

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

1989-2015

Resume



Grundvand

Status og udvikling 1989 – 2015

Resumérapport

GEUS 2016

Redaktør: Lærke Thorling

Forfattere:

Lærke Thorling, Birgitte Hansen, Anders R. Johnsen, Carsten Langtofte Larsen, Susie Mielby, Lars Troldborg

Dato 20. marts 2017

Rapporten kan hentes på: www.grundvandsovervaagning.dk

Forord

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

Datagrundlaget for grundvandsovervågningen (GRUMO) er indsamlet i GRUMO- og LOOP-boringer samt aktive vandværksboringer. GRUMO- og LOOP-boringer er etableret specifikt med henblik på overvågning af grundvandet, og disse boringer er overvejende placeret i det åbne land. Resultater fra disse boringer 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. Da en del af GRUMO og LOOP boringerne er filtersat i flere dybdeniveauer, og nogle vandværksboringer står åbne uden filter, anvendes betegnelsen "indtag" for prøvetagningsstedet 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 samt en tilpasning i forhold til grundvandsforekomster / grupper af forekomster. Grundvandsforekomster anvendes i vandplanarbejdet. Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen starter en ny programperiode i 2017, hvor det er planen, at disse ændringer vil være fuldt ud implementeret.

Målgrupperne for den samlede rapportering er Regeringen, Folketinget og offentligheden, de involverede aktører i overvågningen, det vil sige Styrelsen for Vand og Natur, 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, Birgitte Hansen, Anders R. Johnsen, Carsten Langtofte Larsen, Susie Mielby, Lars Troldborg: Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2015. Resumérapport, GEUS 2016.

ISBN i tryk: 978-87-7871-455-8

ISBN i webudgave: 978-87-7871-456-5

Indholdsfortegnelse

Forord	2
1 Grundvandsressourcen og dens udnyttelse	4
2 Nitrat i grundvandet	6
3 Uorganiske sporstoffer.	12
4 Perfluorforbindelser – Vandværkernes boringskontrol	15
5 Pesticider	16

1 Grundvandsressourcen og dens udnyttelse

Indledning

De seneste 100 år har nedbørsmængden i Danmark været stigende, og i perioden fra 1991 til 2015 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 kan have medført 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. Omkring 2.600 almene vandværker står for hovedparten af grundvandsindvindingen til drikkevand. 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 ca. 150 pejlestationer, se figur 1. Opgørelsen over indvinding af grund- og overfladevand er baseret på et udtræk fra JUPITER databasen pr. 1. april 2016. Udtrækket dækker perioden 1989 til 2015 med indberetninger fra amterne frem til 2007 og herefter fra kommunerne.

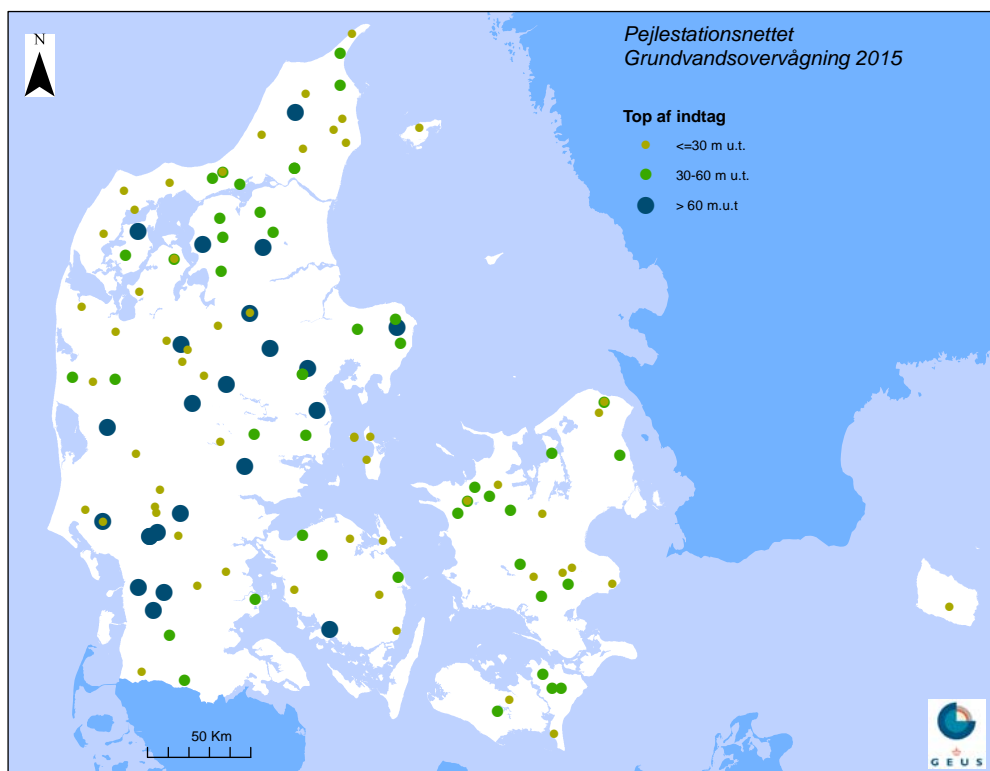
Status og udvikling

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

Den langsigtede udvikling i de midtjyske, sønderjyske og fynske områder har samme overordnede forløb og stor overensstemmelse, der primært afspejler variationer i vejr og klima. Den sjællandske pejleserie har faldende vandstand på grund af stor vandindvinding frem til midten af 1990'erne. For hovedparten af pejleserierne, var vandstanden gennem 2015 og i 2014 højere end de tilsvarende månedsmiddelværdier for både perioden 1961-1989 og 1990-2013.

Den målte *årsvariation* for den nordjyske serie er på op til 6 m, mens årsvariationen for 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.



Figur 1. Lokalisering af boringer i det Det Nationale Pejleprogram i 2015 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.

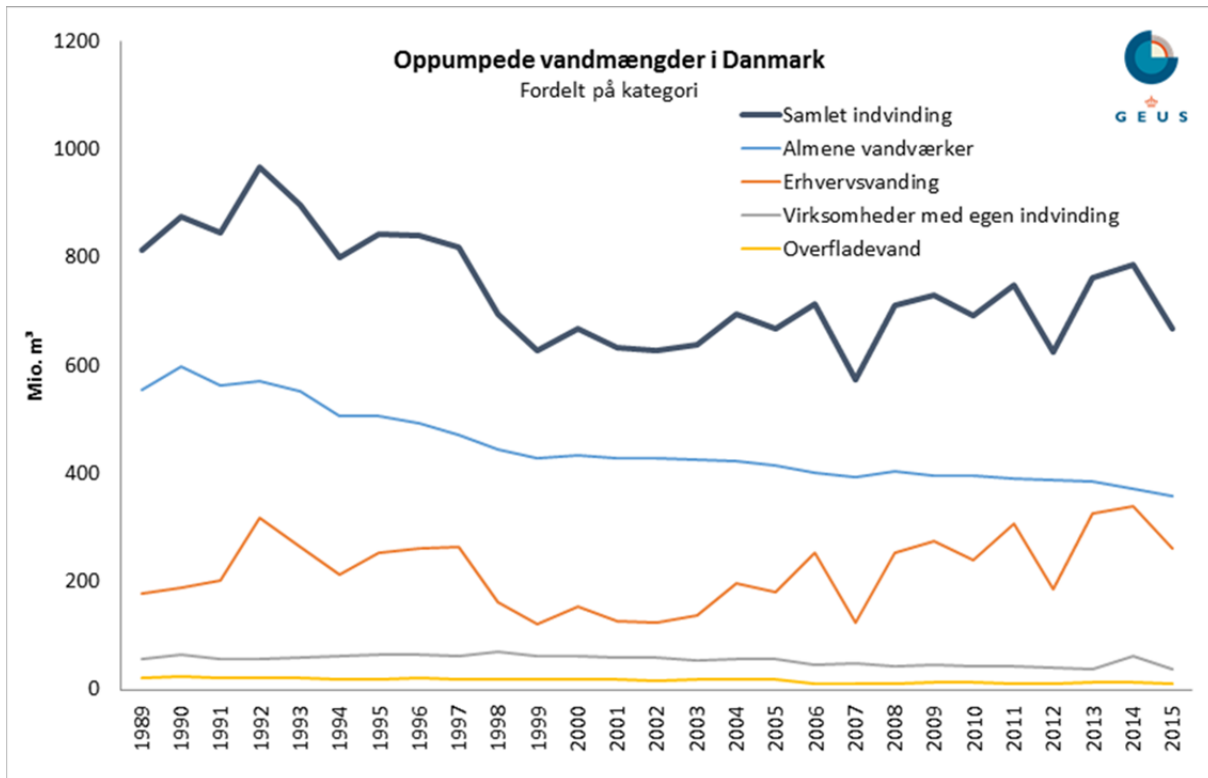
Den samlede årlige oppumpning af grundvand (uden markvanding) var omkring 1990 på 700 mio. m³/år. Den faldt frem til 1999 til omkring 500 mio. m³/år, og har en svagt faldende tendens i perioden 1999-2015 fra omkring 500 mio. m³/år til ca. 425 mio. m³/år.

For de almene vandværker blev indvindingen fra årene 1989 til 2000 reduceret fra omkring 600 mio. m³ til 400 mio. m³/år, og derefter faldt forbruget langsomt til omkring 370 mio. m³/år i 2015. Indvinding af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug (kategorien "Erhvervsvanding") var i 2015 omkring 262 mio. m³, hvilket er over medianen (210 mio. m³/år) for hele perioden.

Oppumpning til markvanding har de seneste 15 år ligget mellem 100 og 300 mio. m³/år med store variationer fra år til år afhængigt af nedbørsmængden.

Vandforbruget for virksomheder med egen indvinding udviser en svagt faldende tendens fra 1989 til 2015, bortset fra et større forbrug i 2014, som svarer til medianen for hele perioden.

Indvindingen af overfladevand i landet er konstant omkring 12 mio. m³/år. Forbruget af overfladevand 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 (1989-2015) opdelt på almene vandværker, erhvervs vand, industri og overfladevand. Opgørelser af indvinding af overfladevand fra før 1997 er ikke pålidelige.

