

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

Udgivelsesår: 2005

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

ISBN: 87-7906-347-0

Redaktion: Verner Søndergaard, Thomas Nyholm,
og Richard Thomsen

Sideantal: 28 sider

Oplag: Udskrives fra Natur og Miljø's hjemmeside

Kort: Grundmateriale:
KMS Copyright

Forord

Amtsrådets 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 2001, 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 i 90 % af de indsatsområder, der er udpeget i regionplanen.

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 indsatsområdet "Truelsbjerg". 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 Nord-området", der består af 4 delrapporter:

"Vandforsyning mv. – delrapport I"

"Detailkortlægning – delrapport II"

"Grundvandsmodel – delrapport III"

"Grundvandets sårbarhed – delrapport IV"

Det andet kapitel i denne rapport indeholder en række forslag til anbefalinger vedrørende den fremtidige overvågning og beskyttelse af grundvandet i indsatsområdet.

De 4 delrapporter i "Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nord-området" og den samlede resumérapport er en del af grundlaget for det videre arbejde med indsatsplanlægningen.

PS.

Nærværende rapport er en revideret udgave af "Redegørelse for grundvandsressourcerne i Indsatsområde Truelsbjerg – Resumérapport og Anbefalinger om fremtidig overvågning", som Århus Amt publicerede i 2004. Revideringen af rapporten skyldes, at det efterfølgende desværre blev konstateret, at beregninger i rapporten af bl.a. de grundvandsdannende oplande, byggede på fejlbehæftede regnerutiner i den anvendte edb-modelkode. Fejlene er nu blevet rettet og resultaterne af de nye beregninger med den rettede version af modelkoden præsenteres i nærværende rapport. De væsentligste ændringer, i forhold til de tidligere præsenterede resultater for indsatsområde Truelsbjerg, vedrører de beregnede oplande til Grundfør Vandværk og Hinnerup Vandværk, se bilaget bagest i rapporten.

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1.	Resumé fra “Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nord-området”	4
1.1	Grundvandsressourcen	4
1.2	Gennemførte undersøgelser	4
1.3	Resultater af undersøgelserne	5
1.4	Vandkvalitet, nitrat- og pesticidforhold	6
1.5	Grundvandsdannende oplande	8
1.6	Vandbalance og vandføringsreduktion	8
1.7	Påvirkning af grundvandspotentialet	11
1.8	Grundvandets naturlige beskyttelse og sårbarhed	11
1.9	Områder hvor grundvandet er sårbart	13
Kapitel 2.	Anbefalinger vedrørende den fremtidige overvågning og beskyttelse af grundvandsressourcen	17
2.1	Overordnet strategi for overvågning af grundvandsstanden	17
2.2	Overordnet strategi for overvågning af grundvandskvaliteten	18
2.3	Konkrete anbefalinger, der vedrører de enkelte vandværker i indsatsområdet	21
Bilag	Tabel over ændringer i grundvandsdannende oplande	28

1. Resumé fra "Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nord-området"

I dette første kapitel gives en kortfattet gennemgang af de resultater, som er kommet ud af detailkortlægningen i Århus Nord-området med fokus på dén del, som ligger inden for indsatsområde Truelsbjerg. For mere fyldestgørende information henvises til den tekniske dokumentation i "Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nord-området", samt i alle de baggrundsrapporter og øvrige referencer, der er henvist til i redegørelsen.

1.1 Grundvandsressourcen.

De naturgivne rammer for indvinding af rent grundvand er meget uensartede i indsatsområdet. Der findes områder, hvor forudsætningerne for at indvinde rent grundvand enten er dårlige på grund af de 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 over for forurening, for at sikre grundlaget for en fremtidig grundvandsindvinding af vand med god kvalitet.

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

I en del af området ligger der meget tykke lag, af fedt tertiært ler tæt på jordoverfladen. Fra dette ler er det ikke muligt at indvinde vand, ligesom det heller ikke i dette indsatsområde er muligt at finde udnyttelige grundvandsressourcer under den fede ler. Uafhængigt af den nuværende landskabsform findes der imidlertid

i store dele af området meget markante, begravede dalstrukturer, som i løbet af istiderne er blevet skåret ned i den fede ler. De begravede dale er efterfølgende fyldt op af forskellige aflejringer, som er afsat af istidens gletschere og smeltevand fra disse gletschere.

Indsatsområdet er domineret af flere dalforløb. Fra områdets nordvestlige flanke løber Haar-Trige-Elsted-dalen ind gennem området. Fra syd løber Ristrup-Grundfør-Ødum-dalen med nordlig retning midt op gennem indsatsområdet, og endelig dominerer det såkaldte Truelsbjerg-Trug den østlige del af indsatsområdet. De begravede dalstrukturer fremgår af kortet i figur 1.1.

Mange steder i de begravede dale findes betydelige lag af smeltevands-sand og -grus, som er vandførende og derfor udgør et godt grundlag for en indvinding af grundvand til drikkevandsformål. Områdets største og bedste grundvandsmagasiner ligger med andre ord i disse begravede dalstrukturer. Andre steder i de begravede dale findes dog 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 af-dække de geologiske forhold helt præcist, især på lidt større dybder.

1.2 Gennemførte undersøgelser

I indsatsområdet er der gennemført en række forskellige undersøgelser og beregninger for at gøre det muligt at vurdere grundvandsmagasinernes

udstrækning, størrelse, opbygning og naturlige beskyttelse. Desuden er der beregnet grundvandsdannende oplande til de nuværende vandværker.

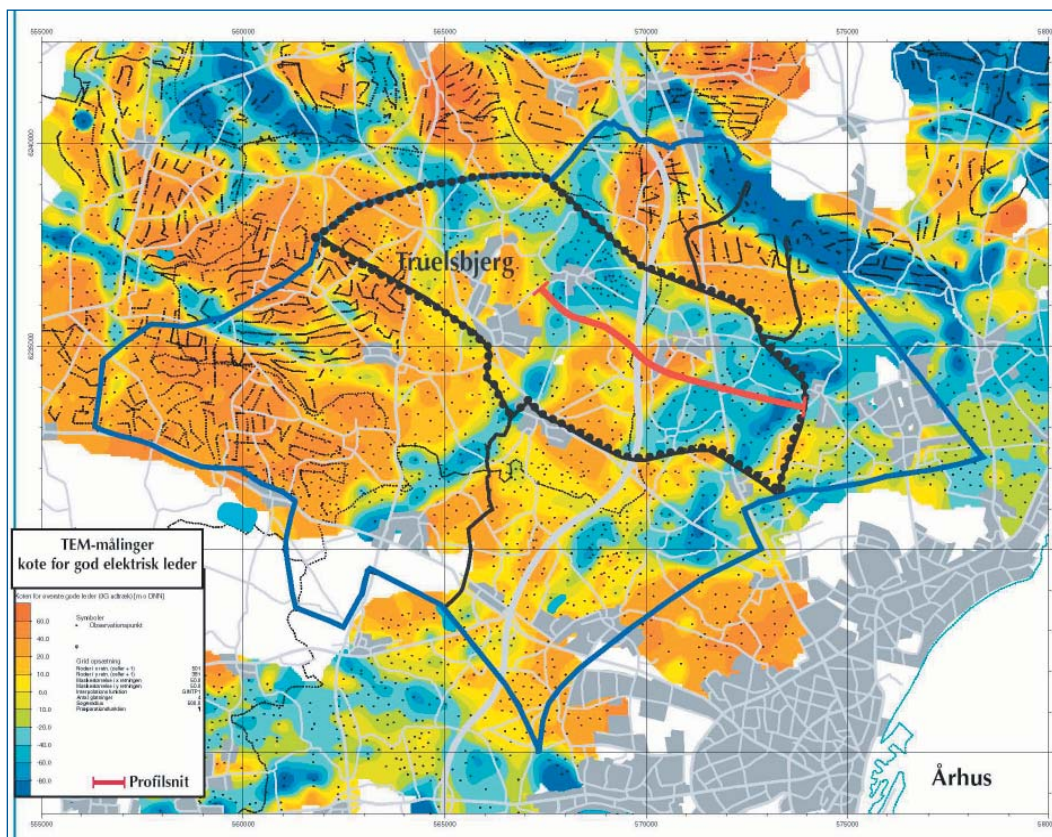
Forskellige geofysiske målemetoder er anvendt med henblik på dels at få et overblik over de overordnede geologiske strukturer i området og dels for at få kortlagt udbredelsen af lerlag ned til en dybde af ca. 30 m under terræn.

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

Den ene af de benyttede metoder, kaldet TEM-metoden, 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. På dén måde får man kortlagt, hvor der er de bedste muligheder for at finde de grundvandsmagasiner, som fremtidens vandindvinding skal bygge på.

Den anden geofysiske målemetode, der er blevet anvendt i området, er den slæbegeoelektriske målemetode. Dén fokuserer på de allerøverste jordlag, ned til en maksimal dybde på omkring 30 m 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, som grundvandsmagasinerne har.

Ud over de geofysiske målinger er der udført en række borer i området, og de har udover at støtte de geofysiske målinger haft til formål at tilvejebringe en række helt konkrete oplysninger. Det drejer sig bl.a. om bestemmelse af jordlagenes beskaf-



Figur 1.1 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 indsatsområdet markeret tillige med lokaliseringen af et karakteristisk profilsnit (se figur 1.2.) gennem området.

fenhed med hensyn til egenskaber af betydning for nitratdannelse og arsenindholdet, pejling af grundvandsstanden, udtagning af vandanalyser til bestemmelse af grundvands 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 pejlbare boringer i hele området med henblik på at tilvejebringe et så pålideligt grundlag som muligt for at vurdere grundvands overordnede strømningssretning.

Ligeledes er der foretaget en gennemgang af samtlige registrerede oplysninger fra boringer, 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 hydrologisk model. Den opstillede model er anvendt til beregning af bl.a. grundvands strømningsveje, grundvandsdannende oplande for de nuværende vandværkers kildepladser samt størrelsen af grundvandsdannelsen i området.

1.3 Resultater af undersøgelserne

Undersøgelserne og beregningerne har givet en stærkt forøget viden om området. I det følgende nævnes de vigtigste resultater.

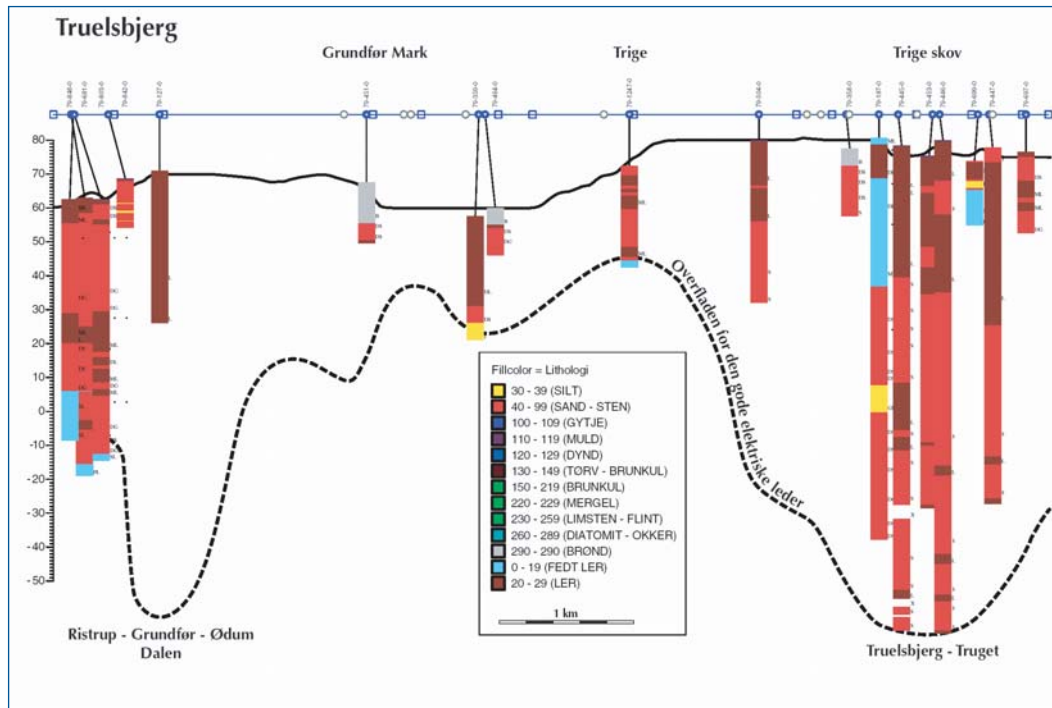
På figur 1.1 er vist beliggenheden af de begravede dale i hele det store område Århus Nord, som er undersøgt sammenhængende. Det begravede dalsystem, der har en meget stor udbredelse, hænger sammen over store afstande på tværs af grænserne mellem de enkelte indsatsområder. Indsatsområde Truelsbjerg er fremhævet på kortet, så det er muligt at se, hvilke dele af det komplekse, be-

gravede dalsystem, der strækker sig ind under dette område.

Profilsnittet i figur 1.2 giver et typisk billede af de overordnede geologiske strukturer i området. Fra vest starter profilsnittet ved Hinnerup Vandværks kildeplads, som er beliggende over en hylde i den tertiære leroverflade, hvor der er plads til betydelige magasinmængder, selvom der ikke er nogen begravede dal på stedet. Herfra løber profilet mod øst og passerer syd om Grundfør og hen tværs over den nord-syd-gående begravede Ristrup-Grundfør-Ødum-dal.

Herefter passerer profilsnittet hen over et højtliggende, tertiært lerplateau, lige syd om Trige og videre hen over det dybtliggende, tertiære område benævnt Truelsbjerg-truget, hvor Århus Kommune Værkers Truelsbjerg-kildeplads er beliggende.

I profilsnittets vestlige ende ved Hinnerup er der op til 60 - 70 m magasin, mens der i de egentlige dalstrukturer er en 125 - 150 m tyk, kvartær



Figur 1.2 Viser et enkelt karakteristisk tværsnitsprofil fra indsatsområdet, og det illustrerer bl.a. de stedvis meget stejle dalsider i området begravede dale. Endvidere ses også, at det højtliggende, tertiære lerplateau, centralt på figuren, har en ujævn overflade. I plateauet kan der således være sidedale, som mere eller mindre forbinder de dybe dale.

lagserie med varierende mægtigheder af de vandførende sandlag.

