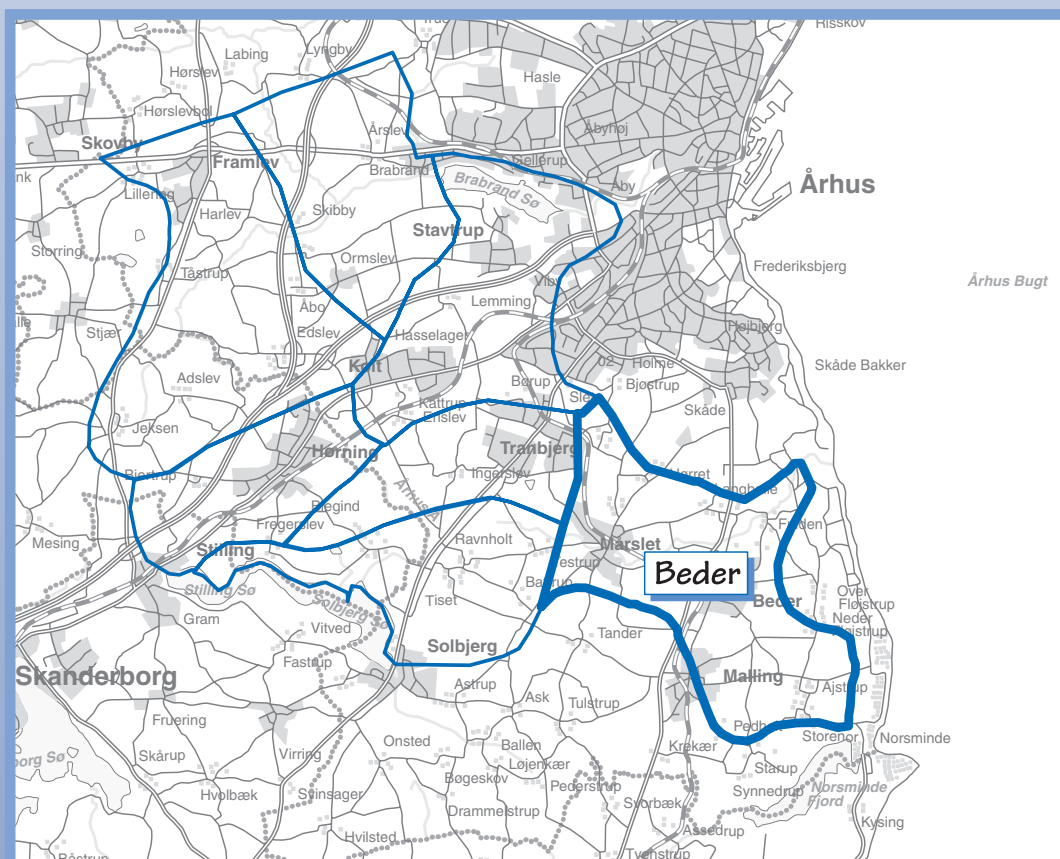


Redegørelse for grundvandsressourcerne i Indsatsområde Beder

Resumé og anbefalinger



Udgiver: Århus Amt
Natur og Miljø
Lyseng Allé 1
8270 Højbjerg
Tlf. 89 44 66 66

Udgivelsesår: 2006

Titel: Redegørelse for grundvandsressourcerne i
Indsatsområde Beder – Resumé og anbefalinger

ISBN: 87-7906-391-8

Redaktion: Birthe Eg Jordt, Richard Thomsen, Birgitte Hansen
Signe Weng Grønhøj, Stine Rasmussen og
Ole Dyrø Jensen

Sideantal: 55 sider

Oplag: Udskrives fra Natur og Miljø's hjemmeside

Kort: Grundmateriale:
KMS Copyright

Forord

Århus Amtsråds langsigtede mål er, at grundvandet skal beskyttes mod forurening. Alle forbrugere af drikkevand skal sikres en stabil forsyning med tilstrækkelige mængder af drikkevand af god kvalitet.

I Regionplan 2005, der er amtsrådets sammenfattende plan for arealanvendelsen i Århus Amt, har man derfor fastlagt en strategi, som går ud på, at der i perioden frem til 2013 skal udarbejdes forslag til indsatsplaner for beskyttelse af grundvandet.

Indsatsområder er områder, hvor der er behov for en målrettet og aktiv indsats over for eksisterende og fremtidige kilder til forurening af grundvandet.

Denne rapport har til formål at give et overblik over grundvandsforholdene inden for Indsatsområde Beder. Rapporten er inddelt i 2 kapitler. Det første kapitel er et resumékapitel, hvis indhold og konklusioner baserer sig på den mere grundige, tekniske redegørelse, som Natur og Miljøkontoret har udarbejdet: ”**Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området**”.

Det andet kapitel i denne rapport indeholder en række anbefalinger dels vedrørende den fremtidige overvågning og beskyttelse af grundvandet dels vedrørende de enkelte vandværker i indsatsområdet. Dette kapitel findes også i rapporten ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området”, der sammen med denne resumérapport er en del af grundlaget for det videre arbejde i indsatsplanlægningen.

Indholdsfortegnelse

KAPITEL 1.

1.1 GRUNDEVANDSRESSOURCEN	5
1.2 GENNEMFØRTE UNDERSØGELSER	5
1.3 GEOFYSIK OG GEOLOGI	6
1.4 NITRAT- OG PESTICIDFORHOLD	10
1.5 ØVRIGE KEMISKE FORHOLD	14
1.6 GRUNDEVANDSDANNENDE OPLANDE	14
1.7 DEFINITIONER PÅ GRUNDEVANDETS SÅRBARHED	18
1.8 VANDVÆRKSSÅRBARHED I INDSATSOMRÅDE BEDER	21
1.9 MAGASINSÅRBARHEDEN I INDSATSOMRÅDE BEDER	21
1.10 MAGASINSÅRBARE OMRÅDER I INDSATSOMRÅDE BEDER	23

KAPITEL 2.

2.1 OVERVÅGNING AF GRUNDEVANDSSTANDEN	31
2.2 OVERVÅGNING AF GRUNDEVANDSKVALITETEN	33
2.3 KONKRETE ANBEFALINGER, DER VEDRØRER DE ENKELTE VANDVÆRKER I INDSATSOMRÅDE BEDER	41
2.4 ØVRIGE ANBEFALINGER	50

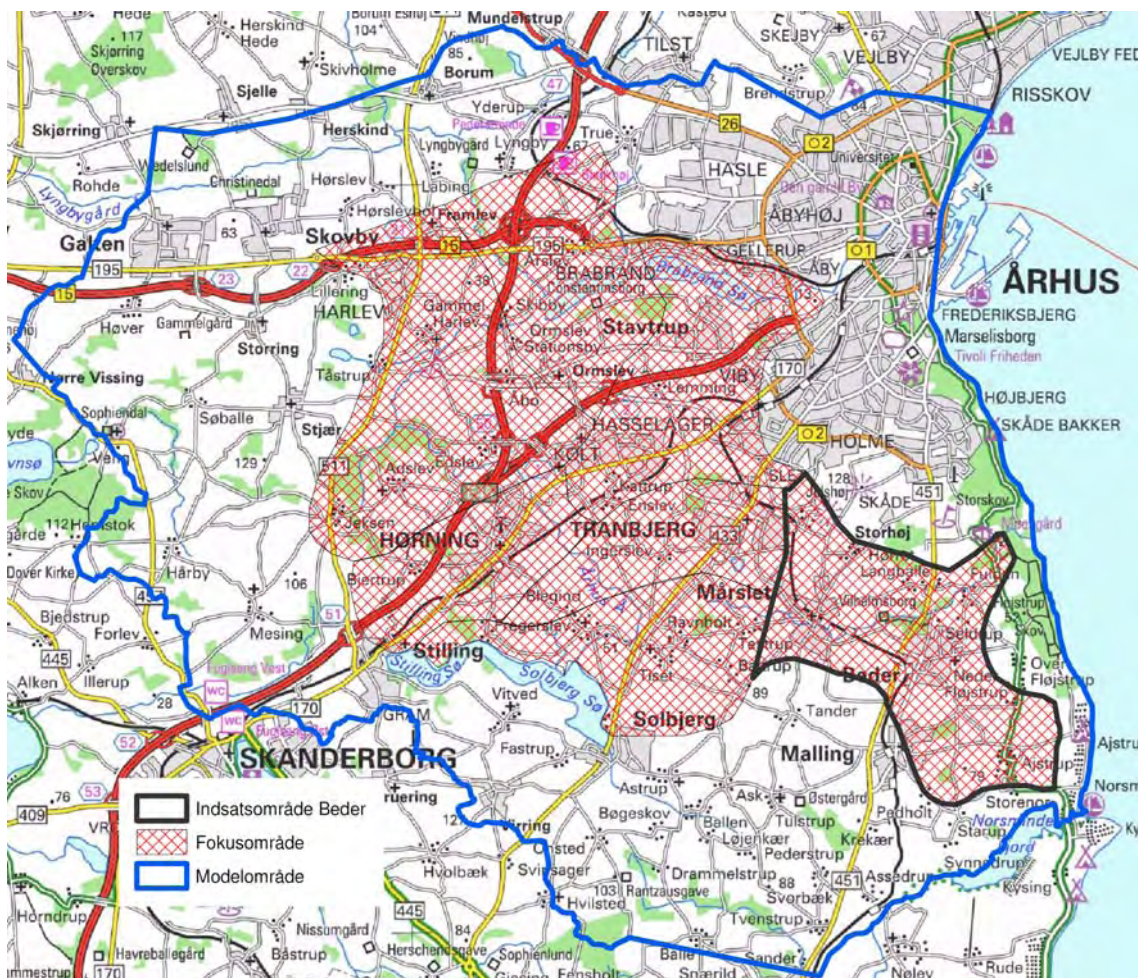
Kapitel 1.

Resumé fra rapporten ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området”

I dette første kapitel gives et resumé af de vigtigste resultater af detailkortlægningen i Århus Syd-området med fokus på den del, som ligger inden for Indsatsområde Beder. Århus Syd-området er en samlet administrativ betegnelse for Århus Amts kortlægningsområde syd for Århus. Den tekniske dokumentation for detailkortlægningen i Århus Syd-området er mere fyldestgørende beskrevet i rapporten ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området”, samt i de baggrundsrapporter og øvrige referencer, der er henvist til i redegørelsen.

I ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området” og i nærværende resumérapport anvendes følgende områdebetegnelser:

- Fokusområdet (figur 1.1) er et 153 km² stort område, der dækker indsatsområderne Åbo, Storskoven, Stautrup, Beder (29 km²), Østerby, samt dele af Stilling og Ravnholt/Tiset indsatsområder. Fokusområdet dækker de områder, der mest indgående behandles i ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området”.
- Modelområdet (figur 1.1) er området, hvor der er opstillet en grundvandsmodel. Modelområdet har en størrelse på 412 km².



Figur 1.1 Oversigt over betegnelserne anvendt i ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Syd-området” og nærværende resumérapport.

1.1 Grundvandsressourcen

De naturgivne rammer for indvinding af rent grundvand er meget uensartede i Indsatsområde Beder. Der findes områder, hvor forudsætningerne for at indvinde rent grundvand enten er dårlige på grund af begrænsede ressourcer eller på grund af en utilfredsstillende vandkvalitet. Det er derfor vigtigt at opnå et detaljeret kendskab til de områder, hvor der findes udnyttelige grundvandsressourcer til drikkevandsformål og lokalisere de områder, hvor grundvandet i særlig grad skal beskyttes mod forurening, for at sikre grundlaget for en fremtidig drikkevandsindvinding med grundvand af god kvalitet.

Beskyttelsen i forhold til kendte punktkilder (lossepladser, forurenede grunde mv.) indgår ikke som et led i selve ressourcekortlægningen, men behandles i forbindelse med selve indsatsplanlægningen.

Kortlægningsområderne i Århus Syd-området er geologisk set domineret af begravede dale adskilt af højtliggende plateauer med fedt, tertiært ler. Fra dette ler er det ikke muligt at indvinde vand, ligesom det heller ikke i Indsatsområde Beder er muligt at finde udnyttelige grundvandsressourcer under det fede ler. De begravede dalstrukturer er i løbet af istiderne blevet skåret ned i det fede ler, og efterfølgende fyldt op med forskellige aflejringer afsat af istidens gletsjere og smeltevandet fra disse gletsjere. De begravede dale ses ofte ikke i det nuværende landskab.

Områdets største og bedste grundvandsmagasiner ligger således i de begravede dalstrukturer, hvor der mange steder findes betydelige lag af smeltevandssand og -grus, som er vandførende og derfor udgør et godt grundlag for indvinding af grundvand til drikkevandsformål. Der indvindes dog også vand fra tertiære sandmagasiner beliggende på plateauerne og flankerne mellem dalstrukturerne.

Nogle steder i de begravede dale finder man imidlertid også aflejringer, som ikke giver grundlag for vandindvinding. Det drejer sig helt overvejende om smeltevandsler og -silt samt moræneler og morænesand. Da der således er tale om meget komplekse aflejringer, hvor lerlag hyppigt veksler med sand- og gruslag, kan det selv på baggrund af en grundig kortlægning være vanskeligt at afdække de geologiske forhold helt præcist, især på større dybder.

1.2 Gennemførte undersøgelser

I Indsatsområde Beder er der gennemført en række forskellige undersøgelser og beregninger for at gøre det muligt at vurdere grundvandsmagasinerne udstrækning, størrelse, opbygning, kemiske tilstand, naturlige beskyttelse samt udbredelsen af de samlede grundvanddannende oplande.

Forskellige geofysiske målemetoder er anvendt med henblik på dels at få et overblik over de overordnede geologiske strukturer i området og dels for at få kortlagt udbredelsen af lerlag ned til en dybde af ca. 30 meter under terræn.

De geofysiske målinger resulterer i princippet i en slags scanning af jordlagene ned til bestemte dybder, der afhænger af den benyttede metode.

Den geofysiske TEM-metode fokuserer på lidt større dybder og udmærker sig især ved at kunne bruges til kortlægning af overfladen af den fede tertiære ler, der i det aktuelle område ofte udgør bunden af de begravede dale. Derved kortlægges områder, hvor der er de bedste muligheder for at finde de grundvandsmagasiner, som fremtidens vandindvinding skal bygge på.

Den slæbegeoelektriske målemetode (PACEP og PACES), fokuserer på de allerøverste jordlag ned til en maksimal dybde på omkring 30 meter under terræn. Metoden anvendes til at kortlægge udbredelsen og tykkelsen af de terrænnære lerlag, der i dette område har stor betydning for, hvilken naturlig beskyttelse grundvandsmagasinerne har.

I tillæg til de geofysiske målinger er der udført en række borer i området, og de har ud over at støtte de geofysiske målinger haft til formål at tilvejebringe en række helt konkrete oplysninger. Det drejer sig bl.a. om pejling af grundvandsstanden og udtagning af vandanalyser til bestemmelse af grundvandets kemiske sammensætning i forskellige dybder.

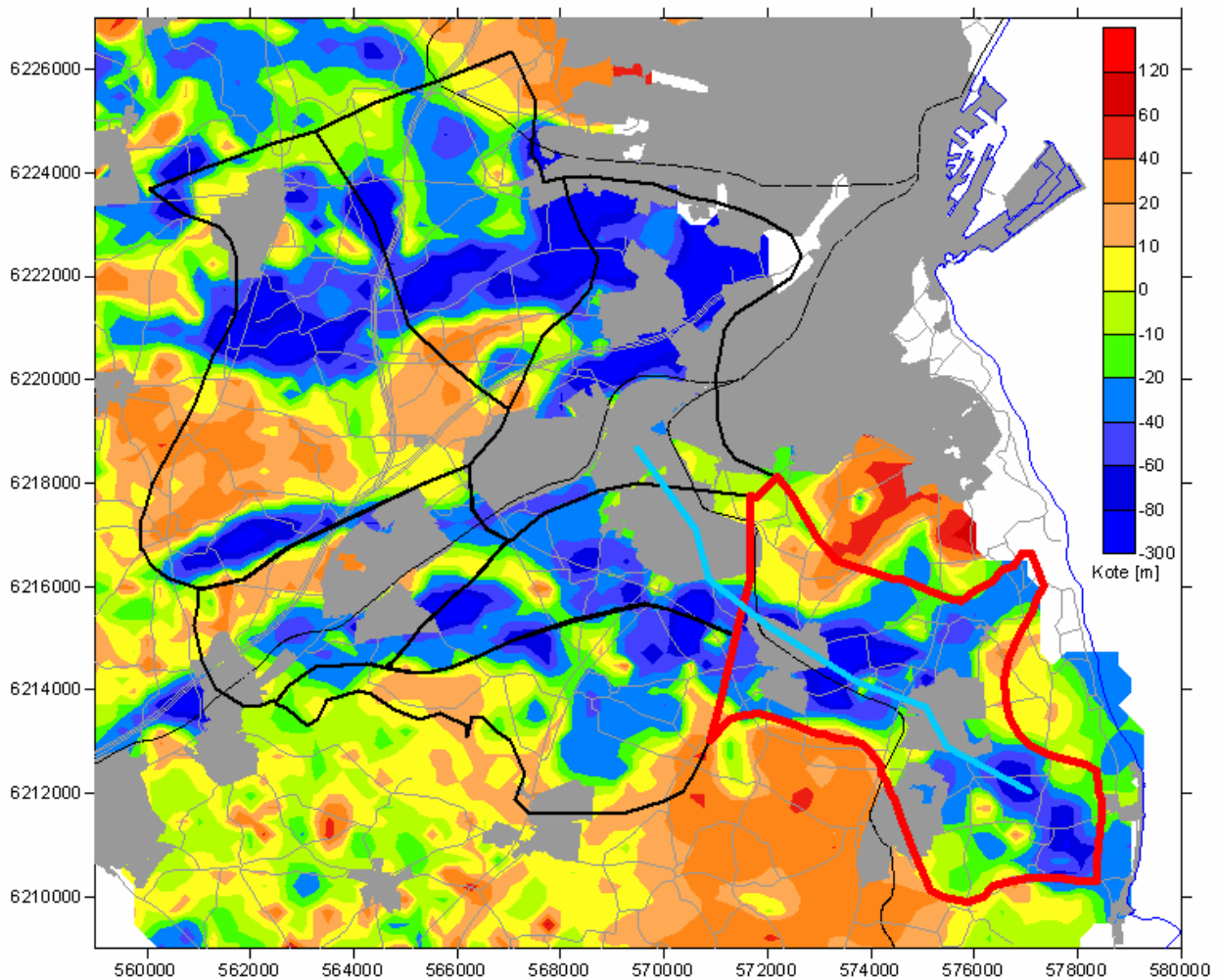
Det er ikke kun i de nye undersøgelsesboringer, at grundvandsstanden er blevet pejlet. Der er således foretaget en nyopmåling af grundvandsstanden i udvalgte pejlbare borer i hele området med henblik på at tilvejebringe et så pålideligt grundlag som muligt for at vurdere grundvandets overordnede strømningsretninger.

Ligeledes er der foretaget en gennemgang af samtlige registrerede oplysninger fra borer, som er udført i området gennem tiderne, med henblik på en vurdering af redoxforhold, ligesom også et stort antal eksisterende vandanalyser fra vandværker mv. er blevet bearbejdet.

Undersøgelsesresultaterne er sammen med en række øvrige oplysninger om det hydrologiske kredsløb blevet benyttet som grundlag for opstilling af en grundvandsmodel. Grundvandsmodellen er anvendt til beregning af overordnede grundvandsdannende oplande, og til at undersøge om nedsivning i de sårbare områder indgår i grundvandsdannelsen til de dybe magasiner.

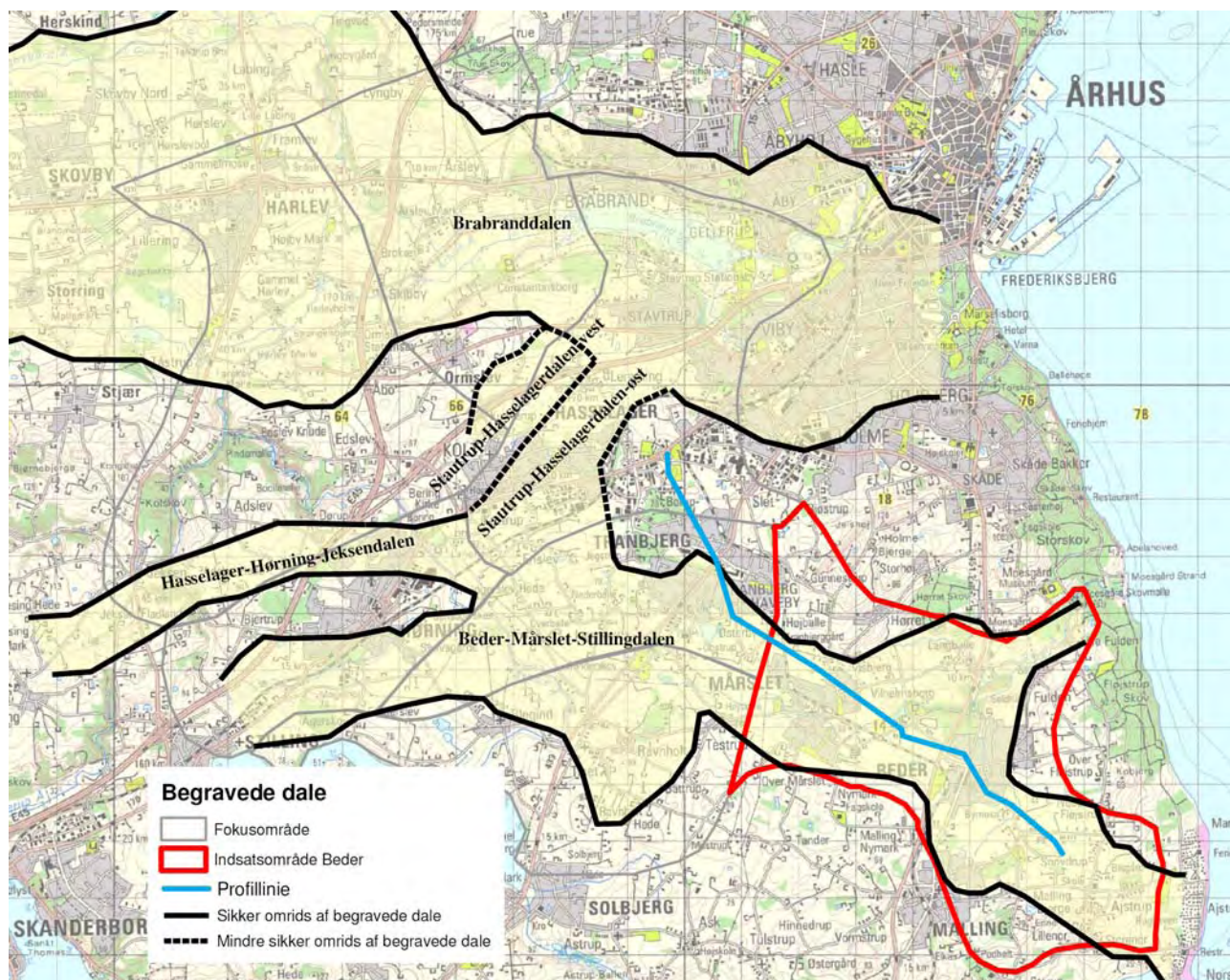
1.3 Geofysik og geologi

Undersøgelserne og beregningerne har givet en stærkt forøget viden om området. Af figur 1.2 fremgår resultater af TEM kortlægningen i form af et kort over koten for den gode leder. Den gode elektriske leder kan langt de fleste steder oversættes til overfladen af den fede tertiære ler. De blå/grønne farver afspejler forløbet af de begravede dale i den tertiære leroverflade, mens de rød/gule farver indikerer højtliggende tertiært ler. På figuren er ligeledes vist lokaliseringen af et karakteristisk profilsnit (jf. figur 1.5 og 1.8) gennem området.



