

Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger

Walter Brusch, Jens Stockmarr, Frants von Platen-Hallermund
og Per Rosenberg



Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger

Walter Brüsich, Jens Stockmarr, Frants von Platen-Hallermund
og Per Rosenberg

Indhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
Betydelige dele af drikkevandet i de små vandforsyningsanlæg overskrider grænseværdien for indhold af pesticider, nitrat og bakterier.....	7
Hvor mange husstande forsynes fra små vandforsyningsanlæg i Danmark?.....	7
Indvindingsmængder og prøvetagning.	8
Anlægstyper i projektet	8
Pesticider og nedbrydningsprodukter.....	9
Bakterielle parametre	11
Nitrat og andre hovedbestanddele.....	12
Kan anlæg med overskridelse af grænseværdien for pesticider findes med et reduceret analyseprogram?.....	12
PROJEKTBEKRIVELSE.....	13
Formål.....	13
Eksisterende overvågning.....	13
Forureningskilder	14
Ansvar for kontrol af private borer	14
Enkelte husstande/landbrugsejendomme	14
Små vandforsyningsanlæg	15
Kriterier for udvælgelse af små vandforsyningsanlæg	15
Analyseprogram og –frekvens	16
Udvælgelse af analyselaboratorier	17
Prøvetagning.....	17
INDVINDING AF GRUNDEVAND I DANMARK	19
ANTAL HUSSTANDE FORSYNET FRA SMÅ VANDFORSYNINGSSANLÆG I DANMARK	21
Oplysninger om små vandforsyningsanlæg i GEUS's Jupiter database	21
Anvendelse af BBR-registret.....	22
Sammenligning mellem BBR-registret og Viborg amts analysedata	23
Fordeling på landsplan.....	24
RESULTATER AF PROJEKTET	27
Prækvartær kort og jordartskort som kortgrundlag.....	27
De udvalgte anlægs fordeling i de 4 amter.....	28
Vandanvendelse og prøvetagningssted.....	34
Terrænfald ved anlæg og skønnet nedsivningsrisiko.....	35
PESTICIDER	37
Pesticidforureningsforhold.....	42
Fund i forskellige anlægstyper.....	43

Anlæggenes beliggenhed og fund af pesticider.....	46
Antal pesticider og nedbrydningsprodukter fundet i anlæggene.....	48
Geografisk fordeling af pesticider	48
HOVEDBESTANDDELE.....	61
Nitrat	61
Sulfat	63
Opløst jern	65
Total fosfor.....	67
Klorid	68
BAKTERIELLE PARAMETRE	71
Terrænfald og mulige forureningskilder	73
Bakterielle parametre og anlæggenes beliggenhed	75
Temperaturforhold	79
MULIGHED FOR AT ANVENDE REDUCERET ANALYSEPROGRAM I FORBINDELSE MED IDENTIFIKATION AF FORURENEDE ANLÆG	83
REFERENCER	85
BILAG - INTERVIEWSKEMAER.....	87

Forord

Projektet vedrørende kortlægning af pesticidforureningen i små vandforsyningsanlæg har sit udspring i aktstykket 286 af 12.8.1998. Til projektets gennemførelse blev bevilliget kr. 10 millioner over en periode på tre år (2000-2002).

Projektet har været varetaget af GEUS der har gennemført projektet i samarbejde med 4 amter, Sønderjyllands Amt, Storstrøms Amt, Viborg Amt og Københavns Amt. For at gennemføre projektet har der været nedsat en projektarbejdsgruppe med medlemmer fra de 4 amter og GEUS.

Projektgruppen har for GEUS vedkommende bestået af Walter Brüsich, Jens Stockmarr og Niels Kelstrup. Jens Stockmarr har været projektleder for GEUS. For amternes vedkommende har projektgruppen bestået af Poul-Frederik Christensen, Sønderjyllands Amt, Henrik Andersen, Storstrøms Amt, Ove Nørgaard, Viborg Amt og Nils Bull / Alex V. Andersen, Københavns Amt

GEUS har udarbejdet EU udbudsmateriale for analysedelen, udarbejdet projektbeskrivelse, baggrundsskemaer til interview, kvalitetssikret og lagret alle indsendte oplysninger fra interview og analysedata.

Amterne har gennemført det praktiske arbejde i felten, d.v.s. annoncering, interview og lokalitetsbeskrivelse, prøvetagning, data indsamling og rapportering af data til GEUS.

GEUS har bearbejdet de indsendte data og udarbejdet en statusrapport i 2002 og denne afsluttende rapport.

For at følge projektet har GEUS efter Miljøstyrelsens ønske nedsat en følgegruppe med følgende medlemmer:

Danske Vand- og Spildevandsforening, Jens Bastrup
Danmarks Private Vandværker, Solveg Nilsson
Amtsrådsforeningen, Ove Nørgaard
Dansk Brøndejer Forening, Jørgen Carstensen

Miljøstyrelsen har ved Martin Skriver fulgt projektet og deltaget i projektgruppemøder og følgegruppemøder.

Sammendrag

Betydelige dele af drikkevandet i de små vandforsyningsanlæg overskrider grænseværdien for indhold af pesticider, nitrat og bakterier.

I år 2000 blev projektet til kortlægning af pesticidforureningen af små vandforsyningsanlæg igangsat. (Aktstykke 286 af 12.8.1998) Projektet har omfattet analyse af drikkevandsprøver udtaget fra 628 små private vandforsyningsanlæg i Viborg Amt, Sønderjyllands Amt, Storstrøms Amt og Københavns Amt. Der er undersøgt 200 anlæg i hvert af de tre første amter, mens der er undersøgt 30 anlæg i Københavns Amt.

Undersøgelsen har primært omfattet 30 pesticider og nedbrydningsprodukter. For at sikre at anlæg, hvor der ikke blev fundet pesticider også overholdt andre almindelige drikkevandskriterier blev 4 bakterielle indikatorparametre og en række udvalgte hovedbestanddele, f.eks. nitrat, medtaget i undersøgelsen, figur 1.

Der er fundet overskridelser af grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l for pesticider i 35% af de undersøgte anlæg, heraf mere end 10 gange grænseværdien for et enkelt stof i 11% af de undersøgte anlæg. Der er fundet overskridelser af grænseværdien for nitrat på 50 mg/l i 22% af de undersøgte anlæg. Målinger af 4 bakterielle indikatorparametre har vist at 48% af de undersøgte anlæg ikke overholdt en eller flere af de bakterielle grænseværdier og at der forekommer colibakterier i 31% af anlæggene.

Sammenholdes alle overskridelser af pesticider, nedbrydningsprodukter, nitrat og bakterielle parametre er der fundet overskridelser af en eller flere grænseværdier i 68 % af de undersøgte anlæg.



Figur 1 Overskridelser af grænseværdien for drikkevand for pesticider og nedbrydningsprodukter, nitrat og 4 bakterielle parametre, samt det samlede antal overskridelser blandt de 628 undersøgte små vandforsyningsanlæg.

Hvor mange husstande forsynes fra små vandforsyningsanlæg i Danmark?

Ældre undersøgelser har skønnet at der i Danmark er ca. 90.000 husstande der forsynes fra små vandforsyninger. Der er i GEUS database kun registreret få boringer som kan identificeres som indvindingsboringer der forsyner små vandforsyningsanlæg, d.v.s. private anlæg der forsyner mindre end 10 husstande. En gennemgang af Bygnings- og Boligregistret, BBR, viser at der via adresser kan identificeres ca. 71.000 husstande der forsynes fra små vandforsyningsanlæg og at dette antal i store træk svarer til udvalgte kommuners oplysninger.

Det er dog normalt ikke muligt at identificere anlæg i BBR registret som en brønd, en brønd med boring eller som egentlige boringer.

Indvindingsmængder og prøvetagning.

I ”Grundvandsovervågning 2002” (GEUS 2002) er den samlede mængde indvundet grundvand fra små vandforsyningsanlæg i 2001 skønnet af amterne/GEUS til ca. 13 mio. m³ svarende til ca. 3% af den samlede indvinding i 2001 til drikkevandsformål.

96% af de 628 undersøgte anlæg blev anvendt til drikkevandsformål. Vandprøverne blev udtaget som drikkevandsprøver og ca. 50% blev udtaget fra taphaner i køkken, mens de øvrige blev udtaget fra f.eks. bryggers, stald eller udendørs.

Anlægstyper i projektet

Af de 628 små vandforsyningsanlæg udgør 532 enkeltvandforsyninger til 1 husstand, mens 60 anlæg forsyner to husstande og 27 anlæg forsyner mere end 2 husstande. For en række anlæg er der ikke opgivet antal brugere, men indvindingsmængden fra de fleste af disse anlæg har været anvendt til at tolke hvor mange brugere hvert enkelt anlæg har. Det var oprindeligt hensigten at små vandforsyninger til flere husstande skulle udgøre ca. 40%, men det har ikke været muligt at få inddraget så mange i projektet, sandsynligvis fordi der ikke findes ret mange. Oplysninger fra BBR registret viser, at kun ca. 4,5% af de små vandforsyningsanlæg der er registreret i BBR har 3-10 brugere. Undersøgelsen synes således at være repræsentativ.

Ca. en tredjedel af de undersøgte anlæg er identificeret som gravede brønde og ca. en tredjedel er egentlige boringer, mens ca. 25% er anlæg etableret med en boring sat i bunden af en gammel gravet brønd. Den resterende del af anlæggene findes der ikke oplysninger om.

Den gennemsnitlige dybde for gravede brønde er 9 meter, mens boringer i brønde i gennemsnit er 27 meter dybe. Boringerne er i gennemsnit 35 meter dybe.

Mere end 60% af de undersøgte anlæg indvinder grundvand fra intervallet 0 til 20 meter under terræn, mens 80% indvinder grundvand fra intervallet 0 til 30 meter under terræn. Det undersøgte drikkevand stammer derfor generelt fra højtliggende grundvandsmagasiner der er sårbare overfor forurening enten ved nedsivning gennem jorden eller ved nedsivning ved dårlig vedligeholdte anlæg.

25% af de undersøgte anlæg har et terrænfald mod indvindingsanlægget, mens der ved besigtigelse er konstateret at ca. 40% af anlæggene har en mulig forureningsrisiko, og at 15% har en stor forureningsrisiko. Der er ikke nogen sammenhæng mellem terrænfald, skønnet forureningsrisiko og i hvilke anlæg der er fundet pesticider.

Anlægstyperne er ikke jævnt fordelt på amtsniveau i undersøgelsen af de 628 anlæg. I Sønderjylland findes der således 47% af anlæggene, hvor der er placeret en boring i en gammel gravet brønd, 30% gravede brønde og kun 10% egentlige boringer. I Storstrøms Amt er der gravede brønde i tilknytning til 40% af de undersøgte anlæg, mens der er en ligelig fordeling på boringer og boringer i brønde (30% og 28%). I Viborg amt har 39% af anlæggene egen boring, 27% med boring i brønd og 31% med gravede brønde. I Københavns amt er der kun få brønde og en ligelig fordeling på boringer og boringer i brønde.

Anlæggene er jævnt fordelt i alle amter, dog er der kun få anlæg i den vestlige del af Sønderjyllands amt, og der er en tendens til mange gravede brønde i områder med højtliggende kalk f.eks. på Stevns.

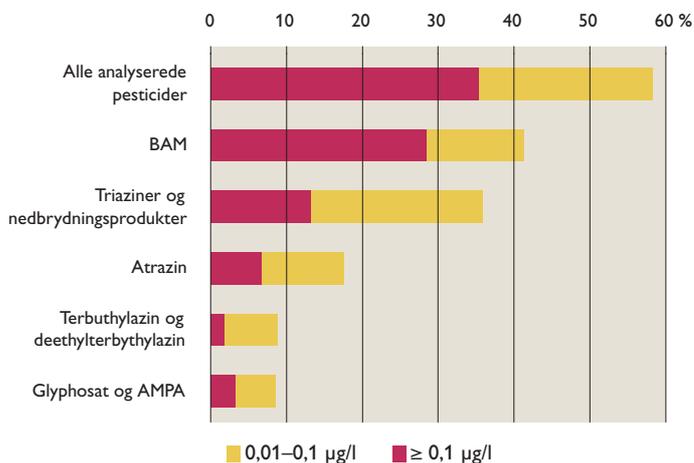
Da resultaterne fra undersøgelsen er sammenlignelige med resultater fra andre amtsundersøgelser af små vandforsyningsanlæg, og med resultater fra det landsdækkende grundvandsovervågningsprogram og fra vandværkernes kontrol af boringer som indvinder højtliggende grundvand, anser GEUS og de 4 amter undersøgelsen for at være repræsentativ på landsplan.

Undersøgelsen tilstræbte en vægtet fordeling af de undersøgte anlægstyper som dog ikke blev opnået i de enkelte amter. Det kan ikke udelukkes at der i nogle områder af landet kan findes en del boringer der indvinder grundvand fra større dybde, og at disse boringer derfor ikke er så sårbare. Ud af de 628 anlæg er der dog også en mindre del som indvinder grundvand fra dybder større end 30 meter.

Pesticider og nedbrydningsprodukter

Med det gennemførte analyseprogram på 30 pesticider og nedbrydningsprodukter er der fundet ét eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter i 366 anlæg, svarende til 58% af de små vandforsyninger, se figur 2. I 223 anlæg var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet for ét eller flere pesticider, svarende til 35,5% af de undersøgte anlæg, mens 68 anlæg indeholdt mere end 1 µg/l af en enkelt stof, svarende til 10,8% af de undersøgte anlæg.

I Storstrøms amt blev der fundet ét eller flere pesticider i 65,5% af de undersøgte anlæg mens der i de tre andre amter blev fundet pesticider i ca. 55% af anlæggene. Hvad angår overskridelser af grænseværdien for drikkevand blev der fundet overskridelse i Storstrøms amt i 40,5% af anlæggene, mens der i de tre øvrige amter blev fundet ca. 33% anlæg med overskridelser.



Figur 2 *Små vandforsyningsanlæg med fund af pesticider i procent af de 628 undersøgte små vandforsyningsanlæg. Der er fundet ét eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter i 58% af de undersøgte anlæg. I figuren er også vist forekomst af BAM, triaziner, atrazin, terbutylazin og deethylterbutylazin samt glyphosat og AMPA.*

I Københavns amt blev der ikke fundet anlæg med et indhold på mere end 1 µg/l (10 gange grænseværdien for drikkevand), mens der i Storstrøms amt blev fundet mere end 1 µg/l af ét eller flere pesticider i 9,5% af anlæggene. I de to andre amter udgør overskridelserne på mere end 1 µg/l for et enkelt stof ca. 12% af anlæggene.

Der blev gennemført 2 udtagninger af vandprøver, og der blev fundet omtrent lige mange anlæg med pesticider og anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand i begge runder.

Der blev fundet en lang række forskellige stoffer i drikkevandet, hvor især BAM blev fundet hyppigt (41% anlæg med fund og 28% over grænseværdien for drikkevand). Også triaziner (atrazin, simazin, terbutylazin og nedbrydningsprodukter fra disse) er fundet hyppigt; fra 18% - 25% anlæg med fund af de enkelte stoffer og ca. 7% af anlæggene har fund af ét eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter over grænseværdien for drikkevand.

Desuden er der fundet glyphosat og AMPA, samt i mindre grad phenoxysyrer. Fundene af glyphosat og AMPA er hyppigere i Storstrøms Amt end i de øvrige amter. Der synes at være et sammenfald mellem fund af glyphosat og AMPA og et tyndt morænelersdække over sprækket kalk.

Anvendes opgørelsen af antal små private vandforsyningsanlæg fra BBR registret betyder dette, at der i Danmark skønnes at være ca. 25.000 husstande som forsynes med drikkevand der

overskrider grænseværdien for pesticider for drikkevand på 0,1 µg/l og at der findes ca. 7.600 husstande med overskridelse af grænseværdien på mere end 10 gange.

Fund af pesticider i de små vandforsyningsanlæg fra de øverste 20 meter er noget højere end fund af pesticider i det øvre grundvand i den landsdækkende grundvandsovervågning; 70% mod godt 40% i grundvandsovervågningen fra 2002. Mængden af anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand er betydelig højere; 45% mod 12% i grundvandsovervågningen fra 2002.

Fund i forskellige anlægstyper

Der er fundet en klar overvægt af gravede brønde med fund af pesticider. I ca. 82% af de gravede brønde blev der fundet pesticider, og grænseværdien for drikkevand var overskredet i 55%. I boringer placeret i bunden af en gravet brønd blev der fundet pesticider i 56% og pesticider over grænseværdien i 32%, mens der i enkeltstående boringer blev fundet pesticider i 39% og pesticider over grænseværdien i ca. 22%.

Sammenhængen mellem forskellige mulige forureningskilder og disses afstand fra anlæggene er undersøgt, uden det har været muligt at identificere statistisk valide sammenhænge.

Alle oplysninger er også testet ved PCA (Principal Component Analysis) med samme resultat. F.eks. er der ingen sammenhæng mellem pesticidkoncentrationer og afstand til vaskepladser, hvad enten disse har befæstet eller ikke befæstet bund. Hvad angår afstand til forskellige vejtyper findes ingen sammenhæng mellem afstand til vejanlæg og pesticid koncentrationer, men det ses dog at hovedparten af anlæggene som overskrider grænseværdien ligger under 30 meter fra et vejanlæg. Det er også forventeligt, da alle undersøgte anlæg ligger i nærheden af en eller flere vejtyper, og da det er normalt at placere netop denne anlægstyper nær forbrugsstedet.

Anlæg med fund af pesticider er generelt fordelt jævnt i de fire amter i forhold til det samlede antal anlæg, men der kan for nogle pesticider og nedbrydningsprodukter findes en fordeling som afspejler jordbundsforhold og geologi. F.eks. findes glyphosat og AMPA næsten udelukkende i områder med moræneler som overlejrer opsprækket kalk, i modsætning til BAM som generelt findes i alle typer anlæg.

Anlæggenes beliggenhed i forhold til bygninger og gårdspladser viser, at 2/3 af de anlæg der er placeret på en gårdsplads uden biologisk aktive rodzoner indeholder pesticider, mens mere end halvdelen af de anlæg der er placeret i haver indeholder pesticider.

I 44% af de anlæg som var placeret på gårdspladser blev der fundet pesticider over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. I bygninger med boringer/brønde blev der fundet overskridelser i 38% af anlæggene. Der blev fundet pesticider over grænseværdien i 31% af de anlæg som var placeret i haver, mens der blev fundet overskridelser af grænseværdien i 14% af de anlæg hvor brønde/boringer var placeret på marker, hvor der må formodes at være en biologisk aktiv rodzone.

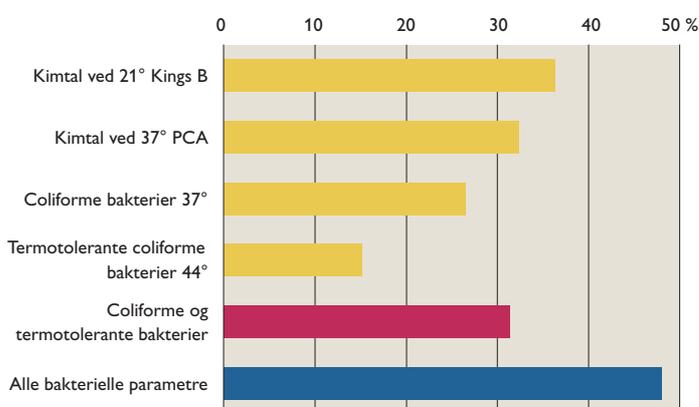
Man kan ikke med sikkerhed udpege gårdspladser som den værste placering, men det er antagelig alene nærheds princippet i forhold til bygninger og arealer, hvor pesticider håndteres som spiller en rolle for om disse findes i grundvandet som indvindes fra de højtliggende grundvandsmagasiner under gårdspladser, haver, vaskepladser, etc.

Bakterielle parametre

Drikkevandet er analyseret for 4 bakterielle indikator parametre, og der er fundet overskridelser af en eller flere bakterielle parametre i 48% af de undersøgte anlæg, figur 3.

Kimtal talt ved 21° og 37° overskred grænseværdien på henholdsvis 200 og 20 talte kim pr. 100 ml. i henholdsvis 36% og 32% af de undersøgte anlæg.

Coliforme bakterier, talt ved 37° og termotolerante coliforme bakterier, blev fundet i henholdsvis 26% og 15% af de undersøgte anlæg. Der må ikke være målelig forekomst af coliforme bakterier i drikkevand. Til sammen blev der fundet coliforme bakterier i 31,4% af de undersøgte anlæg. De mange fund af colibakterier tyder på, at der kan ske en direkte forurening fra nærliggende forureningskilder som f.eks. utætte kloakrør, sivbrønde eller ved nedsivning fra overfladen.



Figur 3 Forurening af små vandforsyningsanlæg med bakterier over grænseværdien for drikkevand. De gule bjælker viser overskridelser for enkeltgrupper. Den røde bjælke viser summen af anlæg forurenet med coliforme og termofile coliforme bakterier, mens den blå bjælke viser hvor mange procent anlæg der i alt er forurenet over grænseværdien for drikkevand.

Det viser sig at $\frac{3}{4}$ af de små vandforsyningsanlæg med fund af bakterier over grænseværdien for drikkevand også indeholder pesticider og at halvdelen af disse anlæg indeholder pesticider over grænseværdien for drikkevand. 22% af de undersøgte anlæg, der ikke indeholdt bakterier over grænseværdien, indeholdt pesticider og heraf 11% over grænseværdien for drikkevand.

Der er fundet coliforme bakterier i anlæg både med terrænfald mod og væk fra anlæggene og også i anlæg, hvor en visuel bedømmelse viste en ringe risiko for forurening. Der er ikke påvist nogen signifikant sammenhæng mellem anlæggenes placering, f.eks. på gårdspladser, i haver etc., og antallet af anlæg med overskridelse af grænseværdien for drikkevand. Der blev således fundet overskridelser af grænseværdien for bakterielle parametre i halvdelen af de anlæg som er placeret på gårdspladser og i haver.

Den kategori som har det laveste antal overskridelser er boringer/brønde som er placeret i bygninger (29%), mens anlæg der er placeret i skov har den højeste andel med overskridelse (64%). Disse resultater må dog tages med et vist forbehold da begge kategorier kun omfatter et mindre antal anlæg, henholdsvis 24 og 11 anlæg.

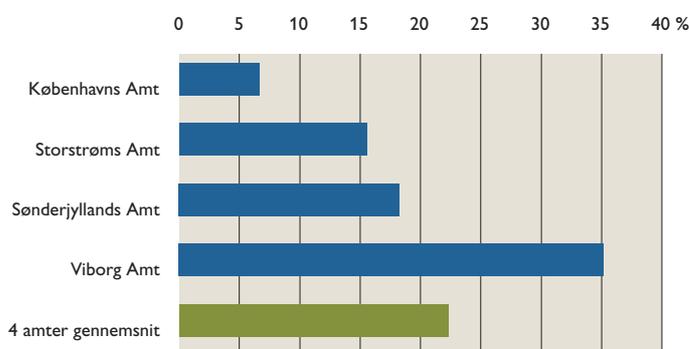
For gruppen af coliforme bakterier og termotolerante coliforme bakterier ses en tilsvarende fordeling. Det er derfor formodentlig anlæggenes tilstand samt beliggenheden nær mulige forureningskilder som sivbrønde, kloakledninger, septiktanke m.m. samt anlæggenes vedligeholdelse som afspejles i anlæg med eller uden overskridelser af de bakterielle grænseværdier for drikkevand.

Nitrat og andre hovedbestanddele

Grænseværdien for nitrat var overskredet i 22% af de undersøgte anlæg, og det var især i de sandede områder, at mange anlæg med overskridelser blev fundet, f.eks. i Viborg Amt, der er det mest sandede af de 4 amter, hvor 35% af anlæggene indeholder mere end 50 mg NO₃/l. Der er kun en svag sammenhæng mellem høje indhold af nitrat og pesticider.

Koncentrationen af nitrat i de små vandforsyningsanlæg og mængden af anlæg med overskridelse af grænseværdien for drikkevand er ikke væsensforskellig fra resultaterne for det øvre grundvand i den landsdækkende grundvandsovervågning, om end noget højere; 22% mod ca. 15% i grundvandsovervågningen for 2002.

Sulfat, opløst jern, fosfor, og kloridindholdet i de udtagne vandprøver kunne ikke anvendes til at identificere særligt udsatte anlægstyper og der var ingen sammenhæng mellem koncentrationer af de nævnte stoffer og indholdet af pesticider.



Figur 4 Overskridelse af grænseværdien for nitrat i drikkevand (50 mg/l) i hvert af de 4 amter der indgår i projektet, samt i alle 628 undersøgte små vandforsyninger. Nitrat er især fundet i drikkevandet i Viborg Amt, der er mest præget af sandede sedimentter.

Kan anlæg med overskridelse af grænseværdien for pesticider findes med et reduceret analyseprogram?

Det er overvejet hvorledes et simpelt undersøgelsesprogram kunne afsløre anlæg der er forurenede over grænseværdien for drikkevand med forskellige stoffer og bakterier.

Hvis der alene blev set på analyserer for BAM i denne undersøgelse, ville 80,3% af anlæggene med overskridelse af grænseværdien for pesticider i drikkevand være fundet. Ved analyse for triaziner og BAM ville 90% af anlæggene med overskridelse af grænseværdien for pesticider i drikkevand være genfundet. Ved analyse for BAM, triaziner og bakterielle parametre ville 95,5% af anlæggene med overskridelse af grænseværdien for pesticider i drikkevand være fundet, mens der vil kunne genfindes 93,7% af anlæggene med overskridelser af grænseværdien for pesticider i drikkevand, hvis der blev analyseret for BAM, atrazin og bakterielle parametre. Se tabel 1 nedenfor.

Analyseprogram	Anlæg med fund af pesticider over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l
Fuldt program for pesticider	100%
Kun Triaziner og BAM	90,1
Kun Triaziner, BAM og bakterier	95,5
Kun Atrazin, BAM og bakterier	93,7

Tabel 1 Identifikation af små vandforsyningsanlæg med pesticider og nedbrydningsprodukter over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l ved tre reducerede analyseprogrammer.

Der er således gode muligheder for at identificere anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand med et reduceret analyseprogram. Da der i dag er udviklet nye immunkemiske analysemetoder for både BAM og atrazin, og da de konventionelle analysemetoder kan gøres meget billige, foreligger der også en mulighed for at gennemføre screening med stærkt reducerede analyseomkostninger.

Projektbeskrivelse

Formål

Projektets formål er at kortlægge forureningssituationen for private boringer og brønde samt for små vandværker. Omfanget af forureningen med bekæmpelsesmidler i små vandforsyninger er hidtil kun kendt fra få undersøgelser gennemført af enkelte amter, hvor der er fundet pesticider i op til ca. 50-60% af de undersøgte brønde og boringer.

Der findes i Danmark ca. 71.000 husstande der er forsynet fra private indvindingsboringer og vandforsyningsbrønde. Disse boringerne er ofte uheldigt placeret i forhold til mulige forurenende kilder, og boringerne kan være placeret i bunden af gamle gravede brønde som ofte er placeret på gårdspladser eller i nærheden af landejendomme. En del af de private boringer og brønde er sårbare overfor pesticidforurening, fordi de indvinder vand fra terrænnære grundvandsmagasiner.

Boringskontrollen omfatter normalt ikke vandværker som forsyner under 10 husstande, d.v.s. private gravede vandforsyningsbrønde, enkelthusstandsboringer og små vandværker til 2-9 husstande.

I rapporten beskrives indholdet af parametre i vandprøver udtaget fra forskellige typer boringer og der anvendes den samlede betegnelse ”boringer”, når andel af fundne stoffer beskrives. Vandprøverne er dog udtaget fra eksisterende taphaner i køkken, udhus, stald, m.m., selv om vandet stammer fra en enkelt boring eller fra en gravet brønd. Der er således tale om drikkevandsprøver.

Denne rapport omfatter en bearbejdning af analyser og interviewoplysninger samt tekniske data indsamlet af Københavns Amt, Storstrøms Amt, Sønderjyllands Amt og Viborg Amt.

Eksisterende overvågning

Overvågningen af pesticider i grundvandet er indtil nu sket ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer (boringskontrol) og grundvandsovervågningen i det nationale program for overvågning af vandmiljøet (NOVA-2003). Resultatet af grundvandsovervågningen og af vandværkernes boringskontrol bliver årligt rapporteret af GEUS med en rapport som beskriver udviklingen i grundvandskvaliteten i Danmark (GEUS 2003).

Vandværkernes boringskontrol afspejler ikke direkte drikkevandskvaliteten, men derimod kvaliteten af det grundvand, der bliver undersøgt ved vandværkernes kvalitetskontrol i de enkelte indvindingsboringer. Boringskontrollen omhandler almene vandværker, og normalt ikke private små vandforsyninger som forsyner under 10 husstande, d.v.s. private gravede vandforsyningsbrønde, enkelthusstandsboringer og små vandværker til 2-9 husstande.

Omfanget af forureningen med pesticider i små vandforsyninger er hidtil kun kendt fra få undersøgelser gennemført af enkelte amter, hvor der er fundet pesticider i op til ca. 50-60% af de undersøgte brønde og boringer (Alfred Jørgensens Laboratorium 1996).

Ved projektets begyndelse i 2001 var det anslået at der i Danmark findes ca. 90.000 private indvindingsboringer og gravede vandforsyningsbrønde. Boringerne er ofte uheldigt placeret i forhold til mulige forurenende kilder, og boringerne kan være placeret i bunden af gamle gravede brønde som ofte er placeret på gårdspladser, eller i nærheden af landejendomme og i byer. De private boringer og brønde er endvidere sårbare overfor pesticidforurening, fordi de ofte indvinder vand fra terrænnære grundvandsmagasiner.

Forureningskilder

Forurening af grundvand med pesticider stammer fra fladekilder, intensive fladekilder og fra punktkilder:

- *Fladekilder* omfatter midler afsat på jord og vegetation ved almindelig anvendelse. De reguleres gennem godkendelsesordningen, herunder forbud og restriktioner. Pesticiderne anvendes her i relativt små koncentrationer men på store arealer.
- *Intensive fladekilder*, er arealer hvor pesticider anvendes enten hyppigere eller i større koncentrationer. Det kan f.eks. være gartnerier, frugt- og bæravl, juletræ og pyntegrønt, jernbaner, vejarealer, gårdspladser etc.
- *Punktkilder* kan skyldes uhensigtsmæssig håndtering, spild og uheld, nedgravede rester samt vaskepladser m.m. Betydningen af punktkilder er meget varierende i forskellige områder og for forskellige typer af vandforsyninger.

De små vandforsyninger ligger ofte nær på intensivt behandlede arealer eller steder, hvor bekæmpelsesmidler håndteres, f.eks. ved påfyldning på sprøjter og rensning af sprøjtemateriel. Disse borer og brønde er derfor særligt udsat for forurening. Bakteriell forurening vil også ofte være et problem i vand indvundet fra brønde, der indvinder ungt overfladenært grundvand, hvor der især tidligere ofte kun var kort afstand til møddinger og nedsivning af spilde- og møddingsvand.

Ansvar for kontrol af private borer

Det er de enkelte ejere af brønde og borer som har ansvaret for at kontrollere om vand indvundet fra brønde eller borer overholder de fastsatte kvalitetskrav til drikkevand. Kommunerne har tilsynspligten med små vandindvindingsanlæg, og kommunerne har ansvaret for at give vandindvindingsstilladelserne til små vandforsyninger (2-9 husstande). Ved en konstateret forurening orienterer kommunerne embedslægerne.

Enkelte husstande/landbrugsejendomme.

I landbrugsområder er det mest almindeligt, at en enkelt boring - eller en gravet brønd - forsyner enkelte husstande, og at denne boring/brønd er placeret tæt ved landbrugsejendommen, ofte på gårdspladsen. Landbrugsejendomme har endvidere ofte også højtydende markvandingsboringer, som kan være placeret langt fra ejendommene.

Da der på ejendommene ofte håndteres store mængder pesticider, og da landbrugene ofte selv håndterer sprøjteudstyr, vedligeholdelse og rengøring af dette, er der en øget risiko for, at grundvand ved sådanne ejendomme er kraftigt påvirket af pesticider. Disse pesticider kan stamme fra selve håndteringen, samt fra en mulig fladebelastning, der kan være resultatet af regelret sprøjtning af de omkringliggende dyrkede marker eller sprøjtning af det befæstede gårdareal, hvor en biologisk aktiv rodzone ikke findes.

På landbrugsejendommene er det almindeligt at finde borer etableret i bunden af gamle gravede brønde. En sådan placering betyder øget risiko for en direkte forurening fra gårdspladser og andre mulige forureningskilder, herunder bakteriologisk forurening. Er borerne etableret i selvstændige tørbrønde (installationsbrønde) eller med pumpehuse, ligger disse borer ofte placeret tæt ved bygninger.

Det er i dag ikke almindeligt at basere en ny vandforsyning på vand, der stammer fra gravede brønde. Nogle borer, der er sat i bunden af gamle brønde, er afsluttet under vandspejlet i den gravede brønd. Når der oppumpes vand fra boringen, kan der derfor være tale om blandingsvand bestående af vand fra boringen og vand fra brønden.

Ud over landbrugsejendommene er der en lang række andre erhvervsejendomme, som har egen vandforsyning, f.eks. frugtavlere, gartnere, plantager, sportsanlæg, maskinstationer etc.

Små vandforsyningsanlæg

Der findes i Danmark mange små vandforsyningsanlæg med en enkelt boring som forsyner op til 9 husstande med vand. Disse borer er oftest placeret tæt ved brugerne og ligger som regel tæt ved befæstede arealer, f.eks. vejanlæg. Disse borer er ikke så udsatte for direkte forurening ved håndtering af pesticider, men borerne er udsatte for forurening med pesticider anvendt på de befæstede arealer, eller pesticider anvendt på den grund boringen/pumpehus er placeret på. Mange af disse borer er af ældre dato og ofte dårligt vedligeholdt. Der er i disse borer en forhøjet risiko for "skorstenseffekt", hvor der kan trækkes højtliggende forurenede grundvand/ overfladevand ned til boringens filter ved nedsivning langs ydersiden af boringernes forerør.

De små vandforsyninger kan være placeret i landsbyer, sommerhusområder og bymæssige bebyggelser samt i forbindelse med industri, frugt- og bæravl, etc.

Kriterier for udvælgelse af små vandforsyningsanlæg

Små vandforsyningsanlæg er defineret som enkeltforsyninger og anlæg, der forsyner op til 9 husstande med drikkevand. I tabel 2 er opstillet en række kriterier for fordelingen af de borer der skulle indgå i projektet. Udvalgelse af borer eller brønde er sket ved frivillig tilmelding samtidig med at det forud blev præciseret at eventuelle overskridelser ville blive vurderet af embedslægen.

Det har været vanskeligt at finde tilstrækkeligt et antal af nogle boringstyper i alle de fire deltagende amter idet især vandforsyninger med forsyning af flere husstande tilsyneladende ikke er så almindelige som oprindelig forudsat.

Tabel 2 Tilstræbt fordeling af brønde og borer. Det er en forudsætning at alle brønde og borer er i regelmæssig drift til drikkevandsforsyning.

Anlægstyper	Brønd	Brønd med boring i bund	Boring ved enkelt husstand	Lille vandværk i landdistrikt	Lille vandværk i byområde m.v.
Antal husstande der forsynes	Oftest 1	oftest 1	1	2-9	2-9
Tilstræbt fordeling ved prøvetagning	20%	20%	20%	20%	20%
Kriterier for prøvetagning	tilfældig stikprøve				
Dybde til bund af boring/brønd	ingen nedre grænse		indtil 30 meter under terræn, enkelte til 40 meter		

Allerede fra begyndelsen af undersøgelsen var det klart at der kun skulle ske deltagelse fra udvalgte amter. De deltagende amter er udvalgt for at sikre et repræsentativt udsnit af Danmark både hydrogeologisk, klimatisk, jordbrugsmæssigt, demografisk, m.m.:

- Københavns Amt
- Storstrøms Amt
- Sønderjyllands Amt
- Viborg Amt

En geologisk, hydrologisk og geografisk repræsentativ fordeling af brøndene/boringerne er opnået med de deltagende amter, tabel 3.

Tabel 3 Planlagt fordeling af brønde og boringer på de enkelte amter.

Amt	Brønde /boringer med analyser	Geologi	Bemærkninger
Københavns Amt	25	Fortrinsvis lerede sedimenter	I Københavns Amt tilstræbes en geografisk spredning i grundvandsbeskyttelsesområder.
Storstrøms Amt	200	Ler over kalk, moræneler og sprækket moræneler, marint sand	Amt har gennemført en kortlægning af antal private boringer. Roer og korn.
Sønderjyllands Amt	200	Særligt sand, begrænset nedadtil af tertiære fede lertyper, lerede sedimenter, marsk	Korn, frø, roer og majs.
Viborg Amt	200	Grovsandet hedeslette, oxideret sand/ler på bakkøer, moræneler	Korn, græs og kartofler.
I alt	625		

Analyseprogram og –frekvens

Analyseprogrammet omfatter de parametre der er angivet i tabel 4-5. Analyse-detektionsgrænserne er de samme som i NOVA 2003 (Miljøstyrelse 2000).

Tabel 4 Analyseprogram for næringsstoffer, andre hovedbestanddele, biologiske parametre samt feltanalyser. Med hensyn til detektionsgrænser henvises til NOVA 2003 (Miljøstyrelsen 2000).

Næringsstoffer	Andre hovedbestanddele *)	Biologisk analyse *)	Feltanalyse
Ammonium	Klorid	Coliforme bakterier	pH
Nitrat	Kalium	Termotolerante coliforme bakt.	Ledningsevne
Nitrit	Sulfat	Kimtal ved 21°C	Opløst ilt
Total fosfor	Jern	Kimtal ved 37°C , total	
	Mangan		

*) Analyseres kun én gang (første runde) i hver brønd/boring.

Det blev gennemført et analyseprogram med 2 analyser i hver brønd/boring. Dog gennemførtes der kun én analyse (første prøvetagning) for klorid, kalium, sulfat, jern, mangan, biologiske parametre, glyphosat, AMPA og ETU. Analyser for ETU kunne eventuelt udelades, hvis der i området ikke har været dyrket kartofler, ærter eller frugt de sidste 30-40 år. Blev der fundet glyphosat eller AMPA kunne der gennemføres en ekstra analyserunde for disse stoffer.

Tabel 5 Analyseprogram for pesticider og nedbrydningsprodukter. Med hensyn til detektionsgrænser henvises til NOVA 2003

1. Atrazin	11. 2,6-dichlorphenol	21. Mechlorprop
2. Bentazon	12. Dichlorprop	22. Metamitron
3. Chlorsulfuron	13. Dichlobenil	23. Metsulfuron methyl
4. Cyanazin	14. Dimethoat	24. Pendimethalin
5. 2,4-D	15. Dinoseb	25. Simazin
6. Desethylatrazin	16. Diuron	26. Terbutylazin
7. Desethylterbutylazin	17. DNOC	27. Trisulfuron methyl *)
8. Desisopropylatrazin	18. Hexazinon	28. Ethylenthiourea **)
9. 2,6-Dichlobenzamid (BAM)	19. Isoproturon	29. Glyphosat **)
10. 2,4-dichlorphenol	20. MCPA	30. AMPA **)

*) Der analyseres kun for nedbrydningsprodukt af trisulfuron methyl.

**) Glyphosat, AMPA og ETU analyseres kun én gang (første runde) i hver brønd/boring. Ved fund af glyphosat, AMPA eller ETU skal der ske genanalyse på ny prøve.