Ved Truelsbjerg-kildepladsen, hvor der indvindes grundvand fra temmelig stor dybde, ses meget store lerlagstykker oven over grundvandsmagasinerne, men det bemærkes også, at der fra områder vest for kildepladsen kan infiltrere vand gennem forholdsvis tynde lerlag, hvorefter vandet på grund af grundvandsafsænkningen vil løbe over mod Truelsbjergværkets indvindingsboringerne. Det er derfor mere væsentligt, hvordan sårbarheden er på de vestlige naboarealer end, hvordan den er lige på selve kildepladsen.

1.4 Vandkvalitet, nitrat- og pesticidforhold

De største grundvandsressourcer i indsatsområdet Truelsbjerg forekommer i de tertiære, begravede dale. Den geologiske opbygning af dalsystemerne er kompliceret, og forbindelsen mellem dem kan diskuteres.

De tertiære dale omkranses af højereliggende, tertiære lerplateauer, hvorfra der foregår en væsentlig

grundvandsdannelse og tilledning af vand via render til de dybe grundvandsmagasiner i dalene. Der er også observeret en tertiær "terrace", hvor der indvindes vand til Hinnerup Vandværk.

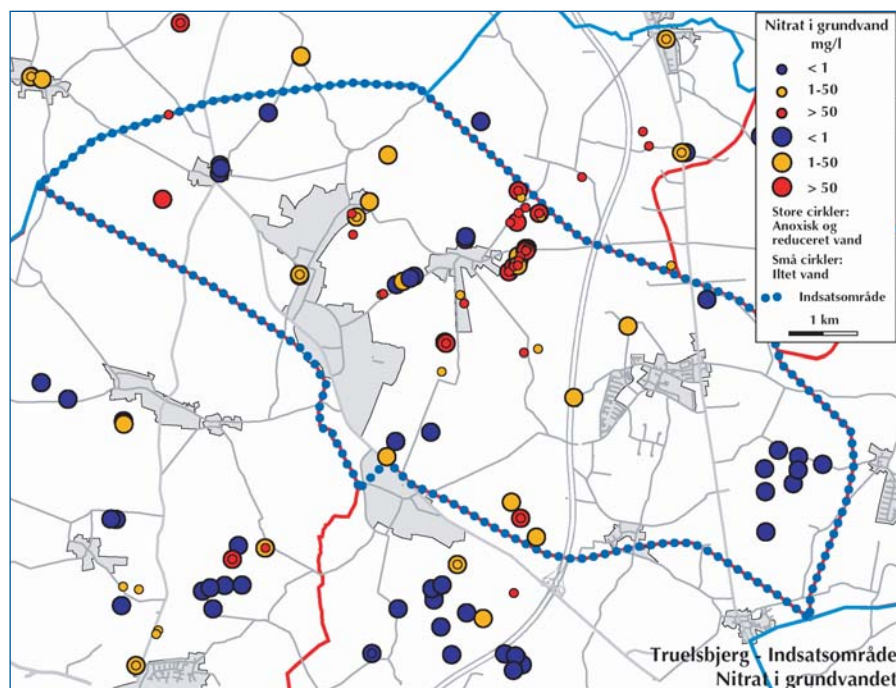
Kvaliteten af grundvandet er overvejende god. En del steder udgør nitrat dog et betydeligt problem. Nitratbelastningen i området kan illustreres på to forskellige måder: dels ud fra grundvandsindhold af nitrat i vandprøver og dels ud fra farvebestemmelser af jordprøver, der afspejler oxidationsdybden.

Figur 1.3 viser nitratindholdet i samtlige analyserede boringer i Truelsbjerg-indsatsområdet, bortset fra boringer på forurenede grunde/lossepladser. På figuren er nitratindholdet opdelt efter iltet grundvand (28 boringer) og anoxisk/reduceret grundvand (53 boringer). Resultaterne fra den seneste analyse er vist på kortet. I iltet grundvand er nitratkoncentrationen den samme som udvaskningen fra marker mv. I anoxisk/reduceret grundvand er nitraten enten delvis reduceret eller helt fraværende, fordi jordlagene har omsat den udvaskede

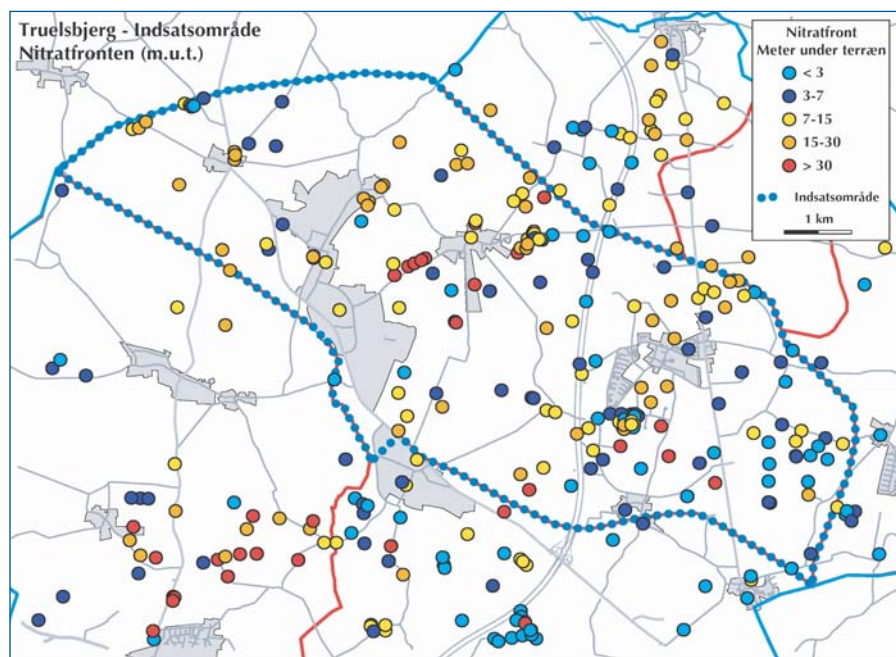
nitrat. Grundvand med nitrat, men uden ilt kaldes anoxisk, mens grundvand uden ilt og nitrat kaldes reduceret grundvand.

I iltet grundvand optræder nitrat i koncentrationer på helt op til godt 300 mg/l med en medi-anværdi på omkring 75 mg/l. I anoxisk/reduceret grundvand er det højest fundne nitratindhold på ca. 150 mg/l, mens medi-anværdien kun er omtrent 30 mg/l.

Det er karakteristisk for området, at nitrat i nogle boringer findes i relativ stor dybde, men omvendt ikke er til stede i øvre reducerede lag tættere på jordoverfladen. Dette skyldes, at nedsivningen af nitrat ikke altid sker lodret. I stedet bevæger nitratholdigt vand sig ofte i et kompliceret strømningsmønster hen mod en boring på baggrund af både en naturlig og en indvindingsmæssig, forceret vandstrømning. Dette er netop tilfældet i området ved Truelsbjergværket. Der er generelt observeret grundvandssænkninger på 13-18 m, og grundvandsskellet er som følge heraf rykket langt mod vest. Flere af indvindingsboringerne ved Truelsbjergværket har et stigende sulfatindhold,



Figur 1.3 Nitrat i grundvandet i Indsatsområde Truelsbjerg. Resultater fra seneste vandanalyse er vist på kortet. Dato for filudtræk: marts 2003.



Figur 1.4 Nitratfronten i Indsatsområde Truelsbjerg, baseret på boringsoplysninger.

hvilket dels skyldes at der trækkes yngre vand til boringen på grund af den kraftige indvinding, dels at der sker sulfatdannelse ved pyritoxidation i de øvre blottede jordlag.

Jordlagenes evne til at fjerne nitrat afhænger af indholdet af reducerende stoffer som pyrit, jern og organisk

stof. I gennemlavede lag, som findes tæt ved jordoverfladen, findes der ikke længere reducerende stoffer, der kan fjerne nitrat. Grænsen mellem øvre, nitratrige 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 1.4 viser på grundlag af boringsoplysninger, dybden til nitratfronten i alle brugbare borer i indsatsområdet, hvor jordlagenes farvebeskrivelser tilkendegiver dette. Nitratfrontens beliggenhed varierer fra en halv meter under terræn til op til 90 m under terræn.

Den største nedtrængningsdybde (omkring 90 meters dybde) for nitrat er fundet i Truelsbjergtruget, som i stor grad leverer vand til Truelsbjergværket. Her er der samtidig en stor umættet zone. I området mellem Hinnerup og Grundfør i de dybe dal-komplekser (Haar-Trige-Elsted-dalen og Ristrup-Grundfør-Ødum-dalen) er nitrat også trængt langt ned, og nitratfrontens dybeste beliggenhed er på omkring 60 m under terræn.

I området er jordlagenes nitratreduktionskapacitet blevet undersøgt nærmere i en boring, som er placeret i en erosionrende på et højtliggende, tertiært lerplateau. Her sker der en væsentlig grundvandsdannelse og tilledning af vand til de dybereliggende grundvandsmagasiner. I forhold til sedimentanalyseresultaterne fra den resterende del af Århus Nord-området, er nitratreduktionskapaciteten mindst i de vandførende, kvartære smeltevandssandlag i dette område. Nitratreduktionen foregår med jordlagenes naturlige indhold af organisk stof, men også reduceret jern og pyrit indgår i processen.

I indsatsområdet er der risiko for et højt indhold af arsen i grundvandet. Kilden til arsen i grundvandet skal søges i et naturligt højt indhold af arsen i sedimenterne i undergrunden, hvor arsen enten er indbygget i sulfidminerale eller adsorberet på forskellige jern- og manganoxhydroxider. I 7 ud af 19 (omkring 37 %) undersøgte borer i indsatsområdet er der fundet et arsenindhold i grundvandet højere end grænseværdien for

drikkevand. På det højtliggende, tertiære lerplateau, hvor der sker grundvandsdannelse, og hvor jordlagenes nitratreduktionskapacitet er undersøgt, er også jordlagenes arsenindhold blevet analyseret. Sedimentanalyserne viser et relativt højt indhold af arsen i den undersøgte boring med et arsenindhold på helt op til 36 mg/kg i kvartært smeltevandssand.

Generelt er der ikke påvist pesticider i områdets undersøgte boringer. Dog blev der i en enkelt boring fundet såvel høje koncentrationer over grænseværdien af BAM (1,9 µg/l) og bentazon (0,87 µg/l), samt desethylatrazin og desisopropylatrazin under grænseværdien. Det drejer sig om den før omtalte undersøgelsesboring placeret i erosionrenden på det højtliggende, tertiære lerplateau.

1.5 Grundvandsdannende oplande

Undersøgelsesresultaterne er sammen med øvrige oplysninger om det hydrologiske kredsløb integreret i en hydrologisk model for at beregne grundvandets strømningsveje, herunder de områder hvor grundvandet dannes til de enkelte vandværker ved forskellige indvindingsstrategier og størrelser af nettonedbør og dermed grundvandsdannelser.

Scenarierne kørt med grundvandsmodellen er kort beskrevet i figur 1.5.

I scenarier, hvor der indvindes fra Ristrup Kildeplads, er der indvundet vand fra de eksisterende Ristrup boringer umiddelbart nord for Lilleåen.

Der er beregnet oplande til kildepladser inden for indsatsområdet med indvindingstilladelser større end 25.000 m³/år. Herudover er der beregnet oplande for Haldum Vandværk, Kvotrup Vandværk og Mundelstrup Stationsbys Vandværk. Endvidere er der beregnet oplande til marksvandingsboringer, gartnerier og øvrige erhverv. Det skal nævnes,

Scenarium	Klima	Indvindingsstruktur og -mængde
1	Aktuel	Aktuel
2	Aktuel	Tilladelser
3	Aktuel	Aktuel + opstart af Ristrup kildeplads med 1 mio. m ³ /år
4	Lille nettonedbør	Aktuel
5	Lille nettonedbør	Tilladelser
6	Lille nettonedbør	Tilladelser + opstart af Ristrup kildeplads med 1,5 mio. m ³ /år
7	Aktuel	Tilladelser + opstart af Ristrup kildeplads med 1,5 mio. m ³ /år

Figur 1.5 Scenarieregninger, kombinationer af klima og indvindingsstruktur og -mængde. Aktuel indvinding svarer til den indberettede indvinding i 2001.

at jo mindre vand, der indvindes fra indvindingsanlæggene, jo mindre vil oplandene være og jo mindre præcist vil oplandene beregnet med den hydrologiske model være bestemt.

På figur 1.6 er de grundvandsdannende oplande for de beregnede scenarier baseret på forskellige forudsætninger vist. Der er dels et basis scenarium (scenarium 7) svarende til indvinding af den tilladte vandmængde, når der samtidig indvindes 1,5 mio. m³/år på Ristrup Kildeplads ved aktuelt klima (vist med rødt) – dels flere scenarier med variationer i indvindingsstruktur og -mængde samt reduceret nettonedbør (summen af oplandene fra scenarierne 1 til 7 er vist med blå), jf. figur 1.5. Scenarier med reduceret nettonedbør resulterer i reduceret grundvandsdannelse og er udført i overensstemmelse med Miljøstyrelsens anbefalinger om klimakorrektion ved vandressourceopgørelser.

På figur 1.7 er de grundvandsdannende oplande svarende til basis scenariet (scenarium 7) vist med forskellige farver for de enkelte vandværker.