Figur 1.2 Kortet viser koten for den gode elektriske leder baseret på TEM-målinger. De rød/gule farver indikerer højtliggende tertiært ler (fedt ler). De blå/grønne farver afspejler forløbet af de begravede dale i den tertiære leroverflade. På kortet er udstrækningen af Indsatsområde Beder (rød linie) markeret tillige med lokaliseringen af et karakteristisk profilsnit (blå linie, se figur 1.5 og 1.8) gennem området. Desuden er omridset af alle indsatsområderne i Århus Syd området vist med sort linie.

De begravede dalsystemer, der har en meget stor udbredelse, hænger sammen over store afstande på tværs af grænserne mellem de enkelte indsatsområder. Indsatsområde Beder er fremhævet på figur 1.2, så det er muligt at se, hvilke dele af det komplekse, begravede dalsystem, der strækker sig ind under dette område. På figur 1.3 er dalsystemerne fremhævet og navngivet.



Figur 1.3 De begravede dalstrukturer i Århus Syd-området med angivelse af Indsatsområde Beder beliggenhed.

Beder-Mårslet-Stillingdalen strækker sig fra Stilling i vest til Beder og Ajstrup Strand i øst. Den vestlige del ligger parallelt og forbundet med den vest-øst orienterede Hasselager-Horning-Jeksendal, der er en meget markant og skarpt nedskåren dal. Mod nord er Beder-Mårslet-Stillingdalen formentlig forbundet med den sydvest-nordøst orienterede Stautrup-Hasselagerdal.

Beder-Mårslet-Stillingdalen er skåret ned i fedt, tertiært ler, hvorfra det ikke er muligt, at indvinde vand. I dalen findes store forekomster af kvartære sandaflejringer som vandværkerne i Indsatsområde Beder indvinder fra. Den østlige del af Beder-Mårslet-Stillingdalen, der løber gennem Indsatsområde Beder, har været relativt velkendt gennem en årrække, idet grundvandsmagasinerne i denne del af den begravede dalstruktur udgør grundlaget for Århus Kommunale Værkers vandindvinding ved Bederværket. Ved Tranbjerg, nord for Beder-Mårslet-Stillingdalen, indvindes der, som det eneste sted i Århus Syd-området, fra miocæne sandaflejringer, der overlejrer den fede, tertiære ler.

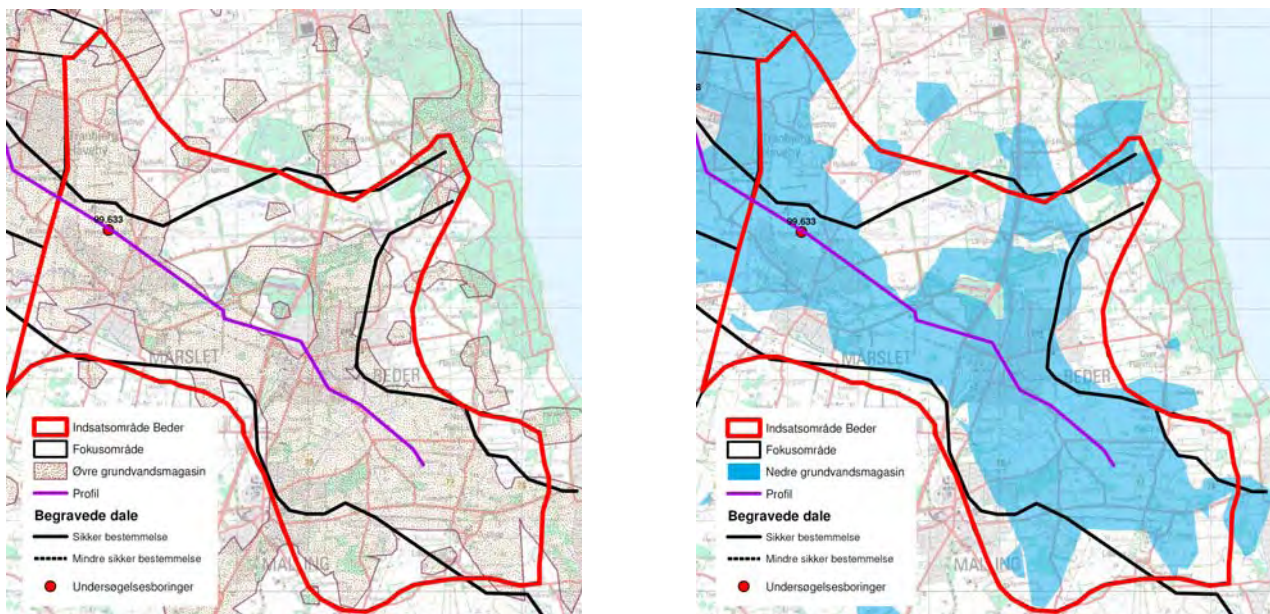
Udbredelsen af forskellige grundvandsmagasiner i Århus Syd-området, og dermed Indsatsområde Beder er fremstillet med udgangspunkt i resultater af Basisanalysen 2004, der er det første trin mod "Vandplan 2009" i henhold til lov om miljømål m.m. I Basisanalysen 2004 er områder med

grundvandsforekomster kortlagt på baggrund af boringsoplysninger og resultater af geofysiske kortlægninger.

De fremstillede magasin kort er sammenholdt med den geologiske tolkning, der er foretaget i forbindelse med opstillingen af den hydrogeologiske model for Århus Syd-området. Grundvandsmagasinerne er inddelt i et øvre magasin og et nedre magasin. Det øvre grundvandsmagasin svarer til sandlag, der indeholder de øverste 20 m af grundvandet, mens det nedre grundvandsmagasin udgøres af grundvand dybere end de 20 m fra grundvandspejlet. I de områder, hvor magasinet er mere end 20 m mægtigt, er der således tale om et og samme magasin, blot adskilt i et øvre og nedre ved en grænse på 20 m under grundvandspejlet.

Udbredelsen af øvre og nedre grundvandsmagasiner i Indsatsområde Beder er vist i figur 1.4. Der er generelt risiko for, at vandkvaliteten er dårlig i de øvre magasiner, da de stedvist ligger nær overfladen og derfor er uden betydende grundvandsbeskyttelse.

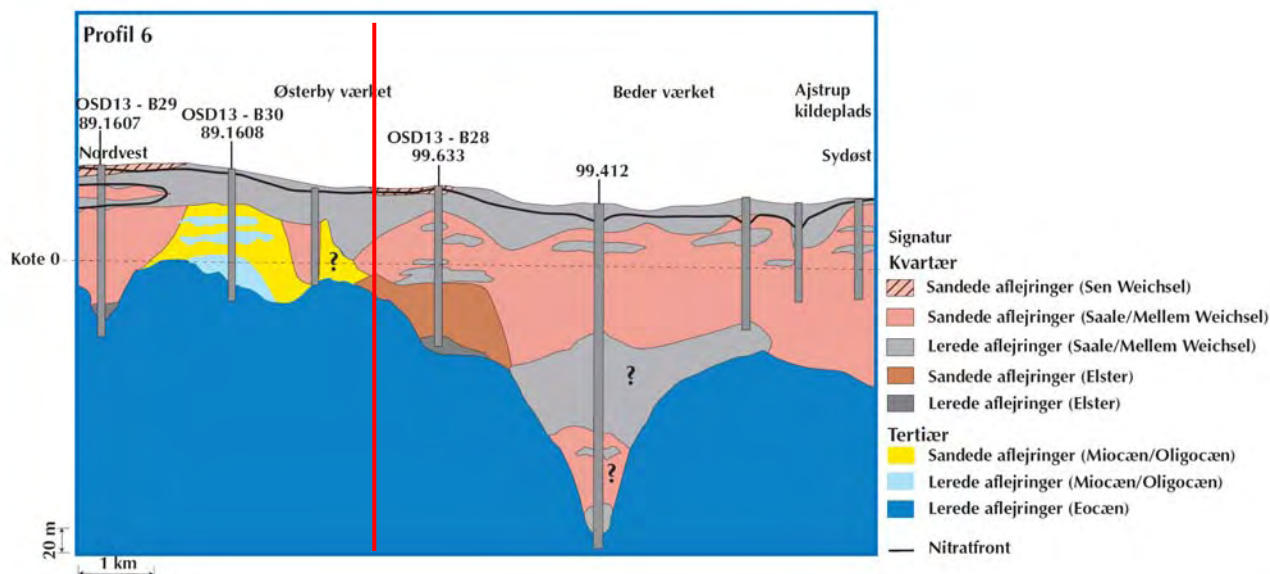
De nedre magasiner vil være bedre beskyttet mod aktiviteter på overfladen end de øvre magasiner og vil derfor være vigtigere at basere den fremtidige vandforsyning på. Komplicerede strømningsforhold i undergrunden kan dog medføre transport af nitrat og andre forurenende stoffer til de nedre magasiner, ligesom der kan være et højt indhold af naturligt forekomne stoffer.



Figur 1.4 Billedet til venstre viser den forventede udbredelse af øvre grundvandsmagasiner, og billedet til højre viser den forventede udbredelse af dybere grundvandsmagasiner i Indsatsområde Beder.

I forbindelse med den nærværende kortlægning af grundvandsressourcerne, er der kun udført en enkelt ny undersøgelsesboring i det begravede dalsystem i Indsatsområde Beder (DGU 99. 633, OSD13-B28). Boringstætheden blev i øvrigt vurderet til at være tilstrækkelig til at udgøre det nødvendige grundlag for en beskrivelse af grundvandsressourcerne i området.

Den geologiske kompleksitet er stor i Indsatsområde Beder. Området, til højre for den røde streg i figur 1.5 (øst for DGU 99. 633, OSD13-B28), skal betragtes som et karakteristisk geologisk profilsnit gennem en vigtig del af indsatsområdet.



Figur 1.5 Figuren viser et enkelt, karakteristisk geologisk tværnsnitsprofil fra Indsatsområde Beder samt tilgrænsende arealer. Profillinien forløb ses på figur 1.4. Der er tale om det samme tværnsnit som det skematiske vand- og geokemiske profil i figur 1.8. Den røde linie angiver den vestlige afgrænsning af Indsatsområde Beder.

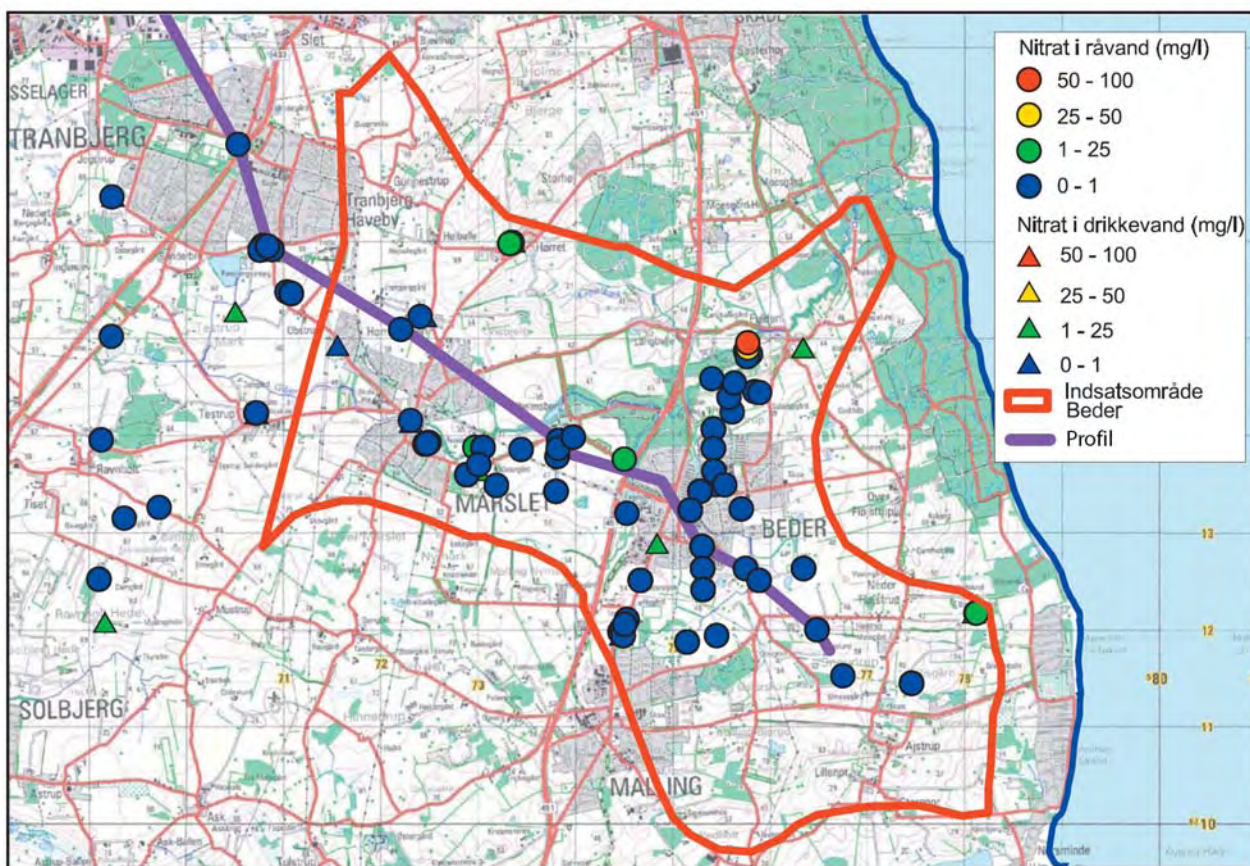
Århus Amts ca. 260 m dybe boring med DGU nr. 99.412 i Beder-Mårslet-Stillingdalen (figur 1.5) indikerer, at de tertiære aflejringer i den centrale del af Indsatsområde Beder er begravet under et mægtigt dække af kvartære sand- og lerforekomster. Længst mod sydøst, stadig ved Bederværkets borer, indvindes der fra kvartære sandlag af 50 – 60 m's mægtighed. Der er ikke med sikkerhed truffet lag af tertiær alder i den sydøstligste del af Beder-Mårslet-Stillingdalen, og mægtigheden af den kvartære lagserie er her vurderet ud fra resultaterne af TEM kortlægningen.

Aldersdateringer af de kvartære aflejringer i undersøgelsesboringen med DGU nr. 99.633 (OSD13-B28) viser, at der er truffet aflejringer fra den tidligere Elster nedisning, som overlejres af Saale/Mellem Weichel sedimenter. Der er allerøverst påvist meget tynde forekomster af sand fra den seneste nedisning i Sen Weichel, og dette vidner dermed om gentagne isoverskridelser i området.

1.4 Nitrat og pesticidforhold

Kvaliteten af grundvandet er overvejende god. En del steder kan nitrat dog udgøre et betydeligt problem. Nitratbelastningen i området er illustreret på to forskellige måder: dels ud fra grundvandets indhold af nitrat i vandprøver og dels ud fra farvebestemmelser af jordprøver fra borer, der afspejler, hvor langt nitratfronten er trængt ned i jordlagene.

Figur 1.6 viser nitratindholdet i grundvandet i samtlige analyserede borer og vandværker (både aktive og nedlagte) i Indsatsområde Beder, bortset fra borer fra forurenede grunde og lossepladser. Resultater fra seneste vandanalyse er vist, og det er den højeste nitratværdi, der er vist ved flere filtre i samme boring.

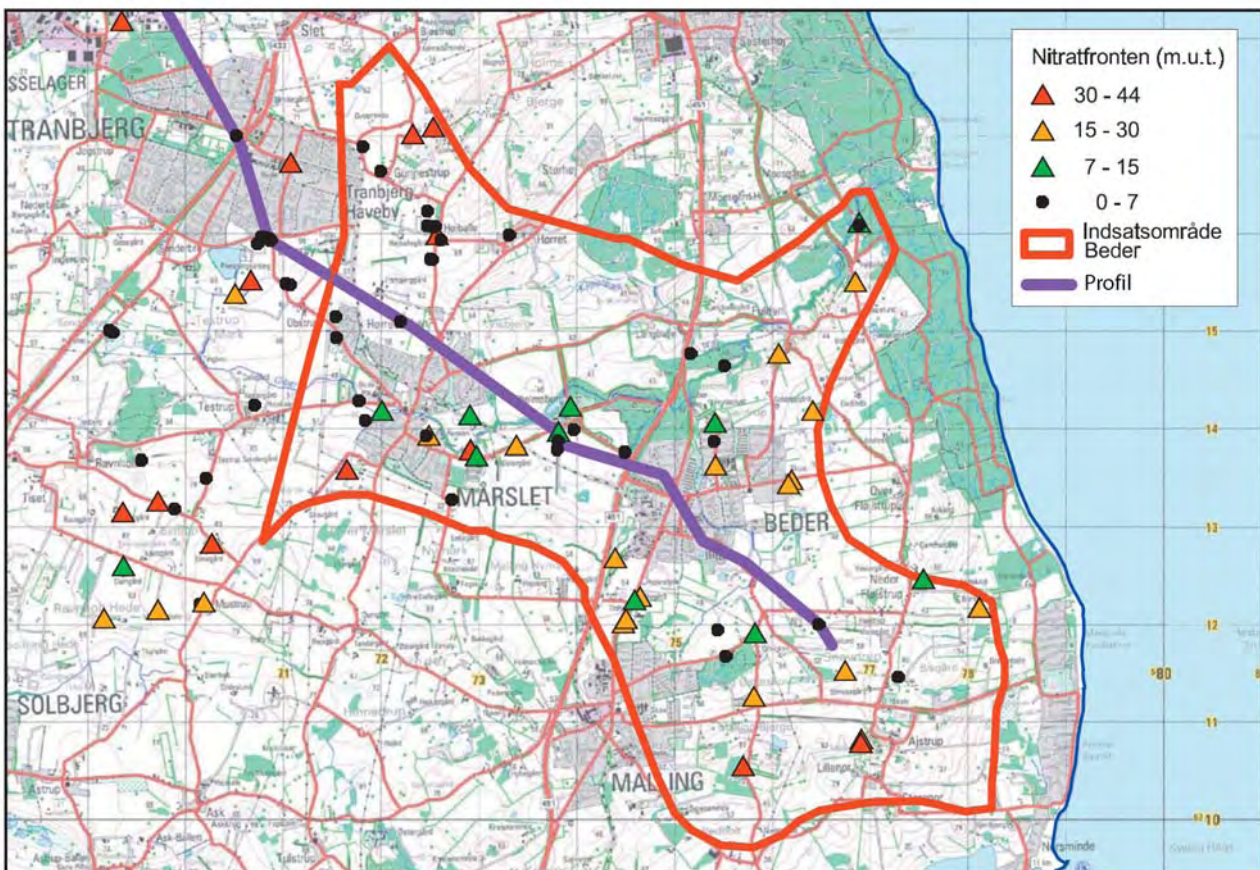


Figur 1.6 Nitrat i grundvandet i Indsatsområde Beder. Resultater fra alle analyserede borer og vandværker (både aktive og nedlagte) er medtaget. Højeste nitratværdi er vist ved flere filtre i samme boring. Resultater fra seneste vandanalyse er vist. Dato for dataudtræk: april 2005.

I iltet grundvand, hvor nitratkoncentrationen svarer til koncentrationen i nedsivningsvandet fra marker m.v., er der i Indsatsområde Beder kun få målinger. Disse målinger viser et nitratindhold på op til 66 mg/l, hvilket er over grænseværdien på 50 mg/l. De fleste målinger af nitratindholdet i indsatsområdet stammer fra reduceret grundvand, hvor niveauet typisk ligger under 1 mg nitrat per liter.

Jordlagenes evne til at fjerne nitrat afhænger af indholdet af reducerende stoffer som pyrit, jern og organisk stof. I gennemiltede lag, som findes tæt på overfladen, findes der ikke længere reducerende stoffer, der kan fjerne nitrat. Grænsen mellem øvre nitratholdige jordlag og dybere reducerede nitratfrie jordlag kaldes nitratfronten. Nitratfronten bevæger sig langsomt nedad efterhånden som de reducerende stoffer, der kan fjerne udvasket nitrat, opbruges i jordlagene.

Kortet figur 1.7 viser, på grundlag af boringsoplysninger, dybden til nitratfronten i alle brugbare borer i indsatsområdet, hvor jordlagenes farvebeskrivelser tilkendegiver dette. Nitratfrontens beliggenhed varierer fra 0 til ca. 44 m under terræn.

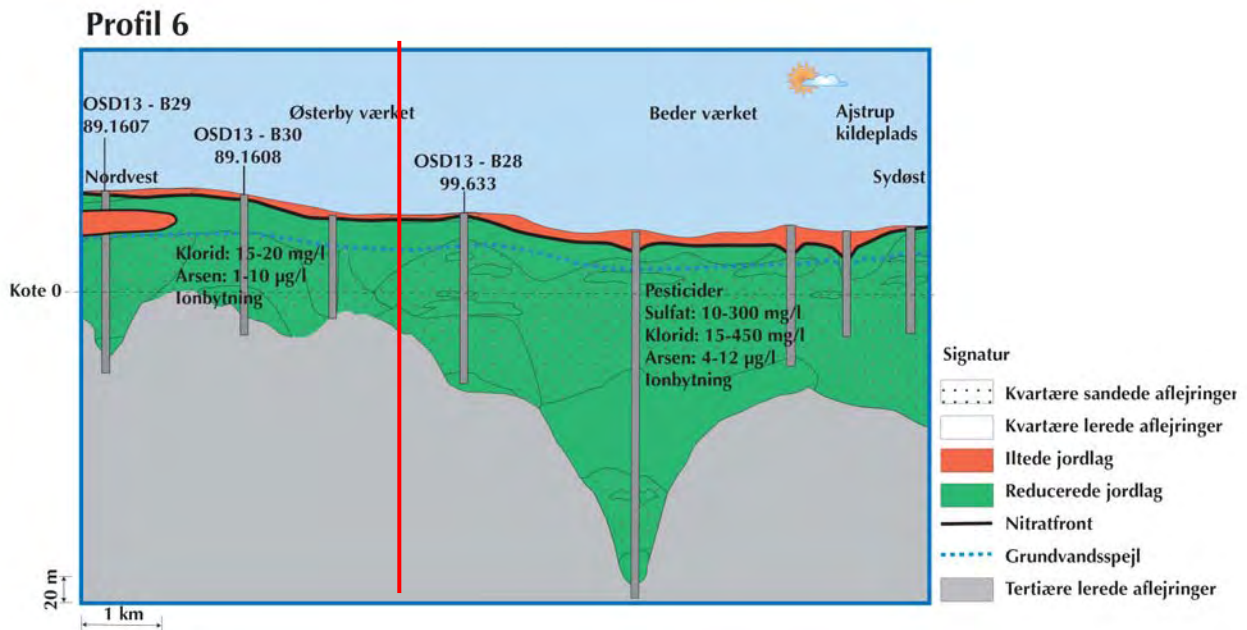


Figur 1.7 Nitratfronten i Indsatsområde Beder, baseret på farvebeskrivelser af jordlagene fra borer.

Forekomsten af såkaldte geologiske vinduer er udbredt i Indsatsområde Beder. Et geologisk vindue er et sted, hvor lerdæklaget ikke er sammenhængende, og hvor der er permeable sandede områder ved jordoverfladen og samtidig hydraulisk kontakt til grundvandsmagasinet. Her er der risiko for nedsivning af bl.a. nitrat og pesticider til grundvandsmagasinet.

Det er karakteristisk for området, at nitratfronten i flere borer findes i relativ stor dybde (15-44 m under terræn), og tæt på terræn (< 7 m under terræn) i andre nærliggende borer (se figur 1.7). Fænomenet skyldes, at nedsivningen af nitrat ikke er lodret, men har et kompliceret strømningsmønster på grund af heterogen geologi med vekslende ler-, silt- og sandlag. Årsagen til dette fænomen er antagelig forekomsten af geologiske vinduer i området.

På det karakteristiske skematiske vand- og geokemiske profil på figur 1.8 fremgår det, at nitratfronten ligger mindre end 25 m under terræn langs den sydøstlige del af profilet, som ligger i Indsatsområde Beder, med den største tolkede nedtrængningsdybde ved kildepladserne ved Bederværket.