Udvælgelse af analyselaboratorier

I sommeren 2000 afholdt GEUS en EU- udbudsrunde, hvor GEUS udbød analyseprogrammet for pesticider, hovedkomponenter og andre analyseparametre i projektet. Det var et krav at de laboratorier der kunne deltage i udbudsrunderen havde godkendelse fra Miljøstyrelsen til at udføre analyser i grundvandsovervågningen i NOVA-2003.

GEUS modtog 7 tilbud, alle fra danske firmaer. I efteråret 2000 gennemførte GEUS en udvælgelse af analyselaboratorierne ”Miljøkemi” og ”Alfred Jørgensens Laboratorium”. Laboratorierne er siden blevet samlet i ”Eurofins”.

Sideløbende har GEUS udarbejdet en række elektroniske skemaer (se bilag) som er blevet anvendt til at indsamle oplysninger om de enkelte boringer, og der er etableret en database på GEUS, hvor oplysningerne fra skemaerne er lagret. Alle analyse- og vandkvalitetsparametre er lagret i GEUS’s ”Jupiter” database, som også indeholder alle resultater fra grundvands-overvågningen.

Prøvetagning

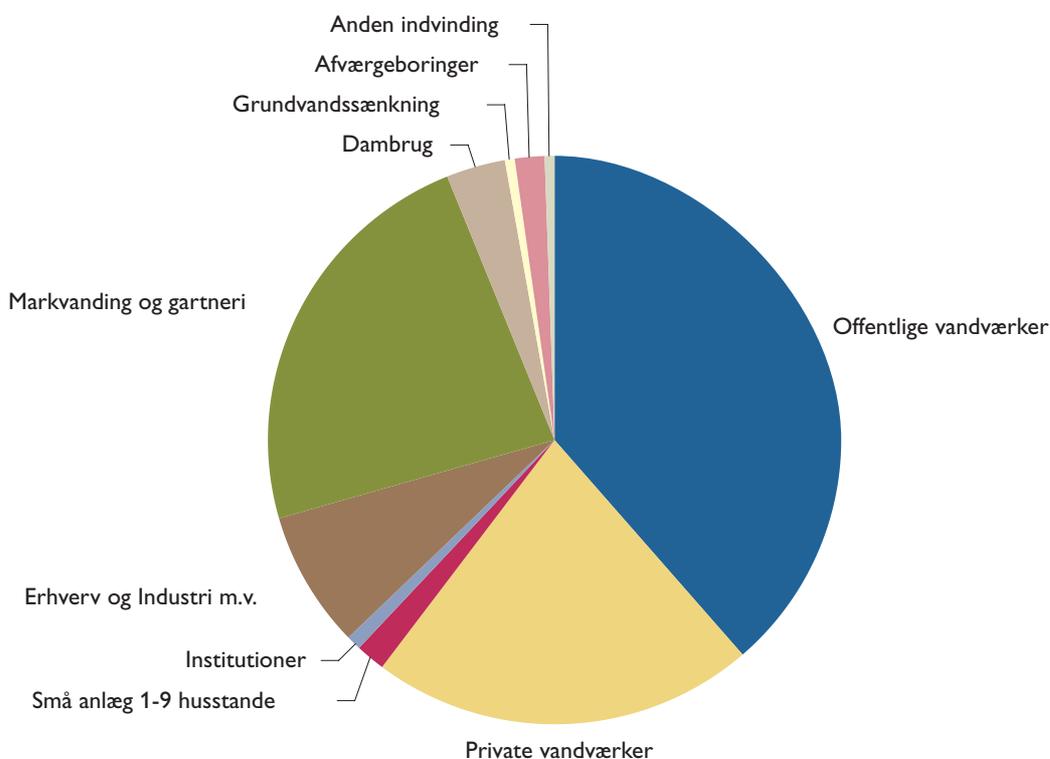
97% af de undersøgte private anlæg blev anvendt til drikkevandsformål. Vandprøverne blev udtaget som drikkevandsprøver og ca. 50% blev udtaget fra taphaner i køkken, mens de øvrige blev udtaget fra f.eks. bryggers, stald eller udendørs. De sidste 3% er primært brønde med ikke oplyst anvendelse.

Før prøvetagning har vandhanerne løbet et anseligt tidsrum for at sikre at vandkvaliteten kunne anses for stabil og det prøvetagne vand var frisk fra brønd/boring samt for at sikre mod afsmitning fra vandværk. Dog har det ikke altid været muligt at tømme eventuel hydrofor før prøvetagning. Det har dog været tilstræbt at vandet i hydroforen var udskiftet og f.eks. i Viborg Amt var vandet udskiftet 1-3 gange før prøvetagning.

Indvinding af grundvand i Danmark

Vandindvindingen til drikkevand i Danmark er altovervejende baseret på grundvand og mere end 99% af vandet hentes fra grundvandsmagasiner. Drikkevandsforsyningen i Danmark er bygget op omkring en decentral struktur med ca. 2.740 almene vandforsyninger, hvoraf 165 er kommunalt ejede (Vandforsyningsstatistik 2001). Derudover findes en række lokale vandforsyninger til bl.a. industri, institutioner, markvanding, sportspladser, gartneri og dambrug samt små vandforsyninger, som hver forsyner 1-9 til husstande. Vandindvindingen er i figur 5 opdelt i 10 kategorier.

De indvundne vandmængder fra "små ikke almene anlæg (1-9 husstande)" er ofte skønnede. I Vandforsyningsstatistik 2001 vurderes, at 61% af den udpumpede vandmængde fra almene vandværker går til husholdningsforbrug, 26% bruges i erhverv, 7% i institutioner og at tab i vandledninger mv. er 6%.



Figur 5 Indvundne vandmængder i Danmark i 2001 fordelt på 10 forbrugskategorier (GEUS 2002). Små vandforsyningsanlæg (anlæg til 1-9 husstande) udgør ca. 13 mio. m³, svarende til ca. 3%.

Den totale grundvandsindvinding i 2002 var på 653 mill. m³, og heraf var 400 mill. m³ til drikkevand. Indvindingen af overfladevand var 14 mill. m³ og skønsmæssigt anvendes lidt under 5 mill. m³ overfladevand til drikkevand, mens henholdsvis 6 og 4 mill. m³ overfladevand anvendes til markvanding og industrielle formål.

I "Grundvandsovervågning 2002" er den samlede mængde indvundet grundvand fra de små vandforsyningsanlæg i 2001 opgjort til ca. 13 mio. m³ svarende til ca. 3% af den samlede indvinding i 2001 til drikkevandsformål. En opgørelse af vandindvindingen fra de 628 anlæg som er undersøgt i projektet viser, at der ikke foreligger oplysninger om indvindingsmængder

for størstedelen af de 628 anlæg som er undersøgt i de 4 amter, der deltog i projektet:
Københavns Amt, Storstrøms Amt, Sønderjyllands Amt og Viborg Amt.

Antal husstande forsynet fra små vandforsyningsanlæg i Danmark

Oplysninger om små vandforsyningsanlæg i GEUS's Jupiter database

På GEUS samles alle tilgængelige oplysninger om boringer, vandindvindingsanlæg m.v. i Jupiter databasen. I princippet burde alle vandforsyningsboringer i landet være registreret i Jupiter databasen. Ud fra arbejdet med enkeltsager er det dog GEUS erfaring, at specielt boringer til privat vandforsyning af 1-9 husstande ofte ikke er registreret.

I Jupiter databasen findes oplysninger om 231.000 boringer, hvoraf 77% er forsynet med en formålskode. De i denne sammenhæng relevante kategorier er "Brønd", "Vandforsyningsboring" og "Vandforsyning til privat husholdning". Sidstnævnte kategori har ikke været anvendt i så mange år og rummer kun knap 1000 boringer. Den mere generelle kategori "Vandforsyningsboring" omfatter også boringer til fælles vandværker. Det må desuden antages at hovedparten af boringer uden formålsangivelse også er vandforsyningsboringer.

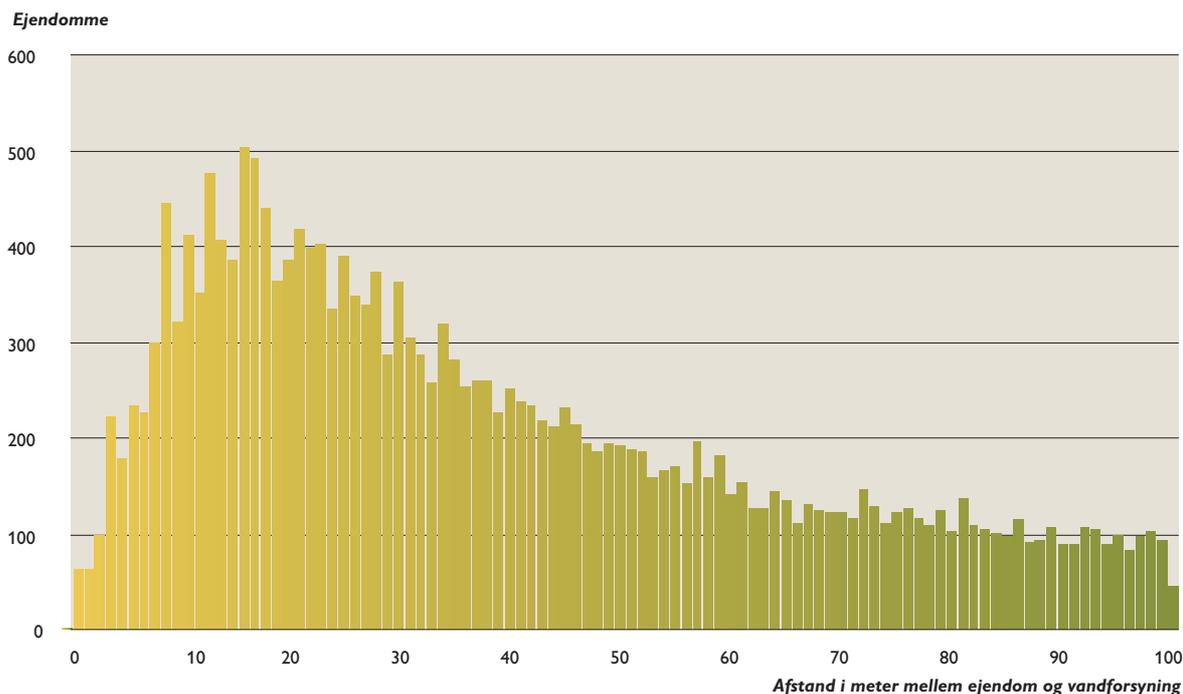
I Jupiter indlæses desuden de oplysninger om vandindvindingsanlæg, indvindingsmængder og anlægstilknyttede boringer, der hvert år modtages fra landets amter. Hvad angår indvindingen fra fællesvandværker er disse indberetninger næsten fuldstændige. De små private vandindvindingsanlæg er dog meget dårlig repræsenteret i indberetningerne. På landsplan foreligger kun oplysninger om ca. 1700 anlæg med ca. 500 tilknyttede boringer i kategorierne "husholdning 1-2 husstande" og "husholdning 3-9 husstande". Sandsynligvis vil dette billede dog ændre sig i forbindelse med den øgede opmærksomhed, der er omkring disse anlæg.

Oplysningerne fra indberetningerne kan anvendes til at frasortere mulige boringer til små vandforsyninger. I Jupiter findes 107.000 boringer med formålskategorierne "Brønd", "Vandforsyningsboring", "Vandforsyning til privat husholdning" og "ikke udfyldt" – som heller ikke er registreret som sløjfet. Hvis der fra denne liste fjernes de ca. 35.000 boringer, hvor der fra amternes indberetninger fremgår, at disse har været anvendt (eller stadig anvendes) til andre anlægstyper, fremkommer en mindre gruppe potentielle "private vandforsyningsboringer". En del af disse er ikke præcist lokaliseret, og den resterende del udgør ca. 71.000 boringer.

Disse mulige boringer til små vandforsyninger er sammenholdt med placeringen af de 71.000 ejendomme, der ifølge BBR-registret har egen vandforsyning (se nærmere beskrivelse nedenfor). (At begge tabeller rummer ca. 71.000 enheder er til en vis grad en tilfældighed). Man kan så beregne afstanden fra hver ejendom til den nærmeste boring. Ejendommens beliggenhed sættes til det adresse punkt, som indgår i de offentlige adresseregistre. Figur 6.

Af beregningerne som ligger til grund for figur 6 fremgår at ca. 21.000 boringer eller brønde ligger indenfor en afstand på mindre end 100 meter fra en ejendom, heraf ca. 15.000 med en afstand på under 50 m og ca. 8.000 med en afstand på under 25 m. Alt efter hvordan afstandsgrænsen sættes vil man have en gruppe boringer, der højst sandsynligt anvendes til privat vandforsyning. Hvis boringen ligger på samme matrikel som ejendommen er sandsynligheden større. Dette er undersøgt i Viborg amt, hvor 80% af de boringer, der er mindre end 100 m fra ejendommen, ligger på samme matrikel.

Uanset at man på denne måde kan finde frem til 15-20.000 boringer, der anvendes af små vandforsyningsanlæg, er der stadig langt til de ca. 71.000 ejendomme, der antages at få vand fra private vandforsyningsanlæg.



Figur 6 Afstand målt i meter mellem ejendomme registreret i Bygnings- og Boligregistret, BBR, med privat vandforsyning og nærmeste vandforsyningsboring jævnfør GEUS's Jupiter database. Figuren viser, at ca. 21.000 boringer ligger nærmere end 100 meter fra en ejendom med egen vandforsyning (jævnfør BBR), men også at kun ca. 8.000 boringer/brønde ligger under 25 meter fra nærmeste ejendom. Antallet af ejendomme som kan identificeres direkte fra GEUS's database kombineret med BBR er derfor begrænset.

Anvendelse af BBR-registret

Bygnings- og boligregistret (BBR) er et landsdækkende register der vedligeholdes af de enkelte kommuner. Der kan derfor være store geografiske forskelle på pålideligheden af data. I BBR registreres ejendommenes vandforsyningsforhold opdelt i 7 kategorier, tabel 6. Data stammer fra et udtræk af BBR-registret fra januar 2003. Det fremgår at ca. 71.000 ejendomme er registreret med kategorierne "Privat 1-2 ejd", "Privat 3-10 ejd" og "Brønd".

Tabel 6 Fordeling af ejendomme i Danmark efter vandforsyningskategori baseret på BBR. Ifølge BBR var der i januar 2003 71.028 ejendomme med forsyning fra små vandforsyningsanlæg i drift i Danmark. Der findes dog også 16.224 matrikelnumre, oplyst som uden vandforsyning hvoraf en del måske har egen vandforsyning, men hovedparten skønnes at udgøre nabo matrikelnumre, hvor der er etableret vandforsyning på den ene grund.

Vandforsyningskategori	Antal	%
Off. vandværk	736.300	44,2
Privat vandværk med over 10 husholdninger	839.825	50,5
Privat 3 - 10 ejendomme	3.249	0,2
Privat 1- 2 ejendomme	52.672	3,2
Brønd	15.107	0,9
Blandet på ejendomme	108	0,01
ikke opgivet	1.187	0,1
Ingen vandforsyning	16.224	1
I alt	1.664.672	100

Tabel 7 Oplysninger om ejendomme med små vandforsyningsanlæg ifølge BBR sammenholdt med de relevante myndigheders oplysninger.

Myndighed	Ejendomme ifølge BBR	Ejendomme ifølge myndighed	Forskel %
Viborg Amt	7.361	7.165	2,5
Århus Kommunale Værker	379	355	6,8
Nørre Djurs v/ Miljøcenter Østjylland	559	520	7,5
Høje Tåstrup kommune	329	337	2,4
Give Kommune	1.474	1.474	0,0

For at undersøge hvor pålidelige BBR's vandforsyningsoplysninger er, er der taget kontakt med nogle kommuner og et amt. Hvis man blot ser på det totale antal ejendomme med privat vandforsyning fås oplysningerne i tabel 7.

Oplysningerne i tabel 7 tyder på, at 71.000 husstande forsynet fra små vandforsyningsanlæg er et rimeligt bud på antallet af relevante husstande på landsplan.

Sammenligning mellem BBR-registret og Viborg amts analysedata

Viborg amt har indsamlet vandanalyser fra ejendomme med egen vandforsyning. Databasen rummer 11.154 analyser fra 7.165 forskellige adresser og burde i princippet omfatte alle små vandforsyninger i amtet. Som ovenfor nævnt passer selve antallet udmærket med BBR's oplysninger. Men hvis man sammenligner de konkrete adresser er det kun 4.132 adresser (57%), der går igen begge steder. Den dårlige overensstemmelse kan skyldes, at kommunerne ikke holder BBR opdateret. Der er lavet en mere detaljeret undersøgelse af Morsø kommune, som oplyser, at de ajourfører BBR med ændringer i vandforsyningsforhold. Man kunne derfor forvente en bedre overensstemmelse mellem de 2 registre i denne kommune, hvilket dog ikke er tilfældet, tabel 8.

Tabel 8 Sammenligning mellem oplysninger om ejendommens vandforsyning i Bygnings- og Boligregistret og oplysninger fra Morsø kommune.

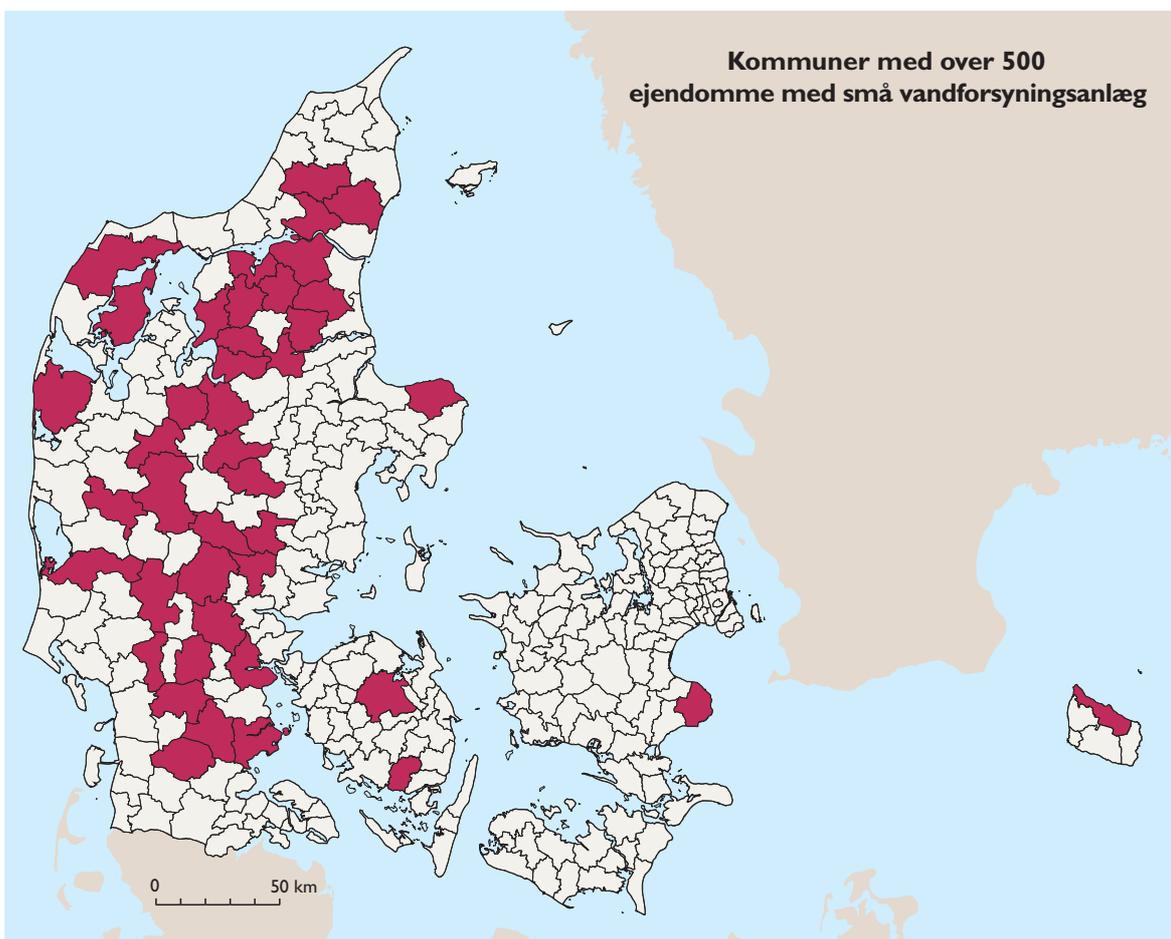
Morsø kommune	Antal	Bemærkninger
Ejendomme i BBR i Morsø kommune	10.017	
Ejendomme i BBR med lille privat vandforsyning (1-10 husholdninger)	955	
Ejendomme i amtets database over små vandforsyninger	1.186	
Ejendomme i amtets database som ikke findes i BBR	85	Stavefejl i adresse el. lign.
Ejendomme i BBR registret med lille vandforsyning som ikke findes i amtets database	190	
Ejendomme som også findes i BBR med lille privat vandforsyning	765	65% af 1.186
Ejendomme som også findes i BBR med lille fælles vandforsyning	318	
Ejendomme som også findes i BBR med anden vandforsyning	18	

Den største divergens samler sig på gruppen af ejendomme, der i BBR er registreret som tilsluttet et offentligt vandværk eller et privat vandværk med mere end 10 tilsluttede ejendomme – men som alligevel optræder i amtets database. Dette kan skyldes at den private vandforsyning er bibeholdt til andet end drikkevandsforsyning.

Ved anvendelse af BBR-registrets oplysninger, vil der efter alt at dømme være en ret høj fejlprocent, men til gengæld en umiddelbar kontakt til over halvdelen af de reelt eksisterende små vandforsyninger. Fra BBR-registret vil der kunne udskrives adresselister til ejendommene – dog uden personnavne. Adspurgte kommuner oplyser, at de har planer om eller allerede benytter BBR-registret som basis for opkrævning af vandafgift for egen vandforsyning.

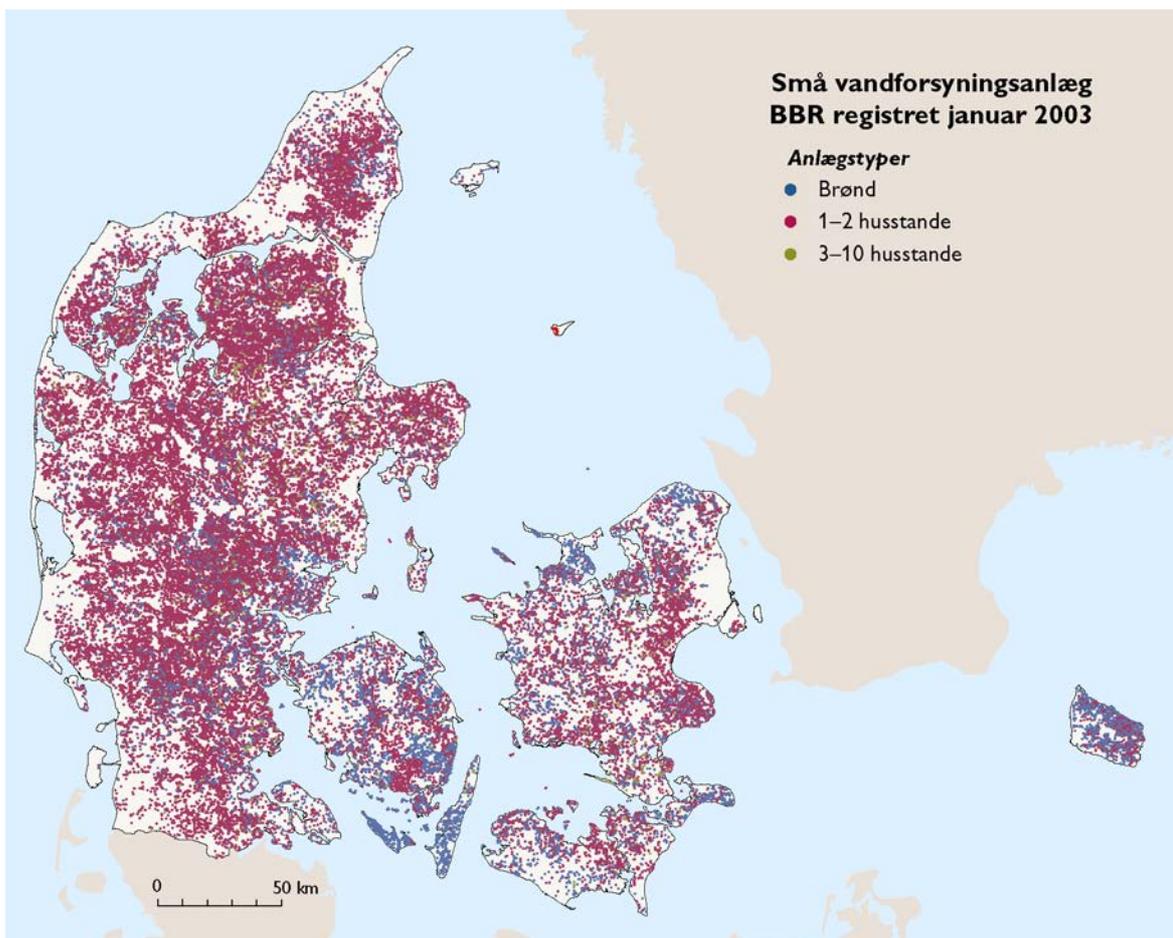
Fordeling på landsplan

Oplysningerne fra BBR registret kan anvendes til at beregne hvor i landet de fleste anlæg er placeret. Figur 7 viser at det særligt er i kommunerne på den jyske højderyg hvor antallet af vandforsyningsanlæg pr. kommune er større end 500.

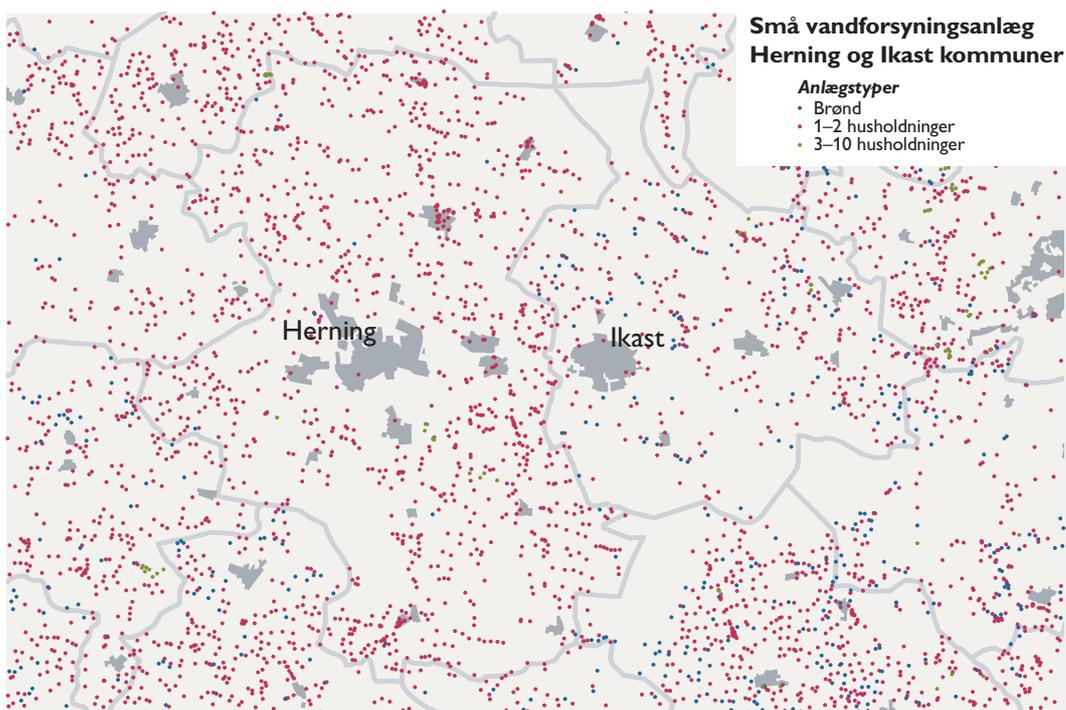


Figur 7 Kommuner med mere end 500 små private vandforsyningsanlæg. Oplysninger stammer fra BBR, januar 2003.

Figur 8 viser fordelingen af ejendomme med små vandforsyningsanlæg på landsplan opdelt efter privat vandforsyning til 1-2 husstande, privat vandforsyning til 3-10 husstande og indvinding fra gravede brønde. Det fremgår af figuren at de fleste anlæg er placeret i Jylland. I BBR er der for nogle kommuner ikke registreret gravede brønde. Det kan skyldes at BBR ikke er fuldt ajourført.

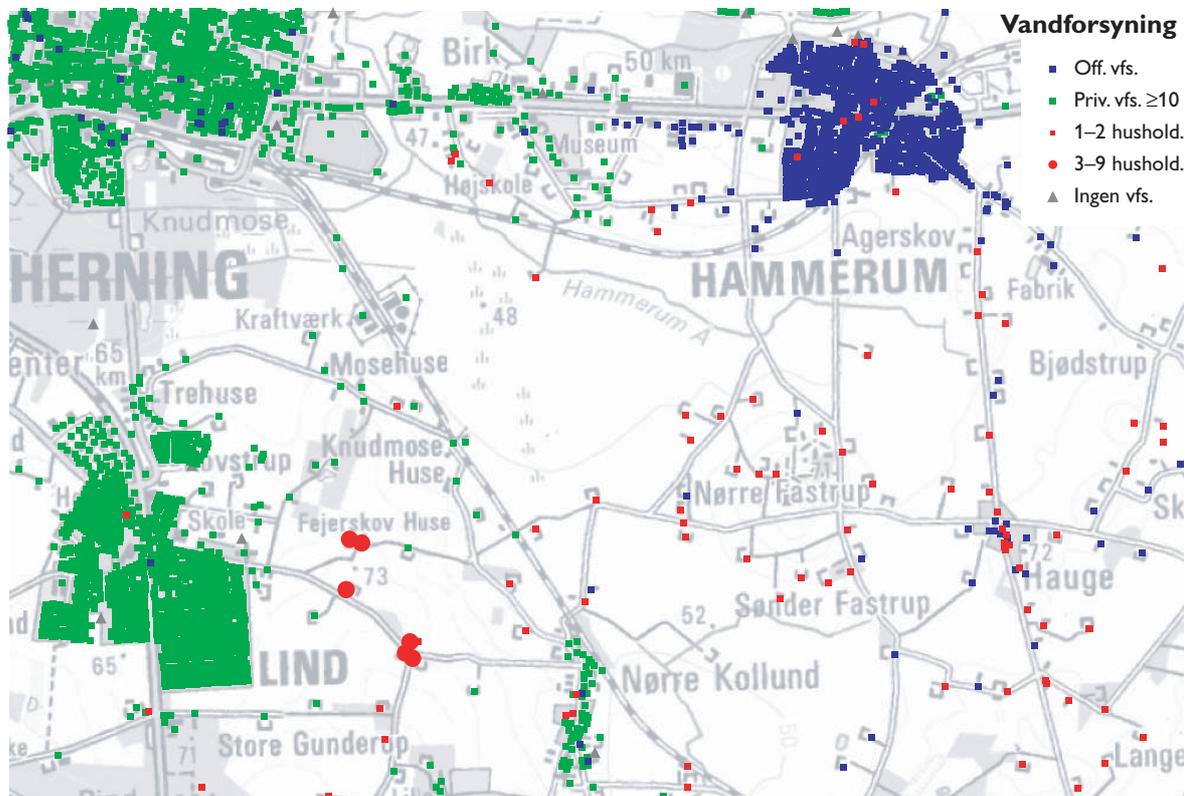


Figur 8 Placering af 69.239 ejendomme med private små vandforsyningsanlæg. Oplysninger stammer fra Bygnings- og Boligregistret, BBR, januar 2003.



Figur 9 Placering af ejendomme med private små vandforsyningsanlæg i Herning og Ikast kommuner. Oplysninger stammer fra BBR, januar 2003.

De private vandforsyningsanlæg er ofte placeret i det åbne land, men også i større byer og i områder nær almene vandværker kan der findes mange private vandforsyningsanlæg, figur 9 og 10. Der vil derfor i en række tilfælde være muligt at tilslutte anlæg med dårlig vandkvalitet til anden eksisterende offentlig eller privat vandforsyning, som forsyner det lokale område med drikkevand.



Figur 10 Fordeling af ejendomme med offentlig eller privat vandforsyning ved Herning. Af kortet fremgår at mange af de små vandforsyningsanlæg må ligge tæt på forsyningsledninger fra offentlig eller privat almen vandforsyning. Oplysninger stammer fra BBR, januar 2003. vfs. = vandforsyning

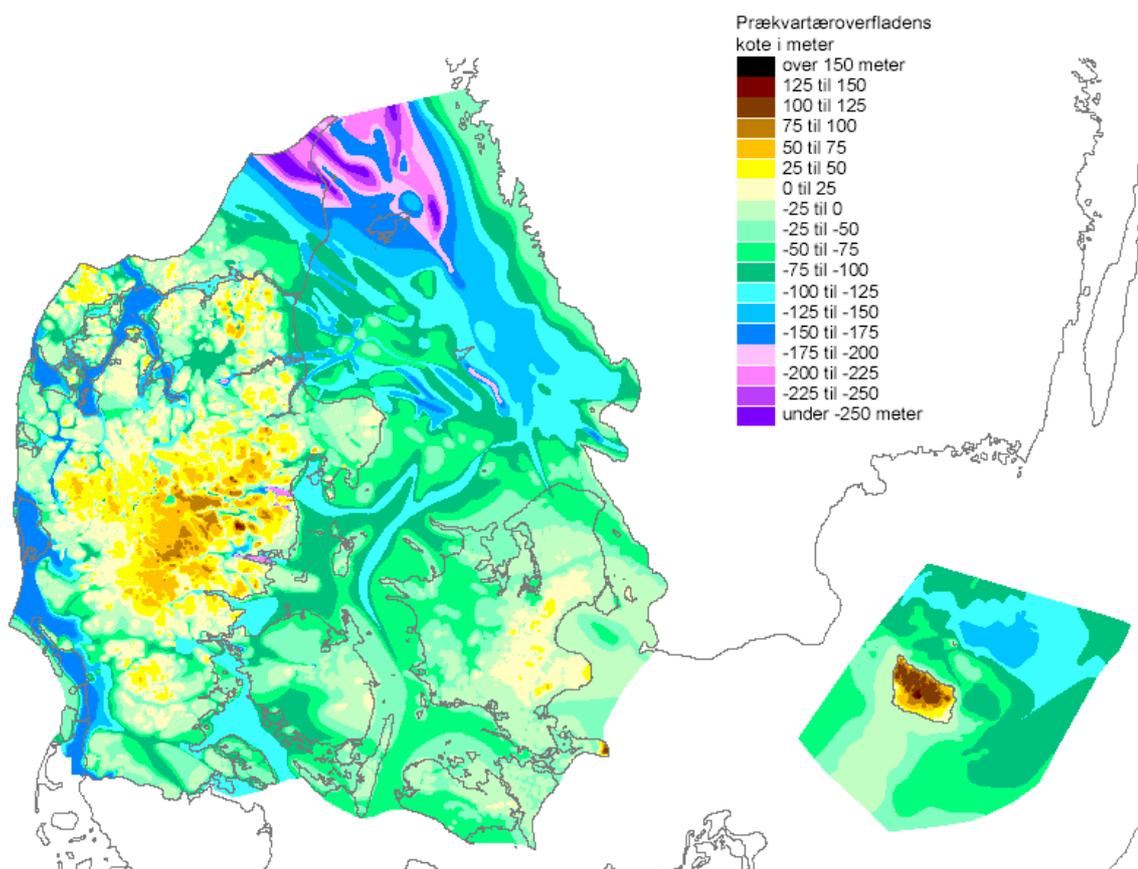
Resultater af projektet

Prækvaltær kort og jordartskort som kortgrundlag

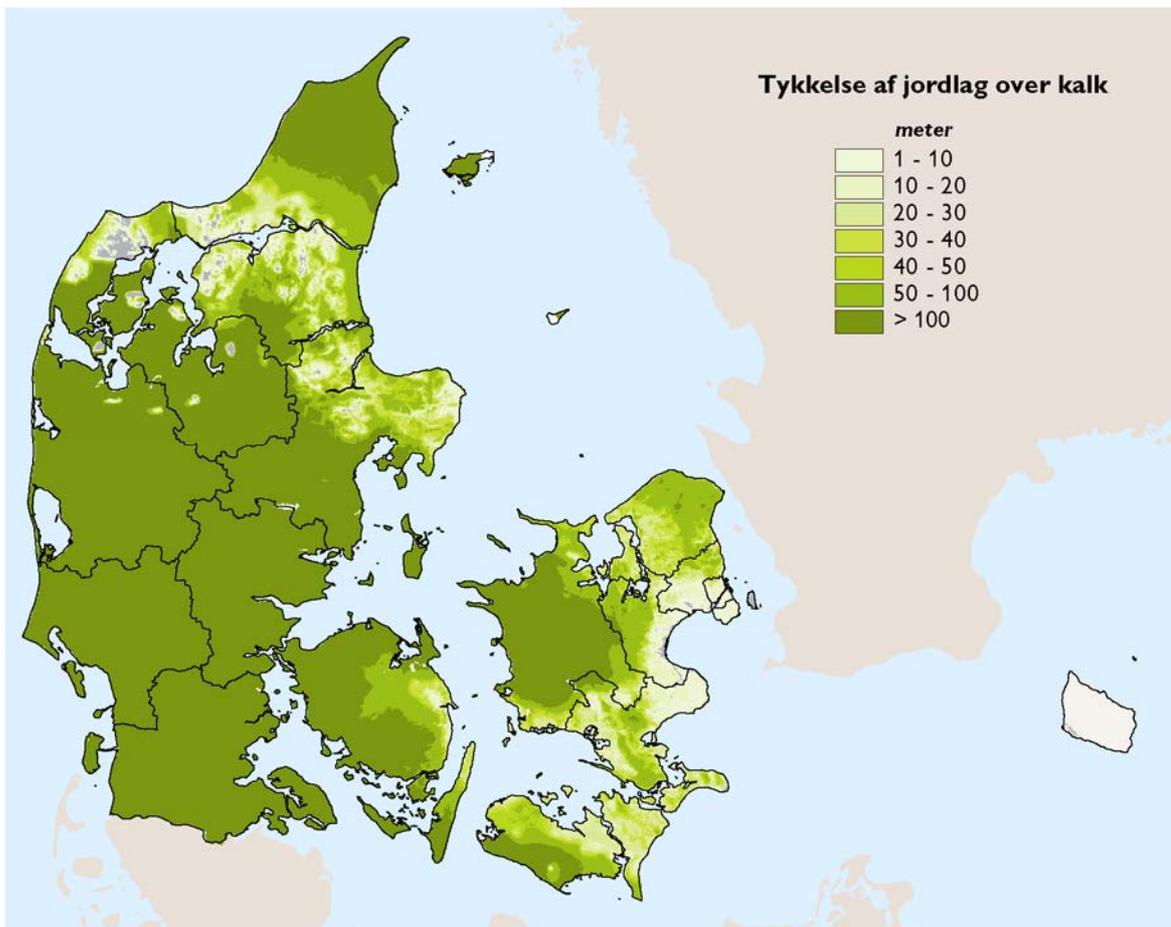
Ved bearbejdning af de indsamlede analyseresultater og de tekniske oplysninger fra de undersøgte anlæg er der anvendt forskellige kortgrundlag ved udarbejdelsen af kortmateriale. Dels er der anvendt almindelige topografiske kort, men der er også anvendt et forsimplet prækvartært kort som viser, hvilke aflejringer der forekommer under de kvartære istidsaflejringer. I nogle dele af Danmark ligger disse aflejringer tæt ved terræn, f.eks. på Stevns hvor den prækvartære kalk kan findes under et tyndt jorddække, mens de prækvartære aflejringer i f.eks. dele af Sønderjylland og i Vestsjælland ligger under mange meter kvartære aflejringer. Figur 11 viser koten for toppen af de prækvartære aflejringer, mens figur 12 viser tykkelsen af jordlagene over kalken.