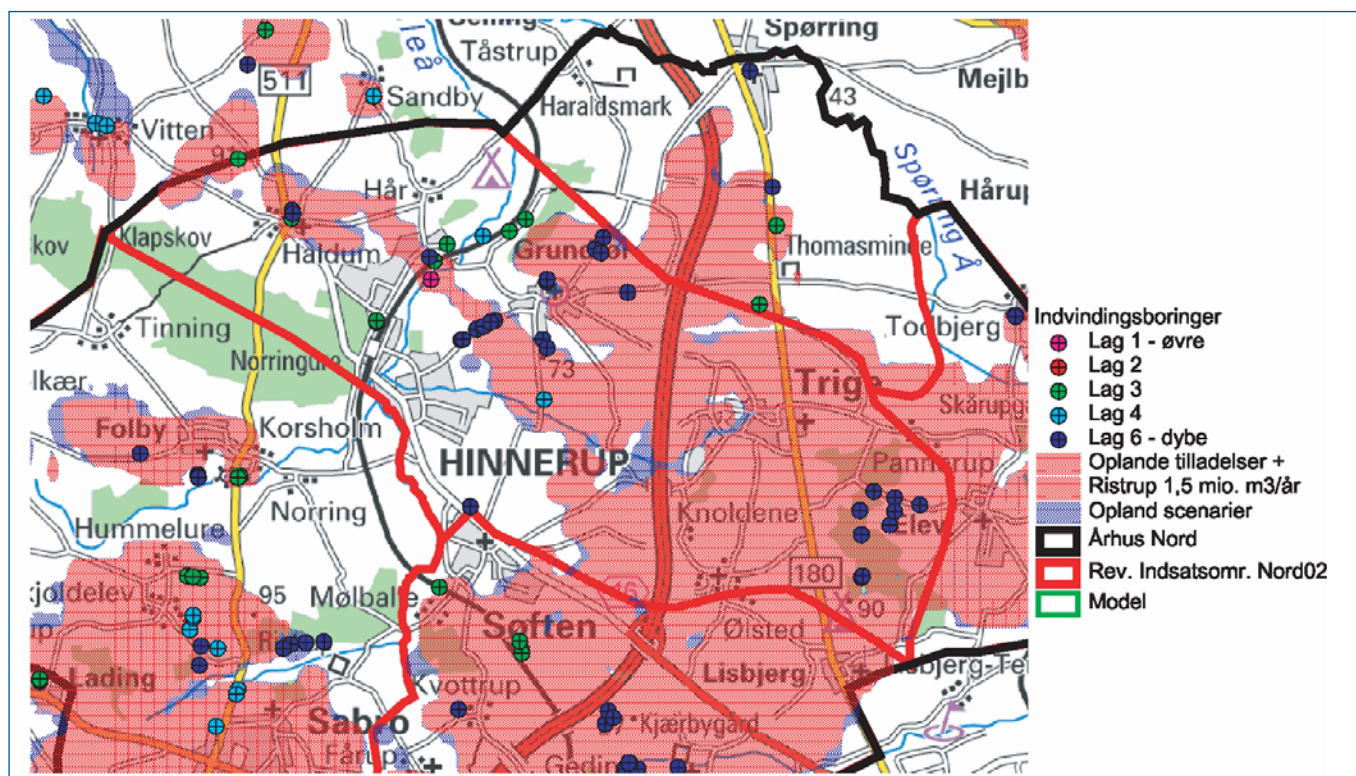
De største indvindinger i området foregår fra dybereliggende magasiner i begravede dalstrukturer, hvis fysiske udstrækning er med til styre oplandenes udstrækning.

Der er inden for Truelsbjerg-indsatsområde stort set ingen forskel på de grundvandsdannende oplande bestemt ved basisscenariet og oplandene bestemt ved de øvrige scenarier. Dette skyldes, at scenarierne tilsyneladende ikke påvirker beliggenheden af grundvandsskel, men blot potentialeniveauerne.

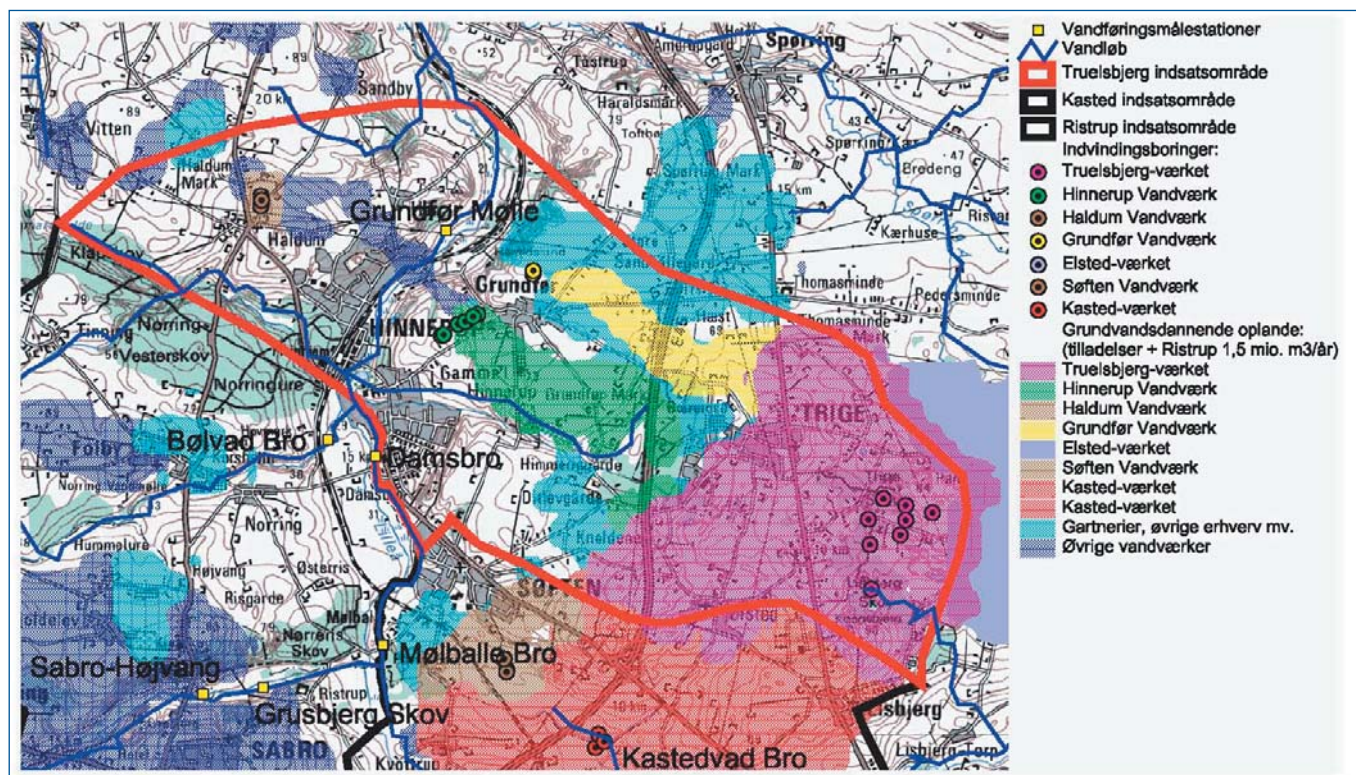
1.6 Vandbalance og vandføringsreduktion

Tabellen i figur 1.8 viser vandbalancerne for de enkelte scenarier for indsatsområde Truelsbjerg. Der er tale om middeltal for en 20 års periode, svarende til simuleringsperioden for den hydrologiske model.

Vandbalancerne for scenarierne 1, 2, 3 og 7 er ret ens og afspejler, at der indvindes mere grundvand fra det dybereliggende magasin, end der dannes indenfor indsatsområdet med den aktuelle nettonedbør, idet grundvandsdannelsen til det dybereliggende magasin (lag 6) er mindre end oppumpningen fra det dybereliggende magasin. Underskuddet dækkes ved, at der foregår en grundvandsstrømning over randen ind i indsatsområdet i det dybereliggende magasin fra et eller flere af de indsatsområder, der omkranser indsatsområde Truelsbjerg. Samtidig med overudnyttelsen i det dybereliggende magasin er magasineringen svagt negativ i de mere overfladenære lag



Figur 1.6 Grundvandsdannende oplande beregnet med den hydrologiske model i relation til indsatsområde Truelsbjerg. Oplande tilladelser + Ristrup 1,5 mio. m³/år svarer til scenarium 7. Opland scenarier svarer til summen af scenarierne 1 til 7. Lag 1 til 6 svarer til de 6 beregningslag, der er benyttet i den hydrologiske model.



Figur 1.7 Grundvandsdannende oplande svarende til basis scenariet (scenarium 7) beregnet med den hydrologiske model. Oplande i relation til indsatsområde Truelsbjerg er vist.

Truelsbjerg			Nettonedbør	Rand	Vandløb	Magasinering	Oppumpning			Grundvandsdannelsen		
Scenarium	Indvinding	Klima					Lag 3	Lag 4	Lag 6	Lag 3	Lag 4	Lag 6
1	Aktuel	Aktuel	257	27	215	-1	0	0	69	8	-10	60
2	Tilladelser	Aktuel	257	23	212	0	2	1	66	10	-9	61
3	Ristrup 1 mio. m ³	Aktuel	257	26	215	-1	0	0	69	8	-10	60
4	Aktuel	70%	182	28	169	-27	0	0	69	-4	-14	57
5	Tilladelser	70%	183	25	166	-27	2	1	66	-3	-13	58
6	Ristrup 1.5 mio. m ³	70%	183	24	167	-27	2	1	66	-3	-13	58
7	Ristrup 1.5 mio. m ³	Aktuel	257	23	211	0	2	1	66	10	-9	61

*) tal i mm/år **) for grundvandsdannelse, rand og magasinering gælder, at positive tal er tilførelse af vand og negative tal er fjernelse af vand.

Figur 1.8 Tabel over vandbalancer beregnet med den hydrologiske model for indsatsområde Truelsbjerg.

Såfremt fremtidige klimaændringer betinger en væsentlig reduceret grundvandsdannelse i en årrække, bliver magasineringen negativ, som det fremgår af scenarierne 4, 5 og 6. Såfremt disse scenarier bliver en realitet, bør man overveje at nedsætte

indvindingens størrelse eller at øge indsatsområdet størrelse.

Vandbalancerne tydeliggør også, at eventuel fremtidig reduceret nettonedbør selvfølgelig medfører en tilsvarende reduktion i vandføringen i vandløbene indenfor og grænsende

op til indsatsområdet, dvs. primært i Lilleå-systemet. Herudover har øget indvinding fra de mere overfladenære lag (svarende til indvindingstilladelserne) i forhold til den aktuelle indvinding den effekt, at vandføringen i vandløbene, primært Lilleåen, reduceres. Med det aktuelle klima er reduktionen dog begrænset til 3 mm/år i middel over en 20 års periode (se figur 1.8).

Vandbalancen for indsatsområde Truelsbjerg ser ikke ud til at påvirkes af indvindingen ved Ristrup Kildeplads.

For at synliggøre vandføringsreduktionerne som følge af reduceret nettonedbør og øget indvinding yderligere, er den akkumulerede vandføring trukket ud ved udvalgte vandføringsstationer. Med den akkumulerede vandføring for en vandføringsstation menes den samlede vandmængde, der har passeret vandføringsstationen i løbet af simuleringsperioden. I forhold til Truelsbjerg er vandføringsstationerne Damsbro og Grundfør Mølle relevante. Indvindingen ved Ristrup giver anledning til en betydelig vandføringsreduktion opstrøms i Lilleå-systemet, der også slår igennem ved Damsbro og Grundfør Mølle.

Sammenlignes scenarium 1 med scenarium 2 er vandføringen ved både Damsbro og Grundfør Mølle over en 20 års periode reduceret med 1 % (se figur 1.9). Sammenlignes scenarium 1 med scenarium 7 er vandføringen ved Damsbro reduceret med 15 %, mens vandføringen længere nedstrøms ved Grundfør Mølle er reduceret med 7 % over en 20 års periode. Sammenlignes scenarium 1 med scenarium 4 er vandføringen ved både Damsbro og Grundfør Mølle reduceret med 22 % over en 20 års periode.

Sammenligning af scenarierne 1 og 2		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 2	Tilladelser	Aktuel
Vandføringsmålestation	Reduktion i akkumuleret vandføring, %	
Damsbro		1
Grundfør Mølle		1
Sammenligning af scenarierne 1 og 4		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 4	Aktuel	70%
Vandføringsmålestation	Reduktion i akkumuleret vandføring, %	
Damsbro		22
Grundfør Mølle		22
Sammenligning af scenarierne 1 og 7		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 7	Ristrup 1,5 mio. m ³ /år	Aktuel
Vandføringsmålestation	Reduktion i akkumuleret vandføring, %	
Damsbro		15
Grundfør Mølle		7

Figur 1.9 Tabel over beregnet reduktion i akkumuleret vandføring ved sammenligning af udvalgte scenarier.

1.7 Påvirkning af grundvandspotentialet

Ved øget indvinding sænkes grundvandspotentialet. Sammenlignes scenarium 1 med scenarium 2 ses dog kun beskedne sænkninger i størrelsesorden 0,2-0,3 m efter 20 års forløb indenfor et område begrænset mod syd af Hinnerup og Trige og mod vest af Lilleåen. Sænkningen ved Truelsbjergværket er begrænset til godt 3 m i det dybereliggende magasin ved de sydligste indvindingsboringer (se figur 1.10). Sammenlignes scenarium 1 med scenarium 7 ses ligeledes beskedne sænkninger i størrelsesorden 0,1-0,3 m efter 20 års forløb indenfor området beliggende nord for Søften og Trige samt øst for Lilleåen. Sænkningen ved Truelsbjergværket er ca. 3 m i det dybereliggende magasin ved de sydligste indvindingsboringer.

Effekten af nedsat nettonedbør er en regional grundvandssænkning indenfor hele indsatsområdet på godt 1-2 m efter 20 års forløb. De største sænkninger andrager 3-4 m på den nordvestlige rand af indsatsområdet, nord for Haldum.

1.8 Grundvandets naturlige beskyttelse og sårbarhed

Magasinsårbarhed og Vandværksårbarhed

Den geologiske kortlægning resulterer bl.a. i en udpegnings af områder med sårbart grundvand. Sårbarheden klassificeres efter Miljøstyrelsens Zoneringsvejledning. Denne udpegnings foretages uden hensyn til den eksisterende vandforsyningsstruktur, idet sårbarheden er et udtryk for magasinernes iboende geologiske egenskaber. Denne sårbarhed kaldes *Magasinsårbarheden*. De sårbare områder a-z på figur 1.11 viser således, hvor der er magasinsårbarhed.

