bugt	ks2	25	12,47	36	Aluminium	100	100	100
Limfjorden	ks2	57	27	60	Aluminium	100	100	100
Nordjylland	ks2	83	8,3	125	Aluminium	100	100	125
Vadehavet	ks2	362,5	135	495	Aluminium	400	150	500
Østersøen	ks2	31			Aluminium	100		
Fyn	ks3	20			Aluminium	100		
Isefjord	ks3	12,03			Aluminium	100		
Jylland øst	ks3	18			Aluminium	100		
Køge bugt	ks3	2,84			Aluminium	100		
Limfjorden	ks3	7,4			Aluminium	100		
Nordjylland	ks3	30,6			Aluminium	100		
Vadehavet	ks3	5			Aluminium	100		
Østersøen	ks3	7			Aluminium	100		
Østersøen	ks4	11			Aluminium	100		
Jylland øst	ps1	12			Aluminium	100		
Limfjorden	ps1	14			Aluminium	100		
Nordjylland	ps1	24			Aluminium	100		
Vadehavet	ps1	63,17	24	510	Aluminium	100	100	500
Jylland øst	ps2	7			Aluminium	100		
Nordjylland	ps2	19			Aluminium	100		
Vadehavet	ps2	25,85			Aluminium	100		
Nordjylland	ps3	8,94			Aluminium	100		
Hovedvandgruppe se kapitel 3	DKModel lagkode	NBV µg/l	NBVRed µg/l	NBVOx µg/l	Stof navn	KVendelig µg/l	KVRedEndelig µg/l	KVOxEndelig µg/l
Djursland	ks2	2,1	1,3	2,5	Nikkel	20	20	20
Isefjord	ks3	3,1	3	3,3	Nikkel	20	20	20
Jylland øst	ps1	3,93	3,1	4,1	Nikkel	20	20	20
Limfjorden	ks3	2,85	2	4,2	Nikkel	20	20	20
Østersøen	ks3	3,25	2,84	4,55	Nikkel	20	20	20
Limfjorden	ks2	3,14	2	4,8	Nikkel	20	20	20
Fyn	ks2	3,45	2,7	5,35	Nikkel	20	20	20
Østersøen	ks2	4,78	3,92	5,35	Nikkel	20	20	20
Jylland øst	dk1	3,8	1,3	6,6	Nikkel	20	20	20
Nordjylland	ks1	6,3	2,8	7	Nikkel	20	20	20
Limfjorden	dk1	6,12	3,8	7,3	Nikkel	20	20	20
Jylland øst	ks3	3,5	1,9	7,4	Nikkel	20	20	20
Fyn	ks1	6	2,07	7,7	Nikkel	20	20	20
Jylland øst	ks1	5,1	2,7	7,7	Nikkel	20	20	20
Nordjylland	dk1	6,85	3,35	8,1	Nikkel	20	20	20
Jylland øst	ks2	2,7	2	8,7	Nikkel	20	20	20
Vadehavet	ks1	10,67	7,48	10,67	Nikkel	20	20	20



Limfjorden	ks1	10,8	6,83	11	Nikkel	20	20	20
Vadehavet	ps1	4,6	2,6	12	Nikkel	20	20	20
Køge bugt	ks2	9,3	6,3	12	Nikkel	20	20	20
Isefjord	ks2	4,93	3	13	Nikkel	20	20	20
Djursland	dk1	8	2	13,5	Nikkel	20	20	20
Nordjylland	ps1	5,6	1,4	15	Nikkel	20	20	20
Nordjylland	ks2	9,92	4,25	15,5	Nikkel	20	20	20
Vadehavet	ks2	11	3,28	27,6	Nikkel	20	20	28
Østersøen	dk1	5,15	3,5	28	Nikkel	20	20	20
Isefjord	dk1	7,65	3,9	28,67	Nikkel	20	20	20
Køge bugt	dk1	24,59	15	41	Nikkel	20	20	20
Nordjylland	ps3	0,98			Nikkel	20		
Limfjorden	ps1	1,3			Nikkel	20		
Jylland øst	ps2	1,4			Nikkel	20		
Vadehavet	ps4	1,7			Nikkel	20		
Vadehavet	ps2	1,8			Nikkel	20		
Djursland	ks1	2			Nikkel	20		
Østersøen	ks4	2			Nikkel	20		
Fyn	ks3	2,2			Nikkel	20		
Nordjylland	ps2	2,4			Nikkel	20		
Limfjorden	ps2	2,4			Nikkel	20		
Bornholm	blag1	2,4			Nikkel	20		
Vadehavet	ks3	3			Nikkel	20		
Isefjord	ks4	3			Nikkel	20		
Køge bugt	ks3	3			Nikkel	20		
Køge bugt	ks4	3			Nikkel	20		
Fyn	dk1	3,3			Nikkel	20		
Nordjylland	ks3	3,6			Nikkel	20		
Bornholm	blag2	3,65			Nikkel	20		
Bornholm	blag5	4,05			Nikkel	20		
Bornholm	blag3	4,1			Nikkel	20		
Isefjord	ks1	7,75			Nikkel	20		
Køge bugt	ks1	14			Nikkel	20		
Bornholm	blag4	14			Nikkel	20		
Hovedvandgruppe se kapitel 3	DKModel lagkode	NBV µg/l	NBVRed µg/l	NBVOx µg/l	Stof navn	KVendelig µg/l	KVRedEndelig µg/l	KVOxEndelig µg/l
Vadehavet	ks1	1,97	3,6	0,57	Arsen	5	5	5
Vadehavet	ps1	1,95	2,6	0,67	Arsen	5	5	5
Jylland øst	ps1	2,3	2,5	1	Arsen	5	5	5
Køge bugt	ks2	2,59	2,6	1,2	Arsen	5	5	5
Vadehavet	ks2	2,6	2,87	1,4	Arsen	5	5	5
Nordjylland	dk1	6,5	11,5	1,43	Arsen	6,5	12	5
Isefjord	dk1	1,6	1,6	1,5	Arsen	5	5	5
Østersøen	ks2	9,7	11,5	1,65	Arsen	10	12	5

