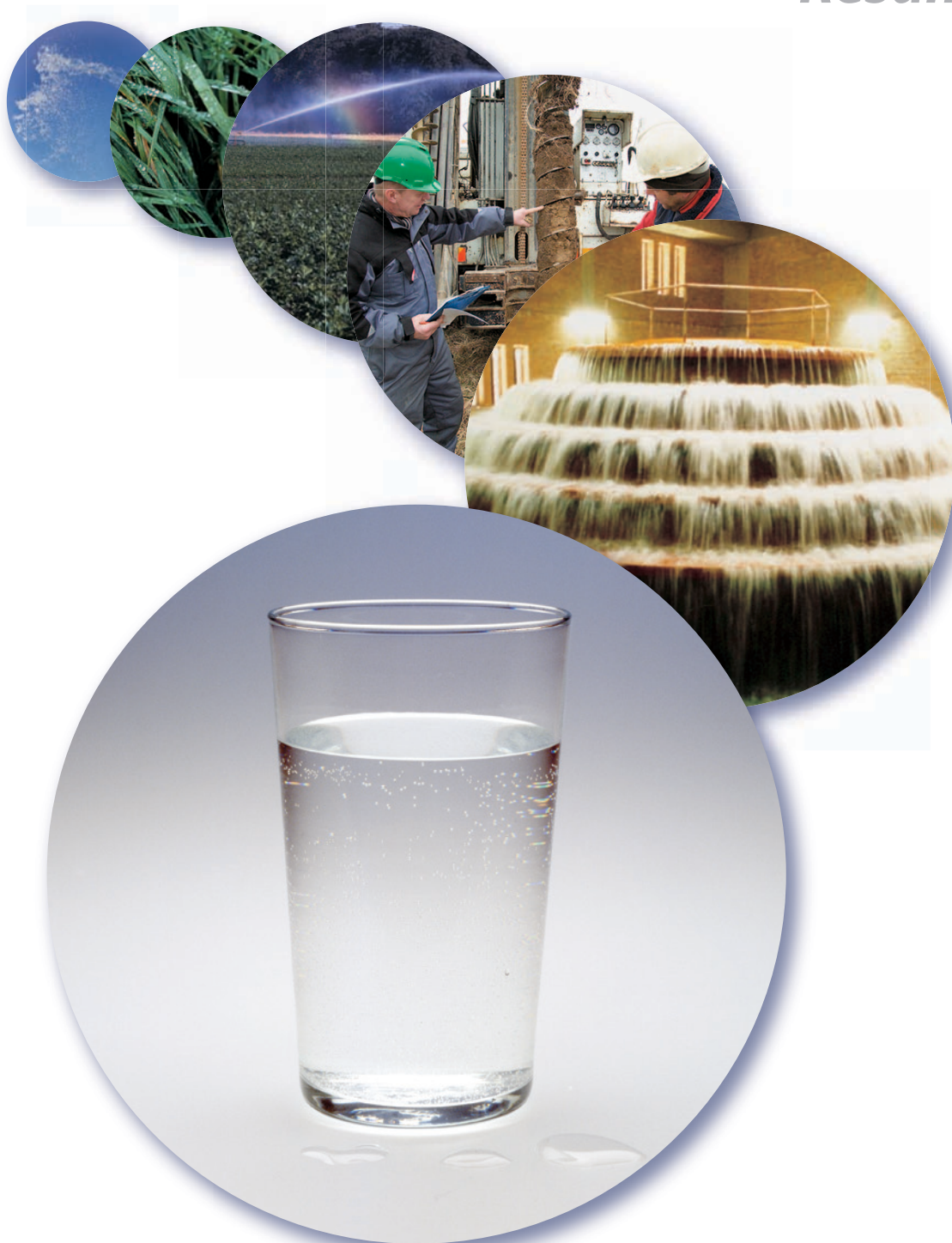


GRUNDVANDSOVERVÅGNING

1989-2014

Resume



Grundvand

Status og udvikling 1989 – 2014

Resumerapport

GEUS 2015

Redaktør: Lærke Thorling

Forfattere:

Lærke Thorling; Vibeke Ernstsén, Birgitte Hansen, Anders R. Johnsen, Flemming Larsen, Susie Mielby, Lars Troldborg

Dato 3. december 2015

Rapporten kan hentes på: www.grundvandsovervaagning.dk

Forord

Dette års grundvandsovervågningsrapport er opdelt i en resumérapport og en datarapport. I denne resumerapport præsenteres de væsentligste konklusioner vedrørende grundvandsressourcens tilstand og udvikling, mens datarapporten beskriver principperne og metoder for overvågningen samt alle indsamlede data og resultater.

Datagrundlaget for grundvandsovervågningen (GRUMO) er oplysninger fra GRUMO og LOOP borer og aktive vandværksboringer. GRUMO og LOOP borer er etableret specifikt med henblik på overvågning af grundvandet, og disse borer er overvejende placeret i det åbne land. Resultater fra disse borer er derfor især repræsentative med hensyn til at beskrive grundvandsressourcens tilstand og udvikling som følge af ændringer i den naturlige grundvandskvalitet og påvirkninger fra fladebelastninger, såsom udvaskning af nitrat og pesticider fra dyrkede arealer. Data er således ikke indsamlet med det formål at kunne beskrive forurening fra punktkilder i byområder. Der blev dog i 2014 gennemført en screening for perfluorforbindelser, som mistænkes for at kunne forekomme i grundvandet, blandt andet fra steder, hvor der er foretaget brandslukning, altså fra punktkilder. Da en del af GRUMO og LOOP borerne er filtersat i flere dybdeniveauer, og nogle vandværksboringer står åbne uden filter, anvendes betegnelsen "indtag" for prøvetagningssteder i grundvandsmagasinerne i denne rapport.

Gennem årene er GRUMO revideret flere gange for at kunne imødekomme udviklingen i de forvaltningsmæssige behov. Dette gælder blandt andet en tilpasning af stationsnettet til vandrammedirektivets krav om kontrolovervågning og operationel overvågning, og en tilpasning så overvågningen sker i forhold til grundvandsforekomster eller grupper af forekomster. Grundvandsforekomster anvendes i vandplanarbejdet, og sigtet er, at forvaltningsgrundlaget for den danske vandpolitik skal blive mere sammenhængende. Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen skal revurderes i begyndelsen af 2016, og med den revision er det planen, at de bebudede ændringer vil blive fuldt ud implementeret.

Målgrupperne for denne rapportering er Regeringen, Folketinget og offentligheden, de involverede aktører i overvågningen, det vil sige Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen, kommuner, vandforsyninger samt forsknings- og rådgivningsinstitutioner. Rapporten udkommer alene elektronisk på GEUS' hjemmeside www.geus.dk.

© Denne rapport er behæftet med copyright. Hvis figurer eller andet materiale anvendes skal den nødvendige kildeangivelse anføres, enten i form af et link til GEUS hjemmeside eller ved en henvisning til denne rapport:

Lærke Thorling; Vibeke Ernstsén, Birgitte Hansen, Anders R. Johnsen, Flemming Larsen, Susie Mielby, Lars Troldborg: Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2014. Resumé rapport, GEUS 2015.

ISBN i tryk: 978-87-7871-424-4

ISBN webudgave: 978-87-7871-423-7

1 Grundvandsressourcen og dens udnyttelse

Indledning

De seneste 100 år har nedbørsmængden i Danmark været stigende, og i perioden fra 1991 til 2013 er den steget 4,4 % i forhold til den sidste klimaperiode fra 1961 til 1990. I absolutte tal er den gennemsnitlige årsnedbør de seneste 30 år steget med 33 mm, hvilket vil medføre en højere grundvandsstand i dele af landet. Højere grundvandsstand må især forventes at optræde i ikke drænedede områder, hvilket hovedsagelig er områder med sandede overfladelag. I drænedede områder vil en større grundvandsdannelse øge vandtilførslen til vådområder via drænvandsafstrømningen.

Drikkevandsforsyningen i Danmark er baseret på oppumpning af grundvand med Christiansø som den eneste undtagelse, idet afsaltet havvand her benyttes som drikkevand. Grundvandsindvindingen foregår i landet fra omkring 2.600 almene vandværker. De offentligt ejede forsyninger står for omkring 55 % af indvindingen, mens de privatejede står for de resterende 45 %. Derudover indvindes der grundvand fra en række ikke-almene vandforsyninger, som hver forsyner mellem én og ni husstande.

Miljømål og formål med overvågningen

Grundvandsressourcen overvåges med henblik på en vurdering af den kvantitative tilstand, så det sikres, at udnyttelsen ikke overskrider den tilgængelige vandressource på langt sigt.

Datagrundlaget

Grundvandsstanden registreres under Det Nationale Pejleprogram med automatisk dataopsamling i 150 pejlestationer, se figur 1. Opgørelsen over indvinding af grund- og overfladevand er baseret på et udtræk fra JUPITER databasen pr. 1. juni 2015. Udtrækket dækker perioden 1989 til 2014 med indberetninger fra amterne frem til 2007 og herefter fra kommunerne.

Status og udvikling

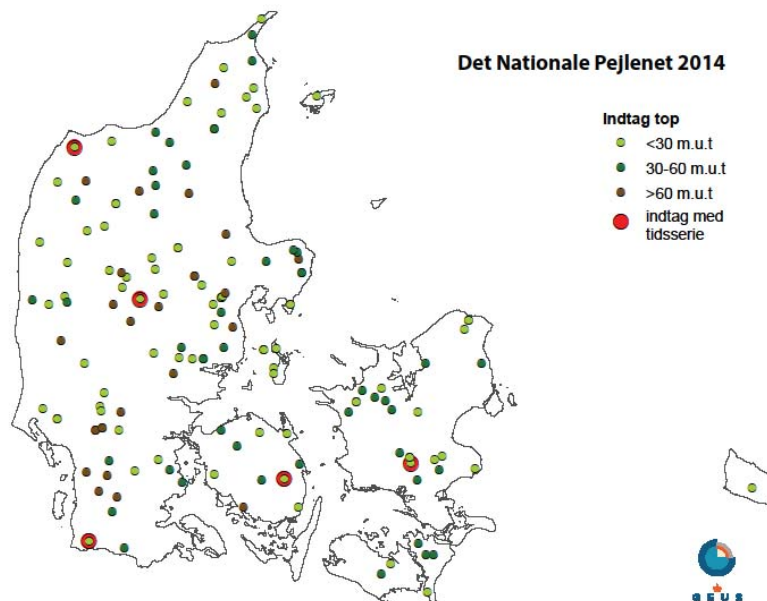
Grundvandsstandens status og udvikling er vurderet ud fra repræsentative, lange pejleserier indenfor fem geografiske områder, som er vist i figur 1. Følgende tendenser kan registreres.

