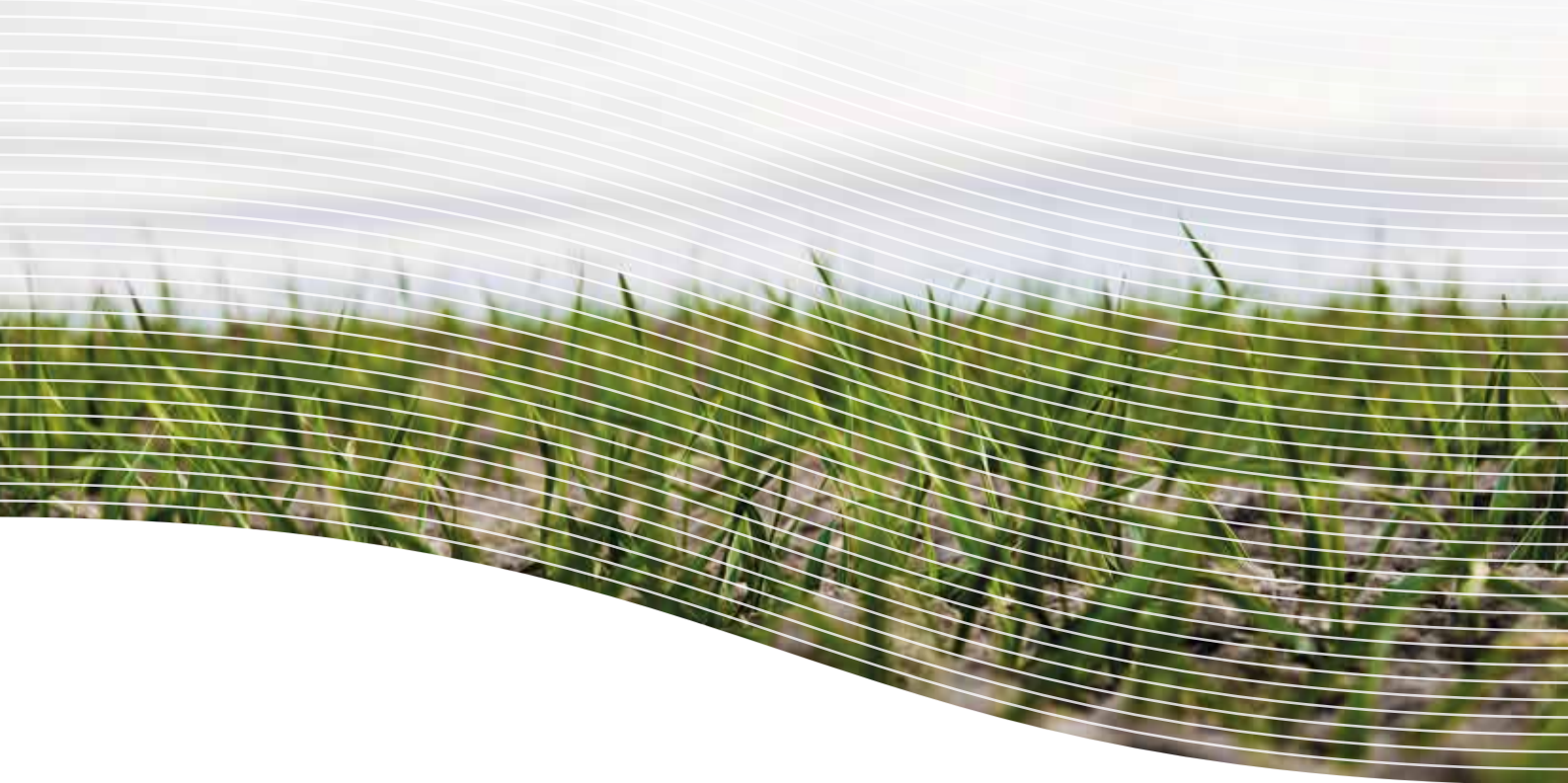


# GRUNDVANDS- OVERVÅGNING

1989 - 2024

Sammenfatning



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland

# Grundvandsovervågning

Status og udvikling 1989 – 2024

## Sammenfatning

GEUS 2025

**Redaktør:** Lærke Thorling

Forfattere:

Lærke Thorling

Christian Nyrop Albers

Birgitte Hansen

Jacob Kidmose

Anders R. Johnsen

Mette Hilleke Mortensen

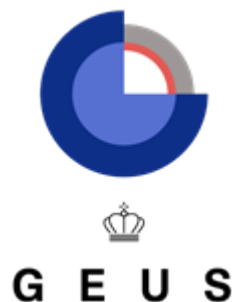
Lars Trolldborg

Denitza Voutchkova

**Dato 8. december 2025**

Rapporten kan hentes på: [www.grundvandsovervaagning.dk](http://www.grundvandsovervaagning.dk)

Forside foto: Colourbox.dk



# Forord

Denne rapport er en del af den nationale, årlige rapportering af resultaterne for det nationale overvågningsprogram for vand og natur (NOVANA). Rapporten har et landsdækkende fokus og indeholder ikke vurderinger af grundvandsforekomsternes tilstand, og dækker på ingen måde tilstandsvurderingerne af grundvandsforekomsterne i relation til vandrammedirektivet.

Målgrupperne for denne rapportering er Folketinget og Regeringen, myndigheder og offentligheden, samt de involverede aktører i overvågningen, herunder til Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV), Miljøstyrelsen (MST), kommuner, vandforsyninger og Aarhus Universitet (DCE).

Denne rapportering af grundvandets status og udvikling er baseret på data indsamlet i perioden 1989-2024 som led i Den Nationale Grundvandsovervågning (GRUMO) og Landovervågning (LOOP). Grundvandsvandkvaliteten i vandforsyningsboringerne fra de almene vandforsyninger præsenteres med udgangspunkt i boringskontrollen, der er en del af egenkontrollen. Oplysninger om vandindvindingens størrelse er baseret på oplysninger fra indvindere af grundvand og overfladevand, dvs. vandforsyninger, industrier, markvandere mv.

De indsamlede data er præsenteret i en række figurer og tabeller, der indgår hvert år. Med udgangspunkt heri præsenteres supplerende resultater og konklusioner. Derudover kan der være en uddybende datapræsentation i varierende omfang, typisk i form af et tema. Ikke alle emner rapporteres hvert år. I dette års rapport indgår, organiske mikroforureninger, mens sporstoffer, fosfor og redoxboringer ikke rapporteres. Der rapporteres i år for første gang i overvågningsprogrammets historie for data for fluorid, hvor der er udarbejdet et temakapitel.

Rapporten udkommer alene elektronisk på GEUS' hjemmeside [www.geus.dk](http://www.geus.dk).

Rapportens faglige kapitler er udarbejdet af medarbejdere ved GEUS, der har de pågældende fagdiscipliner som deres arbejdsområde:

|                                                 |                                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Vandindvinding                                  | Lars Trolborg                            |
| Det nationale pejleprogram                      | Jacob Kidmose                            |
| Nitrat                                          | Birgitte Hansen                          |
| Pesticider                                      | Anders R. Johnsen                        |
| Organiske mikroforureninger                     | Christian Nyrop Albers                   |
| Fluorid                                         | Denitza Voutchkova og Birgitte Hansen    |
| Appendiks 1: Datagrundlag og metoder            | Lærke Thorling                           |
| Appendiks 2: Stationsnet                        | Mette Hilleke Mortensen                  |
| Appendiks 3: Faglig baggrundsviden om grundvand | Lærke Thorling og Christian Nyrop Albers |

Kapitel 2 (Formål) og bilag 9 (Kvalitetskrav) er forfattet af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø, idet disse bidrag omhandler de forvaltningsmæssige og juridiske aspekter af overvågningen, herunder gældende kravværdier.

**© Denne rapport er behæftet med copyright. Hvis figurer eller andet materiale anvendes, skal der angives en kildeangivelse, enten i form af et link til GEUS' hjemmeside [www.geus.dk](http://www.geus.dk) eller [www.grundvandsovervaagning.dk](http://www.grundvandsovervaagning.dk) ved en henvisning til denne rapport:**

Thorling, L., Albers, C.N., Hansen, B., Kidmose, J., Johnsen, A.R., Mortensen, M.H., Trolborg, L., & Voutchkova 2025: Grundvand. Status og udvikling 1989–2024. Teknisk rapport, GEUS 2025.

ISBN Online: ISBN 978-87-7871-627-9

# 1 Sammenfatning

## 1.1 Grundvandsressourcen og dens udnyttelse

### Indledning

De seneste 100 år har nedbørsmængden i Danmark været stigende. DMI laver opgørelser af nedbørsmængder i Danmark og har for den seneste klimanormal 1991-2020 fundet en stigning i den gennemsnitlige årsnedbør på ca. 7 % i forhold til den forudgående klimanormal 1961-1990 (DMI, 2023). I absolutte tal svarer det til 47 mm/år mere nedbør for 1991-2020 klimanormalen, hvilket kan have medført en højere grundvandsstand i dele af landet. Højere grundvandsstand må især forventes at optræde i områder, der ikke er kunstigt drænet. I drænede områder vil en større nedbør især øge drænvandsafstrømningen til vådområder og vandløb.

Drikkevandsforsyningen i Danmark er baseret på indvinding af grundvand med Christiansø som den eneste undtagelse, hvor der overvejende benyttes afsaltet havvand som drikkevand. Omkring 2.600 almene vandværker står for hovedparten af grundvandsindvindingen til drikkevand. Derudover indvindes grundvand fra en række mindre ikke-almene vandværker, som hver forsyner mindre end 10 ejendomme.

### Datagrundlag

Grundvandsstanden registreres i det nationale pejleprogram med automatisk dataopsamling i pejleindtag i grundvandsforekomster. Opgørelsen af udviklingen i grundvandsstanden i 2024 bygger på pejledata indsamlet og rapporteret af Miljøstyrelsen/Styrelsen for Grøn Arealomlægning til Jupiter. Indvundne vandmængder indberettes årligt af kommunerne til Jupiter, når de modtager og kvalitetssikrer data fra vandværker og andre vandindvindere.

### Status og udvikling

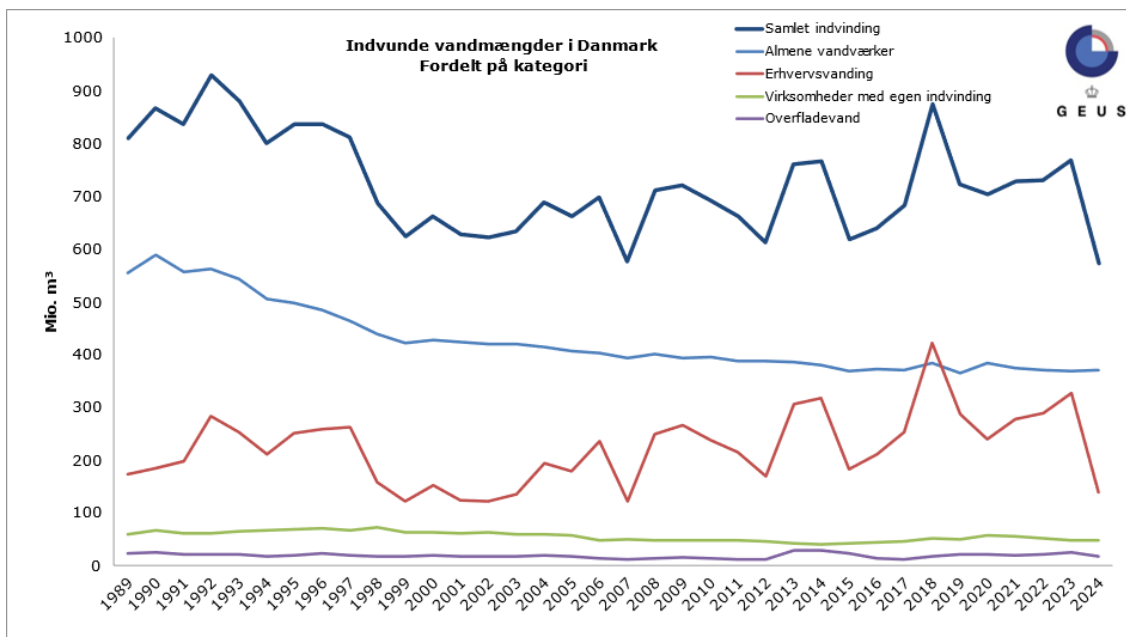
Grundvandsstandens status og udvikling er vurderet ud fra lange tidsserier. I 2024 omfattede pejlestationsnettet i alt 128 indtag fordelt på 119 borer. 40 indtag manglede data fra 2024 for mere end 2 måneder. Det nationale pejleprogram undergår fortsat revision af stationer med baggrund i strategien beskrevet i Ditlefsen C. og Sivertsen, J. (2022), hvilket også påvirker pejleprogrammet således, at nogle indtag og borer udgår og tidsserier ikke fortsættes, mens nye vil inddrages.

Året 2023 og første halvdel af 2024 var særdeles nedbørsrige og derfor viser pejlingerne for 2024 også en generelt høj eller meget høj grundvandsstand. 2024 blev afsluttet med en højere vandstand end normalt, hvor dog flere observationer ligger indenfor normal-området set i forhold til klimanormalperioden 1991-2020 sammenlignet med første halvår.

Grundvandsressourcen overvåges, så der kan foretages en løbende vurdering af den generelle vandbalance med henblik på en bæredygtig udnyttelse af den tilgængelige vandressource. Figur 1 viser den samlede årlige vandindvinding, som de seneste år har ligget mellem 600 og 850 mio. m<sup>3</sup>/år.