Djursland	ks2	2,25	2,7	1,8	Arsen	5	5	5
Limfjorden	ks1	4,3	6,3	1,8	Arsen	5	6,5	5
Jylland øst	ks1	5,1	6,78	1,92	Arsen	5,5	7	5
Nordjylland	ks1	2,6	3,65	2	Arsen	5	5	5
Jylland øst	ks3	7,6	8,45	2,02	Arsen	8	8,5	5
Isefjord	ks2	3,1	4,7	2,1	Arsen	5	5	5
Isefjord	ks3	6,36	6,65	2,1	Arsen	6,5	7	5
Djursland	dk1	2,1	1,85	2,15	Arsen	5	5	5
Limfjorden	ks2	4,25	6,4	2,2	Arsen	5	6,5	5
Jylland øst	dk1	2,6	2,7	2,3	Arsen	5	5	5
Køge bugt	dk1	4,6	4,8	2,4	Arsen	5	5	5
Limfjorden	ks3	6	7,8	2,4	Arsen	6	8	5
Østersøen	dk1	12,1	13	2,55	Arsen	12	13	5
Nordjylland	ps1	3	3	2,6	Arsen	5	5	5
Nordjylland	ks2	3,35	3,7	2,6	Arsen	5	5	5
Limfjorden	dk1	3,7	4,75	2,85	Arsen	5	5	5
Jylland øst	ks2	8,5	9,5	3	Arsen	8,5	9,5	5
Fyn	ks2	10,45	11,67	3,3	Arsen	11	12	5
Fyn	ks1	7,5	9,2	3,6	Arsen	7,5	9,5	5
Vadehavet	ps4	0,15			Arsen	5		
Nordjylland	ps3	0,19			Arsen	5		
Limfjorden	ps2	0,35			Arsen	5		
Vadehavet	ps2	0,57			Arsen	5		
Bornholm	blag5	0,59			Arsen	5		
Nordjylland	ps2	1,1			Arsen	5		
Bornholm	blag3	1,2			Arsen	5		
Bornholm	blag1	1,65			Arsen	5		
Vadehavet	ks3	1,8			Arsen	5		
Limfjorden	ps1	2,1			Arsen	5		
Jylland øst	ps2	2,2			Arsen	5		
Bornholm	blag2	2,4			Arsen	5		
Køge bugt	ks1	2,55			Arsen	5		
Køge bugt	ks3	3,15			Arsen	5		
Nordjylland	ks3	3,2			Arsen	5		
Køge bugt	ks4	3,45			Arsen	5		
Bornholm	blag4	3,65			Arsen	5		
Fyn	dk1	5			Arsen	5		
Isefjord	ks4	5,9			Arsen	6		
Isefjord	ks1	6,8			Arsen	7		
Fyn	ks3	11			Arsen	11		
Østersøen	ks4	18			Arsen	18		
Østersøen	ks3	19			Arsen	19		

## **Appendix 1: Manual for kemisk tilstandsvurdering i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21**

Dette appendix indeholder en manual, der beskriver hvordan der kan laves et udkast til den kemiske tilstand på baggrund af de nye grundvandsforekomster, der er udpeget i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21.

Manualen foreligger som den så ud i maj 2014, bortset fra enkelte mindre redaktionelle rettelser, der har været nødvendige for at kunne vedlægge den som appendix til denne rapport.