Figur 1.8 Karakteristisk skematisk vand- og geokemisk profil fra Indsatsområde Beder og tilgrænsende områder. Samme tværsnit som det tolkede geologiske profil i figur 1.5. Rød linie angiver den vestlige afgrænsning af Indsatsområde Beder.

Ved Rokballe, nær Giber Å, nord for Beder er et geologisk vindue blevet undersøgt nærmere i forbindelse med Det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP) i 1990'erne. I to undersøgelsesboringer ved Rokballe blev der fundet nitrat med koncentrationer på op til ca. 66 mg/l. Disse forhøjede nitratkoncentrationer er sandsynligvis udtryk for en nitratfane, som dannes ved indtrængning af nitrat gennem overfladenære sandlag.

I Indsatsområde Beder forårsager den kraftige indvinding i området en forstærkning af den negative effekt af de geologiske vinduer på vandkvaliteten. Ved flere af indvindingsboringerne på Bederværket er sulfatindholdet højt og stigende (op til 100 mg/l), ligesom der er truffet et højt sulfatindhold (op til 300 mg/l) i det øvre grundvand i dette område.

Det stigende sulfatindhold i flere indvindingsboringer i området tolkes som et resultat af hydraulisk og atmosfærisk kontakt mellem de overfladenære sandlag (geologisk vindue) og grundvandsmagasinet. Det stigende sulfatindhold skyldes forceret omsætning af pyrit som et resultat af en afsenkning af grundvandsspejlet og blotning af sandede, øvre jordlag. Her er der risiko for indtrængning af nitrat og andre forurenende stoffer til grundvandsmagasinet. Der er da også fundet pesticidrester i 9 ud af 32 (28 %) undersøgte boringer i Indsatsområde Beder. Det drejer sig hovedsagelig om fund af BAM og i mindre grad dichlorprop, mechlorprop og/eller 4-CPP.

1.5 Øvrige kemiske forhold

I indsatsområde Beder er der risiko for et forhøjet indhold af arsen, klorid og organisk stof i grundvandet.

Kilden til arsen i grundvandet skyldes antagelig en kombination af flere faktorer, hvoraf de vigtigste er tilstedeværelsen af en arsenrig kildebjergart, reducerende forhold i grundvandsmagasinet og lav cirkulation eller lille grundvandsgennemstrømning i magasinet. I indsatsområde Beder ligger arsenindholdet i grundvandet relativt højt på ca. 2-11 µg/l. I 18 ud af 22 (82 %) undersøgte borer i indsatsområdet er der fundet et arsenindhold i grundvandet højere end grænseværdien for drikkevand på 5 µg/l.

Kloridindholdet er fluktuerende inden for indsatsområdet. I et lokalt område omkring den sydlige del af Beder og nordlige del af Malling er kloridindholdet relativt højt i flere borer. Dette er specielt tilfældet ved 2 ellog/pejleboringer (DGU numre: 99.499 og 99.500) ved Bederværket, hvor der er fundet et højt kloridindhold med værdier op til 450 mg/l.

Det kloridholdige grundvand i det lokale område er antageligt residualt saltvand, som endnu ikke er udvasket af sedimentet, på grund af en lille vandgennemstrømning. Det kloridholdige grundvand stammer formentlig fra en marin transgression i en interglacial periode. Desuden er grundvandet organisk rigt (højt permanganattal) og ionbyttet, hvilket også lokalt indikerer en lille vandgennemstrømning i lommer i grundvandsmagasinet, hvor grundvandet påvirkes af organiskrige, marine og saltholdige aflejringer. Det vurderes at der i hele indsatsområde Beder er risiko for klorid og organisk stof i grundvandet, idet der muligvis kan forekomme flere lommer i grundvandsmagasinet, hvor vandgennemstrømningen er lille.

1.6 Grundvandsdannende oplande

Geologiske og hydrologiske data er blevet integreret i en stationær grundvandsmodel. Grundvandsmodellen er anvendt til at undersøge, om nedsivningen fra de udpegede sårbare områder indgår i grundvandsdannelsen til de dybe magasiner, der benyttes til vandforsyning. Derudover er grundvandsmodellen, hvis det har været muligt, anvendt til at fastlægge, hvilke dele af de grundvandsdannende oplande der med en rimelig sikkerhed kan henføres til et specifikt vandværks kildeplads.

På grund af dels geologisk kompleksitet dels vekslende og stor vandindvinding inden for fokusområdet har det ikke været muligt at afgrænse et præcist grundvandsdannende opland knyttet til den enkelte kildeplads.

Modelresultaterne har vist, at den samlede udbredelse af de grundvandsdannende oplande for vandindvindingsanlæggene dækker langt størstedelen af fokusområdet.

Det grundvandsdannende opland beskrives ved et sandsynlighedsområde og et kerneopland, hvis et sådant har kunnet udpeges.

Inden for kerneoplandet er der stor sikkerhed for, at området bidrager med vand til en given kildeplads. Sandsynlighedsområdet er karakteriseret ved, at der inden for dette vurderes at være mulighed for, at området bidrager med vand til kildepladsen.

Ved anvendelse af kerneoplandet er der ikke gjort rede for alt det vand, der indvindes ved kildepladsen. Endvidere skal det nævnes, at kerneoplandet ikke nødvendigvis giver et billede af, hvor den største grundvandsdannelse sker til kildepladsen. Ved afgrænsningen af kerneoplandet er der ikke taget hensyn til den arealmæssige variation i størrelsen af grundvandsdannelsen.

Udpegning af sandsynlighedsområder og evt. kerneoplande er illustreret på nedenstående skitse:



Figur 1.9. Skitse over udpegning af sandsynlighedsområder og eventuelle kerneoplande.

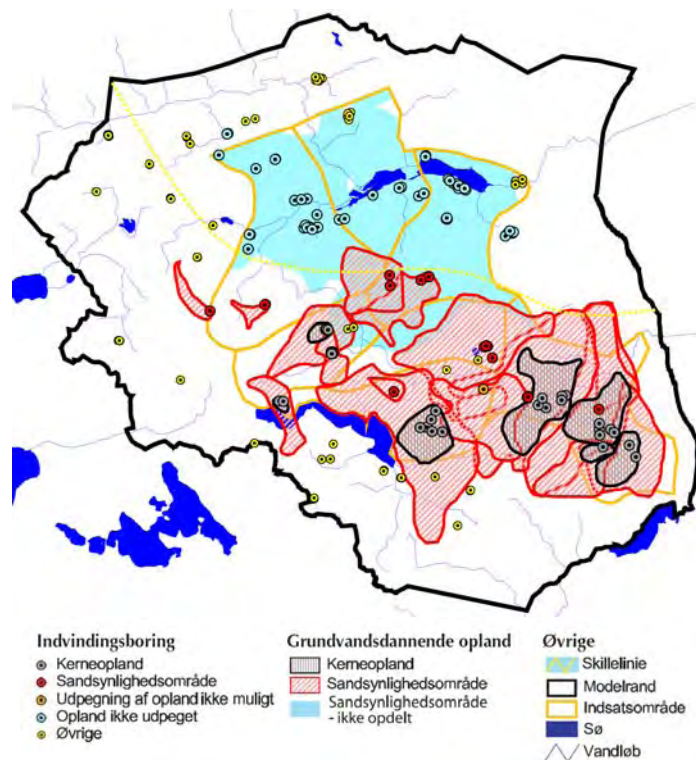
Grundvandsmodellens anvendelighed har vist sig ikke at være lige god inden for hele Århus Syd modelområdet. Dette har ført til en opdeling af modelområdet i en nordlig og i en sydlig del. I den nordlige del af modelområdet har grundvandsmodellen mindre anvendelighed på grund af specielt den meget komplekse geologiske opbygning af Brabranddalen. I den sydlige del har grundvandsmodellen derimod større gyldighedsområde.

I det nordlige område har datagrundlaget været utilstrækkeligt til en modelmæssig udpegning af grundvandsdannende oplande på kildepladsniveau.

Dette betyder, at der nord for skillelinien (figur 1.10) er udpeget et samlet sandsynlighedsområde – også kaldet **det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien** (vist med lyseblåt i figur 1.10). I dette område har det ikke været muligt at opdele det samlede sandsynlighedsområde til de enkelte kildepladser, lige som der heller ikke har kunnet udpeges kerneoplande til kildepladser. Dette område berører dog kun Indsatsområde Beder marginalt.

Grundvandsmodellens mindre anvendelighed i den nordlige del af modelområdet betyder, at det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien ikke kan anvendes uden for fokusområdet. De dele af det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien, der var beliggende uden for fokusområdet, er derfor ikke illustreret på figur 1.10.

For kildepladser beliggende syd for skillelinien har der derimod været et tilstrækkeligt datagrundlag til at opdele den samlede udbredelse af de grundvandsdannende oplande på kildepladsniveau. Opdelingen i sandsynlighedsområder (røde områder) og kerneoplande (sorte områder) for de enkelte kildepladser beliggende syd for skillelinien er ligeledes vist i figur 1.10.



Figur 1.10 Oversigt over udbredelsen af kerneoplade og sandsynlighedsområder. Indvindingsboringer vist med gult angiver øvrige indvindingsboringer i grundvandsmodellen. "Sandsynlighedsområde – ikke opdelt" svarer til det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien. Sandsynlighedsområder og kerneoplade for de enkelte kildepladser beliggende syd for skillelinien er vist med hhv. rødt og sort.

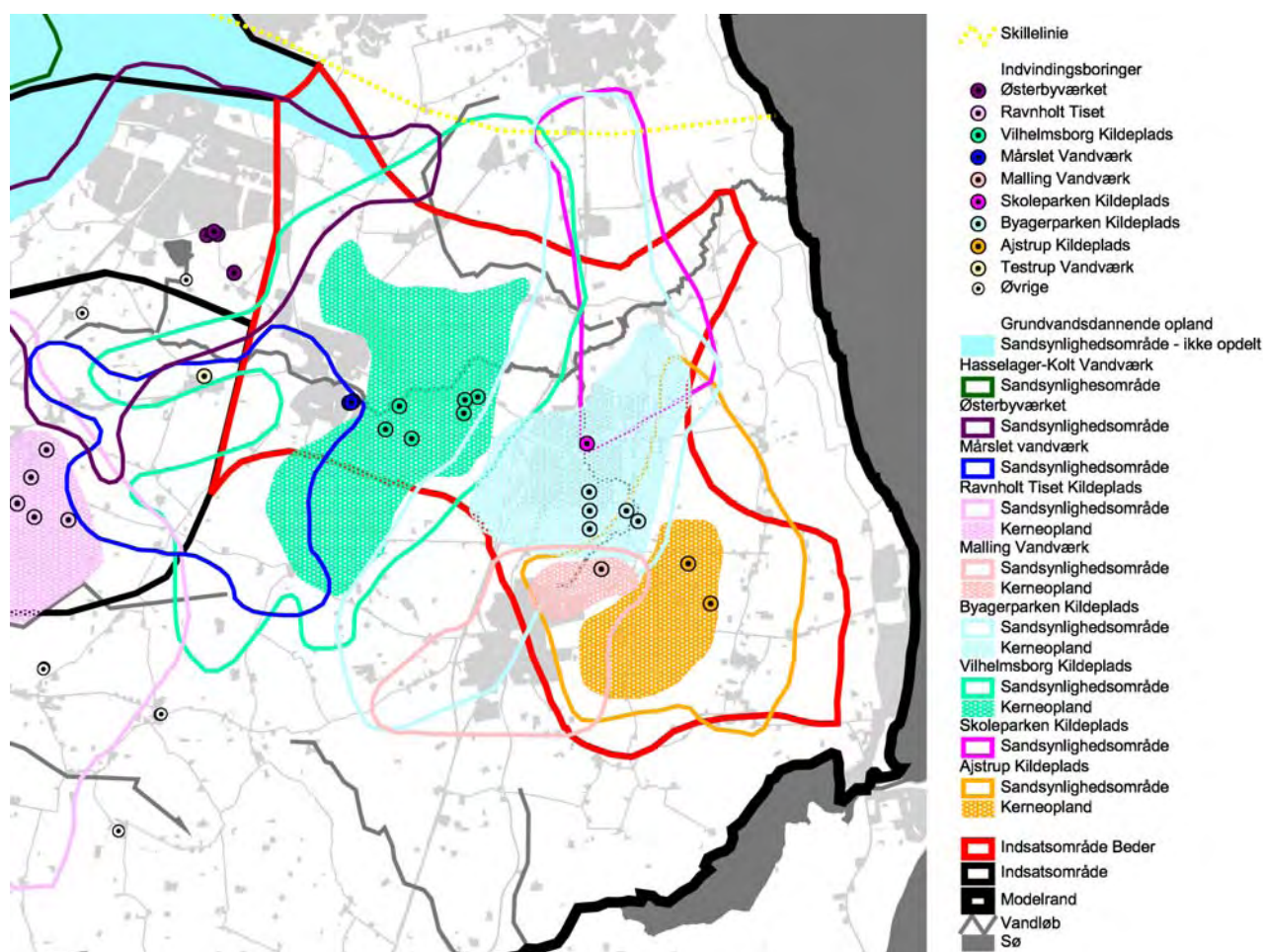
Indsatsområde Beder er beliggende syd for skillelinien. For kildepladser beliggende inden for Indsatsområde Beder har det derfor været muligt at udpege sandsynlighedsområder og i nogle tilfælde kerneoplade til de enkelte kildepladser.

Til den kvalitative vurdering af afgrænsningen af kerneoplade og sandsynlighedsområder er informationer som partikelplaceringer, transporttider, indvindingens størrelse, arealanvendelsen, datagrundlaget for den geologiske model samt observerede og simulerede strømningsbilleder vurderet. Der er taget udgangspunkt i resultater fra både partikelbaneberegninger for to kalibrerede grundvandsmodeller, der geologisk adskiller sig fra hinanden i et område ved Jeksen Bæk, samt fra partikelbaneberegningerne fra tre scenarie kørsler med den ene grundvandsmodel. I scenarieberegningerne er benyttet forskellige kombinationer af aktuel indvinding, indvindingstilladelser samt forskellige størrelser af nettonedbør og dermed grundvandsdannelse.

I figur 1.11 er vist sandsynlighedsområder samt kerneoplade i relation til Indsatsområde Beder. For kildepladser beliggende syd for skillelinien er indvindingsboringer, sandsynlighedsområder og evt. kerneoplade vist med samme farve for hver kildeplads. Det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser nord for skillelinien er vist med lyseblåt.

Inden for Indsatsområde Beder findes grundvandsdannende oplande i form af dels kerneoplände og dels sandsynlighedsområder til kildepladserne Vilhelmsborg, Skoleparken, Byagerparken og Ajstrup samt til Mårslet og Malling Vandværker. De grundvandsdannende oplande for disse kildepladser er karakteriseret ved, at sandsynlighedsområderne i mere eller mindre grad rækker uden for indsatsområdet. For Vilhelmsborg Kildeplads rækker en del af kerneoplandet endvidere uden for afgrænsningen af indsatsområdet, jf. figur 1.11.

Derudover findes en del af det grundvandsdannende opland i form af sandsynlighedsområde til Østerbyværket samt en meget lille del af det samlede grundvandsdannende opland for kildepladserne nord for skillelinien inden for Indsatsområde Beder.



Figur 1.11 Sandsynlighedsområder og kerneoplände beliggende inden for Indsatsområde Beder. "Sandsynlighedsområde – ikke opdelt" svarer til det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien. For kildepladser beliggende syd for skillelinien er indvindingsboringer, sandsynlighedsområder og eventuelle kerneoplände vist med samme farve for hver kildeplads.

Sandsynlighedsområder og kerneoplände inden for Indsatsområde Beder dækker langt størstedelen af indsatsområdet.

Derudover ses, at sandsynlighedsområder og et enkelt kerneopland rækker uden for afgrænsningen af indsatsområdet.

1.7 Definitioner på grundvandets sårbarhed

Vandværkssårbarhed

Vandværkssårbarheden vurderes på grund af den gældende administrationspraksis ved udarbejdelse af indsatsplanerne. Vandværkssårbarheden er en variabel sårbarhed, som afhænger af boringsudbygningen og indvindingsmængden på det enkelte vandværk. Et vandværks sårbarhed kan under visse omstændigheder være lille, selvom der indvindes fra et sårbart magasin og vice versa.

Vandværkssårbarhed

Under udarbejdelsen af indsatsplanerne fastlægges de enkelte vandværkers *aktuelle* sårbarhed, den såkaldte *Vandværkssårbarhed*.

På vandværker med flere kildepladser vurderes vandværkssårbarheden på hver kildeplads.

Vandværkssårbarheden vurderes på baggrund af den kemiske tilstand af det indvundne grundvand, i forhold til nitrat, som er afhængig af den aktuelle boringsudbygning og indvindingsmængden.

Vandværkssårbarheden bygger derfor på eksisterende data (boringsoplysninger, vandværksoplysninger og vandkemiske data).

Det er således udelukkende vandværkssårbarheden, der får umiddelbare, administrative konsekvenser for det enkelte vandværk. Det betyder imidlertid samtidig, at hvis der sker ændringer i boringsplaceringen, boringsudbygningen, forsyningsforpligtelserne /indvindingsmængden, eller andre forhold, der påvirker vandværkssårbarheden, skal vandværkets situation tages op til ny vurdering, og det skal vurderes, om omlægningen skal medføre nye overvågningsforpligtelser eller anden indsats fra vandværkets side.

Stabiliteten af vandkvaliteten på vandværket vurderes ud fra tidsserieanalyse af specielt sulfatindholdet og beregning af forvittringsindeks samt vurdering af nitratfrontens beliggenhed.

Klassificering af vandværkers aktuelle sårbarhed – vandværkssårbarhed

Nitratsårbarhed: Stor
Lille

Stor vandværkssårbarhed over for nitrat er brugt som betegnelse for de vandværker:

- som indvinder nitratholdigt grundvand og/eller
- hvor det vurderes, at nitratfronten i indvindingsboringerne er tæt på filterindtaget i boringen og/eller
- som har en ustabil vandkvalitet med risiko for nitrat under de nuværende indvindingsforhold

Lille vandværkssårbarhed over for nitrat er betegnelsen for de vandværker:

- som indvinder fra et dybtliggende grundvandsmagasin med stor afstand fra nitratfronten og dermed uden risiko for nitrat i det indvundne grundvand under de nuværende indvindingsforhold. Drikkevandet er nitratfrit og vandkvaliteten er stabil.

Nogle vandværker indvinder for eksempel nitratfrit vand fra magasiner, hvor de øverste mange meter af grundvandsmagasinet har stor sårbarhed over for nitrat, og der kan f.eks. være truffet nitrat i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand i dette øvre grundvand. Hvis det vurderes, at der er en meget lille sandsynlighed for, at nitrat vil nå frem til de nuværende indvindingsboringer med den nuværende indvinding, vil vandværkets sårbarhed over for nitrat blive klassificeret som lille. Der er da tale om, at vandværket har en lille vandværkssårbarhed over for nitrat, mens magasinet har en stor magasinsårbarhed over for nitrat.

Magasinsårbarhed

Magasinsårbarheden er en permanent sårbarhed, som afhænger af de iboende geologiske egenskaber, og som vurderes på baggrund af geofysiske, geologiske, geokemiske og vandkemiske parametre. Den geologiske kortlægning består i at udpege områder med sårbart grundvand. Magasinet kan være sårbart i forskellig grad over for nitrat.

Magasinsårbarheden

Den detaljerede geofysiske og geologiske kortlægning resulterer bl.a. i en udpegning af områder med sårbart grundvand. Sårbarheden klassificeres efter Miljøstyrelsens Zoneringsvejledning. Denne udpegning foretages uden hensyn til den eksisterende vandforsyningsstruktur, idet sårbarheden er et udtryk for magasinernes iboende geologiske egenskaber. Denne sårbarhed kaldes *Magasinsårbarheden*.

Zoneringsvejledningen fra Miljøstyrelsen giver nogle overordnede retningslinier for klassificeringen af magasinsårbarhed. Zoneringsvejledningens klassificering danner baggrund for den aktuelle regionale klassificering, som hidtil er anvendt i Århus Amt i forbindelse med kortlægning af grundvandsmagasinerne. Klassificeringen, som bruges i Århus Amt, er tilpasset geologien i amtet og de metoder og geologiske oplysninger, som det er muligt at kortlægge.

Der foretages en omfattende vurdering af grundvandsmagasinernes naturlige beskyttelse og sårbarhed i indsatsområderne. På den baggrund er der udpeget arealer (zoner), hvor grundvandet er særligt sårbart over for nitrat og i særlige dokumenterede tilfælde andre forureningstyper, herunder pesticider.

Ved vurderingen er der taget hensyn til tykkelsen af de lerlag, der findes tættest på jordoverfladen (0-30 m under terræn) og jordlagenes evne til at rense vandet for uønskede stoffer (de geokemiske forhold). Derudover er oplysningerne fra en lang række boringer detailundersøgt med henblik på at give en fyldestgørende beskrivelse af de lokale geologiske og kemiske forhold.

Den foretagne udpegning af en række konkrete, sårbare områder betyder dog ikke, at de områder, som ikke er udpeget, ikke har betydning for grundvandsdannelsen. Uden for de udpegede områder kan der lokalt forekomme en betydelig grundvandsdannelse f.eks. på de højtliggende tertiære plateauer, hvor den underliggende tertiære ler ofte vil være medregnet i den samlede lerlagstykkelse for de øverste 30 meter. Sandlag af få meters mægtighed kan her dræne plateauerne og dermed føre

betydelige vandmængder til magasinerne i de begravede dale. I de områder bør der foretages en specifik vurdering af strømningsforholdene og beskyttelsen.

Sårbarhedsvurderingen af magasinerne tager udgangspunkt i sårbarheden over for nitrat, således som det fremgår af Zoneringsvejledningen fra Miljøstyrelsen. Områderne klassificeres som områder med stor, nogen eller lille nitratsårbarhed. I områdebeskrivelserne er der dog også skelet til risikoen for andre forureningskilder, specielt pesticider. Risikoen for forekomst af pesticider afhænger i høj grad af grundvandets strømningstid og af, hvor der er stor grundvandsdannelse. Alle de udpegede områder skønnes derfor at have en betydelig »anden sårbarhed«.

I Zoneringsvejledningen tages der udgangspunkt i tykkelsen af sammenhængende lerlag, når sårbarheden skal klassificeres. Geologien i indsatsområderne er imidlertid så heterogen, at der ikke forekommer større områder med veldefinerede, sammenhængende lerlagstykkelser. Klassificeringen af områderne bygger derfor på en kombineret viden om den geologiske opbygning af områderne: (geofysiske) lerlagstykkelser baseret på geofysiske målinger, de tilgængelige vandanalyser, kendskab til grundvandets strømningsforhold, observerede lerlagstykkelser i boringer samt nitratfrontens beliggenhed vurderet ud fra borejournaler.

Klassificering af grundvandets sårbarhed – magasinsårbarhed

Nitratsårbarhed: Stor
Nogen
Lille
Anden Sårbarhed

Stor magasinsårbarhed over for nitrat er anvendt som betegnelse for de områder, hvor der samlet set er under 15 m ler i de øverste 30 meter, hvor magasinbjergarten er uden større nitratreduktionspotentiale, og hvor der er påvist nitrat i grundvandet. I områder, hvor der ikke findes oplysninger om nitratkoncentrationer i grundvandet, bygger vurderingen primært på geofysiske lerlagstykkelser og/eller boringsoplysninger om lerlagstykkelser og oxidationsdybder. Områder med stor magasinsårbarhed overfor nitrat har også ”anden sårbarhed”.