Den *langsigtede udvikling* i de midtjyske, sønderjyske og fynske områder viser samme overordnede forløb og stor overensstemmelse. Den sjællandske pejleserie har faldende vandstand på grund af stor vandindvinding frem til midten af 1990'erne, mens den nordjyske pejleserie har store udsving hen over året, idet grundvandsstanden varierer 2-3 m i perioden.

Den målte *årsvariation* for den nordjyske serie har et udsving på op til 6 m, mens de øvrige serier typisk ligger inden for 2 m. *Påvirkning fra den stigende nedbør* i 1980'erne viser sig som et op til 2 m højere beliggende vandspejl.

Gennem de seneste årtier har der været to nedbørsfattige perioder, én fra 1975 til 1976 og én igen i 1996, og i begge disse perioder var der et forøget behov for markvanding. Denne *påvirkning fra tørre perioder* registreres de følgende tre til fire år for de dybere grundvandsmagasiner, hvor grundvandsstanden nogle steder faldt op til 3 m, og ikke, som normalt, steg i de efterfølgende vinterperioder.

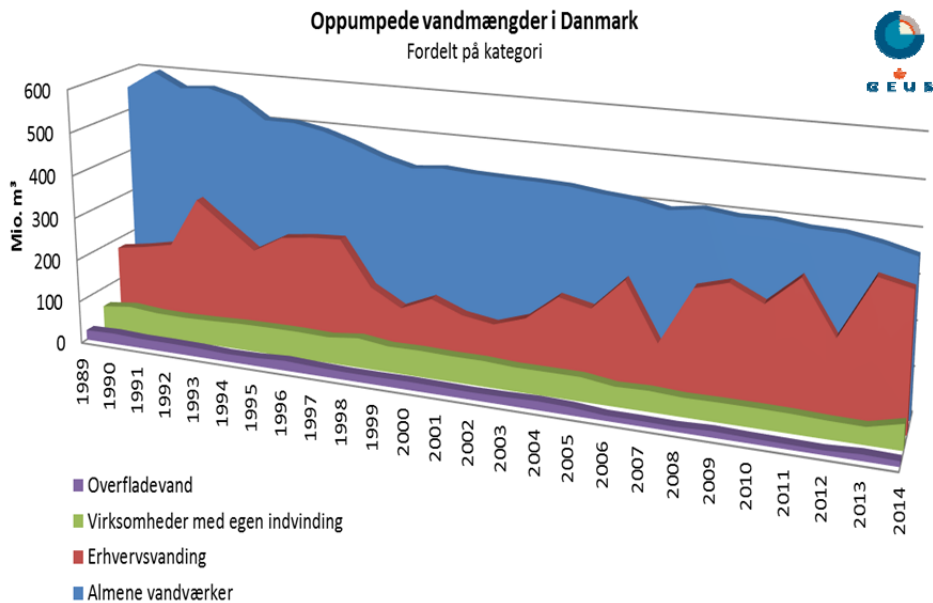
For hovedparten af pejleserierne, var vandstanden gennem 2014 højere end de tilsvarende værdier for både perioden 1961-1989 og 1990-2013.



Figur 1. Lokalisering af boringer i det Det Nationale Pejleprogram i 2014 med fordelingen på henholdsvis terrænnære (< 30 m u.t.), middel dybde (30-60 m.u.t.) og dybe indtag (> 60 m u.t.).

Indvinding af grundvand er opgjort for fire hovedkategorier i figur 2. For de almene vandværker blev indvindingen fra årene 1989 til 2000 reduceret fra omkring 550 mio. m³ til 400 mio. m³/år, og derefter faldt forbruget med en mindre rate til omkring 370 mio. m³/år i 2014. Indvinding af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug (kategorien "Erhvervsvanding") var i 2014 omkring 309 mio. m³, hvilket er over medianen (210 mio. m³/år) for hele perioden.

Vandforbruget for virksomheder med egen indvinding udviser en svagt faldende tendens fra 1989 til 2013, mens der tilsyneladende er en stigning i forbruget i 2014, som svarer til medianen for hele perioden. Indvindingen af overfladevand i landet er konstant omkring 12 mio. m³ per år. Forbruget i dambrug er opgjort til maksimalt 1 mio. m³/år, og varierer betydeligt fra år til år. Indberetning fra dambrug vurderes at være behæftet med stor usikkerhed, hvilket dog ikke er afgørende, idet dambrugenes anvendelse af overfladevandet ikke påvirker den årlige vandbalance, da vandet efter brug ledes tilbage til vandløbene.



Figur 2. Vandindvinding i Danmark (1989-2014) opdelt på almene vandværker, erhvervs vand, industri og overfladevand. Opgørelser af indvinding af overfladevand fra før 1997 er ikke pålidelige.

Den samlede årlige oppumpning af grundvand (uden markvanding) var omkring 1990 på 700 millioner m³. Den faldt frem til 1999 til omkring 500 mio. m³, og har en svagt faldende tendens i perioden 1999-2014 fra omkring 500 mio. m³/år til ca. 425 mio. m³/år. Oppumpning til markvanding har de seneste 15 år ligget mellem 100 og 200 mio. m³/år med store variationer fra år til år afhængigt af nedbørsmængden.

2 Nitrat i grundvandet

Indledning

En høj koncentration af nitrat i grundvand er uønsket dels på grund af risiko for sundhedsskadelige virkninger ved grundvand anvendes til drikkevand, og dels fordi grundvandets udstrømning kan bidrage til næringsstofbelastningen i vandløb, søer og havmiljøet.

Miljømål og formål med overvågningen

Kvalitetskravet til nitrat i grundvand og drikkevand er både nationalt og i EU fastsat til 50 mg/l. I henhold til Nitratdirektivet er hele Danmark udpeget som nitratsårbart område. Omkring 19 % af Danmarks areal er i indsatsplanerne udpeget som nitratfølsomme indvindingsområder.

Datagrundlag

Datagrundlaget for beskrivelsen af grundvandets indhold af nitrat for perioden 1990-2014 fremgår af tabel 1. LOOP indtagene er overfladenære, da de er etableret med det særlige formål at følge udvaskning af nitrat til højtliggende grundvand under dyrkede arealer jf. krav i undtagelserne fra Nitratdirektivet. Vandværksboringer er "aktive" vandværksboringer, hvorfra der de seneste fem år er udtaget en vandprøve, som er analyseret ifølge den lovpligtige boringskontrol.

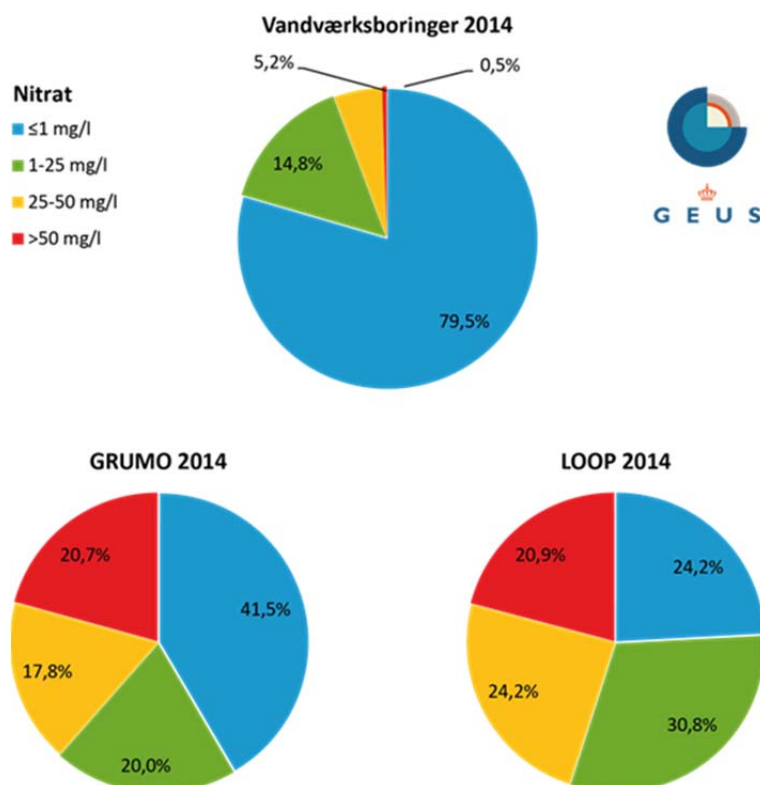
Fra de tre typer af indtag udtages til nitratanalyse hvert år sammenlagt omkring 3.000 vandprøver. Der indgår et varierende antal indtag i de årlige GRUMO rapporter, da ikke alle indtag prøvetages med samme frekvens hvert år.

Periode	GRUMO Indtag	LOOP Indtag	Vandværksboringer	I alt
2012	1.097	514	1.781	3.392
2013	721	455	1.742	2.918
2014	997	485	1.511	2.993
1990-2014	44.491	17.572	36.284	98.347

Tabel 1. Antal nitratanalyser i GRUMO indtag, LOOP indtag og aktive vandværksboringer.