I det omfang, der er sket afvigelser fra manualen i det videre arbejde, er det beskrevet i hovedrapporten.

I manualen er det fx nævnt, at arbejdet skal basere sig på perioderne 2000-06 og 2007-12. Efter arbejdet blev igangsat blev det besluttet, at udvide den sidste periode til også at omfatte 2013 for at sikre, at de nyeste data blev inddraget.

# Manual for kemisk tilstandsvurdering for Vand- områdeplan 2015-21

---

Lærke Thorling og Brian L. Sørensen, GEUS

Dirk Ingmar Müller-Wohlfeil, NST

Maj 2014

## **Forudsætninger**

Denne manual beskriver hvorledes, der kan laves et udkast til vurdering af grundvandsforekomsternes kemiske tilstand i perioden medio marts til medio maj 2014.

Der tages udgangspunkt i de ny udpegede grundvandsforekomster, der forventes at foreligge ca. 10. marts 2014. Først når grundvandsforekomsterne er genafgrænset, er det muligt at gennemføre analysen på de nye grundvandsforekomster.

Der tages udgangspunkt i den metode, der blev anvendt ved den indledende analyse af grundvandets kemiske tilstand, som GEUS udførte i efteråret 2013. Her blev der udviklet værktøjer til illustrering af vandkvaliteten på parameterniveau for hver grundvandsforekomst, hvor fordelingen af koncentrationerne er grafisk præsenteret. (GEUS, okt. 2013: Levering Fase 1. Basisanalysen fra GEUS, kemiudtræk) Der tages udgangspunkt i de tests som anbefales i "Guidance on Groundwater Status and Trends Assessment fra WGC fra 2007".

## **Målsætning**

Det er målsætningen, at alle grundvandsforekomster, hvor der er et tilstrækkeligt datagrundlag, vurderes efter ensartede metoder og på samme måde i hele landet. Dette skal foregå ved hjælp af en maskinel procedure, der fastlægges i dette paradigme.

For grundvandsforekomster med utilstrækkelige data skal der foretages en manuel vurdering.

## Test jf. Guidance dokument

For hver grundvandsforekomst skal den kemiske tilstand vurderes mht. flg. risici:

- a) Saltvandsindtrængning: Nærværende projekt generer data til den kemiske vurdering af saltvandsindtrængningen med data for klorid og ionbytning og ledningsevne. Vurderingen gennemføres efter denne manual.
- b) Påvirkning af overfladevand: Det vurderes generelt, at der ikke er data til nogen tilstandsvurdering mht. overfladevand. Hvis der er en kendt specifik påvirkning, kan den efterfølgende inddrages af NST. (fx forsinket forbedring af tilstand i et vandløb når gammelt grundvand præger vandkvalitet i vandløb)
- c) Grundvandsafhængige terrestriske økosystemer: Det vurderes generelt, at der ikke er data hertil.
- d) Beskyttede drikkevandsforekomster: Gælder hele DK og indgår i den generelle kemiske vurdering.
- e) Den generelle kemiske tilstand i grundvandsforekomsterne: Gennemføres efter denne manual.

Da der ikke er kendskab til overfladevandets påvirkningsgrad, kan der alene tages udgangspunkt i de kvalitetskriterier, der gælder for drikkevand. I det omfang et overfladevandområde er i risiko, vil påvirkningen fra grundvand først indgå i de konkrete valg af virkemidler, der kan have indflydelse på kvaliteten af grundvandet.

Alle vurderinger tager udgangspunkt i indtagningsniveau, jf. denne guidance og direktivet.