2 Nitrat i grundvandet

Indledning

En høj koncentration af nitrat i grundvand er uønsket dels på grund af risiko for sundhedsskadelige virkninger, når vandet anvendes til drikkevand, og dels fordi nitrat, der kommer med grundvand til vandløb, søer og grundvandsafhængige naturområder, bidrager til næringsstofbelastningen og dermed kan give problemer med at opfylde miljømålsætningerne.

Miljømål og formål med overvågningen

Kravværdien 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 16 % af Danmarks areal er i indsatsplanerne udpeget som nitratfølsomme indvindingsområder.

Datagrundlag

Datagrundlaget for beskrivelsen af grundvandets indhold af nitrat for perioden 1990-2015 fremgår af tabel 1. GRUMO-indtagene dækker grundvandsdelen af det nationale overvågningsprogram NO-VANA. 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 Nitratdi-

rektivet. Vandværksboringer er "aktive" vandværksboringer, hvorfra der inden for de seneste fem år er udtaget mindst én vandprøve, som er analyseret ifølge den lovpligtige boringskontrol.

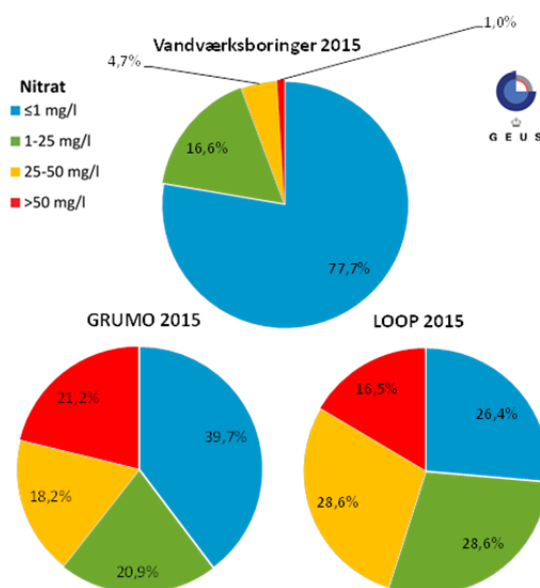
Fra de tre typer af indtag udtages hvert år sammenlagt omkring 3.000 vandprøver. Der indgår et varierende antal GRUMO-indtag fra år til år, da ikke alle indtag prøvetages lige hyppigt.

Periode	GRUMO	LOOP	Vandværksboringer	I alt
2013	721	455	1.761	2.937
2014	1000	485	1.683	3.168
2015	729	449	1.319	2.497
1990-2015	45.584	18.021	36.669	100.274

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

Status og udvikling

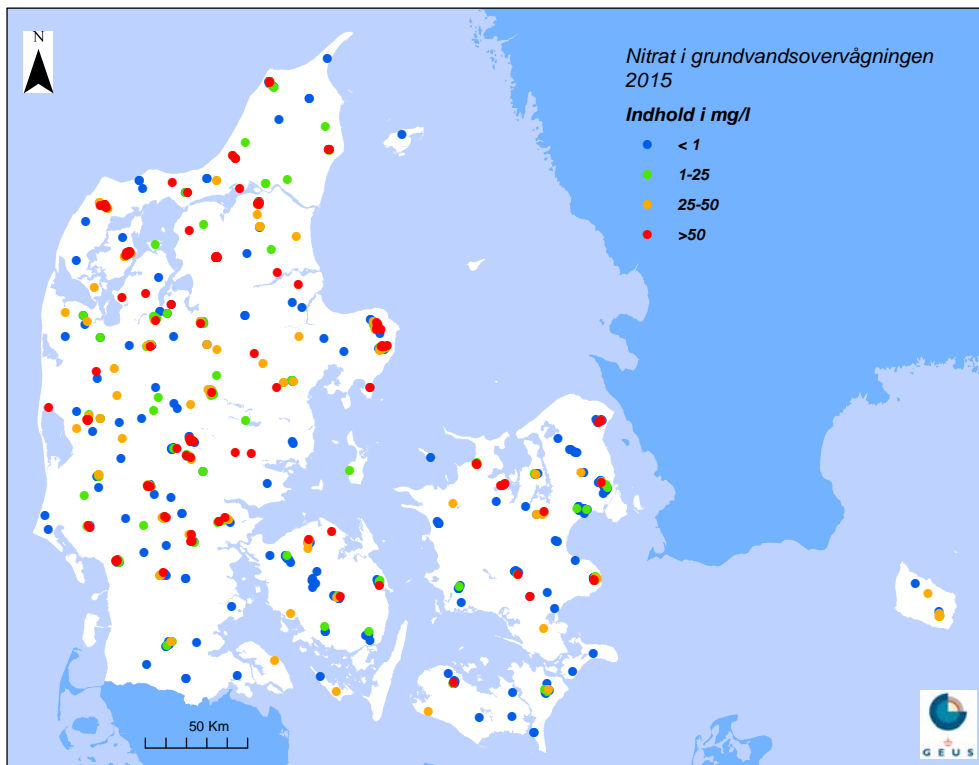
Indholdet af nitrat i GRUMO- og LOOP-indtag samt aktive vandværksboringer i 2015 fremgår af figur 3. I omkring 21 % af GRUMO- og 16,5 % af LOOP-indtagene var der et gennemsnitligt nitratindhold over 50 mg/l, mens der i vandværksboringer var over 50 mg/l i 1 % af indtagene. I GRUMO- og LOOP-indtagene er nitratkoncentrationen mellem 25 og 50 mg/l i henholdsvis 18,2 og 28,6 % mod 4,7 % i vandværksboringer.



Figur 3. Fordelingen af det gennemsnitlige nitratindhold i GRUMO- og LOOP-indtag samt aktive vandværksboringer i 2015.

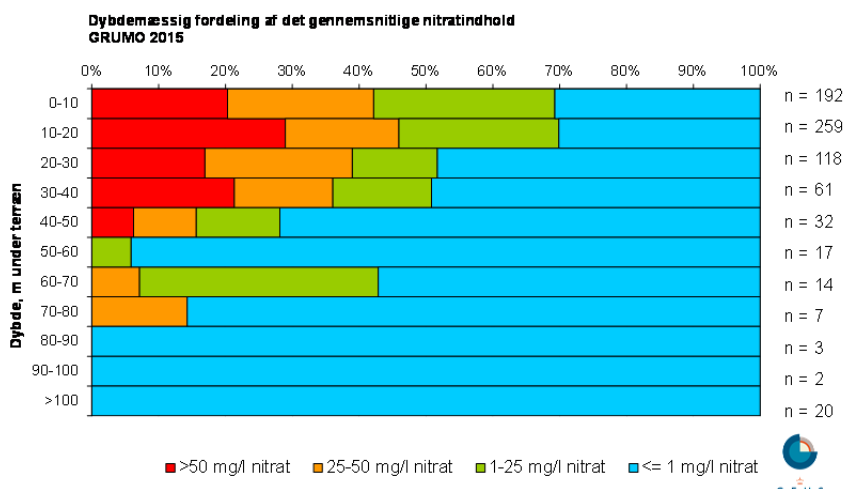
Nitratfrit grundvand (under 1 mg/l) er påvist i 39,7 % af indtagene i GRUMO, i 26,4 % i LOOP og 77,7 % i vandværksboringerne.

Den geografiske fordeling af nitratindholdet i 2015 i 729 GRUMO indtag fremgår af Figur 4, hvoraf det ses, at nitratindhold over kravværdien på 50 mg/l er fundet jævnt fordelt i hele landet.



Figur 4. Nitratindholdet i grundvandet i GRUMO 2015. Nitratindholdet i de 729 indtag er opdelt på fire koncentrationsklasser. De højeste værdier er vist øverst.

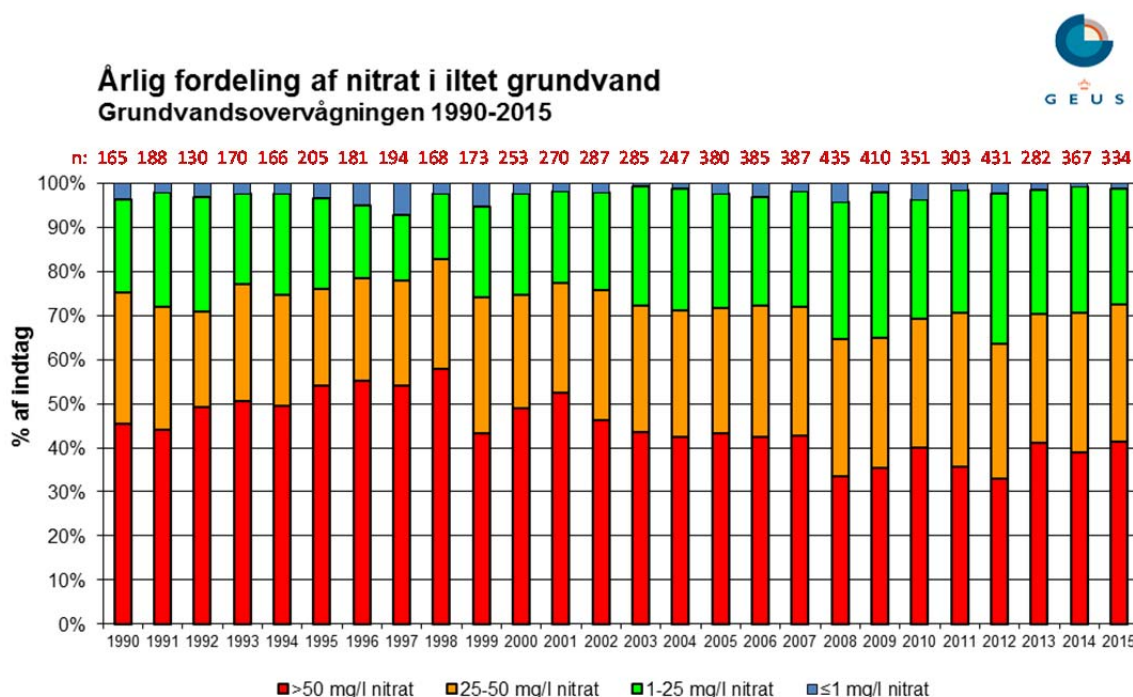
Figur 5 viser dybdefordelingen i 2015 af nitrat i grundvandsmagasinerne opdelt i 10 meters intervaller for grundvandsovervågningen. Øverst fra 0 til 20 meter under terræn (m u.t.) indeholder omkring 69 % af indtagene nitrat. I de øverste 10 m ligger nitratkoncentrationen over 50 mg/l i omkring 20 % af indtagene, mellem 25 og 50 mg/l i omkring 22 % af indtagene og mellem 1 og 25 mg/l i omkring 27 % af indtagene. Koncentrationerne og deres indbyrdes fordeling, er omtrent den samme i intervallet 10-20 m u.t., dog er der flere indtag (ca. 29 %) med koncentrationer over 50 mg/l.