Status og udvikling

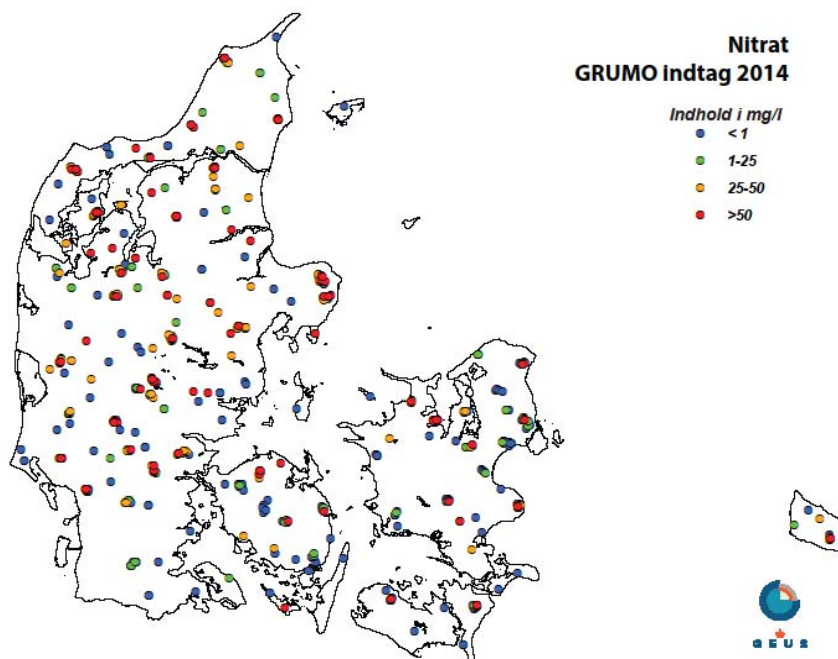
Indholdet af nitrat i GRUMO og LOOP indtag samt aktive vandværksboringer i 2014 fremgår af figur 3. I omkring 21 % af GRUMO og LOOP indtagene var der et gennemsnitligt nitratindhold over 50 mg/l, mens der i vandværksboringer var over 50 mg/l i 0,5 % af indtagene. I GRUMO og LOOP indtagene er koncentrationen mellem 25 og 50 mg/l i henholdsvis 17,8 og 24,2 % mod 5,2 % i vandværksboringer.



Figur 3. Fordelingen af det gennemsnitlige nitratindhold i GRUMO og LOOP indtag samt aktive vandværksboringer i 2014.

Der blev påvist koncentrationer af nitrat mellem 1 og 25 mg/l i 20,0 % og 30,8 % i GRUMO og LOOP indtagene mod omkring 14,8 % i vandværksboringerne. Nitratfrit grundvand (under 1 mg/l) er påvist i 41,5 % af indtagene i GRUMO, i 24,2 % i LOOP og 79,5 % i vandværksboringerne.

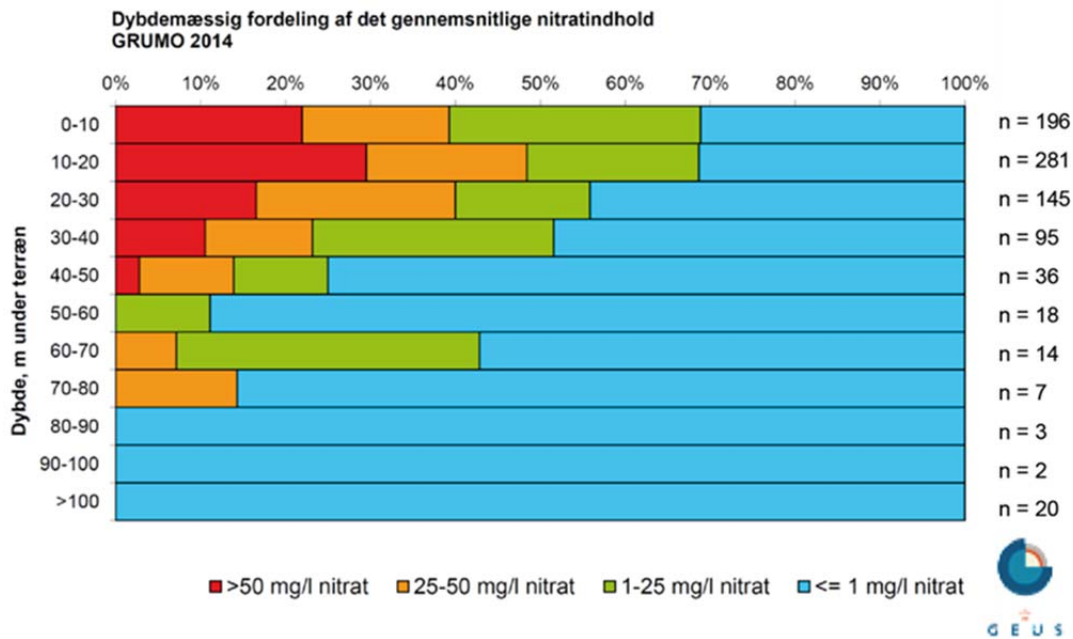
Den geografiske fordeling af højest fundne nitratinholdet i 817 GRUMO indtag fremgår af figur 4, hvoraf det ses, at boringerne med nitrat over kravværdien på 50 mg/l er jævnt fordelt i hele landet.



Figur 4. Nitrat i grundvandsovervågningen. Den geografiske fordeling af GRUMO-indtag med det højeste nitratinhold i 2014.

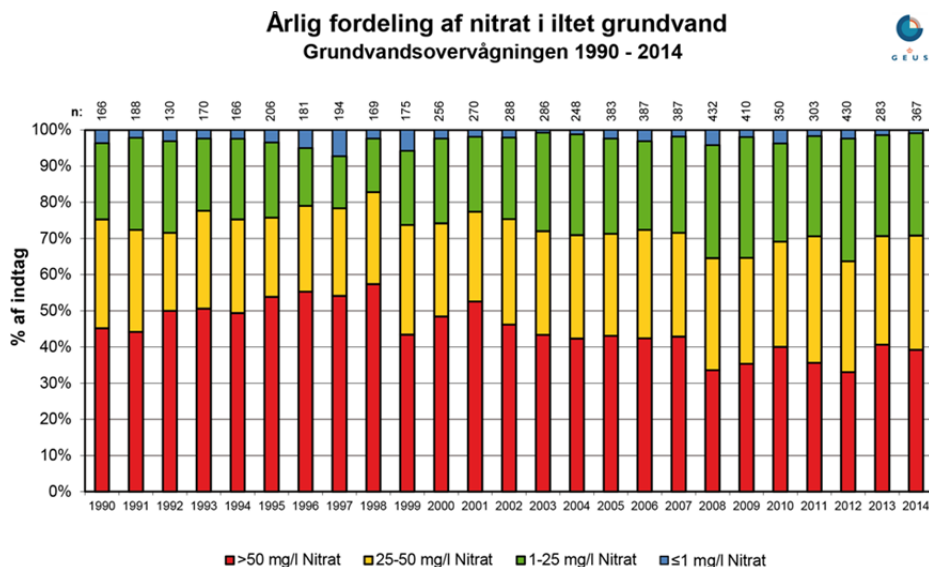
Dybdefordelingen af nitrat i grundvandsmagasinerne, opdelt i 10 meters intervaller, fremgår af figur 5. Øverst fra 0 til 10 meter under terræn (m u.t.) indeholder omkring 69 % af indtagene nitrat, og koncentrationen er over 50 mg/l i omkring 22 % af indtagene, mellem 25 og 50 mg/l forekommer i omkring 17 % af indtagene og mellem 1 og 25 mg/l i omkring 30 % af indtagene. Koncentrationerne og deres indbyrdes fordeling, er omtrent den samme i intervallet 10-20 m u.t., dog er der flere indtag (ca. 30 %) med koncentrationer over 50 mg/l.

Fra 20-30 m u.t. intervallet og ned til 40-50 m u.t. ses et gradvist fald i grundvandets nitratinhold, hvilket må forklares med en denitrifikation, og hermed fjernelse af nitrat i grundvandsmagasinerne, ved naturlige geokemiske processer. Under 50 m u.t. er der ikke i GRUMO stationsnettet påvist nitrat i koncentrationer over 50 mg/l og fra omkring 80 m u.t. er indholdet af nitrat under 1 mg/l. Det bemærkes, at antallet af indtag dybere end 50 m u.t. er meget begrænset.



Figur 5. Dybdemæssig fordeling til top af indtag i m u.t. af det gennemsnitlige nitratindhold i 2014 i 817 indtag i GRUMO opdelt i fire koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for tabellen.

Den tidlige udvikling i udvaskning af nitrat til grundvandet kan bedst vurderes ud fra koncentrationer af nitrat i iltholdigt grundvand. Det skyldes, at denitrifikation i større omfang først optræder i iltfrie zoner i grundvandet. Det gennemsnitlige indhold af nitrat i iltet grundvand i GRUMO i perioden 1990-2014 fremgår af figur 6.

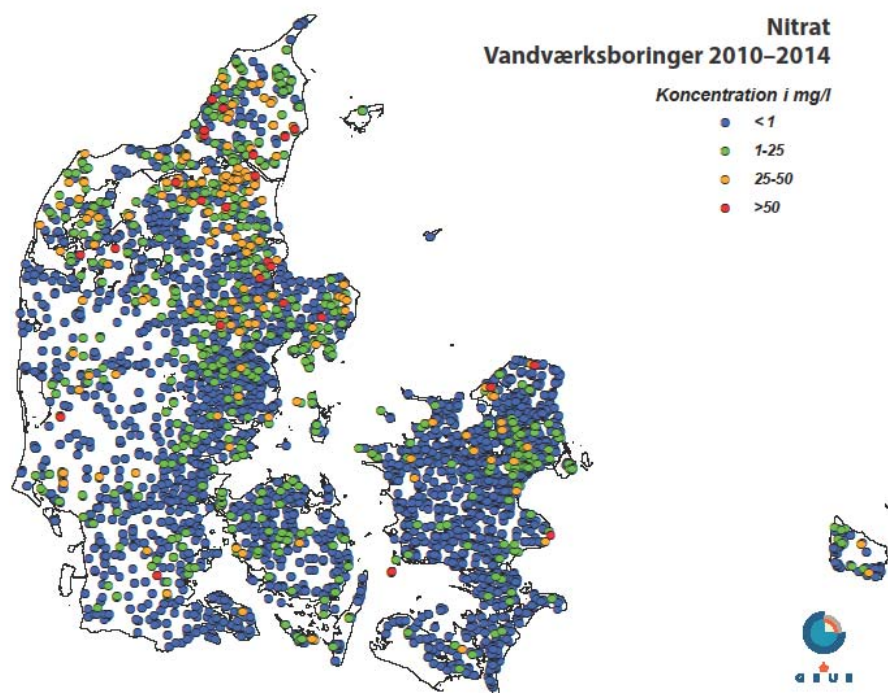


Figur 6. Tidsserie for den procentvise fordeling af nitrat (gennemsnit pr. indtag pr. år) fra iltholdigt grundvand for prøver udtaget i GRUMO indtag i perioden 1990-2014.