Der er i enkelte kort også anvendt jordartskort som viser den øverste meter jords sammensætning og dannelsesmåde.

Udbredelsen af forskellige sedimenttyper og dybden til disse er anvendt ved tolkning af udbredelse af f.eks. pesticider.



Figur 11 Kote for de prækvartære aflejringer i Danmark (Binzer & Stockmarr, 1990), Kortet er anvendt til forståelse af årsagerne til pesticidforurening af små vandforsyningsanlæg.

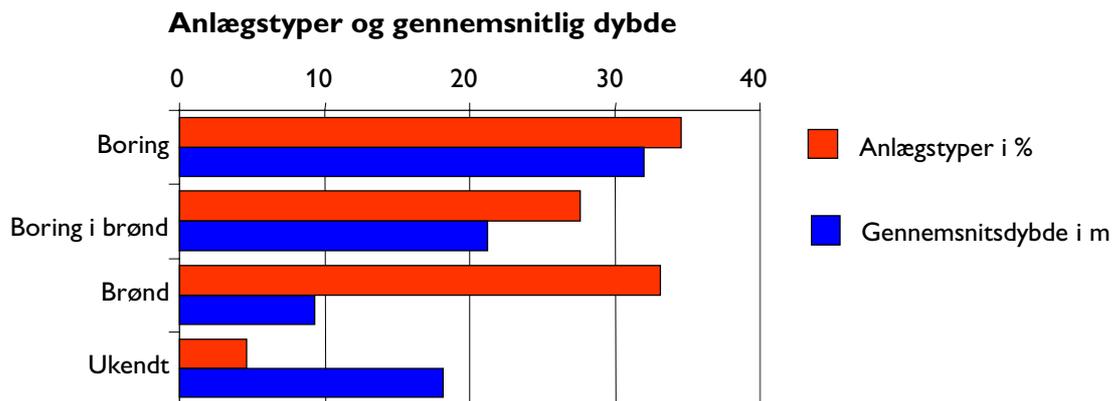


Figur 12 Kort over tykkelsen af sedimenter over kalken. Hvor tykkelsen af lagene over kalken er stor udgør kalken ikke et anvendeligt grundvandsmagasin, især ikke for små vandforsyninger. I store dele af Jylland ligger kalken så dybt at den overhovedet ikke indeholder ferskt grundvand. Her indvindes grundvandet fra kvartære og tertiære sandmagasiner

De udvalgte anlægs fordeling i de 4 amter

35% af de 628 undersøgte anlæg indvinder grundvand fra egentlige boringer, mens 33% indvinder grundvand fra gravede brønde. 28% indvinder grundvand fra boringer, der er sat i bunden af gravede brønde, mens der ikke er oplysninger om anlægstype for ca. 5% af anlæggene, figur 13.

De gravede brønde er i gennemsnit 9 meter dybe, mens boringer sat i bunden af gravede brønde har en gennemsnitlig dybde på ca. 21 meter. Boringerne har en gennemsnitlig dybde på 32 meter, og der er således boringer som har en endog meget stor dybde, se også figur 19.



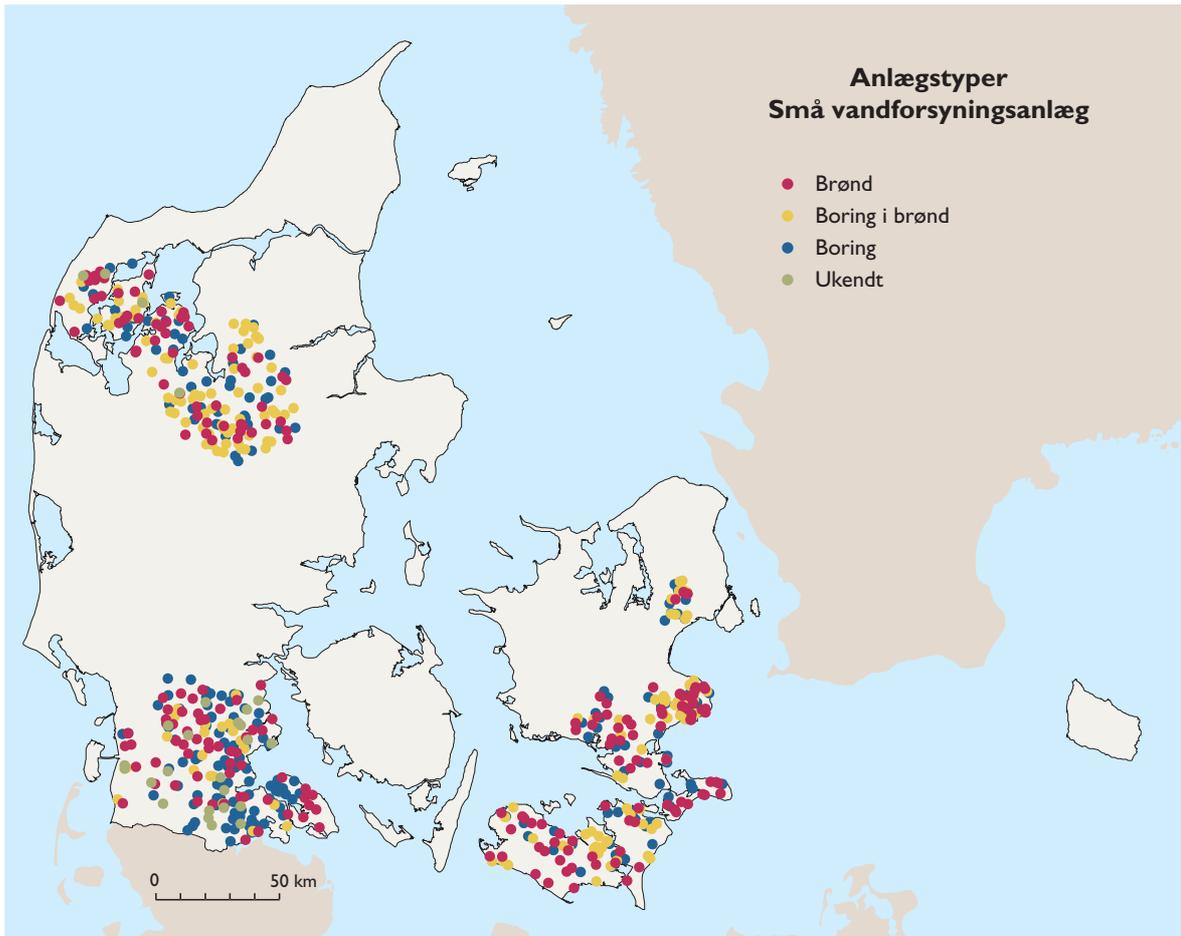
Figur 13 Fordeling af anlægstyper og den gennemsnitlige dybde for de tre anlægstyper.

Tabel 9 Fordeling af anlægstyper i de 4 deltagende amter. N=628.

Amt	København	Storstrøm	Sønderjyll.	Viborg	København	Storstrøm	Sønderjyll.	Viborg
Anlægstype	Antal anlæg				Fordeling i %			
Brønd	4	82	59	63	13,3	41,6	29,8	31
Boring i brønd	14	56	93	55	46,7	28,4	47	27,1
Boring	12	59	23	79	40	29,9	11,6	38,9
Ukendt	0	0	23	6	0	0	11,6	3
Antal i alt	30	197	198	203				

Fordelingen af brønde, borer i brønde og borer er ikke ens i de 4 deltagende amter, tabel 9. I Storstrøms Amt domineres de undersøgte anlæg af brønde (41,6%), mens andelen af borer er størst i Viborg Amt. I Sønderjyllands Amt dominerer borer sat i bunden af gravede brønde. I Københavns Amt er der kun få brønde, men en næsten ligelig fordeling på de to andre kategorier. Grunden til den større forekomst af gravede brønde i Storstrøms Amt er formodentlig, at der i amtet findes store områder med kort afstand fra terræn til opsprækket kalk som under normale forhold indeholder rigeligt grundvand. Den større andel borer i Viborg Amt kan skyldes, at amtet er domineret af sandede aflejringer (hedesletter og glaciofluviale aflejringer) hvor der ofte kan være en tyk umættet zone, og at netop de sandede sedimenter er sårbare overfor nedsivning af nitrat. Det har derfor formodentlig været nødvendigt allerede ved etableringen at bore dybere borer for at undgå et nitratproblem.

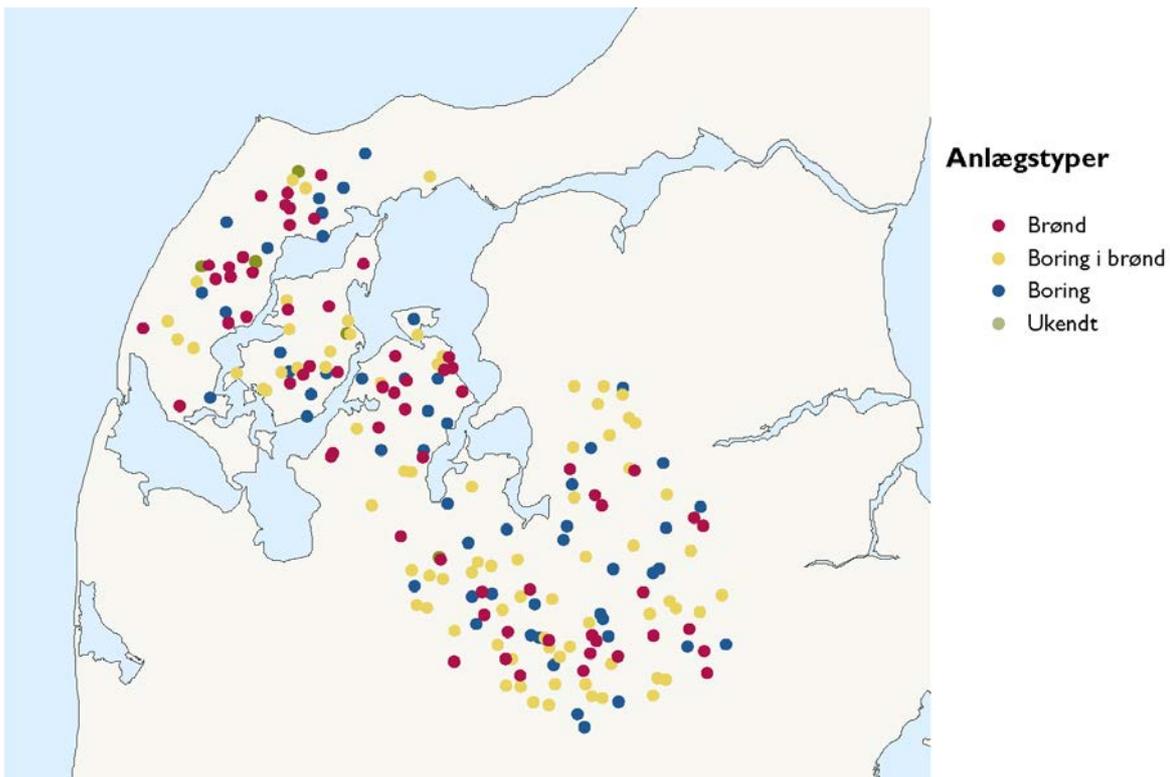
Figur 14 viser fordelingen af anlægstyper i de 4 amter, mens figur 15, 16, 17 og 18 viser fordelingen af anlægstyper i Københavns Amt, Storstrøms Amt, Sønderjyllands Amt og i Viborg Amt. Anlæggene er jævnt fordelt i Storstrøms Amt og i Viborg Amt, mens der i Sønderjylland er undersøgt flest anlæg i den østlige del af amtet. I Københavns Amt er de undersøgte anlæggene placeret i den sydvestlige del af amtet.



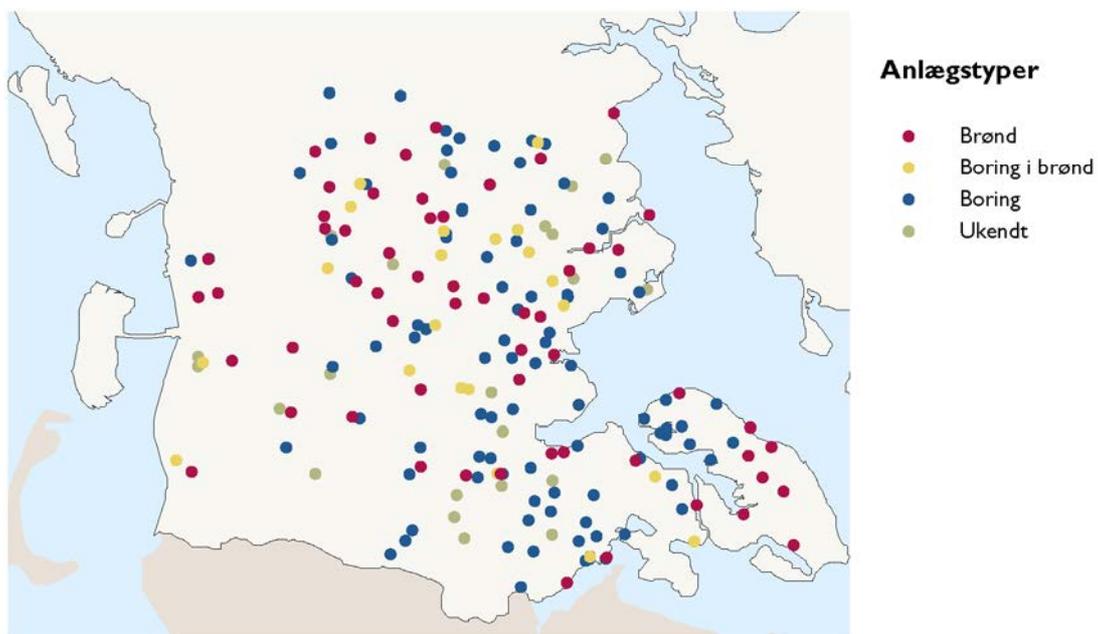
Figur 14 Fordeling af anlæg og anlægstyper i de 4 deltagende amter, Viborg Amt, Sønderjyllands Amt, Københavns Amt og Storstrøms Amt.

Den dybdemæssige fordeling af anlæggene, figur 19, viser, at 40% af de små vandforsyningsanlæg indvinder vand fra mindre end 10 meters dybde, at mere end 60% af anlæggene indvinder højtliggende grundvand fra intervallet 0 til 20 meter under terræn, at 80% af anlæggene indvinder vand fra intervallet 0 til 30 meters dybde, men også at der i enkelte anlæg indvindes grundvand fra dybder større end 60 meter under terræn.

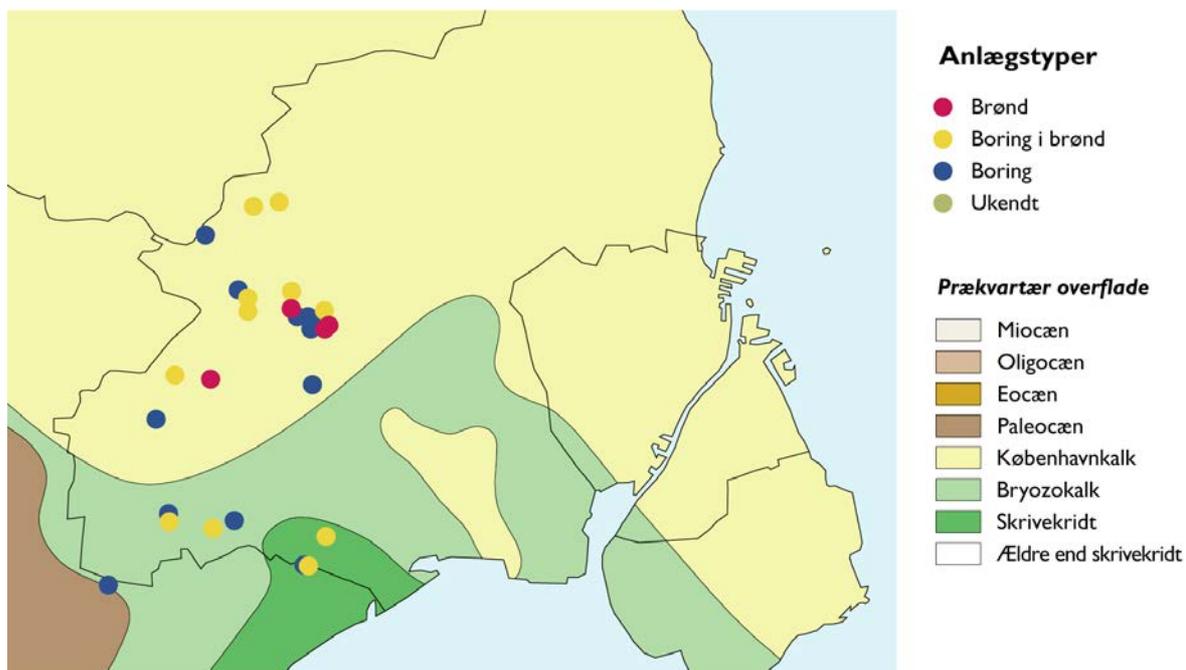
Kortet figur 20 viser en nogenlunde jævn fordeling af dybderne i de fire amter, bortset fra Storstrøms Amt der har en overvægt af brønde/boringer med mindre end 10 meters dybde, især i den østlige og sydlige del af amtet, figur 21.



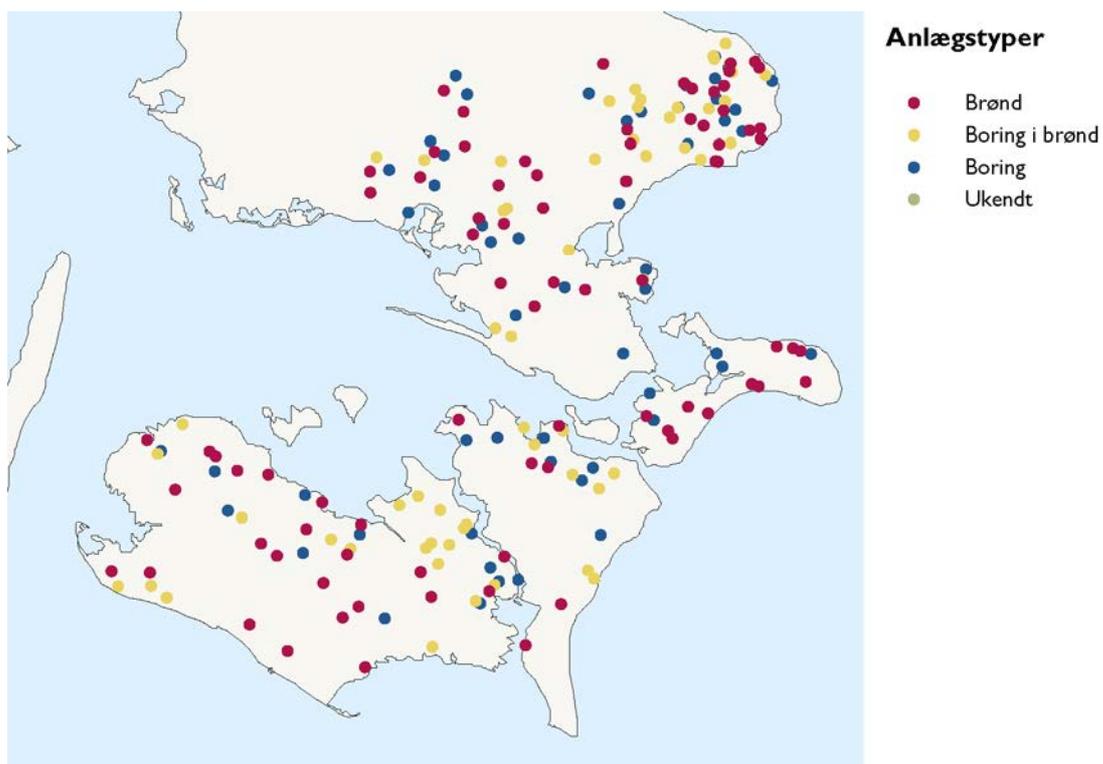
Figur 15 Fordeling af anlæg og anlægstyper i Viborg Amt.



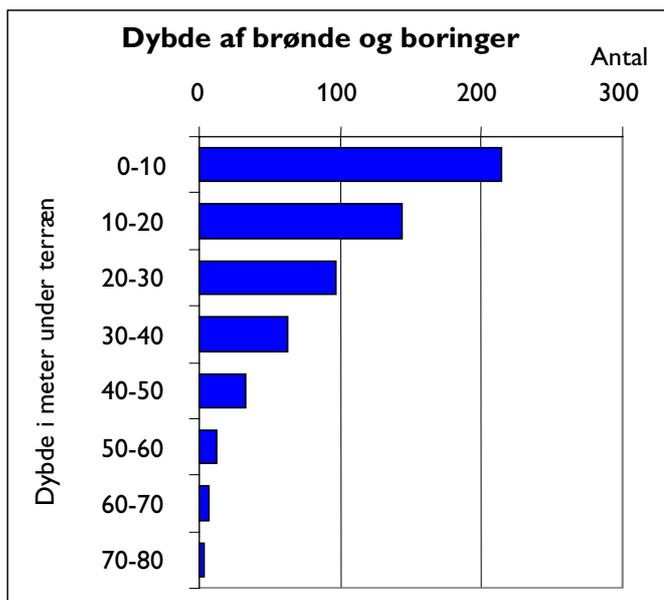
Figur 16 Fordeling af anlæg og anlægstyper i Sønderjyllands Amt.



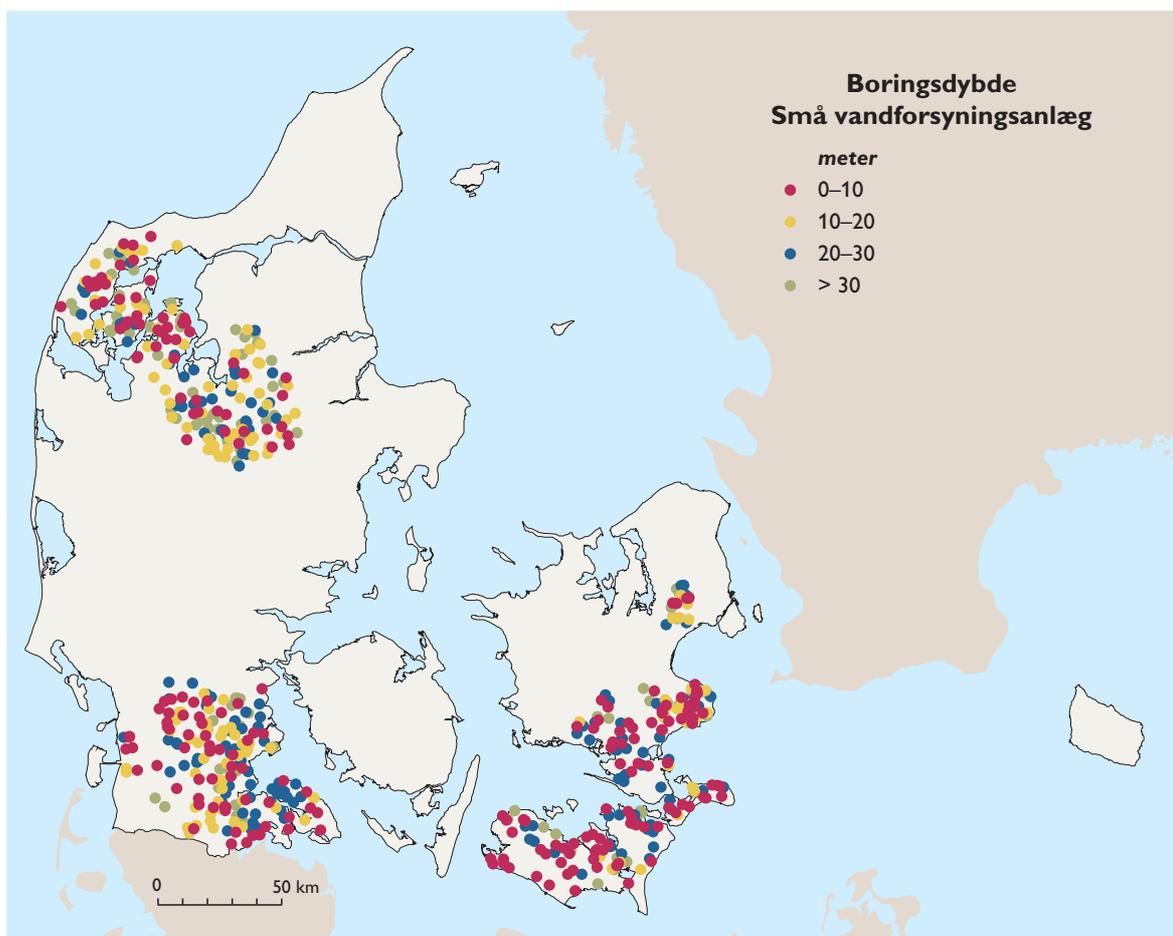
Figur 17 Fordeling af anlæg og anlægstyper i Københavns Amt



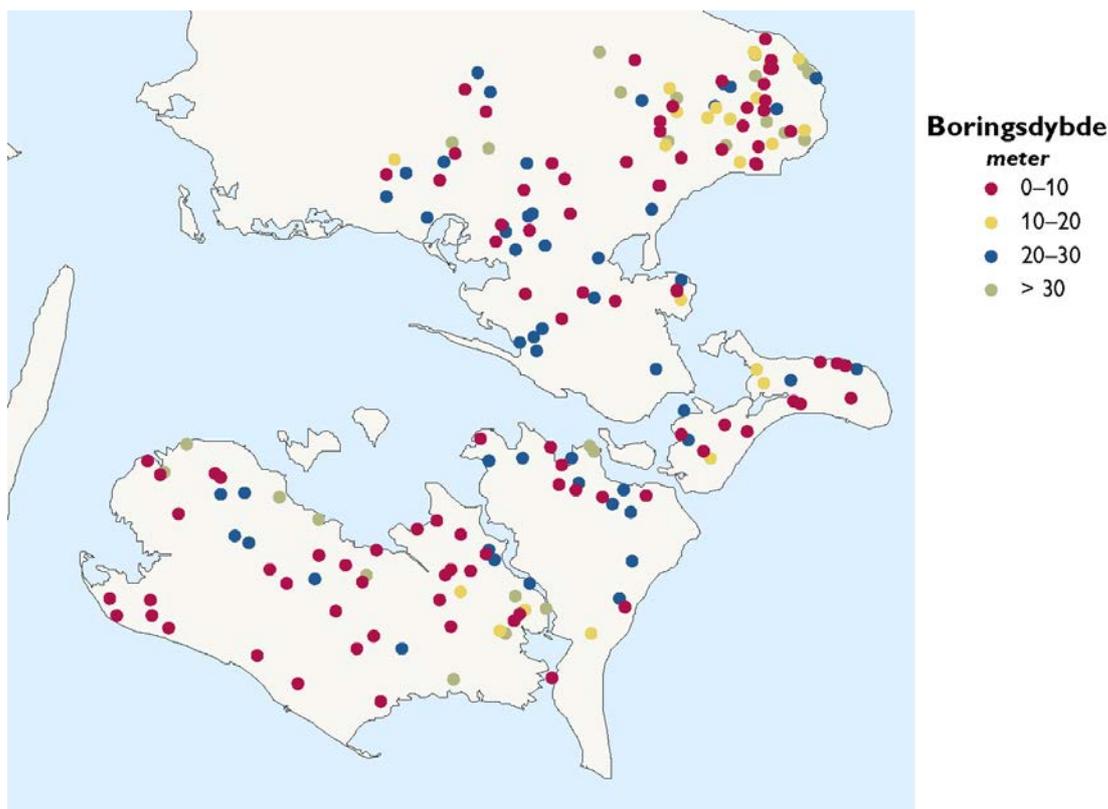
Figur 18 Fordeling af anlæg og anlægstyper i Storstrøms Amt.



Figur 19 Dybdefordeling af brønde og boringer. Dybderne er afstand fra terræn til bund af brønd eller boring. 80% af de undersøgte anlæg indvinder grundvand i intervallet 0 til 30 meter under terræn. I alt 575 anlæg.



Figur 20 Dybde til bund af boringer og brønde. I De enkelte vandforsyningsanlæg er brøndens eller boringens dybde så vidt muligt pejlet. Dybden er angivet i meter under terræn.



Figur 21 Dybde til bund af boringer og brønde i Storstrøms Amt, hvor der er en overvægt af brønde/boringer med mindre end 10 meters dybde, især i den østlige og sydlige del af amtet.

Vandanvendelse og prøvetagningssted

Langt de fleste af de undersøgte vandforsyningsanlæg anvendes til drikkevandsformål, tabel 10. Ca. 97% af anlæggene forsyner enkelte private husholdninger eller op til 9 husstande med drikkevand og med vand til f.eks. landbrugsejendomme, mens ca. 3% af de undersøgte enten er nedlagt i undersøgelsesperioden eller anvendes til f.eks. havevanding.

Vandprøverne er udtaget fra ledningsnettet efter hydroforen og eventuel beluftning og jernfiltrering. 47% af vandprøverne er udtaget fra taphaner i køkkener, 17,7% er udtaget fra haner placeret udendørs og ca. 10% fra haner i bryggere, tabel 11. Der er også udtaget vandprøver fra taphaner placeret i stalde, udhuse og andre steder. Af tabellen fremgår også at vandprøverne udtaget fra haner ikke er ens fordelt i de enkelte amter. F.eks. er ca. 70% af prøverne udtaget fra taphaner i køkkenet i Storstrøms Amt, mens kun 12% er udtaget i køkkenet i Viborg Amt, hvor de fleste prøver er udtaget udendørs eller i tilbygninger.

Der er således tale om drikkevandsanalyser og ikke grundvandsanalyser.

Table 10 Opgørelse af anvendelse i de undersøgte anlæg.

Anvendelse	antal	%
Privat husholdning	304	96,7
Privat husholdning/drikkevand udenfor vandværk	195	
Vandforsyningsboring / nødvandforsyningsboring	96	
Vandværksboring	12	
Brønd	10	3,3
Ikke oplyst	4	
Sløjfet/opgivet/opfyldt boring	3	
Ingen anvendelse	2	
Havevanding	1	
Markvanding/gartneri	1	
Anlæg i alt	628	

Table 11 Sted for prøvetagning. I tabellen er vist hvor i vandforsyningsanlægget de enkelte vandprøver er taget i de 4 amter samt fordelingen for alle de udtagne prøver.

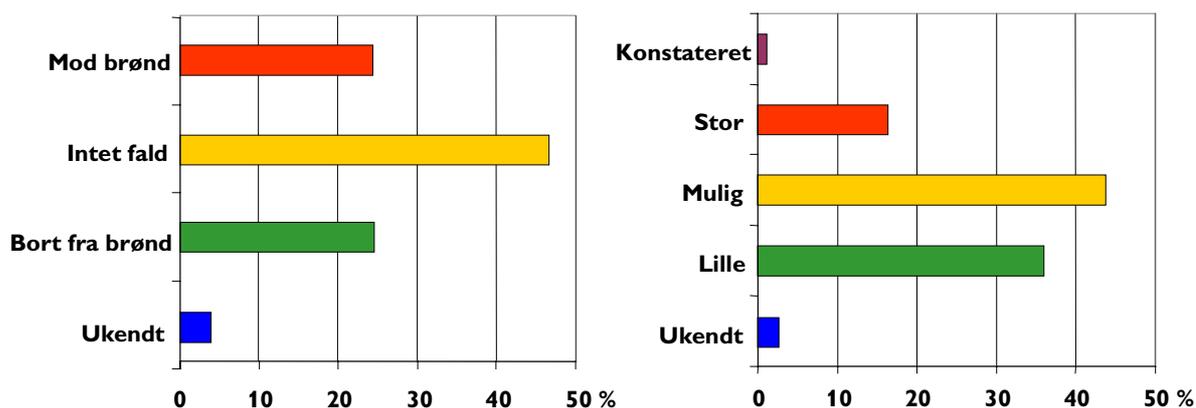
Sted for prøvetagning	København	Storstrøm	Sønderjylland	Viborg	alle 4 amter	
	antal				antal	%
Køkken	9	136	126	24	295	47
Udendørs	9	11	17	74	111	17,7
Bryggers	3	14	30	15	62	9,9
Udhus	4	5	2	32	43	6,8
Stald	0	7	8	19	34	5,4
Andet	5	24	7	33	69	11
Ikke oplyst	0	0	8	6	14	2,2
I alt	30	197	198	203	628	100

Terrænfald ved anlæg og skønnet nedslivningsrisiko.

Alle ejere af vandforsyningsanlæggene blev interviewet før eller samtidig med at der blev indsamlet vandprøver fra anlæggene. Spørgeskemaet som blev anvendt som baggrund for interviewet og til indsamling af tekniske oplysninger fremgår af bilag til nærværende rapport.

Ud over interviewet vurderede amtets prøvetager anlæggets tilstand og terrænforholdene omkring det enkelte anlæg. Ved 47% af de undersøgte anlæg var der intet fald væk fra eller mod brønden/boringen, mens der var et fald væk fra boringen ved 25% af anlæggene. Ved 25% af anlæggene var der et tydeligt fald i terrænet mod indvindingsanlægget, figur 22.

Ved 44% af anlæggene vurderede prøvetageren at der var en mulig forureningsrisiko for direkte forurening fra overfladen, mens der i 16% var en stor risiko for direkte forurening. Dette betyder at ca. 60% af anlæggene alene ved en visuel bedømmelse blev skønnet som mangelfuldt vedligeholdte, eller med anden risiko for direkte forurening. Kun ved 36% af de undersøgte anlæg blev risikoen for forurening bedømt som lille. Desuden var der i 1% af tilfældene allerede konstateret en risiko.



Figur 22 Terrænfald i område ved brønd/boring, (t.v.) og mulig risiko for nedsvivning ved/nær boring/brønd, vurderet ved besøg (t.h.). Små vandforsyningsanlæg. N=628

Efter interviewet med de enkelte ejere blev vandprøverne udtaget til analyse. I tabel 12 er beregnet hvor mange anlæg, der er fundet pesticider i for de to kategorier: ”terrænfald ved anlæg” og ”skønnet forureningsrisiko”. Af tabellen fremgår, at terrænfaldet ved de enkelte anlæg tilsyneladende ikke har nogen betydning for om der findes pesticider i drikkevandet, da der ikke er nogen signifikant forskel på andelen af anlæg med fund af pesticider, hvor terrænfaldet er bort fra anlægget, mod anlægget eller i anlæg uden fald i terræn.

Tabel 12 viser også, at det er svært at vurdere forureningsrisikoen for pesticidforurening ved visuel inspektion. Der er dog fundet en større andel anlæg med pesticidfund i de anlæg som er skønnet til at have en stor forureningsrisiko(72,8%), men selv i anlæg hvor forureningsrisikoen er skønnet til af være lille, er der fundet pesticider i 50% af de undersøgte anlæg.

Det må derfor konkluderes at terrænfald og den visuelle bedømmelse af anlæggene ikke kan anvendes til at identificere anlæg med en særlig forureningsrisiko.

Tabel 12 De undersøgte anlæg opdelt i forhold til terrænfald ved anlæggene og i forhold til den subjektivt skønnede risiko for forurening. I tabellen er medtaget oplysninger om hvilke anlæg der indeholder pesticider.

Terrænfald	Alle anlæg	Anlæg med fund		Forureningsrisiko	Alle anlæg	Anlæg med fund	
		antal	%			antal	%
Bort fra brønd	154	94	61	Lille	223	112	50,2
Intet fald	290	168	57,9	Mulig	272	160	58,8
Mod brønd	153	87	56,9	Stor	103	75	72,8
Ukendt	31	17	54,8	Ukendt	23	13	56,5
				Konstateret forurening	7	6	85,7
Alle anlæg	628	366	58,3	Alle anlæg	628	366	58,3

Pesticider

Med det gennemførte analyseprogram for pesticider og nedbrydningsprodukter er der fundet et eller flere pesticider samt nedbrydningsprodukter i 366 anlæg svarende til 58%. I 223 anlæg var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet, mens 68 anlæg indeholdt mere end 1 µg/l svarende til henholdsvis 35,5% og 10,8% af de undersøgte anlæg, tabel 13.

I Storstrøms amt blev der fundet pesticider i 65,5% af de undersøgte anlæg mens der i de tre andre amter blev fundet pesticider i ca. 55% af anlæggene. Der blev fundet pesticider over grænseværdien for drikkevand i 40,5% af de undersøgte anlæg i Storstrøms amt, mens der i de tre øvrige amter blev fundet ca. 30-34% af anlæggene med overskridelser. I Københavns amt blev der ikke fundet anlæg med et indhold på mere end 1 µg/l, mens der i Storstrøms amt blev fundet 9,5% og i de to andre amter ca. 12% af anlæggene med koncentrationer som oversteg grænseværdien mere end 10 gange.

Tabel 13 Samlet opgørelse over boringer med fund af pesticider i projektet (grænseværdien for pesticider i drikkevand er 0,1 µg/l for enkeltstoffer og 0,5 µg/l for summen af pesticider).

Amt	Boringer	Boringer m. fund		Fund ≥ 0,1 µg/l		Fund ≥ 1 µg/l	
		antal	%	antal	%	antal	%
København	29	16	55,2	9	31	0	0
Storstrøm	200	131	65,5	81	40,5	19	9,5
Sønderjylland	197	104	52,8	65	33	25	12,7
Viborg	202	115	56,9	68	33,7	24	11,9
Alle 4 amter	628	366	58,3	223	35,5	68	10,8

Der blev gennemført 2 udtagninger af vandprøver, tabel 14. I Københavns Amt blev der i 2 runde fundet pesticider i ca. 40% af de udtagne vandprøver, mod ca. 55% i 1. runde. Antallet af overskridelser var dog det samme i begge runder. I Storstrøms Amt blev der i begge runder fundet pesticider i ca. 55% af de undersøgte anlæg, og overskridelser af grænseværdien var ca. 30%. Opgøres anlæg med fund for begge runder ses at 65% indeholdt pesticider, hvilket viser at der dels blev andre fundet anlæg i 2. runde som indeholdt pesticider og at nogle anlæg med fund fra første runde ikke indeholdt pesticider ved 2. prøvetagningsrunde. Da netop de små vandforsyningsanlæg indvinder ungt og højtliggende grundvand er det forventeligt, at grundvandets kvalitet vil variere gennem tid. I Sønderjyllands Amt blev der fundet pesticider i små 50% af de undersøgte anlæg i begge runder, mens grænseværdien var overskredet i 26% i første runde og i 30% i 2. runde. I Viborg Amt blev der ligeledes fundet pesticider i ca. 50% af de undersøgte anlæg i begge runder, og også her var antallet af overskridelser lidt større i 2. runde.

Generelt kan konkluderes, at særligt anlæg med overskridelser og anlæg med fund af høje koncentrationer genfindes i begge runder, mens at pesticider eller nedbrydningsprodukter i anlæg med koncentrationer under grænseværdien i nogle tilfælde ikke genfindes.

Undersøgelsen skønnes at være repræsentativ på landsplan. Dette betyder at der i Danmark formodentlig er ca. 25.000 husstande der forsynes fra små anlæg som overskrider grænseværdien på 0,1 µg/l for pesticider for drikkevand, mens der findes ca. 7.600 husstande der forsynes fra anlæg som overskrider grænseværdien mere end 10 gange. Opgørelsen bygger dog på oplysninger fra BBR registret, og opgørelsen er behæftet med en vis grad af usikkerhed. Der kan derfor både være husstande som ikke er registreret i BBR, eller husstande med anlæg

som er registreret som aktive, men nedlagt. Undersøgelsen tilstræbte en vægtet fordeling af de undersøgte anlægstyper som dog ikke blev opnået i de enkelte amter. Det kan derfor ikke udelukkes at der i nogle regionale områder kan findes en større andel boringer med der indvinder grundvand fra stor dybde, og at disse boringer derfor ikke er så sårbare. Ud af de 628 anlæg er der dog mange som indvinder grundvand fra dybder større end 30 meter.