Under udarbejdelsen af indsatsplanerne fastlægges de enkelte vandvær-

Sammenligning af scenarierne 1 og 2		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 2	Tilladelser	Aktuel
Sænkningsudbredelse	Sted	Maksimal sænkning m
Nord for Hinnerup-Trige og øst for Lilleåen		0,2-0,3
Truelsbjergværket	Sydligste boringer	3
Sammenligning af scenarierne 1 og 6		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 4	Aktuel	70%
Sænkningsudbredelse	Sted	Maksimal sænkning m
Modelområdet	Indsatsområde Truelsbjerg	1-2
Indsatsområde Truelsbjerg nordvest	Nord for Hadsten	3-4
Sammenligning af scenarierne 1 og 7		
	Indvinding	Klima
Scenarium 1	Aktuel	Aktuel
Scenarium 7	Ristrup 1,5 mio. m ³ /år	Aktuel
Sænkningsudbredelse	Sted	Maksimal sænkning m
Nord for Hinnerup-Trige og øst for Lilleåen		0,1-0,3
Truelsbjergværket	Sydligste boringer	3

Figur 1.10 Tabel over beregnet sænkning i grundvandspotentialet.

Magasinsårbarhed:

Den geologiske kortlægning resulterer i udpegnings af områder med sårbart grundvand. De sårbare områder a-z på figur 1.11 viser, hvor der er Magasinsårbarhed. Magasinet kan specielt være sårbart i forskellig grad over for nitrat.

Vandværksårbarhed:

I indsatsplanerne er der brug for en beskrivelse af de enkelte vandværkers aktuelle sårbarhed, hvor vandværkets sårbarhed vurderes i forhold til den aktuelle boringsudbygning og den aktuelle indvindingsstilladelse. Et vandværks sårbarhed kan under visse omstændigheder være lille, selvom der indvindes fra et sårbart magasin indvindes fra et sårbart magasin.

kers *aktuelle* sårbarhed, den såkaldte *Vandværksårbarhed*. Nogle vand-

værker indvinder nitratfrit vand fra magasiner, hvor de øverste mange meter af grundvandsmagasinet har stor sårbarhed over for nitrat, og der kan fx være truffet nitrat i koncentrationer langt 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 vandværksårbarhed, mens magasinet har en stor magasinsårbarhed

Det er således udelukkende vandværksårbarheden, der får umiddelbare, administrative konsekvenser for det enkelte vandværk. Dette 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.

Århus Amt har foretaget en omfattende vurdering af grundvandsmagasineres naturlige beskyttelse og sårbarhed i indsatsområdet ved Truelsbjerg (figur 1.11). På den baggrund er der udpeget arealer (zoner), hvor grundvandet er særligt sårbart over for nitrat og 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), jordlagenes evne til at rense vandet for uønskede stoffer (de geokemiske forhold) og de nuværende og formodede, fremtidige indvindingsforhold. 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 udpegnings af en række konkrete, sårbare områder betyder dog ikke at de områder inden for OSD-områderne, 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.

Sårbarhedsvurderingen af magasinerne tager udgangspunkt i sårbarheden over for nitrat, således som det fremgår af zoneringsvejledningen. Områderne klassificeres som om-

råder 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 strømningforhold, observerede lerlagstykkelser i boringer samt oxidationsdybder vurderet ud fra borejournaler

Klassificering af magasinsårbarheden

Klassificering af grundvandets sårbarhed – magasinsårbarhed

Nitratsårbarhed:

- Stor
- Nogen
- Lille
- Anden Sårbarhed

Stor nitratsårbarhed er brugt som betegnelse for de områder, hvor der samlet set er under 15 m ler i de øverste 30 meter. I disse områder er der ligeledes påvist nitrat i grundvandet, uanset om der også forekommer dybe magasiner, der i øvrigt kan betragtes som velbeskyttede under de sårbare grundvandsførende lag. Forekomst af anoxisk vand er her specielt et tegn

på, at nitrat er ved at trænge ind i de reducerede lag, og at nitratfronten bevæger sig ind i magasinet. I områder, hvor der ikke eksisterer tilstrækkeligt med oplysninger i form af vandanalyser, bygger vurderingen primært på geofysiske lerlagstykkelser samt lerlagstykkelser og oxidationsdybder fra boringer. Det samme gælder områder, hvor der, ud fra analogibetræktninger mht den geologiske opbygning af områderne, kan forventes en stor indtrængningsdybde for nitrat.

Nogen nitratsårbarhed er brugt som betegnelse for områder, hvor der samlet set er under 15 m ler i de øverste 30 m, men iøvrigt 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, eller at der er en opadrettet trykgradient under de nuværende indvindingsforhold.

Lille nitratsårbarhed 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, opadrettet trykgradient, tørv og gytje i de allerøverste jordlag. Områder med en lille nitratsårbarhed er ikke markeret specielt på kortet, idet det drejer sig om alle områder, der ikke falder ind under betegnelsen stor sårbarhed eller nogen sårbarhed.

Anden sårbarhed 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 tørv 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.

1.9 Områder hvor grundvandet er sårbart

I dette afsnit følger en beskrivelse af hvert af de udpegede, sårbare områder inden for kortlægningsområde Truelsbjerg (se figur 1.11). For hvert af de sårbare områder vises en principskitse, og alle principskitserne for indsatsområdet er samlet i figur 1.12. Disse principskitser har til formål at illustrere nogle overordnede forhold i hvert sårbart område særskilt, bl.a. omkring nitratfrontens og grundvandsstandens beliggenhed.

Områderne er tildelt bogstavsbetegnelser, som er fortløbende inden for hele Århus Nord-kortlægningsområdet. I indsatsområde Truelsbjerg finder man sårbare områder eller dele heraf med betegnelser fra P til S, samt D og Z. Tilgrænsende indsatsområder fremgår også af figur 1.11.

Område P er underopdelt i 4 delområder, Pvest, Pøst, Pnord, og Psyd. Denne opdeling skyldes, at der er tale om et meget stort, sårbart område, centralt inden for Århus

Nord-området. Området kan sårbarhedsmæssigt opfattes som sammenhængende på baggrund af geofysiske målinger og boringsoplysninger. Det vil være for kompliceret at beskrive området under ét, idet landskabstyperne, grundvandsmagasinernes beliggenhed i de dybe dalsystemer og de strømningsmæssige forhold især i relation til de store vandværker i området varierer meget.

Område Pvest ligger i området mellem Hinnerup og Søften samt syd for Rønbæk og nord for Trigevej. Området er et jævnt bølgende morænelandskab. Under den vestlige del af området løber den dybe, begravede Ristrup-Grundfør-Ødum-dalstruktur, mens den østlige del ligger over en noget højereliggende lokal fordybning i det tertiære lerplateau. Denne rende udgør muligvis en forbindelse mellem Ristrup-Grundfør-Ødum-dalen og Truelsbjergtruget.

Der er overvejende en ringe tykkelse af lerlag (<10 m) inden for de øverste 30 m under terræn. Dette forhold af-

spejler sig også i, at den observerede oxidationsdybde i mange af områdets boringer ligger i intervallet mellem 7 og 30 m.

Det vurderes at området har en stor nitratsårbarhed.

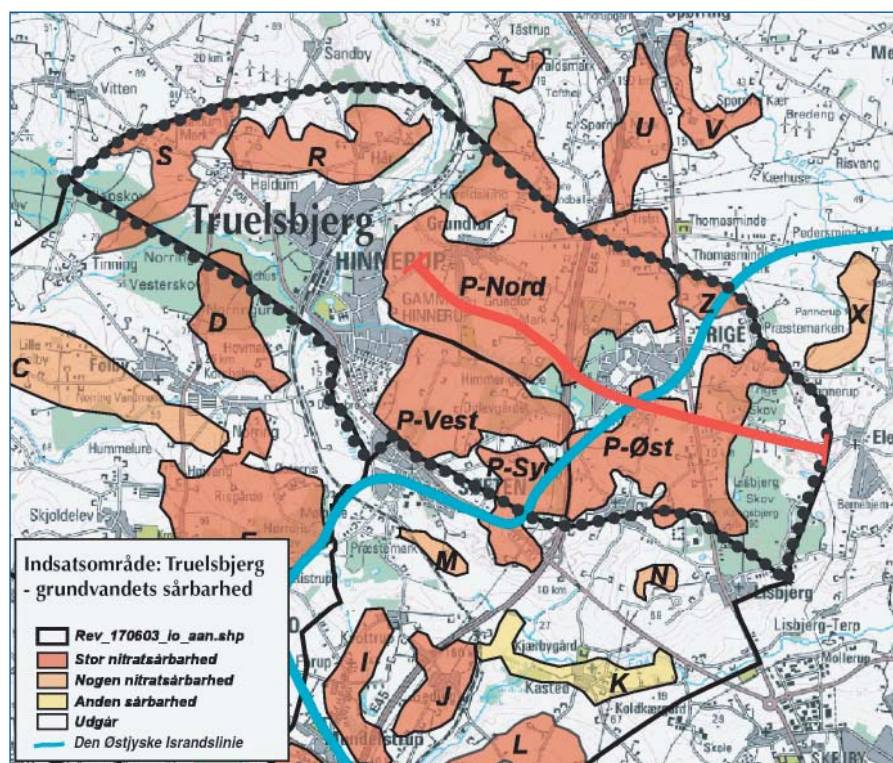
Område Pøst er et meget kuperet morænelandskab, som ligger umiddelbart øst for og langs med Den Østjyske Israndslinie. Området ligger mellem Trige og Ølsted samt øst for motorvejen og dækker den vestlige del af Truelsbjergværket samt den nordvestlige flanke af truget syd for Trige.

En nordlig spids af området ligger i indsatsområde Elsted og en sydlig spids i Kasted indsatsområdet.

Oxidationsdybden i bl.a. en undersøgelsesboring i den østlige del af området sammenholdt med lerlagstykker, bestemt ved hjælp af geofysiske målinger medfører, at området under ét må vurderes som et område med stor nitratsårbarhed.

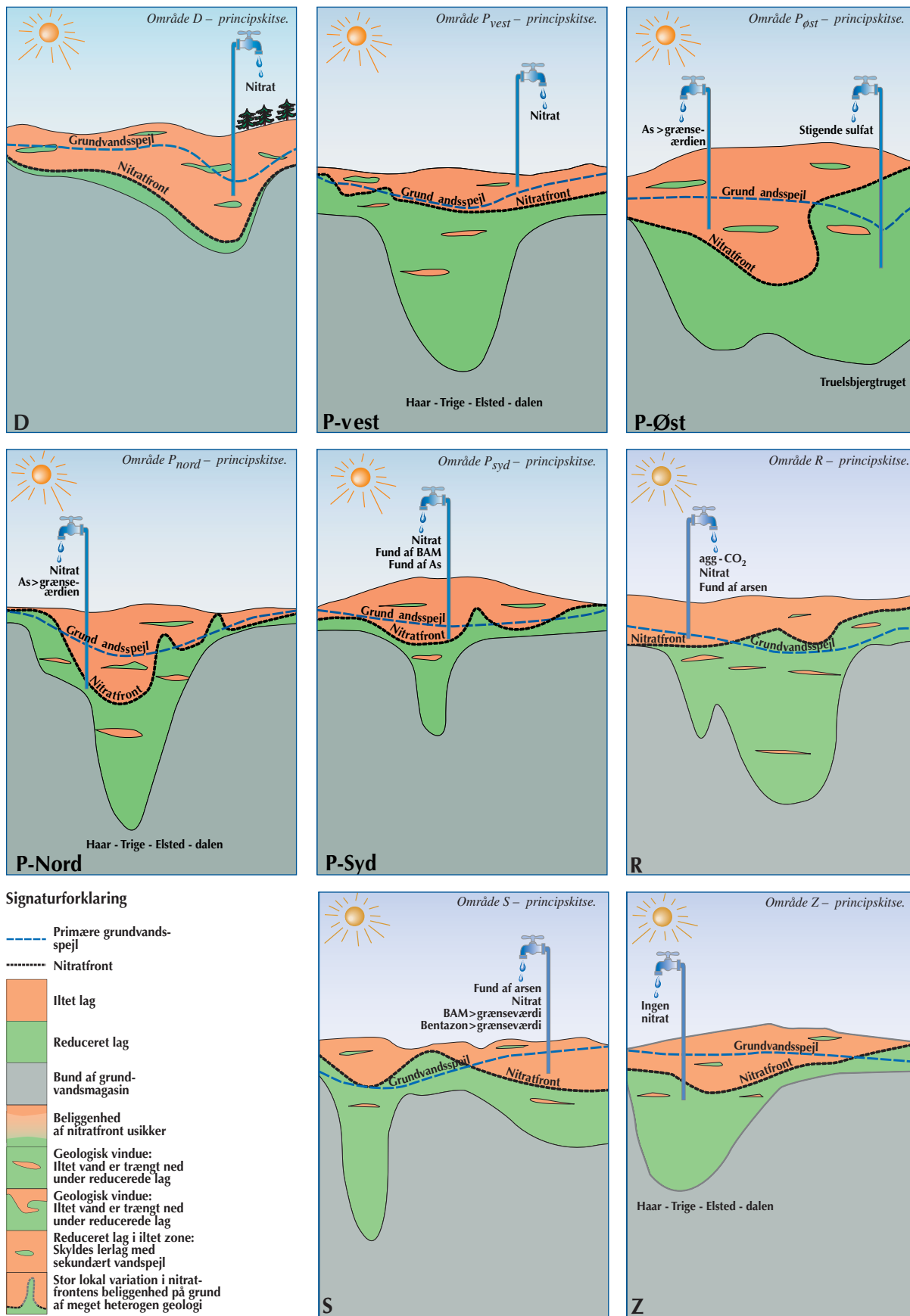
Område Pnord omfatter området øst for Hinnerup med Grundfør som centrum og helt over til nord for Trige. Beliggenheden er nordvest for, men nær Den Østjyske Israndslinie, altså umiddelbart uden for isens udbredelsesområde. I forhold til undergrunden dækker området hele det dybe dalkompleks - de markante dalstrukturer Haar-Trige-Elsted-dalen og Ristrup-Grundfør-Ødumdalen - som krydser hinanden under Grundfør samt de tilhørende flanker ind mod de tilstødende tertiære lerplateauer.