Almen vandforsyning står for hovedparten af indvindingen. Indvinding af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug (kategorien erhvervsvanding) svinger meget fra år til år og var i 2024 omkring 140 mio. m<sup>3</sup>. Indvindingen, uden markvanding, var omkring 1990 på 700 mio. m<sup>3</sup>/år, men er faldet frem mod år 2000 og har efterhånden stabiliseret sig omkring 500 mio. m<sup>3</sup>/år.

Indvindingen af overfladevand i Danmark er meget begrænset og udgjorde i 2024 godt 3 % af den samlede indvinding. Overfladevand indgår ikke i drikkevandsforsyningen i Danmark. Brugen af overfladevand til dambrug ligger typisk på godt 100 mio. m<sup>3</sup>, men dette medregnes ikke, da der i praksis er tale om, at vandet bare gennemstrømmer dambrugene og herefter ledes direkte tilbage til samme vandløb.



Figur 1. Vandindvinding i Danmark i perioden 1989-2024 opdelt på almene vandværker, erhvervsvand, industri og overfladevand. Den samlede indberettede indvinding er vist med en fed, mørkeblå linje. Bemærk, hvorledes den varierer med erhvervsvandingen, hvoraf markvand udgør hovedparten. Data fra 2024 er justeret med skøn over manglende rapportering.

## 1.2 Nitrat

### Indledning

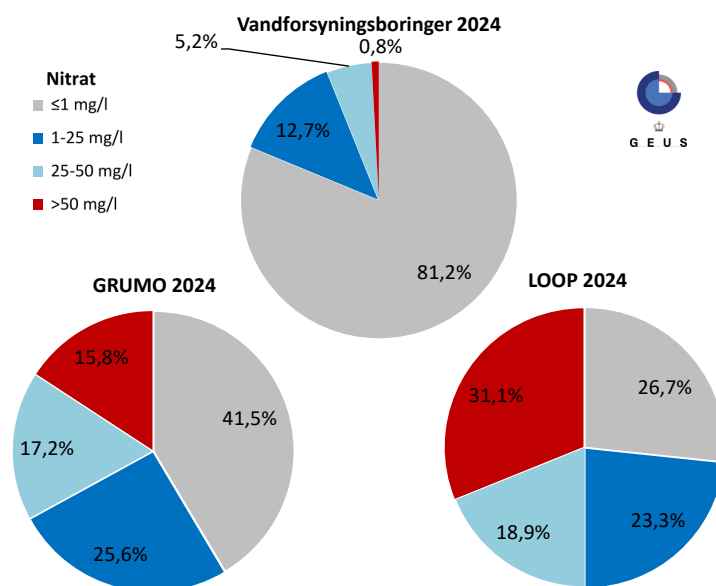
Nitrat i grundvandet er uønsket både af hensyn til drikkevandskvaliteten og på grund af risikoen for påvirkning af det øvrige vandmiljø. Det skyldes, at nitrat i drikkevandet kan være sundhedsskadeligt, og at nitrat i grundvandet kan bidrage til eutrofiering af vandløb, søer og det marine miljø ved udstrømning til overfladevand. Kvalitetskravet for nitrat i såvel grundvand som drikkevand er i EU, og dermed Danmark, fastsat til 50 mg/l. Af hensyn til grundvandsbeskyttelsen er ca. 17 % af Danmarks areal udpeget som nitratfølsomme indvindingsområder for drikkevand i 2024.

### Datagrundlag

Der rapporteres på basis af grundvandsprøver udtaget med forskellige formål i hhv. GRUMO-indtag, LOOP-indtag og vandforsyningsboringer. GRUMO- og LOOP-indtagene dækker grundvandsdelen af det nationale overvågningsprogram NOVANA. GRUMO-indtagene findes i boringer med dybder ned til mere end 100 m u.t., LOOP-indtagene findes i korte, overfladenære boringer typisk ned til mindre end 5 m u.t., etableret for at følge udvaskning af nitrat til højtliggende grundvand under dyrkede arealer. Data fra vandforsyningsboringerne stammer fra den lovpligtige boringskontrol, se kapitel 2. Prøvetagningen i GRUMO veksler mellem kontrolovervågning, hvor alle programlagte indtag prøvetages, og operationel overvågning, hvor der fortrinsvis prøvetages indtag påvirket af nitrat og pesticider, se kapitel 2. I 2024 er der gennemført operationelovervågning.

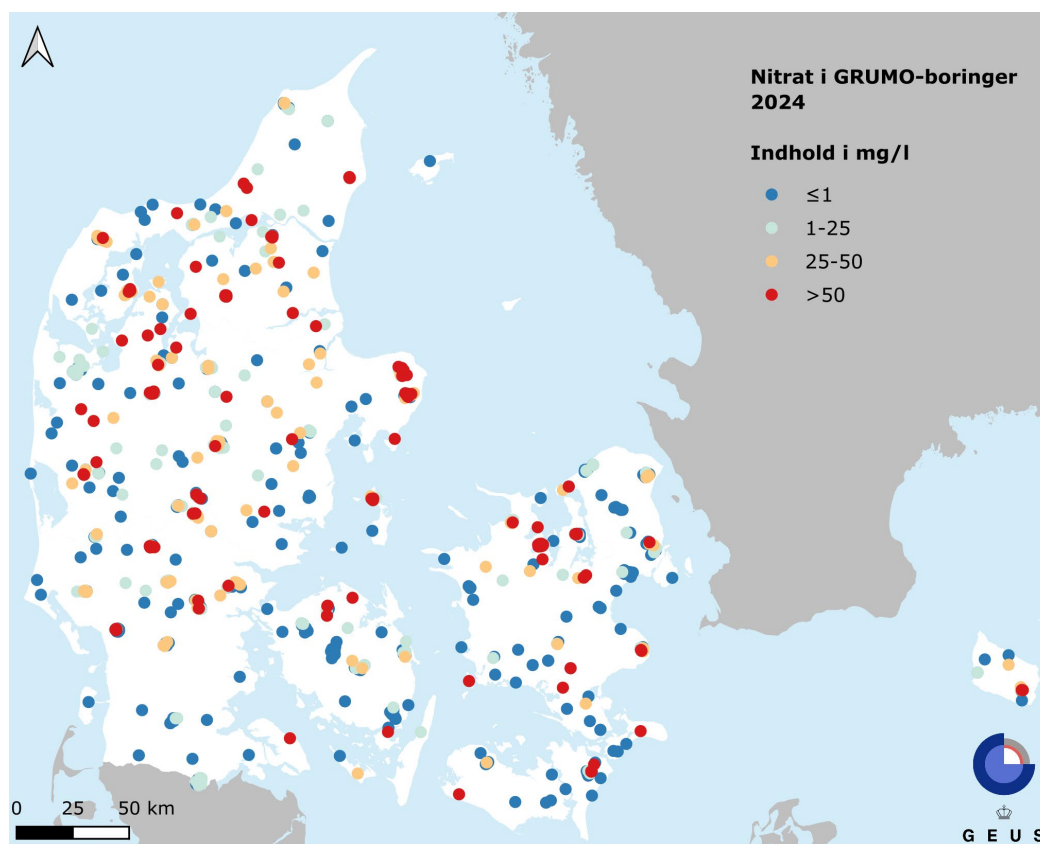
### Status og udvikling, grundvandsovervågning

Figur 2 viser indholdet af nitrat i GRUMO- og LOOP-indtag samt vandforsyningsboringer prøvetaget i 2024. I ca. 16 % af GRUMO- og ca. 31 % af LOOP-indtagene lå nitratinholdet over 50 mg/l, mens ca. 1 % af indtagene i vandforsyningsboringer havde mere end 50 mg/l nitrat. I GRUMO- og LOOP-indtagene var nitratkonsentrationen mellem 25 og 50 mg/l i hhv. ca. 17 og 19 % mod ca. 5 % i vandforsyningsboringerne. Nitratfrit grundvand, (nitrat  $\leq 1$  mg/l) optrådte i ca. 42 % af GRUMO-, i ca. 27 % af LOOP-indtagene og i ca. 81 % af vandforsyningsboringerne.



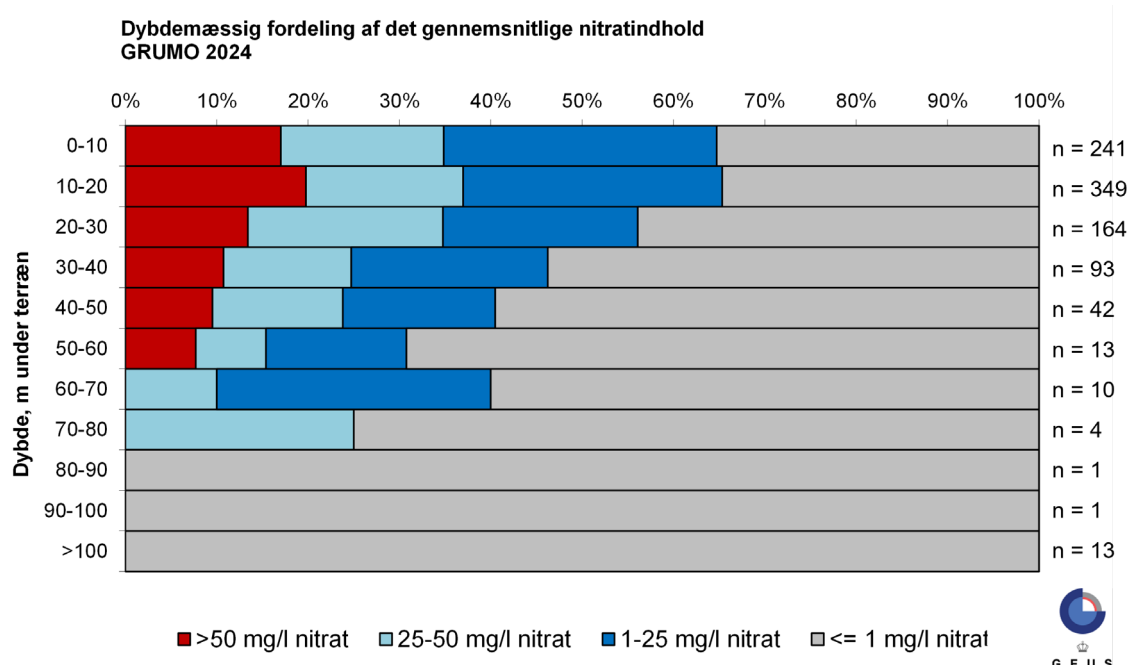
Figur 2. GRUMO, LOOP og Vandforsyning. Fordelingen af det gennemsnitlige nitratindhold i 2024 i 931 GRUMO-indtag, 89 LOOP-indtag og 1.658 vandforsyningsboringer.

Figur 3 viser den geografiske fordeling af nitratindholdet i GRUMO-indtag i 2024, hvoraf det ses, at nitratkoncentrationer over kvalitetskravet på 50 mg/l blev fundet i mange egne af landet.



Figur 3. GRUMO. Nitratindholdet i grundvand i 2024 i 931 GRUMO-indtag. Nitratindholdet er opdelt på fire koncentrationsklasser. De højeste koncentrationer er afbildet øverst.

Figur 4 viser dybdefordelingen for nitrat i GRUMO-indtag prøvetaget i 2024. Dybden er opdelt i 10 meters intervaller. Tættest på terræn (0-10 m u.t.) var nitrat til stede (>1 mg/l) i ca. 65 % af indtagene. Koncentrationen af nitrat var over 50 mg/l i omkring 17 % af indtagene og over 25 mg/l i omkring 35 % af indtagene. Nitratindholdet falder gradvist med dybden og hovedparten (ca. 97 %) af nitratprøverne stammer fra indtag i de øverste 50 meter. Fra 80 m u.t. er nitratkoncentrationen mindre end 1 mg/l i de relativt få undersøgte indtag.



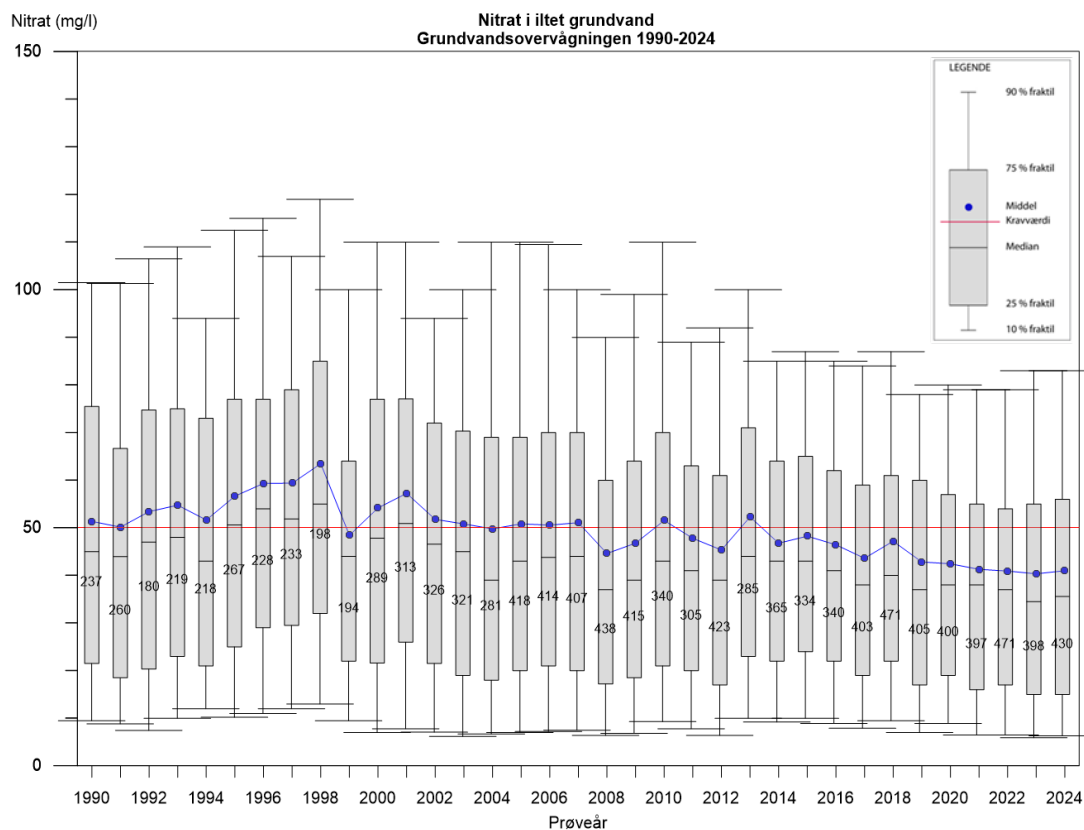
Figur 4. GRUMO. Dybdemæssig fordeling (til top af indtag i m u.t.) af det gennemsnitlige nitratindhold i 931 GRUMO-indtag. Rød signatur viser den procentvise andel af indtag med koncentrationer over kvalitetskravet på 50 mg/l. Antal indtag i hvert dybdeinterval (n) er vist til højre for figuren.