Figur 5. Dybdemæssig fordeling til top af indtag i m u.t. af det gennemsnitlige nitratindhold i 2015 i 725 indtag i GRUMO opdelt i fire koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for tabellen.

Fra 20-30 m u.t. intervallet og ned til 40-50 m u.t. ses et gradvist fald i grundvandets nitratindhold, hvilket må forklares med denitrifikation (den naturlige nitratfjernelse), og deraf følgende fjernelse af nitrat i grundvandsmagasinerne. Under 50 m u.t. er der ikke i GRUMO påvist nitrat i koncentrationer over 50 mg/l og fra 80 m u.t. ligger indholdet af nitrat under 1 mg/l. Bemærk, at antallet af indtag dybere end 50 m u.t. er meget lavt.

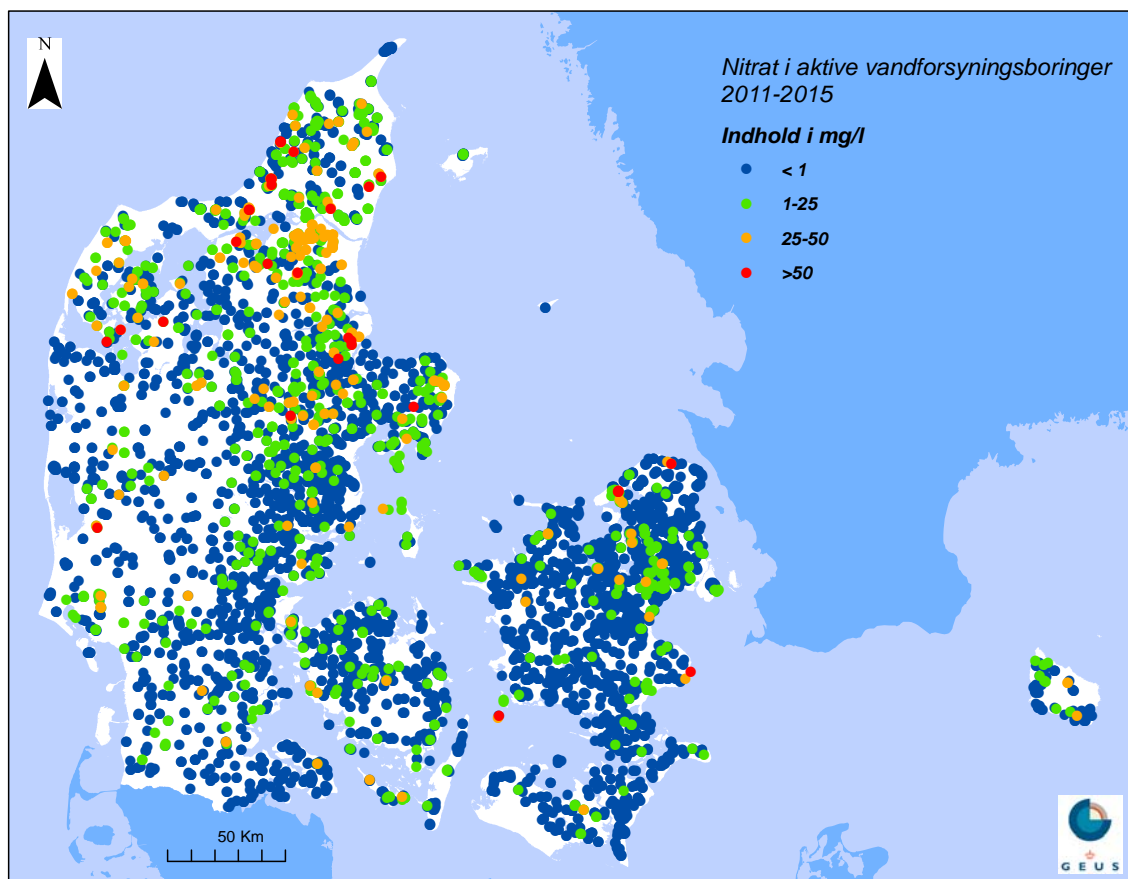
Den tidlige udvikling i udvaskning af nitrat til grundvandet kan bedst vurderes ud fra koncentrationer af nitrat i iltholdigt grundvand. Det skyldes, at denitrifikation kun optræder i iltfrie zoner i grundvandet. Figur 6 viser udviklingen i indholdet af nitrat i iltet grundvand (GRUMO) for perioden 1990-2015 opdelt i fire koncentrationsintervaller.



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 1990-2015. Antal indtag (n) fra hvert år er anført over figuren.

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 40 % frem til omkring 2004. Fra 2005 til 2015 har andelen af indtag med koncentrationer over 50 mg/l varieret mellem 37 og 40 % og således været nær konstant. Der er relativt få GRUMO-indtag, hvor nitratindholdet er under 1 mg/l i iltholdigt grundvand, typisk blot et par procent, hvilket afspejler det forhold, at GRUMO-indtag hovedsagelig er placeret i opdyrkede områder.

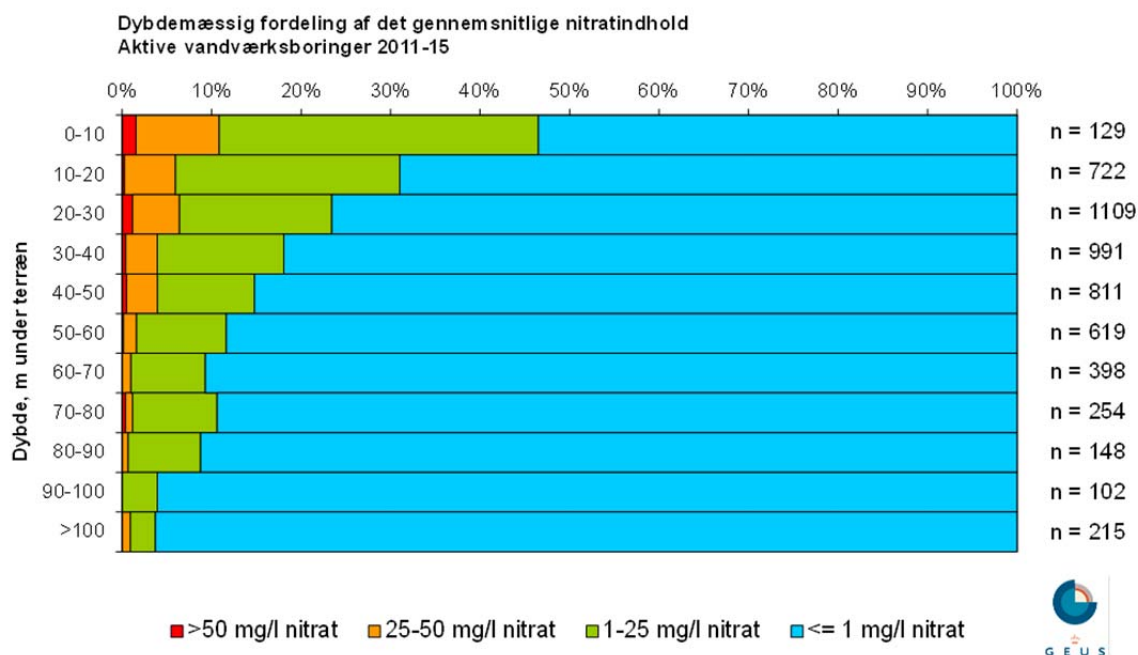
Den geografiske fordeling af nitratindholdet i 5.945 vandværksboringer fra Boringskontrollen gennem de seneste fem år (2011-2015) fremgår af figur 7.



Figur 7. Nitratindholdet i grundvandet i aktive vandværksboringer fordelt på fire koncentrationsklasser. Data viser gennemsnit per. indtag for perioden 2011-2015. Der kan indgå boringer, som ikke længere anvendes til drikkevandsforsyning. Højeste koncentrationer er vist øverst.

De højeste 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.

Figur 8 viser dybdefordelingen af nitrat i aktive vandværksboringer i 2011-2015, 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 2011-2015 påvist nitrat med koncentrationer over 50 mg/l i enkelte boringer ned til 70-80 m u.t. Der er et gradvist fald i nitratindholdet 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 til stor dybde i grundvandsmagasinerne. De generelt lavere nitratindhold i aktive vandværksboringer, sammenlignet med GRUMO, skyldes at vandværkerne undgår indvinding fra boringer, der ikke lever op til kravværdien.



Figur 8. Dybdemæssig fordeling af det gennemsnitlige nitratindehold i 2011-2015 i forhold til top af indtag i m u.t. i 5.498 indtag fra aktive vandværksboringer opdelt i fire koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for figuren.