I P_{nord}-området er den samlede lertykkelse inden for de øverste 30 m under terræn gennemgående under 15 m.



Figur 1.11 Oversigt over sårbare områder i indsatsområde Truelsbjerg samt tilgrænsende indsatsområder. Den røde linie angiver et karakteristisk profilsnit for indsatsområde Truelsbjerg (se figur 1.2).

Indsatsområde Truelsbjerg



Figur 1.12 Principskitser for de sårbare områder i indsatsområde Truelsbjerg. Principskitserne har til formål at illustrere overordnede grundvandskemiske forhold, bl.a omkring grundvandsstanden og nitratfrontens beliggenhed.

I området er der foruden de geofysiske målinger en del boringsoplysninger til rådighed. Ud fra disse ses, at oxidationsdybden generel er relativ stor med dybder på op til omkring 60 m under terræn.

Område Pnord er delopland til Hinnerup Vandværk, Grundfør Vandværk og Truelsbjergværket.

Stedvis findes der høje nitratværdier i en relativ stor dybde. Muligheden for den store nedtrængningsdybde skyldes en særdeles heterogen geologi, hvorved oxideret vand har mulighed for at trænge ned under reducerede lerlag.

Den nordlige del af område Pnord ligger i indsatsområde Selling. I området er der observeret overskridelser af grænseværdien for arsen i grundvandet.

Det vurderes, at området har en stor nitratsårbarhed.

Område Psyd er et kuperet morænelandskab (randmoræne) med mange bakker og små aflukkede lavninger (dødishuller), som er udtryk for, at Den Østjyske Israndslinie går gennem området. Det er samtidig en indikation på en kompliceret geologi i området. Området er beliggende mellem Søften og Ølsted og har sin østlige afgrænsning ved Den Jyske Motorvej (E45).

Ikke mindst som følge af den ringe tykkelse af lerdæklagene i området med tilhørende, betydelige oxidationsdybder, er der konstateret nitrat med op til 90 mg/l i grundvandet i en række af områdets borer. Der er desuden nitrat i alle vandanalyser fra borerne i området.

Der er fundet BAM over grænseværdien i området.

Den sydlige del af området strækker sig ind i Kasted-indsatsområdet.

Område Psyd er delopland til Truelsbjergværket og Kastedværket.

Området vurderes at have en stor sårbarhed over for nitrat.

Område R er et langstrakt, VØ-orienteret område, som dækker noget af den vestlige del af Haar-Trige-Elsted-dalen med et NV-SØ forløb midt mellem Haldum og Sandby.

Det vurderes, at der generelt kun findes op til 15 m ler over grundvandsmagasinerne bortset fra i dalene, hvor der findes lerlag i større dybder.

Indtrængningsdybden for nitrat er observeret ned til omkring 20 m's dybde. En sårbarhed i dette område vil især komme til udtryk, hvis en indvinding etableres. Her vil der være risiko for en forceret nedsivning af muligt, nitratforurenede vand til større dybde.

Det vurderes, at område R og S på mange måder ligner hinanden, således at sårbarheden umiddelbart ligger på samme niveau. Området vurderes at have en stor sårbarhed over for nitrat.

Område S har sin udbredelse i Haldum Mark området - mellem Vitten og Sandby i nord og har en sydlig spids vest omkring Haldum i retning af Tinning og en tilsvarende østlig udløber i retning af Sandby. Området ligger i et højtliggende morænelandskab, som fremstår noget kuperet på grund af mange nedskårne erosionsrender og ligger udenfor det østjyske isfremstøds udbredelses-område.

Den største del af området er placeret hen over et højtliggende, tertiært lerplateau. Områdets nordligste del indeholder både overgangen fra det højtliggende tertiære ler til en mindre del af Haar-Trige-Elsted-dalen. Spidsen mod sydvest skyldes her tilstedeværelsen af en smal og meget langstrakt rende i lerplateauet, som

først udmunder helt nede i Frijsenborg-Foldby-dalen.

Boringsoplysninger inden for området viser, at området er sårbart. Nedtrængningsdybden for redoxfronten over den centrale del af lerplateauet er flere steder op til 30 m, hvilket viser, at der mange steder kun findes reduceret vand i et begrænset omfang. Der er målt op til omkring 100 mg/l nitrat i iltet, øvre grundvand.

Der er i en undersøgelsesboring fundet koncentrationer over grænseværdien af BAM og bentazon.

Den sydligste del af området (den sydlige spids) strækker sig ind i Ristrup-området, mens den største del af område S ligger nordvest for indsatsområde Truelsbjerg. Det er derfor kun en begrænset central del af område S, der ligger indenfor indsatsområde Truelsbjerg.

Området vurderes til at have en stor sårbarhed over for nitrat.

Område Z er beliggende nordøst for Trige i et typisk randmorænelandskab, idet området går lige gennem Den Østjyske Israndslinie. Umiddelbart nord for området skifter landskabet karakter og bliver næsten helt fladt, hvilket svarer til hedesletten foran isranden. Landbrug er den dominerende arealanvendelse her. Geofysiske undersøgelser viser, at der er <15 m beskyttende lerlag i de øverste 30

I området er der ud fra boreoplysninger fundet oxidationsdybder ned til ca. 30 m under terræn. Der er flere depotundersøgelser i området, hvor der i borer er fundet et nitratindhold på op til omkring 55 mg/l

Området er vurderet til at have en stor sårbarhed over for nitrat.

Afsluttende bemærkninger.

I dette kapitel er gengivet de væsentligste resultater fra den detailkortlægning, som er gennemført for indsatsområde Truelsbjerg, der er et delområde af det store område benævnt Århus Nord. En mere grundig gennemgang af resultaterne og kortlægningen kan findes i dokumentationsrapporten ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nord-området”, der består af fire delrapporter.

Anbefalinger til fremtidig overvågning af grundvandsressourcerne behandles i næste kapitel

2. Anbefalinger vedrørende den fremtidige overvågning og beskyttelse af grundvandsressourcen

I dette kapitel fremsættes en række forslag til overvågning af grundvandet i indsatsområdet. Overvågningen handler såvel om mængde som om kvalitet. Derfor er der behov for at følge variationer i grundvandsstanden, i de oppumpede vandmængder og i grundvandets kemiske sammensætning. I det følgende gives en række anbefalinger vedrørende overvågning, dels med hensyn til overordnet strategi og dels konkret med hensyn til, hvor og hvordan en sådan overvågning kan føres ud i livet.

Der tages her ikke stilling til overvågning i forhold til konkrete punktkilder og kendte forureninger, idet dette emne vil blive behandlet i anden sammenhæng.

Der er ikke i denne rapport taget stilling til, hvorledes data, indsamlet efter vedtagelsen af indsatsplanen, skal sammenstilles og hvilken instans, der skal bearbejde data, og på dette grundlag tage de nødvendige initiativer til at justere virkemidlerne i ind-

satsområderne, eller på anden måde håndtere de problemer, som overvågningen kan identificere med hensyn til vandværkernes fortsatte drift. Det anbefales dog, at der mindst en gang hvert andet år laves en sammenstilling af data og en vurdering af, om der er behov for opdatering af den hydrologiske model.

I dette kapitel er der foretaget en indramning af visse tekstafsnit, hvori er anført retningslinier for handlinger, som Århus Amt ønsker foretaget af enten amt, kommuner eller vandværker. Under afsnit 2.3 er retningslinierne dog målrettet mod det konkrete vandværk.

2.1 Overordnet strategi for overvågning af grundvandsstanden

Formål

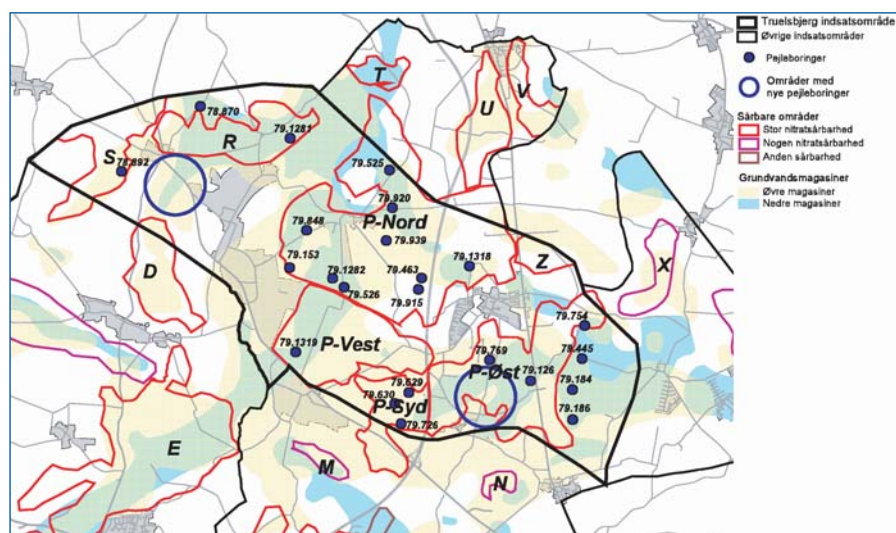
Systematiske observationer over variationer i grundvandsstanden og indvindingsmængderne er forudsætnin-

gen 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.

Der skal suppleres med pejlepunkter, så der kan etableres et varslingsystem, der kan identificere uønskede ændringer i miljøtilstanden og derudover sikre en høj grad af sikkerhed med hensyn til de beslutninger, der træffes på baggrund af prognoseværktøjer som f.eks. grundvandsmodellen.

Et vigtigt formål med denne dataindsamling er at vurdere konsekvenserne af eksempelvis ændrede oppumpningsmønstre eller klimatiske forandringer på de vandmængder, der er til rådighed for vandforsyning. Overvågning af grundvandsstanden har således til formål at sikre, at en eventuel overudnyttelse af grundvandsressourcerne i området bliver konstateret i tide.

Et andet vigtigt formål har med opdateringen af grundvandsmodellen at gøre. En afgørende forudsætning for at vurdere, om den opstillede grundvandsmodel er i stand til at give tilstrækkeligt pålidelige prognoser for, hvor meget vandindvindingen påvirker vandressourcerne i området, er, at man på velvalgte steder følger ændringerne i grundvandsstanden. Viser det sig, at de modelberegnete konsekvenser af den aktuelle oppumpning ikke holder stik, skal observationer af grundvandsstanden bidrage til en justering af grundvandsmodellen, så modelberegningerne løbende bliver forbedret.



Figur 2.1 På dette kort er markeret de eksisterende boringer, som findes velegnede til pejling af grundvandsstanden (lille blå cirkel identificeret ved boringens DGU Nr.). Med store blå cirkler markeres områder, hvor der vil være behov for yderligere pejleboringer.

De oppumpede vandmængder indberettes i dag af vandforsyningerne til kommunen, der videre-sender oplysningerne til amtet, 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 vandindvinderne. De pejlinger, som vandforsyningerne selv udfører, skal i dag indberettes til amtet som tilladelsesmyndighed. Det er af stor betydning for administrationen af vandressourcen, at disse pejlinger udføres korrekt, således at troværdige data indberettes hvert år.

Overvågning af grundvandsstanden skal ske ved pejlning i udvalgte, hensigtsmæssigt placerede borer i området. Dette kan dels ske 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

Der er udpeget en række eksisterende borer, som anses for at være væsentlige i den frem-tidige overvågning af grundvandsressourcen i området og i forbindelse med ajourføringen af oplysningerne i grundvandsmodellen (se figur 2.1). Disse borer dækker ikke området optimalt, så der skal suppleres med yderligere et antal overvågningsboringer, hvis behovet for pejlinger fra områdets forskellige magasiner skal dækkes. Relevante boresteder er angivet med en cirkel. Boringerne skal alle udbygges, så de samtidig kan anvendes til overvågning af grundvandets kvalitet, se afsnit 2.2.

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

udnyttede magasiner som potentielt fremtidige indvindingsområder.

2.2 Overordnet strategi for overvågning af grundvandskvaliteten

Formål

Overvågning af vandkvaliteten i de sårbare områder skal leve op til to formål:

For det første skal kvaliteten af det nydannede grundvand overvåges, så der kan laves effektmålinger og kontrol af en eventuel iværksat indsats i området. En sådan overvågning vil også kunne bruges til at konstatere ændringer i de hydrauliske forhold som følge af vandindvinding eller klimaændringer.

For det andet skal den overordnede grundvandskvalitet i de centrale (øvre og nedre) grundvandsmagasiner overvåges med hensyn til mere langsigtede ændringer i grundvandskvaliteten.

Med hensyn til specielt nitratbelastningen, kan udviklingen i udvaskningen af nitrat i forhold til de fastsatte miljømål overvåges dels gennem modeller over nitratudvaskningen, dels gennem etablering af sugeceller på særligt sårbare arealer, hvor modelberegningerne viser, det kan være vanskeligt at nå de fastsatte miljømål.

Tidsperspektivet

Overvågning af grundvandets kvalitet sker i fire dimensioner, nemlig tid og rum. Den rumlige overvågning

Overvågning af grundvandets kvalitet i de sårbare områder skal baseres på

- vandværkernes egenkontrol af indvindingsboringerne,
- den eksisterende overvågning i grundvandsovervågningsområderne
- en målrettet overvågning i eksisterende borer
- nyetablerede borer, som alene er indrettet til overvågningsformål.

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

bygger på den konfiguration af filtre, der udvælges til overvågningsformål. Den tidlige udvikling af vandkvaliteten skal identificeres ved en nøje fastlagt prøvetagningsstrategi, der sikrer en rimelig fastlæggelse af udgangspunkt og udviklingstendenser. Da grundvandets kvalitet omvendt 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 filteret, 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 centrale (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 en opadrettet gradient (udstrømningsområder i f.eks. ådalene), giver det ikke mening at overvåge det øverste 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 øverste 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.

Anbefalede analysehyppigheder:

- Alle nyetablerede filtre: 2 årlige prøver i 2-3 år.
- Øverste nydannede grundvand: prøvetagninger hvert år.
- en målrettet overvågning i eksisterende borer.
- Centrale grundvandsmagasiner:

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.