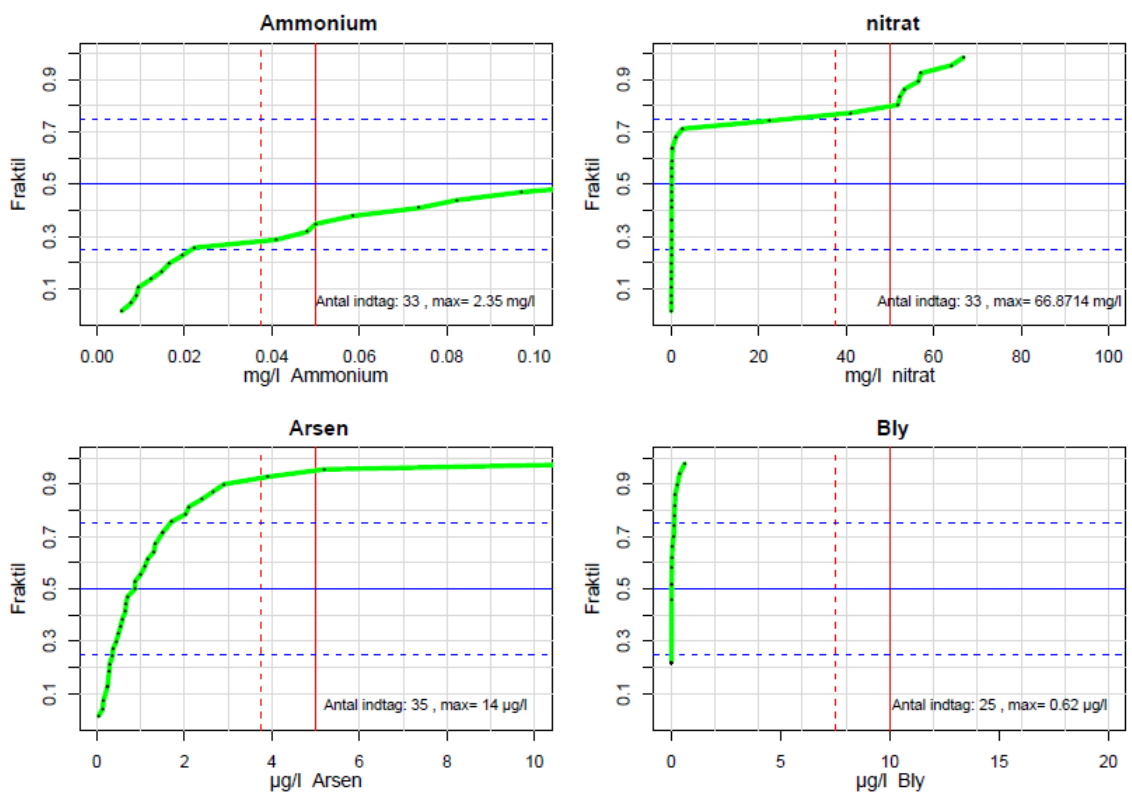
## Metode for test: den generelle kvalitet i grundvandsforekomsterne

For alle grundvandsforekomster laves en figur som vist i figur 1 for de udvalgte parametre der fremgår af bilag 1.

For hvert indtag (ofte boring) beregnes for hver parameter middelværdien af de årlige middelværdier for perioden 2007-2012. Denne aggregerede værdi anvendes til nedenstående.

Disse figurer viser:

- Aritmetiske middelværdier af årlige middelværdier for alle indtag i forekomsten (punkterne)
- Tærskelværdien, rød lodret linje, (her: kravværdi afgang vandværk eller ledningsnet!)
- 75 % tærskelværdi, rød stiplede lodret linje.
- Median og 25 og 75 % fraktil.
- 80 % fraktil, jf. guidance. forslås vist med rød vandret linje, er ikke vist på figur 1.



*Figur 1. Eksempel på fordelingskurver. De røde lodrette streg er grænseværdien, og de blå vandrette streger viser 25 %, 50 % og 75 % fraktiler. 80 % fraktil foreslås vist med rød vandret stippet linje. Alle målinger er vist med små sorte prikker. På hver figur er angivet, hvor mange data der er i forekomsten for den pågældende parameter og hvad den maksimalt målet værdi er. Bemærk, kun værdier op til 2x tærskelværdien er vist.*

Der laves et kort der viser den kemiske tilstand af grundvandsforekomsterne for de udvalgte parametre der fremgår af bilag 1., dvs. et kort per forekomst og parameter. Desuden vises om værdierne på indtags niveau overskrider kravværdierne. Der fremstilles en skabelon og en beskrivelse der angiver hvad der skal gøres for at få de enkelte parametre vist, jf. bilag 2 pkt. 7.

### *Kriterier for udtræk:*

Der bliver anvendt samtlige grundvandsanalyser i JUPITER uanset boringsanvendelse, dvs. data fra GRUMO, vandværker, grundvandskortlægning, forureningsundersøgelser mv.

Ud fra de nedenfor beskrevne kriterier, fastsættes maskinelt "en tilstandsvurdering, der anvendes til at producere datafiler, der kan bruges til at generere kort over grundvandsforekomsternes kvalitet som "god", "ringe", "ukendt".