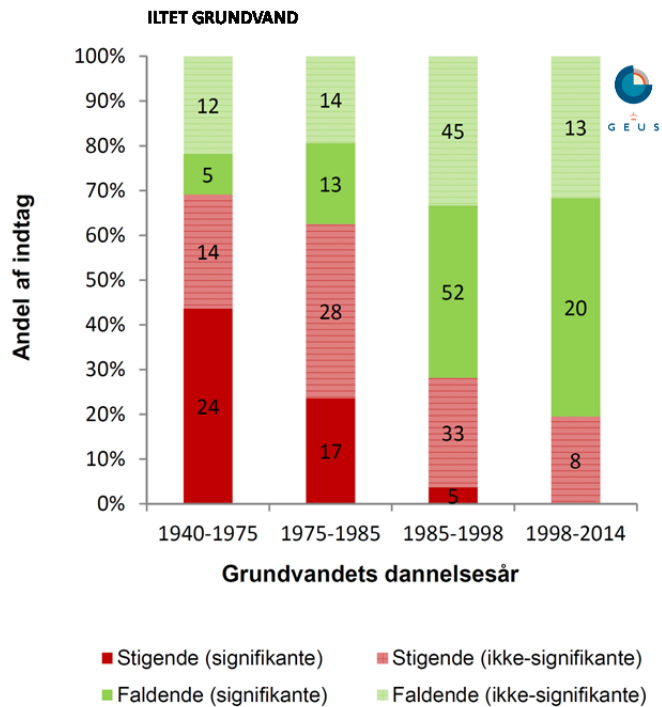
Udvikling i nitrat i iltet grundvand i GRUMO på boringsniveau

Udviklingen i nitratkoncentrationen i de individuelle indtag med iltet grundvand i GRUMO er undersøgt med en lineær regressionsanalyse (en statistisk analysemetode, med særlige fagudtryk tilknyttet). Analysen bygger på indtag, hvor grundvandets alder er kendt. Dette muliggør, at prøvetagningstidspunktet for alle prøver fra daterede indtag kan omregnes til det år, hvor grundvandet i vandprøverne blev dannet. Tidsserierne tager derfor udgangspunkt i grundvandets dannelsesår og ikke i prøvetagningstidspunktet.

Tidsserierne er opdelt i fire delperioder: (1940-75, 1975-85, 1985-1998 og 1998-2014). Analysen inkluderer i alt 3.233 prøver fra 250 indtag, hvor tidsserierne dækker mindst 8 år inden for de enkelte delperioder. I alt 303 enkelt-tidsserier er vurderet inden for de fire delperioder, idet nogle af de 250 indtag går igen i flere delperioder.

En nitrattrend tolkes som stigende, hvis hældningskoefficienten af regressionslinjen gennem målepunkterne er positiv, og faldende, hvis den er negativ. Figur 9 viser det akkumulerede resultat af de 303 beregnede nitrattrends fordelt på de fire perioder med både signifikante og non-signifikante trends ved et 95 % konfidensniveau. Ordet signifikans står for statistisk sikkerhed, således at de signifikante trends har en stor statistisk sikkerhed, mens der er en mindre statistisk sikkerhed på resultaterne ved de non-signifikante trends.

Figur 9 viser en tydelig udvikling mod et generelt faldende nitratindehold i iltet grundvand, både når kun udviklingen i de signifikante trends betragtes, og når både signifikante og non-signifikante trends undersøges. Det ses, at antallet af prøver for sidste periode (1998-2014) giver et spinklere datagrundlag (41 indtag) end de forudgående perioder.



Figur 9. Iltet grundvand: nitratrends i 303 overvågningsindtag i iltet grundvand i 4 perioder i forhold til grundvandets dannelsesår. Analysen inkluderer i alt 3.233 prøver fra 250 indtag, hvor tidsrækkerne dækker mindst 8 år. Tallene inden i søjlerne angiver antallet af indtag. Der er vist både signifikante og ikke-signifikante (non-sig.) nitratrends på 95 % konfidensniveau.

3 Uorganiske sporstoffer.

Stofgruppen uorganiske sporstoffer omfatter bl.a. tungmetaller som cadmium og bly, men også letmetaller som aluminium og ikke-metaller som fx arsen og bor. Også den simple kemiske forbindelse cyanid (CN) indgår i gruppen af uorganiske sporstoffer. Uorganiske sporstoffer findes naturligt i grundvandet, typisk i koncentrationer i størrelsesordenen µg/l. De uorganiske sporstoffer har meget forskellige kemiske egenskaber, og deraf følgende forskellige anvendelser og geologisk forekomst. Fælles for en lang række af sporstofferne gælder det dog, at de målte koncentrationer med stor sandsynlighed rummer bidrag fra både naturlige processer og menneskelige aktiviteter.

Der er meget forskellige kravværdier både for de enkelte sporstoffer hver for sig, og for indholdet i henholdsvis drikkevand, grundvand og overfladevand. Den store variation i kravværdierne fra stof til stof skyldes de vidt forskellige kemiske egenskaber, der igen medfører stor variation i såvel de gavnlige som de toksiske og økotoksikologiske egenskaber.

Datagrundlag

Tabel 2 viser hvilke sporstoffer, der indgår i overvågningsprogrammet for grundvand (GRUMO) for programperioden 2011-2015 samt hvilke sporstoffer, der indgår i overvågning af grundvandskvaliteten i vandværksboringerne i forbindelse med den obligatoriske boringskontrol. Analysefrekvenserne i såvel GRUMO som i vandværksboringerne varierer fra årlige analyser til én analyse hvert 5 år.

Uorganiske sporstoffer	GRUMO	Vandværksboringer
Aluminium (Al)	X	Xc
Arsen (As)	X	X
Barium (Ba)	Xa	X
Beryllium (Be)	X	
Bly (Pb)	X	
Bor (B)	X	X
Bromid (Br)	Xb	
Cadmium (Cd)	X	
Jod (I)	X	
Kobber (Cu)	X	
Kobolt (Co)		X
Kviksølv (Hg)	Xa	
Nikkel (Ni)	X	X
Strontium (Sr)		Xd
Zink (Zn)	X	

a) Analyseres kun, hvis der er et behov fra påvirket overfladevand for at kende baggrundskoncentrationer i lokale grundvandsforekomster.
b) Analyseres kun hvor der er mistanke om at stigende klorid skyldes vejsalt, eller hvor der er behov for baggrundskoncentrationer i de lokale grundvandsforekomster.
c) Analyseres, hvor grundvandets pH-værdi er mindre end 6.
d) Analyseres, hvis vandet indvindes fra områder med skrivekridt.

Tabel 2. Analyseparametre 2011-2015 for uorganiske sporstoffer i grundvandsovervågningen og obligatoriske sporstoffer i vandværkernes kontrol af indvindingsboringer.

Miljømål

Kravværdierne for sporstoffer i drikkevand er todelt, idet der dels er en værdi ved indgang til ejendom og dels en anden (evt. højere) værdi ved forbrugers taphane, med baggrund i risikoen for afsmitning af metaller fra installationer og rør mv. I dette kapitel anvendes kravværdien ved indgang til ejendom.

En række sporstoffer, herunder arsen og nikkel, kan fjernes delvist ved vandbehandling, hvis grundvandet indeholder tilstrækkeligt jern og mangan. Dette sker under iltningen på vandværket, hvor mange af sporstofferne udfældes i okkerslammet sammen med jern og mangan. Det drikkevand, der leveres ved indgangen til forbrugers ejendom, kan derfor som gennemsnitsbetragtning forventes at have lavere koncentrationer af disse sporstoffer sammenlignet med koncentrationerne i grundvandet i vandværksboringerne. For andre sporstoffer fx bor ændres koncentrationerne derimod ikke ved almindelig vandbehandling.

Tilstand i grundvandsovervågningen

2015 GRUMO	Detektions- grænse	Krav- værdi	Indtag		
			Antal	Antal	%
				>KV	>KV
Aluminium	0,5	100	79	24	30 %
Arsen	0,03	5	80	5	6 %
Bly	0,03	5	80	6	8 %
Bor	10	1000	80	0	-
Beryllium	0,02	10	80	0	-
Cadmium	0,004	2	80	3	4 %
Jod	0,03		80	-	-
Kobber	0,04	100	80	3	4 %
Nikkel	0,03	20	80	26	33 %
Zink	0,5	100	80	11	14 %

Tabel 3. Sporstoffer GRUMO 2015. Antal undersøgte indtag, fundne koncentrationer med tilhørende detektionsgrænse og kravværdi ved indgang til ejendom jf. Bemærk, at 90 % fraktilen overskrider drikkevandskravene for aluminium, bly, nikkel og zink.

Tabel 3 viser koncentrationsniveauerne for sporstoffer i de undersøgte GRUMO-indtag i 2015. Overskridelserne er fordelt på 45 indtag, svarende til 56 % af de undersøgte indtag. I 23 indtag overskrides kravværdien for mere end ét stof.

Der er i 2015 konstateret overskridelser af de "ved indgangen til forbrugers ejendom" fastsatte kravværdier for syv af de målte stoffer, nemlig aluminium, arsen, bly, cadmium, kobber, nikkel, og zink.

Tilstand i grundvand i vandværksboringer

For 2015 er der indberettet i alt 1.419 analyser af uorganiske sporstoffer fra grundvand i vandværksboringer, fordelt på 1.290 indtag. Hovedparten af indtagene er analyseret for de obligatoriske stoffer: arsen, barium, bor, kobolt og nikkel. Ud af de 1.290 indtag er der fundet overskridelse af kravværdien for ét eller flere stoffer i 166 indtag, svarende til 13 %. En samtidig overskridelse på mere end et stof forekommer i 12 % af boringerne.

Tabel 4 viser overskridelser af kravværdien for de målte sporstoffer i vandværkernes egenkontrol i 2015.

Vandværksboringer	Detektionsgrænse	Kravværdi	Indtag		
			2015	Antal	%
	[µg/l]	[µg /l]		>KV	>KV
Aluminium *	7	100	47	0	-
Arsen *	0,3	5	1239	131	10,6
Barium *	1	700	1220	0	-
Bly	0,03	5	9	0	-
Bor *	50	1000	1223	3	0,3
Bromid	4	-	-	-	-
Cadmium	0,004	2	22	0	-
Krom	0,04	20	3	-	-
Cyanid	1,0	50	19	0	-
Kobber	0,04	100	16	0	-
Kobolt *	2	5	1211	11	0,9
Kviksølv	0,002	1	4	-	-
Nikkel *	0,03	20	1255	31	2,5
Strontium *	-	10.000a	309	13	4,2
Zink	0,5	100	10	0	-

Tabel 4. Sporstoffer i grundvandet i vandværksboringer i 2015. Antal undersøgte indtag, fundne koncentrationer med tilhørende detektionsgrænse og kravværdi for drikkevand ved indgang til ejendom. * Obligatoriske stoffer. Kravværdien for strontium er vejledende.