Figur 5 viser for perioden 1990-2024 for hvert år fordelingen af det iltholdige grundvands nitratindhold i GRUMO-indtag. Figuren er baseret på årlige gennemsnitlige nitratkoncentrationer for hvert af de indtag, der indgik i overvågningen i det pågældende prøvetagningsår.

Figur 5 viser nitratindholdet i grundvandet på prøvetagningstidspunktet og afspejler ikke en egentlig tidlig udvikling af påvirkningen fra nitratudvaskningen. Det skyldes, at alderen af det iltede grundvand varierer fra få år og op til ca. 50 år, således som dateringerne af grundvandet har vist (Hansen mfl., 2017). Hvert år er der derfor indsamlet i indtag med grundvand af forskellig alder.

I 2024 indeholdt omkring 46 % af de prøvetagede GRUMO-indtag iltholdigt grundvand, mens ca. 59 % af GRUMO-indtagene indeholdt nitrat. Det iltholdige grundvands nitratindhold er vist som boksdiagrammer for hvert prøvetagningsår. Gennemsnitsværdi (middelværdi) og kvalitetskrav er vist sammen med 10 %, 25 %, 50 % (median), 75 % og 90 % fraktilerne.

Nitratindholdet i det iltholdige grundvand udviser alle år en stor spredning. Medianværdien ligger igennem hele overvågningsperioden (1990-2024) noget under gennemsnitsværdien, hvilket indikerer, at der optræder enkelte meget høje nitratværdier. De højeste median- og gennemsnitsværdier blev fundet i de grundvandsprøver, der blev taget i perioden 1996-1998. De seneste 11 år har gennemsnitsværdien af nitratkoncentrationerne i iltholdigt grundvand ligget under kvalitetskravet på 50 mg/l, og der er en tendens til faldende koncentrationer for stort set alle fraktiler. I 2024 er gennemsnitsværdien for nitrat i det iltholdige grundvand ca. 41 mg/l og medianværdien ca. 36 mg/l, mens ca. 31 % (132 ud af 430 af indtagene) af nitratkoncentrationerne var højere end kravværdien på 50 mg/l.



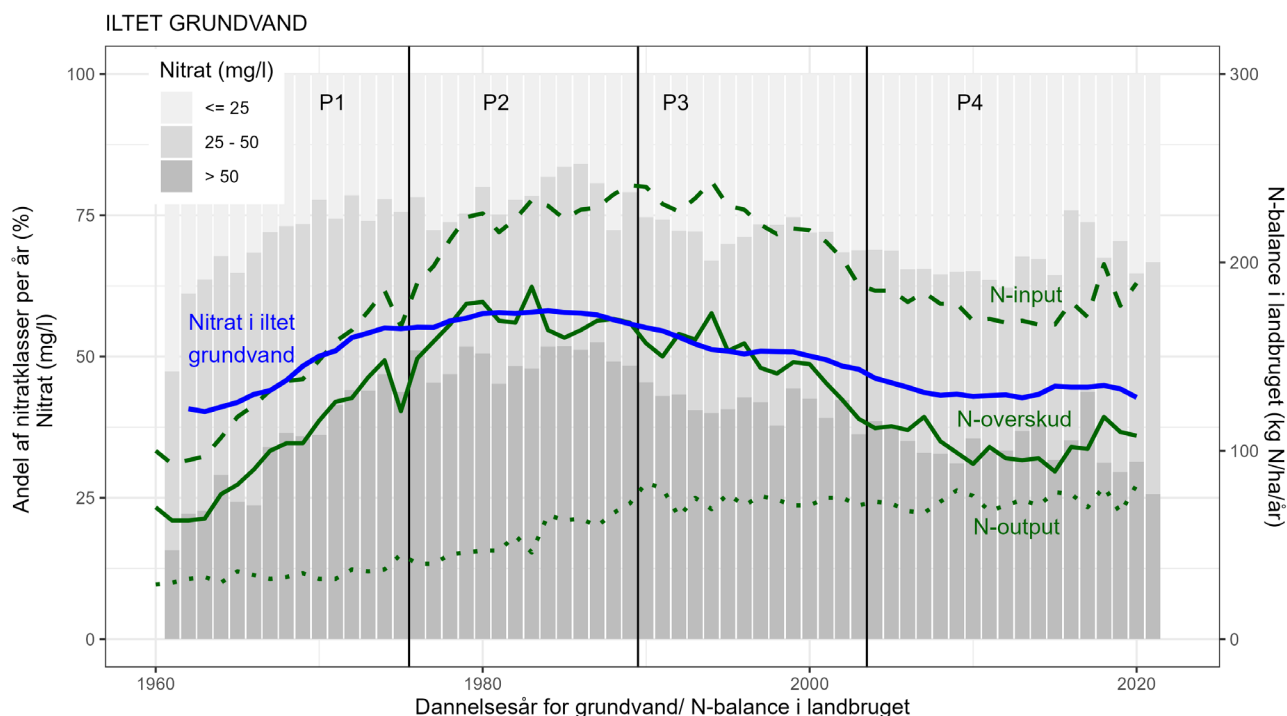
Figur 5. GRUMO. Tidsserie for nitratindeholdet i iltholdigt grundvand i GRUMO-indtag vist som boksdiagrammer for hvert prøvetagningsår i perioden 1990-2024. Figuren er baseret på det gennemsnitlige nitratindehold pr. indtag pr. år. Antal af prøvetagede indtag med iltholdigt grundvand er angivet for hvert år.

Figur 6 viser et 5-års glidende gennemsnit af nitratkoncentrationerne baseret på grundvandets dannelses tidspunkt i iltholdigt grundvand inddelt i fire perioder. Figur 6 viser også N-overskuddet i dansk landbrug beregnet på baggrund af data fra Danmarks Statistik for den primære danske landbrugssektor (personlig meddelelse: Tommy Dalgaard, Institut for Agroøkologi, AU). N-overskuddet er den mængde kvælstof, der ikke udnyttes i landbrugsproduktionen, og som dermed potentielt kan tabes til miljøet fx i form af nitratudvaskning til grundvandet.

Der ses en tydelig sammenhæng mellem den årlige udvikling i landbrugets N-overskud og nitrat i iltet grundvand på det overordnede landsdækkende niveau, hvor data fra hele landet indgår. Der ses en tendens til stagnation i N-overskuddet i perioden 2012-2015 på ca. 90-96 kg N/ha/år nogenlunde samtidig med en svag stagnation i den årlige middelværdi for nitratindeholdet i iltet grundvand i perioden 2008-2014 på ca. 43 mg/l. Tendensen til stagnationen i nitratindeholdet i iltet grundvand optræder derfor en anelse tidligere end N-overskuddet, hvilket kan skyldes usikkerhed i dateringen af det meget unge grundvand og sammenligningen med et 5-års glidende middelindehold af nitrat i iltet grundvand.

Figur 6 viser en tendens til en stigning i både nitratindeholdet i iltet grundvand og N-overskuddet i landbruget efter indførsel af Fødevare- og Landbrugspakken fra 2016. Den procentuelle stigning i nitratindeholdet i iltet grundvand fra 2010-2012 (årlige middel: ca. 43 mg/l) til 2016-2018 (årlige middel: ca. 45 mg/l) ligger på ca. 5 %. Denne observerede stigning er lavere end estimeret ved sidste rapportering (Thorling mfl., 2025). Den observerede stigning er dog stadig på niveau med den faglige prognose fra 2016 af nitratpåvirkningen i iltet grundvand ved udfasning af normreduktion for kvælstof som følge af Fødevare- og Landbrugspakken (Hansen og Larsen, 2016). Ved sammenligning med

kvælstofbalancen, beregnet på markniveau på baggrund af data fra Landovervågningen (Blicher-Mathiesen, 2024), ses også en tendens til en stigning i perioden 2016-2018, dog efterfulgt af et fald i kvælstofmarkoverskuddet frem til 2023.



Figur 6. GRUMO. Udviklingen i nitrat i iltet grundvand: 5-års glidende gennemsnit af nitratkoncentrationen i iltet grundvand (blå linje). Andel af prøver i tre nitratklasser (>50 mg/l, 25-50 mg/l og 1-25 mg/l) som funktion af grundvandets dannelsesår er vist med grå i baggrunden. Figuren er baseret på 9.229 prøver fra 458 iltede, daterede indtag udtaget i perioden 1990-2024. Lodrette mørke linjer markerer inddelingen i de fire perioder nævnt i teksten. De årlige kvælstofbalancer (N-input, N-output og N-overskud) for landbruget er beregnet for den primære danske landbrugssektor (personlig meddelelse: Tommy Dalgaard, Institut for Agroøkologi, AU).

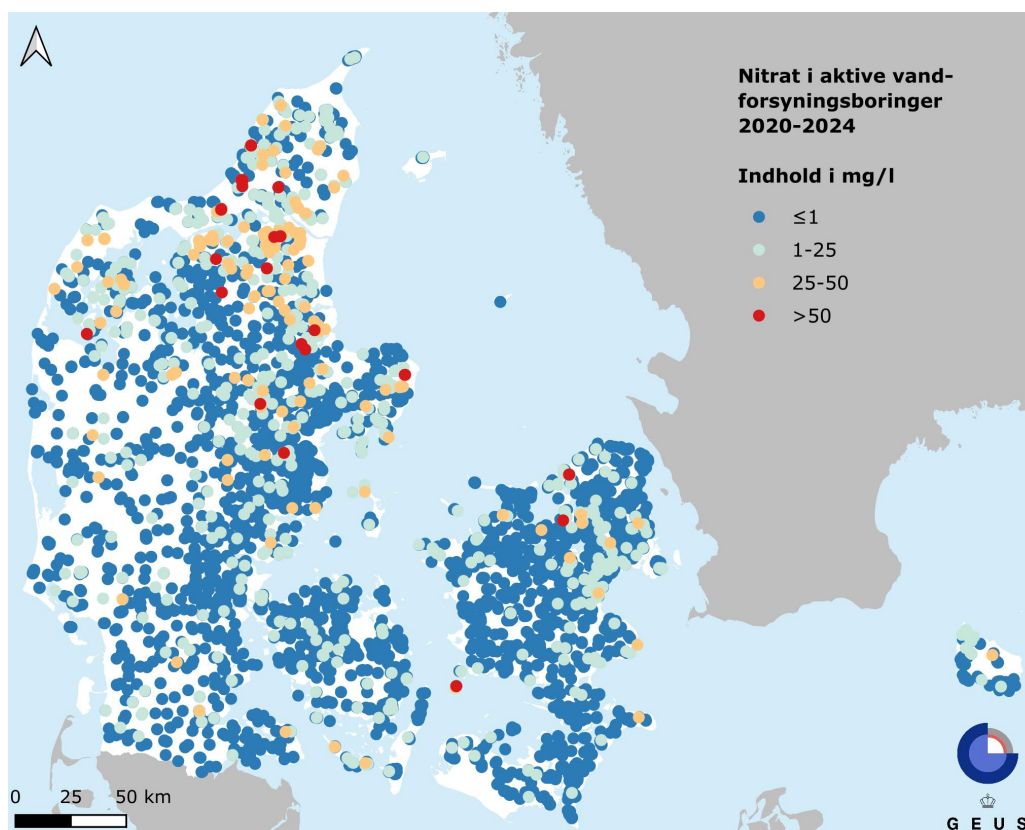
En statistisk analyse af udviklingen i nitrat i iltet grundvand i daterede indtag i GRUMO viser, at koncentrationerne generelt har været faldende siden 2. periode (P2, Figur 6), men at der ses en tendens i iltet grundvand fra 3. periode (1990-2003) til 4. periode (2004-2022) mod flere indtag med stigende nitratindsatser og færre med faldende nitratindsatser. Samtidig viser resultaterne, at de implementerede nitratindsatser ikke har haft lige stor effekt på udviklingen i det iltede grundvands nitratindhold overalt i landet. Der ses således for ca. 25 % af de undersøgte indtag i den seneste periode (2004-2022) enten ikke nogen statistisk signifikant effekt eller et statistisk signifikant stigende nitratindhold. Dette gælder især for indtag med nitratkoncentrationer over 50 mg/l.