- a) Perioden er som udgangspunkt 2007-2012. Data fra 2013 inddrages også for at sikre at de nyeste data også inddrages.  
Er der i en given forekomst mindre end 5 indtag, hvor NO<sub>3</sub>, ledningsevne og "maks. pesticid" er analyseret/beregnet, vælges perioden 2000-2012. Der vil på den måde indgå data fra to planperioder i tilstandsvurderingen, hvis der ikke er nok nye data i en grundvandsforekomst fra seneste periode 2007-12. Hvis der heller ikke er tilstrækkelige data i perioden 2000-2013, må tilstanden vurderes ved analogibetragtninger eller karakteriseres ved "ikke-viden".
- b) Parametrene, der fremgår af bilag 1, indgår i analysen. Det foreslås, at der anvendes samleparametre for en række stoffer for at lette analysen, fx max pesticidindhold i en prøve, frem for det specifikke pesticid, da der er samme kravværdi til alle pesticider i analysen. Dette skulle lette overskueligheden af den fortsatte analyse af tilstanden for grundvandsforekomsten.
- c) Som udgangspunkt anvendes alle indtag i JUPITER der kan kobles til en grundvandsforekomst.
- d) Regionernes data for vandkvalitet i undersøgelsesboringer skal muligvis indarbejdes i forlængelse af nærværende analyse, idet det næppe er muligt at få data overført til JUPITER før dette projekt går i gang. GEUS kan levere et format, som regionerne kan anvende ved levering af data til NST, hvorefter data kan anvendes af GEUS, uden at data overføres til JUPITER. Det er en forudsætning, at der til hver vandanalyse er et DGU-



nummer og et indtagsnummer så den enkelte kemiske analyse kan indgå i beregningerne og i sidste ende tilknyttes en grundvandsforekomst. Hvis det viser sig at et indtag ligger uden for grundvandsforekomsterne, bruges data ikke.

NST aftaler en tidsfrist for dataleverancen fra regionerne, så det kan nås inden for nærværende projekts rammer.

- e) Beslutning om tilstand. Der skal være flg. krav opfyldt, for at det fastlægges at tilstanden for en grundvandsforekomst er "ringe tilstand":
- Der skal være mindst 5 indtag i forekomsten eller vurderes der at være "ikke-viden". Når dette krav er opfyldt, er der mindst ét indtag i 20 % af data.
  - Mere end 20 % af indtagene overskrider tærskelværdien for én af de testede parametre. Der laves en fil, hvor der for hver grundvandsforekomst for hver parameter fastsættes værdien 1, 0 eller (-1) afhængig af, om der er fundet "god tilstand" (< 20 % indtag med overskridelser), "ikke-viden (< 5 indtag kan bedømmes)" eller "ringe tilstand" (≥ 20 % indtag med overskridelser).
  - Hvis "Ringe tilstand" optræder mindst en gang, er der samlet "ringe tilstand" for grundvandsforekomsten.
  - Hvis der kun optræder "Ikke viden", er der samlet set "ikke-viden".
  - Både nitrat, pesticider og ledningsevne skal have værdien "God tilstand", før der tildeles "god tilstand", men, alle andre parametre kan da tillades værdien "ikke-viden". Hvis data for nitrat, pesticider og ledningsevne har værdien "ikke-viden", vil den samlede tilstand være "ikke-viden", uanset hvor mange andre parametre, der viser "god tilstand".

### **Opfølgning uden for dette projekt på tilstandsvurderingen**

- f) Der kan udtegnes kort for alle grundvandsforekomster med "ringe tilstand", hvor det kan vurderes, om de indtag, der bidrager til risikovurderingen, ligger klumpet sammen i et hjørne eller ligger spredt ud over hele grundvandsforekomsten. Der kan forventes at være et behov for at kontrollere, om datadækningen repræsenterer mindre end 20 % af forekomsten. Der kan udvikles GIS analyseværktøjer til en automatisk sortering for at lette arbejdet.
- g) Alle grundvandsforekomster med "ikke-viden" gennemgås manuelt, for at se om det er muligt at lave en analogibetragtning ved hjælp af konceptuelle modeller for sammenlignelige geologier og påvirkninger. Vi skal tage stilling til hvordan og om udpegninger efter analogier skal mærkes på særlig vis, med skravering på endelige kort.

### **Vurdering af trends**

Der ses alene på ændringer i tilstanden mellem to planperioder og ikke på egentlige trendanalyser med lineær regression.

## *Datagrundlag*

Der sammenlignes på grundvandsforekomstniveau alene de to seneste 6 års perioder, nemlig 2000 - 2006, og 2007-2012<sup>3</sup>.