Andelen af indtag i det iltholdige grundvand med nitrat over 50 mg/l steg i perioden 1990-1998 fra omkring 45 % til 55 %, hvorefter denne andel faldt til omkring 42 % frem til omkring 2004. Fra 2005 til 2014 har andelen af indtag med koncentrationer over 50 mg/l varieret mellem 37 og

40 % og således været nær konstant. I opgørelsen er der relativt få GRUMO indtag med iltholdigt grundvand uden nitrat, typisk et par procent, hvilket afspejler det forhold, at GRUMO indtag hovedsagelig er placeret i opdyrkede arealer i landet.

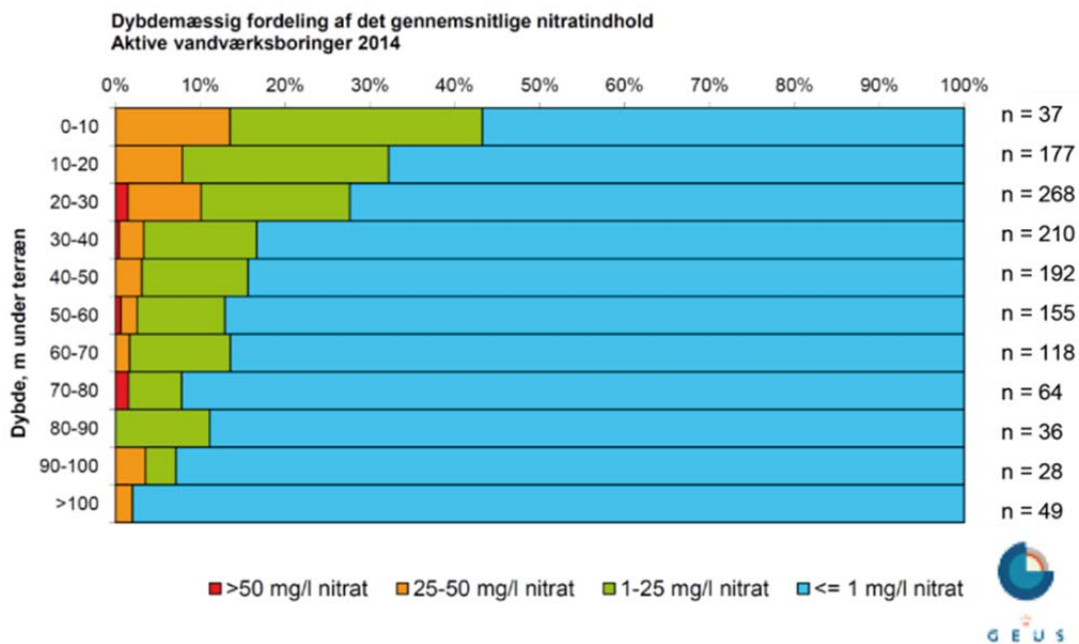
Den geografiske fordeling af nitratinholdet i 6.020 vandværksboringer fra Boringskontrollen gennem de seneste fem år (2010-2014) fremgår af figur 7.



Figur 7. Nitratinholdet i grundvandet i aktive vandværksboringer fordelt på fire koncentrationsklasser. Data viser gennemsnit per. indtag for perioden 2010-2014. Der kan indgå boringer, som ikke længere anvendes til drikkevandsforsyning.

Høje nitratkoncentrationer i vandværksboringer optræder især i Nordjylland, Thy, Himmerland og på Djursland. Dette skyldes en ringe naturlig beskyttelse af grundvandsmagasinerne i disse områder som følge af manglende beskyttende lerede, dæklag og en relativt dybtliggende nitratfront, som er den dybde i grundvandsmagasinerne, hvor der foregår denitrifikation.

Dybdefordelingen af nitrat i aktive vandværksboringer i 2014 fremgår af figur 8, hvor det fremgår at sammenlignet med GRUMO (figur 5), er der lavere koncentrationer af nitrat i vandværksboringerne. I de aktive vandværksboringer blev der dog i 2014 påvist nitrat med koncentrationer over 50 mg/l i relativt få boringer ned til 70-80 m u.t. Der er et gradvist fald i nitratinholdet ned til omkring 80 m u.t., men der er påvist nitratkoncentrationer over 25 mg/l ned til de dybeste indvindingsboringer under 100 m u.t. Udbredelsen af nitrat på større dybder i vandværksboringerne forekommer mange steder, hvor nitratholdigt grundvand som følge af pumpning trækkes ned på større dybder i grundvandsmagasinerne. De generelt lavere indhold af nitrat i aktive vandværksboringer, sammenlignet med GRUMO, skyldes vandværkerne lukning af boringer, der ikke lever op til kravværdien.



Figur 8. Dybdemæssig fordeling til top af indtag i m u.t. af det gennemsnitlige nitratindhold i 2014 i 1.334 indtag fra aktive vandværksboringer. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for tabellen.

3 Fosfor i grundvand

Indledning

Fosfor findes som en naturlig bestanddel i grundvand, idet det frigives fra sedimenterne, men det kan også under særlige forhold udvaskes fra rodzonen. I lighed med nitrat kan fosfor i udstrømmende grundvand medvirke til næringsstofbelastning af vandmiljøet i åer, søer og havet.

Miljømål og formål med overvågningen

Der er ikke fastsat en kravværdi for fosfor i grundvand, men for drikkevand er kravværdien fastsat til 0,15 mg/l angivet som vandets total-fosforindhold. Denne kravværdi er benyttet her. Hovedformålet med overvågning af fosfor i grundvandet er at fastslå, om fosfor udvaskes fra landbrugsarealer til grundvandet og herfra videre til overfladevand.

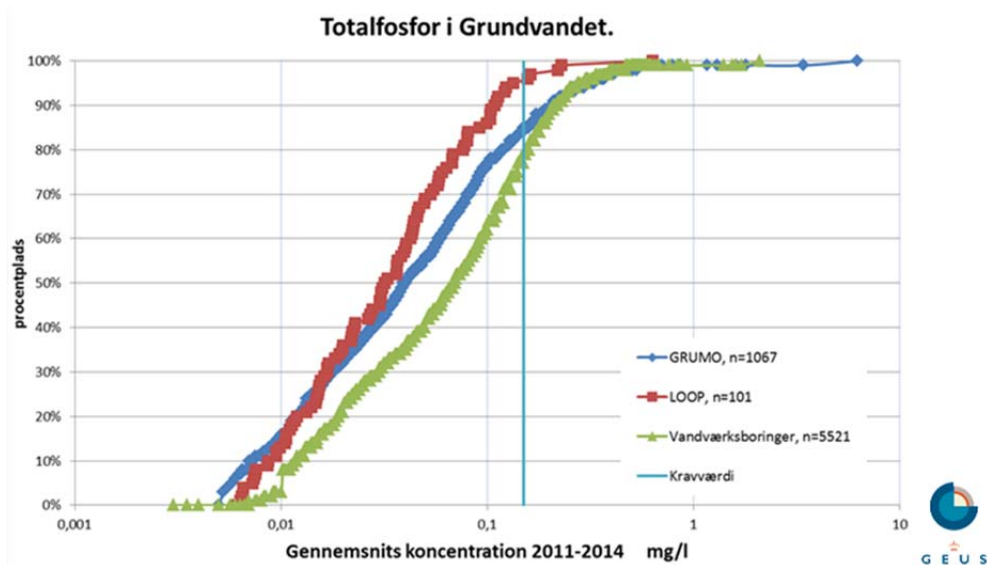
Datagrundlaget

I 2014 er der i GRUMO analyseret for fosfor i 772 indtag, hvoraf de 629 også er blevet undersøgt mindst én gang i perioden 2011-2013. På grund af varierende analysehyppighed er der anvendt gennemsnitsværdier for perioden 2011-2014 for de enkelte indtag. I alt 1.067 indtag er analyseret i hele den igangværende GRUMO programperiode.

Tilstand

Figur 9 viser fordelingen af fosfor i grundvand fra samtlige indtag, som er analyseret i programperioden 2011-2014. Det ses, at koncentrationerne i det øvre grundvand i LOOP generelt er lavere end i de øvrige data fra dybere grundvand. Kravværdien på 0,15 mg/l er overskredet i 16 % af GRUMO indtag og i 23 % af de aktive vandværksboringer. Høje koncentrationer af fosfor vil

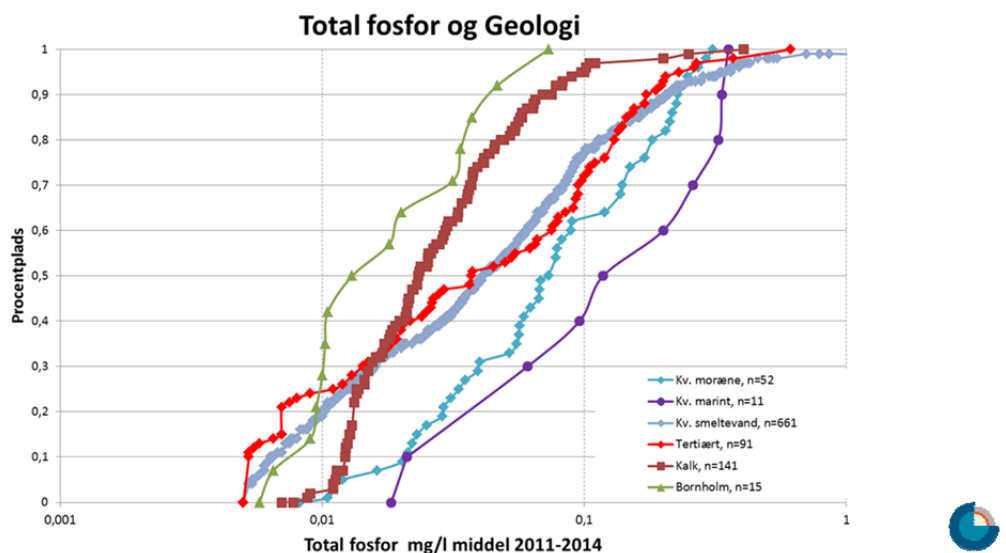
normalt bindes i sandfiltre under en traditionel vandbehandling, og fosfor udgør således generelt ikke et problem i forhold til drikkevandets kvalitet. Kun 4 % af LOOP indtagene har koncentrationer over 0,15 mg/l.