Resultaterne fra denne undersøgelse er sammenlignelige med resultater fra nogle amternes undersøgelser af et lille antal brøndboringer og med resultater fra det landsdækkende grundvandsovervågningsprogram og fra vandværkernes kontrol af boringer som indvinder højtliggende grundvand. I både overvågningsprogrammet og ved vandværkernes boringskontrol er der således fundet pesticider i 50 til 60% af boringerne der indvinder grundvand fra intervallet 0 til 10 meter under terræn (GEUS 2003, 2002). De indsamlede analyseresultater er således sammenlignelige med analyseresultater fra andre analyseprogrammer.

Tabel 14 Opgørelse af resultater for begge runder i de 4 amter. Hvis der er gennemført mere end to analyser er resultaterne fra disse medtaget under 2. runde. I de enkelte amter er vandprøverne i en række tilfælde udtaget sideløbende (i nogle anlæg er der udtaget vandprøver til 1. runde samtidig med at der er udtaget vandprøver i 2. runde fra andre anlæg), hvilket medfører at nogle af anlæggene er undersøgt med to vandprøver f.eks. om foråret 2002 mens en del er undersøgt om efteråret 2002.

Amt	Boringer	Boringer m. fund		Fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$		Fund $\geq 1 \mu\text{g/l}$	
		antal	%	antal	%	antal	%
Københavns Amt							
begge runder	29	16	55,2	9	31,0	0	
1. Runde	29	16	55,2	9	31,0		
2. Runde	28	11	39,3	9	32,1		
Storstrøms Amt							
begge runder	199	131	65,8	81	40,7	19	9,5
1. Runde	192	108	56,3	66	34,4		
2. Runde	155	86	55,5	46	29,7		
Sønderjyllands Amt							
begge runder	197	104	52,8	65	33,0	25	12,7
1. Runde	195	94	48,2	52	26,7		
2. Runde	193	88	45,6	58	30,1		
Viborg Amt							
begge runder	200	115	57,5	68	34,0	24	11,8
1. Runde	199	97	48,7	55	27,6		
2. Runde	197	104	52,8	60	30,5		
Alle 4 amter	628	366	58,3	223	35,5	68	10,8

Der er fundet en lang række forskellige stoffer i drikkevandet fra de små vandforsyningsanlæg, tabel 15.

Triazinerne: atrazin, simazin, terbuthylazin og nedbrydningsprodukter fra disse er alle fundet hyppigt, og som gruppe er triazinerne den dominerende.

Deethylisopropylatrazin indgik ikke i analyseprogrammet for de private vandforsyningsanlæg, og da resultater fra landovervågningen og grundvandsovervågningen viser, at netop dette stof

Tabel 15 Opgørelse af analyseprogrammet for pesticider på enkeltstof niveau. Skemaet medtager resultater fra begge analyserunder.

	Analyser			Boringer / anlæg			%		Boringer med genfund	Max. konc. µg/l
	antal	med fund	≥0,1 µg/l	antal	med fund	≥0,1 µg/l	Med fund	≥0,1 µg/l		
Atrazin	1.224	183	64	628	110	42	17,5	6,7	69	2,1
AMPA	660	70	24	621	50	21	8,1	3,4	20	5,7
BAM	1.225	448	295	628	259	179	41,2	28,5	180	14
Bentazon	1.225	54	22	628	37	16	5,9	2,5	17	9,8
4CCP	1.225	6	2	628	5	2	0,8	0,3	1	0,83
Cyanazin	1.225	1	0	628	1	0	0,2		1	0,011
2,4-D	1.225	8	1	628	8	1	1,3	0,2	0	0,33
Deethylatrazin	1.225	211	68	628	129	44	20,5	7,0	80	3,8
Deethyl-terbutylazin	1.225	71	11	628	48	9	7,6	1,4	21	1,6
Deisopropyl-atrazin	1.225	251	71	628	157	45	25,0	7,2	92	3,8
Dichlobenil	1.225	46	10	628	34	7	5,4	1,1	12	2,8
2,4-dichlorphenol	1.225	9	2	628	8	2	1,3	0,3	1	0,6
2,6-dichlorphenol	1.225	15	0	628	15	0	2,4		0	0,047
Dichlorprop	1.225	11	5	628	8	4	1,3	0,6	3	1,5
Dimethoat	1.225	3	2	628	1	1	0,2	0,2	1	5,7
Dinoseb	1.225	7	4	628	6	3	1,0	0,5	1	0,61
Diuron	1.225	59	13	628	38	8	6,1	1,3	21	1,2
DNOC	1.225	11	1	628	11	1	1,8	0,2	0	1,8
Ethylthiourea	630	10	3	617	6	3	1,0	0,5	4	1,3
Glyphosat	660	49	9	621	38	8	6,1	1,3	11	5,3
Hexazinon	1.225	24	11	628	15	7	2,4	1,1	9	1,2
Isoproturon	1.225	8	1	628	7	1	1,1	0,2	1	0,15
MCPA	1.225	9	3	628	8	2	1,3	0,3	1	2,7
Mechlorprop	1.225	10	4	628	8	3	1,3	0,5	2	1
Metamitron	1.225	5	0	628	4	0	0,6		1	0,045
Metsulfuron methyl	1.225	2	1	628	2	1	0,3	0,2	0	0,11
Pendimethalin	1.225	1	0	628	1	0	0,2		0	0,054
Simazin	1.225	178	34	628	122	22	19,4	3,5	54	1,4
Terbutylazin	1.225	46	7	628	32	6	5,1	1,0	13	0,29
Triazine-amine	1.225	0	0	628	0	0				
Triazine-amine-methyl	1.225	0	0	628	0	0				

forekommer med en stor hyppighed (ca. 30% i landovervågningen) i det unge højtliggende grundvand, ville stoffet formodentligt også kunne findes hyppigt i de små vandforsyningsanlæg.

Blandt triazinerne er de to nedbrydningsproduktet deisopropylatrazin og deethylatrazin fundet hyppigt i henholdsvis 25 og ca. 20% af de undersøgte anlæg, og med fund over grænseværdien for drikkevand i ca. 7%. At deisopropylatrazin er fundet hyppigst af de analyserede triaziner kan skyldes, at både atrazin og terbutylazin nedbrydes til deisopropylatrazin.

Atrazin anvendes ikke længere i Danmark, mens terbutylazin er godkendt til anvendelse ved bekæmpelse af ukrudt i bl.a. majs.

Terbutylazin er fundet i 5,1% af de undersøgte anlæg og i 1% over grænseværdien, mens nedbrydningsproduktet deethylterbutylazin er fundet i 7,6% af de undersøgte anlæg og i 1,4% over grænseværdien.

Overraskende findes simazin i næsten 19% af de undersøgte anlæg, hvilket ikke er i overensstemmelse med grundvandsovervågningen, hvor simazin kun er fundet i ca. 2% af de undersøgte boringer. Den store fundhyppighed må derfor skyldes at simazin har været anvendt ved ukrudtsbekæmpelse på gårdspladser eller ved bekæmpelse af ukrudt f.eks. i haver under frugttræer eller bærbuske.

BAM blev fundet hyppigst af de undersøgte pesticider og nedbrydningsprodukter, 41% anlæg med fund og 28,5% med fund over grænseværdien for drikkevand. BAM er et nedbrydningsprodukt, som stammer fra nedbrydning af herbiciderne dichlobenil (Prefix og Casoron G) og chlorthiamid (Casoron). Chlorthiamid nedbrydes i jord til dichlobenil. Dichlobenil har været anvendt som granulater ved bekæmpelse af ukrudt på udyrkede arealer, især i bymæssig bebyggelse, på gårdspladser, i plantager og under prydræer og prydbuske i doseringer op til 400 kg/ha med 6,75% aktivstof svarende til 27 kg aktivstof/ha. Dichlobenil blev solgt sidste gang i Danmark i 1997, hvor Miljøstyrelsen forbød anvendelse af stoffet.

Glyphosat og AMPA er fundet særligt i vandprøver udtaget fra anlæg placeret i Storstrøms Amt. Udbredelsen af glyphosat og AMPA beskrives nærmere i afsnittet om den geografisk fordeling af pesticider.

Diuron er fundet overraskende hyppigt i 6,1% af de undersøgte anlæg, men dog kun over grænseværdien i 1,3%. I grundvandsovervågningen og ved vandværkernes boringskontrol er stoffet kun fundet sjældent (1% og 0,4%).

Da stoffet særligt har været anvendt i læhegn, ved frugtbuske og frugttræer, kan anvendelse i haver nær anlæggene formodentlig være en forklaring på de mange fund.

De ”gamle” pesticider som **phenoxy syrerne** dichlorprop, mechlorprop, 2,4-D og MCPA er kun fundet i relativt få boringer svarende til en fundhyppighed på ca. 1% og ca. 0,5% over grænseværdien for drikkevand, i modsætning til overvågning af dybtliggende grundvand, hvor f.eks. dichlorprop og mechlorprop findes i 3 til 4% af grundvandsovervågningsboringerne.

Phenoxy syrerne er i dag enten forbudt eller med reguleret anvendelse, og Miljøstyrelsens regulering afspejles måske i den mindre forekomst af phenoxy syrer i det øverste og yngste grundvand. Phenoxy syrerne er dog også kendt for hurtigt at nedbrydes i iltholdigt grundvand som netop dominerer de undersøgte boringstyper, og phenoxy syrerne ville formodentlig ikke blive anvendt ved sprøjtning af f.eks. gårdspladser.

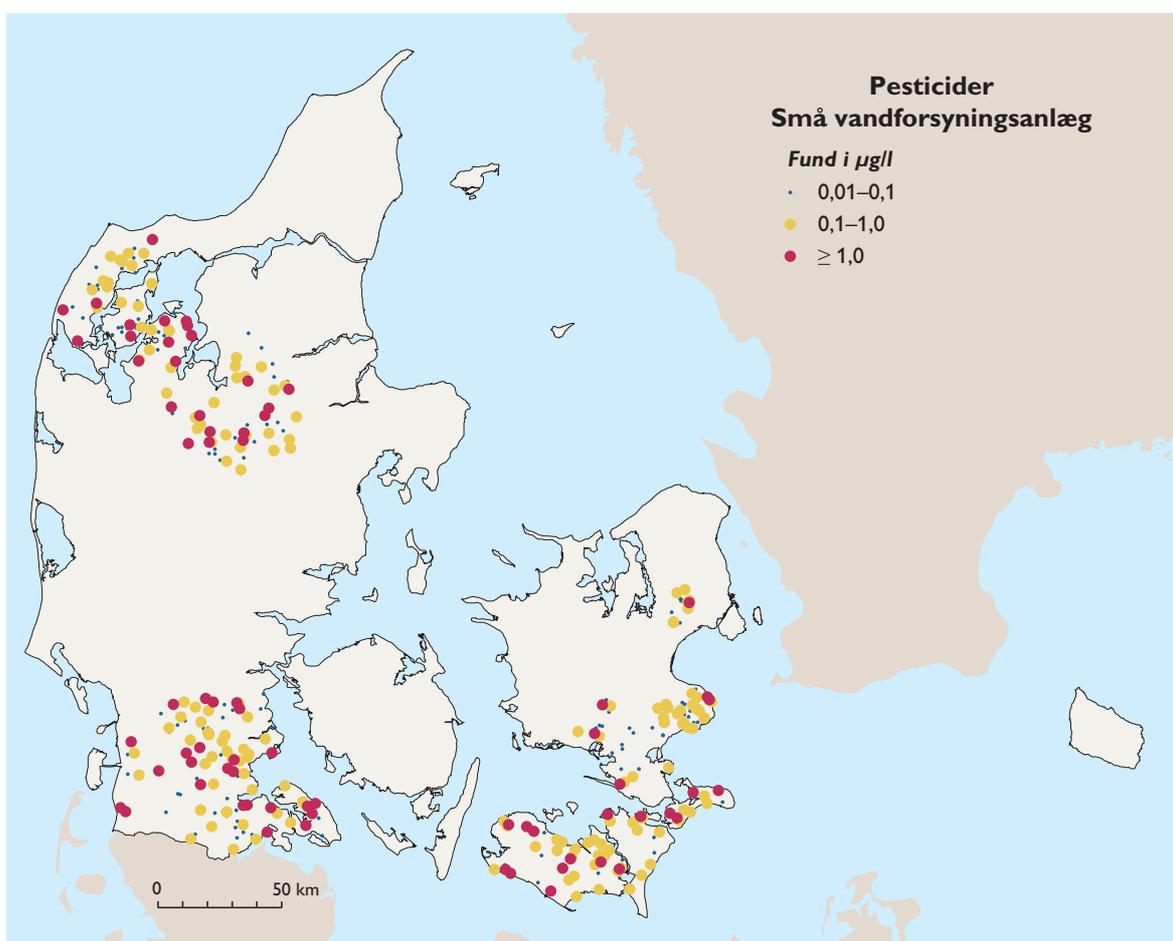
To mulige nedbrydningsprodukter fra phenoxy syrer, 2,4-dichlorphenol og 2,6-dichlorphenol, findes ligeledes kun i få boringer.

Isoproturon er også kun fundet i få anlæg og som for phenoxysyrerne afspejler dette måske, at stoffet ikke har været anvendt i Danmark siden 2000, samt at stoffet kun er anvendt i små mængder i 2000, mens forbruget var stort i perioden før forbuddet.

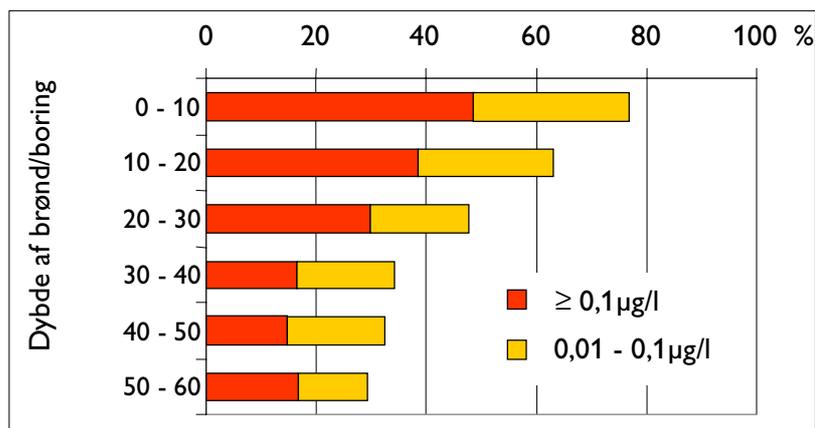
Ethylthiourea (ETU) er et nedbrydningsprodukt fra en række fungicider. ETU er kun fundet i få boringer, hvilket måske viser at moderstofferne ikke har været anvendt i nærheden af indvindingsanlæggene.

Lav-doseringsmidlet **metsulfuron** er kun fundet sjældent, mens de to nedbrydningsprodukter triazine-amine og triazine-amine-methyl ikke er fundet.

Placeringen af ejendomme med pesticidforurened små vandforsyningsanlæg samt koncentrationsintervaller for summen af fundne pesticider og nedbrydningsprodukter fremgår af figur 23. Anlæg med fund af pesticider er generelt fordelt jævnt i de fire amter i forhold til det samlede antal anlæg, men der kan for nogle pesticider og nedbrydningsprodukter findes en fordeling som afspejler jordbundsforhold og geologi. F.eks. findes glyphosat og AMPA næsten udelukkende i områder med moræneler som overlejrer opsprækket kalk, i modsætning til BAM som generelt findes i alle anlæg.



Figur 23 Anlæg med fund af pesticider. Koncentrationen er her den samlede sum af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter.



Figur 24 Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter fra forskellige dybdeintervaller. Intervallerne er opdelt efter dybden af brønde og borer og det grundvand som indvindes stammer derfor altid fra et indtag placeret over bunden af borerne. Der forekommer også enkelte fund(5) fra større dybde end 60 meter under terræn.

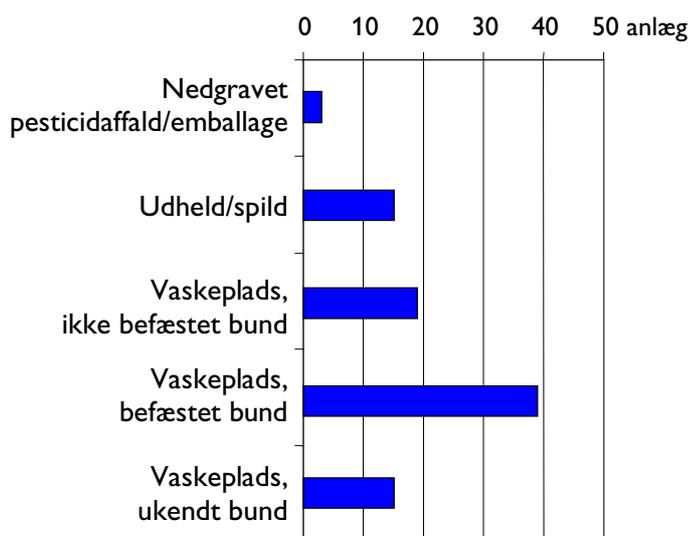
Der findes flest pesticider og nedbrydningsprodukter i de borer og brønde som indvinder drikkevand fra det højtliggende grundvand, figur 24. I intervallet 0 - 10 meter under terræn er der fundet pesticider i næsten 80% af de undersøgte anlæg, hvoraf ca. 50% overskred grænseværdien for drikkevand. Fundhyppigheden falder med stigende dybde men selv i intervallet 50 til 60 meter under terræn er der fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i ca. 30% af de undersøgte anlæg, heraf ca. 17% større end grænseværdien på 0,1 µg/l for pesticider. Der er også fundet 5 anlæg med fund af pesticider som indvinder grundvand fra større dybder.

Pesticidforureningsforhold

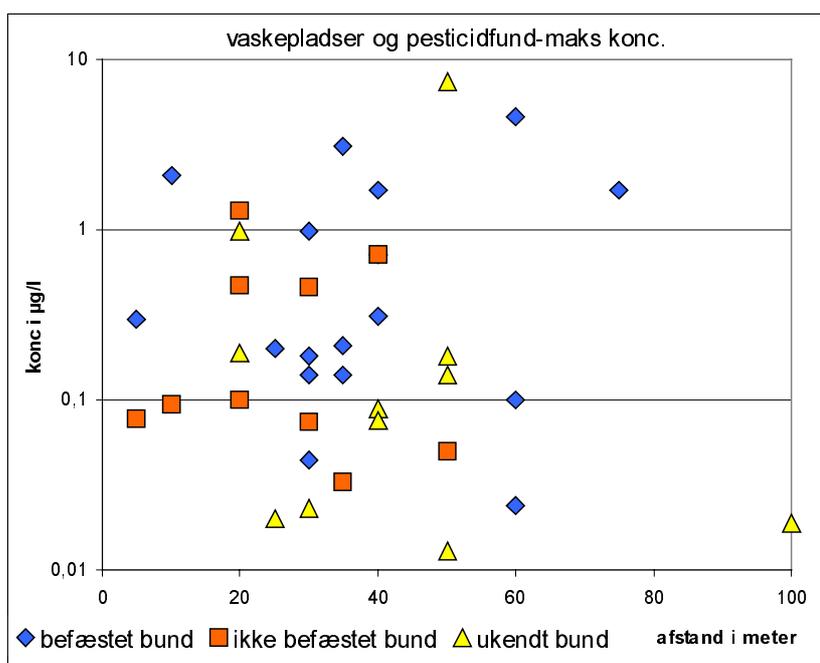
I forbindelse med interviewet med anlægsejerne blev der også indsamlet oplysninger om mulige kilder til pesticidforurening, figur 25. Kun få af ejerne oplyste at der var nedgravet pesticidaffald eller tom emballage nær anlæggene, mens ca. 15 ejere oplyste at der var sket spild eller andre uheld som tilbageløb.

I forbindelse med vaskeplader oplyste ca. 40 ejere at der var etableret vaskeplads med fast bund, mens 20 oplyste at vaskepladserne var uden bund.

Figur 26 viser afstanden fra drikkevandsanlæggets brønd/boring til vaskepladser med fast befæstet bund, uden befæstet bund og med ukendt bund. Der er kun medtaget anlæg, hvor der er fundet pesticider i en eller begge prøvetagningsrunder. Figuren viser, at der ikke er en sammenhæng mellem afstand fra vaskepladser til brønde eller borer og målte pesticidkoncentrationer, samt at der ikke er forskel på hvilken type vaskeplads der er tale om. De fleste af de højeste målte koncentrationer på enkeltstof niveau stammer således fra indvindingsanlæg, hvor ejeren oplyser at vaskepladsen har fast bund.



Figur 25 Mulig kilder til pesticidforurening. Små vandforsyningsanlæg

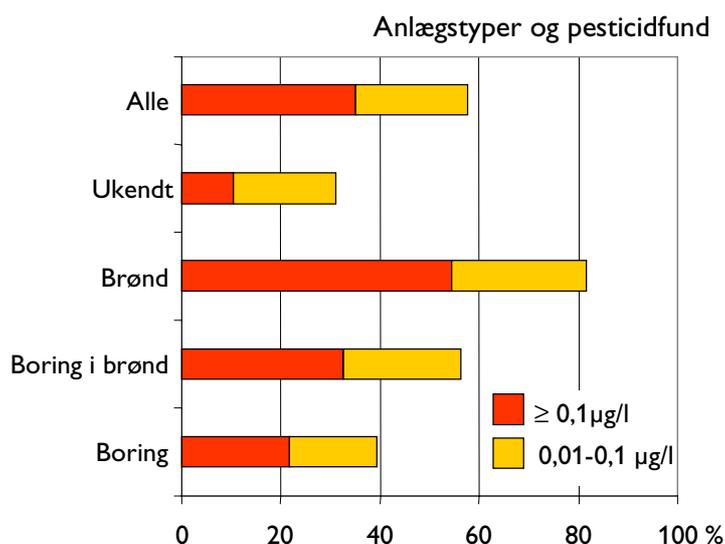


Figur 26 Afstand fra brønd/boring med fund af pesticider til vaskepladser med fast befæstet bund, uden befæstet bund og med ukendt bund.

Fund i forskellige anlægstyper

Der er fundet en klar overvægt af anlæg med fund af pesticider som indvinder grundvand fra gravede brønde, figur 27 og skema 15.

I ca. 82% af de gravede brønde blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, og grænseværdien var overskredet i 55%.



Figur 27 Fordeling af anlægstyper med fund af pesticider, Se også skema 15.

I boringer placeret i bunden af en gravet brønd blev der fundet pesticider i 56% og pesticider over grænseværdien i 32%, mens der i enkeltstående boringer blev fundet pesticider i 39% og pesticider over grænseværdien i ca. 22%.

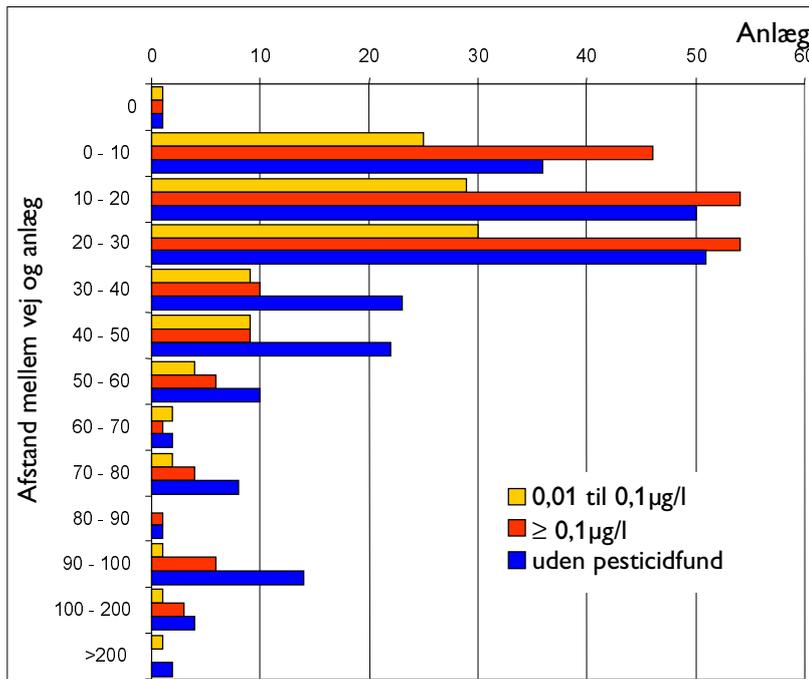
Brønde og boringer i brønde udgør ca. 60% af de undersøgte anlæg, mens antallet af brønde og boringer i bunden af brønde med fund af pesticider udgør ca. 75% af alle anlæg med fund.

En statistisk analyse gennemført vha. principal component analyser (PCA og PLS, multivariat statistiske analyser), hvor alle oplysninger om afstande til vejanlæg, bygninger, vaskepladser etc., beliggenhed, pesticidkoncentrationer, anlægstyper, pesticidkoncentrationer afstand til f.eks. huse, vejanlæg, vaskepladser, koncentrationer af analyserede hovedbestanddele m.m. viste ingen direkte valide statistiske sammenhænge mellem anlæg med pesticidfund og de øvrige indsamlede data.

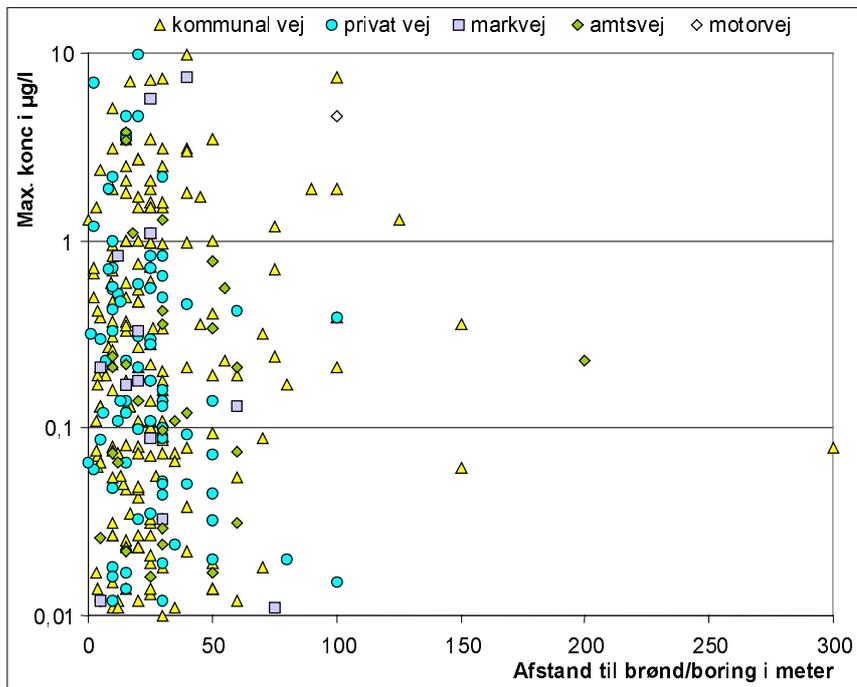
F.eks. findes ingen sammenhæng mellem afstand til *forskellige* typer vejanlæg og målte pesticid koncentrationer. Det ses dog, at hovedparten af anlæggene som overskrider grænseværdien ligger under 30 meter fra et vejanlæg, figur 28. Det er dog forventeligt, da alle undersøgte anlæg ligger i nærheden af en eller flere vejtyper og da det er normalt at placere vandforsyningsanlæg nær beboelse.

Tabel 16 Fund af pesticider fordelt på forskellige anlægstyper. I alt 627 anlæg.

Anlægs type	antal			i %	
	anlæg	m. pesticid fund	≥0,1 µg/l	m. fund	≥0,1 µg/l
Boring	217	85	47	39,2	21,7
Boring i brønd	173	97	56	56,1	32,4
Brønd	208	170	113	81,7	54,3
Ukendt	29	9	3	31	10,3
i alt	627	361	219	57,6	34,9



Figur 28 Antal anlæg med fund af pesticider (0,01 til 0,1 µg/l og ≥ 0,1 µg/l) og anlæg uden pesticidfund i forhold til afstand til vejanlæg.



Figur 29 Afstand fra forskellige vejtyper til boring/brønd og den højeste enkeltstofkoncentration, der er målt i det enkelte anlæg.

Opdeles de registrerede vejanlæg efter 5 kategorier, figur 29, og sammenholdes de målte pesticid og nedbrydningsprodukters koncentrationer med afstanden til de enkelte vejanlægstyper, findes tilsvarende ingen sammenhæng mellem f.eks. faldende koncentrationer og stigende afstand til vejanlæggene.

Anlæggenes beliggenhed og fund af pesticider.

42,5% af de undersøgte drikkevandsanlæg indvinder grundvand fra brønde eller boringer placeret på gårdspladser, mens 29,5% indvinder grundvand fra brønde eller boringer placeret i haver, tabel 17. Der indvindes desuden fra et mindre antal anlæg placeret på marker, i bygninger etc.

Hovedparten af de undersøgte anlæg (72%) er derfor placeret nær bygninger og beboelsesejendomme, på gårdspladser eller i haver. En gennemgang af de udfyldte spørgeskemaer viste, at en del af anlæggene under kategorierne "ikke oplyst" eller "Andet" formodentlig kan placeres i kategorierne "gårdspladser" eller "haver". Det er dog ikke muligt ud fra lokaliseringsskemaer at afgøre den præcise arealanvendelse. Kategorien "skov" omfatter små skovbeplantninger og juletræsplantager. Det fremgår af tabel 17 at de højeste koncentrationer er fundet i anlæg med placering på gårdspladser og i haver, men at de højeste mediankoncentrationer er fundet i anlæg beliggende på gårdspladser og i bygninger, hvor den beregnede mediankoncentration er henholdsvis 0,23 µg/l og 0,14 µg/l.

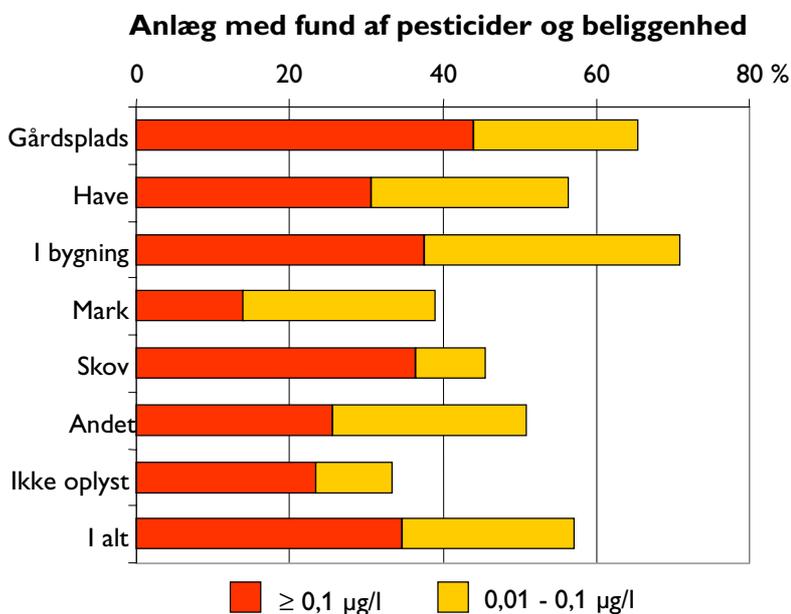
Tabel 17 Anlæggenes beliggenhed på gårdspladser, i haver etc., samt det gennemsnitlige vandforbrug for hver beliggenhedskategori. Desuden er vist antallet af husstande som forsynes fra de enkelte kategorier. Fra en række anlæg foreligger der ikke oplysninger om indvinding (det gælder især for Sønderjyllands Amt) eller om anlæggenes placering. * - Median og gennemsnitlig koncentration er beregnet på grundlag af den maksimale målte koncentration på enkelt stofniveau i hvert anlæg for begge analyserunder.

Anlægs beliggenhed	Antal anlæg	fordeling i %	gennemsnitligt vandforbrug i m ³	Antal husstande	Gennemsnit konc. i µg/l*	Median konc. i µg/l*
Gårdsplads	264	42,5	245	289	0,89	0,23
Have	183	29,5	324	240	0,79	0,11
Mark	36	5,8	2719	56	0,23	0,08
I bygning	24	3,9	921	26	0,24	0,14
Skov	11	1,8	177	13	0,15	0,14
Hegn	1	0,2	-	2		
Ikke oplyst	51	8,2	316	70	0,62	0,31
Andet	51	8,2	708	69	0,61	0,11
Alle anlæg	621	100		765	0,76	0,17

Af tabel 18 og figur 30 fremgår, at den mest udsatte anlægstype for pesticidforurening er placering af indvindingsboringer eller brønde i bygninger eller på gårdspladser. For de to største grupper "gårdsplads" og "have" er der fundet pesticider 66% og i 56% af de undersøgte anlæg, mens grænseværdien var overskredet i henholdsvis 44% og 31%. I kategorien "skov" er der fundet pesticider over grænseværdien i 36%, hvilket formodentlig skyldes at der er tale om juletræsproduktion eller om små områder tæt ved bebyggelse. Ligger boringer og brønde på marker med dyrkningsjord og en intakt biologisk aktiv dyrkningszone findes en mindre andel anlæg med pesticidfund og overskridelser af grænseværdien for drikkevand.

Tabel 18 Anlæggenes beliggenhed og fund af pesticider. Tabellen omfatter anlæg med fund af pesticider og antal anlæg med fund af pesticider over grænseværdien for drikkevand.

Anlæggets beliggenhed	Antal anlæg			Fordeling i %	
	analyseret	med pesticid fund	med fund af pesticider over grænseværdien på 0,1 µg/l	Med fund	≥ grænse værdi
Gårdsplads	264	173	116	66	44
Have	183	103	56	56	31
Mark	36	14	5	39	14
I bygning	24	17	9	71	38
Skov	11	5	4	45	36
Hegn	1	0	-	-	-
Andet	51	26	13	51	25
Ikke oplyst	51	17	12	33	24



Figur 30 Anlæggenes beliggenhed og fund af pesticider.

Fordelingen af anlæg med pesticidfund i forhold til anlæggenes beliggenhed viser, at der ikke er en entydig sammenhæng mellem boringernes placering og risikoen for at anlæggene er forurenet med pesticider. Anlæggenes beliggenhed i forhold til bygninger og gårdspladser viser, at ca. 43% af anlæggene, der er placeret direkte på/eller under en gårdsplads, indeholder pesticider eller nedbrydningsprodukter over grænseværdien, mens ca. 30%, der er placeret i haver, indeholder pesticider eller nedbrydningsprodukter større end grænseværdien for drikkevand.

Man kan derfor ikke med sikkerhed udpege f.eks. gårdspladser som den værste placering, og det er antagelig *alene* ”nærheds” princippet i forhold til bygninger og arealer, hvor pesticider håndteres som spiller en rolle for hyppigheden af fund i de undersøgte vandforsyningsanlæg.

Antal pesticider og nedbrydningsprodukter fundet i anlæggene

Der er fundet op til 13 forskellige pesticider og nedbrydningsprodukter i et enkelt anlæg, og der findes ofte anlæg med mange forskellige forureningsparametre.

I 51 anlæg svarende til 14% af de undersøgte anlæg med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter blev der kun fundet pesticider ved én analyserunde, mens der i 8 anlæg, hvor der kun blev fundet pesticider i én analyserunde, blev fundet pesticider over grænseværdien, svarende til 3,6% af de undersøgte anlæg med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter. Dette betyder, at der i anlæg, hvor der er fundet en overskridelse af grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l, genfindes 96,4% af alle anlæg med overskridelser ved 2 prøvetagninger.

I 26% af de undersøgte anlæg blev der genfundet et enkelt stof i alle analyserunder. Denne gruppe inkluderer dog 10 anlæg (1,6% af samtlige undersøgte anlæg), hvor der kun er udtaget en vandprøve.

I ca. 30% af de undersøgte anlæg blev der fundet mere end gennemsnitlig 4 stoffer pr. runde, mens der gennemsnitlig blev fundet mere end 4 stoffer pr. analyserunde i 47% af alle anlæg med fund af pesticider over grænseværdien.

Den højeste målte koncentration på enkelt stof niveau var 14 µg BAM/l. Beregnes den gennemsnitlige pesticid koncentration for alle stoffer pr. runde er den højeste koncentration 11,9 µg/l, og sum grænseværdien på 0,5 µg/l for drikkevand var overskredet i 116 anlæg svarende til 18,5% af de undersøgte anlæg.

Geografisk fordeling af pesticider

Glyphosat og AMPA

Glyphosat og/eller AMPA er fundet i 8,8% af de undersøgte drikkevandsanlæg og i 3,4% var grænseværdien overskredet, tabel 19. Boringer med fund af glyphosat eller AMPA er dog ikke fordelt ligeligt på de 4 amter, da glyphosat og AMPA kun er fundet i få boringer i Viborg og Sønderjyllands amter, svarende til 5 og 1,5% af de undersøgte anlæg. I Storstrøms Amt er der fundet glyphosat og/eller AMPA i 38 drikkevandsanlæg svarende til 19,7% af de undersøgte 193 anlæg. I Københavns Amt er 28 anlæg analyseret for glyphosat og AMPA og i 3 er et eller begge stoffer påvist, dog under grænseværdien for drikkevand.

Tabel 19 *Glyphosat og AMPA analyser i de 4 amter. Opgørelse af anlæg hvor der er fundet glyphosat/AMPA.*

Glyphosat og AMPA	Anlæg analyseret for glyphosat/AMPA	Anlæg med fund af glyphosat eller AMPA		Anlæg med fund $\geq 0,1$ µg/l	
		antal	%	antal	%
København	28	3	10,7	0	0
Storstrøm	193	38	19,7	15	7,8
Sønderjylland	195	3	1,5	2	1
Viborg	199	10	5	4	2
Alle 4 amter	615	54	8,8	21	3,4

Tabel 20 Gennemsnitlig boringsdybde i de 4 amter og gennemsnit dybde i boringer med fund af glyphosat/AMPA og for boringer hvor grænseværdien for drikkevand var overskredet.

Glyphosat og AMPA	Gennemsnitsdybde alle boringer	Gennemsnitsdybde for fund af glyphosat eller AMPA	Gennemsnitsdybde for boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$
København	27,9	23,5	-
Storstrøm	19,9	16,6	12,3
Sønderjylland	22,4	18,3	14,0
Viborg	20,0	11,6	12,6

Opgøres den gennemsnitlige dybde for alle boringer pr. amt, og sammenholdes denne dybde med gennemsnitsdybden for de boringer/brønde, hvor der er fundet glyphosat/AMPA ses, at boringer med fund generelt indvinder grundvand fra de terrænnære grundvandsmagasiner, og at brønd/boringsdybden for anlæg med fund i Viborg Amt er den mindste. For anlæg med fund større end grænseværdien er det i Storstrøms Amt at brønd og boringsdybden er mindst, tabel 20.

Glyphosat og AMPA er som de andre analyserede pesticider særligt fundet i gravede brønde og i boringer sat i bunden af gravede brønde, henholdsvis i 13,7% og 8,9%, tabel 21.

Grænseværdien var overskredet i henholdsvis 6,9% og 2,4%. I egentlige boringer er der fundet glyphosat eller AMPA i 5,1% og grænseværdien var overskredet i 1,4%.