Metode:

- a) Kun forekomster med tilstrækkelige data til statusvurderingen ovenfor vurderes, dvs. der både skal være mindst 5 indtag i hver planperiode, og den geografiske dækning vurderes evt. efterfølgende jf. forrige afsnits f og g.
- b) For hvert indtag beregnes gennemsnitsværdien for hver af planperioderne, som gennemsnit af årlige gennemsnit.
- c) Der udarbejdes tabeller, som vist i figur 2, opdelt på GVF, eller evt. begge dele.
- d) Tilstanden i 1. og 2. periode sammenlignes og opdeles i svagt stigende, stærkt stigende, stabil, stærkt faldende svagt faldende, efter helt samme retningslinjer som til Nitratdirektivet, se figur 3. Trends vurderes for forskelle på 10, 5, -5 og -10 % ændringer af tærskelværdien, idet det svarer til hvad man gør for nitrat.
- e) For hver grundvandsforekomst vurderes hvor mange % af indtag, der er i hver af disse grupper
- f) Er der ikke nok indtag med analyser i begge perioder kan det overvejes kun at lave øvelsen aggregeret op i de 19 hovedvandoplande.
- g) I Grundvandsforekomster hvor 75 % af tærskelværdien er overskredet for en given parameter i mere end 50 % af indtagene, vurderes det, om der generelt i forekomsten er sket en forøgelse af påvirkningen med denne pågældende parameter ud fra figur 2 og 3 i denne manual.

---

<sup>3</sup> Der er overalt brugt perioderne 2000-2006 og 2007-2013, se note i starten af dette appendix

## Udviklingen mellem de to overvågningsrapporter

- Målesteder i procent:

Målesteder i procent	foregående rapporteringsperiode	nuværende rapporteringsperiode
<b>som overstiger 50 mg/l</b>		
maks. NO <sub>3</sub>	26 %	21 %
gennemsnit NO <sub>3</sub>	21 %	17 %
<b>som overstiger 40 mg/l</b>		
maks. NO <sub>3</sub>	31%	27 %
gennemsnit NO <sub>3</sub>	26 %	23 %

Tabel 3, udviklingen på koncentrationsfordelingerne mellem de to seneste overvågningsperioder, kun for indtag målt i begge periode.

Figur 2. udkast til tabel der sammenligner omfanget af overskridelser mellem to perioder. Fra nitratdirektiv rapportering. Der vil blive anvendt tærskelværdien og 75 % tærskelværdi i tabellen for hver parameter. Derudover beregnes en ny kolonne: Ændring mellem de to perioder i %.

### NO<sub>3</sub>-koncentration:

Fælles målesteder i procent	maks. NO <sub>3</sub>	gennemsnit for hele året
<b>Stigende</b>		
kraftigt	8,9 %	10,5 %
svagt	6,3 %	7,6 %
<b>Stabilt<sup>1</sup></b>	42,2 %	46,1 %
<b>Faldende</b>		
kraftigt	12,8 %	11,8 %
svagt	29,9 %	23,8 %

. klasser for udvikling i afsnit 5.3.1.3.).

Figur 3. udkast til tabel der sammenligner graden af ændringer mellem to perioder. Fra Nitratdirektivet. Det foreslås, at maxværdier ikke vurderes, men alene gennemsnit i de to perioder. og at trend vurderes for forskelle på 10, 5,-5 og -10 % af tærskelværdien, idet det svarer til hvad man gør for nitrat.

## Bilag 1. Anvendte parametre

Parameterliste over stoffer der vurderes og udtrækkes. Stofferne grupperes, således der ses på maxværdien for en gruppe kemisk/funktionelt beslægtede stoffer, der har samme kravværdier.

Der introduceres derfor flg. parameterliste

1. Ledningsevne
2. Nitrat
3. Sulfat
4. Klorid
5. Ionbytningsgrad\*
6. NVOC
7. Nikkel
8. Arsen
9. Cadmium
10. Bly
11. Kviksølv
12. Aluminium
- 13. Max af klorerede opløsningsmidler i en analyse.\***
- 14. Max pesticid i en analyse(inkl. Klorphenoler)\***
- 15. Max af BTEX\***

*Stoffer mærket med \* er beregnede værdier, og med FED skrift er angivet samleparametre, for de grupper, der er angivet tabellen nedenfor.*