Nogen magasinsårbarhed over for nitrat er anvendt som betegnelse for områder, hvor der samlet set er under 15 m ler i de øverste 30 m, men hvor der i øvrigt vurderes at være en mindre risiko for nitrat i grundvandet. Dette kan f.eks. skyldes, at den samlede lerlagstykkelse er tæt på 15 m og/eller er sammenhængende i lidt større områder. Det kan også skyldes, at magasinbjergarten er vurderet til at have et meget stort nitratreduktionspotentiale, selvom der kan være truffet nitrat i det allerøverste grundvand. Områder med nogen magasinsårbarhed overfor nitrat har også ”anden sårbarhed”.

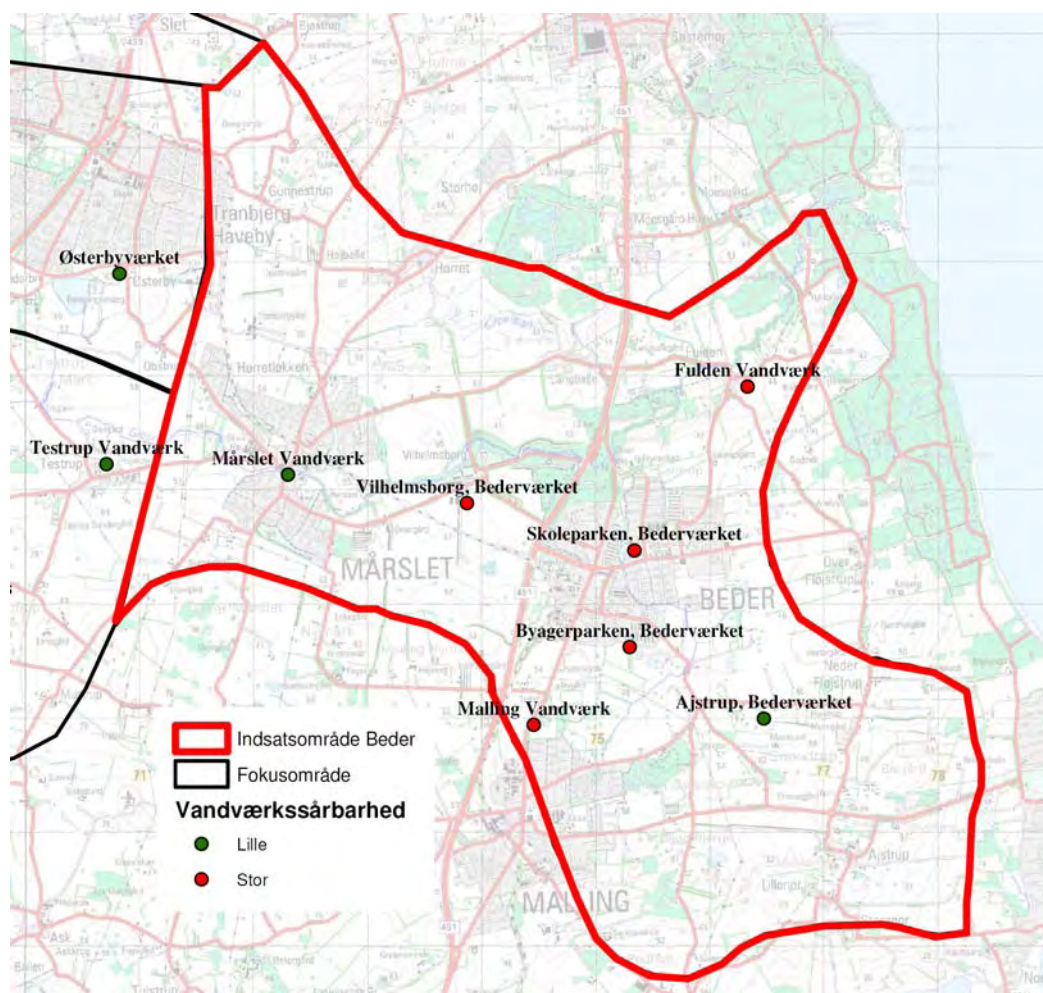
Lille magasinsårbarhed over for nitrat er betegnelsen for de områder, hvor der ikke vurderes at være nogen større risiko for nitrat i de vandførende lag, f.eks. på grund af en kombination af følgende forhold: stor lerlagstykkelse, fravær af magasin, tørv og gytje i de allerøverste jordlag eller stor nitratreduktionskapacitet af magasinbjergarten. Områder med en lille nitratsårbarhed er ikke markeret specielt, idet det drejer sig om alle områder, der ikke falder ind under betegnelsen stor sårbarhed eller nogen sårbarhed.

Anden magasinsårbarhed er endelig betegnelsen for områder, hvor der ikke vurderes at være nogen større risiko for nitrat i de vandførende lag, f.eks. fordi der er tørve og gytje i de allerøverste lag, men hvor der er indikationer på, at anden forurening forekommer eller, at der er forhold, som peger på, at der er alvorlig risiko herfor.

1.8 Vandværkssårbarhed i Indsatsområde Beder

På figur 1.12 er vist vandværkssårbarheden for vandværker i Indsatsområde Beder på kildepladsniveau.

Bederværket (Byagerparken, Skoleparken og Vilhelmsborg kildepladser), Fulden Vandværk og Malling Vandværk er vurderet til at have stor vandværkssårbarhed, hvilket enten skyldes, at vandkvaliteten er ustabil på grund af et stigende sulfatindhold, eller at der indvindes nitratholdigt grundvand. Ajstrup Kildeplads, under Bederværket, og Mårslet Vandværk er vurderet til at have lille vandværkssårbarhed på grund af en stabil vandkvalitet under de nuværende indvindingsforhold.



Figur 1.12 Vandværkssårbarheden i Indsatsområde Beder på kildepladsniveau.

1.9 Magasinsårbarheden i Indsatsområde Beder

Anvendelsen af ældre geofysiske PACEP data i udredning af de geologiske forhold i Århus Syd-området muliggør en opdeling i 2 og ikke 3 magasinsårbarheder. Dette skyldes, at tolkningen af disse målinger indeholder færre detaljer end den senere udviklede PACES-metode. For en

sikkerheds skyld opereres der derfor kun med samlede lerlagstykkelser på over eller under 15 m i områder med PACEP-målinger. Dette betyder, at der for hele Århus Syd-området kun anvendes betegnelserne ”Stor nitratsårbarhed” og ”Lille nitratsårbarhed”. Det vil sige, at betegnelsen ”Nogen nitratsårbarhed” ikke anvendes.

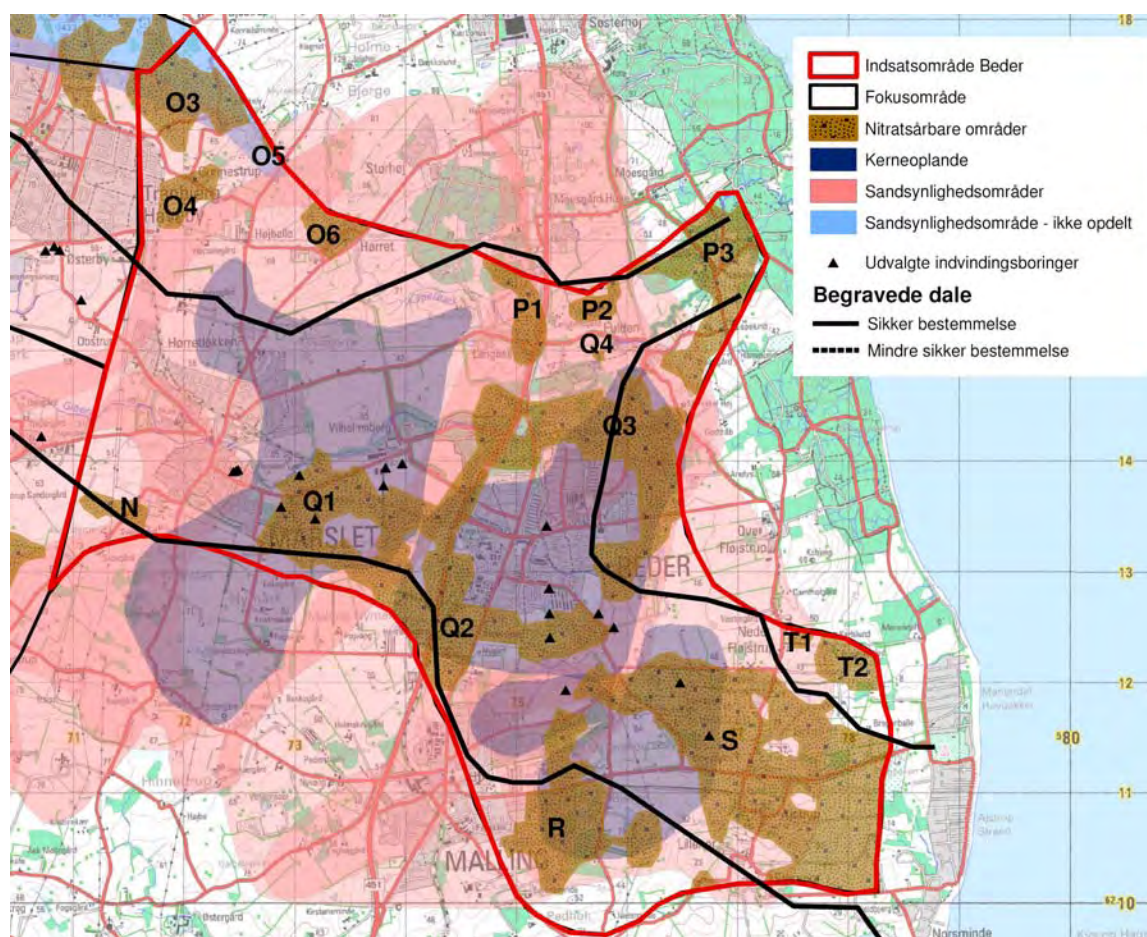
I Indsatsområde Beder har alle de udpegede nitratsårbare områder (N til T) stor nitratsårbarhed.

Desuden har det i Århus Syd-området ikke været muligt at udpege specifikke områder, uden for de nitratsårbare områder, med ”anden sårbarhed”. Dette skyldes, at der ikke eksisterer tilstrækkelig viden til at udføre en sådan udpeging på nuværende tidspunkt.

Grundvandet bør beskyttes i alle de nitratsårbare områder inden for Indsatsområde Beder.

Af nedenstående figur 1.13 fremgår udbredelsen af sandsynlighedsområder, kerneoplande og nitratsårbare områder.

Bortset fra små områder i de østligste dele af indsatsområdet er alle nitratsårbare områder dækket af sandsynlighedsområder eller kerneoplande.



Figur 1.13 Oversigt over sårbare områder i Indsatsområde Beder samt tilgrænsende indsatsområder i forhold til kerneoplande, sandsynlighedsområder og det samlede grundvandsdannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien.

1.10 Magasinsårbare områder i Indsatsområde Beder

I det følgende vil områder med stor nitratsårbarhed i Indsatsområde Beder blive detaljeret beskrevet. Områderne, hvor grundvandet er sårbart, er tildelt bogstavsbetegnelser, som er fortløbende inden for hele Århus Syd-området (figur 1.13). I Indsatsområde Beder findes nitratsårbare områder eller dele heraf med betegnelser fra N til T.

For hvert af de sårbare områder vises en principskitse. Disse principskitser har til formål at illustrere nogle overordnede forhold i hvert sårbart område, bl.a. omkring nitratfrontens og grundvandsstandens beliggenhed.

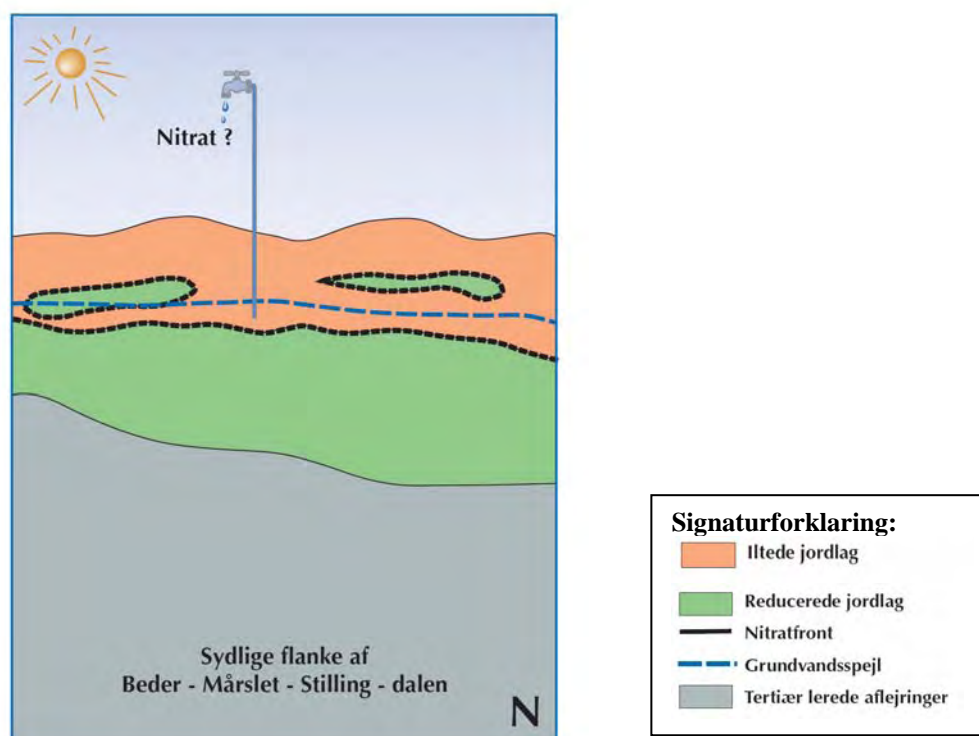
Område N er et lille område, som ligger SV for Mårslet i den vestlige udkant af Indsatsområde Beder. Arealanvendelsen er udelukkende landbrug. Der er tale om et lettere kuperet morænelandskab med terræn i kote 60-65 m.

Området ligger på den sydlige flanke af den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.14).

I områdets østlige del findes sandsynligvis et sammenhængende grundvandsmagasin fra ca. 15 m til mindst 50 m under terræn.

Der findes ingen vandforsyninger inden for området.

Sandsynlighedsområderne for henholdsvis Vilhelmsborg Kildeplads og Mårslet Vandværk overlapper område N.



Figur 1.14 Principskitse for det sårbare område N i Indsatsområde Beder.

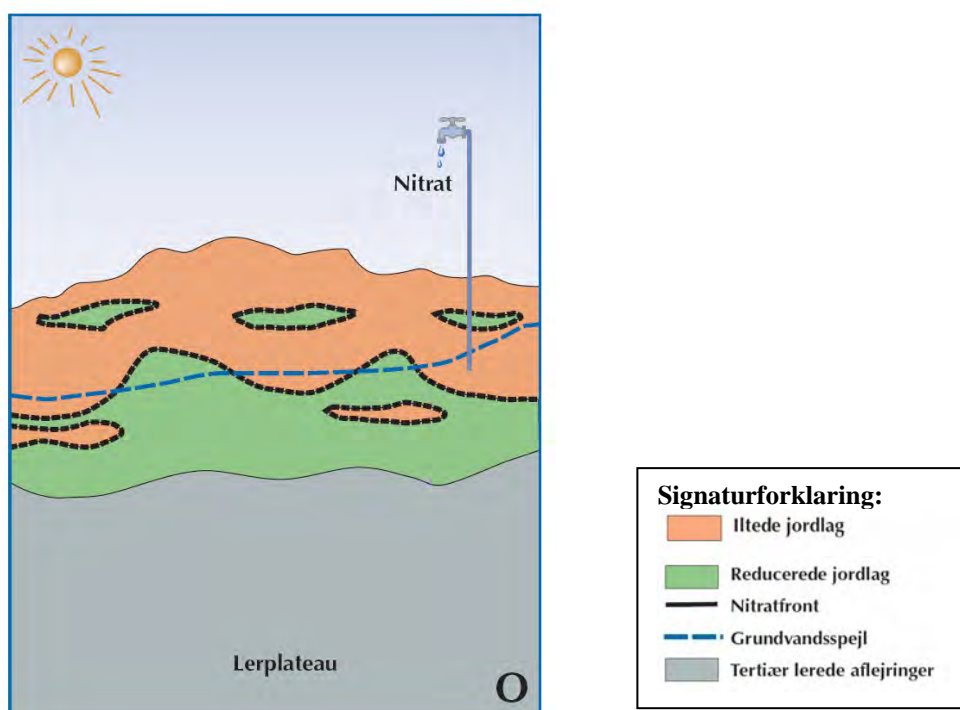
Der er ingen oplysninger om vandkemi og nitratkoncentrationer i område N. Der er oplysninger om nitratfrontens beliggenhed fra en enkelt boring, hvor fronten er ca. 44 m under terræn. Da grundvandsspejlet ligger ca. 20 m under terræn, vil der sandsynligvis være nitrat i det øvre grundvand i område N.

Område O ligger mellem Tranbjerg og Holme og består af 6 delområder, hvoraf især de 3 sydligste er meget små. Områderne O4, O5, O6 samt delvist O3 ligger inden for Indsatsområde Beder. Alle delområder er primært landbrugsområder. Der er tale om et kuperet randmorænelandskab.

Hele det sårbare område O ligger samlet set i et område med en relativ højtliggende og jævn prækvartær overflade af ler (se figur 1.15). De overliggende ca. 60 m består både af sandede miocæne lag og kvartære sedimenter af moræneler og smeltevandssand.

Der findes ingen vandforsyninger inden for området.

Flere af de 6 delområder i område O overlappes af sandsynlighedsområder til 2 forskellige kildepladser - Østerbyværket og Vilhelmsborg Kildeplads (Bederværket), og det samlede grundvanddannende opland for kildepladser beliggende nord for skillelinien.



Figur 1.15. Principskitse for det sårbare område O i Indsatsområde Beder.

Der er oplysninger om nitratkoncentrationer og nitratfrontens beliggenhed i enkelte boringer i området. Nitratfronten ligger ca. 40 m under terræn. Der er fundet nitratholdigt grundvand (ca. 15-50 mg/l) i 2 boringer fra det nedlagte Hørret Vandværk (1996) i O6. Der er ikke fundet pesticider i disse boringer.

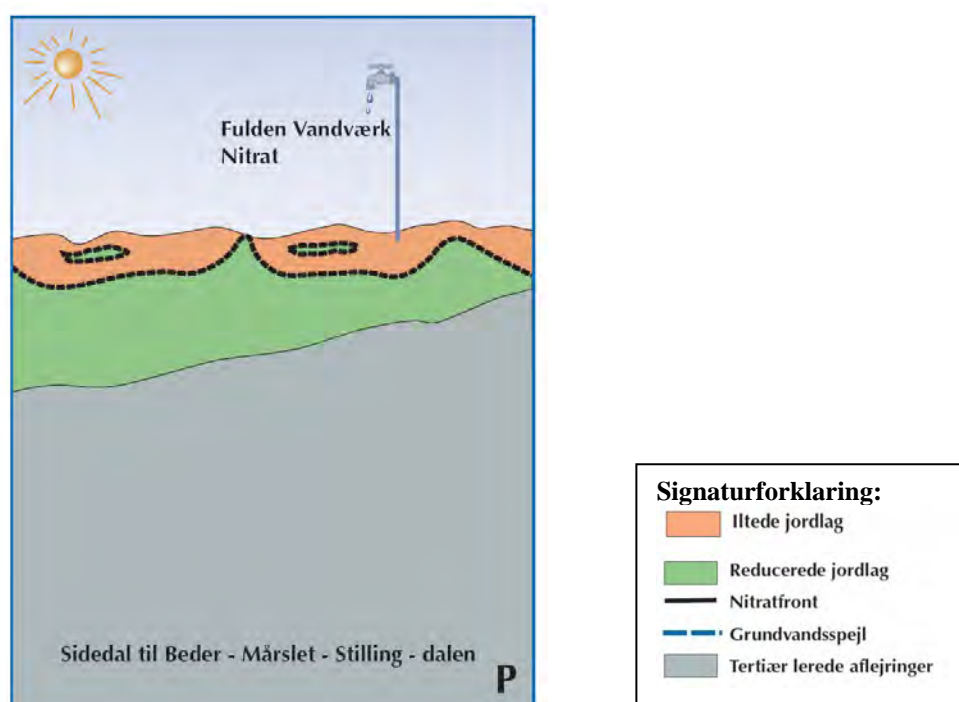
Område P består af 3 delområder af forskellige størrelser, som er beliggende i området omkring Fulden i Fuldendalen. P1 ved Langballe – arealanvendelsen er skov i den nordligste del og landbrug

i den øvrige del, P2 nordvest for Fulden – landbrugsområde, og P3 omkring Lille Fulden - skov i den nordlige og landbrug i den sydlige del. Det bakkede landskab er under sidste istid dannet under isens fremrykning, hvor isen har skubbet underlaget op foran sig.

Der er antagelig en lavning i prækvartæroverfladen langs med Giber Å. Område P antages at være delvist sammenfaldende med en sidedal til den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.16).

Fulden Vandværk er det eneste almene vandforsyningsanlæg i området (indvinder fra et kildevæld) og ligger i den sydlige udkant af P3.

De 3 delområder i område P overlappes af sandsynlighedsområder til 3 kildepladser under Bederværket: Skoleparken Kildeplads, Byagerparken Kildeplads og Vilhelmsborg Kildeplads.



Figur 1.16 Principskitse for de sårbare områder P i indsatsområdet Beder.

Der er oplysninger om nitratkoncentrationer og nitratfrontens beliggenhed i enkelte boringer i området. Nitratfronten ligger ca. 0-15 m under terræn. De eneste vandkemiske målinger, der findes i område P, er fra Fulden Vandværk, hvor der er nitatholdigt grundvand (ca. 5-20 mg/l).

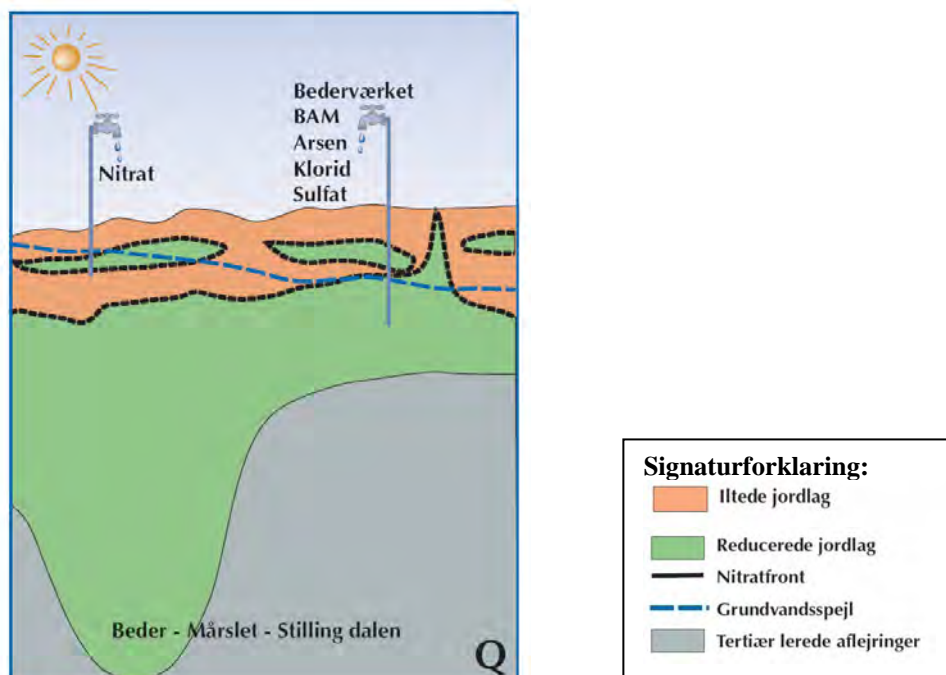
Område Q er et stort nærmest ringformet område, som i vid udstrækning omkranser hele Beder by. Området er opdelt i Q1 (strækker sig mod vest til umiddelbart øst for Mårslet), Q2 (området syd for Beder og i sydvestlig retning til Malling Nymark) og Q3 (området nord og øst for Beder). Endelig er medtaget et lille område, som ligger mellem Fulden Mølle og Rokballe (Q4). Der er tale om et område, hvor arealanvendelsen er domineret af landbrug. Dog findes der skov i området nordvest for Beder. Området er kuperet.