Den gennemsnitlige brønd/boringsdybde i de gravede brønde både for anlæg med fund over og under grænseværdien er mindre end denne anlægstypes samlede gennemsnitlige dybde. Den mindre gennemsnitlige dybde tyder på, at denne type anlæg er sårbar overfor direkte forurening fra f.eks. gårdspladser, hvor de gravede brønde ofte er placeret.

Den gennemsnitlige dybde for boringer med fund placeret i bunden af gravede brønde er ligeledes mindre sammenholdt med den gennemsnitlige dybde for alle anlæg af denne type.

I boringerne ses denne sammenhæng ikke og dette skyldes formodentlig, at indirekte forurening f.eks. via skorstenseffekt eller andre kortslutninger fra det højtliggende grundvand til de lidt dybereliggende magasiner, kan have en effekt i boringerne.

Tabel 21 Glyphosat og AMPA fund fordelt på anlægstyper. I tabellen er også vist den gennemsnitlige dybde af brønd/boring med fund af enten glyphosat eller AMPA og med fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ (grænseværdien for drikkevand).

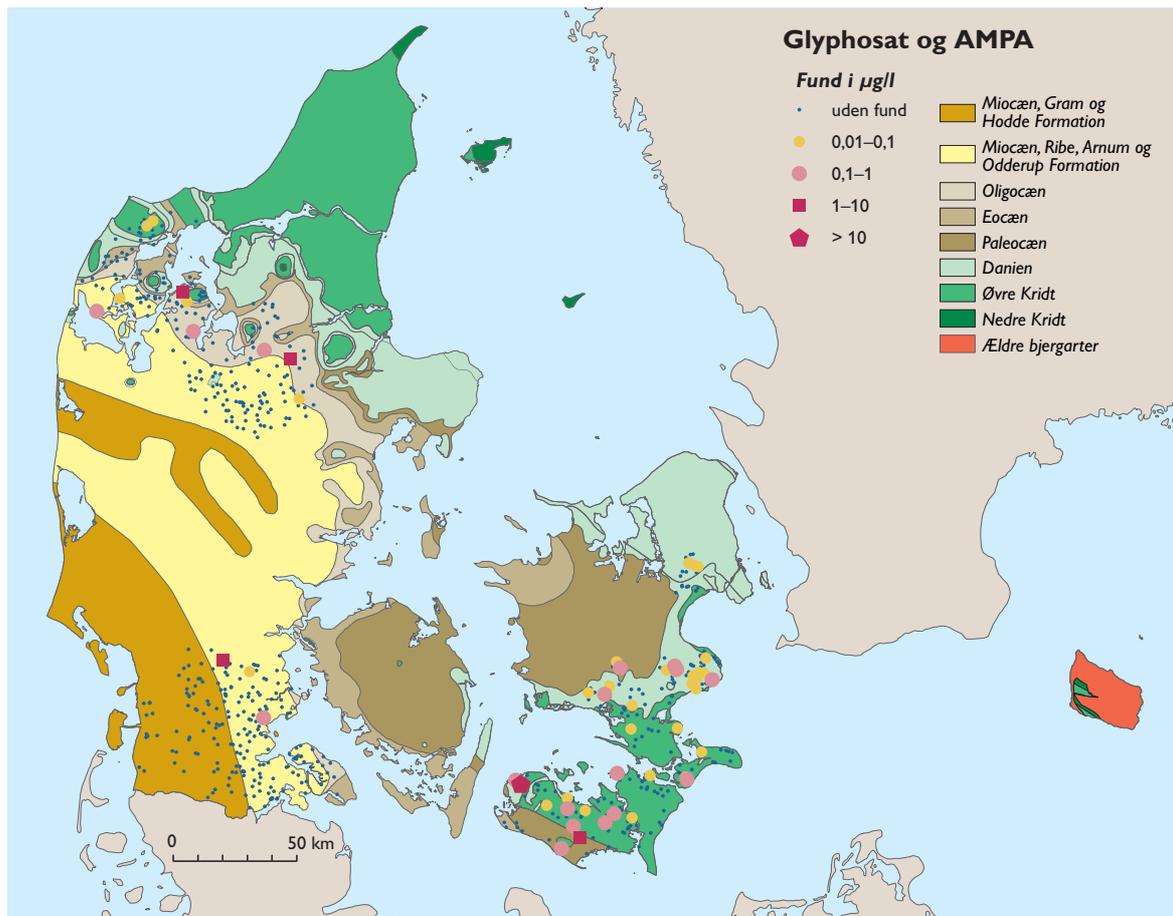
Glyphosat eller AMPA	Anlæg med glyphosat / AMPA analyse					Gennemsnitlig dybde i meter		
	Analyse	Fund		Fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$		Alle	Med fund	Med fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$
		antal	%	antal	%			
Boring	215	11	5,1	3	1,4	32,1	31,4	32,8
Boring i brønd	169	15	8,9	4	2,4	21,3	17,7	15,6
Brønd	204	28	13,7	14	6,9	9,3	9,8	7,3
Ukendt type	27	0	0	0	0	18,7	-	-
Alle anlæg	615	54	8,8	21	3,4			

Fordelingen af glyphosat og AMPA fund i de fire amter, figur 31, viser at glyphosat og AMPA i overvejende grad er fundet i områder, hvor der indvindes grundvand fra højtliggende kalk. Figur 32 viser fordelingen af fund i Storstrøms Amt og i Københavns Amt, mens figur 33 viser Stevns området med jordartskort som baggrund. Langt hovedparten af anlæggene med fund ligger i områder, hvor den højtliggende kalk er dækket af moræneler.

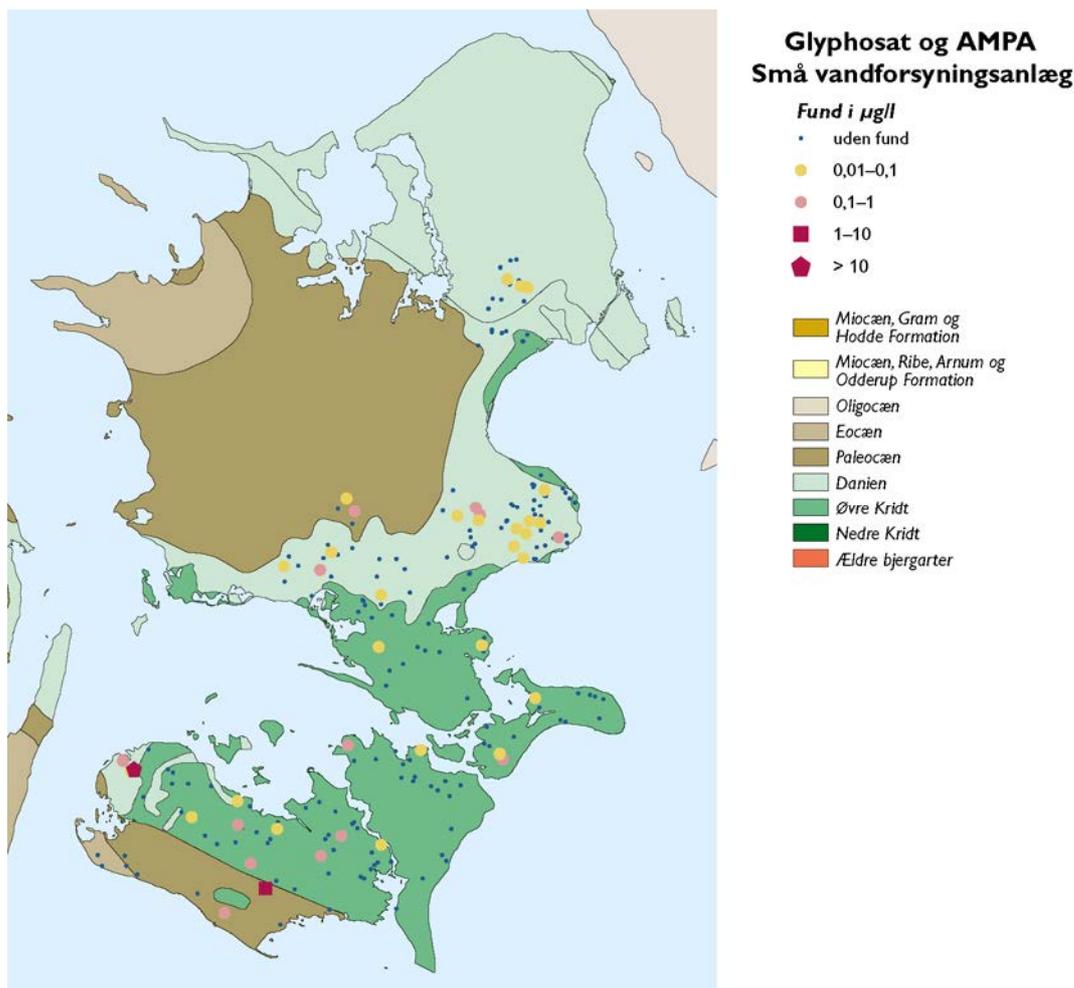
Figur 34 viser fund af glyphosat/AMPA i Viborg Amt, mens figur 35 og 36 viser fordelingen af henholdsvis glyphosat og AMPA som enkeltstoffer i de 4 amter.

Da glyphosat bl.a. anvendes til bekæmpelse af ukrudt på befæstede arealer, ville man kunne forvente at anlæggenes sårbarhed overfor en direkte forurening fra terræn eller ved nedsivning gennem de øverste jordlag ville være den samme på landsplan. Dette er imidlertid ikke tilfældet, og en sammenligning med udbredelsen af BAM, hvor moderstoffet dichlobenil udelukkende har været anvendt ved bekæmpelse af ukrudtsmidler på befæstede arealer, herunder gårdpladser, viser at BAM findes omtrent ligeligt fordelt i de 4 amter, figur 37 og tabel 22. BAM er således fundet i 45,7% af de analyserede borer i Storstrøms Amt heraf 30,7% over grænseværdien og i 43,1% af anlæggene i Viborg Amt, heraf i 27,7% over grænseværdien. I Sønderjyllands Amt er BAM fundet i 35% af de analyserede brønde og borer, men antallet af overskridelser af grænseværdien ligger tæt på gennemsnittet for de 4 amter.

Da BAM er et mobilt stof, som kun i ringe grad sorberes, viser udbredelsen af BAM, at glyphosat/AMPA's fysiske og kemiske egenskaber må spille en rolle for udbredelsesmønsteret.



Figur 31 Glyphosat og AMPA fund på i de 4 amter. Baggrundskortet viser de prækvartære aflejringer ved basis af kvartæret.



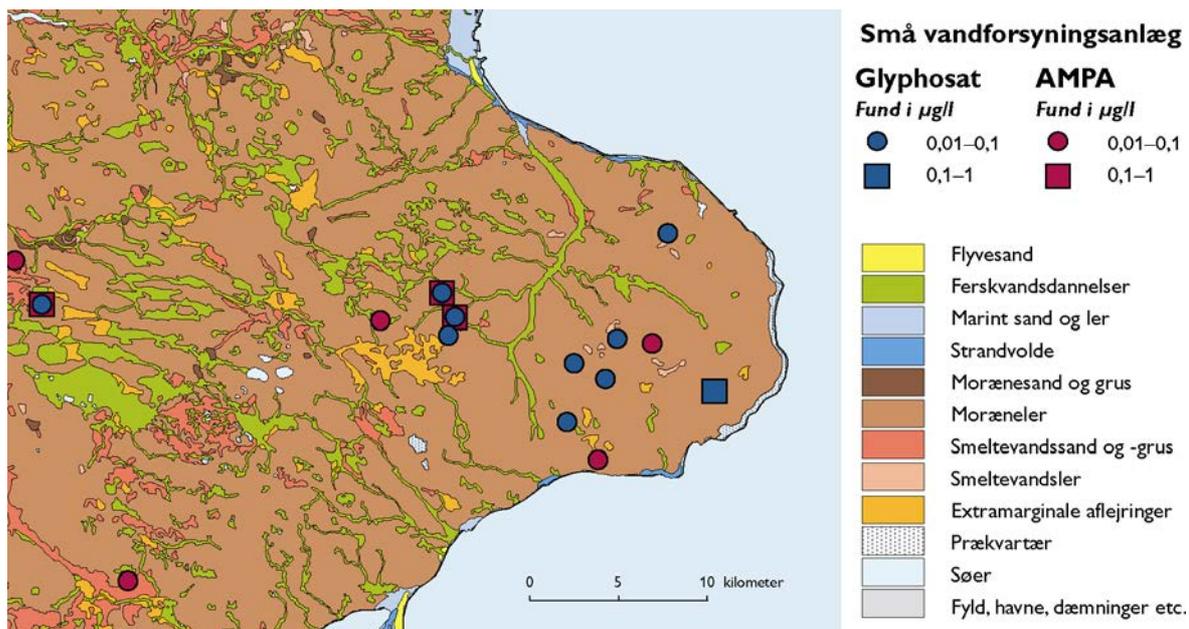
Figur 32 Fund af glyphosat og AMPA i Storstrøms amt og i Københavns amt.

Den markante overrepræsentation i Storstrøms Amt må derfor skyldes de lokale geologiske forhold, hvor et tyndt lerdække med sprækker overlejrer højtliggende kalk, hvorfra der indvindes grundvand fra den øvre del af kalken. Den øvre del af kalken er oftest gennemsat af sprækker hvor nedsivningsvandets indhold af kuldioxid gennem årtusinder delvis har opløst kalken i de områder, hvor grundvandet strømmer.

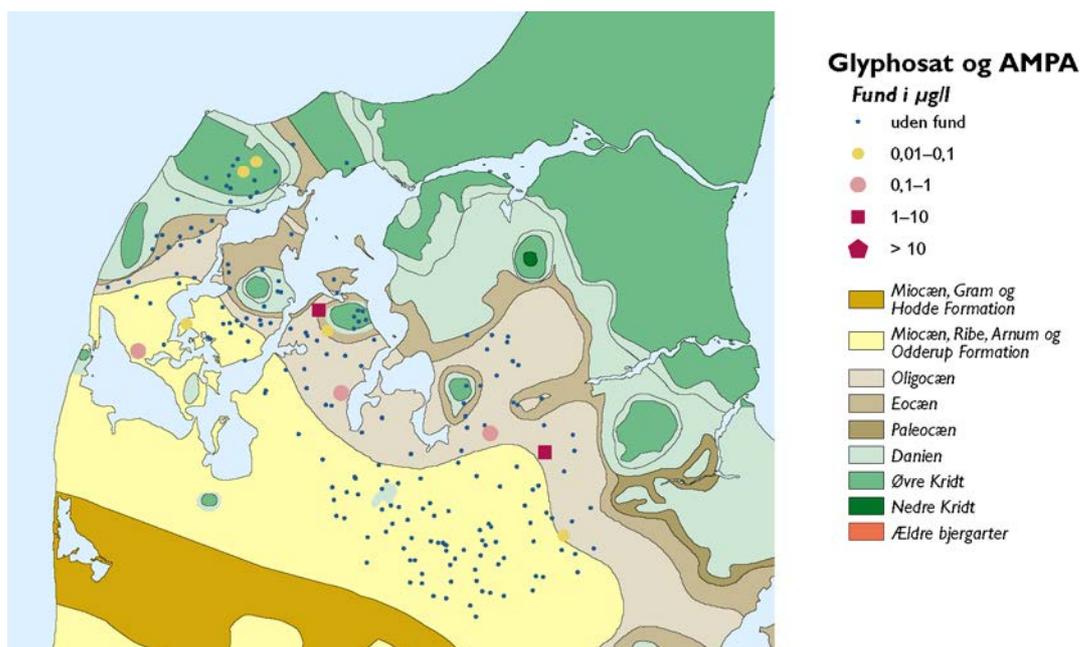
Ved indvinding af grundvand fra opsprækket kalk strømmer hovedparten af det indvundne grundvand netop gennem sprækkerne, og der trækkes ungt og højtliggende grundvand ned fra de allerøverste dele af grundvandsmagasinerne, enten gennem makroporer eller gennem sandlinser mellemljret den opsprækkede moræneler. Tilsvarende strømningsmønstre er beskrevet i varslingsprogrammet, Kjær et. al., 2003.

Enkelte af glyphosat og AMPA fundene i Viborg Amt kan er muligvis også knyttet til sprækkedannelser i kalkbjergarter der er presset op nær overfladen over eller omkring salt diapirer (Salling).

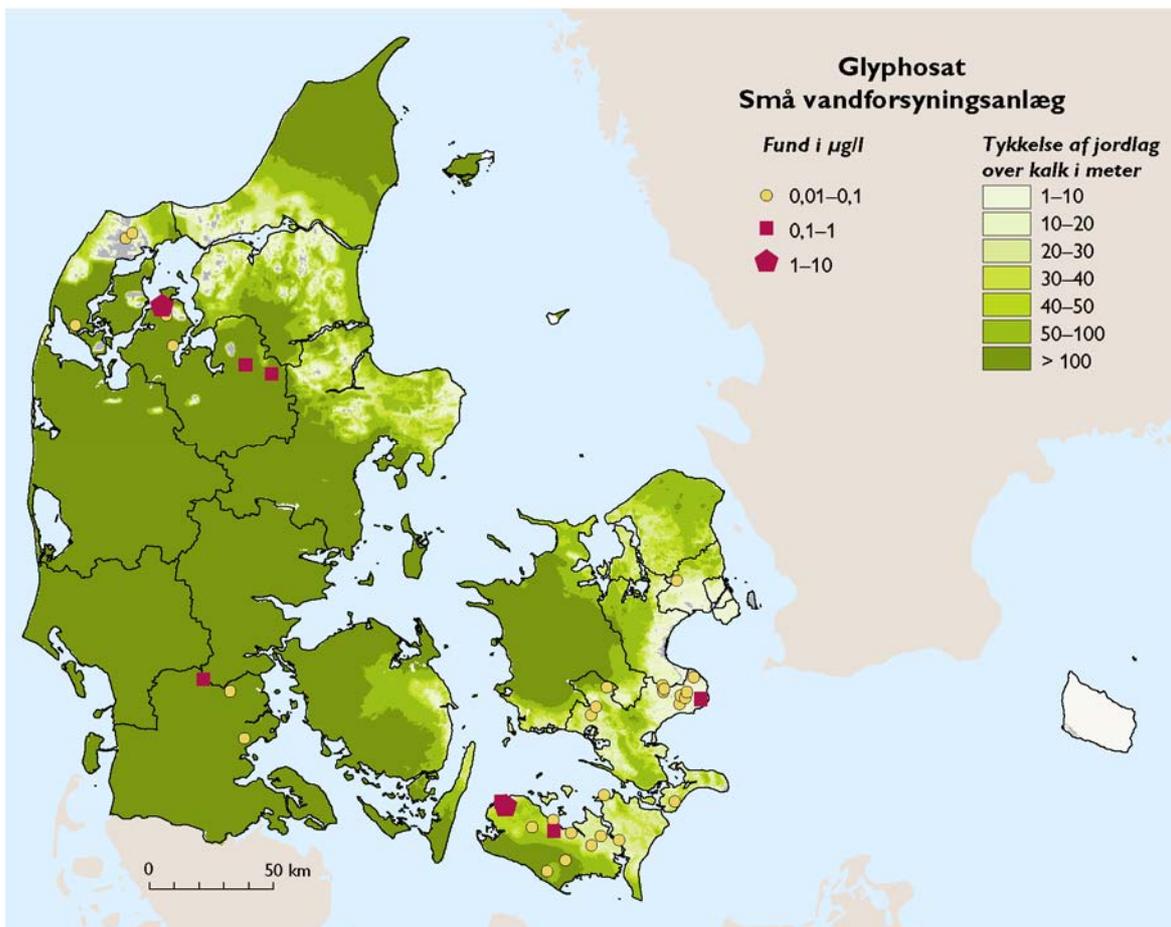
De øvrige fund i områder i Storstrøms Amt, Viborg Amt og i Sønderjyllands Amt kan dels skyldes en direkte forurening ved nedsivning fra f.eks. behandlede gårdspladser, eller at der trækkes ungt højtliggende grundvand ind i brønde og boreriger ved indvinding af grundvand.



Figur 33 Glyphosat og AMPA fundet i små vandforsyningsanlæg på Stevns. Baggrund er jordartskort med de øverste geologiske lag.



Figur 34 Glyphosat og AMPA i borerundersøgt i Viborg Amt.



Figur 35 Fund af glyphosat i de 4 amter. Baggrundskortet viser tykkelsen af sedimenter over kalkoverfladen.

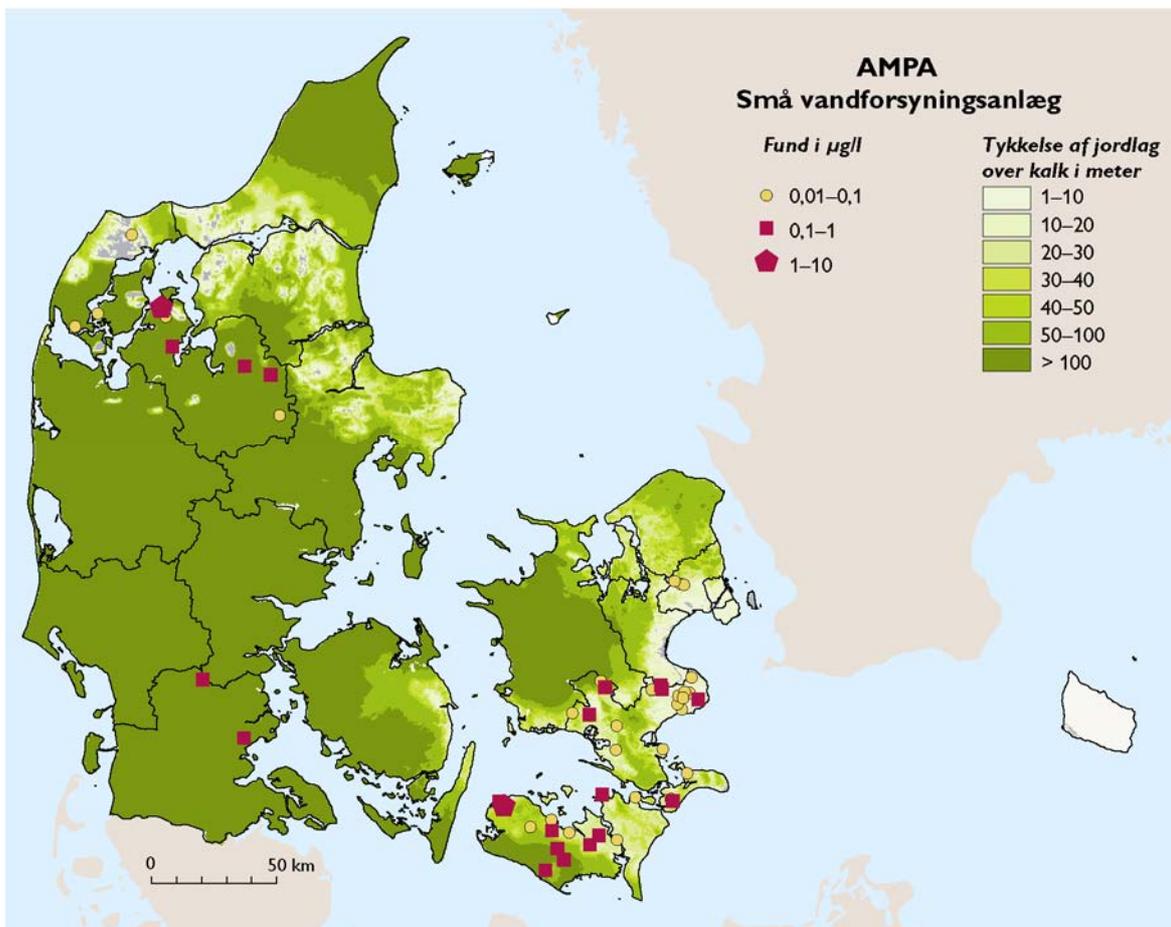
De mange fund af glyphosat og AMPA i boreriger sat i bunden af gravede brønde kan også skyldes en direkte forbindelse fra grundvandet i de gravede brønde til borerigerne, enten p.g.a. utæthed i borestammer, langs disse eller fordi borestammerne er afsluttet under vandspejlet i de gravede brønde uden tæt forerørsafslutning.

Glyphosat har ifølge interviewskemaerne været anvendt i nærheden af 229 anlæg svarende til 37% af de 628 undersøgte.

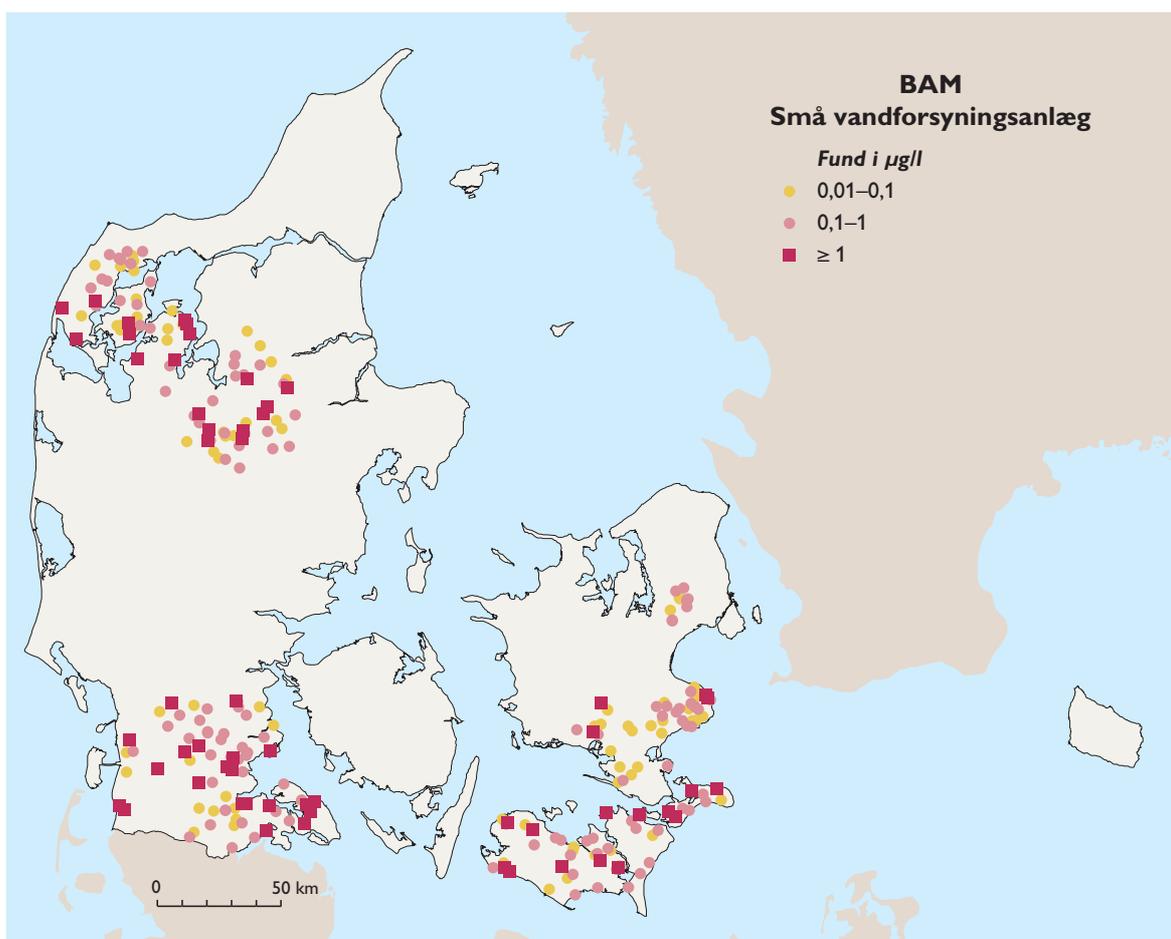
Opgøres disse anlæg pr. amt findes, at der i Storstrøms Amt er anvendte glyphosat ved 31% af de undersøgte anlæg. I Sønderjyllands og i Viborg Amter er glyphosat anvendt ved henholdsvis 43% og 38% af de undersøgte anlæg, mens der i Københavns Amt er anvendt glyphosat ved 20% af anlæggene. Anvendelsesmønstret for glyphosat kan derfor ikke anvendes til at forklare den hyppigere forekomst af glyphosat i Storstrøms Amt.

Sammenholdes de 54 anlæg, hvor der er fundet glyphosat eller AMPA, med de 229 anlæg, hvor der er oplyst anvendelse af glyphosat i nærheden af anlægget, findes 23 anlæg, hvor der både er oplysninger om brug af glyphosat og konstateret fund af et eller begge stoffer.

Ud af disse 23 anlæg ligger de 14 i Storstrøms Amt, 7 i Viborg Amt og 2 i Sønderjyllands Amt.



Figur 36 Fund af glyphosats nedbrydningsprodukt, AMPA, i de 4 amter. Baggrundskortet viser tykkelsen af sedimenter over kalkoverfladen.



Figur 37 Anlæg med fund af nedbrydningsproduktet BAM, (2,6-dichlorbenzamid).

Tabel 22 Fordeling af BAM fund i de 4 amter.

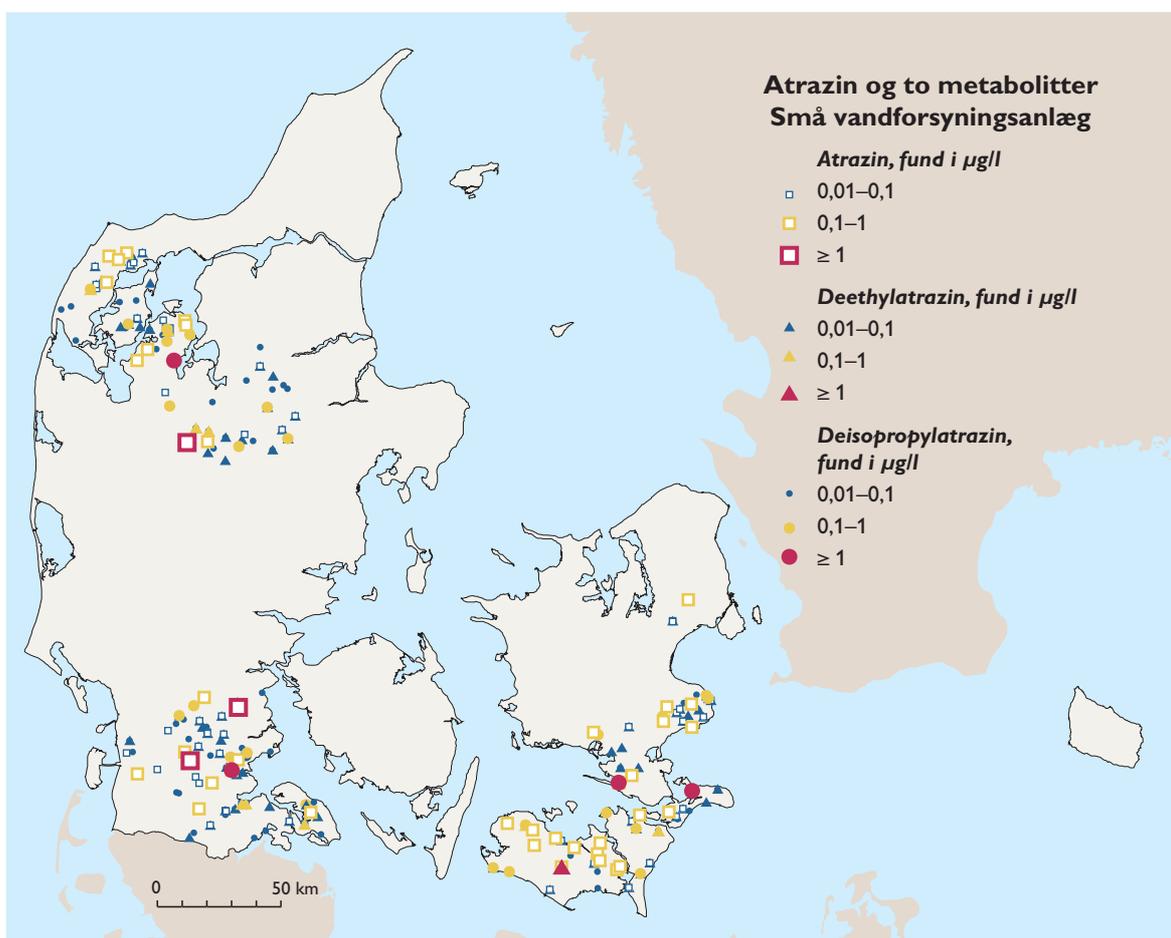
BAM	Brønde/boringer undersøgt	Brønde/boringer med fund		Brønde/bor. fund $\geq 0,1\mu\text{g/l}$	
		Antal	%	Antal	%
Københavns Amt	30	12	40	8	26,7
Storstrøms Amt	199	91	45,7	61	30,7
Sønderjyllands Amt	197	69	35	54	27,4
Viborg Amt	202	87	43,1	56	27,7
Alle 4 amter	628	259	41,2	179	28,5

Triaziner

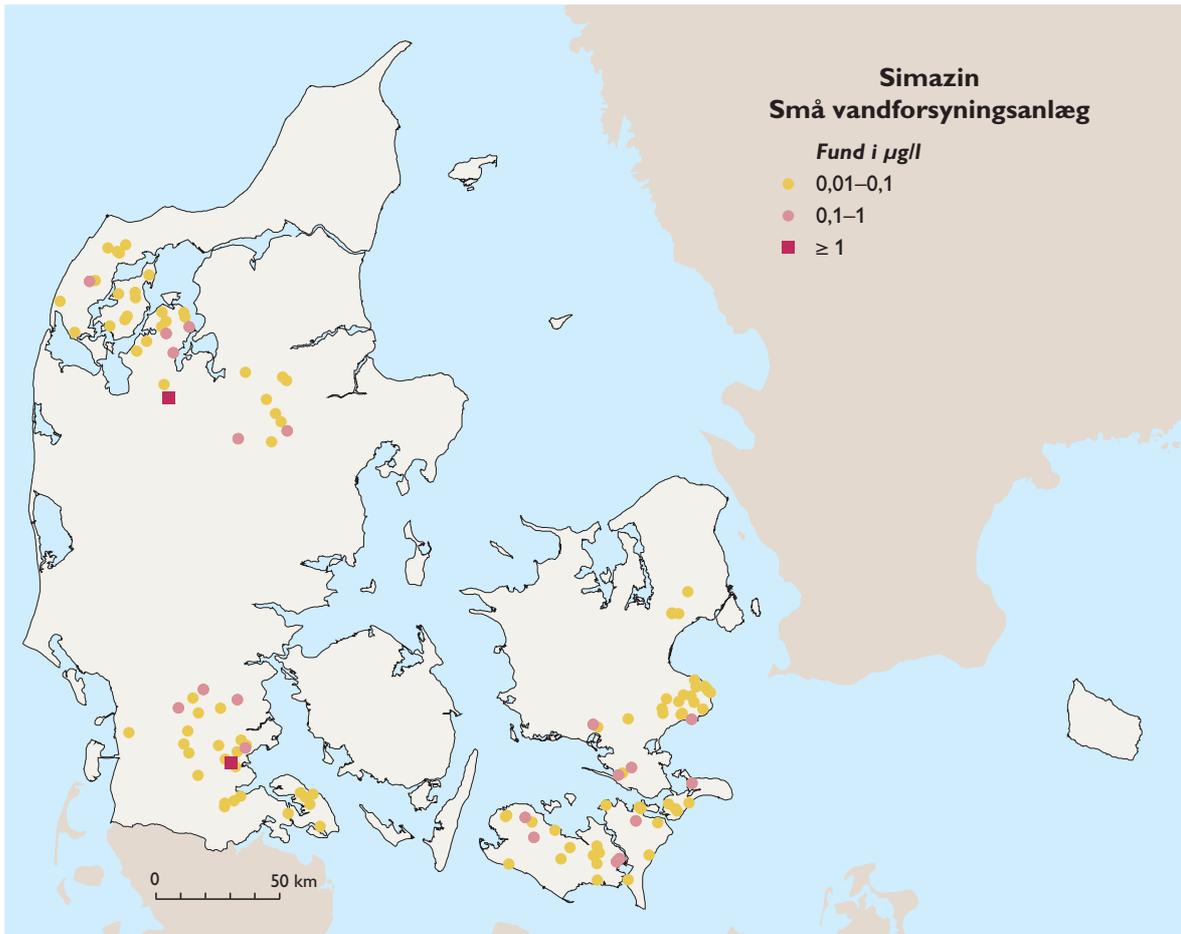
Fordelingen af atrazin og de to triazin-nedbrydningsprodukter, deethylatrazin og deisopropylatrazin, figur 38, viser at disse tre stoffer forekommer med en jævn spredning i de 4 amter, mens simazin er overrepræsenteret i Viborg og Storstrøms amter, figur 39 og tabel 23, hvor stoffet er fundet i henholdsvis 17,8% og i 26,1% af de analyserede brønde og borer. I Sønderjyllands og Københavns Amter er stoffet fundet i henholdsvis 15,2% og 13,3%.

Terbuthylazin og nedbrydningsproduktet deethylterbuthylazin, figur 40 og tabel 24, forekommer med ret ens fordeling af fund i de 4 amter. Dog forekommer stofferne hyppigst i Storstrøms Amt, hvor stofferne er fundet i 13,1% af anlæggene, figur 41.

Sammenholdes figur 41 og figur 32 (der viser forekomsten af glyphosat og AMPA fund i Storstrøms Amt) ses, at terbuthylazin og deethylterbuthylazin ikke nødvendigvis forekommer i samme brønde/boringer, hvor der er fundet glyphosat eller AMPA.



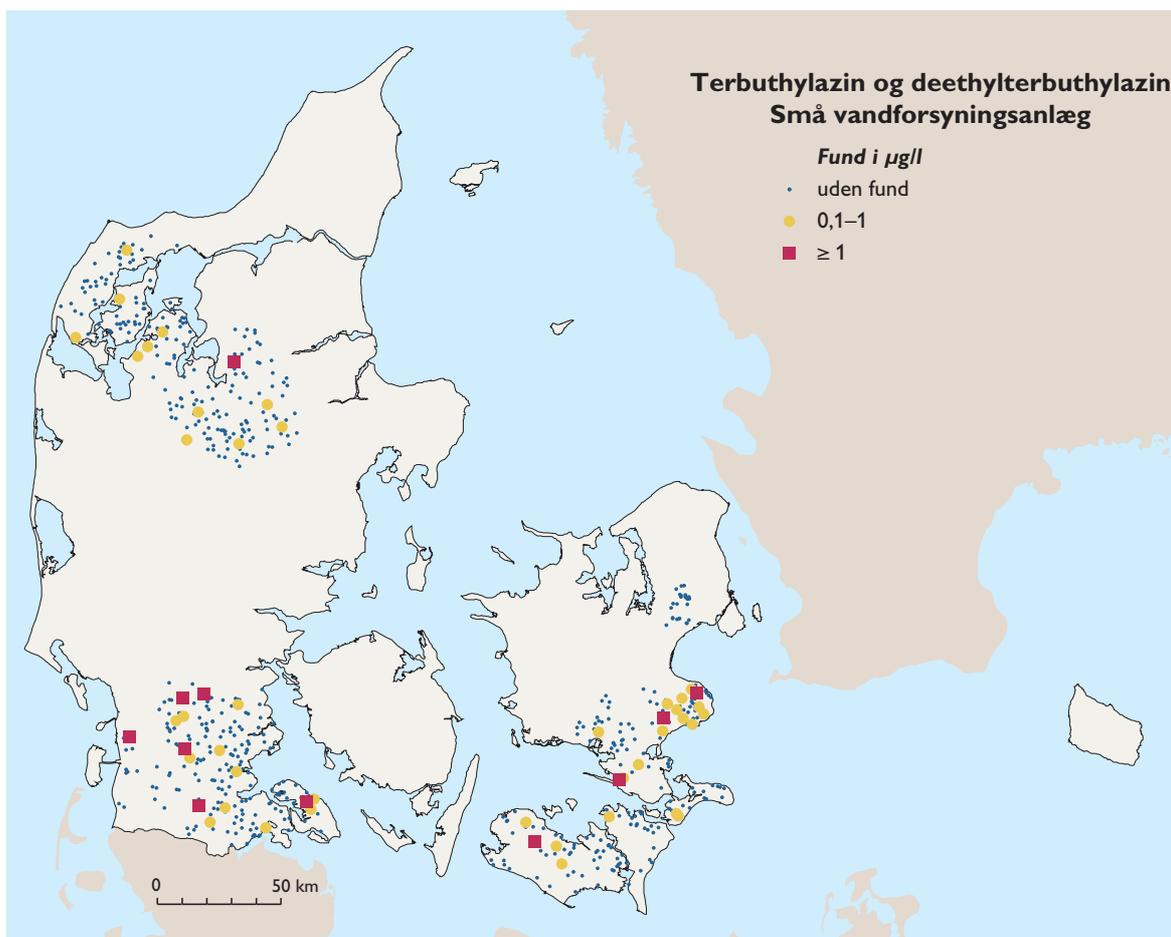
Figur 38 Anlæg med fund af atrazin og de to triazin-nedbrydningsprodukter deethylatrazin og deisopropylatrazin



Figur 39 Anlæg med fund af simazin

Tabel 23 Simazin fund og fund større end grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l fordelt på amter.