Figur 9. Fordelingen af den gennemsnitlige koncentration af fosfor i alle analyserede indtag fra GRUMO, LOOP og aktive vandværksboringer i programperioden 2011-14. Bemærk, at x-aksen er logaritmisk, og koncentrationerne varierer med en faktor omkring 1000. Antallet af indtag fremgår af legenden.

Fordeling af fosfor i geologiske aflejringer

Fordelingen af fosfor i grundvand oppumpet fra forskellig typer af sedimenter i grundvandsmagasinerne fremgår af figur 10.



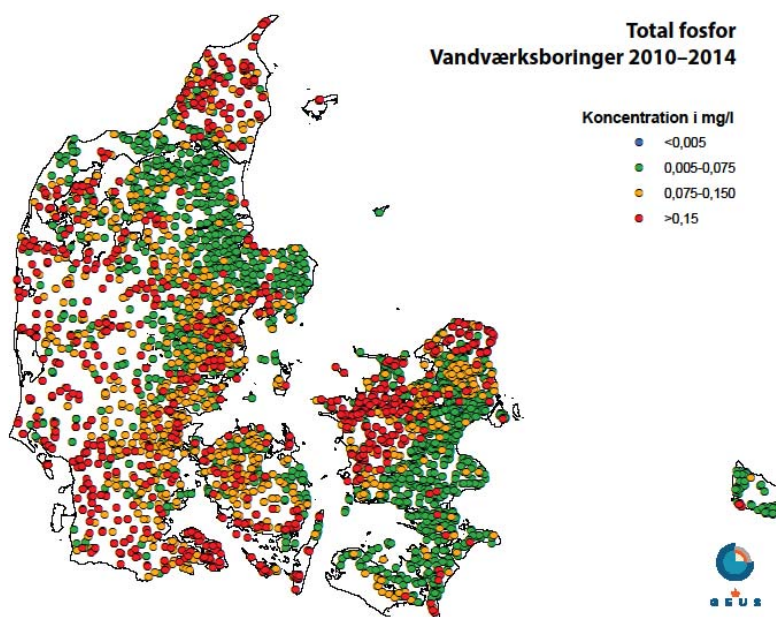
Figur 10. Fordelingen af fosfor i grundvandet opdelt på forskellige geologiske aflejrings typer. De viste koncentrationer er gennemsnitsværdier fra vandprøver indtag i GRUMO borer i perioden 2011-2014. Bemærk, at x-aksen er logaritmisk.

Det ses, at grundvandets indhold af total-fosfor i de ældste lag på Bornholm og i kalkaflejringerne er omkring 10 gange lavere end grundvandet i kvartære, marine aflejringer og moræneaflejringer. Bemærk også, at spredningen på fosforindholdet er størst i kvartære smeltevandslag og tertiære lag, hvilket kan skyldes, at nogle smeltevandsaflejringer kan være meget præget af den underliggende kalk eller det marint aflejrede tertiære ler samt det forhold, at de tertiære lag indeholder såvel marine lag som ferskvandslag.

Disse resultater indikerer, at de høje fosfor indhold i grundvandet hovedsagelig skyldes geokemiske processer i grundvandsmagasinerne og i mindre grad udvaskning fra landbrugsarealer. Dette udelukker dog ikke, at fosforudvaskning fra landbrugsarealerne til det øvre grundvand kan være betydende for transporten til vandløbene. Her skal man være opmærksom på, at man i overfladevand fokuserer mere på stofmængder end koncentrationer. En fordobling af lave koncentrationer i terrænnært grundvand, hvor der er stor afstrømning til vandløb, kan derfor have en stor miljømæssig effekt.

Geografisk fordeling af fosfor i grundvandet

Den geografiske fordeling af fosfor i aktive vandværksboringer fremgår af figur 11, hvoraf det fremgår, at kravværdien for drikkevand på 0,15 mg/l er overskredet i en stor del af landet. Det gennemsnitlige indhold af totalfosfor i vandværkernes Boringskontrol er over 0,069 mg/l i halvdelen af alle boringerne i perioden 2011- 2014, og som nævnt indeholder omkring 23 % af indvindingsboringerne fosfor over kravværdien for drikkevand. Et tilsvarende billede ses i GRUMO indtagene. Andelen af boringer, der overskrider kravværdien, har ikke ændret sig væsentligt siden vandmiljøplanernes start. Fosforindholdet i vandværksboringerne er visse steder i landet generelt set relativt højt i forhold til kravværdien på 0,15 mg/l. Forklaringen herpå er primært de geologiske aflejringer store betydning for fosforindholdet, således som der er redegjort for det ovenfor.



Figur 11. Fosfor i 5.521 vandværksboringer (mg/l). Gennemsnit for perioden 2010-2014, hvor alle vandværksboringer kan forventes prøvetaget mindst én gang.

4 Organiske mikroforureninger

Indledning

Overvågningen af organiske mikroforureninger i GRUMO omfatter miljøfremmede stoffer, der anvendes bredt i samfundet. I 2014 er der som et særligt tiltag gennemført en screening for 11 perfluorerede forbindelser (PFC-forbindelser).

Miljømål og formål med overvågningen

Grundvandet overvåges med hensyn til dets indhold af organiske mikroforureninger for at sikre et kendskab til forekomsten af miljøfremmede stoffer i grundvandet ud over pesticider og disses nedbrydningsprodukter. Kravværdierne for mikroforureningerne i grundvand varierer, og er bestemt af miljø og toksikologisk effekt.

Datagrundlag

I GRUMO er der i perioden 2011-2014 anvendt en analysepakke med 19 organiske stoffer fordelt på grupperne: hormonforstyrrende stoffer inkl. phthalater, detergenter, aromatiske kulbrinter, halogenerede alifatiske kulbrinter og phenoler og chlorphenoler. I perioden er vandprøver fra 815 indtag analyseret. PFC-forbindelserne er i 2014 analyseret i 40 GRUMO indtag.

I vandværkernes indvindingsboringer er der i perioden 2010-2014 gennemført analyser af i alt 158 stoffer. Antallet af analyser for de enkelte stoffer varierer fra 1 til 8.255 analyser. For 92 af de undersøgte stoffer er antallet af analyser for perioden mindre end 50, og for de resterende 66 stoffer er der udført mere end 50 analyser.

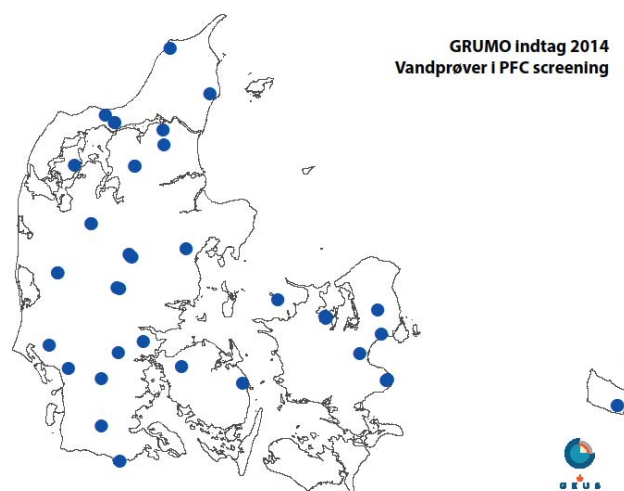
Tilstand

I GRUMO indtagene er koncentrationerne for langt den overvejende del af stofferne under detektionsgrænserne for de pågældende analyser, og hyppigheden af koncentrationer over detektionsgrænsen er typisk mindre end et par procent. For syv af de målte stoffer er der en større andel af indtag med fund over detektionsgrænserne i perioden 2011-2014: Toluen (18,5 %), M+P-xylen (15,8 %), xylen (13,3 %), kloroform (9,8 %), nonylphenoler (8,7 %), DEHP (3,9 %) og DNP (2,5 %).

I over 95 % af de undersøgte aktive vandværksboringer er indholdet af organiske mikroforureninger for langt de fleste stoffer under detektionsgrænsen. Fundhyppigheden af stoffer med koncentrationer over drikkevandskravet varierer for de viste stoffer mellem 0 % og 0,8 % og med størst andel for cis-1,2-dichlorethyl.

Perfluorforbindelser i GRUMO indtag

Screeningen for 11 PFC-forbindelser blev gennemført i vandprøver fra 40 GRUMO indtag placeret fra 3 til 39 m u.t. Den geografiske fordeling af GRUMO-indtag fremgår af figur 12.



Figur 12. Den geografiske fordeling af de 40 GRUMO indtag, hvorfra der blev udtaget vandprøver i PFC screeningsundersøgelsen. Nogle symboler repræsenterer flere, nærliggende indtag.

Tabel 2 viser, at indholdet af syv ud af de 11 undersøgte PFC-forbindelser (PFDA, PFHxA, hpA, PFNA, PFOSA, PFDA, PFUnA og PFBS) er under detektionsgrænsen i alle indtag. Indholdet af PFHxS, PFOA, PFOS og PFHpA er over detektionsgrænsen i henholdsvis 4, 3, 2 og 1 af de undersøgte indtag. De største indhold er målt for PFOS (0,100 µg/l) og PFOA (0,033 og 0,029 µg/l). I et af indtagene er sumkoncentrationen højere end drikkevandskrævet.

Stof nr.	Navn	DG	LQ	Indtag			
				Total	<DG	>DG	>LQ
Standat		µg/l	µg/l	Antal	Antal	Antal	Antal
2267	Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	0,002	0,006	40	36	4	1
2268	Perfluoroktansulfonsyre(PFOS)	0,001	0,003	40	38	2	1
2269	Perfluordecansulfonsyre(PFDS)	0,002	0,006	40	40	0	0
2270	Perfluorohexansyre(PFHxA)	0,004	0,012	40	40	0	0
2271	Perfluoroheptansyre(PFHpA)	0,004	0,012	40	39	1	0
2272	Perfluoroktansyre(PFOA)	0,002	0,006	40	37	3	3
2273	Perfluorononansyre(PFNA)	0,0008	0,0024	40	40	0	0
2274	Perfluoroktansulfonamid(PFOSA)	0,001	0,003	40	40	0	0
2275	Perfluorodecansyre(PFDA)	0,002	0,006	40	40	0	0
2276	Perfluoroundecansyre(PFUnA)	0,002	0,006	40	40	0	0
2281	Perfluorobutansulfonsyre(PFBS)	0,002	0,006	40	40	0	0

Tabel 2. Screeningsundersøgelse i 2014 af 11 PFC-forbindelser i 40 GRUMO-indtag. DG er detektionsgrænsen og LQ er kvantifikationsgrænsen.