Især område Q1 er beliggende hen over den dybe begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.17). Område Q2 ligger over den sydlige flanke af dalen, mens Q3 tilsvarende primært ligger over

den nordlige flanke af dalen. I den prækvartære dal findes meget tykke magasinbjergarter ned til 100-160 m under terræn.

Der er meget store vandindvindingsinteresser i området. Bederværket (ÅKV) har anlæg i Beder By (Skoleparken), umiddelbart syd for byen (Byagerparken, område Q2) og ved Vilhelmsborg (område Q1).

Område Q er helt eller delvist dækket af sandsynlighedsområder og kerneoplande til alle Bederværkets kildepladser og Malling Vandværk.



Figur 1.17 Principskitse for det sårbare område Q i indsatsområdet Beder.

Der er forholdsvis mange oplysninger om vandkemi og nitratfrontens beliggenhed i område Q. Nitratfronten ligger ca. 0-30 m under terræn. Det vil sige, at der nogle steder er reducerede forhold helt til terræn, mens der andre steder sandsynligvis er nitratholdigt grundvand i det øvre grundvandsmagasin. Der er i en enkelt markvandingsboring i den vestlige del af delområde Q1 fundet nitratholdigt grundvand med en koncentration på 10 mg/l.

Sulfatindholdet i grundvandsmagasinet varierer meget (10-300 mg/l), og i flere af indvindingsboringerne er der både et højt og stigende sulfatindhold.

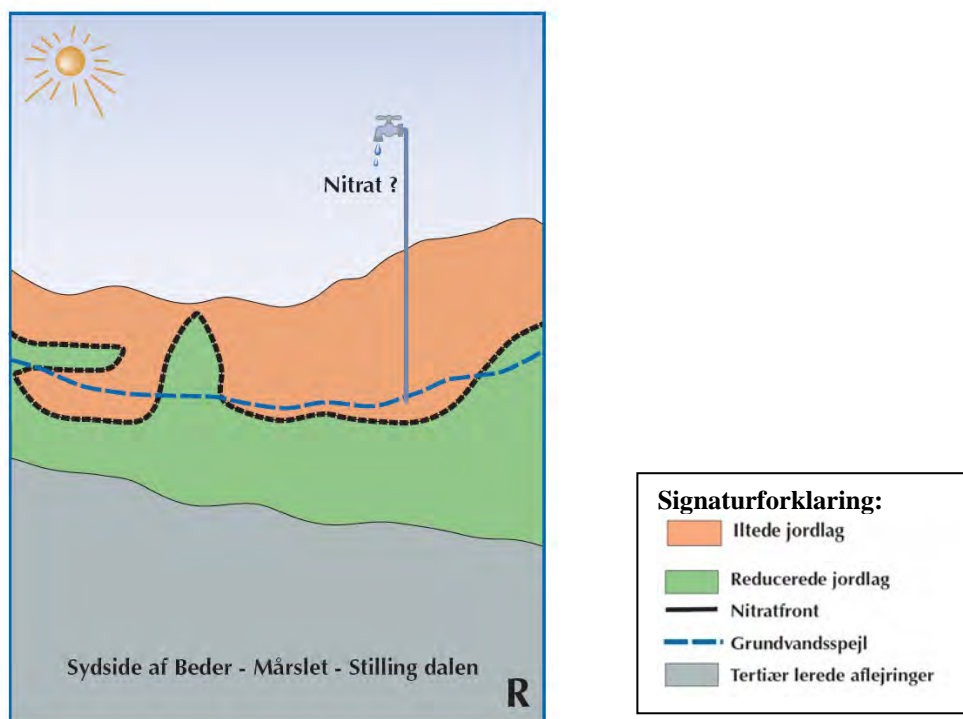
Der er fund af pesticidet BAM i 2 borerne i den vestlige del af område Q.

Desuden viser arsenanalyser, at indholdet i grundvandet (ca. 3-8 µg/l) er forhøjet i forhold til grænseværdien på 5 µg/l i flere borerne i område Q. Der er også fundet et højt kloridindhold (op til 450 mg/l) i 2 borer i et mindre område mellem Beder og Malling.

Område R er beliggende umiddelbart øst for Malling og dækker området mellem byen og Malling Bjerger og en enkelt "udposning" omkring "Ennehøj" samt nordpå til Østerskov. Området er

kuperet, men terrænet er lavest længst mod nord og syd og højest i østlig retning. Arealanvendelsen er primært landbrug.

Området ligger på sydflanken af den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.18). Der ligger ingen almene indvindinger i område R. Der er dog alligevel store vandindvindingsinteresser inden for område R i det der findes kerneoplande og sandsynlighedsområder for både Malling Vandværk og Ajstrup Kildeplads.



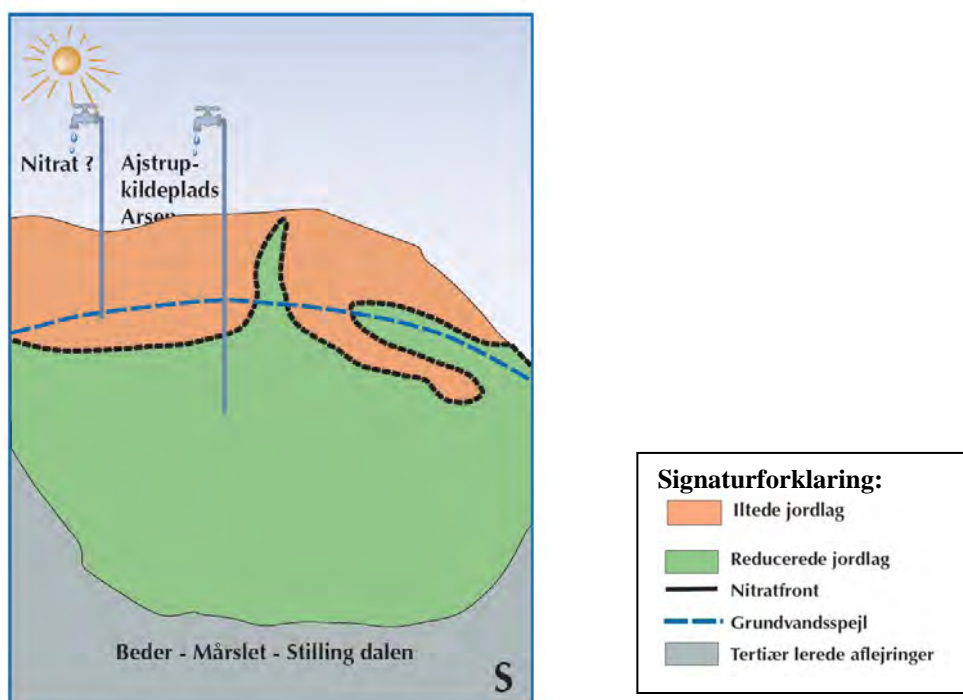
Figur 1.18 Principskitse for det sårbare område R i Indsatsområde Beder.

Der er sparsomt med oplysninger om nitratkoncentrationer og nitratfrontens beliggenhed i område R. Nitratfronten formodes at ligge fra ca. 5-30 m under terræn. Nitratfrontens beliggenhed i store del af område R er ukendt. Der er ingen vandkemiske målinger og dermed ingen nitratmålinger af grundvandet i område R.

Område S består først og fremmest af et stort område, som strækker sig fra vest og nord for Snovdrup til Indsatsområde Bederes østlige kant. Endvidere består området af et lille område SV for Lillenor, som ikke er særskilt omtalt på grund af sin ringe størrelse. Området er primært domineret af landbrug, hvor den midterste del dog udgøres af bymæssig bebyggelse.

Område S dækker stort set hele den østligste del af den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.19). Området dækker ligeledes begge flanker af dalen.

Inden for den vestlige del af område S findes der kerneoplande og sandsynlighedsområder for Ajstrup Kildeplads, Byagerparken Kildeplads og Malling Vandværk.



Figur 1.19 Principskitse for det sårbare område S i indsatsområdet Beder.

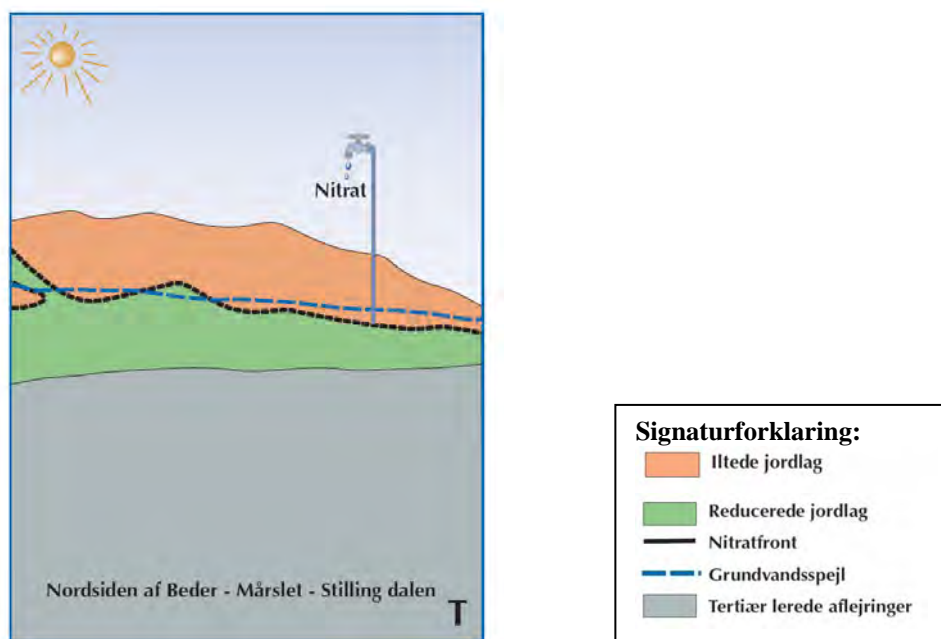
Der er oplysninger om nitratkoncentrationer og nitratfrontens beliggenhed i flere boringer i området. Nitratfronten ligger ca. 2-40 m under terræn.

Vandanalyser fra område S viser, at arsenindholdet i grundvandet i flere boringer er forhøjet (ca. 4-12 µg/l) i forhold til grænseværdien på 5 µg/l.

Område T er et lille 2-delt område (T1 og T2) beliggende mellem Neder Fløjstrup og kysten. Der er tale om et kuperet terræn med en bakkeorientering, som primært er rettet nord-syd. Terrænet er højest mod vest og falder mod øst/sydøst ned mod Vadbros Bæk. Der er lidt skov i den sydøstlige del omkring bækken (T2), mens arealanvendelsen i den øvrige del af området er præget af landbrug.

Område T er beliggende i et område, hvor den prækvartære undergrund ligger relativt højt. Området ligger på den nordøstlige flanke af den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (se figur 1.20).

Sandsynlighedsområdet for Ajstrup Kildeplads dækker hele T1 og den vestlige del af T2.



Figur 1.20 Principskitse for det sårbare område T i Indsatsområde Beder.

Der er oplysninger om nitratkoncentrationer og nitratfrontens beliggenhed i 2 borer i området fra det nu nedlagte Mariendal Havbakkers Vandværk.

Nitratfronten ligger ca. 10-25 m under terræn. Der er målt et nitratindhold på 7-10 mg/l i grundvandet i Mariendal Havbakkers Vandværks borer.

Kapitel 2

Anbefalinger vedrørende den fremtidige overvågning i forbindelse med beskyttelsen af grundvandsressourcen

I dette kapitel fremsættes en række konkrete forslag til overvågning af grundvandet i Indsatsområde Beder. Det overordnede formål med overvågningen er at skabe et tilstrækkeligt fremtidigt datagrundlag, som gør det muligt at administrere vandindvindingen i indsatsområdet på et solidt og bæredygtigt grundlag.

De konkrete anbefalinger til overvågning af grundvandet indebærer udpegning af eksisterende borer, der er fundet anvendelige til at belyse specifikke formål. Skulle disse borer af en eller anden grund vise sig ikke at kunne benyttes, skal der etableres erstatningsboringer.

Udover de eksisterende borer udpeges der også områder, hvor nye borer hensigtsmæssigt kan placeres med tanke på fremtidig overvågning. Inden en ny overvågningsboring placeres i et af disse områder, anbefales det dog at afklare, om der allerede findes eksisterende og brugbare borer.

Der tages i dette kapitel ikke stilling til overvågning i forhold til konkrete punktkilder og kendte forureninger, idet dette emne vil blive behandlet i selve indsatsplanen for Indsatsområde Beder.

Der er i dette kapitel foretaget en indramning af visse tekstafsnit, hvori anbefalinger og retningslinier for de handlinger er anført, som Århus Amt anbefaler foretaget af enten den ansvarlige myndighed eller vandværker.

Formål

Den anbefalede overvågning har til formål at beskytte grundvandsressourcen både med hensyn til mængde og kvalitet. Derfor er der behov for at følge variationer i grundvandsstanden, i de oppumpede vandmængder og i grundvandets kemiske sammensætning. Et andet vigtigt formål med dataindsamlingen er at kunne vurdere konsekvenserne af eksempelvis ændrede oppumpningsmønstre eller klimatiske forandringer på de vandmængder, der er til rådighed for vandforsyning.

Formålet med overvågning af grundvandsstanden er at indsamle oplysninger om variationer af grundvandsstand og indvindingsmængde, og dermed sikre at en eventuel overudnyttelse af grundvandsressourcerne i området bliver konstateret i tide. Systematiske observationer over variationer i såvel grundvandsstand som indvindingsmængde er en forudsætning for at kunne vurdere, om det er nødvendigt at foretage justeringer i det eksisterende indvindingsmønster. Disse data indsamles til dels allerede i dag på vandværkerne, men der er behov for en udbygning af omfanget af pejlinger, både med hensyn til antal filtre og pejlefrekvens.

Formålet med overvågning af grundvandets kemiske sammensætning er for det første at kunne lave effektmålinger af indsatsplanen. For det andet er det vigtigt at identificere uønskede udviklingstendenser som enten skyldes forurening fra arealanvendelsen eller for kraftig oppumpning, der påvirker grundvandskvaliteten negativt.

2.1 Overvågning af grundvandsstanden

De oppumpede vandmængder indberettes i dag af vandværkerne til kommunen, der videresender oplysningerne til den ansvarlige myndighed, jf. Vandforsyningsloven. Det er af afgørende betydning for administrationen af vandressourcen, at samtlige indvindinger indberettes korrekt hvert eneste år. Ansvar for fremskaffelsen af korrekte data ligger hos vandværkerne. Såfremt vandværket indvinder fra flere kildepladser, skal opgørelsen over de indvundne vandmængder som minimum foretages på kildepladsniveau dog helst på boringsniveau.

I Indsatsområde Beder skal der suppleres med pejlepunkter, så der kan etableres et varslingsystem, der kan identificere uønskede ændringer i miljøtilstanden. Derigennem kan sikkerheden hæves med hensyn til de beslutninger, der træffes.

Endvidere er indsamling af pejledata fra både eksisterende og nyetablerede pejlepunkter vigtig for at kunne opdatere og udbygge datagrundlaget for opsætning af en grundvandsmodel. Nye indsamlede pejledata kan således dels medvirke til en vurdering af den opstillede models troværdighed, dels forbedre datagrundlaget i forbindelse med en justering/ny opstilling af en grundvandsmodel.

Overvågning af grundvandsstanden skal ske ved pejling i udvalgte, hensigtsmæssigt placerede boringer i området. Dette kan ske dels i særlige pejleboringer tilknyttet de enkelte vandværker, dels i strategisk placerede pejleboringer, der på et overordnet niveau dækker den samlede tilgængelige ressource i området. På denne måde dækkes såvel de allerede udnyttede magasiner som potentielt fremtidige indvindingsområder.

Det er af stor betydning for administrationen af vandressourcen, at de pejlinger, som vandværkerne selv udfører, også udføres korrekt jf. "Vejledning i registrering med boringsfikser og pejlepunkter, GEUS", således at det er troværdige data der indberettes.

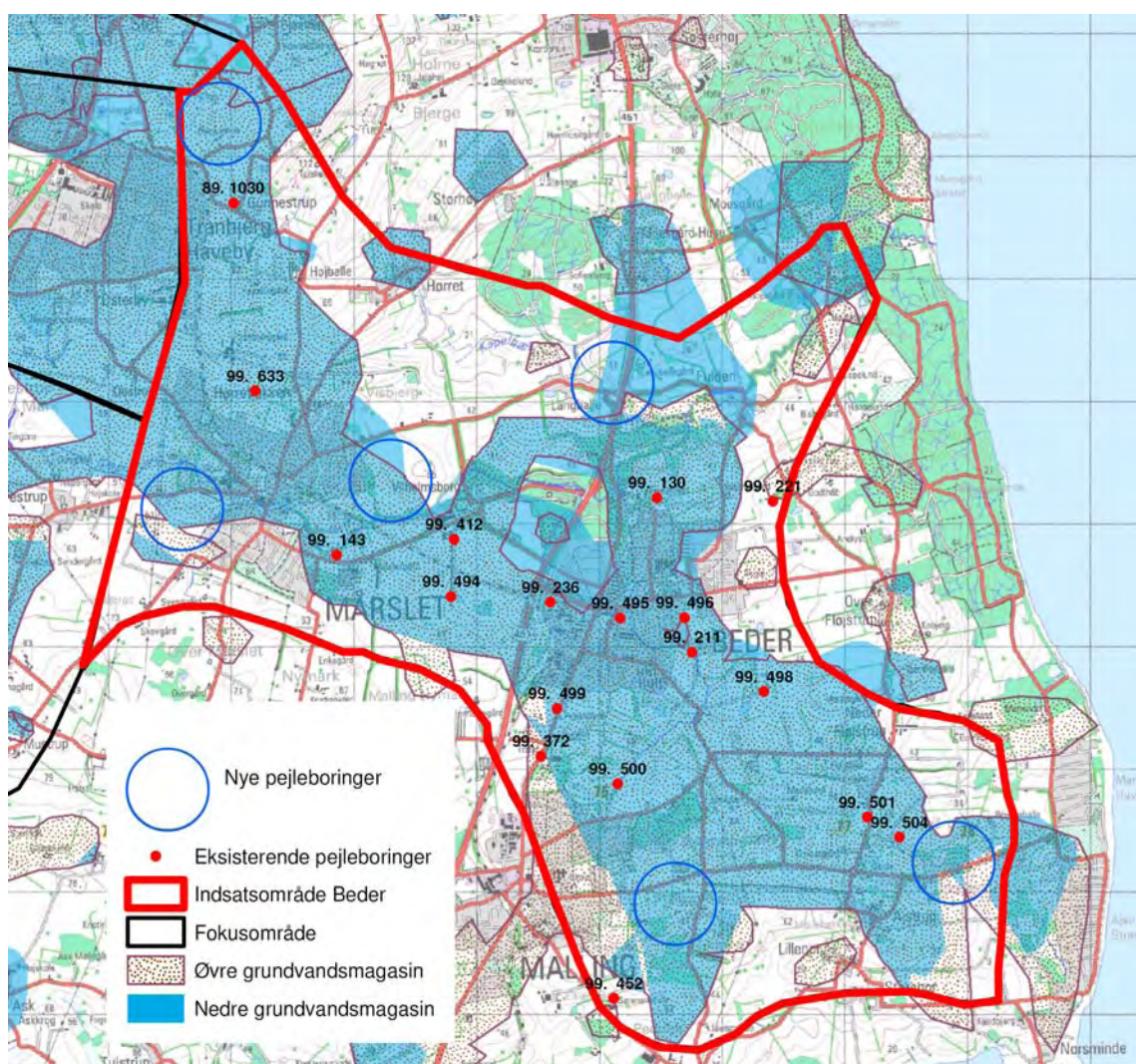
Pejlinger i pejleboringer foretages som udgangspunkt en gang årligt. Det bør dog overvejes at forsyne enkelte velvalgte pejleboringer med et permanent udstyr til kontinuert pejling, med henblik på at registrere sæsonmæssige udsving.

Anbefalinger

Der er i Indsatsområde Beder udpeget en række eksisterende boringer, som anses for at være væsentlige i den fremtidige overvågning af grundvandsstanden i området og i forbindelse med ajourføringen af datagrundlaget til for eksempel en grundvandsmodel.

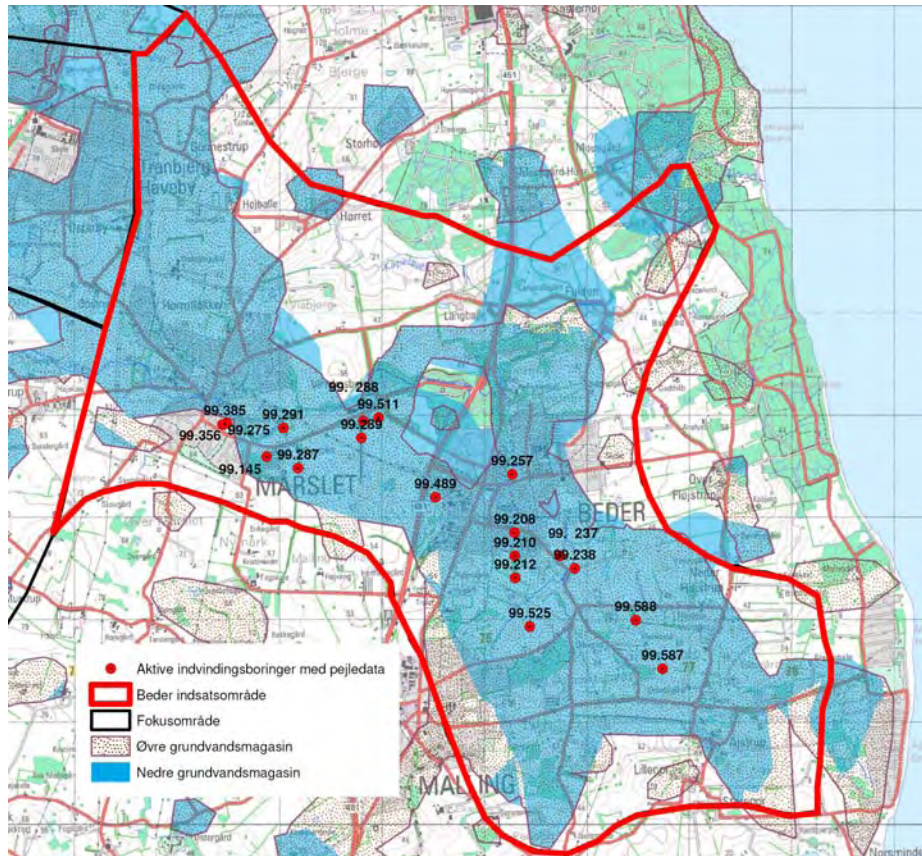
I figur 2.1 er der vist de eksisterende boringer, der ikke er indvindingsboringer, og som fremover anbefales anvendt til regelmæssig pejling af enten det øvre eller nedre grundvandsmagasin. Samtlige af disse boringer er lokaliseret og pejlet i forbindelse med en af de synkronpejlerunder, der er udført i området, ligesom filterniveauet i boringerne er kendt. Andre mulige pejlbare boringer, som allerede i dag anvendes som observationsboringer, skal fortsat fungere. Her menes der observationsboringer, som ikke er illustreret på figur 2.1, og som til enhver tid vil være relevante i forhold til den aktuelle indvindingsituation med henblik på overvågning af vandstanden. En yderligere præcisering af hvilke af vandværkernes observationsboringer, der fortsat skal fungere, foretages i samarbejde mellem det enkelte vandværk og vandressourcemyndigheden.