<b>Klorerede opløsningsmidler er:</b>	<b>Pesticider (fortsat)</b>	<b>Pesticider (fortsat)</b>
1,1-dichlorethan	Chloridazon	Metribuzin
Trans-1,2-dichloreth	Chlorsulfuron	Metribuzin-desamino
Cis-1,2-dichlorethyl	Cl153815	Metribuzin-diketo
1,2-dichlorethan	Cyanazin	Metsulfuron methyl
Vinylchlorid	CyPM	Pendimethalin
Tetrachlormethan	Dalapon	Pentachlorphenol
Chloroform	Deethyl-hydroxy-atrazin	Picolinafen
1,1,1-trichlorethan	DEIA	Pirimicarb
Tetrachlorethylen	Deisopropyl-hydroxyatrazin	PPU (IN70941)
Trichlorethylen	Dicamba	PPU-desamino (IN70942)
	Dichlobenil	Prochloraz
<b>Pesticider er:</b>	Dichlorprop	Propiconazol
2,4,5-T	Didealkyl-hydroxy-atrazin	Propyzamid
2,4-D	Dimethoat	Simazin
2,4-dichlorphenol	Dinoseb	Simazin, hydroxy
2,6-DCPP	Diuron	Terbut.azin,desethyl
2,6-Dichlorbenzamid	DNOC	Terbutylazin
2,6-dichlorbenzosyre	Ethofumesat	Terbutylazin,hydroxy
2,6-dichlorphenol	Ethylthiourea	Toluen
2-CPP	Fenpropimorph	Triadimenol
2-hydroxy-desethyl-terbutylazine	Glyphosat	Triazine amin methyl
4-CPP	Hexazinon	Triazine amine
4-Nitrophenol	Ioxynil	Trichloreddikesyre
Alachlor	Isoproturon	Trifluralin
AMPA	Lenacil	
Atrazin	Linuron	<b>BTX er:</b>
Atrazin, desethyl-	Maleinhydrazid	Ethylbenzen
Atrazin, desisopropy	MCPA	M+P-xylen
Atrazin, hydroxy-	Mechlorprop	O-xylen
Bentazon	Metamitron	Naphtalen
Bromoxynil	Metazachlor	Benzen
Carbofuran	Methabenzthiazuron	Toluen
Carbofuran, hydroxy	Metribuz-desam-diket	

*Gruppering af stoffer i stofgrupper, der svarer til de samleparametre der er anvendt.*

## Bilag 2. Leverancer

Alle udtræk kan opdeles i de to perioder (2000-06 og 2007-12).

1. Tabel med alle analyser i de to perioder (som datafil, format efter aftale)
2. Tabel med landsdækkende statistiske nøgletal for de enkelte stoffer i de to vandplanperioder samt figurer med fordelingskurver (en kurve for hver periode) for de enkelte stoffer (printet tabel)
3. Fordelingskurver for alle grundvandsforekomster, svarende til dem, der blev lavet i efteråret for de to planperioder. Dog kun for de udvalgte parametre, se bilag 2. (Printede figurer som pdf)
4. Tabel med tilstand for hver forekomst og hver parameter for hver af de to planperioder. For hver parameter angives 0 (ikke viden), -1 (i risiko) og 1 (god tilstand). Der angives en samlet tilstand (-1, 0, 1) for forekomsten (som datafil, format efter aftale)
5. Tabel der sammenligner omfanget af overskridelser mellem de to planperioder for hver af parametrene nævnt i bilag 2. (PDF-fil og Excel format).
6. Tabel, der sammenligner graden af ændringer mellem de to planperioder for hver af parametrene nævnt i bilag 2 (PDF-fil og Excel format).
7. GIS-fil med alle grundvandsforekomster med de attributfelter, der afleveres i forbindelse med udpegningsprojektet for grundvandsforekomster suppleret med attributfelter for den kvalitative tilstand, beregnet under pkt. 4 herover. Herved bliver det muligt at udtegne tilstand for f.eks. hvert DK-model lag, terrænnære, regionale eller dybe m.v. Der udarbejdes et ArcMap dokument som anvendes til udtegnning af op til 5 korttyper efter nærmere aftale. Det beskrives hvordan andre kombinationer af forekomster, lag, tilstand etc. kan udtegnes.
8. Dokumentation af programmer anvendt til at udarbejde den kemiske tilstandsanalyse
9. Der laves et ArcGIS projekt på grundlag af punkt "e" under kriterier for udtræk (s. 5), for alle grundvandsforekomster med farve angivelse for tilstand. Rød = "ringe tilstand", grøn = "god tilstand", hvid = "ikke-viden". Forekomsternes tilstand kan heri præsenteres på tværs af modellag, terrænnære/regionale/dybe m.v.
10. Der laves et ArcGIS projekt til optegning af forekomster i risiko for hver af de parametre, der har givet anledning til risiko. For hvert kort, er indtegnet med farve de indtag, som har hhv. over og under kravværdien, så det visuelt kan ses, om de ligger spredt eller samlet i forekomsten.
11. Rapport – Notat der præsenterer leverancerne.

## **Appendix 2: Manual for kemisk tilstandsvurdering i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21 - Tillæg**

Dette appendix 2 indeholder en manual, der beskriver, hvordan der kan arbejdes videre i forhold til beskrivelsen i appendix 1. Fokus i denne manual er på kemiske tilstand på grundvandsforekomster med begrænset viden samt på visualisering af trends i GIS.

Manualen foreligger som den så ud primo december 2014, bortset fra enkelte præciseringer og mindre redaktionelle rettelser, der har været nødvendige for at kunne vedlægge den som appendix til denne rapport.