Perfluorforbindelser – Vandværkernes boringskontrol

I perioden 2010-2014 blev der i 15 aktive vandværksboringer undersøgt for PFC forbindelser, og alle prøverne viste sumkoncentrationer under kravværdien på 0,1 µg/l. Resultaterne fra disse boringer fremgår af tabel 3, hvor det ses, at langt den overvejende del af indtagene har koncentrationer af de analyserede PFC-forbindelser under detektionsgrænsen (DG). I alt fem stoffer, PFBA, PFHxS, PFOS, PFHxA og PFOA blev påvist i en til tre boringer.

Stof nr.	Navn	DG	LQ	Indtag			
				Total	<DG	>DG	>LQ
Standat		µg/l	µg/l	Antal	Antal	Antal	Antal
2266	Perflourbutansyre (PFBA)	0,002	0,006	9	8	1	0
2267	Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	0,002	0,006	15	13	2	1
2268	Perfluoroktansulfonsyre (PFOS)	0,001	0,003	15	14	1	1
2269	Perfluordecansulfonsyre (PFDS)	0,002	0,006	15	15	0	0
2270	Perfluorohexansyre (PFHxA)	0,004	0,012	15	13	2	1
2271	Perfluoroheptansyre (PFHpA)	0,004	0,012	15	15	0	0
2272	Perfluoroktansyre (PFOA)	0,002	0,006	15	12	3	1
2273	Perfluorononansyre (PFNA)	0,0008	0,0024	14	14	0	0
2274	Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,001	0,003	13	13	0	0

Tabel 3. PFC-forbindelser i vandværkernes egenkontrol i 2010-2014. DG er beregnet som medianværdien af detektionsgrænser for hver af de enkelte PFC-forbindelsers detektionsgrænser. For DG og LQ, se tabel 2.

5 Pesticider

Indledning

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter kan forekomme i grundvand som en følge af erhvervs mæssig anvendelse eller håndtering af pesticider i skov- og jordbrug, fra virksomheders og privates anvendelse i haver og anlæg samt fra ukrudtsbekæmpelse på befæstede arealer.

Miljømål og formål med overvågning

For enkeltstoffer af pesticider og nedbrydningsprodukter er kravværdien i grundvand og drikkevand fastsat til 0,1 µg/l, mens den for summen af enkeltstoffer er 0,5 µg/l. Grundvandet overvåges for dets indhold af pesticider bl.a. for at sikre, at reguleringen af pesticidforbruget har de ønskede effekter.

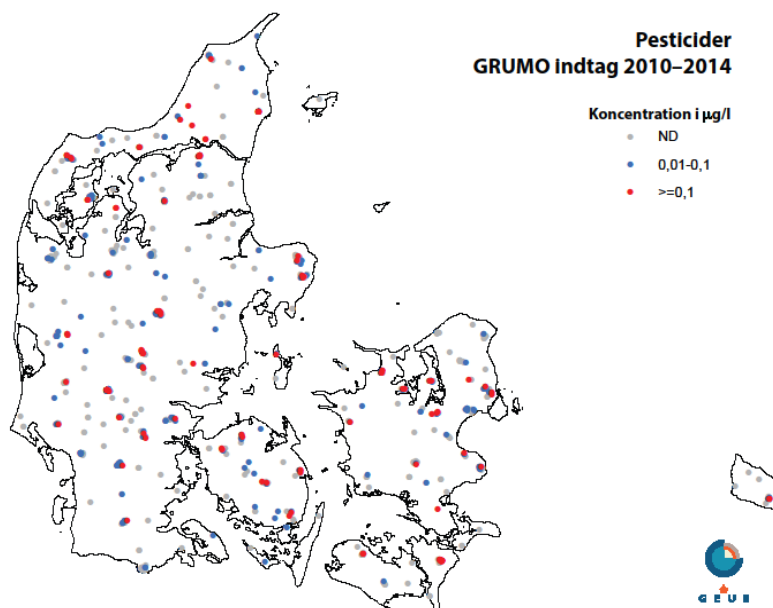
Datagrundlag

I årets GRUMO rapport er der medtaget pesticidanalyser fra perioden 1990-2014. Der har over årene indgået et varierende antal stoffer i analyseprogrammet. En oversigt over GRUMO analyseprogrammerne gennem årene fremgår af hovedrapportens bilag.

Pesticider kan inddeles i de tre grupper: godkendte, regulerede og forbudte pesticider, hvor det for regulerede pesticider er gældende, at der efter den oprindelige godkendelse er indført begrænsninger på pesticidernes anvendelse af hensyn til beskyttelsen af grundvandet. I rapporten er pesticiderne inddelt efter stoffernes status pr. 1. aug. 2015

Status og udvikling

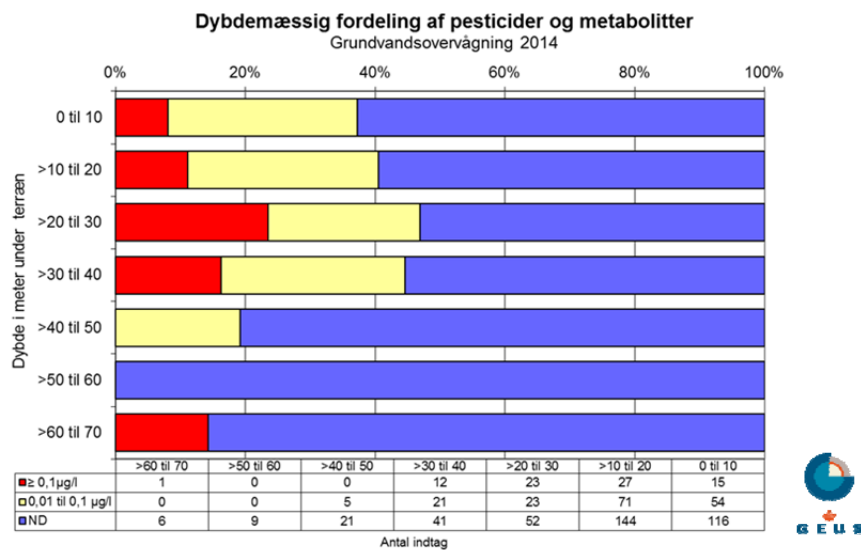
I figur 13 ses den geografiske fordeling af pesticidindholdet i grundvandet i GRUMO indtag i den seneste programperiode 2011-2014. Det fremgår af figur 13, at der er fundet pesticider jævnt fordelt i hele landet. Da ikke alle indtag overvåges hvert år, er der vist et kort, der dækker perioden 2010-2014.



Figur 13. Den geografiske fordeling af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i 950 GRUMO indtag i perioden 2011-2014. Fund er medtaget i koncentrationsintervallerne 0,01 – 0,1 og > 0,1 µg/l, hvis der er mindst ét fund med en koncentration i disse intervaller i perioden.

Det fremgår af figur 14, at der i 37-47 % af de undersøgte GRUMO indtag blev påvist pesticider og nedbrydningsprodukter i koncentrationer over 0,01 µg/l ned til 40 m u.t.. Der er en tendens til en stigende andel af fund både over og under kravværdien ned til 30 m u.t., og derunder en tendens til en faldende andel af fund med stigende dybde. De fleste overskridelser af kravværdien forekommer ned til 40 m u.t.

Der er ét indtag med fund af to pesticider over kravværdien i 60-70 m u.t., men det lave antal indtag gør, at fordelingen på de tre koncentrationsniveauer i dybderne 50-60 m u.t. og 60-70 m u.t. er usikker.

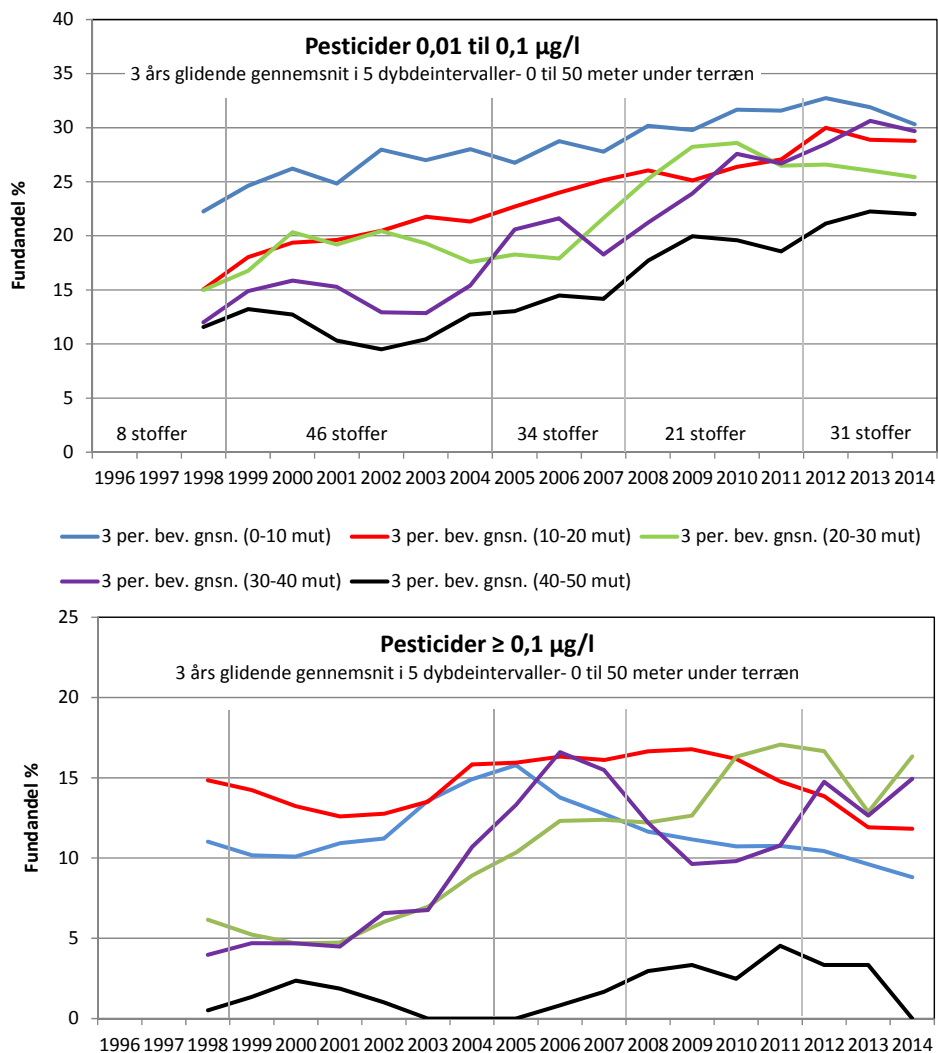


Figur 14. Dybdefordeling af pesticider og nedbrydningsprodukter fra GRUMO indtag i 2014. Dybdeintervallerne angiver dybde fra terræn til top af indtag.