De eksisterende pejlbare boringer i Indsatsområde Beder dækker dog ikke området optimalt, så der skal suppleres med yderligere et antal overvågningsboringer, hvis behovet for pejlinger fra områdets forskellige magasiner skal dækkes. De områder, hvor disse nye overvågningsboringer anbefales placeret, er vist i figur 2.1. Boringerne skal alle udbygges, så de samtidig kan anvendes til overvågning af grundvandets kvalitet.



Figur 2.1. Figuren viser dels placering af eksisterende boringer, eksklusiv indvindingsboringer, som findes velegnede til pejling af grundvandsstanden og dels områder, hvor der er behov for yderligere pejleboringer.

Fra en række indvindingsboringer eksisterer der allerede i dag pejledata, der mere eller mindre detaljeret viser variationer i grundvandsstanden over en tidsperiode. Disse boringer er udpeget for at sikre, at de fortsat pejles og for at sikre, at boringerne ikke sløjfes efter en eventuel nedlæggelse som indvindingsboringer. Dermed kan indsamlingen af pejledata, med henblik på at udbygge tidsserien, fortsættes (figur 2.2).



Figur 2.2 Figuren viser placeringen af indvindingsboringer med pejledata, hvor regelmæssige pejlinger anbefales udført, også selvom boringen nedlægges som indvindingsboring.

2.2 Overvågning af grundvandskvaliteten

Overvågningen af vandkvaliteten skal bygge på to elementer. For det første vandværkernes egenkontrol i produktionsboringer og pejleboringer og for det andet skal der, som led i indsatsplanerne etableres en særlig målrettet overvågning, for at dække alle relevante magasiner, der fødes fra de sårbare områder.

Overvågning af grundvandets kvalitet i de sårbare områder skal baseres på

- vandværkernes egenkontrol af indvindingsboringerne,
- en målrettet overvågning i andre af de eksisterende boringer, samt
- nyetablerede boringer, som er indrettet til overvågningsformål.

Det er af afgørende betydning for administrationen af vandressourcerne, at samtlige analyser fra vandværker (på nær driftsanalyser) indberettes til den ansvarlige myndighed via laboratorierne, og at vandværkerne lader alle data være tilgængelige for indberetning, også de der ligger ud over de lovpligtige analyser.

Tidsperspektivet

Overvågning af grundvandets kvalitet sker i rum og tid. Den rumlige overvågning bygger på den konfiguration af filtre, der udvælges til overvågningsformål. Den tidslige udvikling af vandkvaliteten skal identificeres ved en nøje fastlagt prøvetagningsstrategi, der sikrer en rimelig fastlæggelse af udgangspunkt og udviklingstendenser.

Da grundvandets kvalitet ændrer sig langsomt, idet der ofte kun sker en vertikal forskydning af grundvandet på 25-50 cm/år, skal der være en god overensstemmelse mellem prøvetagningsfrekvens og de forventede forandringshastigheder i selve grundvandet. Jo nærmere grundvandsspejlet en boring er filtersat, jo hurtigere kan forandringer i grundvandskvaliteten som følge af ændret arealanvendelse identificeres i vandprøverne. Dertil kommer, at variationer i grundvandsspejlet hen over året, og fra år til år, i et vist omfang kan medføre variationer i grundvandskvaliteten.

Det øverste, nydannede grundvand har således størst behov for hyppig overvågning. Årlige analyser kan være nødvendige for at tilvejebringe et statistisk sikkert grundlag for at vurdere ændringer i grundvandets kvalitet. Det øverste nydannede grundvand er i denne rapport defineret som de øverste 5 meter af grundvandet.

Overvågningen af de øvre og nedre grundvandsmagasiner kan ske med væsentlig lavere hyppighed med analyser hvert 3. eller 5. år, idet eventuelle trends kobles til viden om udviklingstendenserne i det øverste nydannede grundvand.

I områder med opadrettet gradient (udstrømningsområder i f.eks. ådalene), giver det ikke mening at overvåge det nydannede grundvand, idet det nydannede grundvand her blandes med gammelt grundvand fra mange forskellige lag. Derimod kan der senere blive tale om at overvåge kvaliteten af det nydannede grundvand i et sådant område, hvis gradienten vendes som følge af vandindvinding.

Af hensyn til fastlæggelse af udgangskoncentrationen er det i alle filtre nødvendigt med hyppigere analyser i de første år. Her anbefales det at udtage prøver hvert halve år de første 2-3 år, idet det kræver 3-5 analyser at fastlægge en statistisk sikker udgangskvalitet.

Tilsvarende vil det som regel kræve mindst 5 analyser, før det er muligt at identificere en sikker udviklingstendens, hvilket med årlige analyser vil betyde, at det først efter 5-7 års overvågning er muligt at identificere sikre udviklingstendenser i grundvandet i forhold til udgangspunktet.

I tilfælde af en overskridelse af grænseværdier, anbefales det, at der bliver taget en ny prøve og lavet en ny analyse. Dermed undgås muligheden for at drage for vidtgående konklusioner på baggrund af en enkelt analyse, idet der kan foreligge en fejlanalyse

Anbefalede analysehyppigheder:

Alle nyetablerede filtre: 2 årlige prøver i 2-3 år.

Øverste nydannede grundvand: prøvetagninger hvert år.

Øvre og nedre grundvandsmagasiner: prøvetagning hver 3. - 5. år

Anbefalinger

Overvågning af grundvandskvaliteten består af 3 dele:

- Overvågning af udvaskning fra rodzonen
- Overvågning af det nydannede grundvand
- Overvågning i de øvre og nedre grundvandsmagasiner

Overvågning af udvaskning fra rodzonen

Overvågning af nitratudvaskningen kan direkte anvendes til effektmålinger af indsatsplanen.

Ved at overvåge udvaskningen af nitrat fra rodzonen i de nitratsårbare områder kan fremtidens grundvandskvalitet vurderes. Overvågningen kan ske dels ved modelberegninger af udvaskningen i de sårbare områder, dels som faktiske målinger ved hjælp af sugeceller.

Det er den landbrugsmæssige analyse af nitratudvaskningen, der skal vise, om der er behov for at overvåge nitratudvaskningen f.eks. ved hjælp af sugeceller.

I det omfang, der overvåges med sugeceller, er det vigtigt, at der installeres tilstrækkeligt mange celler til at få et statistisk korrekt mål for udvaskningen, der varierer betragteligt hen over en mark. Derudover kan udvaskningen variere meget fra år til år, hvorfor der i modelsammenhæng er behov for udvaskningsberegninger ud fra såvel sande klimadata som for et standard klima.

Overvågning af det øverste nydannede grundvand

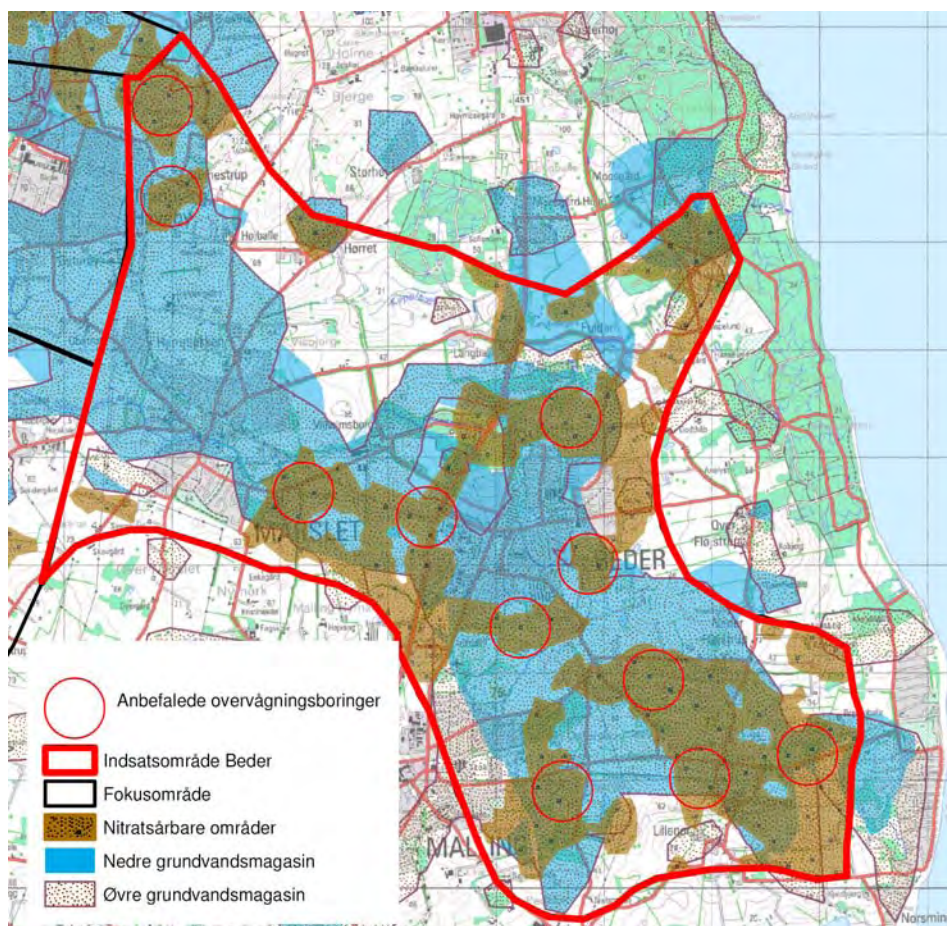
Grundvandet i de øverste 5 m under grundvandsspejlet betragtes som det nydannede grundvand. Effektmålinger af indsatsplanerne og overvågning af grundvandet i de sårbare områder er særlig vigtig i dette øverste nydannede grundvand. Det er afgørende, at de overvågningsboringer, der skal monitorere en eventuel effekt af indsatsplanerne, er i hydraulisk kontakt med de arealer, der er i spil.

Det nydannede grundvand overvåges i de nitratsårbare områder, hvor der er kortlagt et øvre magasin.

Den geologiske kompleksitet i Indsatsområde Beder er stor, og dermed er der vanskeligheder med at kortlægge vandets strømningsveje fra terræn og til grundvandsspejlet. Overvågning af det nydannede grundvand anbefales derfor, på nærmere udvalgte lokaliteter i de nitratsårbare områder, at bestå i overvågning af nitratudvaskningen fra rodzonen ved hjælp af sugeceller.

På figur 2.3 vises de områder, hvor der skal etableres boringer til overvågning af det nydannede grundvand. De områder, hvor der foreslås etableret nye boringer, er placeret i nitratsårbare områder, hvor der er kortlagt et øvre grundvandsmagasin.

I det øverste nydannede grundvand anbefales det, at der analyseres for hovedbestanddele, pesticider, arsen og nikkel, og at grundvandsstanden pejles, når der udtages vandprøver.



Figur 2.3 Figuren viser de områder, hvor der er behov for placering af boringer til overvågning af det øverste nydannede grundvand.

Forud for etablering af boringer til overvågning af det nydannede grundvand, skal der undersøges, om områdets husholdningsboringer kan anvendes til samme formål. Kravspecifikation for husholdningsboringerne er den samme som for de nyetablerede boringer.

Ved etablering af nye boringer til overvågning af det nydannede grundvand, bør filteret placeres 1-2 meter under grundvandsspejlet af hensyn til variationer i grundvandsstanden. Filterlængden bør være 0,5 – 1 m af hensyn til prøvetagningen.

Overvågning af de øvre og nedre grundvandsmagasiner

Grundvandet i niveauet 0 m – 20 m under grundvandsspejlet betragtes som det øvre grundvandsmagasin, heraf udgør de øverste 5 m det nydannede grundvand. Grundvandet dybere end 20 m under grundvandsspejlet henføres til det nedre grundvandsmagasin.

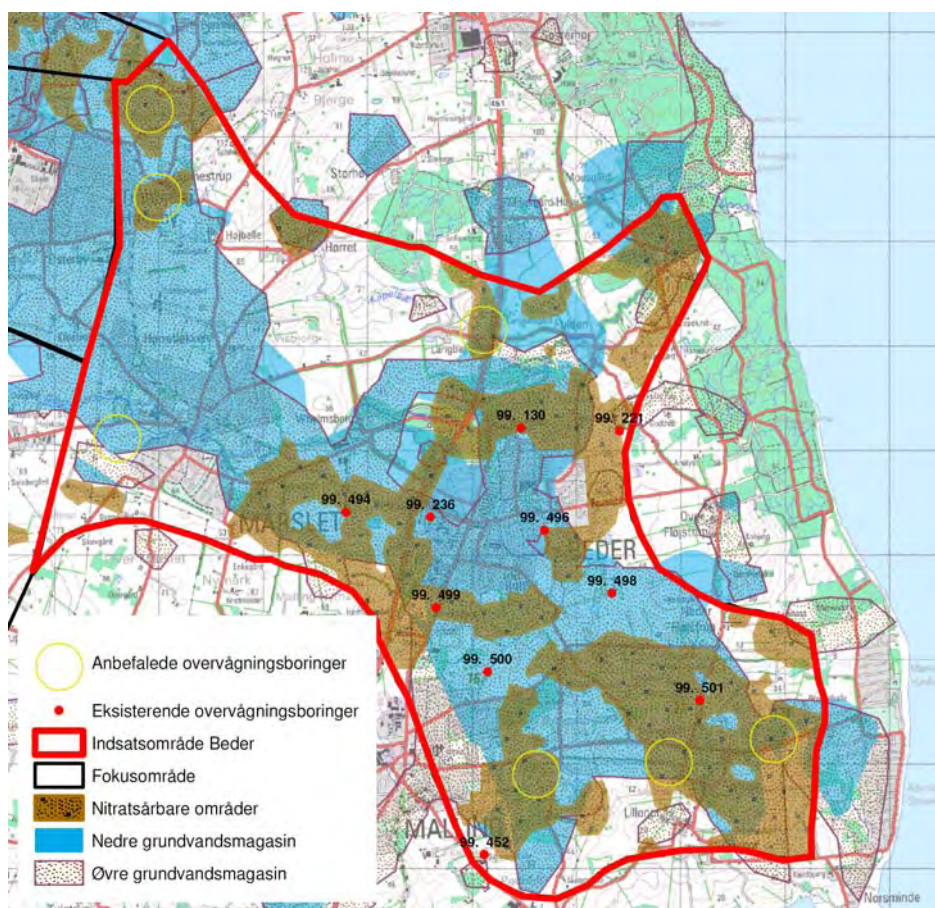
Til overvågning af de øvre og nedre magasiner er der udvalgt eksisterende boringer, hvor filteret er placeret mere end 5 m under grundvandsspejlet, og filteret højst er 5-6 meter langt. Boringer med meget lange filtre er udeladt på grund af risiko for opblanding af forskellige vandtyper.

Ved inddragelse af eksisterende boringer og etablering af nye boringer er det meget vigtigt at sikre sig, at det filtersatte interval, hvorfra prøverne tages, er lokaliseret i relevante dele af de væsentligste magasiner.

I figur 2.4 er der vist de eksisterende boringer i området, der ikke er indvindingsboringer, og som er anvendelige til prøvetagning af de øvre og nedre grundvandsmagasiner. Ud over de eksisterende boringer er der ligeledes i figur 2.4 vist områder, hvor det anbefales at udføre supplerende boringer. Såvel de eksisterende boringer som de områder, hvor der skal udføres supplerende boringer, er beliggende i eller nær de nitratsårbare områder, og de er tillige placeret opstrøms i forhold til eksisterende indvindingsboringer.

Analyseprogrammet skal i det øvre og nedre grundvand bestå af analyser for hovedbestanddele, pesticider, arsen og nikkel. Det anbefales, at grundvandsstanden pejles, når der udtages vandprøver.

Vandressoucementmyndigheden anbefales ca. hvert 5. år at udføre CFC-dateringer i overvågningsboringerne.



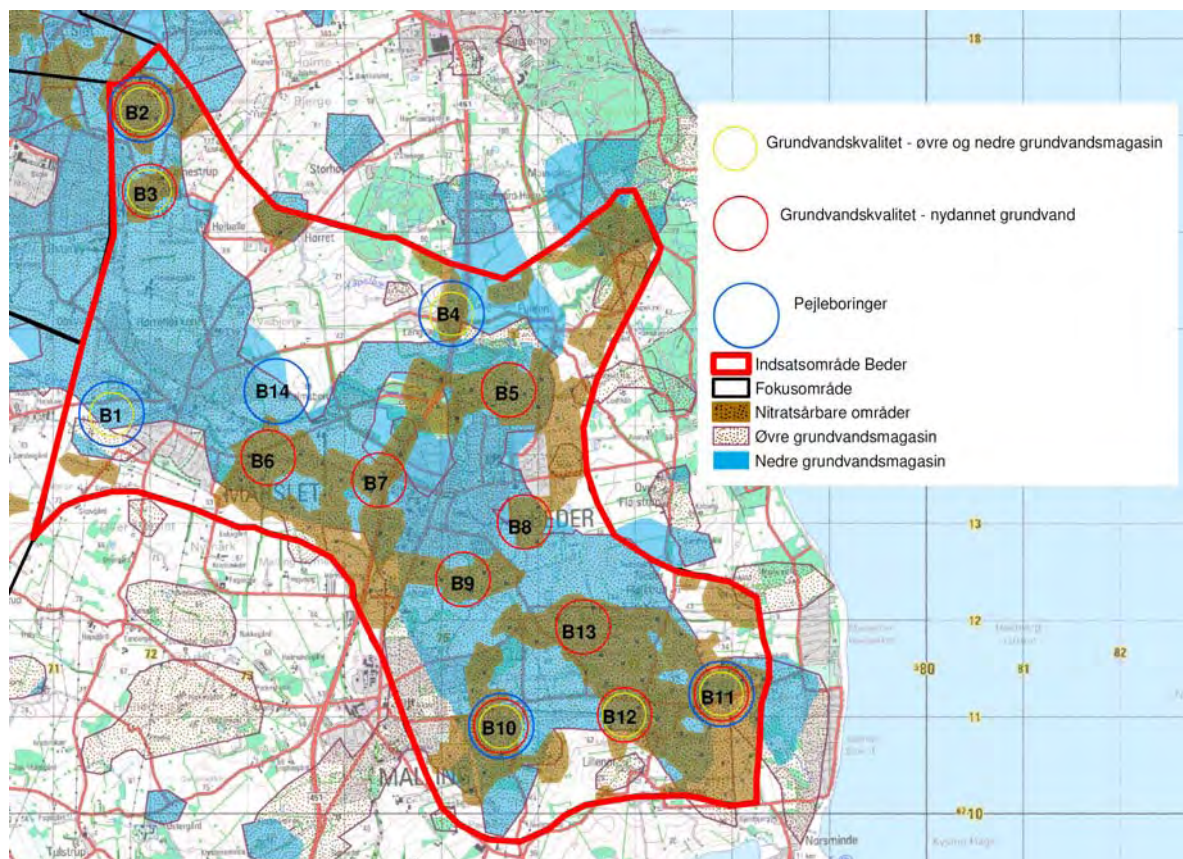
Figur 2.4. Figuren viser de boringer, der er velegnede til at udtage vandprøver med henblik på overvågning af grundvandskvaliteten i de øvre og nedre magasiner. Derudover vises de områder, hvor der skal placeres nye overvågningsboringer.

Afsluttende bemærkninger

De områder, hvor det er anbefalet at placere de nye supplerende undersøgelsesboringer til overvågning af enten grundvandsstanden eller grundvandskvaliteten, er flere steder sammenfaldende (figur 2.5).

Af de 14 nye anbefalede overvågningsboringer er 13 placeret i eller i nær tilknytning til et af de nitratsårbare områder i Indsatsområde Beder. Den sidste boring anbefales anvendt til pejleboring. I tabel 2.1 er formålene med de nye overvågningsboringer sammenstillet med de nitratsårbare områder. Det fremgår dermed for hvert enkelt sårbart område, om boringerne ønskes anvendt som en ren pejleboring eller, om de også skal anvendes til overvågning af det nydannede grundvand og/eller de øvre og nedre grundvandsmagasin.

Det anbefales, at de nye overvågningsboringer så vidt muligt indrettes, så de kan opfylde flere formål, ligesom det er vigtigt at tage hensyn til eventuelle fremtidige ændringer i grundvandsspejlet ved filterplaceringen.



Figur 2.5 Områder, hvor der skal suppleres med boringer til enten overvågning af grundvandsstand eller -kvalitet. Flere af områderne er sammenfaldende, og der kan således med fordel udføres en enkelt boring i disse områder, der opfylder samtlige formål.

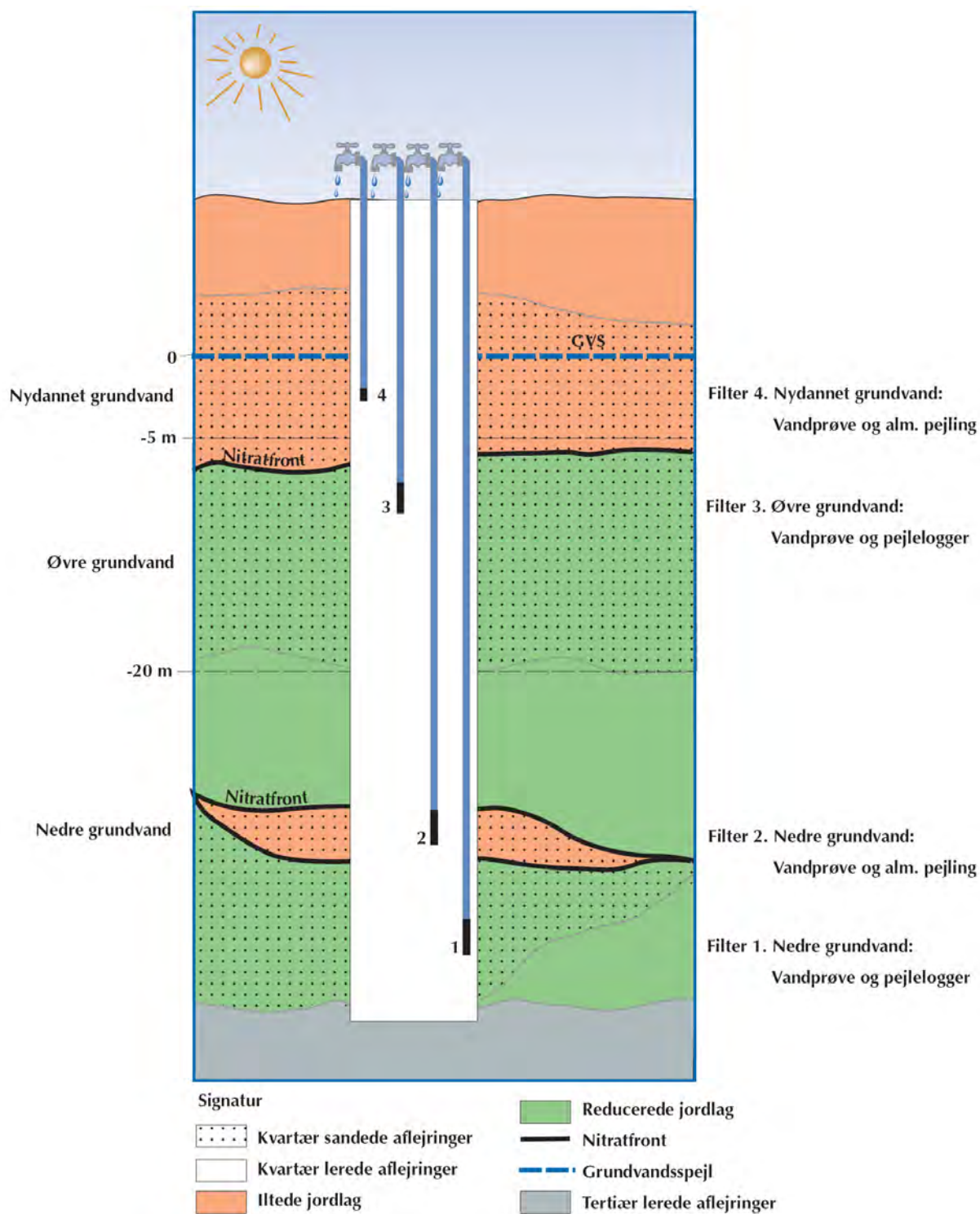
Oversigt over anbefalede overvågningsboringer i Beder indsatsområde

Sårbare områder Borenr.	N B1	O B2	O B3	P B4	Q B5	Q B6	Q B7	Q B8	Q B9	R B10	S B11	S B12	S B13	udenfor B14
Pejleboringer	+	+		+						+	+			+
Nydannet grundvand		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Øvre/nedre magasiner	+	+	+	+						+	+	+		

Tabel 2.1 Oversigt over de i alt 14 anbefalede nye overvågningsboringer i Indsatsområde Beder. Boringerne er nummereret og er angivet i forhold til det aktuelle sårbare område, hvori de skal etableres. Hvor der ved en boring er sat flere plusser, er det et udtryk for, at boringen har flere formål.