En tilsvarende analyse af udviklingen i nitrat i iltet grundvand i LOOP, hvor der er anvendt en lidt anden periodeopdeling end for GRUMO, viser, at koncentrationerne i perioden 1992-2003 har været faldende, men at der i seneste periode (2016-2024) ses en tendens til flere indtag med stigende nitratindhold og flere indtag uden signifikant udvikling end tidligere. Samtidig viser resultaterne, at de implementerede nitratindsatser ikke har haft lige stor effekt på udviklingen i det iltede grundvands nitratindhold overalt i landovervågningsoplandene. Der ses således for ca. 83 % af indtagene på sandjordene og ca. 25 % af indtagene på lerjordene enten ikke nogen statistisk signifikant effekt eller en decideret negativ effekt i form af et stigende nitratindhold. Det gælder især for indtag med nitratkoncentrationer over 50 mg/l og et samtidigt stigende eller stagnerende indhold af nitrat.

## Vandforsyningsboringer

Figur 7 viser den geografiske fordeling af nitratinholdet i grundvandet i vandforsyningsboringer gennem de seneste fem år (2020-2024), beregnet som gennemsnittet i perioden af det årlige gennemsnit for nitrat i de enkelte indtag.

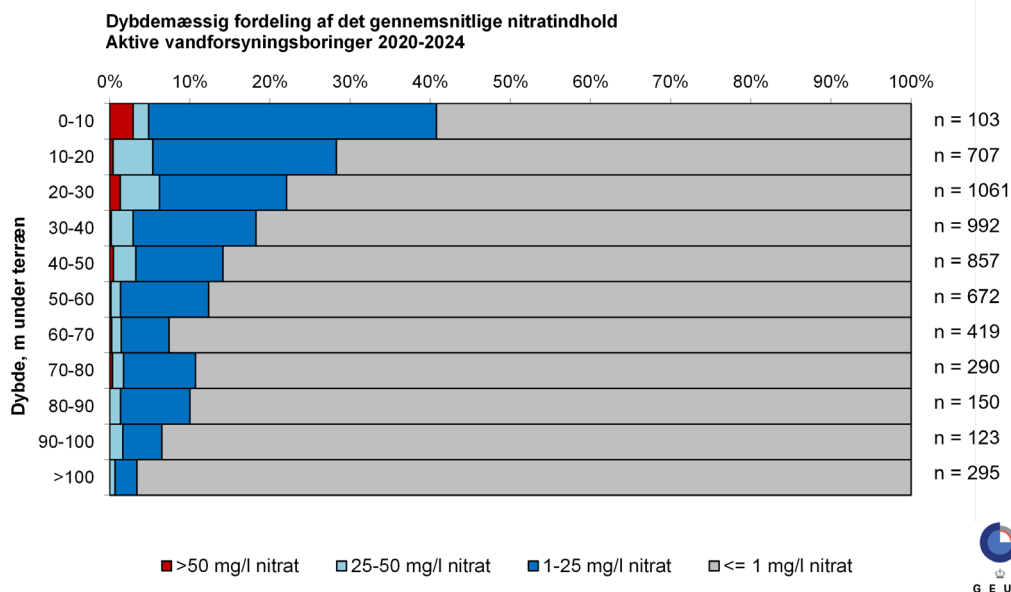
De højeste nitratkoncentrationer målt i grundvandsprøver fra vandforsyningsboringer optræder især i Nordjylland, Thy, Himmerland og på Djursland. Dette skyldes, at der i disse områder er en ringe naturlig beskyttelse af grundvandet i kalkmagasinerne fra lerede dæklag, og at kalken flere steder findes tæt på terræn. Der er en lav naturlig omsætningsrate af nitrat i kalken, og nitratudvaskning fra landbrugsarealerne kan derfor trænge dybt ned i disse kalkmagasiner (Amand mfl., 2025; Thorling mfl., 2025 & Voutchkova mfl., 2025).



Figur 7. Vandforsyning. Nitratinholdet i grundvandet i 6.019 vandforsyningsboringer fordelt på fire koncentrations-klasser. Data viser gennemsnit pr. indtag i perioden 2020-2024. Der kan indgå boringer, som ikke længere anvendes til drikkevandsforsyning. De højeste koncentrationer er afbildet øverst.

Figur 8 viser dybdefordelingen for nitrat i vandforsyningsboringer i perioden 2020-2024. Der er et gradvist fald i nitratinholdet med dybden. Nitratkoncentrationerne er betydeligt lavere i vandforsyningsboringerne sammenlignet med GRUMO-indtagene i 2024 (se Figur 4). I vandforsyningsboringerne blev der dog i perioden 2020-2024 fundet nitrat med koncentrationer over 50 mg/l ned til 70-80 m u.t. i enkelte boringer. Der er også fundet nitratkoncentrationer op til 50 mg/l i vandforsyningsboringer, som er dybere end 100 m u.t.

Forklaringen på den større hyppighed af fund af nitrat i dybe indtag i vandforsyningsboringerne, sammenlignet med GRUMO-indtagene, kan være, at indvindingen lokalt trækker nitrat dybt ned i grundvandsmagasinerne. Det kan også forklares ved, at der er flere data i de dybere dele af grundvandet for vandforsyningsboringerne end for GRUMO-indtag. Det generelt lavere nitratinhold i vandforsyningsboringer, sammenlignet med nitratinholdet i GRUMO-indtagene, hænger sammen med, at vandforsyningerne undgår indvinding fra boringer, hvor vandkvaliteten ikke lever op til kvalitetskravet for nitrat (Schullehner og Hansen, 2014 og DANVA, 2018).



Figur 8. Vandforsyning. Dybdemæssig fordeling af det gennemsnitlige nitratindehold i 2020-2024 i forhold til top af indtag i m u.t i 5.669 indtag i vandforsyningsboringer. Rød signatur viser den procentvise andel af indtag over kvalitetskravet for nitrat på 50 mg/l. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for figuren.

## 1.3 Pesticider

### Indledning

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter kan forekomme i grundvand som følge af erhvervsmæssig eller privat anvendelse af pesticider i skov- og jordbrug, parker, haver, mm. Ifølge grundvandsdirektivets bilag 1 (EU, 2006) dækker pesticidbegrebet også stoffer med biocidanvendelse fx desinfektionsmidler, konserveringsmidler og biocider i maling og træbeskyttelse. Grundvandet overvåges for dets indhold af pesticidstoffer bl.a. for at vurdere, om reguleringen af pesticidforbruget har de ønskede effekter.

### Datagrundlag

I denne rapport diskuteres pesticidanalyser fra perioden 2015-2024 fra indtag i grundvandsovervågningen og vandforsyningernes boringer. Stofferne er præsenteret med en kortfattet forklaring i Tabel 8 i hovedrapportens kapitel 5. Prøvetagningen i grundvandsovervågningen veksler mellem kontrolovervågning, hvor alle indtag i pesticidovervågningen prøvetages, og operationel overvågning, hvor der fortrinsvis prøvetages indtag med tidligere pesticidfund. 2024 var et år med operationel overvågning. Der har over årene indgået et varierende antal stoffer i analyseprogrammerne. For enkeltstoffer af pesticider og nedbrydningsprodukter er kvalitetskravet i grundvand fastsat til 0,1 µg/l, mens kvalitetskravet for summen af enkeltstoffer er 0,5 µg/l. Kvalitetskravet gælder både for anvendelse som pesticid og biocid. Opgørelsen af pesticidpåvirkningen bygger på en metode, hvor det beregnes i hvilken andel af indtagene, der mindst én gang i en periode (typisk et, tre eller fem år) har været mindst ét stof med fund over detektionsgrænsen, mindst ét stof med overskridelse af kvalitetskravet på 0,1 µg/l, eller mindst én prøve, hvor pesticidstofferne sum har overskredet kvalitetskravet på 0,5 µg/l.

### Status, grundvandsovervågning

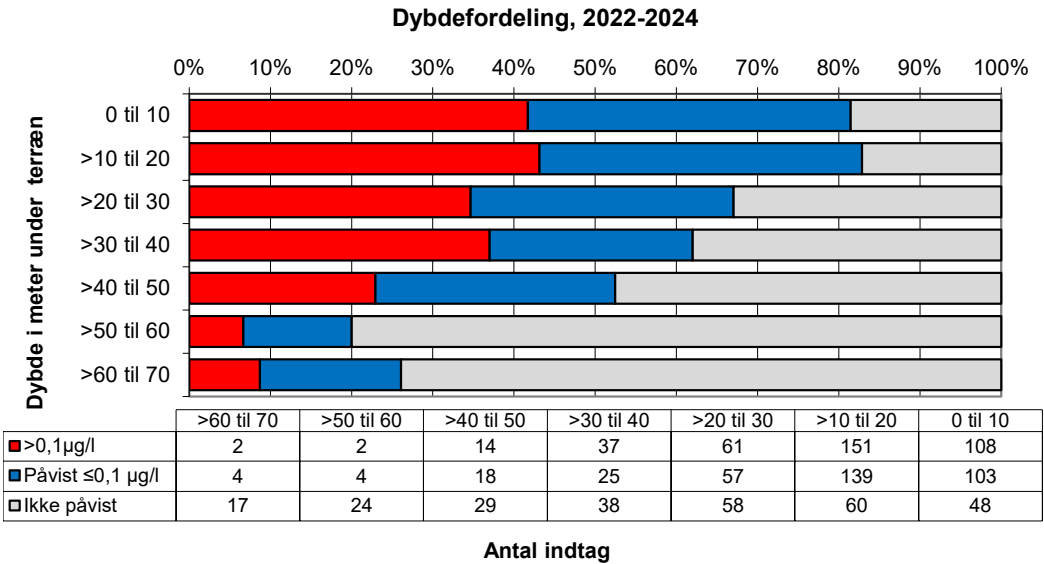
2024 var et år med operationel overvågning og fundprocenterne for 2024 er derfor ikke repræsentative for hele stationsnettet. I perioden 2022-2024, derimod, er alle programlagte GRUMO-indtag blevet analyseret for pesticidstoffer. Tabel 1 viser, at der i perioden blev fundet pesticidstoffer i 69,8 % af de

undersøgte indtag. Kvalitetskravet for enkeltstoffer (0,1 µg/l) var overskredet mindst én gang i 35,8 % af indtagene og kvalitetskravet for summen af målte stoffer (0,5 µg/l) var overskredet i 15,9 %, hvor der i alle tilfælde allerede var en overskridelse af kvalitetskravet for enkeltstoffer. Fund og overskridelser af kvalitetskravet var jævnt fordelt i hele landet.

Tabel 1. GRUMO. Pesticidfund i GRUMO-indtag vist som antal og procentvis fordeling af indtag. Indtagene er opdelt i indtag med mindst ét fund og indtag med mindst én overskridelse af kvalitetskravet (>0,1 µg/l for enkeltstoffer og >0,5 µg/l for summen) for perioden 2022-2024, hvor alle indtag er analyseret mindst én gang.

| GRUMO     | Indtag Antal |          |                      |               | Indtag Andel (%) |                      |               |
|-----------|--------------|----------|----------------------|---------------|------------------|----------------------|---------------|
|           | I alt        | Med fund | Enkeltstof >0,1 µg/l | Sum >0,5 µg/l | Med fund         | Enkeltstof >0,1 µg/l | Sum >0,5 µg/l |
| 2022-2024 | 1050         | 733      | 376                  | 167           | 69,8             | 35,8                 | 15,9          |

Figur 9 viser pesticidstoffernes forekomst i forskellige dybder for perioden 2022-2024. Fundandelene falder generelt med dybden.



Figur 9. GRUMO. Pesticidstoffers dybdefordeling for GRUMO-indtag prøvetaget i perioden 2022-2024. Indtagene er opdelt i tre koncentrationsintervaller: >0,1 µg/l, påvist ≤0,1 µg/l, samt ikke påvist (under detektionsgrænsen, typisk <0,01 µg/l). Dybden angiver afstanden fra terræn til indtagets top. Indtag med top dybere end 70 m u.t. er ikke vist.

## Tidlig udvikling i den faste kerne af indtag i grundvandsovervågningen

Udviklingen i 11 enkeltstoffers fundandel er fulgt for en ny fast kerne på 409 indtag, som er prøvetaget jævnligt siden 2005. Den ny faste kerne indeholder lidt større andel terrænnære indtag og vil sandsynligvis vise tidlige trends lidt hurtigere end den oprindelige faste kerne. Da der er tale om udvalgte indtag, er fundandelene ikke nødvendigvis repræsentative for stationsnettet som helhed. **DMS** var det hyppigst påviste af de udvalgte stoffer i den faste kerne af indtag. DMS er kun overvåget siden 2018, men i disse år har fundandelen været stigende, mens andelen af overskridelser af kvalitetskravet har været svagt faldende. **DPC** er det næsthyppest af de udvalgte stoffer og er pesticid-stoffet med størst andel indtag med overskridelse af kvalitetskravet. DPC's udbredelse i den faste kerne af indtag har været stort set konstant siden de første analyser i 2017, dog med en svagt stigende tendens for

overskridelse af kvalitetskravet. **BAM**'s fundandele har været jævnt faldende siden 1998. Andelen af overskridelser for BAM var faldende frem til 2013 og har derefter været stort set konstant omkring 5 %. **Desethylatrazin**'s og **desisopropylatrazin**'s fundandele toppede omkring 2009 med fund i ca. 15% af indtagene, efterfulgt af kraftige fald, så forekomsten nu er på henholdsvis 3% og 6%. **DEIA** viser samme udvikling, men med mindre markante fald, sandsynligvis fordi desethylatrazin og desisopropylatrazin omdannes til DEIA.