Analyseprogram

Formålet med at overvåge grundvandets kvalitet er ud over den indledende tilstandsbeskrivelse, dels at kunne lave effektmålinger af indsatsplanerne og dels at identificere uønskede udviklingstendenser.

Uønskede udviklingstendenser kan blandt andet skyldes ændringer i vandindvindingen. Eksempelvis kan ændringer i indvindingsforholdene ændre trykforholdene og dermed ændre strømningsmønsteret i grundvandet. Hvis vandspejlet hæves i områder hvor grundvandssænkning har medvirket til pyritoxidation og stigende sulfat i grundvandet, som ved Truelsbjergværket, er der risiko for, at metaller som nikkel og arsen vil frigives, når lagene atter bliver vandmættede og reducerede. Derudover er det nødvendigt at analysere for arsen i de dybe dele af magasinet, hvor der er risiko for at ændrede trykforhold mobiliserer arsenholdigt vand.

For at opfylde formålene med overvågning skal det relevante analyseprogram bestå af analyser for hovedbestanddele (svarende til en boringskontrol), pesticider, arsen og nikkel, samt aggressiv kuldioxid i relevante områder.

I det centrale magasin bør CFC-dateringer udføres f.eks. hvert 5. år for at kunne verificere ændringer i strømningsmønsteret, der medfører, at yngre vand trækkes mod dybere lag.

Overvågning af det øverste nydannede grundvand

Effektmålinger af indsatsplanerne og overvågning af grundvandet i de sårbare områder er særlig vigtig i det 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. Med andre ord, boringernes filterintervaller skal kunne "se" de sårbare områder. Samtidig er det nødvendigt, at strømningstiden fra terræn til filtrene er kort. Man skal være opmærksom på, at strømningstiden fra udvaskning til det øvre grundvand i praksis kan ligge på mindst 10 år. Dette hænger sammen med, at nedsivningen gennem f.eks. 10 m umættet zone med lerede indslag kan tage omkring 10 år. Derudover er strømningstiden til de øverste lag, der kan prøvetages og derfor ligger 1-2 meter under grundvandsspejlet også af nogle års varighed. Kortere strømningstider optræder, hvor der enten er en meget lille umættet zone eller i mere grovsandede aflejringer. Disse forhold kan til en vis grad vurderes ud fra modelresultaterne i grundvandsmodellen.

Det øverste nydannede grundvand defineres her som grundvand, der højst ligger 5 m under grundvandsspejlet. For at få en overvågning i de øvrige sårbare områder kan man i begrænset omfang inddrage eksisterende borer med filterbund højst 5 m under grundvandsspejlet. Filteret bør højst være 2 m langt. Der er derudover behov for yderligere etablering af særlige overvågningsboringer i det øverste grundvand i

Ved etablering af nye borer i det øverste grundvand i områderne anvist på figur 2.2, 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.

de områder, der er udpeget på figur 2.2. Århus Amt har i forbindelse med det Strategiske Miljøforskningsprogram (1992-96) etableret en 15 m dyb undersøgelsesboring, DGU nr. 79.954, ved Grundfør med 11 filtre i de øverste 10 me-ter af grundvandet. Boringen indgår ikke i aktuelle overvågningsprogrammer, men er meget velegnet som overvågningsboring for det sårbare område P_{nord}.

Det skal sikres, at der i alle de sårbare områder er overvågning af de

øvre magasiner, specielt hvor der er væsentlige grundvandsmagasiner i de underliggende lag, eller hvor de øvre magasiner føder væsentlige vandressourcer.

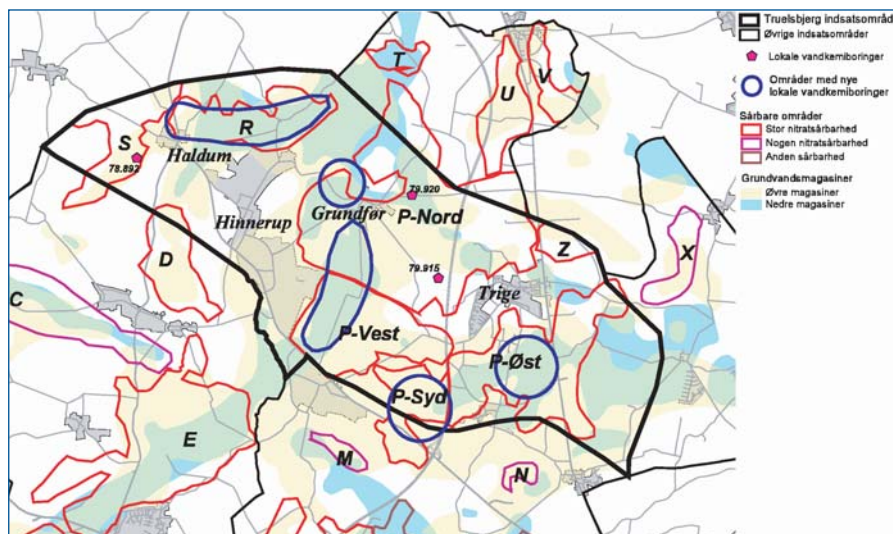
Overvågning af de centrale (øvre og nedre) grundvandsmagasiner

Overvågning af vandkvaliteten i de centrale magasiner skal bygge på to elementer. For det første vandværkernes egenkontrol i produktionsboringer og pejleboringer. For det andet

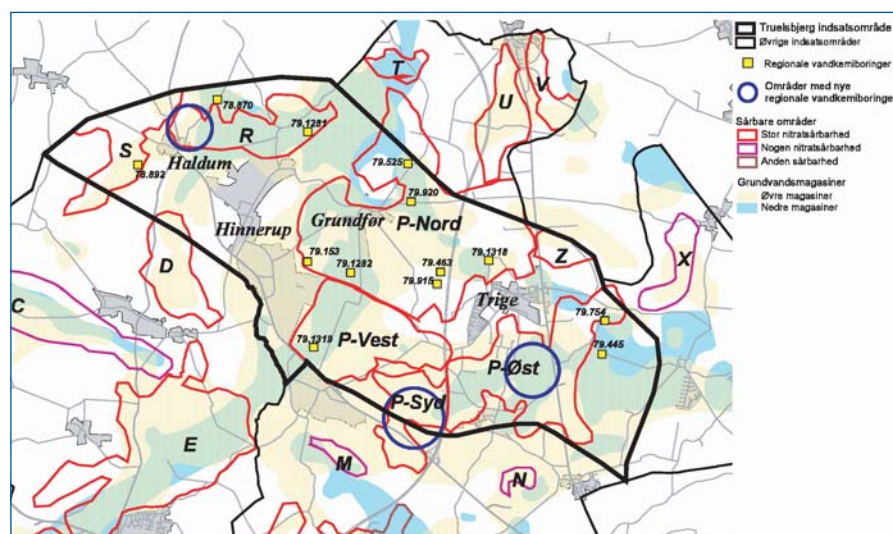
skal der som led i indsatsplanerne etableres en særlig målrettet overvågning, for at dække alle relevante magasiner, der fødes fra de sårbare områder. Afgrænsningen af de centrale magasiner er fastlagt i delrapport 2, hvor også forskellen mellem øvre og nedre magasiner er defineret.

Til denne målrettede overvågning af de centrale grundvandsmagasiner er der gode muligheder for at inddrage eksisterende boringer, da de målrettede er filtersatte for at kunne give gode pejlinger og vandkemiske data fra disse væsentligste magasiner.

På figur 2.3 er vist hvilke eksisterende boringer, det anbefales at lade indgå i overvågningen af de centrale magasiner. Der er udvalgt boringer, hvor filteret er placeret mere end 5 meter under grundvandspejlet, og filteret højst er 5-6 meter langt. Meget lange filtre udelades på grund af risiko for opblanding af forskellige vandtyper.



Figur 2.2 På dette kort er markeret de eksisterende boringer, som findes velegnede til overvågning af det øverste, nydannede grundvand (violet signatur identificeret ved boringens DGU Nr.). Med blå stregafgrænsning er markeret områder, hvor der vil være behov for yderligere overvågningsboringer.



Figur 2.3 På dette kort er markeret de eksisterende boringer, som findes velegnede til regional overvågning af grundvandskvaliteten (gul firkant identificeret ved boringens DGU Nr.). Med blå cirkler er markeret områder, hvor der vil være behov for yderligere overvågningsboringer.

Supplerende boringer, gerne med flere filtre, skal etableres i de områder, der er angivet på fig. 2.3, samt i forbindelse med etableringen af nye kildepladser i indsatsområdet. Antal boringer, den geografiske lokalisering og filtersætning fastlægges ud fra indvindingens størrelse og fordeling på kildepladsen. Overvågningsboringer i de centrale magasiner bør etableres med flere filtre, og filterlængder på højst 2 meter.

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 i hydraulisk kontakt med de sårbare arealer, og er lokaliseret i relevante dele af de væsentligste magasiner, således som de fremgår af fig. 2.3.

Overvågning af udvaskning fra rodzonen.

Overvågning af udvaskning af nitrat fra rodzonen, er en indirekte måde at vurdere fremtidens grundvandskvalitet på, for så vidt angår nitratkoncentrationen i de iltede lag, men det giver ingen oplysninger om nitrats udbredelse i grundvandet. Overvågningen kan ske dels ved modelberegninger af udvaskningen i de sårbare områder, dels som faktiske målinger i sugeceller. I det omfang, der skal overvåges med sugeceller, er det vigtigt at der etableres tilstrækkeligt mange celler til at få et statistisk korrekt mål for udvaskningen, idet den varierer meget 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.

Øvrige anbefalinger.

Generelt med hensyn til overvågning af grundvandsressourcerne i indsatsområde Truelsbjerg kan der peges på følgende forhold:

- det anbefales, at der udføres analyser for arsen også i private boringer/brønde i indsatsområdet;
- det anbefales, at man husker omprøvning og ny analyse i tilfælde af overskridelse af grænseværdier, så man undgår at drage for vidtgående konklusioner ud fra en enkelt analyse, idet der skal tages højde for, at der kan foreligge en fejlanalyse;
- nye overvågningsboringer skal så vidt muligt indrettes, så de kan opfylde flere formål, såfremt der er anført behov for nye boringer i samme område af flere forskellige grunde. Udbygning med flere filtre giver mulighed for prøvetagning og pejling i forskellige magasiner;

- i de tilfælde, hvor eksisterende boringer, der her er udpeget til overvågningsformål, af den ene eller anden grund alligevel ikke vil kunne benyttes, skal etablering af erstatningsboringer iværksættes.

2.3 Konkrete anbefalinger, der vedrører de enkelte vandværker i indsatsområdet

I dette afsnit fremlægges en række anbefalinger omkring den fremtidige overvågning af grundvandet på kildepladsen og i det grundvandsdannende opland til vandværker i indsatsområdet. Også vandværker med indvindingsboringer og kildepladser beliggende uden for indsatsområdet, men med et grundvandsdannende opland, som strækker sig ind i indsatsområdet, omtales, såfremt det anses for relevant i forbindelse etableringen af en fremtidig, sammenhængende overvågningsstrategi i hele indsatsområdet.

Af særlig interesse i denne forbindelse er bl.a., hvor store andele - procentuelt og i faktiske størrelser - af vandværkernes grundvandsdannende oplande, der ligger inden for de sårbare områder.

Tallene er vist i tabel 2.1, hvor den samlede størrelse af de beregnede, grundvandsdannende oplande ved de relevante vandværker ligeledes er anført. Opgørelsen vedrører først og fremmest de 4 eksisterende vandforsyningsanlæg i området, nemlig Truelsbjergværket (ÅKV), Hinnerup Vandværk (Herredsvang), Grundfør Vandværk og Haldum Vandværk.

Endvidere indeholder tabellen også oplysninger om Århus kommunale Værkers vandforsyningsanlæg ved Elsted og Kasted. De to sidstnævnte anlæg er medtaget, fordi de på trods af deres beliggenhed uden for indsatsområdet har et grundvandsdannende opland, der strækker sig ind i indsatsområdet.

I forbindelse med gennemgangen af de konkrete anbefalinger for hvert vandværk vises samtidigt et oversigtskort, hvorpå det beregnede, grundvandsdannende opland for det aktuelle vandværk er markeret. De grundvandsdannende oplande, der vises på oversigtskortene og som tallene i tabellen bygger på, er beregnede ved hjælp af den opstillede grundvandsmodel for hele Århus Nordområdet og baseret på basis-scenariet (jf. ”Redegørelse for grundvandsressourcerne i Århus Nordområdet – Grundvandsmodel – delrapport III”, Århus Amt, Natur og Miljø, maj 2004), hvor der er regnet med en årlig indvinding svarende til indvindingstilladelsen, og hvor der regnes med aktuel nettonedbør (middel for perioden 1981 – 2001).

På figurerne 2.1-2.3 samt i tabel 2.2 er vist Århus Amts anbefalinger med hensyn til, hvor der skal etableres overvågningsboringer med dét formål at følge fremtidige variationer i grundvandsstand og vandkvalitet. Det skal her understreges, at alle udgifter forbundet med etablering og drift af overvågningen dækkes af de involverede vandværker. Det vil fremgå af indsatsplanen, hvorledes en given overvågning forventes iværksat. Normalt vil kravene først rent juridisk kunne kræves gennemført i forbindelse med, at der sker ændringer i de berørte vandværkers indvindingstilladelser, men indvindingsforholdene ved nogle vandværker kan meget vel tilsige, at hele eller dele af et overvågningsprogram etableres hurtigst muligt.