I 2015 var kravværdien for arsen (5 µg/l) overskredet i 131 boringer fordelt over hele landet. De høje indhold af arsen kan som udgangspunkt forventes at være naturligt betingede. Under specielle geologiske og hydrauliske forhold, hvor magasinet er tyndt, kan indholdet af arsen i det oppumpede vand dog påvirkes af den valgte pumpestrategi.

I 2015 var indholdet af nikkel over 20 µg/l i 31 boringer, der primært er placeret nord, vest og syd for København. Disse overskridelser af kravværdien vurderes at være forårsaget af en kraftig indvinding af grundvand med deraf følgende ændringer i grundvandspejlet.

4 Perfluorforbindelser – Vandværkernes boringskontrol

I 2015 blev der i Drikkevandsbekendtgørelsen som noget nyt stillet krav til vandforsyningerne om at kontrollere råvandet og drikkevandet for perfluorforbindelser, PFC, når der i oplandet er kendskab til grunde, som er eller kan være forurenede med disse stoffer. I praksis analyseres der for den delmængde af de perfluorerede stoffer, der går under betegnelsen perfluorerede alkylsyreforbindelser (PFAS-forbindelser). I de 116 prøver, vandværkerne udtog i 2015 og indberettede til JUPITER, er der ikke fundet overskridelser af sumkoncentrationen på 0,1 µg/l. Højeste sum er 0,0557 µg/l.

5 Pesticider

Indledning

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

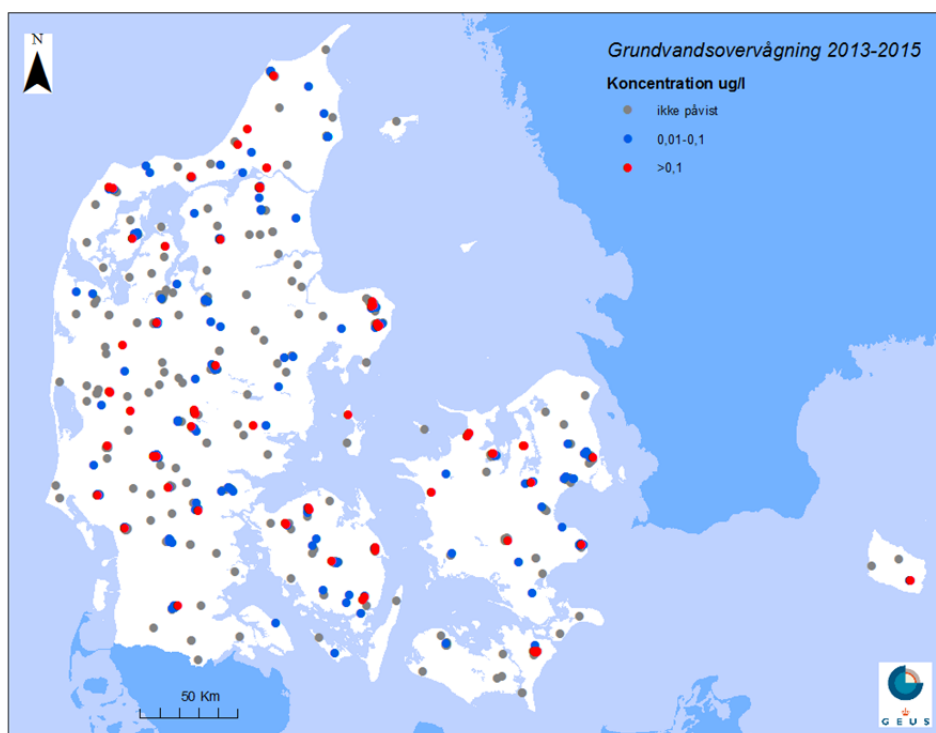
Miljømål og formål med overvågning

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 1990-2015. 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.

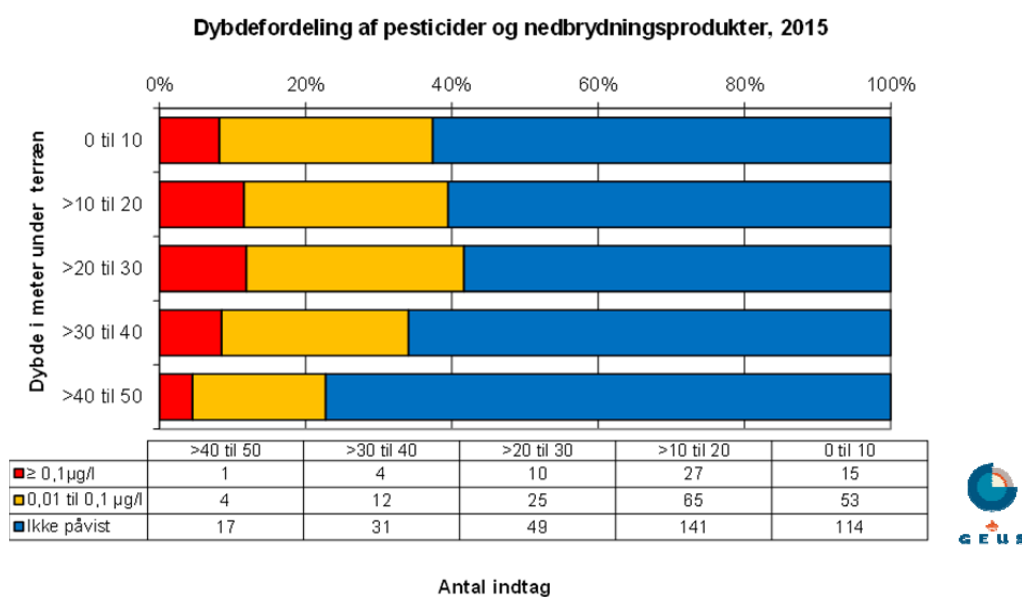


Figur 10. GRUMO. Pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen i perioden 2013-2015 (735 indtag). Boringerne er opdelt i tre koncentrationsintervaller, hvor mindst et pesticid er påvist mindst én gang over kravværdien (>0,1 µg/l), et pesticid er påvist mindst én gang under kravværdien (0,01-0,1 µg/l), eller pesticider ikke er påvist. De højeste koncentrationer er afbildet øverst.

Status og udvikling i grundvandsovervågningen

Figur 10 viser den geografiske fordeling af pesticidindholdet i grundvandet i GRUMO indtag i den seneste programperiode 2013-2015, hvor alle indtag er analyseret mindst én gang. Det fremgår af Figur 10, at der er fundet pesticider jævnt fordelt i hele landet.

Det fremgår af Figur 11, at der i 2015 i 37-42 % af de undersøgte GRUMO indtag blev påvist pesticider og nedbrydningsprodukter i koncentrationer over 0,01 µg/l ned til 30 m u.t. Der er en tendens til en stigende andel af indtag med fund både over og under kravværdien ned til 30 m u.t., og derunder en tendens til en faldende andel af indtag med fund med stigende dybde. De fleste overskridelser af kravværdien forekommer ned til 40 m u.t. Der er kun medtaget indtag med en dybde indtil 50 m u.t for at sikre et tilstrækkeligt antal observationer i hvert dybdeinterval.



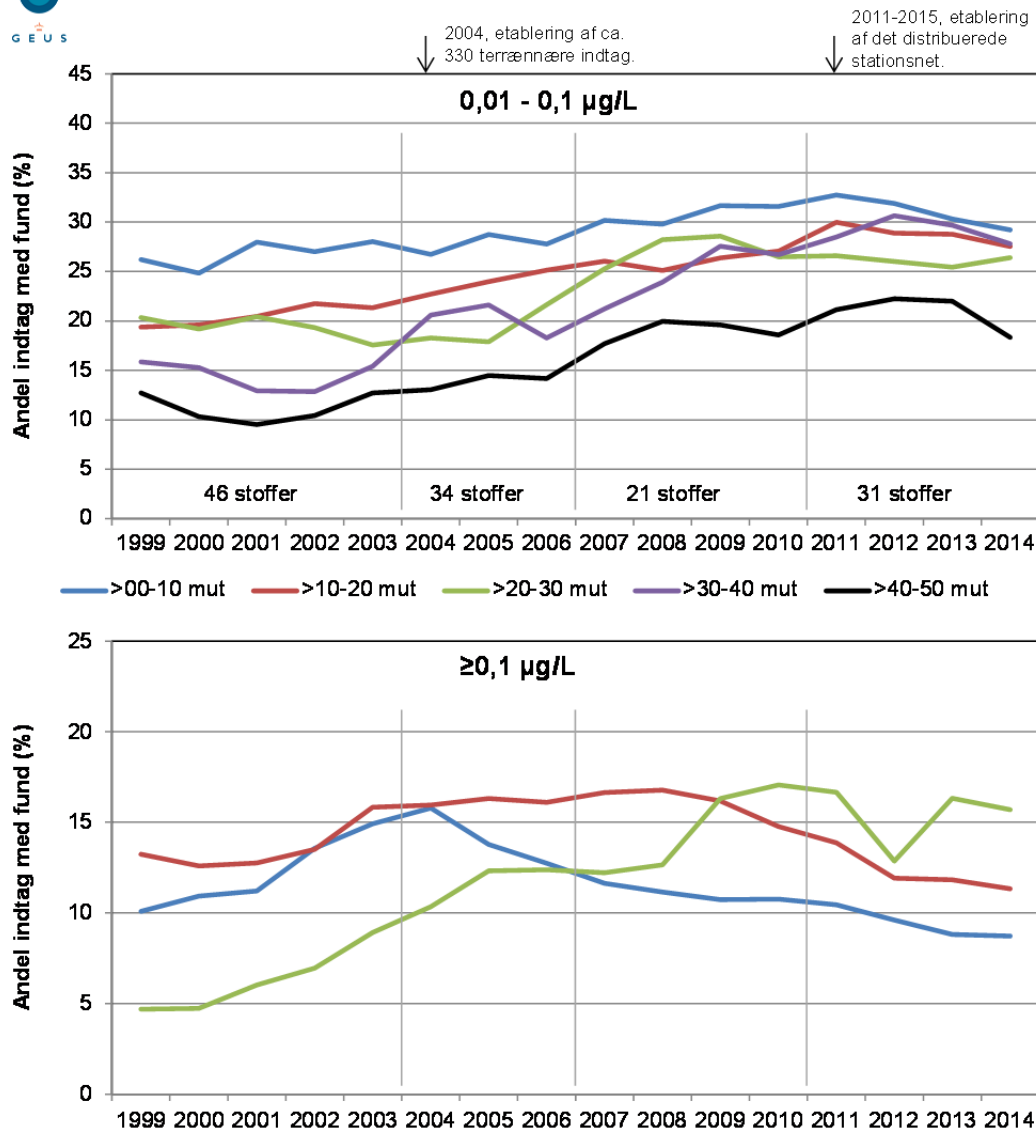
Figur 11. Dybdefordeling af pesticider og nedbrydningsprodukter fra GRUMO indtag i 2015. Dybdeintervallerne angiver dybde fra terræn til top af indtag.