## Pesticider i vandforsyningsboringer

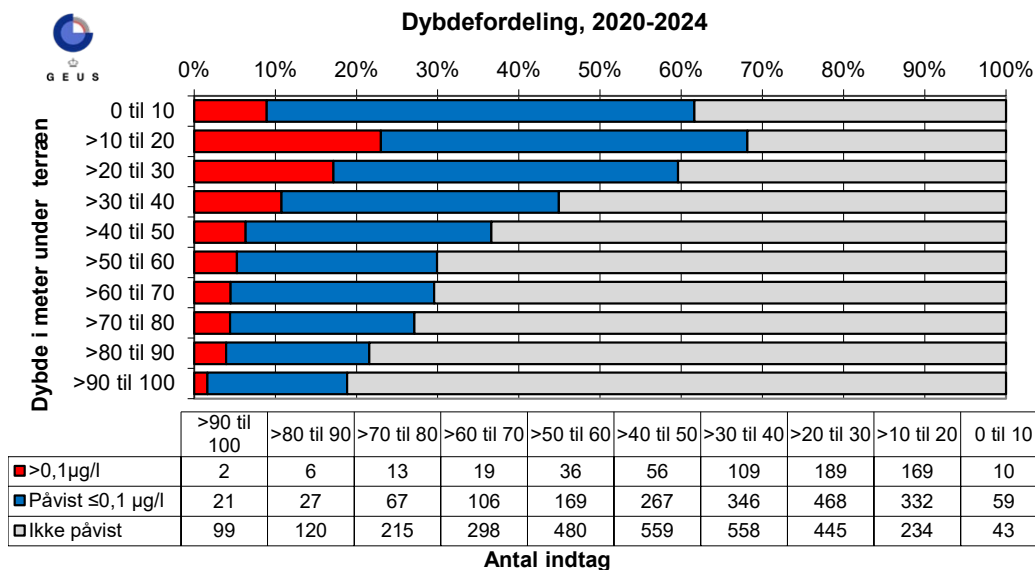
Tabel 2 viser, at der i 2024 blev fundet mindst ét pesticidstof i 55,1 % af de undersøgte vandforsyningsindtag, hvor 13,8% af de undersøgte indtag havde mindst én overskridelse af kvalitetskravet, og hvor 2,4 % af de undersøgte indtag havde mindst én overskridelse af kvalitetskravet for pesticidstoffernes sum.

I perioden 2020-2024 blev pesticidstoffer fundet mindst én gang i 43,4 % af de undersøgte indtag, hvor 10,7 % af de undersøgte indtag havde mindst én overskridelse af kvalitetskravet. Kvalitetskravet for summen af pesticider var overskredet mindst én gang i 2,2 % af de undersøgte indtag. Pesticidfund over og under kvalitetskravet er udbredte i hele landet bortset fra et område i Vestjylland med mange dybe indtag og få overskridelser af kvalitetskravet.

Tabel 2. Vandforsyning. Pesticidfund i vandforsyningsboringernes indtag vist som antal og procentvis andel af indtag. Indtagene er opdelt i indtag med mindst ét fund og indtag med mindst én overskridelse af kvalitetskravet (>0,1 µg/l for enkeltstoffer og 0,5 µg/l for summen) for enkelte år og for perioden 2020-2024. Hvert år bygger på data fra årsspecifikke udtræk fra Jupiter.

| Vandforsyning | Indtag<br>antal |          |                         |                  | Indtag<br>andel (%) |                         |                  |
|---------------|-----------------|----------|-------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------|
|               | I alt           | Med fund | Enkeltstof<br>>0,1 µg/l | Sum<br>>0,5 µg/l | Med fund            | Enkeltstof<br>>0,1 µg/l | Sum<br>>0,5 µg/l |
| 2024          | 2175            | 1198     | 300                     | 52               | 55,1                | 13,8                    | 2,4              |
| 2023          | 2272            | 1156     | 277                     | 44               | 50,9                | 12,2                    | 1,9              |
| 2022          | 2405            | 1208     | 317                     | 41               | 50,2                | 13,2                    | 1,7              |
| 2021          | 2393            | 1198     | 321                     | 56               | 50,1                | 13,4                    | 2,3              |
| 2020          | 2219            | 1131     | 323                     | 51               | 51,0                | 14,6                    | 2,3              |
| 2020-2024     | 6175            | 2679     | 659                     | 138              | 43,4                | 10,7                    | 2,2              |

Figur 10 viser pesticidfundenes dybdefordeling i 2024 i vandforsyningsindtag. Fundandele og overskridelser af kvalitetskravet er generelt størst i det øverste grundvand og aftager med dybden, men der er enkelte fund og overskridelser af kvalitetskravet i boringer, som har filtertop dybere end 100 m u.t.



Figur 10. Vandforsyning. Pesticidstoffers dybdefordeling for indtag prøvetaget i for perioden 2020-2024. Indtagene er opdelt i tre koncentrationsintervaller: >0,1 µg/l, påvist ≤0,1 µg/l, samt ikke påvist (under detektionsgrænsen, typisk <0,01 µg/l). Dybden angiver afstanden fra terræn til indtagets top. Indtag med top dybere end 100 m er ikke vist.

DMSA, DEET og 2,6-dimethylacetanilid blev tilføjet drikkevandsbekendtgørelsens pesticidliste i 2024. DMSA er et nedbrydningsprodukt fra fungicidet cyazofamid, og blev fundet i 1,4 % af de undersøgte indtag i vandforsyningernes boringskontrol, med overskridelse af kvalitetskravet i 0,5 % af indtagene. 2023 var sidste salgsår for cyazofamid. DEET er aktivstof i afskrækningsmidler mod myg, fluer, flåter, mm. og blev fundet i 0,3 % af de undersøgte vandforsyningsindtag. 2,6-dimethylacetanilid er et nedbrydningsprodukt fra svampemidlet metalaxyl/metalaxyl-M, der havde sidste salgsår i 2013, men som stadigvæk importeres i bejdset såsæd. 2,6-dimethylacetanilid blev ikke påvist.

## De hyppigst fundne pesticidstoffer

Tabel 3 viser de fem hyppigst fundne pesticidstoffer i de seneste 10 år (perioden 2015-2024) i GRUMO-indtag og vandforsyningsindtag. De 25 hyppigst fundne pesticidstoffer fremgår af Tabel 12 i kapitel 5.

Tabel 3. GRUMO & Vandforsyning. De 5 hyppigst fundne pesticidstoffer i perioden 2015-2024 i GRUMO- og vandforsyningsindtag. Tabellen viser andel indtag opdelt efter mindst ét fund eller mindst én overskridelse af kvalitetskravet (>0,1 µg/l). Se også bilag 6.2 og 6.4, der viser alle analyserede stoffer.

| GRUMO-indtag<br>2015-2024                                                                  |              |               | Vandforsyningsindtag<br>2015-2024                                             |              |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Stofnavn                                                                                   | Med fund (%) | >0,1 µg/l (%) | Stofnavn                                                                      | Med fund (%) | >0,1 µg/l (%) |
| DMS (N,N-dimethylsulfamid)                                                                 | 35,6         | 5,8           | DMS (N,N-dimethylsulfamid)                                                    | 24,9         | 5,5           |
| 1,2,4-Triazol                                                                              | 34,8         | 9,2           | DPC (desphenylchloridazon)                                                    | 16,3         | 4,4           |
| DPC (desphenylchloridazon)                                                                 | 30,9         | 17,8          | R471811 (4-bis-amido-3,5,6-trichlorobenzenesulfonat)                          | 16,2         | 1,4           |
| R471811 (4-bis-amido-3,5,6-trichlorobenzenesulfonat)                                       | 29,1         | 4,2           | BAM (2,6-dichlorbenzamid)                                                     | 12,7         | 1,5           |
| LM3 (6-hydroxy-7,7-dimethyl-6,8-dihydroimidazo[1,2-a][1,3,5]triazin-2,4-dion) <sup>a</sup> | 21,7         | 2,0           | LM3 (6-hydroxy-7,7-dimethyl-6,8-dihydroimidazo[1,2-a][1,3,5]triazin-2,4-dion) | 6,1          | 0,5           |

<sup>a</sup> data fra screening af 249 indtag i 2022.

**DMS (N,N-dimethylsulfamid)** var i 2015-2024 det hyppigst påviste pesticidstof i grundvandsovervågningen med fund i 35,6 % (5,8 % over kvalitetskravet) af de undersøgte indtag, og i vandforsyningernes indtag med fund i 24,9 % (5,5 % over kvalitetskravet) af de undersøgte indtag. DMS er et nedbrydningsprodukt fra fungiciderne tolylfluanid, dichlofluanid og cyazofamid.

**DPC (desphenylchloridazon).** I 2015-2024 blev DPC påvist i 30,9 % af grundvandsovervågningens indtag (17,8 % over kvalitetskravet) og 16,3 % af de undersøgte vandforsyningsindtag (4,4% over kvalitetskravet). DPC er det eneste pesticidstof i grundvandsovervågningen, der oftere er påvist over kvalitetskravet end under. DPC er et nedbrydningsprodukt fra herbicidet chloridazon, som overvejende blev brugt i bederoer (sukkerroer og foderroer).

**1,2,4-triazol** var det næsthypigste stof i grundvandsovervågningen i perioden 2015-2024 med fund i 34,8 % (9,2 % over kvalitetskravet) af de undersøgte indtag. Der kan muligvis have været falske positiver i grundvandsovervågningen 2022, som kan have bidraget til den høje fundprocent. I vandforsyningernes indtag blev 1,2,4-triazol i 2015-2024 påvist i 1,7 % af de undersøgte indtag uden overskridelse af kvalitetskravet. 1,2,4-triazol er et nedbrydningsprodukt fra en række triazol-fungicider med anvendelse i jordbruget og som biocid i maling og træbeskyttelse.

**R471811 (4-bis-amido-3,5,6-trichlorobenzensulfonat)** er analyseret i vandforsyningsindtag i perioden 2022-2024 og påvist i 16,2 % af de undersøgte indtag (1,4 % over kvalitetskravet). R471811 indgik for første gang i grundvandsovervågningens generelle analyseprogram i 2023, men data var fejlbehæftet og indgår ikke i opgørelsen, hvorfor en del GRUMO-indtag endnu ikke er undersøgt for R471811. R471811 er fundet i 29,1 % af de undersøgte GRUMO-indtag (4,2 % over kvalitetskravet). R471811 er et nedbrydningsprodukt fra fungicidet chlorothalonil, der har været brugt som plantebeskyttelsesmiddel og biocid.

**BAM (2,6-dichlorbenzamid).** I 2015-2024 blev BAM påvist i 15,8 % af grundvandsovervågningens indtag (4,5 % over kvalitetskravet) og 12,7 % af de undersøgte vandforsyningsindtag i (1,5 % over kvalitetskravet). BAM er et nedbrydningsprodukt fra herbiciderne dichlobenil og chlorthiamid og fra bejdsemidlet fluopicolid. BAM har historisk været et af de hyppigst påviste nedbrydningsprodukter i GRUMO- og vandforsyningsindtag, men påvirkningen er aftagende.

**LM3 (2,6-dihydroxy-7,7-dimethyl-6,8-dihydroimidazo[1,2a][1,3,5]triazin-4(6H)-on)** blev i 2022 screenet i 249 GRUMO-indtag og var det hyppigst fundne triazin (21,7 % af screenede indtag, 2,0 % over kvalitetskravet). LM3 indgik ikke i grundvandsovervågningens analyseprogram i 2023 eller 2024. I vandforsyningsindtag blev LM3 i 2023-2024 fundet i 6,1 % af undersøgte indtag med overskridelse af kravværdien i 0,5 %. LM3 er et nedbrydningsprodukt fra herbicidet terbuthylazin og sandsynligvis også fra biocidet terbutryn.

## 1.4 Organiske mikroforureninger

### Indledning

Organiske mikroforureninger er en meget forskelligartet stofgruppe med mange forskellige detektionsgrænser og kvalitetskriterier samt meget forskellige kilder og opførsel i miljøet. I årets rapport indgår alene stoffer tilhørende gruppen PFAS. I grundvandsovervågningen er der dog udført to screeninger i 2024 af henholdsvis stoffer tilhørende grupperne medicin-stoffer og nitrifikationshæmmere. Data for disse to screeninger afreporteres derfor også.

### Datagrundlag

Der er forskel i prøvetagningsfrekvens for de forskellige organiske mikroforureningsstoffer. For at få den bedst mulige repræsentativitet, kombineret med nyest mulige data, er der valgt følgende for årets rapport: For grundvandsovervågningen afreporteres PFAS for 2021-2024, da de lave detektionsgrænser og udvidelsen til 22 stoffer startede i 2021 og datasættet derfor kan forventes at være forholdsvis

homogent. For de almene vandværkers boringskontrol afrapporteres PFAS af de samme grunde for perioden 2022-2024.

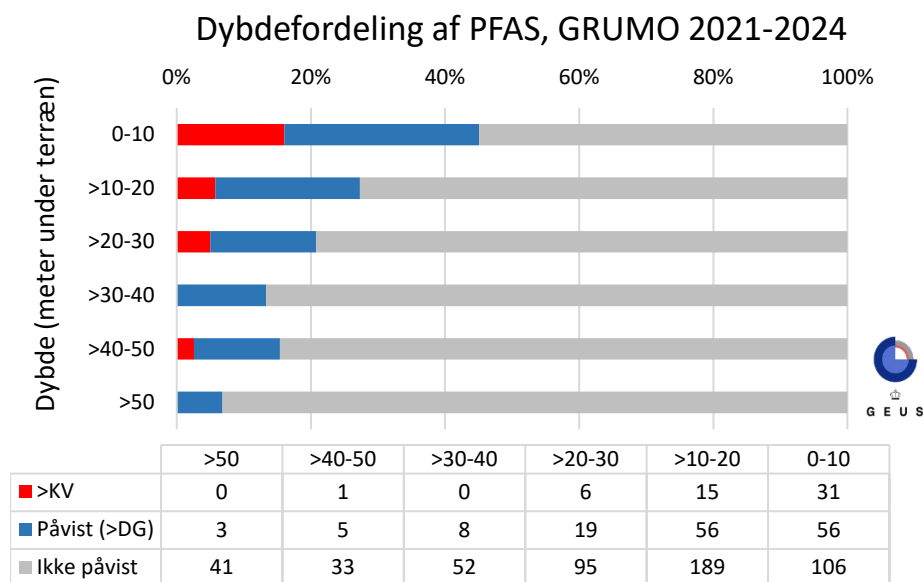
For grundvandsovervågningen afrapporteres TFA for perioden 2020-2024. For de almene vandværkers boringskontrol afrapporteres TFA-analyser i perioden 2021-2024, hvilket dækker hele perioden, hvor der er analyseret for dette stof.