I det omfang der er sket afvigelser fra manualen i det videre arbejde, er det beskrevet i hovedrapporten.

# Manual for kemisk tilstandsvurdering i forbindelse med Vandområdeplan 2015-21 – Tillæg

---

Lærke Thorling og Brian L. Sørensen, GEUS

Dirk Ingmar Müller-Wohlfeil, NST

December 2014



## Forudsætninger

Ved opgaveløsning skal tages udgangspunkt i følgende:

- Udgangspunktet for at gennemføre foranstaltninger til at vende væsentlige og vedvarende opadgående tendenser i koncentrationer af forurenende stoffer i grundvand fastlægges som en procentdel af parameterverdierne for kvalitetskrav for grundvand, og af tærskelværdierne
- Foranstaltningerne skal gennemføres, når koncentrationen af det pågældende forurenende stof når 75 % af parameterværdien for kvalitetskravet eller tærskelværdien fastsat for stoffet.

NST ønsker, at der identificeres de grundvandsforekomster, der har stærke stigninger ift. ét eller flere stoffer, og hvor indholdet af de relevante stoffer samtidig overstiger 75 % af parameterværdien for kvalitetskravet eller tærskelværdien fastsat for stoffet.

Når denne analyse er gennemført for hvert stof, skal der arbejdes videre efter "one out, all out"-princippet". Dvs. der skal laves for hver forekomst en samleværdi i lighed med tilstanden.

Analyserne gennemføres, kun for forekomster med flere end 5 indtag, og ikke i forhold til naturligt forekommende stoffer.

## Målsætning

Der bliver udarbejdet et GIS tema der for enhver forekomst med rød og grøn, viser om der er stærkt stigende indhold af nogen stoffer, hvor indholdet er over 75 % af tærskelværdien.

Det samme kan også vises for enkeltstoffer.

## Vurdering af trends

Der ses alene på ændringer i tilstanden mellem to planperioder og ikke på egentlige trendanalyser med fx lineær regression. Der tages udgangspunkt i den vurdering af trends der er udarbejdet i nedenstående tabel, hvor der for hver forekomst, er set på hvor store ændringer der er i hvert indtag, for hvert stof, og sammenholdt det med tærskelværdien.

Kraftigt stigende tendenser er defineret som en stigning i periode-middelværdien for et stof, i et indtag, på mere end 10 % af tærskelværdien, fra periode 1 til periode 2. Dette er nærmere beskrevet i bilag 1.

## Forekomst = DK\_1.10\_456\_9

Stof 9989 (Pest)

Fælles målesteder i %	Alle indtag	Indtag > 75 % TV
Kraftigt stigende	43.0	
Svagt stigende	0.0	
Stabilt	57.0	
Svagt faldende	0.0	
Kraftigt faldende	0.0	
Antal indtag	7	

Figur 1. Tabel der sammenligner graden af ændringer mellem to perioder. Inspiration fra Nitratdirektivet. Trend vurderes for forskelle på 10, 2,-2 og -10 % af tærskelværdien, idet det svarer til hvad man gør for nitrat. Der er to kolonner: Trend for alle stationer i grundvandsforekomsten baseret på forskel i gennemsnitskoncentrationer i de to perioder, og trend for de indtag, der i mindst en af perioderne har en gennemsnitsværdi på mere end 75 % af tærskelværdien. Endelig angives antal indtag.

### Metode

For alle forekomster tages der udgangspunkt i feltet "[procent af] indtag > 75 % [af] TV [der er] kraftigt stigende".

Dette gøres for alle stoffer, hvor der er fastsat en tærskelværdi i forhold til kravværdierne for drikkevand.

- For hvert stof tildeles grundvandsforekomsten værdien -1, hvis mindst 20 % af indtagene har kraftigt stigende koncentrationer, der overskrider 75 % af tærskelværdien.
- Hvis der ikke er nogen indtag med kraftigt stigende koncentrationer med indhold over 75 % TV tildeles grundvandsforekomsten værdien 1 for det pågældende stof.
- Hvis der ikke er data for det pågældende stof tildeles grundvandsforekomsten værdien 0.

Trend på stofniveau	
Indtag med Koncentrationer over 75 % TV og stærkt stigende	-1
Ingen data	0
Ingen indtag med stærkt stigende og indhold > 75 % TV	+1

På grundvandsforekomst aggregeres dette efter princippet "one out, all out". Dette betyder at der bagefter samlet for "trend-i alt" tildeles værdien -1, hvis værdien -1 optræder mindst én gang for et af de undersøgte stoffer. Hvis alle stoffer har værdien "0" får GVF værdien 0, ellers værdien +1.

Dette muliggør visning på kort både for enkeltstoffer og samlet.