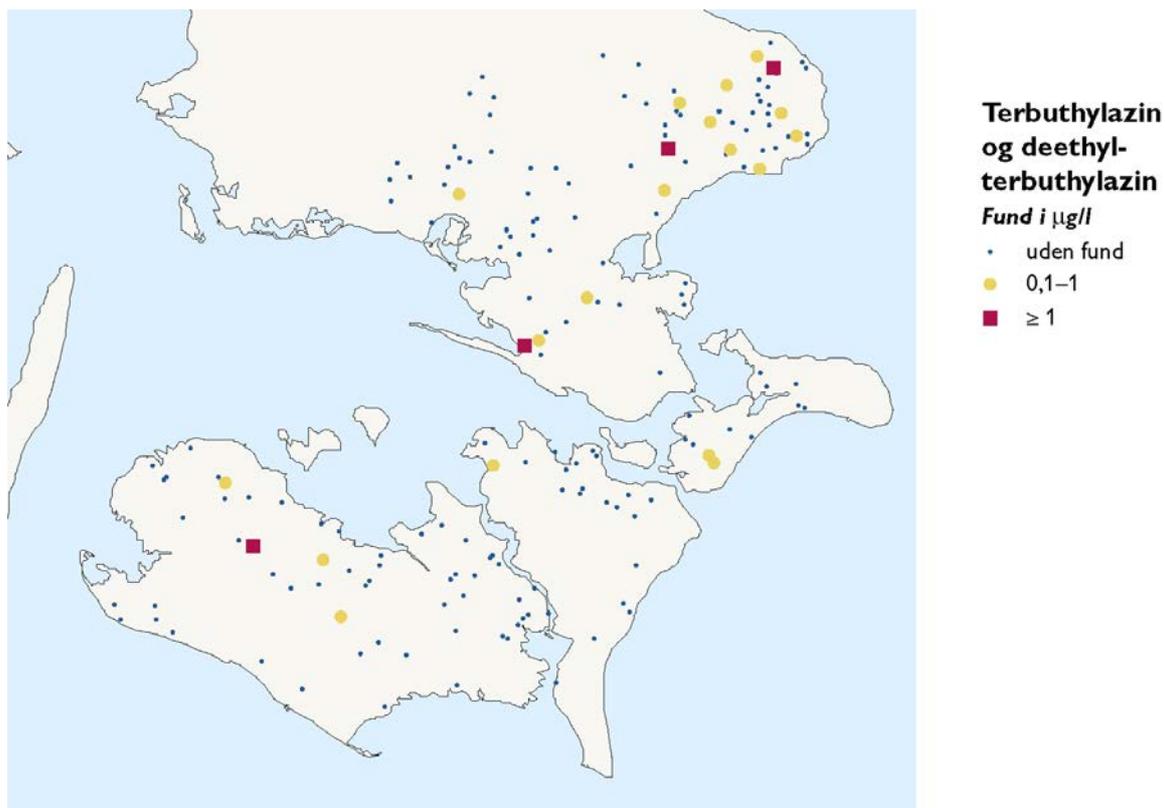
Simazin	Brønde/boringer undersøgt	Brønde/boringer med fund		Brønde/bor. fund ≥ 0,1µg/l	
		Antal	%	Antal	%
Københavns Amt	30	4	13,3	0	-
Storstrøms Amt	199	52	26,1	10	5
Sønderjyllands Amt	197	30	15,2	5	2,5
Viborg Amt	202	36	17,8	7	3,5
Alle 4 amter	628	122	19,4	22	3,5



Figur 40 Terbutylazin og deethylterbutylazin fundet i små vandforsyningsanlæg

Tabel 24 Fordeling af terbutylazin og deethylterbutylazin i de 4 amter

Terbutylazin og deethylterbutylazin	Brønde/boringer undersøgt	Brønde/boringer med fund		Brønde/bor. fund $\geq 0,1\mu\text{g/l}$	
		Antal	%	Antal	%
Københavns Amt	30	0	-	0	-
Storstrøms Amt	199	26	13,1	4	2
Sønderjyllands Amt	197	17	8,6	6	3
Viborg Amt	202	12	5,9	1	0,5
Alle 4 amter	628	55	8,8	11	1,8



Figur 41 Terbutylazin og deethylterbutylazin i Storstrøms amt.

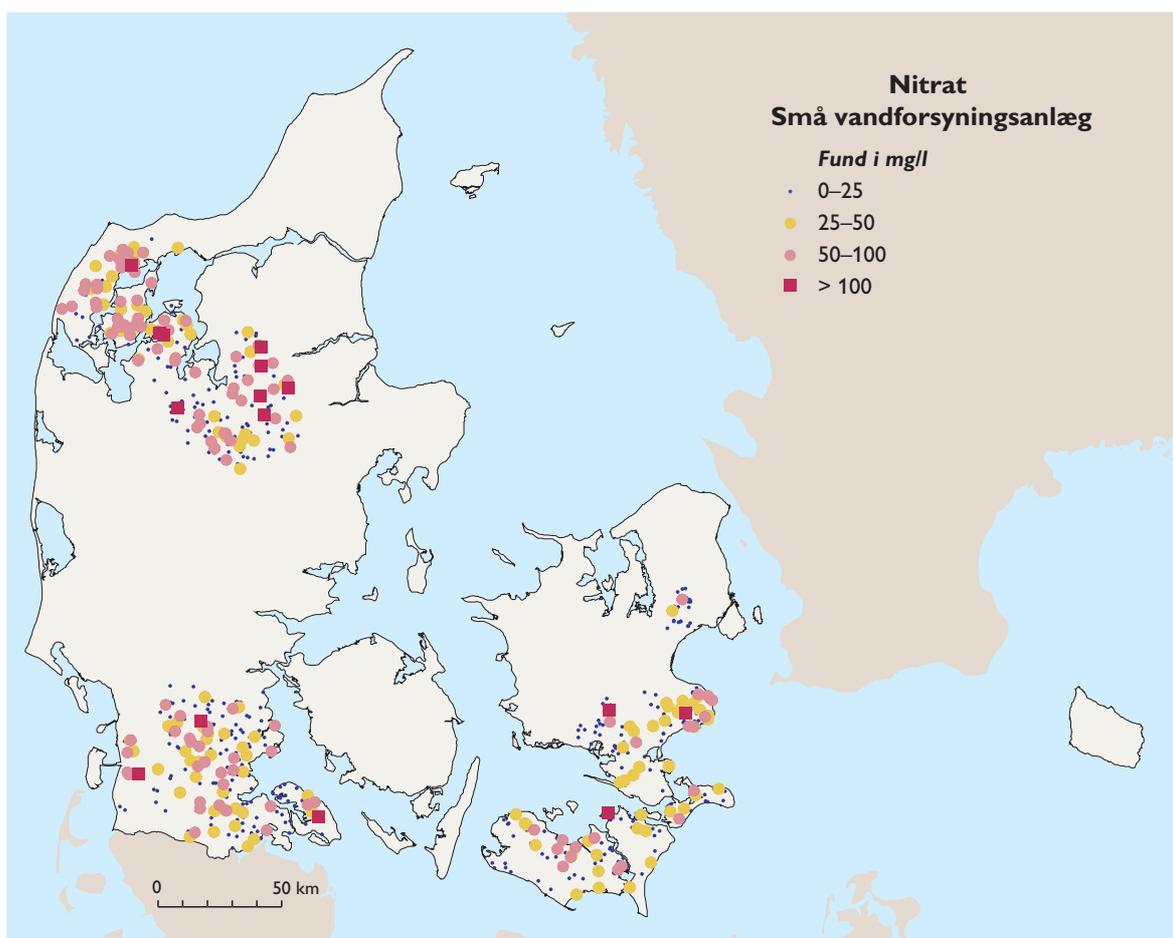
Hovedbestanddele

Nitrat

Der er gennemført ca. 2 analyser for nitrat i hvert af de 628 undersøgte anlæg. I 140 anlæg blev der fundet nitrat i koncentrationer som overskrider grænseværdien for drikkevand på 50mg/l, svarende til 22%, tabel 25.

Da anlæggene indvinder terrænnært grundvand der ofte er sårbart overfor nitratnedrivning er denne andel relativt lille. Dette skyldes formodentlig at de små vandforsyningsanlæg allerede i dag kontrolleres med en forenklet kontrol jævnfør Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, BEK nr. 871 af 21/09/2001 bilag 2, som omfatter analyse af nitrat, tabel 26.

Af tabel 24 fremgår at der i Viborg Amt er 71 anlæg med overskridelser af grænseværdien svarende til 35%. Denne relative høje frekvens skyldes formodentlig en dominans af sandede sedimenter i Viborg Amt. De sandede sedimenter har en mindre nitratreduktionskapacitet i forhold til lerede oplande, hvor nitrat lettere omsættes under reducerede forhold i sprækker i lerdæklag og i de iltfattige grundvandsmagasiner.



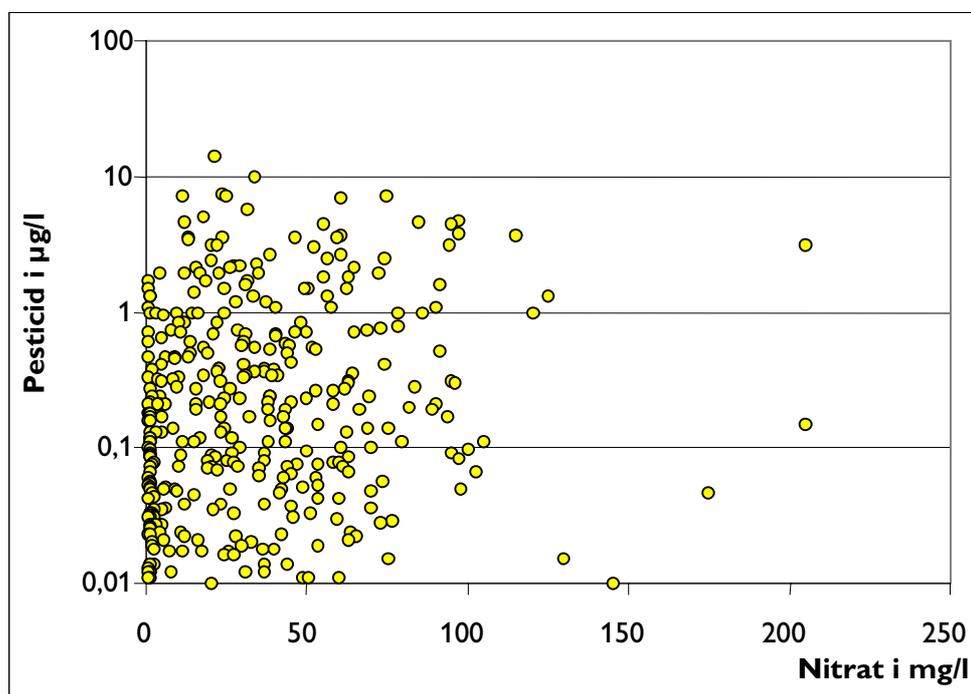
Figur 42 Nitrat målt i de små vandforsyningsanlæg. Nitratindholdet er beregnet som en middelværdi af typisk to analyser. Grænseværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l

Af tabel 25 fremgår også, at de højeste gennemsnitskoncentrationer er målt i Viborg Amt, og at de maksimale nitratkoncentrationer ligger mellem 200-300 mg/l. De lokale geologiske forhold kan derfor spille en afgørende rolle for om et anlæg indeholder nitrat eller ej. Indvindes grundvand fra grundvandsmagasiner med iltet grundvand vil chancen for at overskrider grænseværdien for nitrat være større end i områder hvor der indvindes grundvand fra reducerede magasiner eller fra flere redoxmiljøer.

Den geografiske fordelinger af nitrat i de 4 amter fremgår af figur 42.

Tabel 25 Nitrat i de undersøgte små vandforsyningsanlæg og fordeling pr. amt af analyserede anlæg og anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l

Nitrat	Analyser	Analyserede boringer	Fund \geq 50 mg/l		Konc. i mg/l		Boringsdybde gnst.
			antal	%	gnst.	max.	
Københavns Amt	63	30	2	6,7	10,3	74	27,1
Storstrøms Amt	349	199	31	15,6	21,3	220	20,3
Sønderjyllands Amt	410	197	36	18,3	22,4	230	22,2
Viborg Amt	403	202	71	35,1	35,9	280	19,9
Alle 4 amter	1.225	628	140	22,3			



Figur 43 Pesticid koncentration i $\mu\text{g/l}$ mod nitrat koncentration i mg/l i anlæg med fund af et eller flere pesticider. Den største pesticid koncentration fra begge analyserunder på enkeltstof niveau er anvendt. Figuren viser at der ikke er nogen sammenhæng mellem indholdet af nitrat og indholdet af pesticider.

Tabel 26 Forenklet kontrol (på ikke almene vandforsyningsanlæg). BEK nr. 871 af 21/09/2001 bilag 2.

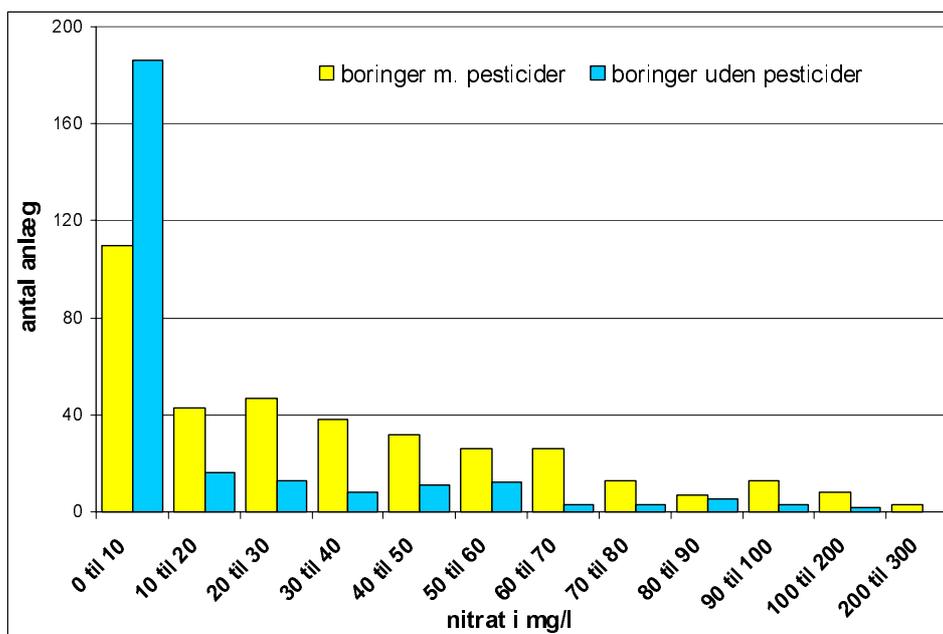
Vandets udseende og lugt ¹⁾	Coliforme bakterier
Ledningsevne	Escherichia coli (E. coli)
Nitrat	Kimtal ved 22°C
Totalt fosforindhold	Clostridium perfringens, herunder sporer ²⁾
pH	

1) Subjektiv bedømmelse

2) Undersøgelsen foretages kun, hvis der sker tilledning af overfladevand

Sammenholdes nitratkoncentrationer med pesticidkoncentrationer, figur 43, findes ingen sammenhæng mellem f.eks. høj nitrat koncentration og høje pesticid koncentrationer.

Opdeles alle anlæg i nitrat intervaller og i to grupper med og uden fund af pesticider, figur 44, ses at der er en svag tendens til at anlæg med høje nitrat koncentrationer i nogen grad domineres af anlæg med fund af pesticider, mens der i anlæg med nitratindhold på 0 til 10 mg/l er en større andel anlæg uden fund af pesticider.



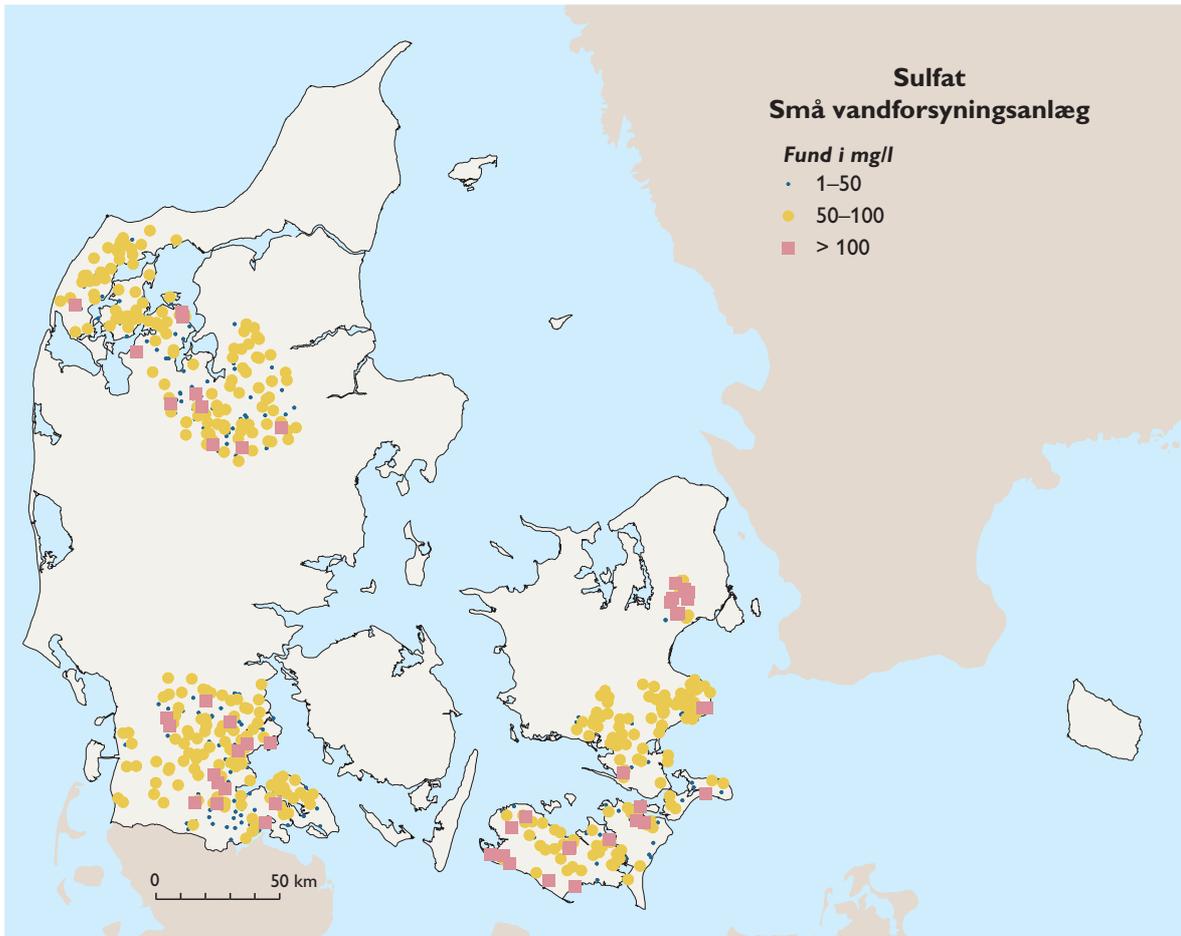
Figur 44 Antal anlæg med og uden fund af pesticider i forhold til forskellige nitrat koncentrationsintervaller. Grænseværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l.

Sulfat

Grænseværdien for sulfat i drikkevand er 250 mg/l. Grænseværdien er ikke overskredet i nogle af de undersøgte anlæg, tabel 27.

Den geografiske placering af de målte sulfat koncentrationer, figur 45, viser en jævn fordeling i de 4 amter, dog med en svag tendens til at høje koncentrationer findes i kystnære områder f.eks. i Storstrøms Amt.

De høje koncentrationer af sulfat i Københavns Amt skyldes antagelig øgede nedbrydning af pyrit som følge af afsænket grundvandsspejl.



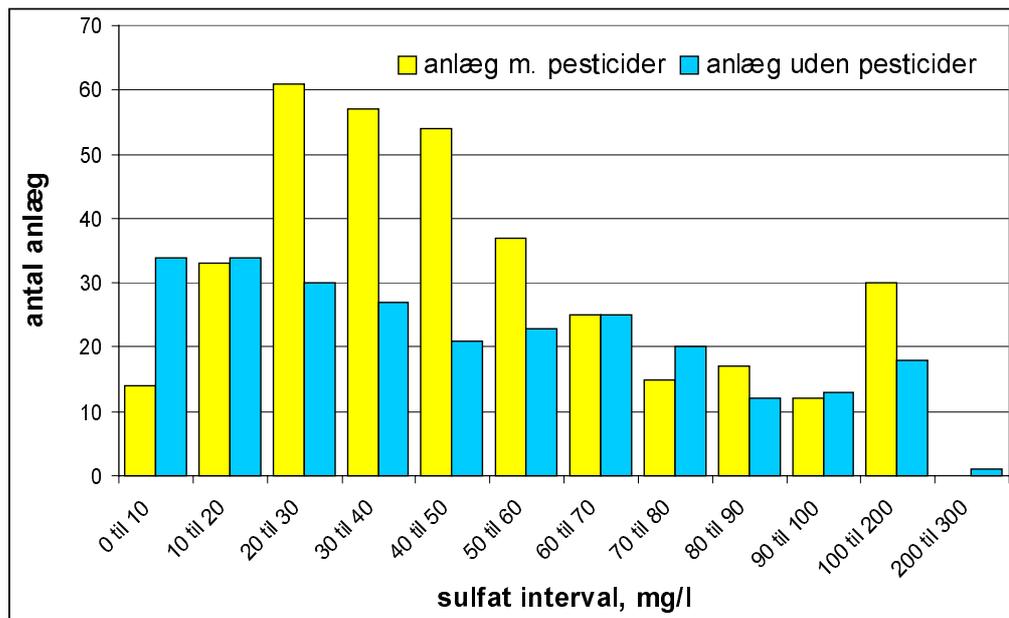
Figur 45 Sulfat målt i de små vandforsyningsanlæg. Alle analyser medtaget. Grænseværdien for sulfat i drikkevand er 250 mg/l. Der er ingen overskridelser af grænseværdien for sulfat i drikkevand.

Tabel 27 Sulfatindhold i små private vandforsyningsanlæg fordelt på amtsniveau. Grænseværdien for sulfat i drikkevand er 250 mg/l.

Sulfat	Analyser antal	Koncentration i mg/l		
		gennemsnit	minimum	maksimum
Københavns Amt	34	82,3	6	207
Storstrøms Amt	192	43,9	<1	183
Sønderjyllands Amt	197	51,3	<1	167
Viborg Amt	202	47,9	7	128
Alle 4 amter	625			

Opdeles anlæg med og uden fund af pesticider i koncentrationsintervaller for sulfat findes ingen entydig sammenhæng, figur 46.

Sammenholdes sulfat koncentrationer med pesticid koncentrationer findes tilsvarende ingen sammenhæng.



Figur 46 Antal anlæg med og uden fund af pesticider i forhold til forskellige sulfat koncentrationsintervaller. Grænseværdien for sulfat i drikkevand er 250 mg/l.

Opløst jern

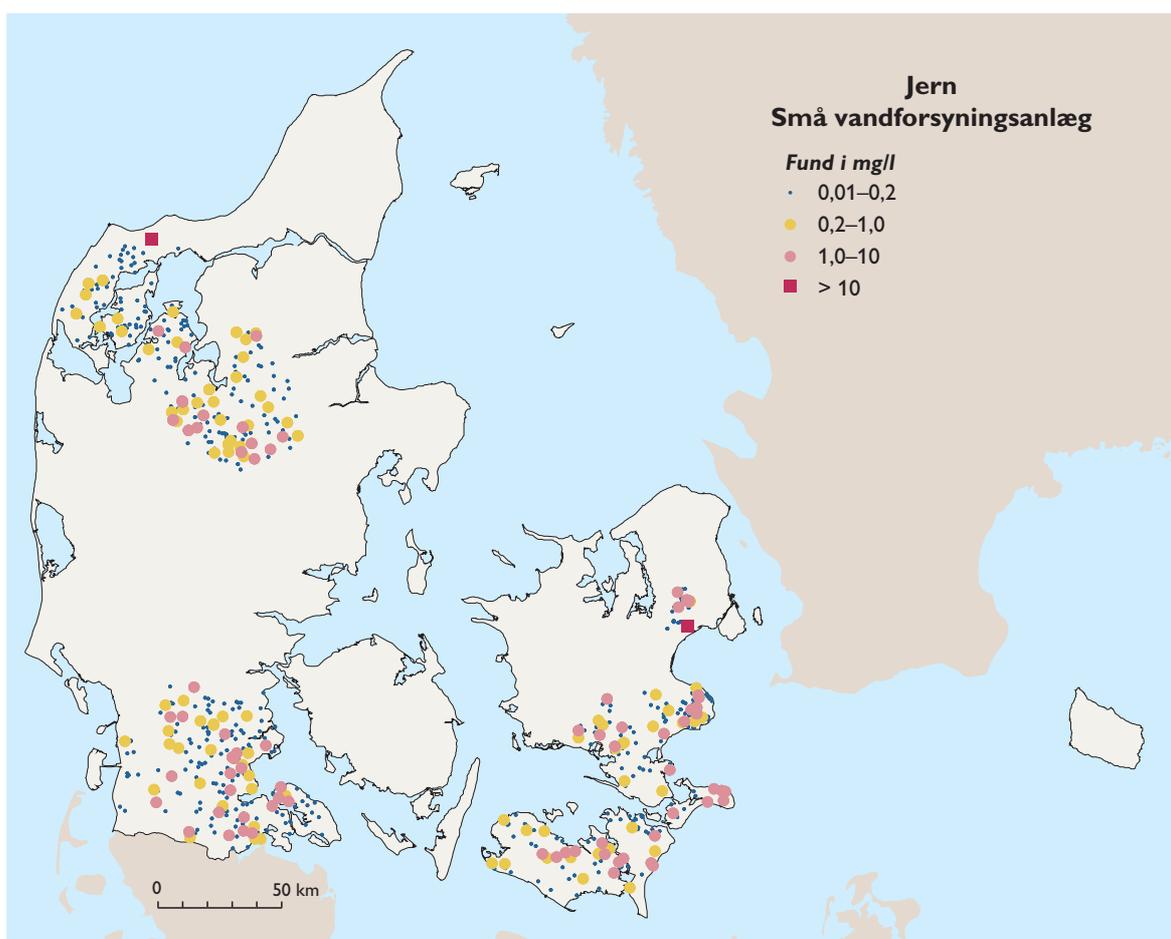
Grænseværdien for opløst jern i drikkevand er på 0,2 mg/l. I de undersøgte anlæg blev der fundet 170 anlæg med overskridelser af grænseværdien svarende til 27,5%, tabel 28. De gennemsnitlige koncentrationer var størst i Københavns Amt, mens den gennemsnitlige koncentrationer i de tre andre amter var ca. 0,4 til 0,5 mg/l.

Den geografiske placering af de målte jern koncentrationer, figur 47, viser at anlæg med overskridelser af grænseværdien er jævnt fordelt i de 4 amter. Opdeles anlæggene i to grupper med og uden fund af pesticider og sammenholdes de to grupper med intervaller for jernkoncentrationer, figur 48, ses at andelen af anlæg med pesticidfund er størst når jernkoncentrationen er lavest, og at andelen af anlæg med pesticider er mindre når der er målt høje koncentrationer af opløst jern. Der er dog tale om små variationer som ikke kan anvendes ved identifikation af anlæg der er sårbare overfor pesticidforurening. Fordelingen kan skyldes at et lavt jernindhold indikerer at grundvandet er indvundet fra de øverste iltrige grundvandsmagasiner.

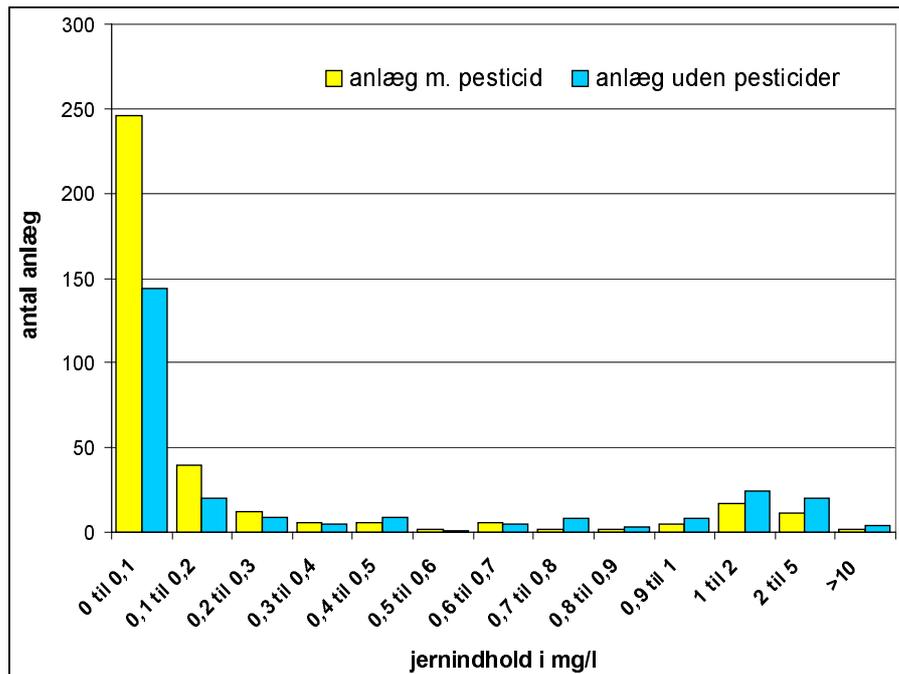
Sammenholdes de målte jernkoncentrationer med pesticidkoncentrationer findes at langt de fleste pesticider er fundet i vand med små jernkoncentrationer, og at der ikke er en sammenhæng mellem stigende eller faldende jern koncentrationer og de målte pesticid koncentrationer.

Tabel 28 Opløst jern i de undersøgte vandforsyningsanlæg og fordeling pr. amt af analyserede anlæg og anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand på 0,2 mg/l

Jern, opløst	Analyser	Analyserede boringer	Fund > 0,2 mg/l		Konc. i mg/l	
			antal	%	gnst.	max.
Københavns Amt	34	30	11	36,7	1,05	14
Storstrøms Amt	192	192	61	31,8	0,53	7,2
Sønderjyllands Amt	197	197	48	24,4	0,38	5,3
Viborg Amt	232	199	50	25,1	0,43	11
Alle 4 amter	655	618	170	27,5	-	-



Figur 47 Opløst jern (ferro) målt i de små vandforsyningsanlæg. Alle analyser medtaget. Grænseværdien for jern i drikkevand er 0,2 mg/l.



Figur 48 Antal anlæg med og uden fund af pesticider i forhold til forskellig koncentrationsintervaller for jern. Grænseværdien for jern i drikkevand er 0,2 mg/l.

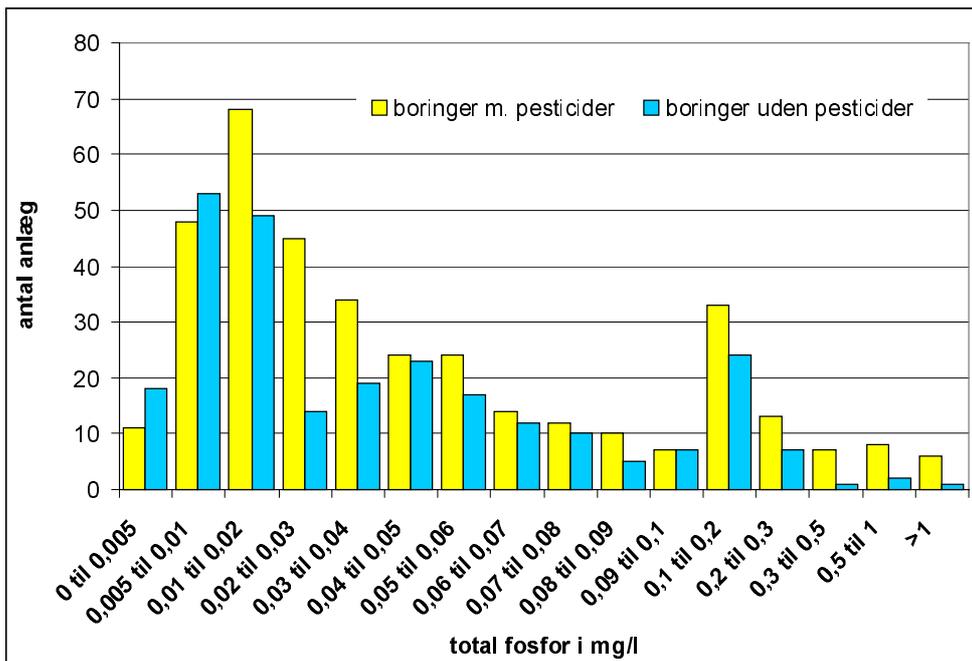
Total fosfor

Grænseværdien for total fosfor i drikkevand er på 0,15 mg/l. I de undersøgte anlæg er der fundet 87 anlæg som overskrider grænseværdien, svarende til ca. 14%, tabel 29. I Storstrøms Amt er der fundet 18% som overskrider grænseværdien, hvilket er interessant da glyphosat og AMPA's sorptionsegenskaber er sammenlignelige med fosfats. Den gennemsnitlige koncentration var højest i Storstrøms Amt og i Viborg Amt.

Der findes ingen sammenhæng mellem pesticidkoncentrationer og målte de fosfor-koncentrationer, eller mellem anlæg med og uden fund af pesticider når disse indeles i koncentrationsintervaller for fosfor, figur 49.

Tabel 29 Total fosfor i de undersøgte vandforsyningsanlæg og fordeling pr. amt af undersøgte anlæg og anlæg med overskridelser af grænseværdien for total fosfor i drikkevand på 0,15 mg/l

Fosfor (Total P)	Analyser	Analyserede boringer	Fund \geq 0,15 mg/l		Konc. i mg/l	
			antal	%	gnst.	max.
Københavns Amt	62	29	1	3,4	0,021	0,16
Storstrøms Amt	350	200	36	18	0,097	2,3
Sønderjyllands Amt	410	197	22	11,2	0,067	1,1
Viborg Amt	403	202	28	13,9	0,088	3,5
Alle 4 amter	1.225	628	87	13,9	-	-



Figur 49 Antal anlæg med og uden fund af pesticider i forhold til forskellig koncentrationsintervaller for total fosfor. Grænseværdien for fosfor i drikkevand er 0,15 mg/l. Total fosfor er under detektionsgrænsen i hovedparten af de undersøgte anlæg i de to koncentrationsintervaller 0-0,005 og 0,005-0,01 mg/l.

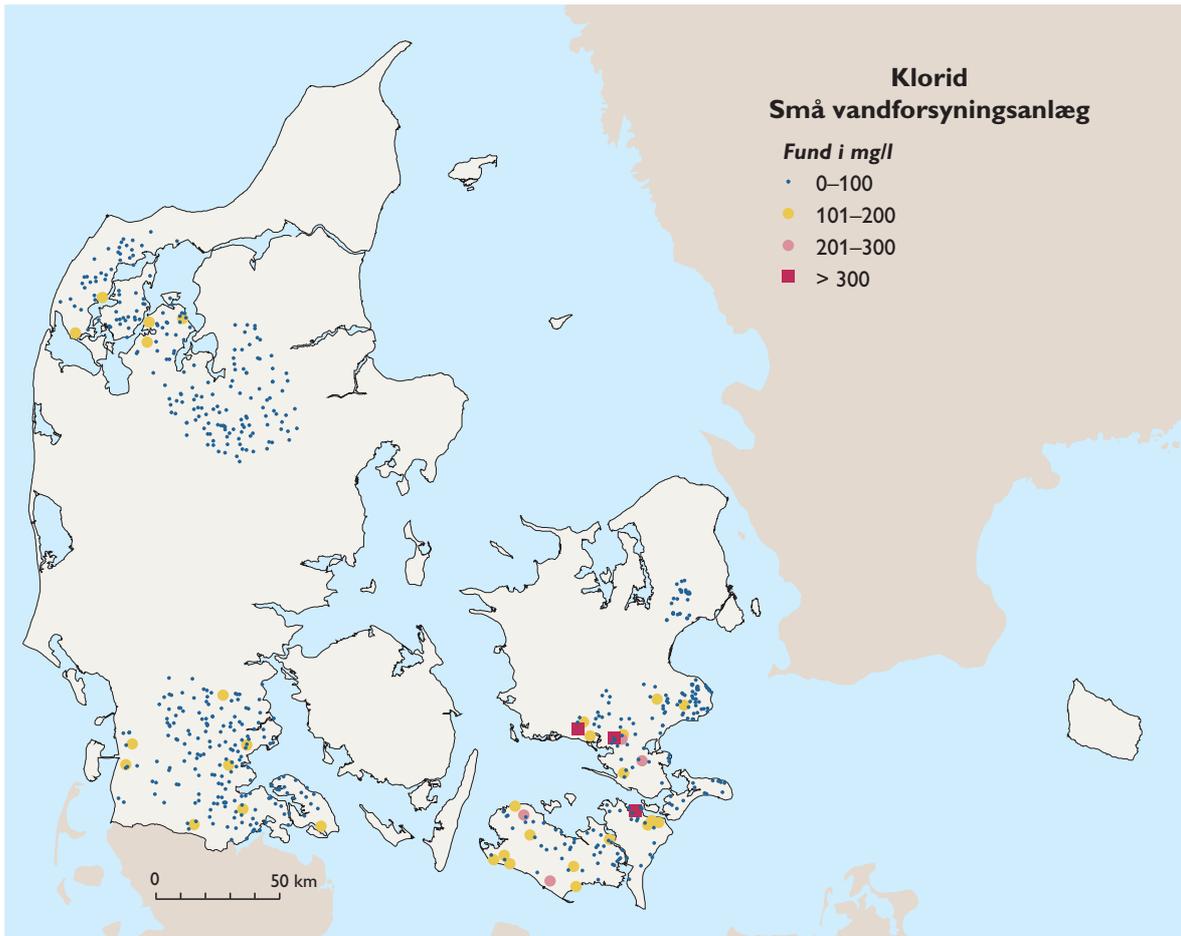
Klorid

Grænseværdien for klorid på 250 mg/l var overskredet i 5 ud af 619 analyserede anlæg, svarende til 0,8%.