## Grundvandsovervågningen

Der var fund af 17 af 22 PFAS-forbindelser, med PFOA som den hyppigst fundne, efterfulgt af PFOS, PFBS og PFHxS. Samlet set var der fund af én eller flere PFAS-forbindelser i 212 ud af 672 indtag, svarende til 32 %. Lidt flere indtag er undersøgt for de fire PFAS-forbindelser, som indgår i Sum af 4 PFAS, her var der fund i 171 ud af 716, svarende til 24 %. Fundandelene ligger lidt højere end i sidste års afrapportering, men der er også lidt flere tegn på falske positive, særligt for nogle af de langkædede PFAS.

Koncentrationen var under kravværdien på 0,1 µg/l for sum af 22 PFAS i alle undersøgte indtag, undtagen tre, hvor der dog sandsynligvis er tale om falske positive i to af disse. Der er altså formentligt reelt kun overskridelse af sumkravet for 22 PFAS i et enkelt indtag. Til gengæld blev der målt koncentrationer for Sum af 4 PFAS over kravværdien for drikkevand i 53 ud af 716 undersøgte indtag, svarende til 7 %. Højeste koncentration var 0,043 µg/l, altså ca. 20 gange kravværdien. I fem indtag blev der fundet 10 gange kravværdien eller mere.

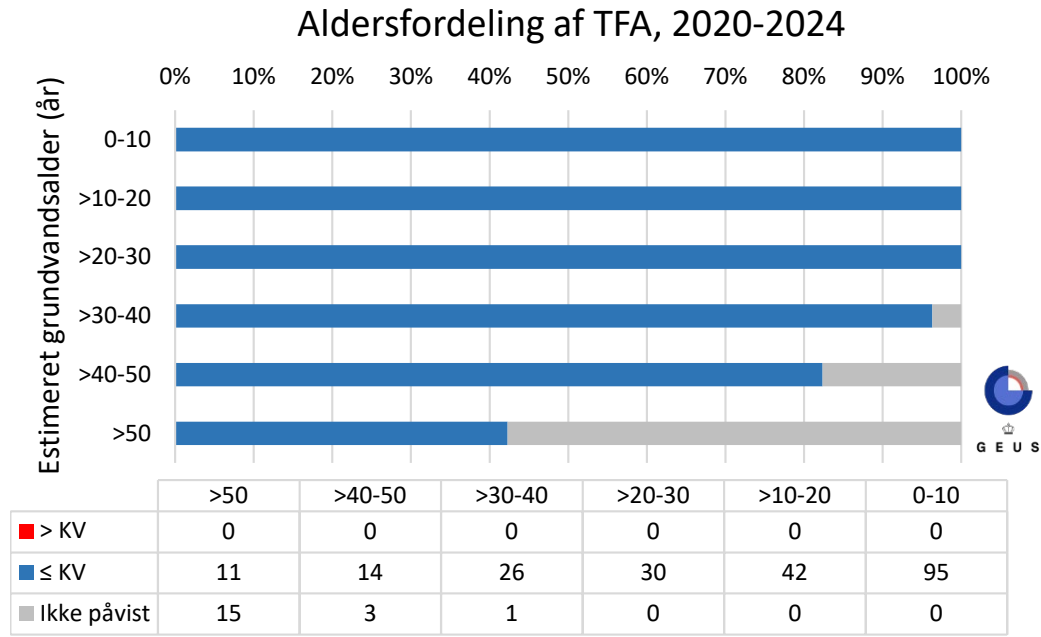
Figur 11 viser dybdefordelingen for fund af PFAS. Både fundandele og andelen af indtag med koncentrationer over kravværdien er faldende med dybden. Der er ingen overskridelser af kravværdien under 30 m, når der ses bort fra et enkelt indtag, hvor overskridelsen med stor sandsynlighed skyldes en falsk positiv. De PFAS-forbindelser, som udgør hovedandelen af fundene og overskridelserne, forventes ikke at nedbrydes, når de først har nået grundvandet, hvorfor det må forventes, at PFAS-koncentrationer over den nuværende kravværdi også vil kunne findes i større dybde i løbet af de kommende år.



Figur 11. GRUMO. Dybdefordeling af 716 GRUMO-indtag, der er analyseret for PFAS-stoffer (eksklusiv TFA) i perioden 2021-2024. Indtagene er opdelt i tre koncentrationsintervaller. Rød markerer fund over kravværdien for Sum af 4 PFAS-stoffer: PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA. Blå (>DG) markerer fund af mindst én PFAS-forbindelse under kravværdien for Sum af 4 PFAS-stoffer: PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA eller Sum af 22 PFAS-stoffer. Grå (ikke påvist) markerer ingen påviste PFAS-forbindelser. Dybden angiver afstanden fra terræn til overkanten af indtaget. Tabellen under figuren angiver antal undersøgte indtag i de forskellige dybder opdelt efter koncentrationsintervaller.

Trifluoreddikesyre (TFA) tilhører de såkaldte ultrakortkædede PFAS-forbindelser og det er vist at koncentrationen af TFA i grundvand er stigende og har været det igennem en årrække (Albers og Sültenfuss, 2024). I perioden 2020-2024 er der i alt analyseret for TFA i 529 GRUMO-indtag med fund i 466 svarende til 88 %. TFA detekteres overalt i landet, hvor der analyseres for det, til dybder på mere end 40 meter og i alt grundvand, som er dannet inden for de sidste ca. 40 år, se Figur 12. Den højeste målte koncentration var på 2,3 µg/l, hvilket er et stykke under den gældende kravværdi for drikkevand på 9 µg/l. TFA kommer fra både diffus atmosfærisk deposition og lokale kilder såsom pesticidanvendelse. For nylig viste en undersøgelse at TFA-indholdet i ungt grundvand under skovområder, hvor den diffuse atmosfæriske deposition er eneste formodede kilde til TFA, at dette altid indeholder TFA, typisk fra 0,2-0,7 µg/l (Albers, 2024). Ca. 25 % af de 529 undersøgte GRUMO-indtag indeholdt TFA over 0,7 µg/l.

Samlet set må det konkluderes, at PFAS-forbindelser påvises i en betydelig andel af de undersøgte GRUMO-indtag. I det omfang TFA indgår i opgørelser over PFAS-forbindelser, jævnfør dens kemiske struktur, kan der detekteres PFAS i størstedelen af GRUMO-indtagene. Med den nuværende kravværdi for TFA på 9 µg/l bidrager TFA imidlertid ikke til værdier over kravværdien i drikkevand. Koncentrationen af de øvrige PFAS er i langt de fleste tilfælde betydeligt under kravværdien for Sum af 22 PFAS (0,1 µg/l), men i en del tilfælde (7 %) overskrides sumværdien for de fire stoffer PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA (0,002 µg/l). Der er fortsat mistænkte tilfælde af falske positive for PFAS i GRUMO-indtag og for falske positive og negative for TFA, men det ser ikke ud til at ændre det samlede billede, så længe de mest tydelige eksempler på dette udelades.



Figur 12. GRUMO. Aldersfordeling af grundvand i 237 GRUMO-indtag, der er analyseret for TFA i perioden 2020-2024, og hvor alderen af grundvandet er estimeret med tritium-helium-datering (se appendiks 3.2). Indtagene er opdelt i to koncentrationsintervaller: ≤ KV på 9 µg/l, eller ikke påvist (under detektionsgrænsen). Der er ingen indtag med koncentrationer over kravværdien (>KV). Tabellen under figuren angiver antal undersøgte indtag i de forskellige aldersintervaller opdelt efter koncentrationsintervaller.

## Screening af otte yderligere PFAS

I regi af den nationale handlingsplan mod PFAS-forurening, blev der i 2024 foretaget en screening af otte ekstra PFAS i 444 indtag. Der er tale om otte stoffer, som ikke indgår i den danske PFAS22-sumværdi, men indgår i den kravværdi for PFAS25 (tidligere PFAS24), som fremover vil være gældende for overfladevand i EU, og som er implementeret i Danmark i form af "Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet", gældende for vandløb, søer og havet. Bortset fra en enkelt sandsynlig fejllindberetning af et fund af PFHxDA, var der kun fund af stoffet HFPO-DA, som blev fundet i fire indtag svarende til knap 1%. Der er tale om lave koncentrationer af HFPO-DA (0,0002-0,0006 µg/l), ikke langt fra detektionsgrænsen på 0,0001 µg/l.

## Screening for medicinstoffer

Der blev i 2024 foretaget en screening for 17 medicinstoffer (13 humane, to veterinære og to der anvendes både humant og veterinært) i 245 GRUMO-indtag. Detektionsgrænsen for analysen af de 17 stoffer varierede typisk fra 0,01 til 0,05 µg/l, men med et enkelt stof (doxycyclin) med en højere detektionsgrænse på 0,5 µg/l, se Tabel 16 i kapitel 6. De to rent veterinære medicinstoffer (clopidol og tylosin) blev ikke påvist, og der var blot fem fund af de øvrige medicinstoffer; to fund af sulfamethoxazol (sulfonamid-antibiotikum med både human og veterinær anvendelse) på hhv. 0,17 og 0,012 µg/l, ét fund af sulfamethizol (sulfonamid-antibiotikum) på 0,0064 µg/l, ét fund af carbamazepin (nervesmerter- og epilepsi-medicin) på 0,028 µg/l og ét fund af diatrizoat (røntgen-kontraststof) på 0,015 µg/l. Bortset fra det ene fund af sulfamethoxazol, lå fundene tæt på detektionsgrænsen for den anvendte analysemetode.

Samlet set, er konklusionen på screeningen, at de udvalgte medicinstoffer ikke er udbredte i dansk grundvand i det åbne land. I forhold til humane medicinstoffer generelt, må det pointeres, at der er relativt få undersøgte indtag i egentlige byområder, ligesom antallet af undersøgte stoffer er lavt i forhold til hvor mange medicinstoffer, der er og har været i anvendelse. De to medicinstoffer, som internationalt nok oftest nævnes i relation til forekomst i grundvand (sulfamethoxazol og carbamazepin), og som er foreslået inkluderet i grundvandsdirektivet (EU, 2022; EU, 2024), var inkluderet i screeningen med en forholdsvis lav detektionsgrænse (0,01 µg/l), men blev ikke fundet at være specielt udbredte i det åbne land. Endelig skal det nævnes, at medicinstoffer nedbrydes til en lang række stoffer både i kroppen og i miljøet, og hvorvidt disse nedbrydningsprodukter vil være til stede i grundvandet, kan ikke konkluderes ud fra screeningen, der alene fokuserede på moderstofferne.

## Screening for syntetiske nitrifikationshæmmere

Syntetiske nitrifikationshæmmere er kemikalier, som siden 1970'erne har været anvendt i særligt nordamerikanske landbrug for at mindske eller forsinke omdannelsen af ammonium til nitrat for derved at mindske udvaskning og øge udnyttelsesgraden af kvælstof fra den udbragte gødning. Der findes ikke opgørelser over forbruget i Danmark, men sandsynligvis har anvendelsen været meget begrænset, da usikkerheden omkring det økonomiske udbytte ved brug af nitrifikationshæmmere under danske forhold har været stor. I de senere år er nitrifikationshæmmere imidlertid blevet bragt i spil som et klimavirkemiddel, da de kan mindske udslippet af lattergas fra gødgede marker.

I Danmark er der pt. to syntetiske nitrifikationshæmmere på markedet, 3,4-dimethylpyrazol og nitrapyrin. I Tyskland er desuden et blandingsprodukt med tre nitrifikationshæmmere (3-methylpyrazol, N-[(3-methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl]acetamid og N-[(5-methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl]acetamid) på markedet med relativ let tilgængelighed for import til Danmark. Forekomsten af disse fem nitrifikationshæmmere samt tre nedbrydningsprodukter (3-methylpyrazol-4-carboxylsyre fra 3,4-dimethylpyrazol og 6-chlorpicolinsyre samt 6-Hydroxypicolinsyre fra nitrapyrin) blev i 2024 undersøgt i 38 GRUMO-indtag, hovedsageligt beliggende i Jylland.