Tidlig udvikling i forskellige dybder

I afrapporteringen i 2014-2015 anvendte GEUS et glidende 3-års gennemsnit for at vise udviklingen i forskellige dybder. En opdateret version af denne datafremstilling er vist i Figur 12. Glidende gennemsnit udjævner variationen fra år til år, så den tidlige udvikling bliver tydeligere, men da denne metode er baseret på opgørelser for enkeltår, tager glidende gennemsnit ikke højde for, at prøvetagningsfrekvenserne i GRUMO har været forskellige for indtag med fund og indtag uden fund. Indtag med fund kan derfor være overrepræsenterede eller underrepræsenterede i opgørelser for de enkelte år afhængig af om indtag med fund er prøvetaget oftere eller sjældnere end gennemsnittet.



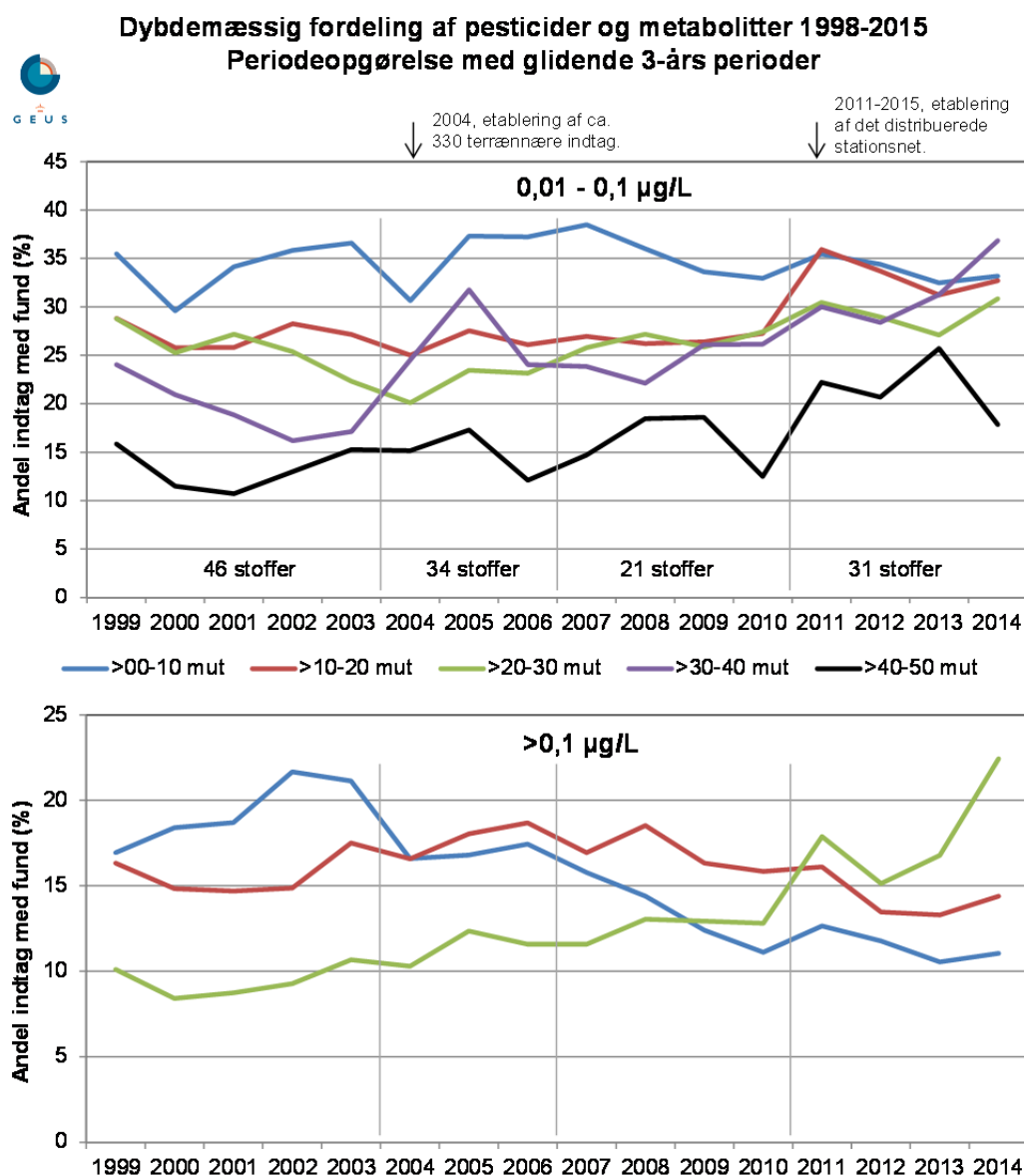
Dybdemæssig fordeling af pesticider og metabolitter 1998-2015 3-års glidende gennemsnit



Figur 12. Tidlig udvikling i fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i 10-m dybdeintervaller. Hvert år repræsenterer 3-årige gennemsnit af andelen af indtag, hvor mindst et stof er påvist mindst én gang. Øverste figur viser udviklingen i indtag med fund under kravværdien (0,01-0,1 µg/l). Nederste figur viser udviklingen i indtag med fund over kravværdien (≥0,1µg/l), så den er fuldt sammenlignelig med sidste års figur. Dybderne angiver afstand fra terræn til top af indtag. Programperioder er angivet med lodrette linjer.

Systematiske fejl i opgørelserne, der stammer fra de varierende prøvetagningsfrekvenser, kan mindskes ved at lave en periodeopgørelse, dvs en samlet opgørelse for tre-årsperioder, hvor alle aktive indtag er prøvetaget mindst én gang, og hvor indtag tæller med som værende påvirket af pesticider, hvis der mindst én gang enten har været fund over detektionsgrænsen eller over kravværdien i tre-års perioden. Denne tilgang er anvendt i Figur 13, som derfor i forhold til Figur 12 viser udviklingen i de forskellige dybder korrigeret for varierende prøvetagningsfrekvens. Med denne

metode er fundandelene lidt højere end for glidende gennemsnit anvendt i Figur 12, hvilket skyldes forskellen på periodeopgørelser og enkeltår. Hvert år repræsenterer opgørelser for en tre-årsperiode (foregående, aktuelle og efterfølgende år). Bemærk, at der er brugt samme datasæt og signaturer i Figur 12 og Figur 13.



Figur 13. GRUMO. Tidlig udvikling i fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i 10-m dybdeintervaller. Hvert år repræsenterer opgørelser af andelen af indtag, hvor mindst ét stof er påvist mindst én gang indenfor en treårs periode. Øverste figur viser udviklingen i indtag med fund under kravværdien (0,01-0,1 µg/l). Nederste figur viser udviklingen i indtag med fund over kravværdien (>0,1µg/l). Dyberne angiver afstand fra terræn til top af indtag. Programperioder er angivet med lodrette linjer.

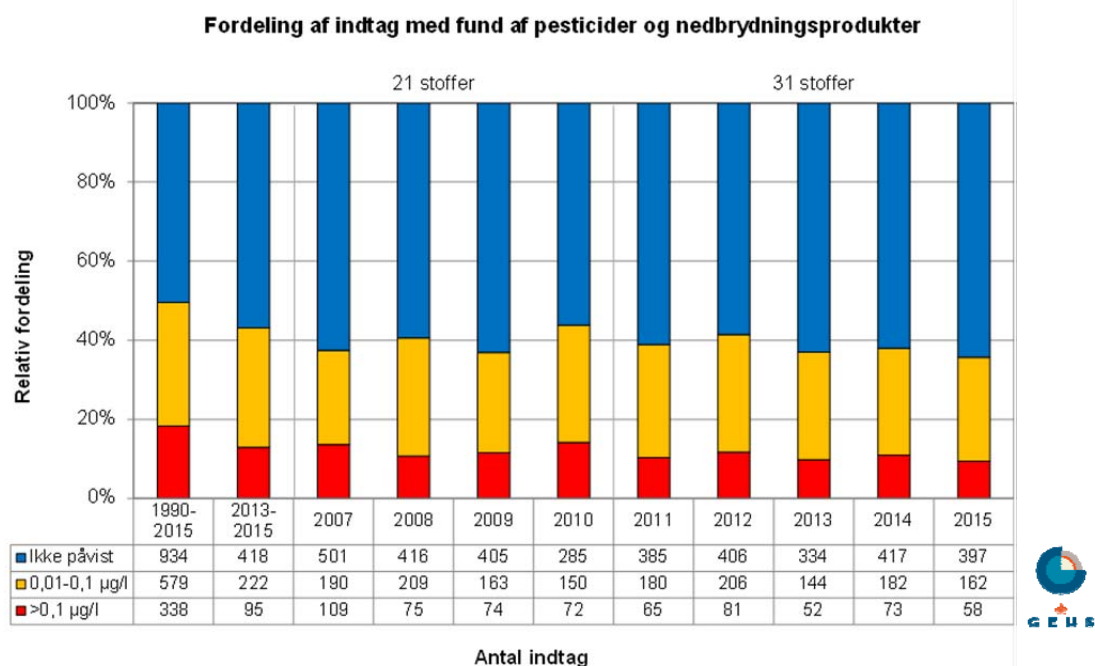
Figur 13, øverste del, viser andele af indtag med fund under kravværdien (0,01-0,1 µg/l). Der er kun medtaget indtag indtil 50 m u.t for at sikre et tilstrækkeligt antal observationer i hvert dybdeinterval. Fundandelen under kravværdien viser ikke nogen tidlig udvikling i dybden 0-10 m u.t. Fra 10 til 30 m u.t. er der en svag tendens til stigende koncentrationer og fra 30 til 50 m u.t ses en tydelig stigning over tid i andelen med fund.