Figur 15 viser den tidlige udvikling i andelen af fund pr indtag i de fem øverste 10 meters dybdeintervaller vist i figur 14. Der er kun medtaget indtag med en dybde indtil 50 m u.t for at sikre et tilstrækkeligt antal observationer i hvert dybdeinterval. Fundandelene er vist som treårige glidende gennemsnit, idet der hvert år kun analyseres en delmængde af det samlede antal indtag.

Bemærk, at hvert treårigt gennemsnit vises på det sidste år. Figur 15 øverst viser, at andelen af indtag med fund under kravværdien ($<0,1 \mu\text{g/l}$) stiger i alle fem dybdeintervaller gennem det meste af perioden, men med stagnerende tendens de seneste to år i det øverste grundvand (0-30 m u.t). Figur 15 nederst viser, at andelen af indtag med fund over kvalitetskravet ($\geq 0,1 \mu\text{g/l}$) har udviklet sig forskelligt afhængig af dybde. I det øverste interval er der et skift fra stigende til faldende andele omkring år 2005. Skiftet fra stigende til faldende andele indtræffer omkring 2008-2009 i intervallet 10-20 m u.t. I det næste interval 20-30 m u.t. stiger fundandelene over kvalitetskravet frem til ca. 2011, og en optimistisk vurdering af de seneste års resultater kan være, at andelen af indtag med fund over kravværdien er stagnerende i dette dybdeinterval. Varierende andele i intervallerne 30-40 og 40-50 m u.t. gør det vanskeligt at vurdere, om der er en ændret påvirkningsgrad i disse dybder. Da overvågningen over tid i højere grad er målrettet den mest sårbare del af grundvandet, kan der forventes en stigende andel af pesticidfund for såvel høje koncentrationer som lave koncentrationer i det øverste grundvand. Dette ses ikke. Faldet i andelen af indtag over kravværdien i det øvre grundvand kan således betyde, at den samlede udvaskning af pesticider muligvis har toppet.

Udviklingen i fund af pesticider i GRUMO indtag fra 1990 til 2014 fremgår af figur 16. Resultaterne for de enkelte år afhænger af hvilke indtag, der indgår det pågældende år, da ikke alle indtag prøvetages hvert år. I GRUMO indtagene blev der samlet i 2014 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i omkring 38 % af de undersøgte indtag, og kravværdien på $0,1 \mu\text{g/l}$ var overskredet mindst én gang i omkring 12 % af indtagene.

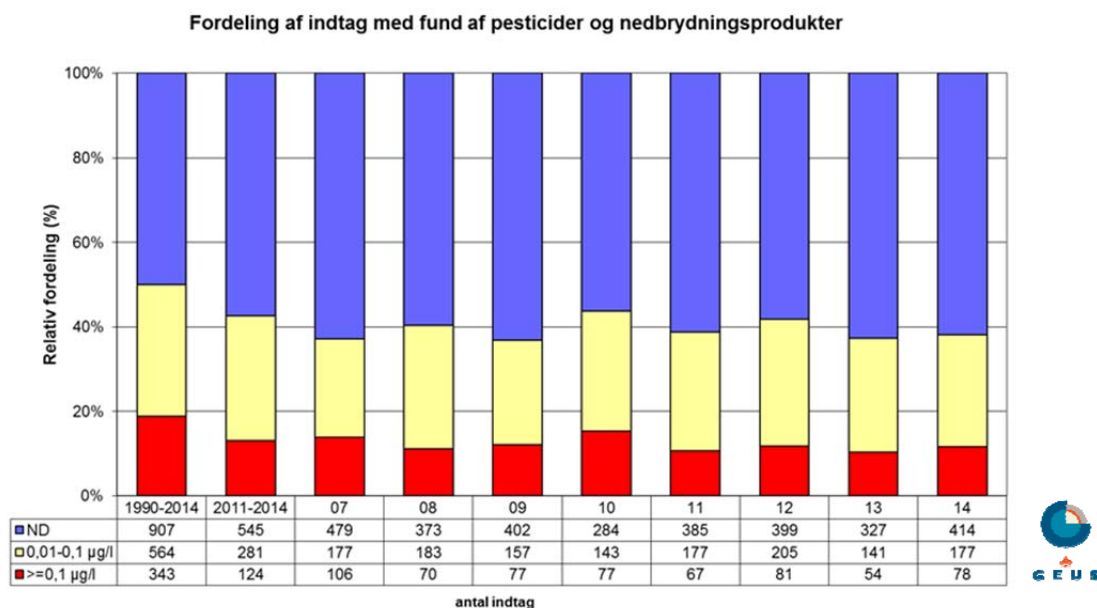


Figur 15. GRUMO. Tre års glidende gennemsnit (3 per. bev. gnsn.) i fem 10 m intervaller af dybder for pesticider og nedbrydningsprodukter fra GRUMO i perioden 1996-2014. Øverste figur viser udviklingen for pesticider og nedbrydnings-produkter i koncentrationsintervallet 0,01-0,1µg/l, dvs. under kvalitetskravet. Nederste figur viser udviklingen for pesticider fundet i koncentrationer $\geq 0,1\mu\text{g/l}$, dvs. over kvalitetskravet. De forskellige analyseperioder er angivet med lodrette linjer.

I analyseprogrammet for GRUMO har der siden 2011 indgået i alt 31 stoffer i analyseprogrammet, hvoraf de 21 er forbudte pesticider, mens fem er regulerede og fem er tilladte stoffer. I 2014 blev der fundet godkendte stoffer mindst én gang i 1,3 % af de undersøgte indtag ($0,3\% \geq 0,1\mu\text{g/l}$), mens regulerede stoffer blev fundet mindst én gang i 4,5 % ($1,6\% \geq 0,1\mu\text{g/l}$) og forbudte stoffer mindst én gang i 35 % ($10\% \geq 0,1\mu\text{g/l}$).

Det fremgår af figur 16, at de seneste fire seneste år (2011-2014) er der påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter mindst én gang i omkring 43 % af de undersøgte indtag, hvoraf kravværdien var overskredet mindst én gang i 13 % af indtagene. Der er i hele perioden lidt flere indtag med mindst ét fund end i nogen af de enkelte år. Dette skyldes naturlige variationer, en

variation i forbrugsmønster samt analyseusikkerhed, idet koncentrationen i indtag tæt på detektionsgrænsen nogle år er lige under denne andre år netop overskrider denne.



Figur 16. Pesticider i grundvand fra GRUMO indtag vist som andel indtag med fund for enkelte år samt kumulative opgørelser for andel indtag med mindst ét fund i perioderne 1990-2014 og 2011-2014.

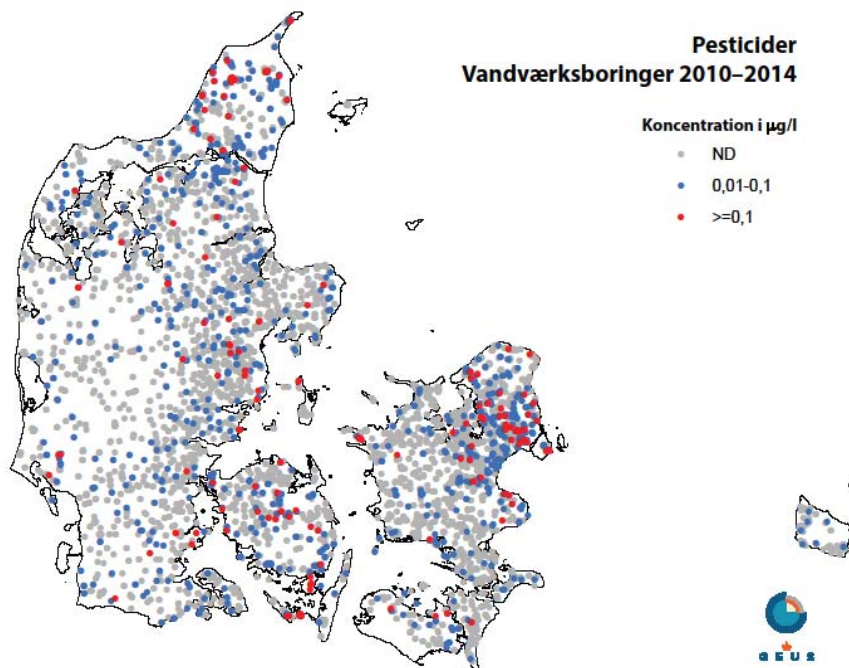
Opgørelser for hele perioden 1990-2014 og for delperioden 2011-2014 viser hvor stor en del af det overvågede grundvand, der er eller har været påvirket af pesticider. I hele overvågningsperioden er der således påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter mindst én gang i 50 % af de undersøgte indtag, hvoraf der i knap 19 % var mindst én overskridelse af kravværdien på 0,1 µg/l.

Opgørelserne viser, hvor stor en andel af indtagene, der er sårbare overfor de påviste pesticider. Fund af forbudte pesticider i et indtag er ikke ensbetydende med, at der ved nugældende, regelret anvendelse af godkendte pesticider vil kunne ske en udvaskning til grundvandet, idet de i dag godkendte pesticider har andre egenskaber end de forbudte, ligesom der kan være tale om ændrede anvendelsesmønstre.