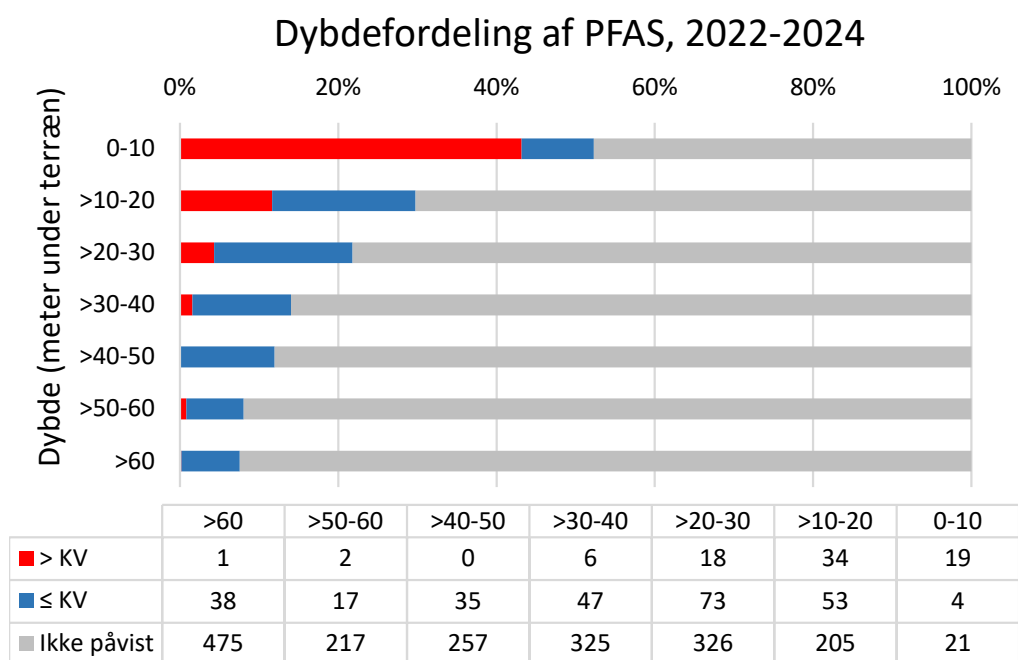
Kun stoffet 3,4-dimethylpyrazol blev påvist og kun i ét indtag i Sønderjylland, hvor koncentrationen var 0,13 µg/l. Dette indtag er meget terrænnært (2 meter under terræn) og indeholder helt ungt vand (<5 år, bestemt ved  $^3\text{H}$ - $^3\text{He}$ -datering i 2023). Fundet kan således afspejle en meget nylig anvendelse af nitrifikationshæmmer. Samlet set, er der ikke noget, der tyder på en udbredt forekomst af de undersøgte nitrifikationshæmmere i dansk grundvand. Det skal dog pointeres, at 38 undersøgte indtag er et noget

spinkelt datagrundlag at konkludere på, samt at detektionsgrænsen i screeningen var forholdsvis høj (0,05 µg/l) ift. den detektionsgrænse, der normalt tilstræbes for fx pesticider (0,01 µg/l). Det skal desuden pointeres, at den hidtidige brug af nitrifikationshæmmere sandsynligvis ikke har været specielt omfattende, men at dette kan ændre sig fremover, hvis nitrifikationshæmmere som klimavirkemiddel vinder frem.

## Vandforsyningsboringer

PFAS er i 2022-2024 analyseret i prøver fra 2.302 indtag og mindst én PFAS-forbindelse blev fundet i 391 af disse, svarende til 17 % af de undersøgte indtag. Sum af 22 PFAS lå i alle tilfælde under krav-værdien på 0,1 µg/l, hvorimod Sum af 4 PFAS (PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA) lå over den i 2021 indførte kravværdi på 0,002 µg/l i 88 indtag, svarende til 3,8 %. Den højeste målte værdi for Sum af 4 PFAS var 0,024 µg/l, svarende til 12 gange kravværdien for drikkevand. I 11 indtag blev der målt mere end 5 gange kravværdien. PFOA var, ligesom i grundvandsovervågningen, den hyppigst fundne PFAS-forbindelse i boringskontrollen og det stof, som i sig selv hyppigst påvises over kravværdien på 0,002 µg/l.

PFAS-forbindelser kan findes over hele landet, men fund af PFAS og i særdeleshed koncentrationer over kravværdien for Sum af 4 PFAS er koncentreret omkring København, omend der også ses koncentrationer over kravværdien i andre områder. Særligt er der også høje PFAS-koncentrationer i terrænnære indvindingsboringer nær Vesterhavet (Fanø, Hanstholm, Skagen). Der ses en tydelig dybdefordeling i vandforsyningsboringerne, se Figur 13, med en tydeligt aftagende andel af både fund og overskridelser af kravværdien med dybden. Dybdefordelingen understøtter konklusionen fra grundvandsovervågningen, at PFAS-forbindelser i øjeblikket hovedsageligt findes i det terrænnære grundvand, hvilket stemmer godt overens med, at den største anvendelse af PFAS-forbindelser formodes at være foregået inden for de sidste 40-50 år.



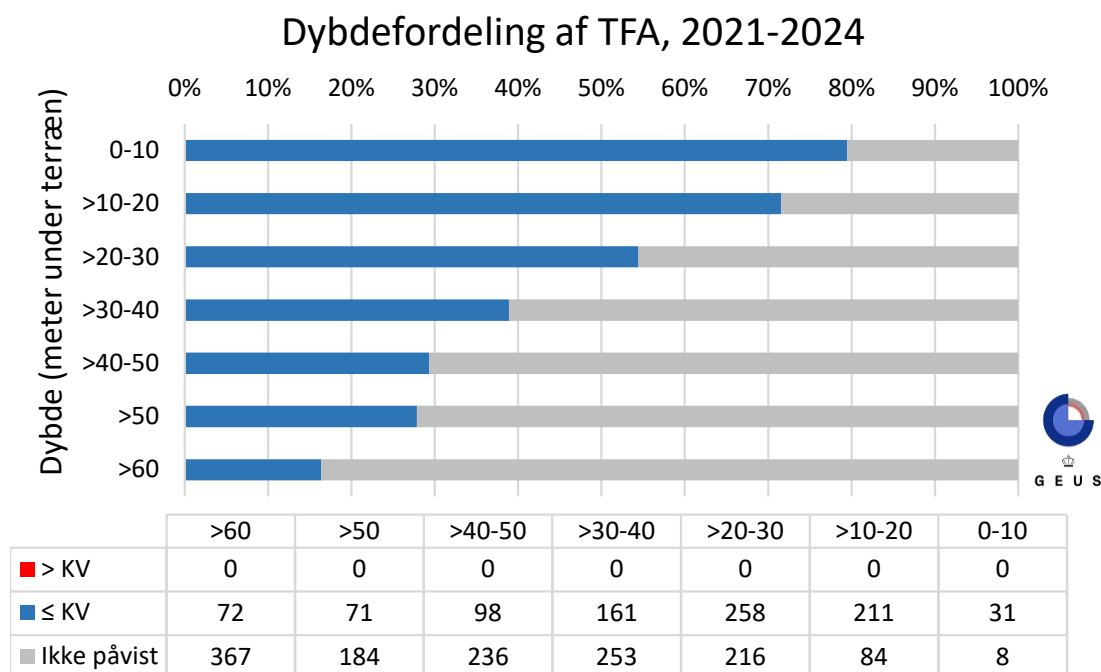
Figur 13. Vandforsyning. Dybdefordeling for PFAS (eksklusiv TFA) i 2022-2024 i 2.173 indtag med kendt indtagstop. Indtagene er opdelt i tre koncentrations-intervaller: Rød (> KV) markerer fund over en kravværdi (i dette tilfælde udelukkende >0,002 µg/l for 'Sum af 4 PFAS: PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA'). Blå (≤ KV) markerer fund under kravværdien for sum af 4 eller 22 PFAS. Grå (ikke påvist) markerer indtag med ingen påviste PFAS-forbindelser. Dybden angiver afstanden fra terræn til overkanten af indtaget. Tabellen under figuren viser antal undersøgte indtag i de forskellige dybder opdelt efter koncentrationsintervaller.

Mange vandforsyninger begyndte at analysere for TFA efter de mange fund i GRUMO-boringerne i 2020. I forlængelse heraf blev TFA optaget i drikkevandsbekendtgørelsen med en kravværdi på 9 µg/l. I alt er 2.394 vandforsyningsindtag blevet undersøgt, og TFA-koncentrationen lå over detektionsgrænsen (på typisk 0,05 µg/l) i de 965, svarende til 40 %, se Figur 71 i kapitel 6). Fundene ligger generelt spredt ud over de områder, hvor der er blevet analyseret for TFA, skønt der er en del områder, særligt i Vestjylland og på Lolland-Falster, hvor antallet af borer analyseret for TFA er meget lavt.

Den højeste TFA-koncentration var 4,8 µg/l, og i kun 10 indtag blev der fundet mere end 1 µg/l. Der er dog forskellige indikationer på, at flere af fundene af mere end 1 µg/l TFA ikke er reelle (se kapitel 6), således at der kun med sikkerhed er TFA op til ca. 1 µg/l i danske vandforsyningsindtag.

Figur 14 viser dybdefordelingen af TFA i vandforsyningsindtag med kendt indtagstop. Fundandelen aftager tydeligt med dybden. Da TFA, med den nuværende viden, ikke forventes at nedbrydes i jordmiljøet eller grundvandet, må såvel koncentrationer som antallet af fund af TFA forventes at stige fremover, hvilket stemmer fint overens med, at der i de senere år har været et betydeligt og stigende indhold af TFA i nedbør, som også afspejles i koncentrationer på typisk omkring 0,5 µg/l i ungt grundvand under naturområder (Albers, 2024; Albers og Sültenfuss, 2024). I forhold til analyseusikkerheden for TFA viser den tydelige dybdeafhængighed, at de fleste TFA-fund i vandforsyningsindtag ikke er tilfældige, men udtryk for reelle fund.

Samlet set, er der én eller flere PFAS-forbindelser i mange vandforsyningsindtag, særligt i de mere terrænnære indtag og særligt når TFA medregnes. Det er generelt de samme PFAS-forbindelser, der findes i vandforsyningsindtag som i grundvandsovervågningen, men fundprocenter for både TFA og de længere-kædede PFAS-forbindelser er mindre i vandforsyningsindtag, hvilket nok især skyldes den gennemsnitligt større dybde til vandforsyningsindtag (se appendiks 2).



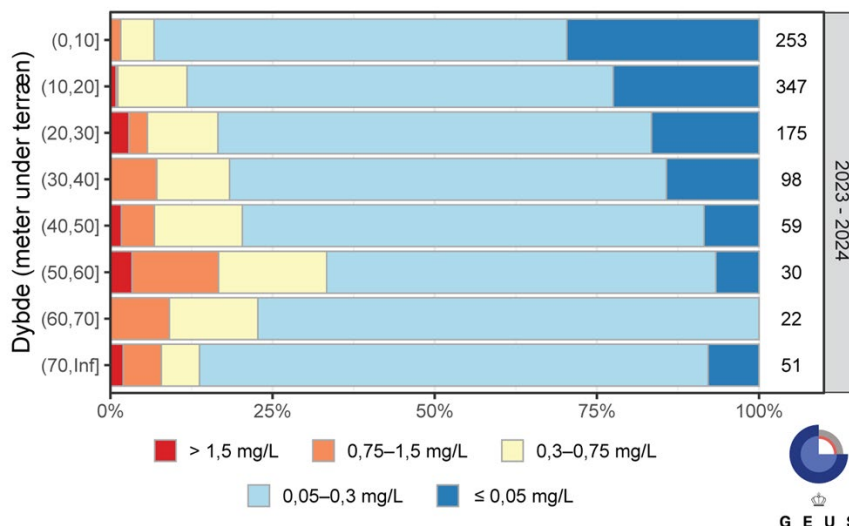
Figur 14. Vandforsyning. Dybdefordeling for TFA i perioden 2021-2024 i 2.250 vandforsyningsindtag. Indtagene er opdelt i to koncentrationsintervaller: ≤ KV på 9 µg/l, eller ikke påvist (under detektionsgrænsen). Der er ingen indtag med koncentrationer over kravværdien (>KV). Dybden angiver afstanden fra terræn til overkanten af indtaget. Tabellen under figuren angiver antal undersøgte indtag i de forskellige indtagsdybder opdelt efter koncentrationsintervaller.

## 1.5 Tema: Fluorid

I dette års rapport er fluorid udvalgt som et særligt tema for rapportering. Der er ikke tidligere blevet rapporteret om fluorid i grundvandet i grundvandsovervågningen. Der findes ikke et grundvandskvalitetskriterie for fluorid i grundvandet, mens kravværdien for fluorid i drikkevand er 1,5 mg/l. Fluorid i drikkevandet kan både have negative og positive sundhedseffekter. Små koncentrationer af fluorid i drikkevandet kan forebygge caries (huller i tænderne), mens høje koncentrationer fluorid kan føre til dental fluorose (misfarvning på tænderne) og skeletfluorose (deformiteter). Både et for lavt og et for højt indhold kan derfor have helbredseffekter, hvorfor WHO anbefaler et niveau omkring 0,5 – 1,5 mg/l (WHO, 2017). Nyere forskning anbefaler omvendt, at indholdet af fluorid i drikkevandet bør ligge under 0,3 mg/l på grund af mistanke om negativ kognitivudvikling hos børn (Grandjean mfl., 2024).

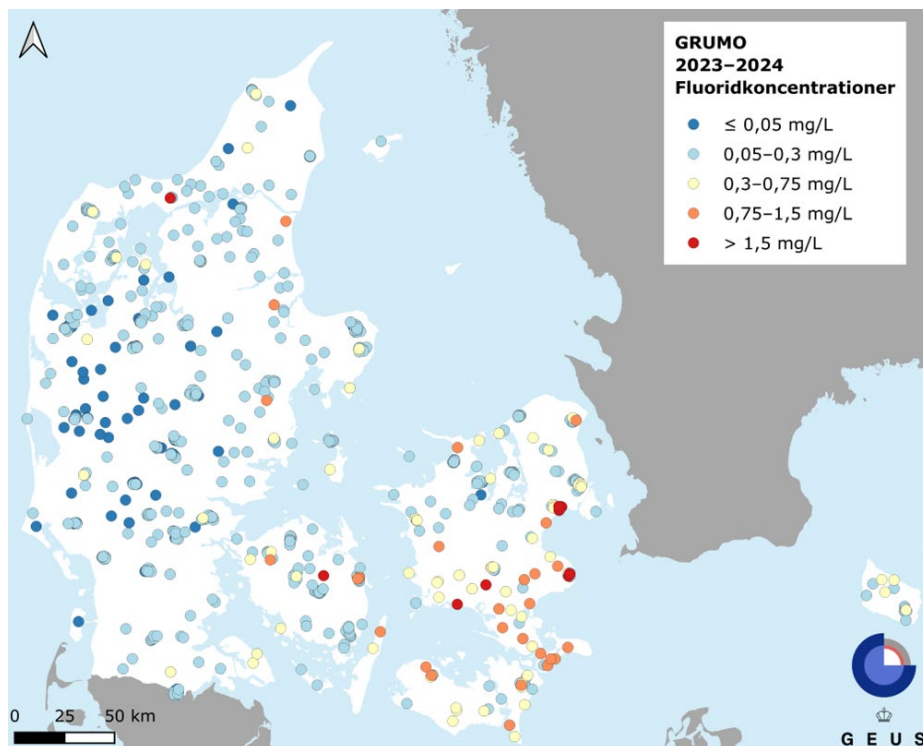
### GRUMO

Figur 15 viser dybdefordelingen for fluorid i GRUMO-indtag prøvetaget i perioden 2023-24. Dybden er opdelt i 10 meters intervaller og viser dybden ti overkanten af indtaget. Generelt ses en stigning i fluoridkoncentrationen med dybden. Dette indikerer, at fluorid ikke stammer fra nedsivning fra jordoverfladen, men frigives ved geokemiske processer i de geologiske lag.