I figur 2.6 er der vist en principskitse over boringsudbygningen i nye overvågningsboringer. På principskitsen er det illustreret, hvordan flere filtre er placeret på forskellige borestammer, hvilket dermed muliggør vandsstandsmålinger og vandprøvetagning fra forskellige magasinniveauer. Figuren viser ligeledes situationen, hvor der findes nitratholdigt vand i flere af de gennemborede niveauer. En målrettet filtersætning i overvågningsboringen vil sikre overvågningen af grundvandskvaliteten i boringen.

Nye overvågningsboringer i de øvre og nedre magasiner bør etableres med flere filtre, og filterlængder på højst 2 meter. Om muligt sættes det øverste filter i det øverste nydannede grundvand. Ved udtagning af vandprøver pejles grundvandsstanden. Der må kun sættes et filter på hver borestamme i en boring for at undgå kontaminering. En principskitse af en overvågningsboring er vist i figur 2.6.

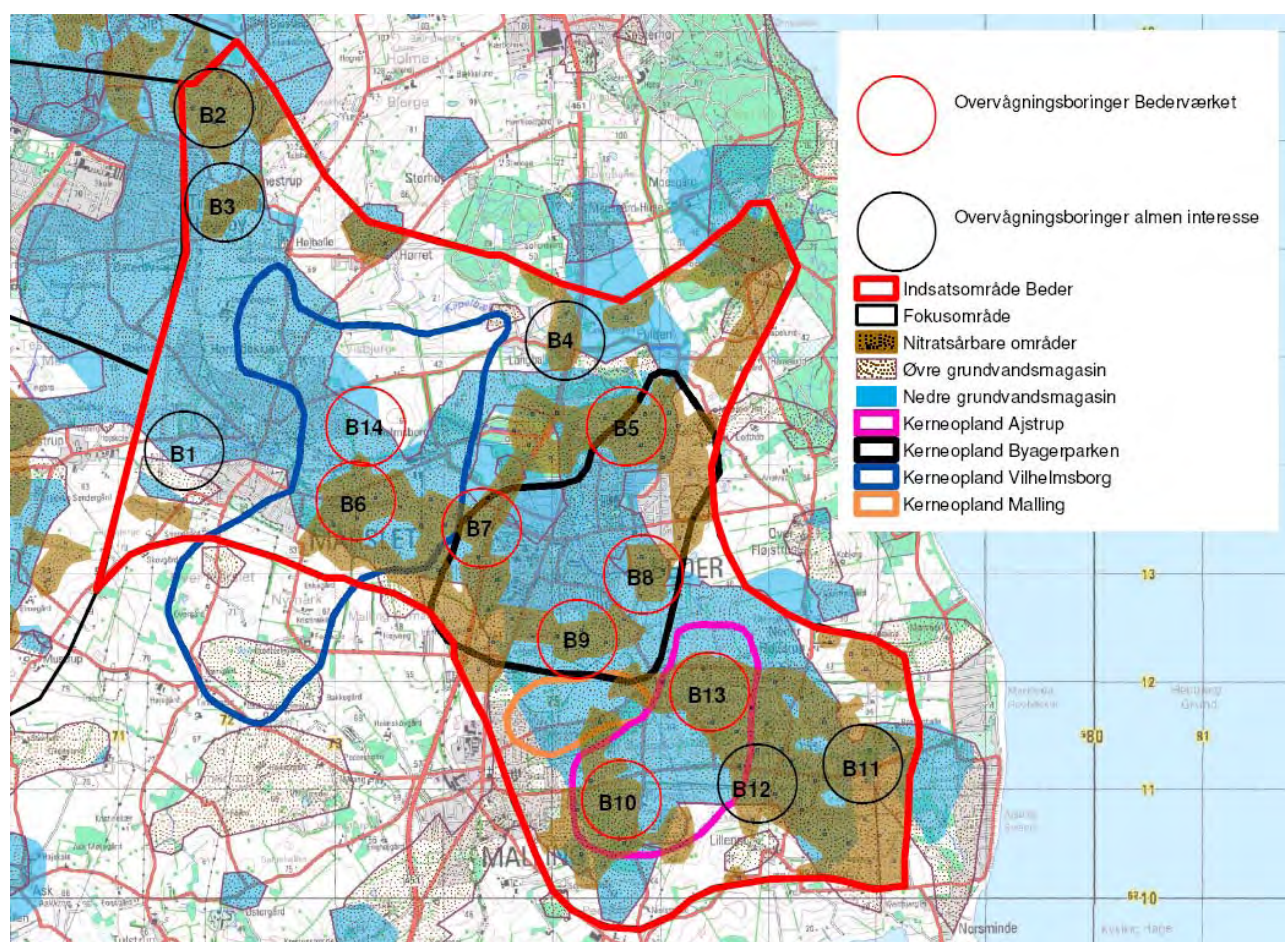


Figur 2.6 Principskitse af overvågningsboring til opfyldning af flere formål

2.3 Konkrete anbefalinger, der vedrører de enkelte vandværker i Indsatsområde Beder

I Indsatsområde Beder er der ikke udpeget kerneoplande til alle kildepladser. Der er udpeget kerneoplande til kildepladserne Vilhelmsborg, Byagerparken og Ajstrup under Bederværket samt til Malling Vandværk. Som tidligere nævnt, er der inden for kerneoplandet stor sikkerhed for, at området bidrager med vand til en given kildeplads. Kerneoplandene udgør kun en del af de grundvandsdannende oplande, og der er således ikke redegjort for alt det vand, der anvendes ved kildepladserne jf. afsnit 1.6.

I figur 2.7 fremgår det at 8 af de 14 anbefalede overvågningsboringer er placeret indenfor kerneoplande. Disse 8 boringer er alle placeret i kerneoplande til Bederværket. De resterende 6 boringer skal håndteres af vandværkerne i fællesskab. Da grundvandet bør beskyttes i alle de nitratsårbare områder inden for Indsatsområde Beder, er det vigtigt, at samtlige 14 overvågningsboringer etableres.



Figur 2.7. Placering af anbefalede, nyetablerede monitoringsboringer i forhold til kerneoplande.

Alle udgifter, som er forbundet med etablering og drift af overvågningen dækkes udelukkende af de involverede vandværker. Det vil komme til at fremgå af Indsatsplan Beder, hvor og hvornår en given overvågning forventes iværksat.

Ansvar for og de økonomiske udgifter til etablering af overvågningsboringerne inden for et kerneopland til en given kildeplads/vandværk ligger således hos det pågældende vandværk.

Ansvar for og de økonomiske udgifter til etablering af overvågningsboringerne uden for kerneoplande foreslås håndteret af vandværkerne i området i fællesskab.

Normalt vil kravene først rent juridisk kunne kræves gennemført i forbindelse med, at der sker væsentlige ændringer i de berørte vandværkers indvindingsstilladelser. Indvindingsforholdene ved nogle vandværker kan være af en sådan karakter, at hele eller dele af et overvågningsprogram etableres hurtigst muligt, f.eks., hvis der er vished om en snarlig fastlæggelse af en ny kildeplads.

Da al erfaring viser, at mange forhold, herunder den indvindingsmæssige struktur, hurtigt vil kunne ændres, er det vigtigt at understrege, at overvågningen hele tiden indrettes og justeres i forhold til de ændringer, der sker.

Generelt udgør Indsatsområde Beder et risikoområde for et højt indhold af arsen og klorid i grundvandet. Det er derfor vigtigt at kende niveauerne og følge udviklingen i disse parametre i eksisterende og fremtidige indvindingsboringer.

I det følgende fremlægges forslag og anbefalinger til de enkelte vandværker. Forslagene og anbefalingerne er vigtige for at sikre, at grundvandet i Indsatsområde Beder fortsat vil kunne udgøre et godt grundlag for levering af rent drikkevand fra de eksisterende vandværker.

Det anbefales, at der udføres analyser for arsen også i private boringer/brønde i indsatsområdet.

Bederværket, ÅKV:

Bederværket indvinder fra i alt 14 boringer ved 4 kildepladser – 5 boringer ved Byagerparken, 1 boring ved Skoleparken, 6 boringer ved Vilhelmsborg og 2 boringer ved den forholdsvis nye Ajstrup Kildeplads.

Vandværkssårbarheden vurderes at være stor ved Byagerparken, Skoleparken og Vilhelmsborg kildepladserne. Ajstrup Kildeplads er vurderet til at have lille vandværkssårbarhed.

Vandværket bør være opmærksomt på denne sårbarhed.

Alle indvindingsboringer undtagen dem ved Ajstrup Kildeplads har efterhånden opnået en høj alder: Skoleparken (1967), Byagerparken (1961-63) og Vilhelmsborg (1969-73). Det vil være vigtigt at få afklaret, hvorvidt afprovingen langs forerørerne i disse boringer er foretaget tilstrækkeligt grundigt, og om der med tiden er opstået utætheder ved rørsamlinger eller deciderede huller i forerørerne (tæringsskader).

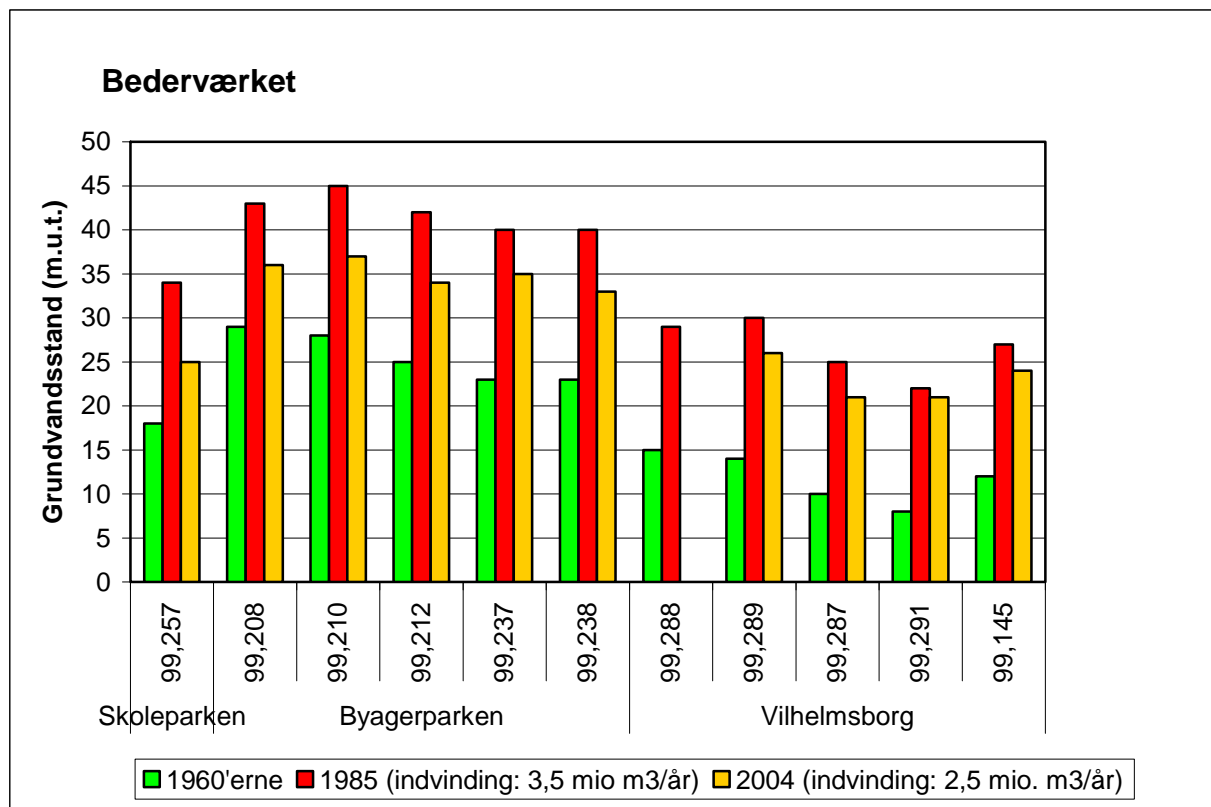
Til vurdering af boringernes tekniske tilstand kan anvendes konceptet, som står beskrevet i Århus Amts rapport fra 2001, "Gode råd ved teknisk boringskontrol – et element i kildepladsvurderingen".

Det anbefales, at der foretages en nærmere undersøgelse af boringernes tekniske tilstand i det omfang, det ikke allerede er gjort (vurdering af boringernes levetid). En vurdering bør især være baseret på en videoinspektion eller undersøgelse af boringerne med televiewer.

Indvinding og grundvandsstand

Den nuværende indvinding ligger på et niveau lige under Bederværkets indvindingstilladelse på 2,7 mio. m³/år.

Ved Bederværket har der været store afsænkninger af grundvandsspejlet siden opstarten af indvindingen i 1967 (se figur 2.8). Grundvandssænkningen har ved Skoleparken, Byagerparken og Vilhelmsborg kildepladserne været på henholdsvis ca. 16 m, 14-17 m og 14-16 m i den periode, hvor indvindingen var kraftigst (ind til 1991). Efterfølgende er grundvandsspejlet hævet som følge af en årlig reduktion i indvindingsniveau på ca. 1 mio. m³ - en hævnings af vandspejlet på henholdsvis ca. 9 m, 5-7 m og 2-4 m siden 1991.



Figur 2.8 Hovedtræk i udvikling af grundvandsstand ved Bederværkets kildepladser.

En udvidelse af den nuværende indvindingstilladelse ved Bederværket kan ikke anbefales.

Med den størrelse og spredning Bederværkets kildepladser har, er det nødvendigt at indberette vandmængder på boringsniveau for at kunne tage højde for konsekvenser af indvindingsbelastningen i indsatsområdet.

Indvundne vandmængder skal for alle kildepladser indberettes på boringsniveau.

Når der fremover opstår et behov for erstatningsboringer på Bederværkets kildepladser, bør det undersøges, om der er muligheder for at optimere spredningen af indvindingen. En nedlagt boring ved én kildeplads bør ikke automatisk medføre en ny boring på den samme kildeplads. I interesseområder for etablering af nye indvindingsboringer bør det forud for etableringen vurderes, om supplerende geofysiske undersøgelser skal anvendes ved detailplaceringen.

Kemiske forhold

Den store indvinding og afsænkning af grundvandsspejlet har været årsag til et stigende sulfatindhold i flere indvindingsboringer ved Bederværket. Det stigende og høje sulfatindhold skyldes sandsynligvis forceret omsætning af pyrit på grund af hydraulisk og atmosfærisk kontakt mellem de overfladenære sandlag og grundvandsspejlet.

Flere boringer er tidligere sløjfet på grund af et højt sulfatindhold. Trods reduktion i indvinding, med dertilhørende hævnning af grundvandsspejlet i området ved Bederværket, er udviklingen ikke stoppet. I 2 ud af de 5 aktive indvindingsboringer ved Byagerparken (DGU nr. 99.210 og 99.212) og indvindingsboringen ved Skoleparken (DGU nr. 99.257) er der konstateret et højt og stigende sulfatindhold. I boringen ved Skoleparken (DGU nr. 99.257) er der desuden fund af BAM, dichlorprop og mechlorprop.

Ved indvindingsboringen med DGU nr. 99.511 ved Vilhelmsborg Kildeplads er der ligeledes konstateret et højt sulfatindhold, som samtidigt er noget fluktuerende. I boringen er der fund af BAM, dichlorprop og mechlorprop.

Generelt udgør Indsatsområde Beder et risikoområde for et højt indhold af arsen og klorid i grundvandet. Det er derfor vigtigt at kende niveauerne og følge udviklingen i disse parametre i eksisterende og fremtidige indvindingsboringer.

Det anbefales at følge udviklingen i indholdet af arsen og klorid i eksisterende og fremtidige indvindingsboringer.

Fremtidige indvindingsboringer bør, hvor det skønnes relevant, etableres med et øvre filter på en anden borestamme for at overvåge det øvre grundvand på kildepladsen.

Der bør på sigt ske en yderligere spredning og mere optimal fordeling af indvindingen under Bederværket:

Det anbefales at lukke boringen ved Skoleparken (DGU nr. 99.257) på grund af et stigende sulfatindhold og fund af pesticider. Boringen bør dog bevares til overvågning af vandstand og vandkvalitet.

Størrelsen af den nuværende indvinding ved Vilhelmsborg kan fastholdes. Dog anbefales at lukke boringen ved Vilhelmsborg Kildeplads (DGU nr. 99.511) eller alternativt at foretage en beskyttelse af nærområdet omkring denne boring således, at risikoen for nedsivning af forurenende stoffer begrænses. Etablering af nye indvindingsboringer og overvågning ved Vilhelmsborg bør foregå i samarbejde med Mårslet Vandværk.

Indvindingen ved Byagerparken Kildeplads bør reduceres eller delvis omlægges ved etablering af nye boringer.

Idet Ajstrup Kildeplads kun har eksisteret siden 2003 anbefales det at følge udviklingen nøje i grundvandsstand og vandkvalitet.

Der bør foretages en undersøgelse af bæredygtigheden ved Ajstrup Kildeplads, da en større andel af Bederværkets indvinding eventuelt kan hentes herfra ved etablering af flere boringer. En eventuel udbygning bør foregå i samarbejde med Mallings Vandværk.

Giber Å

I 1992 blev det konstateret, at Giber Å på grund af den omfattende indvinding i området havde mistet et direkte grundvandstilskud fra det grundvandsmagasin, som ligger mellem åen og Beder By. Det blev vurderet, at en genetablering af dette tilskud ville kræve en hævnings af grundvandsstanden på mindst 10 m. Den efterfølgende kraftige reduktion af indvinding ved Skoleparken Kildeplads har resulteret i en hævnings af grundvandsstanden med ca. 9 m (jf. figur 2.8).

Den sidste boring ved Skoleparken (DGU nr. 99.257) må sandsynligvis lukkes inden for en overskuelig fremtid, hvilket kan medvirke til yderligere at hæve grundvandsspejlet i retning af Giber Å. Den effekt forventes at kunne forstærkes, hvis de 2 boringer ved Byagerparken Kildeplads, med forhøjede sulfatværdier, lukkes og efterfølgende erstattes af boringer et andet sted.

Det anbefales at etablere overvågning i området mellem Byagerparken Kildeplads og Giber Å. Dette kan gøres ved:

Etablering af en boring til overvågning af det nydannede grundvand nord for Beder (B5).

Udnyttelse af en eksisterende boring (DGU nr. 99.130) til overvågning af vandkvalitet i øvre og nedre magasin samt grundvandsstand.

Overvågning

En grundvandsovervågning inden for kerneoplandene til Bederværkets kildepladser kræver som minimum etablering af 8 af de anbefalede, nye overvågningsboringer (jf. figur 2.7) for at gøre det muligt at følge den kemiske udvikling i det øvre og nedre grundvand samt fremtidige ændringer i grundvandspejlet.

Inden for kerneoplandet til Byagerparken Kildeplads anbefales at etablere overvågningsboringerne B5, B7, B8 og B9.

Inden for kerneoplandet til Vilhelmsborg Kildeplads anbefales at etablere overvågningsboringerne B6 og B14.

Inden for kerneoplandet anbefales at etablere overvågningsboringerne B10 og B13.

Mårslet Vandværk

Mårslet Vandværk har i alt 3 indvindingsboringer på den samme kildeplads i den sydlige del af byen. Vandværkets indvindingstilladelse er på 231.000 m³/år.

Vandværket er vurderet til at have lille vandværkssårbarhed.

Vandværkets nuværende 3 boringer er mellem 28 og 38 år gamle, hvoraf DGU nr. 99.356 er den yngste, men også den, hvori der er konstateret BAM.

Der er risiko for utætte samlinger eller utætte afpropninger langs forerørene, hvorved pesticidholdigt vand har mulighed for at trænge ind i forerørene.

Efter konstatering af BAM i boring DGU nr. 99.356 blev der foretaget en videoinspektion af alle boringer, hvorved der blev afsløret utætheder i forerørene (utætheder i form af borttærede skruer).

På baggrund af BAM-fund i boring DGU nr. 99.356 er det vigtigt at følge udviklingen i BAM-koncentrationen – især i denne boring, men også i de 2 øvrige boringer.

Det anbefales at følge udviklingen i indholdet af arsen og klorid i eksisterende og fremtidige indvindingsboringer.

Ny kildeplads

Mårslet Vandværk har indledt arbejde med at etablere en ny kildeplads sydøst for Hørretløkken (Bedervej/Nymarksvej) til erstatning for eller supplement til den eksisterende kildeplads.

Vilhelmsborg Kildeplads er placeret ca. 1 km sydøst for det aktuelle område. Mårslet Vandværk må således forvente, at der i dette område allerede er en væsentlig indvindingspåvirkning.

Det må forventes, at der vil ske en glidende overgang i vandværkets indvindingsstruktur, hvor der vil ske en fortløbende udbygning på den nye kildeplads kontra en gradvis nedlukning af den eksisterende.

Mårslet Vandværks indvindingsboringer ligger tæt. Det skønnes derfor tilstrækkeligt kun at foretage pejlinger i denne ene indvindingsboring, DGU nr. 99.275 (B2, den midterste boring), som således har den længste tidsserie ved vandværket. Hvis den eksisterende kildeplads lukkes helt, anbefales at fastholde ovennævnte boring til overvågningsformål for at opretholde tidsserien.

Hvis en ny kildeplads etableres sydøst for Hørretløkken er det vigtigt med en fremtidig overvågningsplan i forbindelse med udfærdigelse af en ny indvindingstilladelse.

Det vil være nødvendigt at indgå i et samarbejde med Århus Kommunale Værker, så risikoen for en uholdbar stor indvinding i Vilhelmsborg-området minimeres.

Det er vigtigt at fastholde, at der i en kommende indvindingsstruktur altid bør være mindst 3 boringer, uanset om alle boringer etableres på en ny kildeplads eller findes på 2 kildepladser.

Malling Vandværk

Malling Vandværk har kun én indvindingsboring, som ligger nord for Østerskov. Boringen er 88 m dyb (filtersat fra 79-85 m under terræn) og er fra 1994. Vandværkets kildeplads ligger mellem Bederværkets 2 kildepladser ved Byagerparken og Ajstrup og dermed i det samme ”indvindingskompleks” som de 2 ÅKV-kildepladser inden for Beder-Mårslet-Stillingdalen.

Vandværkets indvindingstilladelse er på 250.000 m³/år.

Kemiske forhold

Vandværket er vurderet til at have stor vandværkssårbarhed.

Vandkvaliteten i Malling Vandværks indvindingsboring er ustabil på grund af et stigende sulfatindhold fra ca. 45 til 70 mg/l. Det stigende sulfatindhold skyldes den store indvinding i området, hvorved der sker en forceret omsætning af pyrit i indvindingsområdet. Dette indikerer en risiko for nitrat og andre forurenede stoffer i grundvandet.

Det anbefales at følge udviklingen i sulfatindholdet nøje og være opmærksom på en eventuel fremtidig forekomst af nitrat og pesticider i grundvandet.

Det anbefales at sikre en lav temperatur af drikkevandet og nøje følge drikkevandets farvetal og indhold af organisk stof.

Det anbefales at følge udviklingen i indholdet af arsen og klorid i eksisterende og eventuelle fremtidige indvindingsboringer.