De fremlagte forslag og anbefalinger skal ses som et væsentligt grundlag for sikringen af, at grundvandet i indsatsområdet fortsat vil kunne udgøre et godt grundlag for leveringen af rent drikkevand fra de vandværker, der opererer i området. Da mange forhold, herunder den indvindingsmæssige struktur, hurtigt vil kunne ændres, er det vigtigt at understrege, at overvågningen hele tiden bør ind-

	Truelsbjerg-værket (ÅKV)		Hinnerup Vandværk		Grundfør Vandværk		Haldum Vandværk		Elsted-værket (ÅKV)		Kasted-værket (ÅKV)	
Grundvandsdannende opland i alt (ha)	1505,2		362,6		251,6		34,1		1134,4		2664,4	
Heraf beliggende i sårbarhedsområde P-syd	70,1	4,7%									56,2	2,1%
beliggende i sårbarhedsområde P-nord			273,2	75,3%	195,3	77,6%						
beliggende i sårbarhedsområde P-vest	7,6	0,5%	51,6	14,2%								
beliggende i sårbarhedsområde P-øst	492,9	32,7%	4,8	1,3%					3,5	0,3%	22,7	0,9%
beliggende i sårbarhedsområde R							20,9	61,3%				
beliggende i sårbarhedsområde Z	49,3	3,3%			11,8	4,7%						
I alt i sårbare områder:	619,9	41,2%	329,6	90,9%	207,1	82,3%	20,9	61,3%	3,5	0,3%	78,9,7	3,0%

Tabel 2.1 Oversigt over arealstørrelser for grundvandsdannende oplande ved vandværker, hvis oplande strækker sig ind i el-ler ligger helt inde i Truelsbjerg-indsatsområdet. For Elstedværket og Kastedværket er kun vist andelen af sårbare områder inden for indsatsområde Truelsbjerg. Oplandsarealerne er baseret på beregninger fra den hydrologiske models scenarium 7 (tilladt indvinding ved vandværkerne og Ristrup indvinder 1.5 mio m³/år).

rettes og justeres i forhold til de ændringer, der sker.

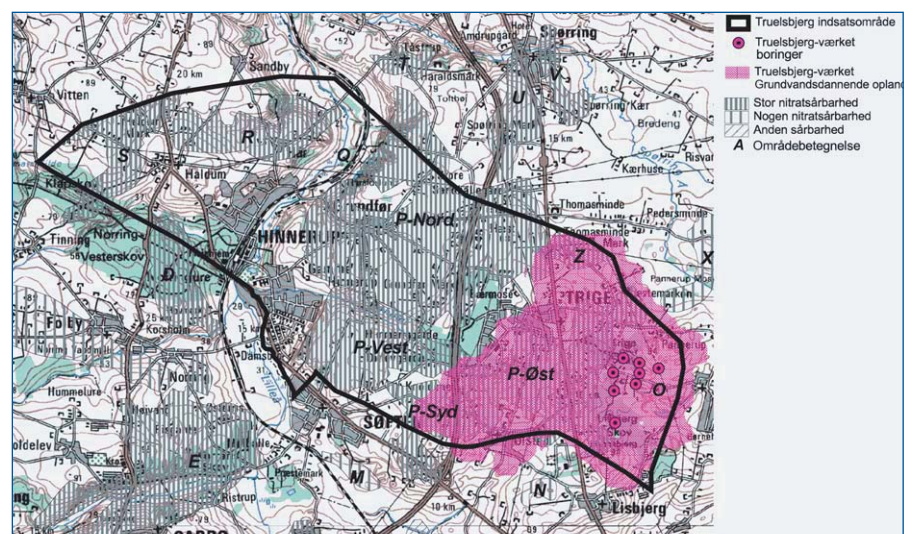
Truelsbjergværket, ÅKV

Anlægget består af i alt 8 indvindingsboringer, som ligger pænt spredt i nord/sydlig retning i Lisbjerg Skov for de 4 af boringernes vedkommende (Li1, Li2, Li3 og Li8). Resten af boringerne ligger i området umiddelbart øst for skoven. Boringerne har således en rimelig god spredning og er alle etableret til stor dybde – nogle med flere filtre på samme borestamme.

Truelsbjergværket har et meget stort grundvandsdannende opland og indvindingsopland. Ud fra modelberegninger synes disse områder at være næsten sammenfaldende. Der forventes kun at være begrænset overlap i forhold til Elstedværket.

Anlægget ligger umiddelbart øst for det sårbare område P_{øst}, og 32,7 % af det vidt udstrakte grundvandsdannende opland er sammenfaldende med område P_{øst}, se figur 2.4.

Magasinsårbarheden i forhold til nitrat vurderes således at være moderat til stor.



Figur 2.4 Truelsbjergværkets beregnede, grundvandsdannende opland og indvindingsboringer. Oplandet er på 1505 ha og heraf ligger 620 ha. (41,2 %) inde i områderne Z, P_{syd}, P_{vest} og først og fremmest P_{øst}.

Indvindingsboringerne er filtersat i stor dybde og uden for det nitratsårbare område P_{øst}, hvorfor der er lille sandsynlighed for, at nitrat på grund af den lange transportvej vil nå frem til indvindingsboringerne inden for en overskuelig fremtid.

Vandværkssårbarheden i forhold til nitrat vurderes derfor at være lille.

Da der imidlertid kan iagttages en langsomt forøget tilstrømning af yng-re grundvand til de filtersatte lag, er der en risiko for, at moderne, miljøfremmede stoffer som f.eks. pesticider kan nå frem til boringernes filtre. Afsænkninger på 13-18 m har sænket grundvandsspejlet stedvis til 40-50 m under terræn. Dette betyder, at filtertoppene for flere dybe boringers vedkommende kun ligger 20 m under grundvandsspejlet, og den kortere strømningsvej øger risikoen for uønskede, miljøfremmede stoffer i grundvandet ved kildepladsen.

Overvågning af den del af grundvandet, som danner grundlag for indvindingen ved Truelsbjergværket, skal ske fra en række overvågningsboringer i oplandet. Der findes allerede nogle boringer, der benyttes til regelmæssige pejlinger af grundvandsstanden.

En meningsfuld grundvandsovervågning kræver som minimum, at der etableres yderligere 3 overvågningsboringer inden for Truelsbjergværkets grundvandsdannende opland for at gøre det muligt at følge udviklingen i vandkvaliteten i det øvre og nedre grundvand samt fremtidige ændringer i grundvandsspejlet i områder i større afstand fra kildepladsen (se figur 2.1-2.3). Alle boringer skal forsynes med 2 filtre, hvor det øvre filter skal placeres mindre end 5 m under grundvandsspejlet.

I den forbindelse bør der tages højde for eventuelle ændringer i grundvandsspejlet ved filterplaceringen. F.eks. vil en eventuel reduktion i op-pumpning fra værket forårsage en stigning i grundvandsspejlet, hvorved filtre afhængig af afstanden til indvindingen vil få en dybere placering i magasinet.

Den ene boring skal etableres inden for det sårbare område P-syd. Dette område dækker grænsezonen mellem de grundvandsdannende oplande for Kasted og Truelsbjerg. Overvågningsboringen skal belyse ændringer i vandkvaliteten i forhold til variationer i strømningsmønsteret blandt andet som følge af ændringer i udbredelsen af de 2 anlægs grundvandsdannende oplande.

De to øvrige overvågningsboringer bør etableres inden for det sårbare område P_{øst}, som især dækker den vestlige del af det grundvandsdannende opland. De 2 boringer bør placeres nord/syd for hinanden og syd for Trige.

Endelig er det inden for P_{øst} nødvendigt at etablere en ny overvågningsboring som erstatning for DGU nr. 79.389, hvor grundvandsspejlet nu befinder sig inden for filterintervallet (50,75-57,25 m under terræn). Det anbefales, at der bores helt ned til tertiæroverfladen, og at filtersætning sker i så stor dybde som muligt. DGU nr. 79.389 skal sløjfes.

Når indvindingen ved Ristrupværket iværksættes i 2004, bør indvindingen ved Truelsbjergværket justeres ind i henhold til indvindingstilladelsen for kildepladsen.

Som følge af den store grundvands-sænkning, som oppumpningen har forårsaget, henstår flere boringer i området i dag med blotlagt filter, der kan tilføre de reducerede, blotlagte

lag store mængder atmosfærisk luft. Dette øger pyritoxidationen unødigt, og sådanne boringer bør opspores og sløjfes.

Når der opstår et behov for erstatningsboringer på kildepladsen, bør mulighederne for en endnu større spredning af indvindingen undersøges nærmere på baggrund af den udførte geofysiske kortlægning i området, ligesom modelberegninger bør udføres med henblik på at justere det grundvandsdannende opland tilsvarende. Indvindingen bør også fremover foregå fra så stor dybde som muligt.

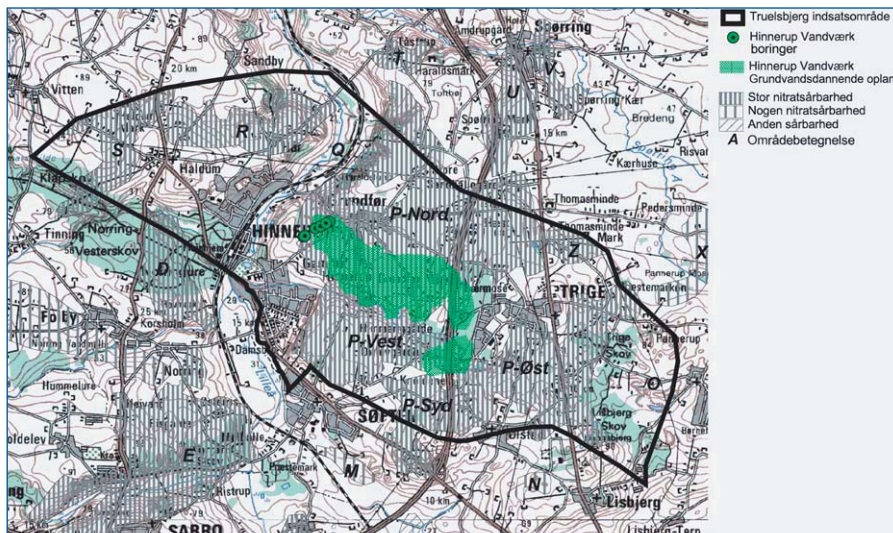
Hinnerup Vandværk (Herredsvang-anlægget)

Vandværket har i alt 4 indvindingsboringer: B3 (DGU nr. 79.605,1978), B4 (DGU nr. 79.681, 1986), B5 (DGU nr. 79.803, 1990) og B6 (DGU nr. 79.848, 1992).

Magasinsårbarheden er stor, idet vandværkets boringer indvinder fra et frit grundvandsmagasin fortrinsvis i område P_{nord} og P_{vest} med stor nitratsårbarhed.

Alligevel er vandkvaliteten ved vandværket fortsat god, hvilket skyldes, at filtrene er sat i så stor dybde, at nitratfronten endnu ikke er nået ned til filterniveau. Der er dog tale om ungt vand med højt sulfatindhold, og dermed forøget risiko for visse pesticider. Nitratfronten vurderes at ligge tæt på det filtersatte niveau, idet der optræder mindre mængder nitrat i B4.

Vandværkssårbarheden i forhold til nitrat vurderes derfor at være moderat til stor.



Figur 2.5 Hinnerup Vandværk. Det beregnede, grundvandsdannende opland og indvindingsboringerne er vist. Oplandet er på ca. 362 ha, og heraf ligger godt og vel 329 ha. (90,9 %) inde hovedsageligt i område P_{nord} og P_{vest} (stor nitratsårbarhed).

Det grundvandsdannende opland for vandværkets boringer ligger mod øst/sydpøst og dækker området syd og sydpøst for Grundfør og er således i kontakt med dele af både Ristrup-Grundfør-Ødum-dalen og Haar-Trige-Elsted-dalen.

Overvågning af vandkvaliteten vil være særligt nødvendigt i de kommende år, eftersom indvindingsboringerne såvel som det grundvandsdannende opland helt overvejende ligger inden for område P_{nord}, som er vurderet til at have en stor nitratsårbarhed

Mens indvindingsstrukturen er som nu, kan Århus Amt kun anbefale, at der etableres en overvågningsboring til vurdering af udviklingen af vandkvaliteten i det øvre, nydannede grundvand inden for vandværkets grundvandsdannende opland.

Da det grundvandsdannende opland ligger i østlig retning i forhold til den nuværende kildeplads, vil der være tale om en overvågningsboring inden for område P_{vest}, nærmere bestemt mellem 2 af de undersøgelsesborin-

ger, som Århus Amt har etableret i forbindelse med den geologiske kortlægning (OSD10-16 og OSD10-17) og inden for afgrænsningen af Ristrup-Grundfør-Ødum-dalen. Begge disse undersøgelsesboringer er desuden velegnede til overvågningsformål.

På grund af formodningen om, at indvindingsboringernes filtre er placeret tæt ved redoxgrænsen, må det forventes, at indvindingen på kildepladsen ligger nær det maksimalt mulige. Hvis en forøget indvinding bliver nødvendig, vil det være nødvendigt med én eller flere boringer i god afstand af de nuværende for at undgå, at en udvidet sænkningstragt vil trække nitrat længere ned mod filtrene.

Med hensyn til at fastholde den gode vandkvalitet og for at undgå en eventuel fremtidig nitratpåvirkning, er det vigtigt at opretholde en god spredning i indvindingen. Hvis boringer af forskellige årsager må tages ud af drift, må det anses for nødvendigt at erstatte disse, således at indvindingen til stadighed kan foregå fra mindst 4 boringer.

En vurdering af boringernes tekniske tilstand er ikke umiddelbart påtrængende. Dog kan en undersøgelse af B3 på grund af dens alder være aktuel. Ellers kan det overvejes at foretage undersøgelser af boringerne ved pumpekift/reparationer e.l. Som udgangspunkt for sådanne undersøgelser kan anvendes Århus Amts rapport fra 2001, "Gode råd ved teknisk boringskontrol – et element i kildepladsvurderingen".

På længere sigt

Fremover må det formodes, at redoxfronten vil bevæge sig ned til filterniveauerne, og at nitratindholdet i boringerne vil kunne stige markant. Derfor vil det være formålstjenligt allerede nu, at forberede sig på denne udvikling. Dette kan gøres ved at finde frem til en egnet lokalitet, hvor en ny kildeplads i fremtiden kan placeres. Man kan udmærket forestille sig, at en udbygning kan foregå i etaper, hvor udflytningen vil komme til at foregå successivt, og hvor det i begyndelsen drejer sig om at sprede indvindingen.