Figur 13 nederste del, viser andelen af indtag med fund over kravværdien (>0,1 µg/l). For fund over kravværdien er der kun tilstrækkelige data ned til 30 m u.t. I det øverste grundvand 0-10 m u.t. er der omkring år 2002 et skift fra stigende til faldende andele over kravværdien. I intervallet 10-20 m u.t indtrådte skiftet fra stigende til faldende andele over kravværdien omkring 2006-2008. Faldet i andelen af indtag over kravværdien i det øvre grundvand (0-20 m u.t.) kan således betyde, at den samlede udvaskning af pesticider har toppet. I intervallet 20-30 m u.t. stiger fundandelene over kravværdien fortsat. Der er en bemærkelsesværdig stor afvigelse mellem Figur 12 og Figur 13 for fund over kravværdien i 20-30 m u.t. i perioden 2013-2015 (sidste punkt på kurverne). Dette skyldes, at indtag med fund over kravværdien i perioden blev prøvetaget i gennemsnit 2,7 gange i dybderne 0-10 og 10-20 m u.t., men kun i gennemsnit 2,0 gange for 20-30 m u.t. Indtag med overskridelser af kravværdien i dybden 20-30 m u.t. er derfor underrepræsenterede i de opgørelser for enkeltår i perioden, som det glidende gennemsnit er baseret på i Figur 12.

Når indtagene opdeles på dybdeintervaller, reduceres den usikkerhed, der ligger i varierende dybdefordeling. På den anden side stiger den statistiske usikkerhed, da der indgår færre indtag i hvert dybdeinterval. Dette ses ved forholdsvis store udsving på kurverne for 30-40 m u.t. og 40-50 m u.t., idet der er færrest indtag i disse dybder, samt mindst udsving på kurverne for 10-20 m u.t. og 20-30 m u.t., hvor de fleste indtag findes. Efter 2004 steg antallet af terrænnære indtag og reducerede den statistiske usikkerhed på dybdeintervallet 0-10 m u.t. Idet fundandele er opgjort som fund eller overskridelse af kravværdien for mindst ét stof, er udviklingerne domineret af de hyppigst påviste stoffer, dvs. nedbrydningsprodukterne BAM og DEIA.

Figur 14 viser udviklingen i fund af pesticider i alle undersøgte GRUMO-indtag fra 2007 til 2015. 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 2015 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter mindst én gang i omkring 36 % af de undersøgte indtag, og kravværdien på 0,1 µg/l var overskredet mindst én gang i omkring 9 % af indtagene.

Det fremgår af Figur 14, at der i de seneste tre år (2013-2015) er 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. Periodeopgørelsen for 2013-2015 viser en større andel af fund end i de enkelte år, hvilket skyldes, at koncentrationen i nogle indtag kan variere lige omkring detektionsgrænsen eller kravværdien, eller at nogle stoffer kan udvaskes i kortvarige pulse.



Figur 14. Pesticider i grundvand fra GRUMO indtag vist som andel indtag med fund for enkelte år samt periodeopgørelser for andel indtag med mindst ét fund i perioderne 1990-2015 og 2013-2015.

Opgørelser for hele perioden 1990-2015 og for delperioden 2013-2015 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 18 % var mindst én overskridelse af kravværdien på 0,1 µg/l.

Godkendte, regulerede og forbudte stoffer i GRUMO

Pesticider er inddelt i tre grupper: godkendte, regulerede og forbudte, efter stoffernes status pr. 23. maj. 2016. De regulerede er i denne sammenhæng stoffer, hvor der efter den oprindelige godkendelse er indført begrænsninger på anvendelsen for at beskytte grundvandet.

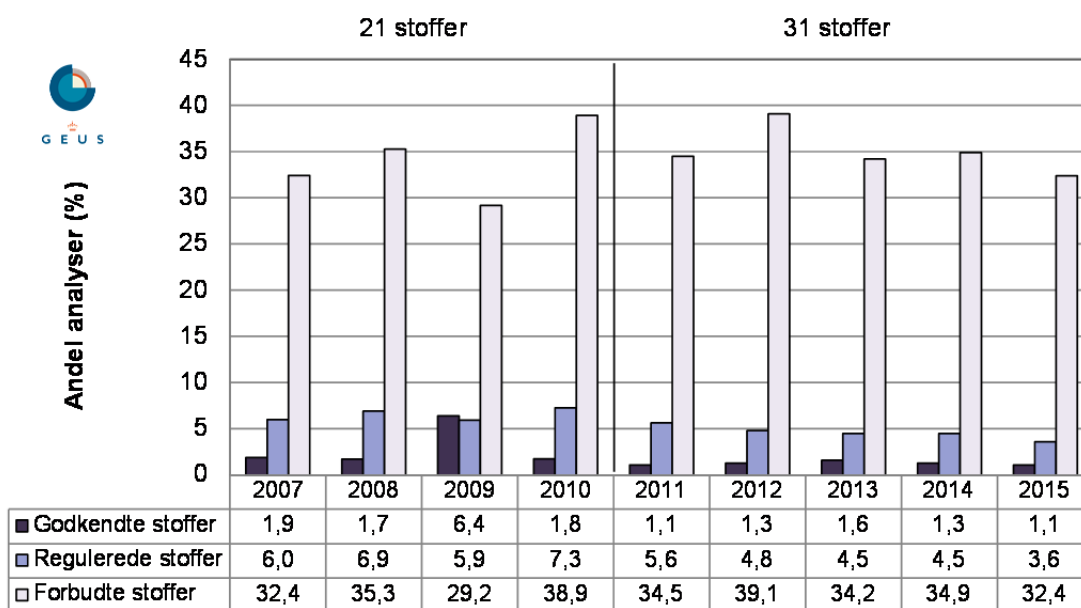
2013-2015	Indtag antal			Indtag andel (%)	
	I alt	Med fund	>0,1 µg/l	Med fund	≥0,1 µg/l
Forbudte stoffer	730	285	77	39,0	10,5
Regulerede stoffer	730	38	15	5,2	2,1
Godkendte stoffer	730	16	3	2,2	0,4

Tabel 5. GRUMO. Forekomst af godkendte, regulerede og forbudte pesticider og deres nedbrydningsprodukter i perioden 2013-2015. Et indtag kan indeholde såvel forbudte som regulerede eller godkendte stoffer, og det enkelte indtag kan derfor optræde i flere af de tre kategorier. Indtagene er opdelt i indtag med mindst ét fund og indtag med mindst én overskridelse af kravværdien (>0,1 µg/l).

Tabel 5 viser fordelingen af godkendte, regulerede og forbudte stoffer opgjort for perioden 2013-2015. Forbudte stoffer blev fundet langt hyppigere end de regulerede og godkendte stoffer, hvilket

til dels kan skyldes, at forbudte stoffer udgør den største andel i analyseprogrammet. Da mere end 75 % af det overvågede grundvand med kendt alder er ældre end 15 år vil den største del af fundene af de regulerede stoffer i grundvandet kunne stamme fra anvendelse af moderstofferne, før disse blev reguleret.

Figur 15 viser den tidlige udvikling i fund af godkendte, regulerede og forbudte stoffer for de enkelte år med udgangspunkt i den administrative status. Opgørelserne er baseret på analyser pr. år, fordi der kun i enkelte tilfælde i denne periode er udtaget mere end én vandprøve pr. år per indtag. Det fremgår, at der overvejende påvises forbudte og regulerede stoffer. De regulerede stoffer har siden 2010 vist en faldende tendens. Andelen af godkendte stoffer har været stabil, bortset fra 2009, hvor der var relativt mange fund af glyphosat og AMPA.

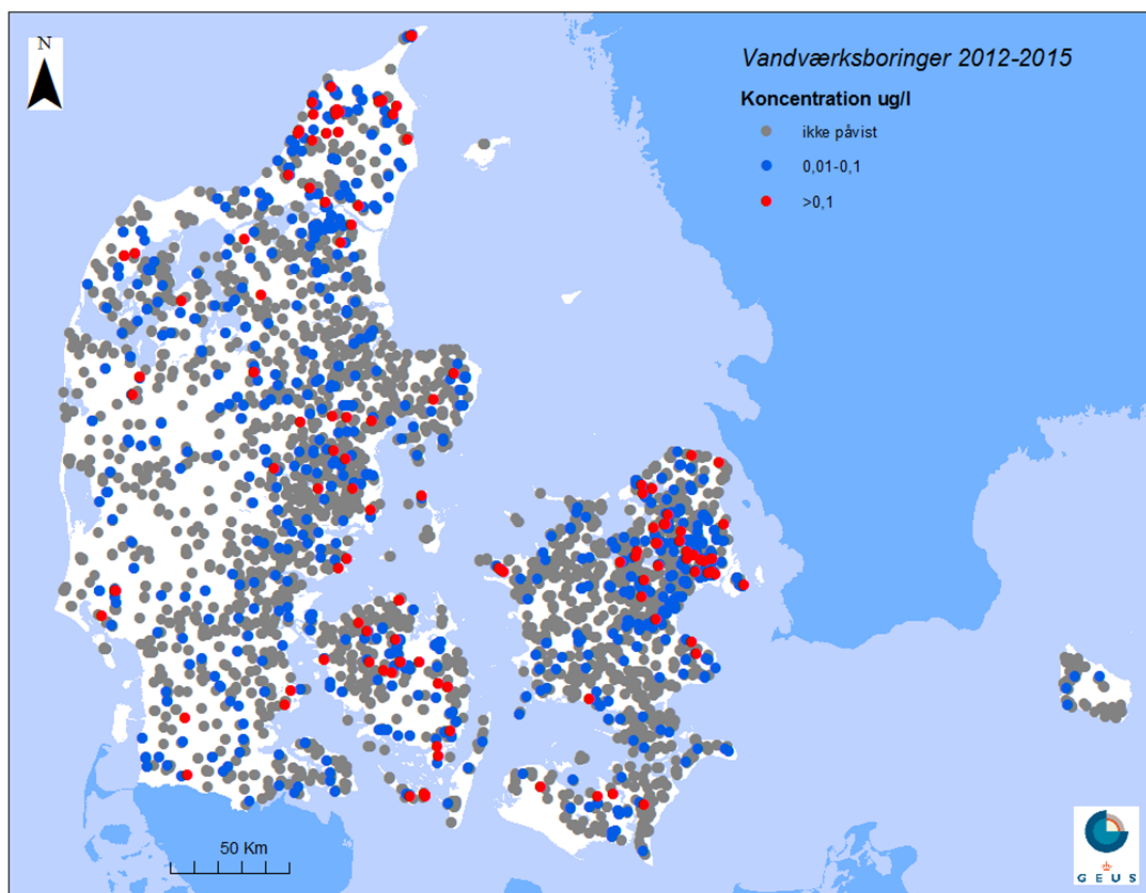


Figur 15. GRUMO. Fordeling af godkendte, regulerede og forbudte pesticider og nedbrydningsprodukter, beregnet som andel analyser med fund pr. år for de tre stofgrupper. Programperioder er angivet med lodrette linjer, mens antal stoffer i analyseprogrammet i hver periode er angivet over figuren.