Kloridkoncentrationerne kan belyse vandprøvernes oprindelse, da både gylle og human urin indeholder store mængder salt. Indholdet af klorid er normalt fra 30 til 50 mg/l i grundvand dannet under landbrugsarealer, mens indholdet af klorid i grundvand dannet under naturarealer er ca. 15-25 mg/l afhængig af afstanden til havet og de lokale områdes relief.

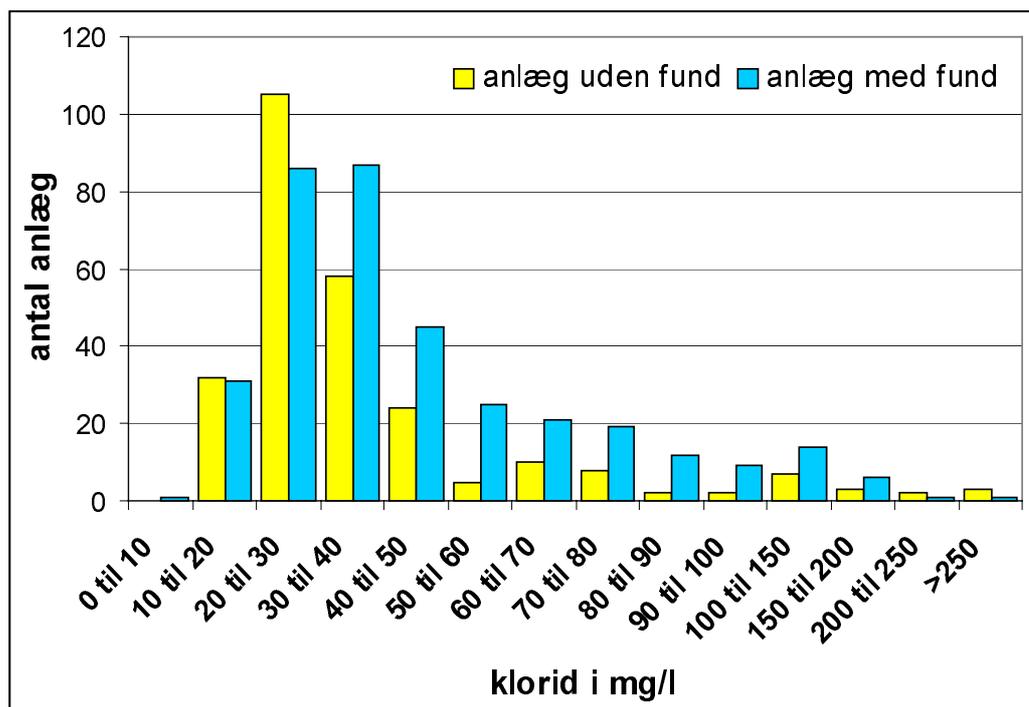
Moderne handelsgødning indeholder, i forhold til tidligere, kun begrænsede mængder klorid, og der er derfor mulighed for at sammenholde grundvandets indhold af klorid med mulige oprindelser fra lokale oplande eller punktkilder til klorid (f.eks. sivebrønde og vejanlæg med saltning). Da alt dybtliggende grundvand i Danmark indeholder høje saltkoncentrationer kan et forhøjet saltindhold også stamme fra dybere niveauer i magasiner. I områder med tætte lerdæklag, kan der ved en stor indvinding af grundvand derfor trækkes dybtliggende salt grundvand op i de ferske grundvandsmagasiner.

Ved indvinding af store mængder grundvand kan der trækkes havvand ind i de ferske grundvandsmagasiner eller f.eks. ekstremt saltholdigt dybereliggende grundvand som stammer fra salt diapirer. Den geografiske fordeling af de målte saltkoncentrationer fremgår af figur 50.



Figur 50 Klorid målt i de små vandforsyningsanlæg. Alle analyser medtaget.

Opdeles de undersøgte anlæg i to grupper med og uden fund af pesticider og sammenholdes disse to grupper med klorid koncentrationer opdelt i intervaller, figur 51, findes at anlæg med pesticidfund dominerer i de højeste klorid intervaller, mens andelen med fund er mindre ved små kloridkoncentrationer. Denne sammenhæng er dog ikke entydig. Sammenholdes kloridkoncentrationer med pesticidkoncentrationer findes ingen sammenhæng.

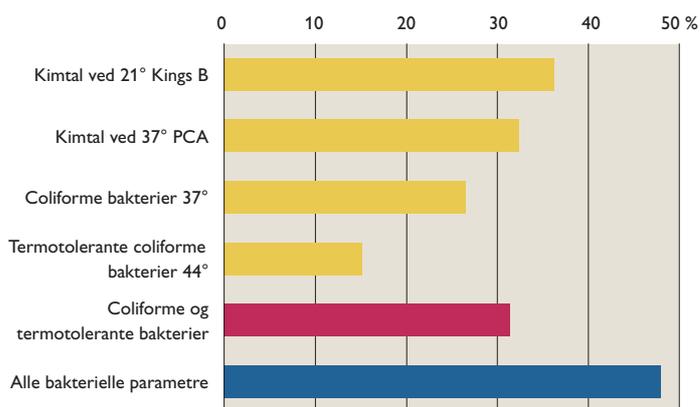


Figur 51 Antal anlæg med og uden fund af pesticider i forhold til forskellig koncentrationsintervaller for klorid. Grænseværdi for klorid i drikkevand er 250 mg/l.

Bakterielle parametre

De udtagne vandprøver er analyseret for 4 bakterielle parametre, tabel 30. Analyserne viser at der i 297 boringer blev fundet overskridelser af en eller flere bakterielle parametre svarende til 48%.

De to kimtalsparametre viser overskridelser i 32 og 36%, mens der for de coliforme bakterier blev fundet overskridelser i 26 og 15% af de undersøgte anlæg. Sammenholdes de to parametre for coliforme bakterier er der fundet overskridelser af en eller begge parametre i 31,4% af de undersøgte anlæg. Der var i undersøgelsen mange anlæg, hvor indholdet af kim eller bakterier overskred det antal man kan tælle. Tabel 30 og figur 52.

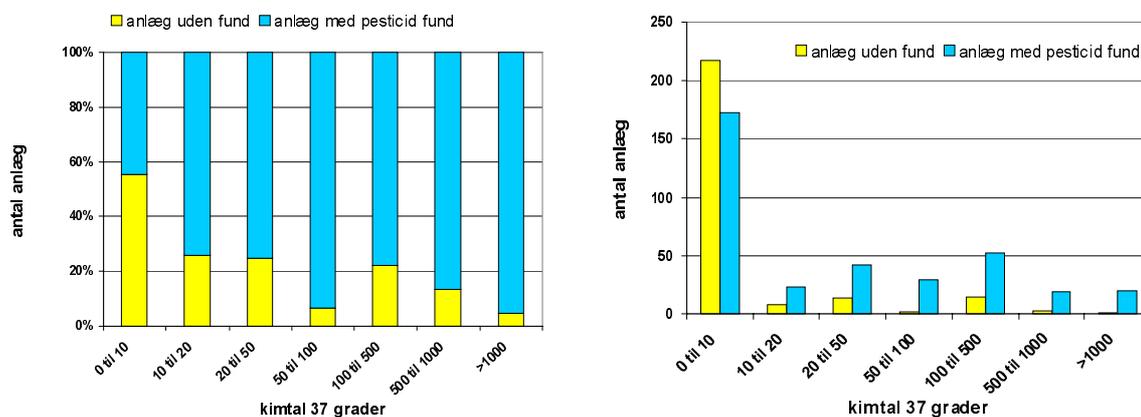


Figur 52 Overskridelser af bakterier og kimtællinger i små vandforsyningsanlæg I alt 619 anlæg.

Tabel 30 Bakterielle indikator parametre. I tabellen er vist antal analyser, antal analyser som overskrider grænseværdien, antal anlæg/boringer/brønde analyseret og antal med overskridelse af grænseværdien.

Bakterielle parametre	Grænseværdi pr. 100 ml	Analyser		Undersøgte boringer/anlæg		Max. talt	
		antal	over grænseværdi	antal	over grænseværdi		
Kimtal ved 37° PCA	20	682	227	618	200	32	>2.000
Kimtal ved 21° Kings B	200	416	151	416	151	36	>2.000
Coliforme bakterier 37°	ikke målelig	676	174	619	164	26	>160
Termotolerante coliforme bakt. 44°	ikke målelig	675	98	619	94	15	>160
Alle bakterielle parametre	-	-	-	619	297	48	-

Opdeles de målte kintal ved 37° PCA i intervaller samt i to grupper med og uden fund af pesticider, figur 53, ses at der i anlæg med fund over grænseværdien på 20 talte kim findes en klar overrepræsentation af anlæg med fund af pesticider, men også at der i anlæg med målinger under grænseværdien findes henholdsvis ca. 45 og ca. 65% af anlæggene som indeholder pesticider.



Figur 53 Anlæg med fund af pesticider og intervaller for kintal 37° PCA. Maksimum grænseværdien for kintal 37° PCA er 20 talte kim. Figureerne viser dels den relative fordeling af anlæg indenfor hvert interval og dels samme fordeling opgjort på antal anlæg.

Opgøres antal anlæg med en eller flere bakterielle overskridelser og sammenholdes disse anlæg med oplysninger om fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter findes pesticider i 3/4 af de undersøgte anlæg med bakterielle overskridelser af grænseværdierne for drikkevand, mens halvdelen af anlæggene har overskridelser af grænseværdien for pesticider, tabel 31.

I anlæg uden overskridelser af de bakterielle parametre blev der fundet pesticider i 22% af de undersøgte anlæg, mens grænseværdien var overskredet i 11%. Der er således en klar overvægt af anlæg med fund af pesticider over grænseværdien som samtidig har overskridelser af en eller flere bakterielle parametre.

Tabel 31 Antal anlæg med og uden overskridelse af en eller flere bakterielle parametre samt antal anlæg i samme gruppe med fund af pesticider, samt antal anlæg i samme grupper med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter som overskrider grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. Antal anlæg med analyse af en eller flere bakterielle parametre er 619

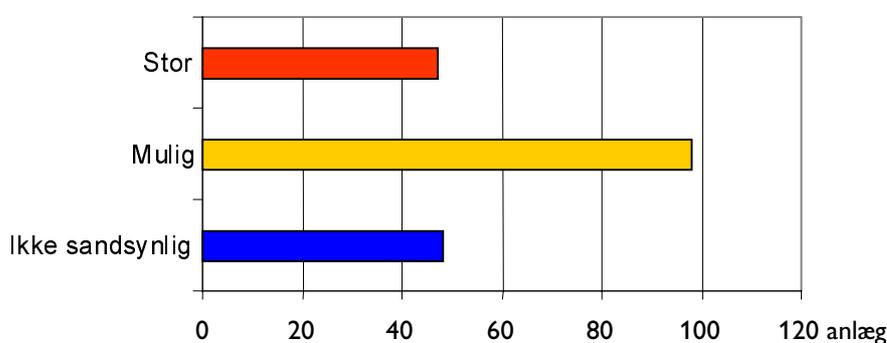
Bakterielle overskridelser af grænseværdien for drikkevand	Antal anlæg	Antal anlæg med fund af pesticider over grænseværdien for drikkevand
Anlæg med bakteriel overskridelse	298	
Anlæg med bakteriel overskridelse og med fund af pesticider	221	146
Anlæg uden bakteriel overskridelse	321	
Anlæg uden bakteriel overskridelse og med fund af pesticider	137	70

Terrænfald og mulige forureningskilder

Da der netop ved bakteriel forurening kan være tale om en direkte forurening af brønde eller borer med overfladevand er der udarbejdet en opgørelse som kæder risikoen for overfladisk forurening sammen med forekomsten af de to coliforme parametre, figur 54. Det fremgår at der ud af 193 anlæg med fund af coliforme bakterier er 47 anlæg, som ved visuel bedømmelse måtte anses for at have en stor risiko for overfladisk tilstrømning. Tilsvarende er der blandt de 193 anlæg med fund af coliforme bakterier 98 anlæg hvor den overfladiske tilstrømning karakteriseres som mulig. Endelig er der fundet coliforme bakterier i 48 anlæg, hvor overfladisk tilstrømning er karakteriseret som ”ikke sandsynlig”.

Det må derfor konkluderes, at det ikke er muligt ud fra en visuel bedømmelse at identificere anlæg med en forhøjet risiko for bakteriel forurening med coliforme bakterier.

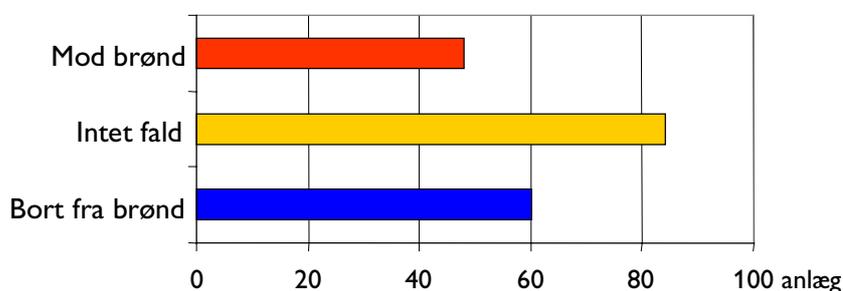
Vurderet risiko for overfladisk tilstrømning til anlæg med fund af colibakterier



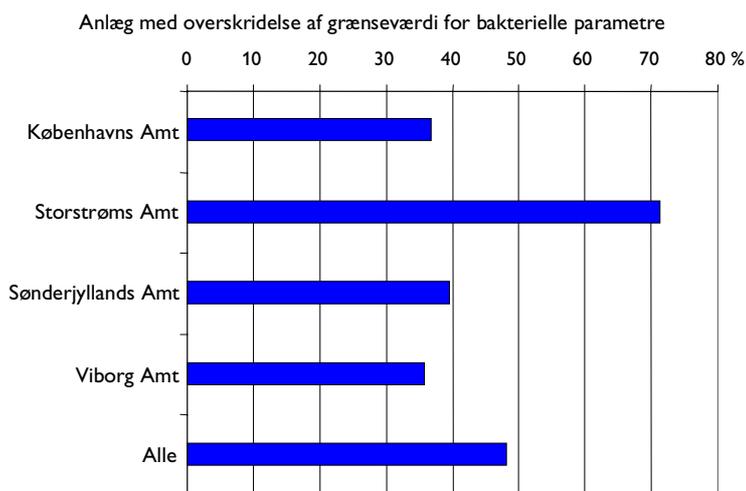
Figur 54 Risiko for direkte overfladisk forurening ved borer/brønde m. fund af coliforme bakterier (to parametre). I alt 193 anlæg.

En opgørelse af samme anlæg i forhold til terrænfald omkring anlæggene viser, at der i 48 af de 192 anlæg med terrænfald mod brønd/boring er fundet coliforme bakterier, mens der er fundet coliforme bakterie i 84 af anlæggene hvor der ikke er noget fald. I anlæg med fald væk fra anlægget er der fundet coliforme bakterie i 60 anlæg, figur 55.

Terrænfald ved anlæg med fund af coliforme bakterier



Figur 55 Terrænfald ved anlæg med fund af coliforme bakterie (to parametre). N=192

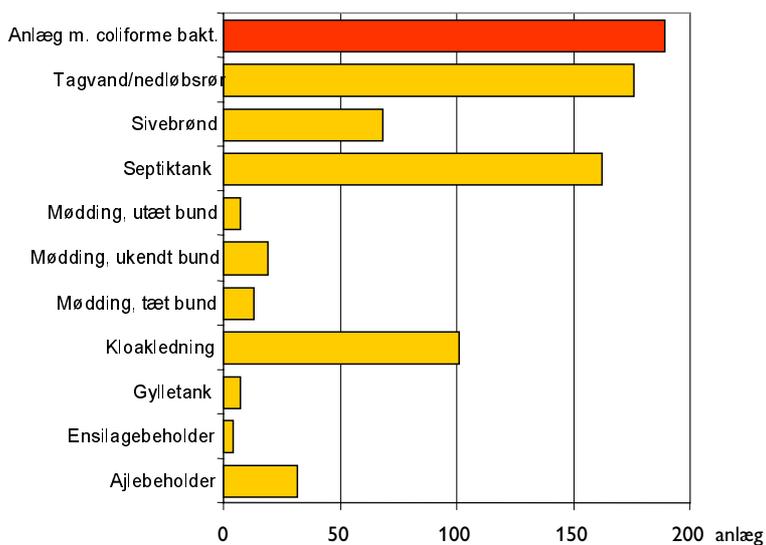


Figur 56 Fordeling af små vandforsyningsanlæg efter overskridelse af en eller flere af de bakterielle parametre i en eller flere vandprøver fordelt på amter. N=618

Andelen af anlæg med overskridelser af en eller flere bakterielle parametre er størst i Storstrøms Amt, hvor der er fundet overskridelser i 71% af de undersøgte anlæg, figur 56. I de andre tre amter er der fundet overskridelser i 35-40% af de undersøgte anlæg.

Dette stemmer godt overens med at der i Storstrøms Amt er fundet flest anlæg med pesticider(ca. 65%), mod ca. 55% i de tre øvrige amter, og at det er i Storstrøms Amt at der forekommer flest anlæg, der indvinder grundvand fra gravede brønde som er de mest sårbare overfor forurening fra terrænnært grundvand.

Udover direkte forurening fra terræn kan der specielt for coliforme bakterier være en række andre forureningskilder som f.eks. kloak, sivbrønde, septiktanke og møddinger, figur 57.



Figur 57 Antal anlæg med fund af coliforme bakterier, samt antal anlæg, hvor der er beskrevet beliggenhed i nærheden af kloak, mødding, septiktank, sivebrønd m.fl. N = 189

101 anlæg med fund af coliforme bakterier ligger i nærheden af kloakledninger, 162 anlæg ligger i nærheden af septiktanke, mens 68 anlæg ligger nær sivbrønde. Desuden ligger nogle anlæg nær ajlebeholdere, gylletanke, og møddinger, som kan være kilder til bakteriell forurening.

Bakterielle parametre og anlæggenes beliggenhed

Ca. 50% af anlæggene placeret på gårdspladser, marker eller i haver har overskridelser af en eller flere grænseværdier for de 4 bakterielle parametre, mens der i indvindingsanlæg placeret i skov eller plantage findes 64% som overskrider grænseværdierne. Hvor indvindingsanlæggene er placeret i bygninger er 29% med overskridelser, tabel 32. Der er således ikke nogle af de registrerede beliggenhedstyper som markant skiller sig ud, bortset fra beliggenhed i bygninger.

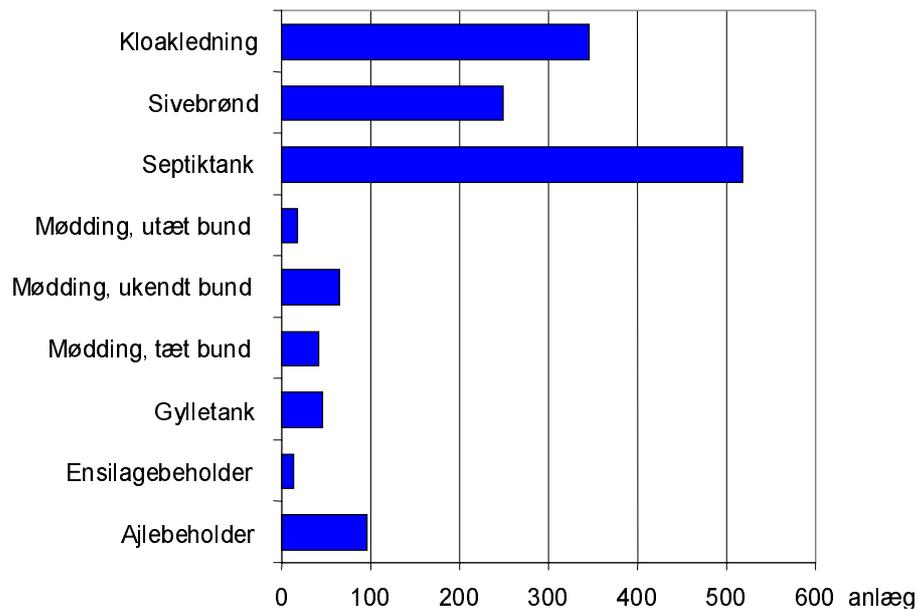
Tabel 32 De små vandforsyningsanlægs beliggenhed, for anlæg med overskridelse af en eller flere af de 4 målte bakterielle parametre. I tabellen er medtaget gennemsnittet af de talte værdier, hvor grænseværdien for en eller flere bakterielle parametre er overskredet.

Beliggenhed og Bakterielle parametre	Antal små vandforsyningsanlæg			Gennemsnit af kimal eller antal coliforme bakterier i anlæg med overskridelse af grænseværdien for drikkevand			
	Under- søgte	Bakterielle overskridelser		Kimal		Coliforme bakterier	
		antal	%	37° PCA	21° King B	37°	termotolerante
Gårdsplads	264	135	51	249	743	63	21
Have	183	96	52	357	845	87	23
Mark	36	17	47	52	487	16	1
I bygning	24	7	29	235	464	35	24
Skov	11	7	64	17	193	32	1
Hegn	1	0	0	-	-	-	-
Ikke oplyst	51	15	29	100	973	87	26
Andet	51	17	33	202	425	53	13
I alt	621	294	47	-	-	-	-

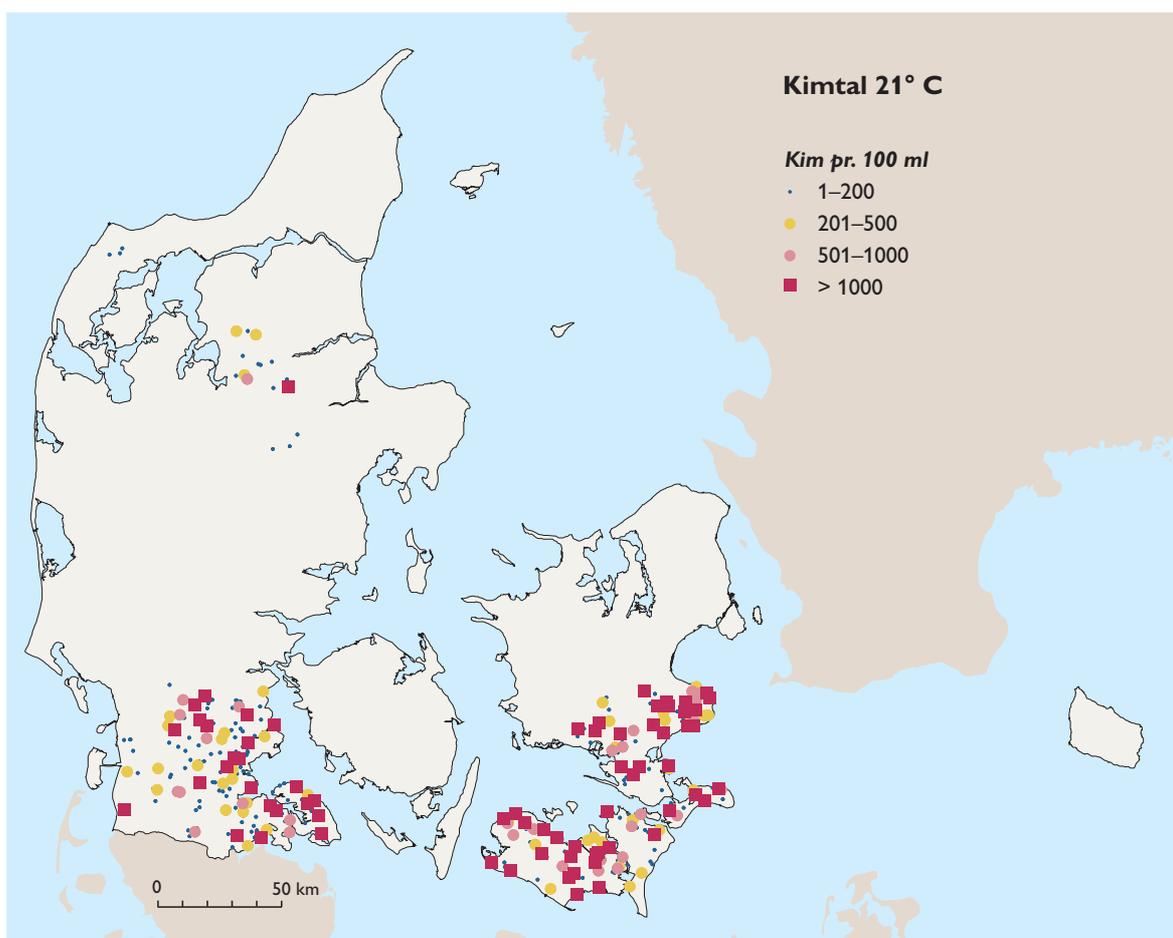
Hvis man udelukkende ser på overskridelser for coliforme bakterier, findes en tilsvarende tendens, tabel 33. I ca. 30% – 35% af anlæggene placeret på gårdspladser, marker og i haver er der fundet overskridelser for grænseværdierne, mens der er fundet 45% i indvindingsanlæg som ligger i skovområder. Igen er der fundet den laveste frekvens i bygninger(25%) hvor antallet af overskridelser dog næsten er på niveau med de 29% som er fundet når alle bakterielle parametre opgøres.

Samtlige mulige bakterielle forureningskilder, bortset fra forurening af brønde og boringer fra terrænnært grundvand er vist i figur 58. Det fremgår at næsten alle anlæg ligger i nærheden af septiktanke, kloakledninger eller sivebrønde. Den gennemsnitlige afstand fra kloakledninger og septiktanke til indvindingsanlæggene er mindst (20 - 30meter), mens den gennemsnitlige afstand til indvindingsanlæggene er mere end 40 meter for de øvrige bakterielle forureningskilder, figur 61.

Den geografiske placering af alle bakterielle målinger viser, at de bakterielle forureninger samlet set forekommer jævnt fordelt i de 4 amter, og at det særligt er i Storstrøms Amt at der forekommer mange overskridelser af grænseværdierne. figur 59-60 og 62-63.



Figur 58 Mulige bakterielle forureningskilder. Alle registrerede mulige kilder i nærheden af de små vandforsyningsanlæg er medtaget.

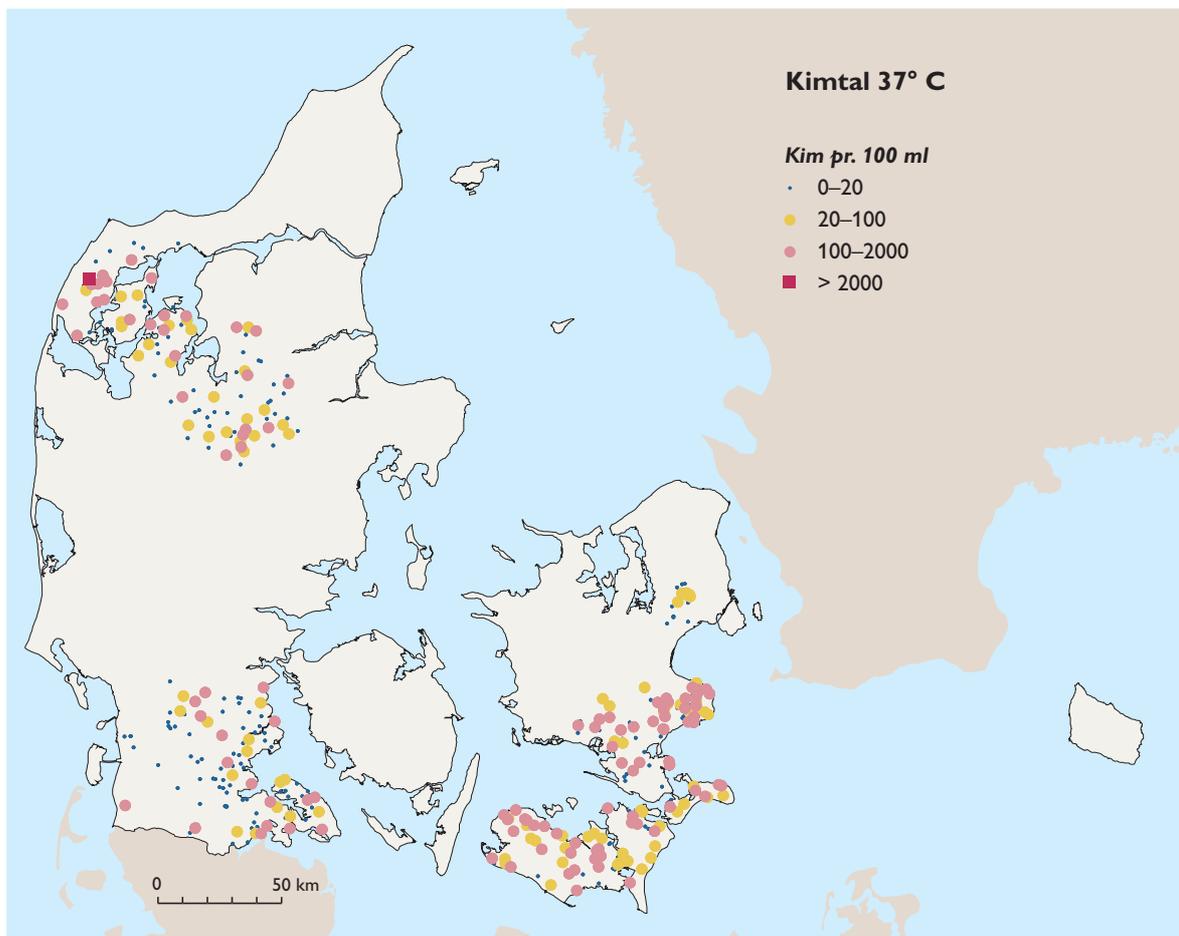


Figur 59 Kimtal talt ved 21°. Grænseværdien for drikkevand er 200 pr. 100 ml..

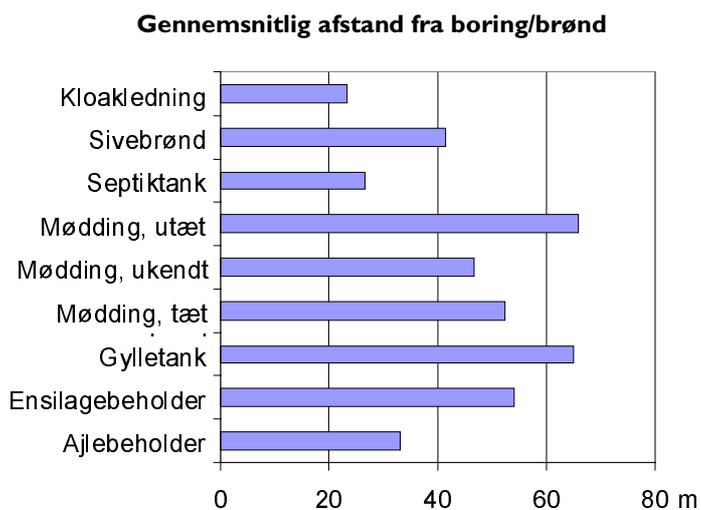
Tabel 33 De små vandforsyningsanlægs beliggenhed og overskridelse grænseværdien for to parametre som omhandler coliforme bakterier. I tabellen er medtaget det gennemsnitlige talte antal bakterier pr. boring. Hvor der er gennemført flere tællinger er gennemsnittet pr. boring anvendt.

Coliforme bakterier, beliggenhed	Antal anlæg	Anlæg med overskridelser		Gennemsnit talte coliforme pr. anlæg
		antal	%	
Gårdsplads	264	86	33	32
Have	183	62	34	21
Mark	36	13	36	17
I bygning	24	6	25	15
Skov	11	5	45	13
Hegn	1	0	0	
Ikke oplyst	51	10	20	69
Andet	51	12	24	33
I alt	621	194	31	

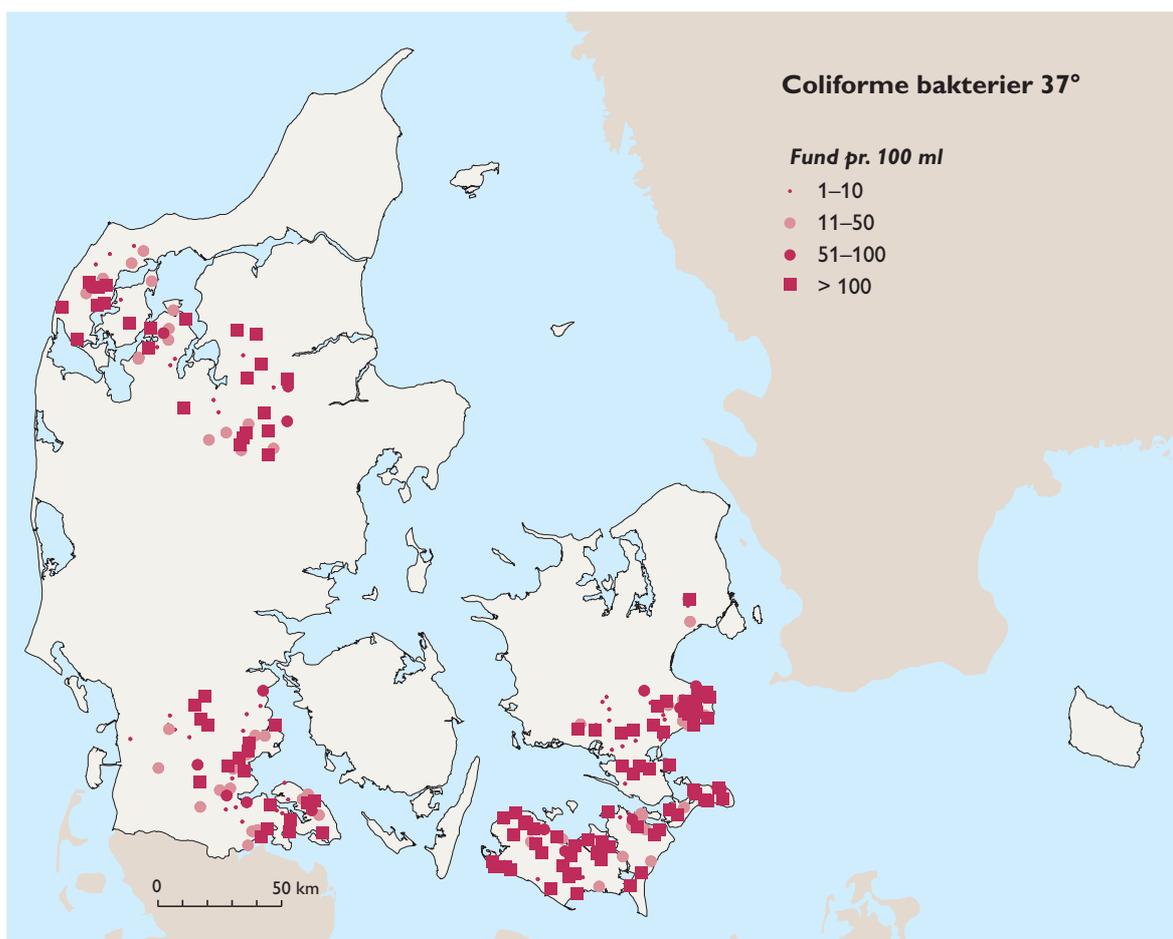
Fordelingen af kimtal talt ved 21°, figur 59, viser at det særligt er i Storstrøms Amt og i Sønderjyllands Amt at der er fundet mange overskridelser, men også at der i Viborg Amt kun forekommer få anlæg med overskridelser eller med forhøjet kimtal. I modsætning til dette forekommer der mange anlæg i Viborg Amt med overskridelser af kimtal målt ved 37°, mens hyppigheden er mindre i Sønderjyllands Amt, figur 60.



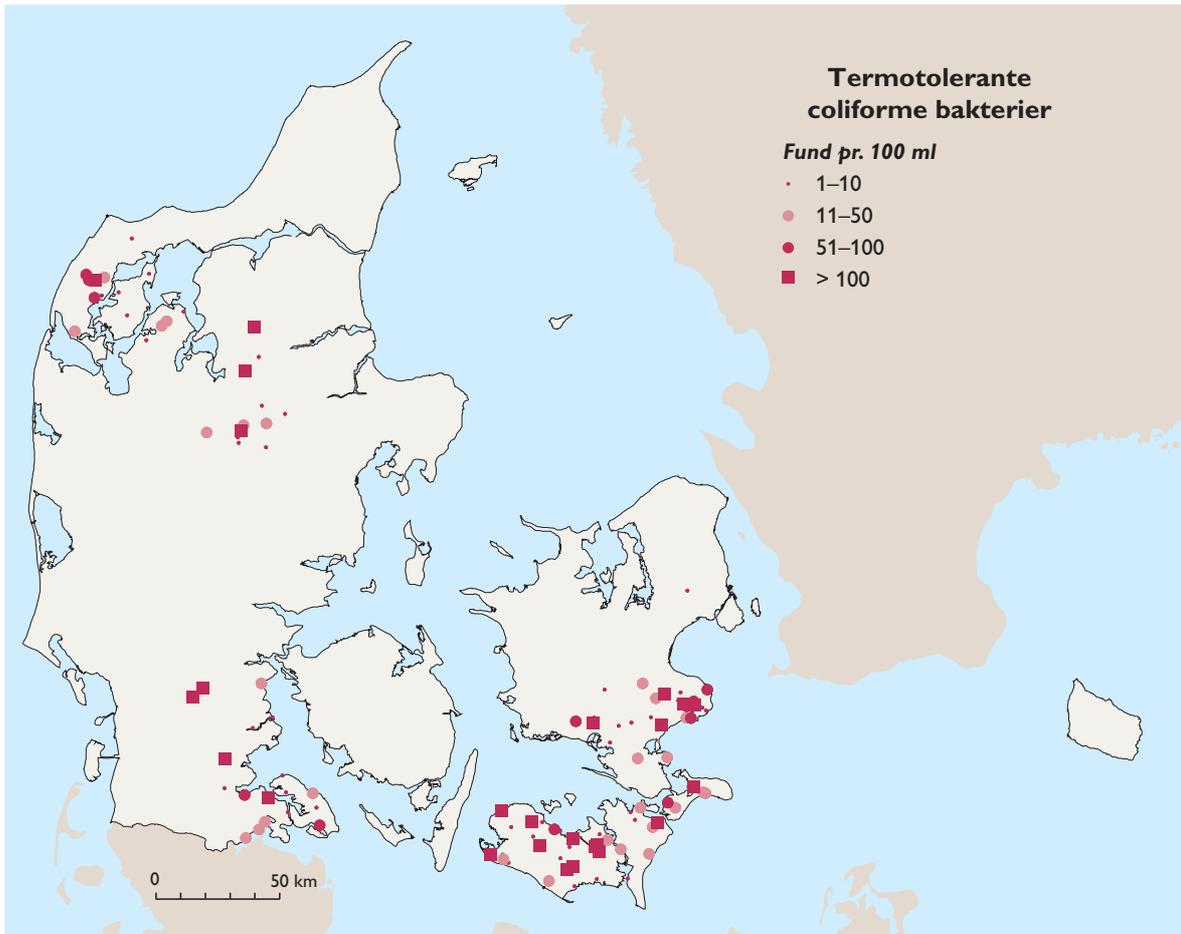
Figur 60 Kimtal talt ved 37°. Grænseværdien for drikkevand er 20 pr. 100 ml.



Figur 61 Gennemsnitlig afstand i meter fra boringer/brønde til mulige bakterielle forureningskilder.



Figur 62 Coliforme bakterier 37°. Der må ikke forekomme coliforme bakterier i drikkevand.



Figur 63 Termotolerante coliforme bakterier 44°. Der må ikke forekomme termotolerante coliforme bakterier i drikkevand.

De coliforme bakterier er hyppigst fundet i anlæg i Storstrøms Amt. For coliforme bakterier talt ved 37° findes en jævn fordeling i de undersøgte anlæg, mens der for termotolerante coliforme bakterier dels findes en overrepræsentation i Storstrøms Amt og kun ganske få anlæg i den østlige del af Sønderjylland og i de lerede dele af Viborg Amt, figur 62 og 63.