Den geografiske fordeling af pesticidindholdet i grundvandet i aktive vandværksboringer i den seneste femårsperiode (2010-2014), hvor alle vandværksboringer skal være analyseret mindst én gang, fremgår af figur 17. Der foreligger ikke oplysninger om koordinater for alle boringer, og kortene viser derfor ikke alle undersøgte boringer.

Kortet viser, at der i hovedstadsområdet findes mange pesticider og nedbrydningsprodukter (fortrinsvis BAM fra det nu forbudte aktivstof dichlobenil), men også at der er en over-

repræsentation af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i lerede områder i den østlige del af Danmark, hvor befolkningstætheden er relativt stor.



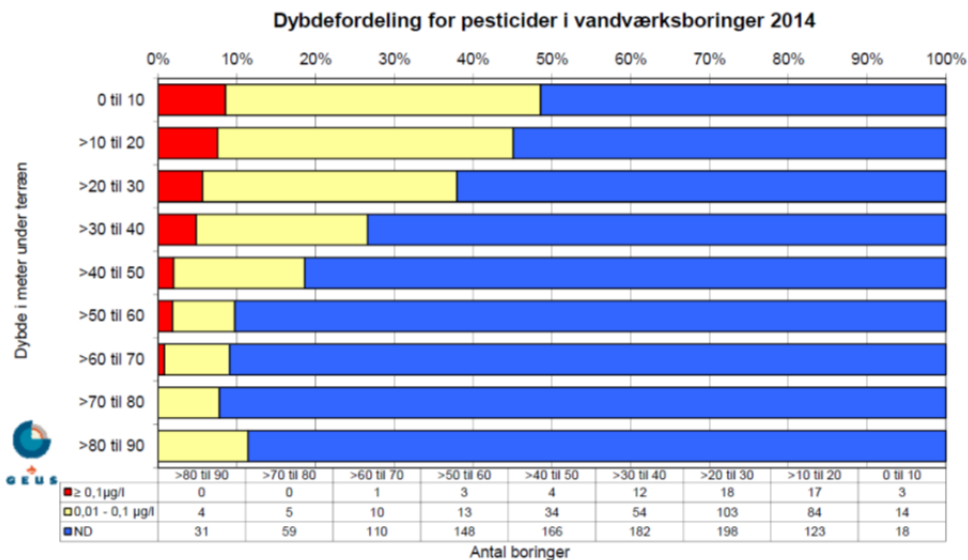
Figur 17. Pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet fra 5.987 aktive vandværks-boringer i femårsperioden 2010-2014. Fund er medtaget i koncentrationsintervallerne 0,01 – 0,1 og >0,1 µg/l, hvis der er mindst ét fund med en koncentration i disse intervaller i perioden.

Der er forholdsvis få fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i Vestjylland, hvor vandværkerne generelt indvinder grundvand fra større dybder end i resten af landet. Samtidig er der færre vandværksboringer i dette område på grund af en lavere befolkningstæthed.

I figur 18 ses fordelingen med dybden for forekomsten af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i grundvand fra aktive vandværksboringer. I 2014 blev der påvist pesticider i 29,2 % af de undersøgte boringer med top af indtag i intervallet 20 til 50 m u.t., heraf 4,4 % med et pesticidindhold over kravværdien. Til sammenligning blev der i hele perioden 1992-2014 påvist pesticider mindst én gang i 32,5 % af de aktive vandværksboringer med top af indtag i intervallet 20 til 50 m u.t., heraf 6,0 % med et pesticidindhold, der mindst én gang overskred kravværdien.

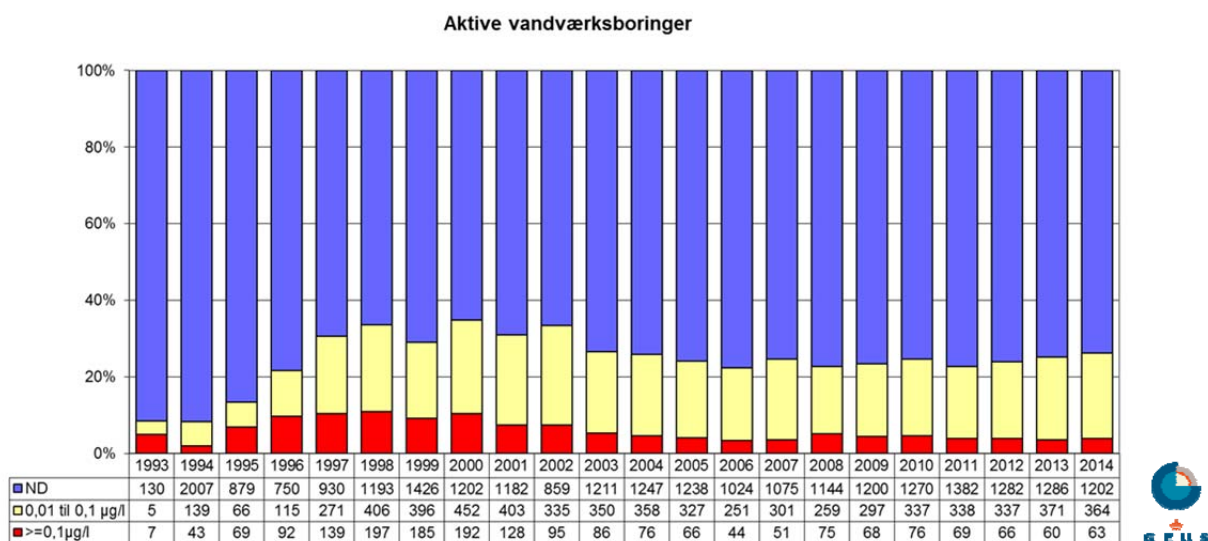
Det hyppigst fundne pesticid eller nedbrydningsprodukt i aktive vandværksboringer i 2014 var nedbrydningsproduktet BAM af aktivstoffet dichlobenil, som blev forbudt i 1996. BAM blev påvist i 3,9 % af de undersøgte boringer i koncentrationer over kravværdien på 0,1 µg/l. Nedbrydningsproduktet CGA108906 fra aktivstoffet Metalaxyl-M, blev i procent påvist næsthøypigst med et fundandel på 0,6 %. Et andet nedbrydningsprodukt fra Metalaxyl-M, CGA6286, blev på-

vist i 0,3 % af de undersøgte vandværksboringer. Moderstoffet Metalaxyl-M blev ikke påvist i vandværksboringer i 2014. Metalaxyl-M blev forbudt på det danske marked i 2014 efter fund af nedbrydningsprodukter fra stoffet over kravværdien i Varslingsystem for udvaskning af Pesticider til Grundvand (VAP).



Figur 18. Dybdemæssig fordeling af pesticider i vandværksboringeri 2014 vist som funktion af dybden til overkanten af indtaget.

Udviklingen i pesticidpåvirkningen af aktive vandværksboringer i perioden fra 1993 til 2014 fremgår af figur 19. For hvert år er resultaterne angivet for de aktive boringer, der blev undersøgt i det pågældende år, og figuren viser således også data fra vandværker, der nu er lukkede.



Figur 19. Pesticid indholdet i grundvandet i vandværksboringer 1993-2014. Figuren indeholder ikke de samme boringer fra år til år, da disse analyseres i en turnus på op til fem år.

Den stigende andel af boringer med fund op gennem 90'erne skyldes en gradvis forøgelse af antal pesticider og nedbrydningsprodukter i analyseprogrammerne. Fra omkring år 2000 til 2005 faldt andelen af vandværksboringer med fund af pesticider, men andelen har de sidste ca. 10 år stabiliseret sig omkring 22-25 %.

Fordelingen af de 31 til 34 godkendte, regulerede og forbudte pesticider, der efter Boringskontrollens anvisninger er analyseret for i vandværkerne i perioden 2012-2014, viser (tabel 4), at mindst ét af de *forbudte* pesticider forekommer mindst én gang i 17,5 % af de undersøgte boringer, hvoraf 2,5 % mindst én gang overskrider kravværdien på 0,1 µg/l. Mindst ét af de *regulerede* stoffer forekommer mindst én gang i 3,5 % af de undersøgte boringer, mens kravværdien er overskredet mindst én gang i 0,4 %. Mindst ét af de *godkendte* stoffer forekom i perioden mindst én gang i 0,3 % af de undersøgte boringer, heraf 0,1 % var over kravværdien.

2012-2014	Antal boringer			Andel boringer fund (%)		
	I alt	0,01-0,1 µg/l	≥ 0,1 µg/l	0,01- 0,1 µg/l	≥ 0,1 µg/l	Fund i alt
Forbudte stoffer	4480	672	111	15,0	2,5	17,5
Regulerede stoffer	4405	139	17	3,2	0,4	3,5
Godkendte stoffer	4366	10	4	0,2	0,1	0,3

Tabel 4. Forekomst af godkendte, regulerede og forbudte pesticider i aktive vandværker, der er analyseret i indeværende måleperiode fra 2012 til 2014. Et indtag kan indeholde såvel forbudte, regulerede og godkendte stoffer, og det enkelte indtag kan derfor optræde i flere af de tre kategorier. En boring optræder eksempelvis i kategorien under "forbudte stoffer", hvis der mindst én gang i perioden er fundet ét forbudt stof eller ét nedbrydningsprodukt fra ét forbudt stof i boringen.

Det skal bemærkes, at et indtag kan indeholde flere forbudte, regulerede eller godkendte stoffer, og det enkelte indtag kan derfor optræde i flere af de tre kategorier, og summen af grupperne kan derfor ikke anvendes som mål for den samlede fundprocent.

Fund af høje koncentrationer af regulerede stoffer kan stamme fra en mindre restriktiv anvendelse før reguleringen fandt sted, men da opholdstiden af grundvand der indvindes fra vandværksboringerne, ikke er nøjagtigt kendt, kan disse forhold ikke kvantificeres. Ofte er der tale om lange filtre hvor der forekommer opblanding af grundvand med forskellige aldre fra forskellige dybder i grundvandsmagasinerne. De pesticider og nedbrydningsprodukter der hyppigst findes i grundvandet i vandværksboringerne, er således generelt stoffer, der er forbudte i dag, eller stoffer der er regulerede. Vandets opholdstid i grundvandsmagasinerne er ofte mere end 15 år, når det indvindes og det må derfor forventes at pesticider, som på nuværende tidspunkt er forbudte eller regulerede, stadig vil kunne påvirke kvaliteten af grundvandet i år fremover.