Figur 15. GRUMO. Dybdemæssige fordeling af det gennemsnitlige fluoridindhold i forhold til top af indtag i m u.t. i GRUMO-indtag for perioden (2023-2024), opdelt i fem koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre i figuren.

Figur 16 viser den geografiske fordeling af fluoridindholdet i GRUMO-indtag i perioden 2023-24. De højeste koncentrationer er hovedsagelig fundet i den østlige del af Danmark, hvor der primært prøvetages fra kalkmagasiner overlejret med ler. 11 indtag har koncentrationer højere end kravværdien (1,5 mg/l), mens den højeste koncentration er på 4,4 mg/l. Bemærk, at skønt mange GRUMO-indtag er filtersat i kalk på Djursland og omkring Limfjorden, så optræder der kun få indtag med fluoridkoncentrationer over 0,3 mg/l i disse områder. I disse områder er kalken mere højtliggende og ofte overlejret af sandede aflejringer. De lavere koncentrationer af fluorid skyldes sandsynligvis kortere opholdstider af grundvandet i kalken i forhold til i den østlige del af Danmark.

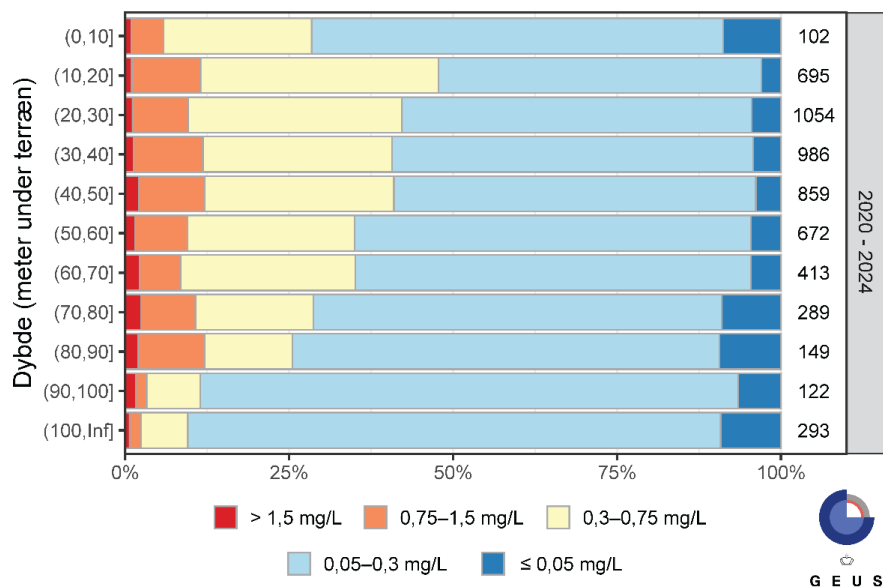


Figur 16. GRUMO. Gennemsnitlige fluoridkoncentrationer i 1.035 GRUMO-indtag i perioden 2023-24. De højeste koncentrationer er afbildet øverst.

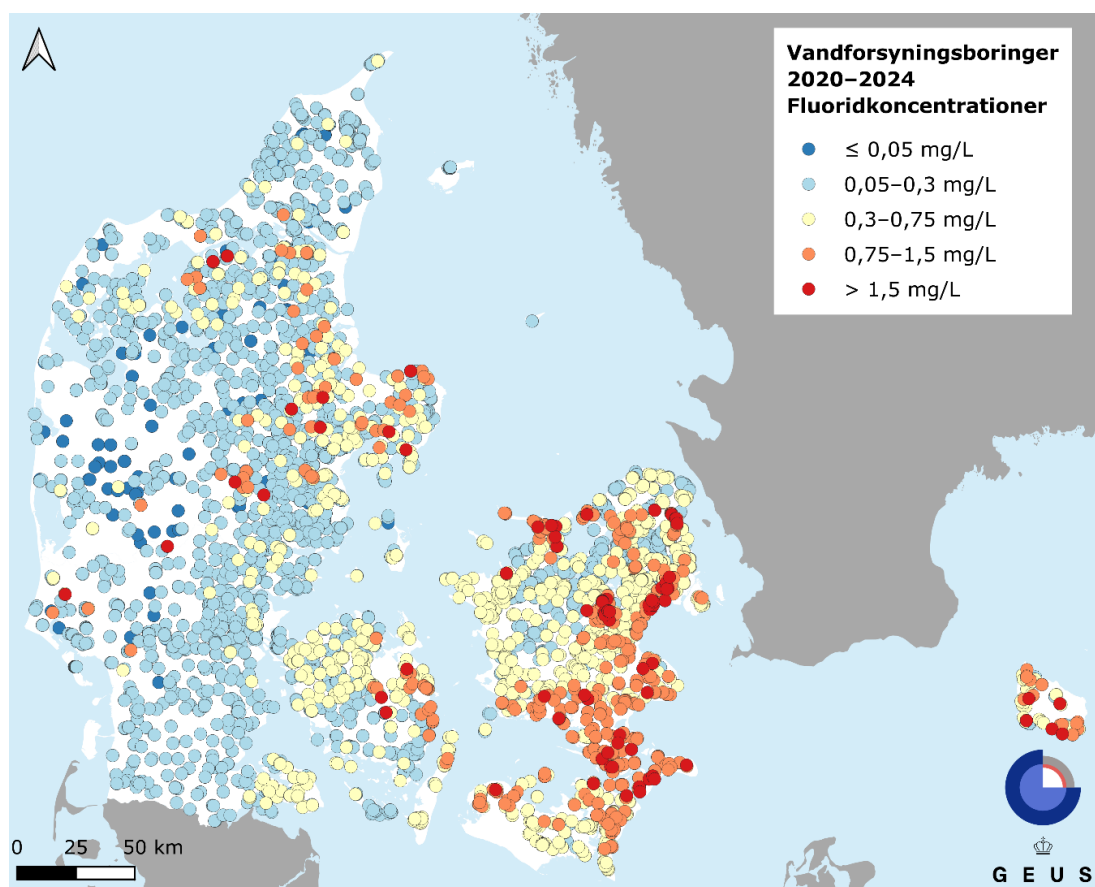
## Vandforsyningsboringer

Figur 17 viser dybdefordelingen for fluorid i vandforsyningsboringer i perioden 2020-2024. Dybden er opdelt i 10 meters intervaller. Generelt ses et gradvis fald i fluoridindhold større end 0,3 mg/l med dybden, mens de højeste indtag med fluorid over kravværdien på 1,5 mg/l har en nogenlunde konstant andel i alle dybder. Fordelingen er væsentligt anderledes end for GRUMO, hvilket kan hænge sammen med at der er langt flere vandforsyningsboringer end GRUMO-indtag, der er filtersat i kalk.

Figur 18 viser den geografiske fordeling af fluoridindholdet i vandforsyningsboringer i perioden 2020 - 2024. Ligesom for analyserne fra GRUMO er de højeste koncentrationer hovedsagelig fundet i den østlige del af Danmark, hvor der primært indvindes fra kalkmagasiner. Fluoridkoncentrationerne er også relativt høje på Bornholm med flere boringer med værdier over kravværdien. Høje værdier, men færre overskridelser af kravværdien, ses i områder med indvinding fra kalk, på Fyn, Djursland og området omkring Ålborg. 96 indtag har gennemsnitlige koncentrationer højere end kravværdien (1,5 mg/l), mens den højeste koncentration er på 4,2 mg/l.



Figur 17. Vandforsyning. Dybdemæssige fordeling af det gennemsnitlige fluoridindhold i forhold til top af indtag i m u.t. i vandforsyningsboringer for perioden 2020-2024, opdelt i fem koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybde-interval er anført til højre i figuren.

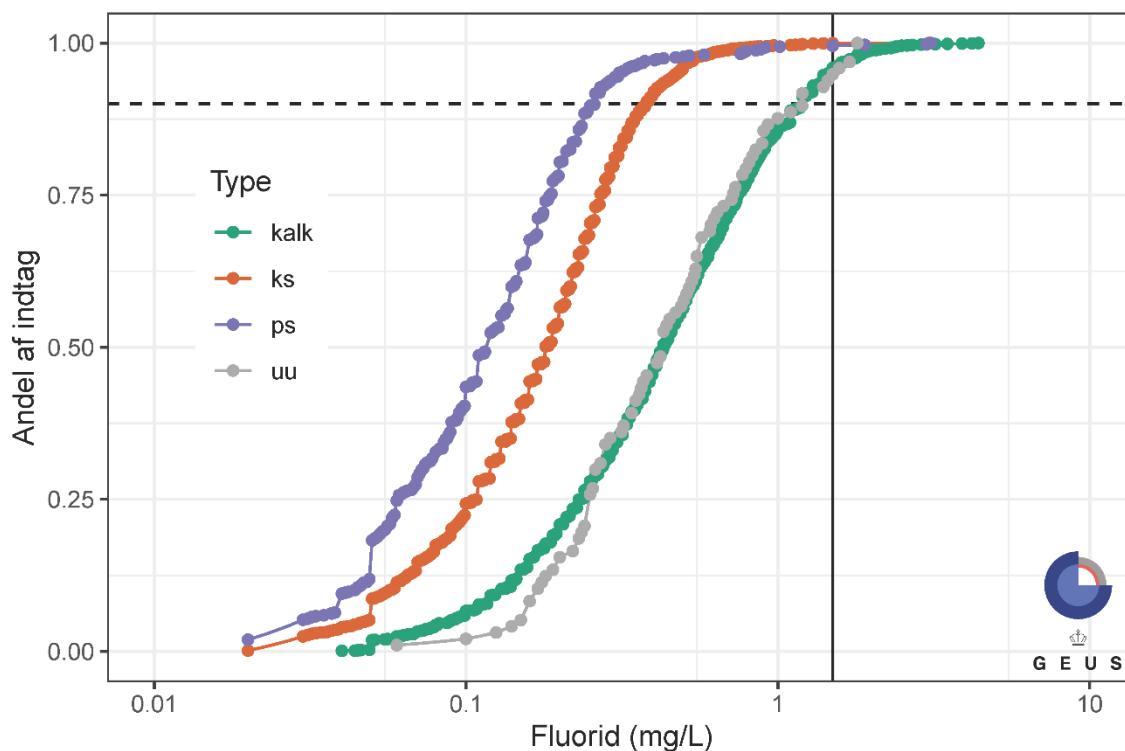


Figur 18. Vandforsyning. Gennemsnitlige fluoridkoncentrationer på indtagsniveau i 5.981 vandforsyningsindtag i perioden 2020-2024. De højeste koncentrationer er afbildet øverst.

## Geologi og fluorid

Fluorid optræder i grundvandet i varierende koncentrationer afhængig af geokemiske processer i de geologiske lag. Fluoridholdigt grundvand kan skyldes opløsning af fluoridholdige mineraler såsom fluorit/fluospat ( $\text{CaF}_2$ ) eller fosforit ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3, \text{OH})_3\text{F}$ ). Fosforit kan have en varierende kemisk sammensætning. I kalk-magasiner findes fosforit hovedsagelig i såkaldte "hardgrounds" (kalkbænke, der er cementerende som følge af sedimentationsstop og erosion), mens fluorit kan findes spredt i kalken, især i skrivekridt (Vangkilde-Pedersen mfl., 2011).

Figur 19 viser koncentrationsfordelinger for fluorid i fire forskellige geologiske lag, hvor det fremgår, at fluoridkoncentrationerne er højest i kalkmagasinerne og i magasinerne på Bornholm og lavest i de prækvartære sandmagasiner. Medianfluoridkoncentrationen i Danmark er 0,43 mg/l for kalkmagasiner og magasiner på Bornholm, 0,18 mg/l for kvartære sandmagasiner og 0,12 mg/l for prækvartære sandmagasiner.



Figur 19. GRUMO- og vandforsyningsboringer. Koncentrationsfordeling for fluorid i forskellige geologiske magasintyper (kalk – karbonat, ks – kvartært sand, ps – prækvartært sand, uu – Bornholm). Figuren viser gennemsnitlige koncentrationer for perioderne på indtagniveau. Den lodrette linje viser kravværdien (1,5 mg/l). Den vandrette linje viser den 90 %fraktile (Q90), der kan bruges som naturlig baggrundsværdi. Bemærk logaritmisk x-akse. Figuren er baseret på gennemsnitlige koncentrationer på indtagniveau for perioden 2023-2024 for GRUMO og for perioden 2020-2024 for vandforsyningsboringerne.