Eventuelle nye boringer kunne tænkes placeret syd for Grundfør i den dybe Ristrup-Grundfør-Ødumdal, hvorved filterindtaget kan placeres meget dybere og den passive grundvandsbeskyttelse derved vil kunne blive noget bedre end tilfældet er for nærværende. I den forbindelse skal der dog tages hensyn til, at Søften Vandværk eventuelt iværksætter en ny indvinding nord for Søften.

I forbindelse med etablering af en ny kildeplads eller andre væsentlige ændringer i vandindvindingsstrukturen vil der som et led i sagsbehandlingen blive stillet krav om etablering af én eller flere overvågningsboringer.

Det endelige overvågningsprogram for Hinnerup Vandværk vil først endelig blive afklaret på det tidspunkt, hvor placeringen af en ny kildeplads er kendt og det herefter er muligt at foretage modelberegninger af vandværkets fremtidige grundvandsdannende opland.

Grundfør Vandværk

Vandværket har 2 indvindingsboringer: B3 (DGU nr. 79.493, 1967) og B4 (DGU nr. 79.529, 1977). Vandværkets borer er placeret nord for byen med en indbyrdes afstand af ca. 40 m.

Det beregnede, grundvandsdannende opland for Grundfør Vandværk ligger et stykke øst for byen og strækker sig helt over til et område nord for Trige. Hele dette opland ligger inden for Haar-Grundfør-Elsted-dalen. Grundfør Vandværks borer er omkranset af område P_{nord}, som vurderes at have stor nitratsårbarhed og som dækker store dele af det beregnede grundvandsdannende opland. Lertykkelsen i område P_{nord} er generelt noget mindre end det, man ser lige omkring kildepladsen.

Det skal bemærkes, at beregningen af det grundvandsdannende opland kan være behæftet med en større usikkerhed end normalt. Dette skyldes først og fremmest den komplicerede geologi omkring Grundfør, hvor 2 store dalstrukturer krydser hinanden, og hvor antallet af skrånede lag i og omkring dalstrukturerne er stort.

Magasinsårbarheden i forhold til nitrat bedømmes gennemgående at være stor i det beregnede, grundvandsdannende opland.

Boringerne er filtersat i samme dybde og der indvindes grundvand af en god kvalitet. Råvandets sammensætning fortæller om vand med en lang opholdstid i grundvandsmagasi-

net som følge af en lang transportvej og en god beskyttelse i form af tykke lerlag i kildepladsens nærmeste omgivelser.

Vandværkssårbarheden i forhold til nitrat vurderes på baggrund heraf at være lille.

Vandværket bør være opmærksom på forhold såsom boringernes resterende levetid, idet disse er henholdsvis 36 og 26 år gamle.

Det anbefales, at der foretages en nærmere undersøgelse af boringernes tekniske tilstand. Som udgangspunkt herfor kan anvendes konceptet, som står beskrevet i Århus Amts rapport fra 2001, "Gode råd ved teknisk boringskontrol – et element i kildepladsvurderingen".

Det vil være vigtigt at få afklaret, hvorvidt afpropningen langs forerørerne er foretaget tilstrækkeligt grundigt, og om der med tiden kan være opstået utætheder ved rørsamlinger eller deciderede huller i forerørerne (tæringsskader).

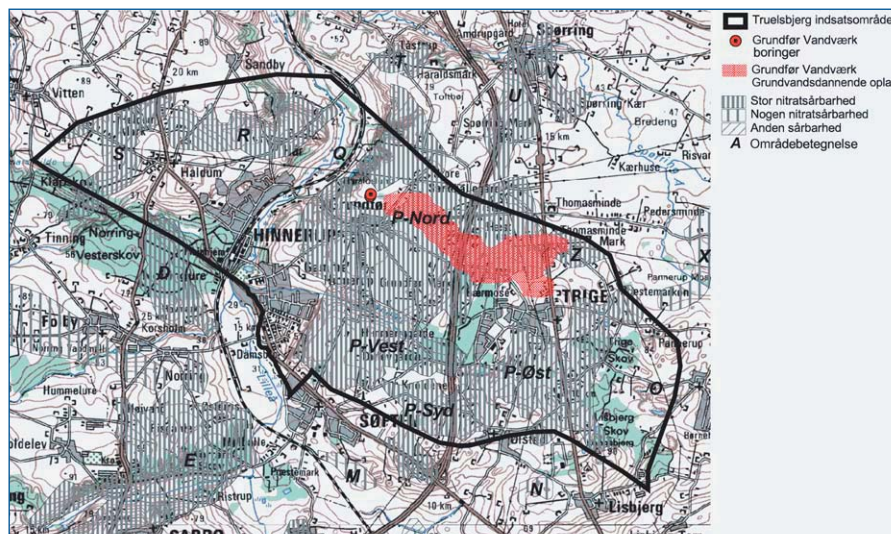
I vandværkets nuværende indvindingsituation vil det ikke være formålstjenligt at etablere overvågningsboringer inden for det beregnede, grundvandsdannende opland.

Et krav om et overvågningsprogram vil først blive fremsat i forbindelse med en eventuel fremtidig flytning af kildepladsen, hvis modelberegninger viser, at der ligger sårbare områder inden for et nyt, grundvandsdannende opland.

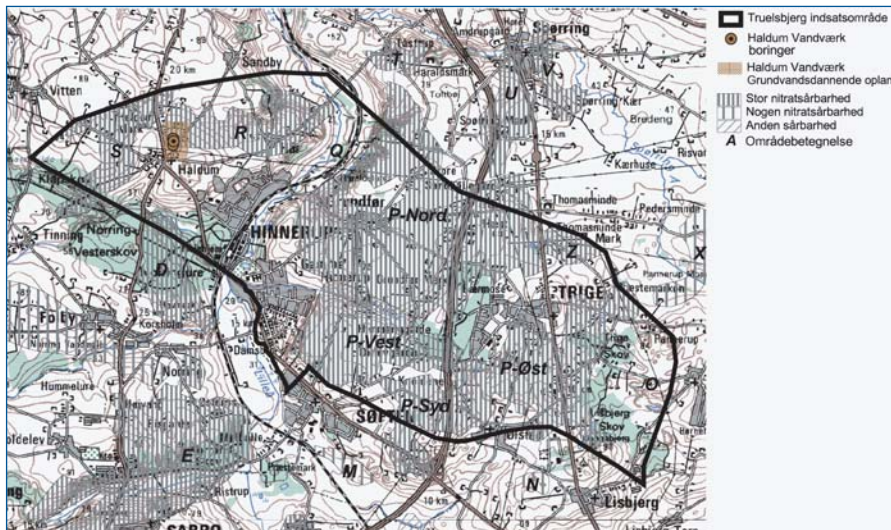
Haldum Vandværk

Vandværket har 2 indvindingsboringer: B2 (DGU nr. 78.541, 1981) og B3 (DGU nr. 78.621, 1987). Boringerne er placeret med 50 m's afstand i den østlige del af byen. Vandværkets beregnede, grundvandsdannende opland ligger i nordlig retning jf. figur 2.7, og dele af det sårbare område R indgår i vandværkets opland. Området har stor sårbarhed over for nitrat.

Magasinsårbarheden i forhold til nitrat vurderes derfor at være stor.



Figur 2.6 Grundfør Vandværk. Det beregnede, grundvandsdannende opland og indvindingsboringerne er vist. Oplandet er på ca. 251 ha og heraf ligger godt 207 ha. (82,3 %) inde i område P_{nord} og Z (stor nitratsårbarhed).



Figur 2.7 Haldum Vandværk. Det beregnede, grundvandsdannende opland og indvindingsboringerne er vist. Oplandet beregnes til kun at være på 34,1 ha og heraf ligger 20,9 ha. (61,3 %) inde i område R (stor nitratsårbarhed).

Her skal man være opmærksom på, at ved så små indvindinger, som der her er tale om, vil der være en relativ mindre nøjagtighed på beregning af de grundvandsdannende oplande end tilfældet er for større indvindinger. Dette skyldes især, at beregningscellerne (de mindste arealenheder) i grundvandsmodellen for små indvindinger er af samme størrelsesorden som det opland, der skal beregnes.

Vandværkets borer er filtersat i et kvartssandsmagasin, hvorfor pH er relativt lav. Dette medfører, at vandet indeholder aggressiv kuldioxid, som kan forårsage tæringsskader på rørene. Grænseværdien for aggressiv kuldioxid er overskredet i drikkevandet, og vandværket skal iværksætte de nødvendige tiltag for at afhjælpe dette. Boringerne er filtersat under nitratfronten, og vandkvaliteten i øv-

rigt er tilfredsstillende. Et højt sulfatindhold i begge borer viser dog, at der indvindes ungt grundvand, med deraf følgende risiko for pesticider.

Vandværkssårbarheden i forhold til nitrat vurderes at være lille til moderat, idet det dog bemærkes, at sulfatindhold og kloridindhold er langsomt stigende og vandkvaliteten derfor ikke helt stabil.

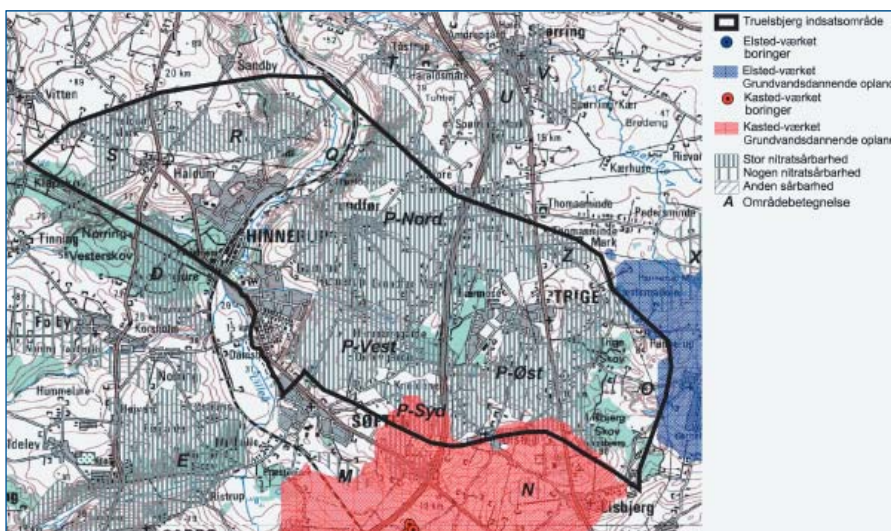
Vandværket bør være opmærksom på sårbarheden over for miljøfremmede stoffer såsom visse pesticider. Det anbefales således, at der foretages en nærmere undersøgelse af boringernes tekniske tilstand. Som udgangspunkt herfor kan anvendes konceptet, som står beskrevet i Århus Amts rapport fra 2001, ”Gode råd ved teknisk boringskontrol – et element i kildepladsvurderingen”.

Det vil være vigtigt at få afklaret, hvorvidt afpropringen langs forerørerne er foretaget tilstrækkeligt grundigt, og om der med tiden er opstået utætheder ved rørsamlinger eller deciderede huller i forerørerne (tæringsskader).

Såfremt en ny kildeplads eller en ny indvindingstilladelse kommer på tale, kan der blive stillet krav om etablering af overvågningsprogram. En eventuel ny kildeplads anbefales etableret inden for det sårbare område R, men med filtersætning i størst mulig dybde.

Andre Vandværker

Foruden de forannævnte vandværker har også Elstedværket (ÅKV) og Kastedværket (ÅKV) dele af deres grundvandsdannende oplande beliggende i indsatsområde Truelsbjerg. En meget begrænset del af disse oplande ligger inden for de udpegede sårbare områder P_{syd} og P_{øst}, jf. figur 2.8.



Figur 2.8 Elstedværket (ÅKV) og Kastedværket (ÅKV). Beregnede, grundvandsdannende oplande og indvindingsboringer er vist. Kildepladserne ligger uden for indsatsområde Truelsbjerg, men de grundvandsdannende oplande strækker sig ind i indsatsområdet, hvor de kun i begrænset omfang berøres af de sårbare områder. Således er det kun 0,6% af Elstedværkets grundvandsdannende opland, der ligger inden for de sårbare områder i dette indsatsområde, medens det drejer sig om ca. 3% for Kastedværkets vedkommende.

I nedenstående tabel findes en oversigt over eksisterende, mulige overvågningsboringer og et minimumsforslag til nye overvågningsboringer i indsatsområde Truelsbjerg .

Sårbare områder	P _{vest}	P _{nord}	P _{syd}	P _{øst}	R	S	Z	udenfor
Eksisterende pejleboringer	1	10	3	3	2	1	0	3
Eksisterende boringer, kemi lokal	0	2	0	0	0	1	0	0
Eksisterende boringer, kemi regional	1	7	0	0	2	1	0	1
Nye boringer, kemi lokal, pejleformål *	1	2	0	0	1	0	0	1
Nye boringer, kemi regional, kemi lokal, pejleformål**	0	0	1	3	1	0	0	0

Tablet 2.2 Anbefalede overvågningsboringer i indsatsområde Truelsbjerg opdelt på antal eksisterende og antal nye boringer, der bør etableres for at dække behovet. * betyder boringer udbygget med et øvre filter. ** betyder boringer udbygges med 2 filtre, som efter de konkrete geologiske betingelser placeres henholdsvis mere end 5 m under grundvandsspejlet og inden for de øverste 5 m af grundvandet.

BILAG

Bilag til revideret udgave af "Redegørelse for grundvandsressourcerne i indsatsområde Truelsbjerg – Resumérapport og anbefalinger om fremtidig overvågning", juli 2005.

	Indvindings- tilladelse i model, m ³ /år	Ændrede grundvandsdannende oplande				
		Gammelt, ha	Nyt, ha	Ændring, ha	%	Form
Truelsbjerg indsatsområde						
Truelsbjergværket	2.300.000	1509	1505,2	-3,8	0	Samme
Hinnerup Vandværk	445.200	341,7	362,6	20,9	6	Mere NV-SØ-orienteret
Grundfør Vandværk	67.000	162,2	251,6	89,4	55	Mere langstrakt, VNV-ØSØ-orienteret
Haldum Vandværk	21.000	24,3	34,1	9,8	40	Samme
Elsted Vandværk	1.600.000	1259,2	1134,4	-124,8	-10	vSamme

Tabel over ændringer i grundvandsdannende oplande