En fortsat overvågning af bundvand i indvindingsboringen er nødvendig.

Supplerende boring

Da vandværket forsyningsmæssigt er i en sårbar situation med kun én boring (der er etableret mulighed for nødforsyning fra ÅKV), anbefales det, at der iværksættes undersøgelser med henblik på mulighederne for etablering af en suppleringsboring. En ny boring anbefales etableret i god afstand til den eksisterende boring samtidig med, at der tages hensyn til beliggenheden af de nærliggende store kildepladser under Bederværket. Ved fastlæggelsen af et egnet sted bør resultater fra de geofysiske, geologiske og kemiske undersøgelser fra området inddrages. Det kan eventuelt være nødvendigt med supplerende geofysiske undersøgelser.

Malling Vandværk anbefales at indlede undersøgelser med henblik på etablering af en supplerende indvindingsboring. Boringen bør etableres ved, at der i første omgang udføres en undersøgelsesboring (ellogboring eller lignende) med mulighed for en detaljeret beskrivelse af vandkemien ned gennem magasinet. De vanskelige grundvandskemiske forhold omkring Malling forudsætter en grundig forberedelse før, der kan placeres et filter i en ny indvindingsboring.

Udbygning af Malling Vandværk bør ske i samarbejde med Århus Kommunale Værker (Ajstrup Kildeplads).

Alternativt kan en indgåelse i et tættere samarbejde med Århus Kommunale Værker overvejes, eventuelt i form af en tilslutning til ÅKV.

Fulden Vandværk

Fulden Vandværk indvinder fra en kilde i den østlige del af Fulden By. Vandværket består af en glasfiberbeholder hen over et kildevæld (artesiske brønd). Indvindingstilladelsen er på 6.000 m³/år.

Kemiske forhold

Ved Fulden Vandværk indvindes der nitratholdigt grundvand (ca. 5-20 mg/l). Nitratindholdet er ikke stigende, men derimod fluktuerende. Der er analyseret for en begrænset mængde pesticider og miljøfremmede stoffer i drikkevandet. Disse målinger viste ingen overskridelser af grænseværdierne.

Det anbefales at overvåge indholdet af pesticider i grundvandet ved Fulden Vandværk, da der indvindes nitratholdigt grundvand.

Der er fundet et højt indhold af mangan (0,055 mg/l) i drikkevandet. Grænseværdien for mangan i drikkevand er 0,02 mg/l.

Det anbefales at overvåge manganindholdet nøje i de kommende analyser. Ved fortsatte overskridelser kan det blive nødvendigt at etablere en udvidet vandbehandling.

Der er ofte målt forhøjede kimal i drikkevandet ved Fulden Vandværk.

Det anbefales at overvåge indholdet af mikrobiologiske parametre og ved overskridelser af grænseværdien at foretage udbedringer i anlægget.

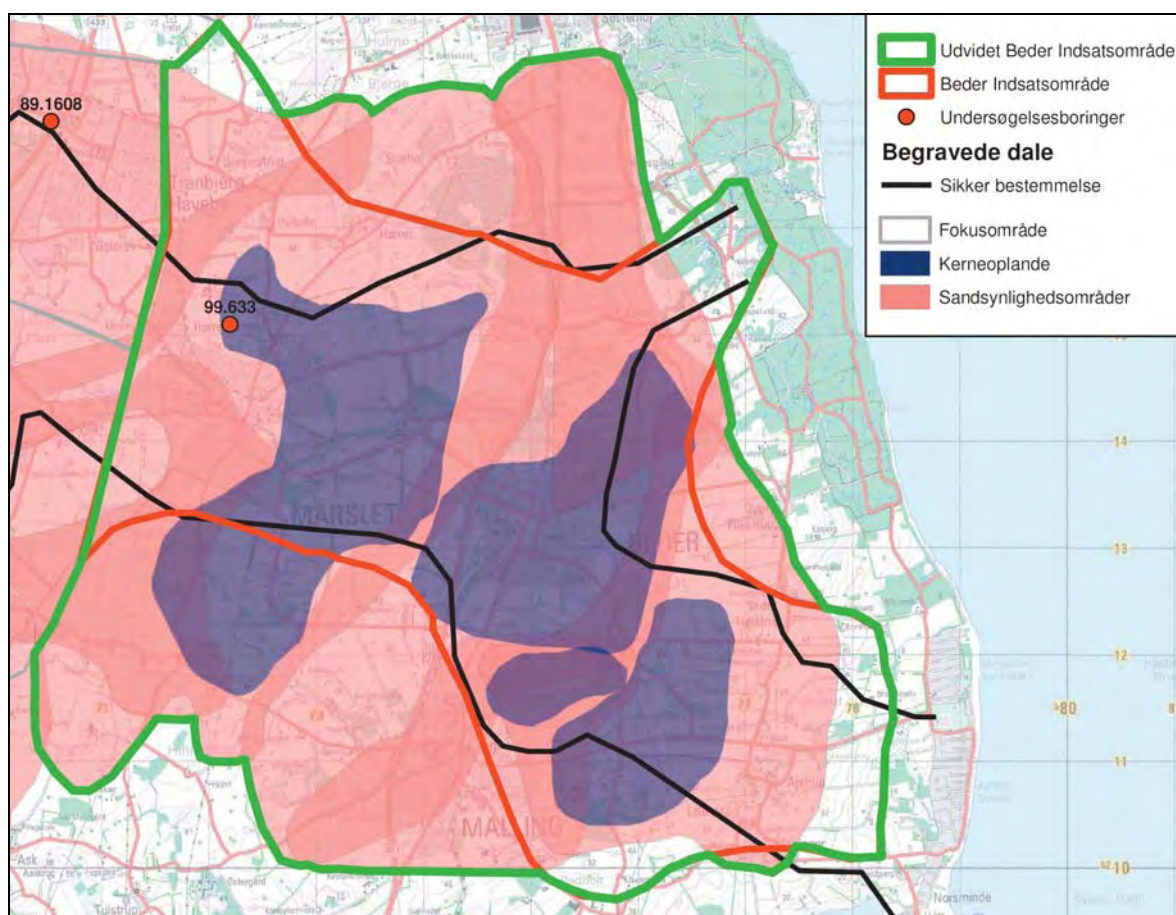
Hvis vandværket får problemer med at opretholde en tilstrækkelig god vandkvalitet, eller der opstår problemer med kildens kapacitet, må vandværket overveje at ændre forsyningsforholdene ved enten at etablere en indvindingsboring eller tilslutte sig en anden vandforsyning.

2.4 Øvrige anbefalinger

Resultaterne af undersøgelserne i Århus Syd-området har blandt andet vist, at de grundvandsdannende oplande i form af kerneoplände og sandsynlighedsområder ikke er begrænset af de begravede dalstrukturer, selv om de fleste indvindingsboringer er placeret i dalene. Dette kan skyldes dels den intensive indvinding samt dels den mere komplekse geologiske opbygning af området, der bevirker, at sandede lag i dalstrukturerne står i hydraulisk kontakt med sandlag på dalflankerne og på plateauerne.

De grundvandsdannende oplande rækker udenfor det nuværende Indsatsområde Beder's grænser og det anbefales derfor, at indsatsområdet suppleres til også at omfatte oplandene (figur 2.9). Den nærmere afgrænsning af Indsatsområde Beder vil først kunne fastlægges, når der er udført supplerende kortlægning i det udvidede indsatsområde. Disse supplerende undersøgelser skal bidrage til at give en bedre forståelse af den geologiske opbygning og derved mulighed for at beskrive de grundvandsdannende oplande nærmere.

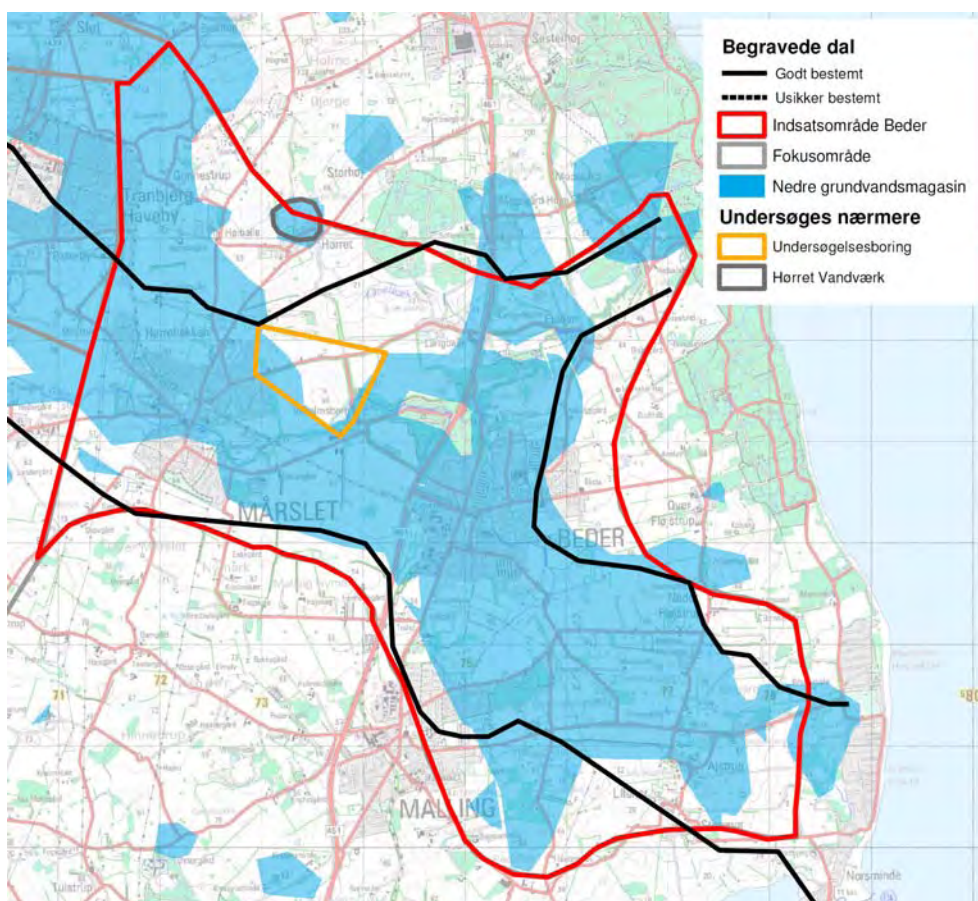
Herunder er der redegjort nærmere for, hvilke undersøgelser der anbefales udført for at opnå den bedre forståelse af området.



Figur 2.9 Indsatsområde Beder markeret med rødt anbefales suppleret til også at omfatte oplandene og dermed udgøre det område, der på figuren er afgrænset med grøn streg.

Inden for Indsatsområde Beder

Resultater af de geofysiske kortlægninger og grundvandsmodellen antyder, at udbredelsen af det nedre grundvandsmagasin muligvis kan forlænges i et område nordøst for Mårslet (markeret med orange i figur 2.10). Igangværende undersøgelser i form af geofysik og formentlig en dyb boring for Mårslet Vandværk vil dog vise, om området indeholder væsentlige grundvandsmagasiner. På baggrund af resultaterne skal det vurderes, om yderligere undersøgelser bør iværksættes for at afgøre en eventuel sammenhæng med de store grundvandsmagasiner i den begravede dal.



Figur 2.10 Mulighed for større udbredelse af det nedre grundvandsmagasin kan undersøges i det orange markerede område.

Såfremt resultaterne af den igangværende undersøgelse er positive, anbefales det at foretage en vurdering af, om magasinet ved det nedlagte Hørret Vandværk (markeret med gråt i figur 2.10) er i hydraulisk forbindelse med området markeret med orange på samme figur. Hørret Vandværk blev nedlagt på grund af en kombination af administrative forhold og nitratproblemer. Hvis det vurderes, at der er risiko for, at nitratholdigt grundvand fra Hørret kan strømme mod syd, anbefales det, at der etableres flere overvågningsboringer i området mellem Hørret og Mårslet.

Syd for Indsatsområde Beder

Af figur 2.11 fremgår det, at udbredelsen af kerneoplandet til Vilhelmsborg Kildeplads strækker sig syd for den administrative afgrænsning af Indsatsområde Beder. Desuden fremgår det af det aktive potentialekort, at området tilsyneladende er toppunkt for grundvandets strømning mod den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal.

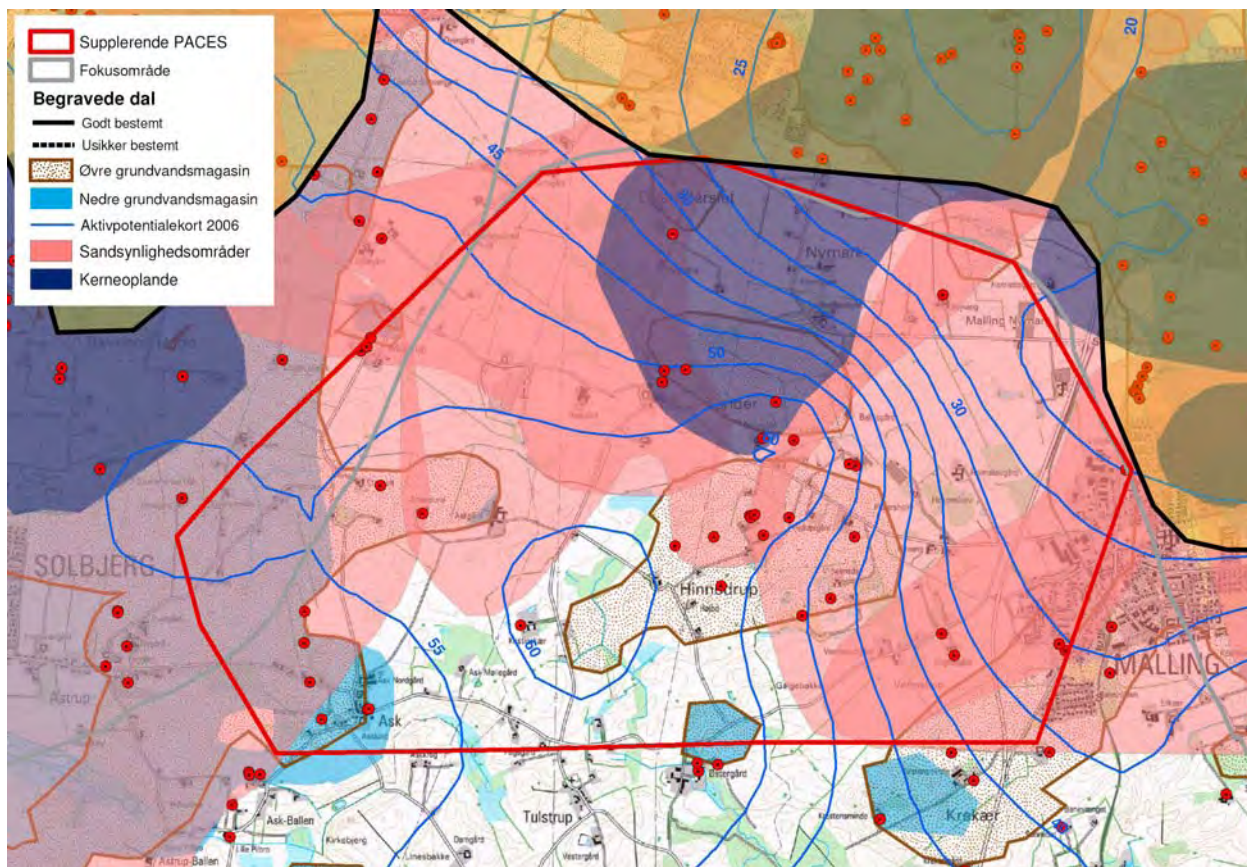
Da kortlægning af magasinudbredelse og nitratsårbarhed i nærværende redegørelse er foretaget inden for indsatsområderne, anbefales det at foretage supplerende undersøgelser i dette sydlige område for at afgøre, om området skal inddrages i Indsatsområde Beder.

I den del af kerneoplandet til Vilhelmsborg Kildeplads, der ligger uden for indsatsområdet (se figur 2.11 for placering), viser boringer, at tykkelsen af den kvartære lagpakke over den fede, tertiære ler, er begrænset til de øverste ca. 30 m. Området har således formodentlig ikke et dybtliggende grundvandsmagasin. Sandede aflejringer over den fede, tertiære ler kan dog være i hydraulisk kontakt med de dybe magasiner mod nord i den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal, som udbredelsen af kerneoplandet til Vilhelmsborg Kildeplads antyder. Det er derfor vigtigt at undersøge, om området har sådanne betydende, sammenhængende sandlag med henblik på en eventuel beskyttelse mod nedsivende nitratholdigt vand syd for indsatsområdet og til verificering af grundvandsmodellens resultater.

Til bestemmelse af udbredelsen af den kvartære lagserie over den fede, tertiære ler anbefales det at foretage en geofysisk undersøgelse af området.

Der er tidligere udført geofysisk kortlægning i 1984-85 med et 2 kanals geoelektrisk måleudstyr i forbindelse med råstofkortlægning. Da de geofysiske metoder har gennemgået en omfattende udvikling inden for de seneste 20 år, anbefales det at gentage kortlægningen, men denne gang med den 8-kanals geofysiske metode PACES. Denne kortlægningsmetode er udviklet specifikt til bestemmelse af mængden af ler i de øverste 30 m, og der er foretaget specialudvikling af beregnings- og analysesoftware.

Kortlægning med PACES udføres normalt med ca. 250 m mellem kørte linier, men da udbredelsen af områdets kvartære sandaflejringer formodentlig er afgrænsede og indsnævrede, anbefales det at udføre kortlægningen med ca. 100 m mellem linierne. Derudover anbefales det at udføre linierne parallelt med den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (ca. vest-øst), således at eventuelle langstrakte sandaflejringer mod den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal kan dokumenteres. Det anbefales at foretage kortlægning i det område, der er markeret med rødt i figur 2.10.



Figur 2.11 Ovenstående figur viser det med rødt markerede område, hvor det anbefales at foretage geofysiske undersøgelser i form af PACES.

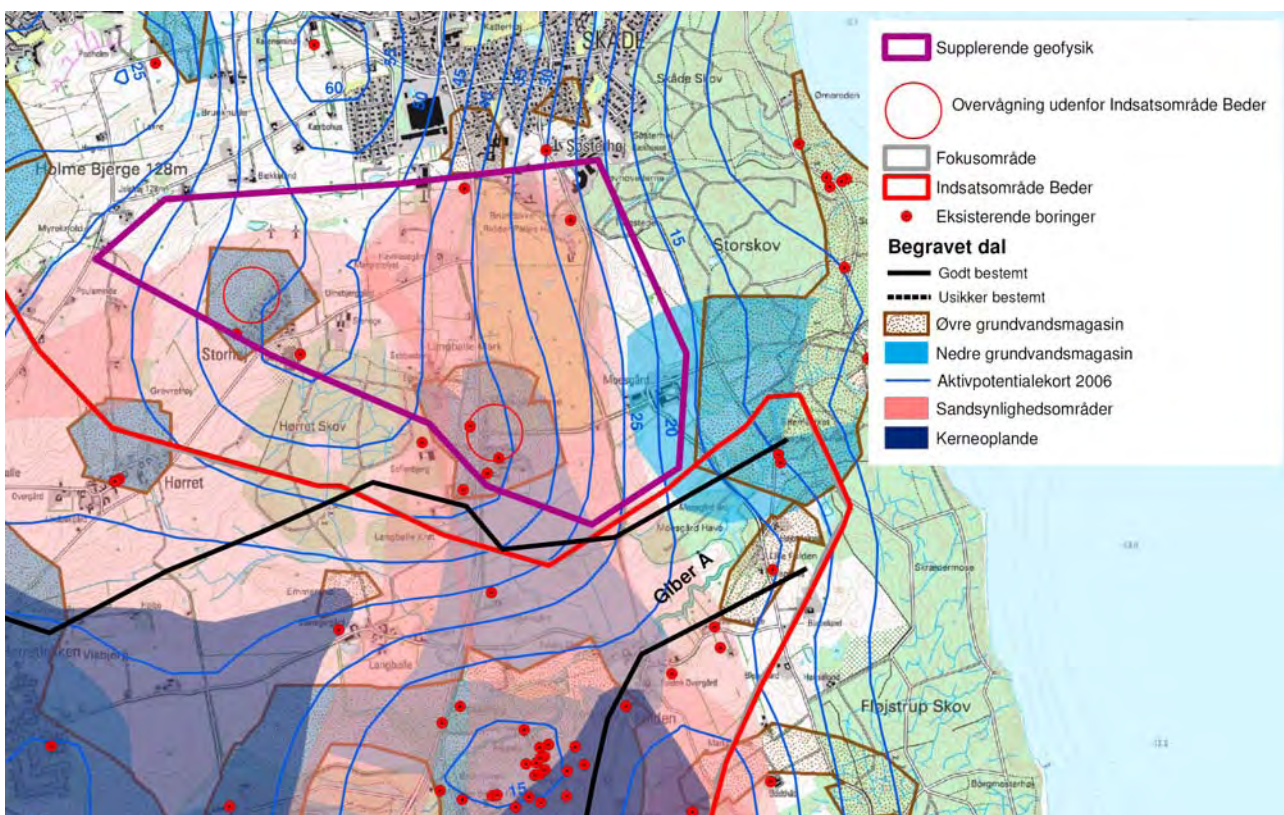
Når resultaterne af de geofysiske kortlægninger foreligger og såfremt de giver positive indikationer på tilstedeværelsen af vandførende sandlag, anbefales det at etablere 5-10 korte filtersatte snegleboringer med en formodet maksimal dybde på 30 m. Snegleboringerne kan give information om sedimenttype, vandspejlets beliggenhed og evt. grundvandskvaliteten i det øverste grundvand. Antallet, dybden og placeringen af boringerne afgøres efter en konkret vurdering på baggrund af resultaterne fra den geofysiske tolkning.

Nord for Indsatsområde Beder

På grund af relativ sparsomme oplysninger har opfattelsen hidtil været, at der ikke i området nord for Giber Å findes vandførende sandlag, som står i hydraulisk forbindelse med magasinerne syd for åen. De seneste modelberegninger indikerer dog, at der bør gennemføres mere detaljerede undersøgelser for at afgøre, hvorvidt denne hidtidige opfattelse bør revurderes.

I området nord for Indsatsområde Beder (jf. figur 2.12) anbefales følgende forhold undersøgt nærmere:

- hvorvidt det nedre magasin uden for Indsatsområde Beder, er sammenhængende med det nedre magasin inden for indsatsområdets grænser
- hvorvidt resultater fra grundvandsmodellen, som peger på at sandsynlighedsområderne strækker sig nord for Indsatsområde Beder, kan dokumenteres



Figur 2.12 Ovenstående figur viser det med lilla markerede område, hvor det anbefales at foretage geofysiske undersøgelser i form af TEM og PACES samt supplerende borer. Desuden er vist eventuelle placeringer af borer til overvågning af grundvandsstanden og -kvaliteten.

I det område, der er markeret med lilla i figur 2.12, og som overlappes af sandsynlighedsområderne, er geofysiske data og borer ujævnt fordelt. Inden for dette område, anbefales det, at der foretages enkelte TEM sonderinger med det formål at kortlægge det nedre magasins udbredelse mere detaljeret. Derudover anbefales det, at foretage PACES kortlægning og eventuelt supplere med enkelte korte snegleboringer. Antallet, dybden og placeringen af borerne afgøres efter en konkret vurdering på baggrund af resultaterne fra den geofysiske tolkning.

Som ved området syd for Indsatsområde Beder, anbefales det at foretage kortlægning med PACES med ca. 100 m mellem linierne og parallelt med den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal (ca. vest-øst), således at eventuelle langstrakte sandaflejringer mod den begravede Beder-Mårslet-Stillingdal kan dokumenteres.

Analysen af de geofysiske resultater og mulige boringer kan eventuelt vise, at der bør etableres overvågningsboringer som markeret på figur 2.12, og at området bør indarbejdes i overvågningsprogrammet for Indsatsområde Beder.