Pesticider i vandværksboringer

Den geografiske fordeling af pesticidindholdet i grundvandet i aktive vandværksboringer i den seneste femårsperiode (2012-2015), fremgår af Figur 16. 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 overrepræsentation af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i lerede områder i den østlige del af Danmark, hvor befolkningstætheden er relativt stor og der derfor er mange boringer.



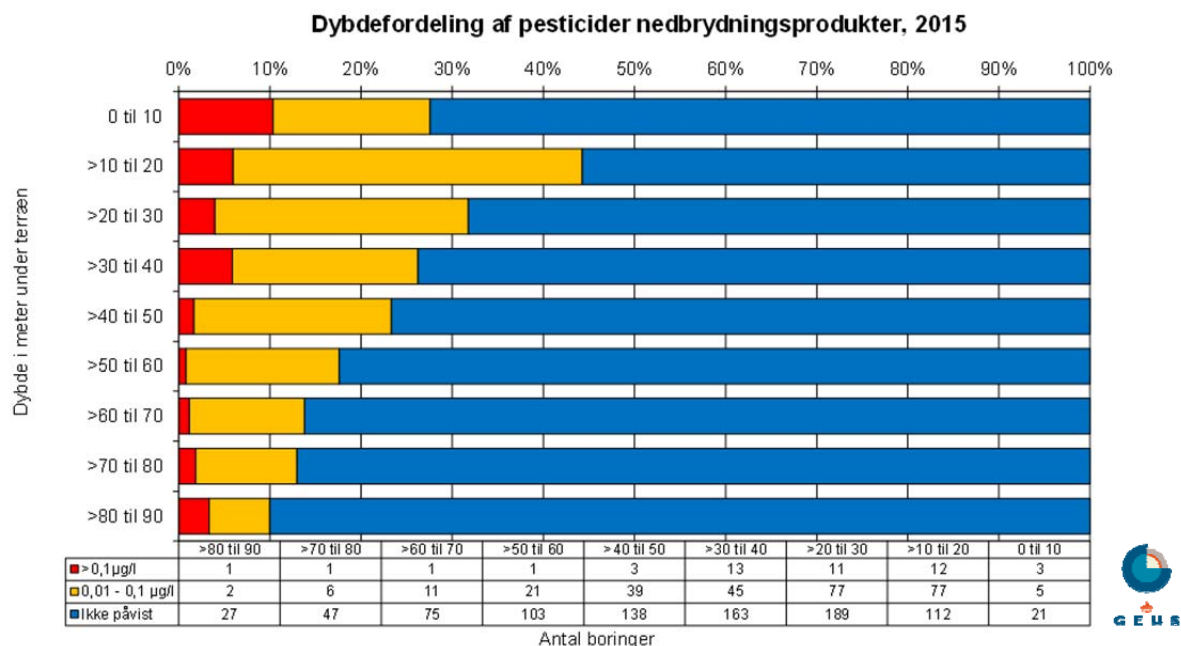
Figur 16. Boringskontrollen. Pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet i 5264 aktive vandværksboringer i fireårsperioden 2012-2015. Boringerne er opdelt i tre koncentrationsintervaller, hvor mindst et pesticid er påvist mindst én gang over kravværdien ($>0,1 \mu\text{g/l}$), et pesticid er påvist mindst én gang under kravværdien ($0,01-0,1 \mu\text{g/l}$), eller pesticider ikke er påvist. Fireårsperioden er valgt, da det obligatoriske analyseprogram har været nogenlunde ensartet i denne periode. De højeste koncentrationer er udtegnet sidst.

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.

Figur 17 viser fordelingen med dybden for forekomsten af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i aktive vandværksboringer. I 2015 blev der påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter heraf mindst én gang i 28 % af de undersøgte boringer med top af indtag i intervallet 20 til 50 m u.t., heraf 4,1 % med et pesticidindhold over kravværdien.

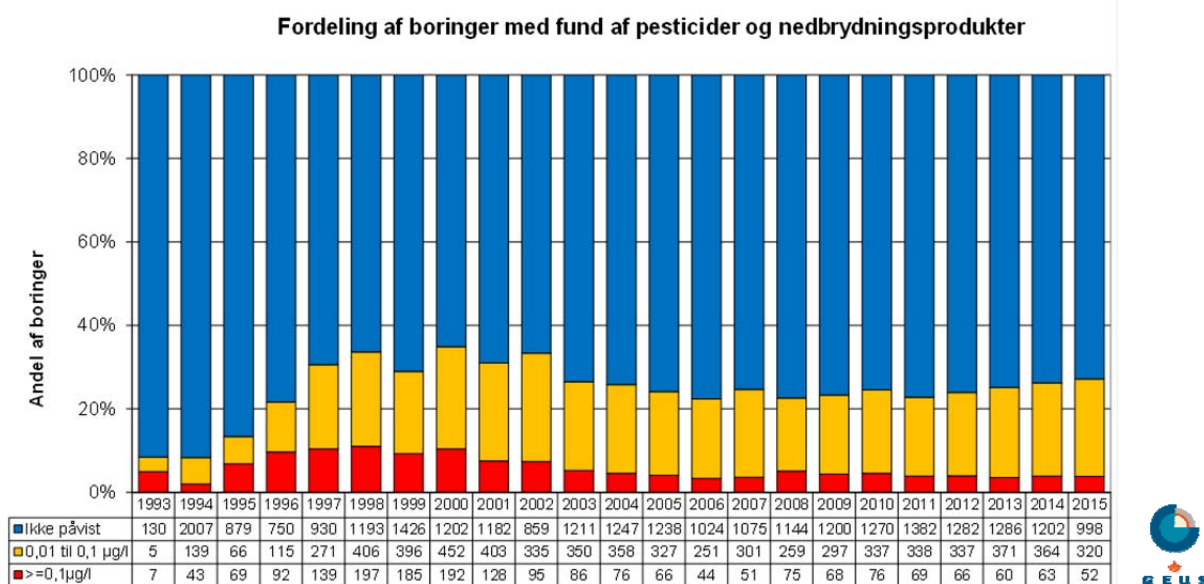
Det hyppigst fundne pesticid eller nedbrydningsprodukt i aktive vandværksboringer i 2015 var nedbrydningsproduktet BAM som stammer fra aktivstoffet dichlobenil. BAM blev påvist i 20% af de undersøgte boringer og over kravværdien på $0,1 \mu\text{g/l}$ i 2,2 % af boringerne. Nedbrydningsprodukter fra Metalaxyl-M, CGA6286 og CGA 108906, blev også fundet over kravværdien. Metalaxyl-M blev forbudt på det danske marked i 2014 efter fund af nedbrydningsprodukter fra stoffet over

kravværdien i Varslingssystem for udvaskning af Pesticider til Grundvand (VAP).



Figur 17. Dybdemæssig fordeling af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i vandværksboringer i 2015 vist som funktion af dybden fra terræn til overkanten af filteret.

Figur 18 viser udviklingen i pesticidpåvirkningen af aktive vandværksboringer i perioden fra 1993 til 2015. For hvert år er resultaterne angivet for de aktive boringer, der blev undersøgt det pågældende år, og figuren viser således også data fra boringer, der nu er lukkede.



Figur 18. Pesticidindholdet i grundvandet i vandværksboringer 1993-2015. Figuren indeholder ikke de samme boringer fra år til år, da disse analyseres i en turnus på op til fem år, og der løbende lukkes eller etableres nye vandværksboringer.

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 2006 faldt andelen af vandværksboringer med fund af pesticider, men andelen har siden 2006 stabiliseret sig omkring 22-26 %, dog med en svagt stigende tendens indenfor de seneste fem år.

Tabel 6 viser fordelingen af de 31 til 34 godkendte, regulerede og forbudte pesticider, der efter Boringskontrollens anvisninger er analyseret for på vandværkerne i perioden 2012-2015. Som for Grundvandsovervågningen sker langt de fleste fund og overskridelser for stoffer som er forbudte. Kun en meget lille andel af fundene over kravværdien for drikkevand skyldes godkendte stoffer.

2012-2015	Boringer antal			Boringer andel (%)	
	I alt	Med fund	>0,1 µg/l	Med fund	>0,1 µg/l
Forbudte stoffer	5147	890	113	17,3	2,2
Regulerede stoffer	5184	193	23	3,7	0,4
Godkendte stoffer	5154	23	4	0,4	0,1

Tabel 6. Periodeopgørelse 2012-2015 for godkendte, regulerede og forbudte pesticider i aktive vandværksboringer. En boring kan indeholde såvel forbudte som regulerede eller godkendte stoffer, og den enkelte boring kan derfor optræde i flere af de tre kategorier. 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. 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.