En mulig forklaring på udbredelsen af anlæg med coliforme bakterier (og forhøjet kimtal) kan hænge sammen med udbredelsen af lerede sedimenter.

Netop i opsprækkede lerede sedimenter som f.eks. moræneler, kan en endog meget hurtig transport ske gennem makroporer til det højtliggende grundvand og derfra videre til eventuelle indvindingsanlæg. Forureningen kan formodentlig ske ved indsivning fra terrænnært grundvand eller ved transport fra f.eks. utætte kloak ledninger.

I sandede sedimenter vil en nedsivning gennem den umættede zone derimod ske betydeligt langsommere, og særligt de coliforme bakterier vil ikke kunne overleve en langsom transport i den umættede zone eller i grundvandet.

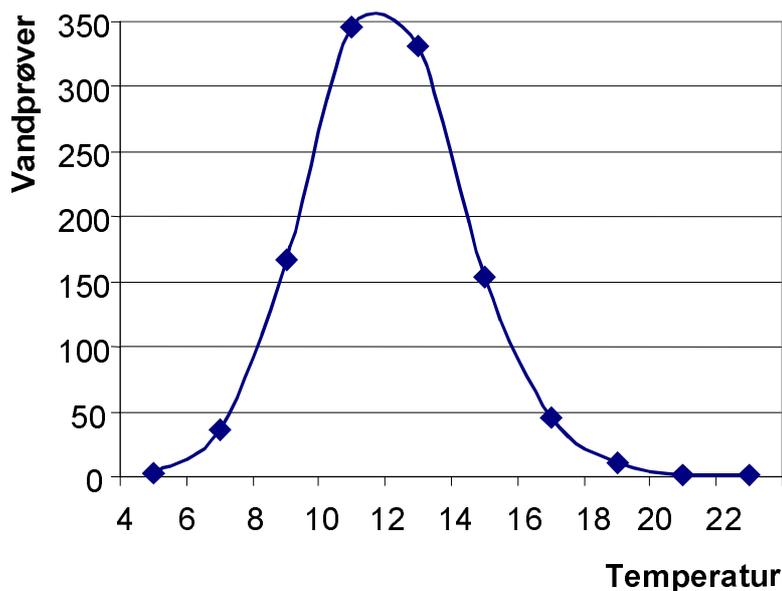
Temperaturforhold

Figur 64 viser antal vandprøver pr. temperatur interval, hvor temperaturen i vandprøven er målt ved prøvetagningen. Det fremgår, at temperaturen i vandprøverne generelt ligger i intervallet 8°

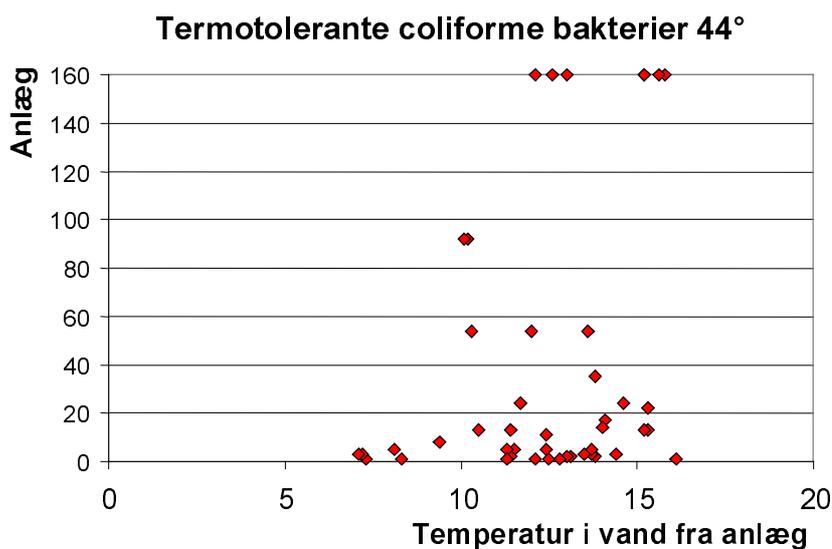
til 16°, og at mange vandprøver har haft en høj temperatur selvom prøvetageren har ladet vandet løbe, indtil temperaturen var stabil før prøvetagningen.

De termotolerante coliforme bakterier blev især fundet i drikkevand som havde en høj temperatur på prøvetagningstidspunktet, figur 65, mens samme tendens ikke genfindes i coliforme bakterier talt ved 37°, figur 66.

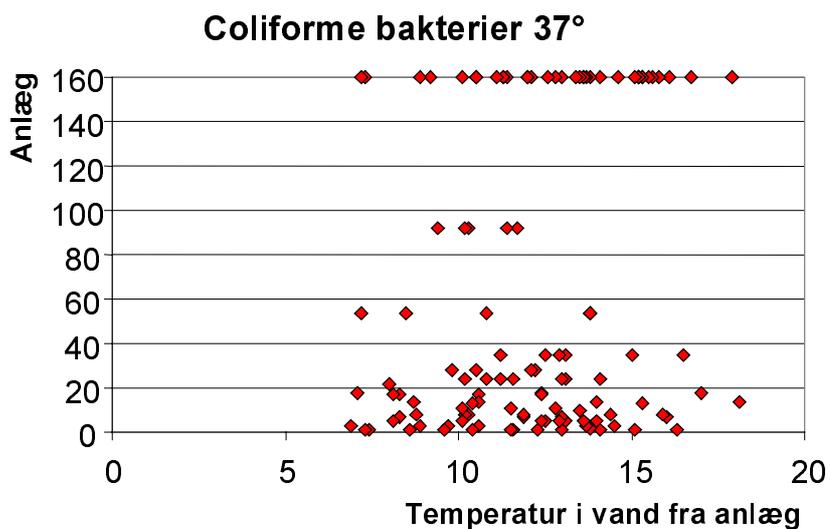
For kimalt målt ved 37°. ses også en svag tendens til større kimalt med stigende temperaturer på prøvetagningstidspunktet, figur 67.



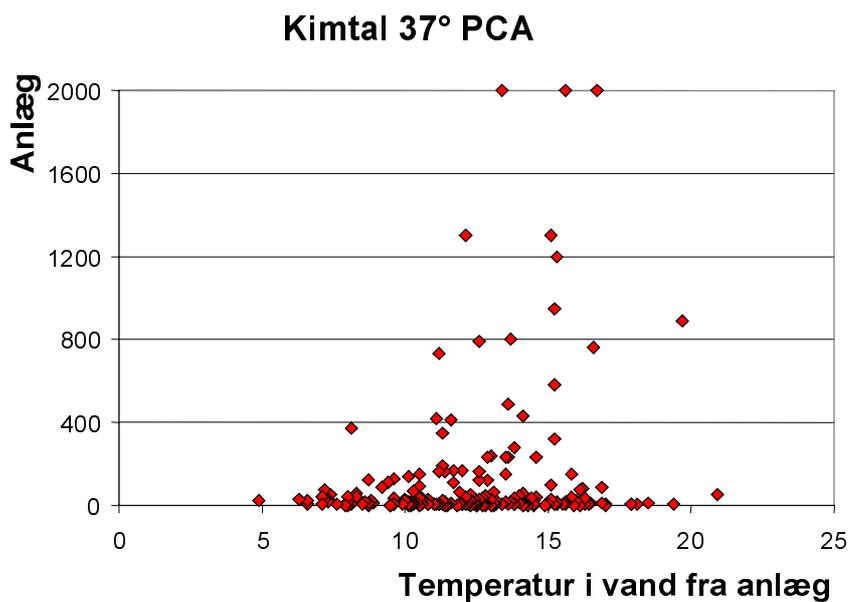
Figur 64 Temperatur i vandprøver fra de små vandforsyningsanlæg.



Figur 65 Sammenhæng mellem temperatur i udtagne drikkevandsprøver og antallet af termotolerante coliforme bakterier.



Figur 66 Temperatur i drikkevandsprøver og antal coliforme bakterier.



Figur 67 Temperatur i udtagne drikkevandsprøver og kimtal (PCA) målt ved 37°. Grænseværdi for kimtal ved 37° er 20.

Mulighed for at anvende reduceret analyseprogram i forbindelse med identifikation af forurenede anlæg

For at reducere analyseomkostningerne til identifikation af små drikkevandsanlæg forurenede af pesticider eller nedbrydningsprodukter er der gennemført en analyse af muligheden for at reducere analyseprogrammet, tabel 34. Et reduceret og økonomisk favorabelt analyseprogram som kun omfatter få parametre skal kunne genfinde så stor en andel af anlæggene som overskrider grænseværdien som muligt.

Tabel 34 Genfinding af boringer med pesticider og med fund af pesticider $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ ved reducerede analyseprogrammer.

Forskellige analyseprogrammer	Anlæg			Genfinding ved forskellige analyseprogrammer i %	
	antal	fund	$\geq 0,1 \mu\text{g/l}$	fund af pesticider	over grænseværdi for pesticider
A Ved analyse af alle pesticider (fuldt program)	628	366	223	100	100
B Analyseres kun for triaziner og BAM genfindes	628	320	201	87,4	90,1
C Bakterielle parametre over grænseværdien	613	--	298		
D Analyseres for triaziner, BAM og bakterier over grænseværdier	628	--	365		
E Analyseres for triaziner, BAM og bakterier o. grænseværdi genfindes (Fællesmængde for A og D *)	628		213	-	95,5
F Analyseres kun for BAM genfindes	628	259	179	70,8	80,3
G Analyseres for BAM og bakterier over grænseværdien findes	628	392**	312***		
H Fællesmængde for A og G****	628	315	192		86,1
I Analyseres for atrazin, BAM og bakterielle parametre over grænseværdierne findes	628		209		93,7

* Genfinding af boringer som overskrider grænseværdi for pesticider når der analyseres for triaziner, BAM og bakterielle parametre.

** Med fund af BAM og/eller med overskridelse af en eller flere bakterielle parametre.

*** Med fund af BAM $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ og/eller med overskridelse af en eller flere bakterielle parametre.

**** Genfinding af boringer som overskrider grænseværdi for pesticider i drikkevand når der kun ses på BAM og bakterielle parametre over grænseværdierne for drikkevand.

Tabel 34 omfatter kun de pesticidanalyser som er gennemført for de 628 små vandforsyningsanlæg, og det kan derfor ikke udelukkes at et større analyseprogram som f.eks. havde omfattet deethylisopropylatrazin eller andre nedbrydningsprodukter ikke vil kunne genfindes med de reducerede analyseprogrammer.

Af tabel 34 fremgår, at der er fundet pesticider en eller flere gange i 366 (58,3%) af de undersøgte anlæg, og at grænseværdien var overskredet i mindst en analyserunde for et eller flere af de analyserede stoffer i 223 (35,5%) af anlæggene. Ved en gennemførelse af det fulde analyseprogram, tabel 34, er genfindingen sat til 100%.

Hvis analyseprogrammet reduceres til triaziner og BAM vil der kunne genfindes 87,4% af alle anlæg med fund af pesticider, og **90,1%** af alle anlæg med fund over grænseværdien på 0,1 µg/l.

Analyseres for triaziner, BAM og bakterielle parametre findes 365 anlæg med overskridelser af grænseværdierne for drikkevand for henholdsvis pesticider og bakterier. Fællesmængden med de anlæg med fund ved det fulde analyseprogram er 213 anlæg svarende til en genfinding på **95,5%** af alle anlæg med overskridelser af grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l.

BAM er fundet i 259 (41,2%) af de analyserede anlæg og i 179 (28,5%) er grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet. Analyseres kun for BAM vil der kunne genfindes **80,3%** af alle anlæg som overskrider grænseværdien for pesticider. Analyseres der både for BAM og bakterielle parametre vil der kunne genfindes 86,1% af alle anlæg med overskridelser af grænseværdien for pesticider i drikkevand.

Gennemføres et reduceret analyseprogram som omfatter BAM og atrazin vil der blive fundet 191 anlæg med overskridelser af grænseværdien svarende til en genfinding på 85,6% af det fulde analyseprogram. Medtages også analyse for bakterielle parametre vil der kunne identificeres 209 ud af 223 anlæg som overskrider grænseværdien for pesticider, svarende til en genfinding på **93,7%**.

Det er muligt at genfinde op til 95,5% af alle anlæg ved at anvende et reduceret analyseprogram, som omfatter BAM, gruppen ”triaziner” og de bakterielle parametre. Vælges udelukkende at analysere for atrazin, BAM og de bakterielle parametre genfindes 93,7% af alle anlæg med overskridelser af grænseværdien for pesticider.

Der er således gode muligheder for at identificere anlæg med overskridelser af grænseværdien ved at anvende et reduceret analyseprogram, f.eks. ved en screening, hvor der anvendes metoder, der er udviklet til screenings formål og som dermed er økonomisk favorable.

Referencer

- Aktstykke 286 af 12/8 1998 til initiativer til styrket indsats for vandmiljøet og fremme og opretholdelse af økologisk omlægning.
- Binzer, K. og Stockmarr, J., 1994: Geologisk kort over Danmark 1:500.000. Prækvartæroverfladens højdeforhold. Det danske landområde samt Kattegat, indre farvande og farvandet omkring Bornholm. Med bidrag af Holger Lykke Andersen. DGU kortserie 44.
- Brüsch, W., 2002: Statusrapport 2002. Pesticidforurenede vand i små vandforsyningsanlæg. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport 2002/87.
- GEUS, 2003 (ed. L. F. Jørgensen): Grundvandsovervågning 2003. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS. Særudgivelse.
- GEUS, 2002 (ed. L. F. Jørgensen): Grundvandsovervågning 2002. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.
- Kjær, J., Ullum, M., Olsen, P., Sjelborg, P., Helweg, A., Mogensen, B.B., Plauborg, F., Grant, R., Fomsgaard I.S. & Brüsch, W., 2003: The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Monitoring results May 1999 - June 2002 Third report. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.
- Miljøstyrelsen 2000: NOVA-2003. Programbeskrivelse for det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998–2003.
- Dansk Vand- og Spildevandsforening, 2002: Vandforsyningsstatistik 2001.
- Alfred Jørgensen Laboratorium, 1996: Brev vedrørende pesticidanalyser til Fyns Amt sendt til GEUS d. 12.01.1996 om analyse af vandprøver fra 40 små vandforsyningsanlæg.

Bilag - Interviewskemaer

1. Oplysningskema for tildeling af DGU nr. ved GEUS

	Undersøgellesnummer	
Projekt: <i>Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)</i>	Anlægsnummer	-V - -00
	DGU nr.	

Ejer:	Tlf. nr.
Adresse:	
Boringens adresse:	Kommune:

Brønd Boring Boring i brønd Antal husstande der forsynes:

Afstand til andre brønde/boringer indenfor ca. 100 m	I drift	hvis Nej så	Sløjfet	DGU. nr.
Afstand til anden <input type="radio"/> Boring eller <input type="radio"/> Brøndm	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej		<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej
Afstand til anden <input type="radio"/> Boring eller <input type="radio"/> Brøndm	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej		<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej

Anlæggets anvendelse: (udover drikkevandforsyning)	Anlæggets placering:	Årligt vandforbrug
<input type="checkbox"/> Kreaturvanding	<input type="radio"/> Gårdsplads m ³
<input type="checkbox"/> Andet	<input type="radio"/> Have	
<input type="checkbox"/> Andet:	<input type="radio"/> I bygning	
	<input type="radio"/> Mark	
	<input type="radio"/> Andet:	

Indsamling af borejournaler eller kemianalyser fra:

Ejer

Amt

Andre:

Terrænkote :

(m. med én decimal) meter

Målepunkt:

cm Over terræn Under terræn

Lokalisering (GPS)	UTM-X:	UTM-Y:	Datum: <input type="radio"/> ED50
			<input type="radio"/> WGS84

Situationsskitse. Beliggenhed af boring/brønd og andre installationer indenfor en afstand af ca. 100 m.

4-cm kort (hvis ikke GPS):
Indmåling i mm fra kortkant

Udfyldt af:

Amt

Kbh. A.

SST. A.

Sdr J. A.

Viborg A.

Dato:

Skemaer indsendes til GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV, att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910
For hurtig behandling kan skema 1 også sendes med e-post til: geusborearkiv@geus.dk

2. Generel beskrivelse af forsyningsanlæggets omgivelser

Undersøgellesnummer



Projekt: Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)

Arealanvendelse på ejendommen og i dennes omgivelser de sidste 3 år:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Privat beboelse | <input type="checkbox"/> Landbrug |
| <input type="checkbox"/> Frugtavl | <input type="checkbox"/> Vinter korn |
| <input type="checkbox"/> Træer | <input type="checkbox"/> Vår korn |
| <input type="checkbox"/> Buske | <input type="checkbox"/> Græs/klover i omdrift |
| <input type="checkbox"/> Jordbær | <input type="checkbox"/> Roer |
| <input type="checkbox"/> Planteskole | <input type="checkbox"/> Ærter |
| <input type="checkbox"/> Pyntegrønt/juletræer | <input type="checkbox"/> Vinter raps |
| <input type="checkbox"/> Golf/fodbold anden fritid | <input type="checkbox"/> Vår raps |
| <input type="checkbox"/> Skov | <input type="checkbox"/> Andre fro |
| <input type="checkbox"/> Naturareal/Hede | <input type="checkbox"/> Majs |
| <input type="checkbox"/> Brakareal | <input type="checkbox"/> Kartoffler |
| <input type="checkbox"/> Villabebyggelse | <input type="checkbox"/> Grøntsager |
| <input type="checkbox"/> Andet: | |

Opbevaring af bekæmpelsesmidler:

- Under tag
 Udendørs
 Ved boring/brønd
 Andet:

Opbevaring af tom emballage:

- Under tag
 Udendørs
 Ved boring/brønd
 Andet:

Andre installationer indenfor ca. 100 m fra brønd/boring

- | | | | | | |
|--|---|---------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vaskeplads: | m | Bund befæstet | <input type="radio"/> Ja | <input type="radio"/> Nej | <input type="radio"/> Ved ikke |
| <input type="checkbox"/> Nedgravet pesticidaffald/emballage: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Uheld/spild: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Sivebrønd: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Septiktank: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Kloakledning: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Mødding: | m | Bund tæt | <input type="radio"/> Ja | <input type="radio"/> Nej | <input type="radio"/> Ved ikke |
| <input type="checkbox"/> Ajlebeholder: | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Gylletank | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Ensilagebeholder | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Olietank | m | Nedgravet | <input type="radio"/> Ja | <input type="radio"/> Nej | <input type="radio"/> Ved ikke |
| <input type="checkbox"/> Benzin/diesel stander | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Tagvand/nedløbsrør | m | | | | |
| <input type="checkbox"/> Andet: | m | | | | |

Afstand til veje/jernbane indenfor ca. 100 m fra boring/brønd:

- Markvej: m
 Privatvej: m
 Kommunalvej: m
 Amtsvej: m
 Motorvej: m
 Jernbane: m
 Andet: m

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

2. Generel beskrivelse af forsyningsanlæggets omgivelser

Side 2

Projekt: Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)

Hyppigst anvendte plantebekæmpelsesmidler de sidste fem år:

max 3 krydser

- | | | |
|--------------------------|--------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Glyphosat | Zeppelin, Roundup, Thouchdown, Folar, Roxxon, Glyphonova, Dan-Kvik, Glyphogan, All Out Bio. |
| <input type="checkbox"/> | Dichlobenil | Casoron G, Prefix 8, Prefix G, Shell Prefix G. |
| <input type="checkbox"/> | Isoproturon | Arleon fl.E, Dublet, Tolkan L, Inter-isoproturon. |
| <input type="checkbox"/> | Mancozeb | Dithane, Tridex, LSF Mancozeb, Kill-it, Ridomil, Wolf-rosenspray, Karathane combi. |
| <input type="checkbox"/> | Maneb | Vondac, AAmangan, AAmasul, AAstimazul, Aazimag, Ami skurv og skimmel, DAG, Derosal, Dithane, DLG EK, Manocol, Manzate, PLK, Trimangol, Triziman. |
| <input type="checkbox"/> | Pendimethalin | Stomp, Inter-pendimethalin, Stomp SC. |
| <input type="checkbox"/> | MCPA | Herbattox, Metaxon, M-750, Danacetat, Ariane, Stellon, Flux Extra, Herbalon, Herbamix, Herba-Mix, Wee-hor, Herbazolin, Hormonmix, Probattox, Shell M, Pesco |
| <input type="checkbox"/> | Metamitron | Gotix, ND, Goliath, Metafol, JBC metamitron. |
| <input type="checkbox"/> | Mechlorprop | Herbattox, Optica Meko, Herbalon, Stellon, DLG M, Fuchs-propion, Herbamix, Herba-prop, Iso-Cornox, Tellusol græsrens, Triban, Resolut extra, Proxtat 30. |
| <input type="checkbox"/> | Bentazon | Basagran 480, Basagran M75, Ladok TE |
| <input type="checkbox"/> | Terbuthylazin | Ladok TE, Inter-Terbuthylazin, Kemprim, Folar, Lido, Toloran, Fenoron, Gardoprim, Pramitol, Seltoran. |
| <input type="checkbox"/> | Dimethoat | KVK dimethoat, Perfekthion, DLG, EVA Roxion, FSA Danadim dimethoat, Fuchs dimethoat, Lindinger dimet, Midol, Mortalin, Muscattox, Rentokil-Dimethoat, Shell - dimethoat, Tan-dimethoat |
| <input type="checkbox"/> | Dichlorprop | Herbattox, Duplosan Trio, Herbamix, DLG-prop-mix, Optica, Astix, Lindinger Combi, Hormon-mix, NA-mix, Probattox, Prokamix, Propimix, Propinox-D, Shell-D, Shell Proxtat DP, Shellprox-30, Toxan. |
| <input type="checkbox"/> | Diuron | Karmex, Inter-diuron, Ustinex PA |
| <input type="checkbox"/> | 2,4-D | Herbattox, Optica Meko, Herbattox, Duplosan, DLG-M, Herbamix, Chloea, DAG-D, DicotoxDisol, NA-mix, KVK herbattox, Plænerenser, Prokamix, Prox super, Porxtat, Propinox, Resolut, S/48 brun, Toxan, Shell D50, Wee- Hormon 50 AD og 80D |
| <input type="checkbox"/> | Metsulfuron methyl | Ally, Allie/Ally 20 DF. |
| <input type="checkbox"/> | Simazin | Gesatop 500, Simazin 500, DLG Simazin, Fsgro Sima, Geigy, Gesatop, Simadex, Lindinger Simazin. |
| <input type="checkbox"/> | Andet | |
| <input type="checkbox"/> | Andet | |

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

3. BRØND

Supplerende oplysningsskema

Undersøgelsesnummer

Projekt: *Pesticidforurennet vand i*

Anlægsnummer

små vandforsyninger (1-9 husstande)

DGU nr.

Brøndata:	Placering af taphane for prøvetagning:
Brønd udført år:	<input type="checkbox"/> Ukendt <input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter hydrofor <input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter filter
Brønddiameter: cm	Prøvetagningssted:
Brønddybde: m.u.t. (én decimal)	<input type="radio"/> Udendørs
Vandspejl: m.u.t. (én decimal)	<input type="radio"/> Stald
Brøndkarm: cm over terræn	<input type="radio"/> Udhus
	<input type="radio"/> Bryggers
	<input type="radio"/> Køkken
	<input type="radio"/> Andet

Brøndmaterialer mv.:		
Brøndvæg:	Materiale:	Brønddækselmateriale:
	<input type="checkbox"/> Cementringe	<input type="checkbox"/> Jern
	<input type="checkbox"/> Mursten	<input type="checkbox"/> Cement
	<input type="checkbox"/> Kampesten	<input type="checkbox"/> Træ
	<input type="checkbox"/> Andet:	<input type="checkbox"/> Andet:
		Dæksel: <input type="radio"/> Intakt: <input type="radio"/> Defekt <input type="radio"/> Ved ikke

Omgivelser:		
Terrænfald:	<input type="radio"/> Bort fra brønd	<input type="radio"/> Mod brønd <input type="radio"/> Intet fald
Belægning på arealet omkring brønden:		Risiko for tilstrømning af overfladevand til brønd:
<input type="checkbox"/> Sten/Brøsten		<input type="radio"/> Stor risiko
<input type="checkbox"/> Grus/jord		<input type="radio"/> Mulig risiko
<input type="checkbox"/> Græs		<input type="radio"/> Ikke sandsynlig
<input type="checkbox"/> Asfalt		
<input type="checkbox"/> Cement		
<input type="checkbox"/> Andet:		
Forureningsrisiko generelt:	<input type="radio"/> Stor risiko	<input type="radio"/> Mulig risiko <input type="radio"/> Lille risiko <input type="radio"/> Konstateret forurening

Teknisk Anlæg:				
Pumpe:	<input type="radio"/> Dykpumpe	<input type="radio"/> Ejektor	<input type="radio"/> Borerørpumpe	<input type="radio"/> Stempelpumpe
	<input type="radio"/> Anden pumpe			<input type="checkbox"/> Ledningsnetpumpe
Hydrofor:	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	Filter: <input type="radio"/> Ingen filter	<input type="radio"/> Sand <input type="radio"/> Marmor <input type="radio"/> Andet
Udfyldt af:		Amt:	<input type="radio"/> Kbh. A.	
.....			<input type="radio"/> SST. A.	
.....			<input type="radio"/> Sdr.J. A.	
Dato:			<input type="radio"/> Viborg A.	

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

4. BORING

Supplerende oplysningsskema

Undersøgelsesnummer

Projekt: *Pesticidforurennet vand i*

Anlægsnummer

små vandforsyninger (1-9 husstande)

DGU nr.

.
-V - -00
.

<input type="radio"/> Tørbrøndsdata	<input type="radio"/> Pumpehusdata:	Placering af taphane for prøvetagning:
<input type="radio"/> Cementbrønd	<input type="radio"/> Cementbrønd	<input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter hydrofor
<input type="radio"/> Glasfiberbrønd	<input type="radio"/> Glasfiberbrønd	<input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter filter
<input type="radio"/> Ingen tørbrønd	<input type="radio"/> Ingen tørbrønd	
<input type="radio"/> Andet	<input type="radio"/> Andet	
Brønddiameter: cm		Prøvetagningssted:
Brønddybde: m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Udendørs
Pumpehusgulv: <input type="radio"/> m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Stald
<input type="radio"/> m.over.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Udhus
Vandspejl: m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Bryggers
Brøndkarm: cm over terræn		<input type="radio"/> Køkken
		<input type="radio"/> Andet
Top af borerør over bund/gulv: cm		
Top af borerør: <input type="radio"/> cm over terræn		Top af borerør: <input type="radio"/> cm under terræn

Tilstand m.v.:			
Sider i tørbrønd	<input type="radio"/> Tætte	<input type="radio"/> Utætte	<input type="radio"/> Ved ikke
Bund af tørbrønd/gulv i pumpehus	<input type="radio"/> Tæt	<input type="radio"/> Utæt	<input type="radio"/> Ved ikke
	<input type="radio"/> Tør	<input type="radio"/> Våd	<input type="radio"/> Ved ikke
Sump i bund af tørbrønd/pumpehus	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Ved ikke
Er der fundet vand i tørbrønden:	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Ved ikke
Hvis ja, løb det ned i boring:	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Ved ikke
Tegn på tidligere vand i tørbrønd	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Ved ikke
Lænsespumpe:	<input type="radio"/> Intakt	<input type="radio"/> Defekt	<input type="radio"/> Ved ikke
Afløb fra tørbrønd/pumpehus:	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	<input type="radio"/> Ved ikke
Pumpehusets generelle tilstand.	<input type="radio"/> God	<input type="radio"/> Med mangler	<input type="radio"/> Ved ikke

Tørbrøndsmaterialer/pumpehusgulv m.v.:	
Bundmateriale/gulvmateriale:	Brønddækselmateriale:
<input type="checkbox"/> Cement:	<input type="checkbox"/> Jern
<input type="checkbox"/> Ler/jord:	<input type="checkbox"/> Cement
<input type="checkbox"/> Andet:	<input type="checkbox"/> Træ
	<input type="checkbox"/> Andet:
	Dæksel: <input type="radio"/> Intakt: <input type="radio"/> Defekt <input type="radio"/> Ved ikke

Teknisk Anlæg:						
Pumpe:	<input type="radio"/> Dykpumpe	<input type="radio"/> Ejektor	<input type="radio"/> Borerørspumpe	<input type="radio"/> Stempelpumpe		
	<input type="radio"/> Anden pumpe			<input type="checkbox"/> Ledningsnetpumpe		
Hydrofor:	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	Filter: <input type="radio"/> Ingen filter	<input type="radio"/> Sand	<input type="radio"/> Marmor	<input type="radio"/> Andet

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

5. BORING I GAMMEL BRØND

Supplerende oplysningsskema

Undersøgellesnummer

Projekt: *Pesticidforurennet vand i*

Anlægsnummer

små vandforsyninger (1-9 husstande)

DGU nr.

<input type="checkbox"/> Brøndata	<input type="checkbox"/> Pumpehusdata:	Placering af taphane:
Brønd udført år:	<input type="checkbox"/> Ukendt	<input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter hydrofor
Boring udført år:	<input type="checkbox"/> Ukendt	<input type="radio"/> Før <input type="radio"/> Efter filter
Brønddiameter: cm		Prøvetagningssted:
Brønddybde: m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Udendørs
Pumpehusgulv: <input type="radio"/> m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Stald
<input type="radio"/> m.over.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Udhus
Vandspejl: m.u.t. (én decimal)		<input type="radio"/> Bryggers
Brøndkarm: cm over terræn		<input type="radio"/> Køkken
Top af borerør over bund/gulv: cm		<input type="radio"/> Andet
Top af borerør: <input type="radio"/> cm over terræn		Top af borerør: <input type="radio"/> cm under terræn
Pumpehusets generelle tilstand.	<input type="radio"/> God	<input type="radio"/> Med mangler <input type="radio"/> Ved ikke

Brøndmaterialer m.v.:

Brøndvægsmateriale:

- Cementringe
- Mursten
- Kampesten
- Andet:

Brønddækselmateriale:

- Jern
- Cement
- Træ
- Andet:

Intakt: Defekt Ved ikke

Teknisk Anlæg:

Pumpe: Dykpumpe Ejektor Borerørpumpe Stempelpumpe
 Anden pumpe

Ledningsnetpumpe

Hydrofor: Ja Nej Filter: Ingen filter Sand Marmor Andet

Omgivelser:

Terrænfald: Bort fra brønd/boring Mod brønd/boring Intet fald

Belægning på arealet omkring brønd/boring:

- Sten/Brosten
- Grus/jord
- Græs
- Asfalt
- Cement
- Andet:

Risiko for tilstrømning af overfladevand til brønd/boring

- Stor risiko
- Mulig risiko
- Ikke sandsynlig

Forureningsrisiko generelt:

Stor risiko Mulig risiko Lille risiko Konstateret forurening

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

5. BORING I GAMMEL BRØND

Supplerende oplysningsskema

Side 2

Projekt: *Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)*

Boringsdata:	
Boring udført (år):	<input type="checkbox"/> Ukendt Brøndborer:
Forerørsdiameter mm:	(målt)
Boringsdybde m. u. t.:	(evt. fra borejournal)
Vandstand m. u. t.:	(målt)
Forerørsmateriale:	<input type="radio"/> PVC
	<input type="radio"/> Jern
	<input type="radio"/> PEH
	<input type="radio"/> Andet:
Forerørstop:	<input type="radio"/> Lukket <input type="radio"/> Åbent <input type="radio"/> Ved ikke
Forerørsforsegling:	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej <input type="radio"/> Ved ikke <input type="radio"/> Tæt <input type="radio"/> Utæt <input type="radio"/> Ved ikke

Jordlagsbeskrivelse (evt. henvisning til allerede registreret boring):
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Udfyldt af:	Amt
	<input type="radio"/> Kbh. A.
	<input type="radio"/> SST. A.
	<input type="radio"/> Sdr.J. A.
Dato:	<input type="radio"/> Viborg A.

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

VEJLEDNING

Til brug ved udfyldelse af indberetningskema, interviewskema m.m.
Projekt: Pesticidforurenede vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)

Side 1

Fælles for alle skemaer.

I alle skemaer er anvendt eller .

Cirklen anvendes til at indikere alternativer, hvor kun en må afkrydses

Firkanten kan anvendes til flere parallelle oplysninger. Der må således sættes flere krydser.

Alle skemaer sendes ind til GEUS i papirformat for fælles indtastning hos GEUS. Informationerne vil herefter blive redistribueret til de respektive amter.

For hurtigt at få et DGU nr. kan Skema 1 indsendes pr. e-post til adressen geusborearkiv@geus.dk

Det er da kun nødvendigt at udfylde de med **gult markerede felter**. Man kan i denne sammenhæng dobbelt-klikke på eller skrive x, så får man eller (i hvert fald i WORD) og det er OK.

Skema 1 skal under alle omstændigheder også indsendes i fuld udfyldt tiltand i papirformat for efterfølgende indlæsning hos GEUS.

1. Oplysninger til tildeling af DGU nummer ved GEUS.

Undersøgelingsnummer. I skemaet er anvendt et undersøgelingsnummer, der altid skal påføres. Det er blot et lb.nr. som påføres af Amtet. Det består af et 3-cifret kommune-nr. og et 3-cifret løbenummer, f.eks. 218.023.

Undersøgelingsnummeret følger vandforsyningsanlægget og den/de enkelte brønde eller borer og den generelle beskrivelse af omgivelserne. **Anlægsnummeret** består af kommune-nr., virksomhedskode (V95 eller V03) løbenummer og undernummer. Sidstnævnte vil i denne sammenhæng altid være 00. Når anlægget har **DGU nr.** udfyldes dette også.

Bemærk at hvis der skulle være anlæg med mere end en boring eller brønd skal der udfyldes et skema for hver boring/brønd, med hvert sit DGU nr. men de skal have samme undersøgelingsnummer.

Ejers adresse (vandværksbestyrerens) og boringens adresse behøver ikke være den samme.

Mange af de besøgte anlæg vil have et DGU nr. Det vil derfor være en god ide forud for undersøgelsen at konsultere amtets borearkiv for eventuelle oplysninger om det på gældende anlæg. Afstand til andre borer/brønde indenfor ca. 100 m har bl.a. dette formål.

Der kan være flere borer ved en ejendom/vandværk. Der kan i tidens løb være udført erstatningsboringer og ikke alle kan være registrerede med DGU nr. For en sikker identifikation af den enkelte boring er det nødvendigt med oplysninger om andre borer. En anden boring, der er i drift kan influere på tilstrømningen til den boring, der undersøges. Ældre borer sløjfede eller ikke sløjfede kan være nemme adgangsveje for forureninger.

Anlæggets anvendelse og placering. Der er en forudsætning for anlæggets interesse i denne undersøgelse, at det anvendes til drikkevandsforsyning til mennesker, men herudover kan det indvundne vand også anvendes til andre formål. Samtidig ønskes det årlige vandforbrug (sidste år) oplyst.

Indsamling af borejournaler og analyser er især vigtig for anlæg, hvorom der ikke tidligere findes oplysninger om dybde og jordlag. Ældre analyser kan bidrage til at belyse den generelle udvikling i vandkvaliteten på lokaliteten.

Terrænkote og målepunkt. Brøndens/boringens kote oplyses med 0,1 meters nøjagtighed, tillige med oplysning om målepunkt og dettes placering i cm over/under terræn. Evt. en tegning på situationsplanen.

Lokalisering. Boringerne lokaliseres med GPS-instrument og koordinater oplyses med 1 meters nøjagtighed. Husk at afkrydse **Datum**.

Situationsplan. Her tegnes en planskitse over den relative placering af anlæg m.m. Boringen/brønden indmåles i forhold til terrængenstande der findes på 4-cm kortet som ved vanlig lokalisering. Hvis der ikke er anvendt GPS til positionering oplyses 4-cm kort og placeringen i mm fra kortkant

Det er vigtigt at alle skemaer udfyldes med navn, dato og Amt.

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910

Projekt: Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger (1-9 husstande)

2. Generel beskrivelse af forsyningsanlæggets omgivelser.

Arealanvendelsen de sidste 3 år i boringens omgivelser vil ofte være en indikation på, hvilke bekæmpelsesmidler der kan have været sandsynlige. Egentlig burde indvindingsoplandet til boringen/ brønden være undersøgt. Af tidsmæssige grunde indskrænkes oplysningerne til, hvad ejeren kan oplyse.

Feltet vedrørende opbevaring af **bekæmpelsesmidler** og tom emballage udfyldes.

Andre installationer i boringens/brøndens omgivelser kan influere vandkvaliteten. Placeringer og indretning af vaskeplads, hvor beholdere anvendt til bekæmpelsesmidler rengøres har afgørende betydning i denne undersøgelse.

Veje og jernbaner kan være behandlet med bekæmpelsesmidler og derved påvirke vandkvaliteten.

I tabellen over en lang række **aktivstoffer**, der har været almindeligt anvendt gennem de sidste 5 år, sættes op til 3 krydser for stoffer der har været anvendt hyppigst i nærheden af brønden/boringen. Der er plads til at notere andre stoffer.

3. Brønd. (og 5 Boring i gammel brønd)

Undersøgelnummer, anlægsnummer og DGU nr. udfyldes alle tre.

Brøndata. Bemærk, at brønddybde og dybde til vandspejl refererer til terræn, ikke til brøndkarm. Hvis det er muligt så pejle brønd. Målepunkt tages fra skema 1. Placering af taphane for prøvetagning og prøvetagningssted udfyldes.

Brøndmaterialer. Formålet er at belyse brøndens tekniske udformning.

Omgivelser. Kan overfladevand løbe direkte ned i brønden? Er der direkte infiltrationsmuligheder omkring brønden? Hvordan er forureningsrisikoen generelt?.

Teknisk anlæg oplysning om pumpe type burde give sig selv. Oplysninger om hydrofor og filter burde stå nær ”Placering af taphane”, men det passede bedre i skemaet her.

4. Boring. (og 5 Boring i gammel brønd)

Undersøgelnummer, anlægsnummer og DGU nr. udfyldes alle tre.

Det oplyses om der er tale om **tørbrøndsdata eller pumpehusdata**. Bemærk, at brønddybde og dybde til vandspejl refererer til terræn, ikke til brøndkarm. Hvis det er muligt så pejle brønd. Placering af taphane for prøvetagning og prøvetagningssted udfyldes. Bemærk at dybde til vandstand og bund refererer til terræn. Oplysninger om top af borerør over bund og om der står vand eller om der er tegn på, at der har stået vand i tørbrønden er vigtige.

Tilstand har til formål at belyse det forureningsrisici i tørbrønd eller pumpehus. Oplysninger om tætte/utætte sider og bundmateriale udfyldes ikke for glasfiberbrønd.

Brøndmaterialer. Formålet er at belyse tørbrøndens eller pumpehusets tekniske udformning.

Teknisk anlæg oplysning om pumpe type burde give sig selv. Oplysninger om hydrofor og filter burde stå nær ”Placering af taphane”, men det passede bedre i skemaet her.

Omgivelser. Kan overfladevand løbe direkte ned i brønden? Er der direkte infiltrationsmuligheder omkring brønden? Hvordan er forureningsrisikoen generelt?.

Boringsdata. Der foretages nogle målinger med det formål at identificere boringen. Er den ikke tidligere indberettet til GEUS fremskaffes så mange oplysninger som muligt, f.eks. borejournal.

Beskrivelse af jordlag kan ske på grundlag af lodsejers oplysninger Eventuel borerapport vedlægges.

Skemaer indsendes med post til:

GEUS, Thoravej 8, 2400 København NV. att.: Niels Kelstrup, tlf. 3814 2910