



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Redegørelse for Skive

Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2011

Titel: Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning - Redegørelse for Skive området 2011

Emneord: Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning, geologisk kortlægning, grundvandsmagasin, grundvandsbeskyttelse, grundvandskemi, nitrat, indvinding, vandværk, geofysik, potentialeforhold, strømningsretning, indvindingsopland, boringer, arealanvendelse, forureningskilde, sårbare områder, Områder med Særlige Drikkevandsinteresser.

URL: www.nst.dk

ISBN: 978-87-7279-099-2

Udgiver: Miljøministeriet
Naturstyrelsen Vestjylland
Holstebrovej 31, 6950 Ringkøbing
Telefon 72 54 30 00
VES@nst.dk
www.nst.dk

Udgiverkategori: Statslig

År: 2011

Sprog: Dansk

Copyright© Må citeres med kildeangivelse.
Miljøministeriet, Naturstyrelsen

Grundkortmateriale: Copyright © Kort- og Matrikelstyrelsen

Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	7
2	Vandindvindingsstruktur.....	9
2.1	Vandforsyningsforhold.....	11
3	Beskrivelse af fokusområdet.....	12
3.1	Gennemførte undersøgelser.....	12
3.2	Geologiske forhold.....	12
3.2.1	Landskabsanalyse.....	12
3.2.2	Begravede dale.....	15
3.2.3	Salt-tektonik.....	15
3.3	Geologisk udvikling.....	15
3.3.1	Prækvartær.....	16
3.3.2	Kvartær.....	17
3.4	Hydrostratigrafisk model.....	19
3.4.1	Grundvandsmagasinerne udstrækning og dæklag.....	20
3.5	Hydrologiske forhold.....	23
3.5.1	Vandbalance.....	23
3.5.2	Potentialeforhold og indvindingsoplande.....	24
3.6	Grundvandskemi.....	26
3.6.1	Datagrundlag.....	26
3.6.2	Vandtype.....	26
3.6.3	Nitrat.....	27
3.6.4	Sulfat.....	28
3.6.5	Forvittringsgrad.....	29
3.6.6	Klorid.....	30
3.6.7	Forsuring.....	31
3.6.8	Arsen.....	32
3.6.9	Miljøfremmede stoffer.....	34
3.7	Arealanvendelse og forureningskilder.....	35
3.7.1	Nitratbelastning.....	35
3.7.2	Anden arealanvendelse.....	36
3.7.3	Jordforurening.....	37
4	Områdeudpegninger.....	39
4.1	Vandværkernes indvindings-oplande.....	39
4.2	Område med særlige drikkevandsinteresser.....	41
4.3	Nitratfølsomme indvindingsområder.....	42
4.4	Indsatsområder med hensyn til nitrat.....	46
5	Anbefalinger til indsatser.....	48
5.1	Indledning.....	48
5.2	Generelle indsatser.....	48
5.3	Fly Vandværk A.m.b.a.....	49
5.3.1	Geologiske forhold.....	50
5.3.2	Potentialeforhold og indvindingsopland.....	51
5.3.3	Grundvandskemi og sårbarhed.....	51
5.3.4	Arealanvendelse og forureningskilder.....	52
5.3.5	Indsatser.....	53

5.4 Højslev Stby. Vandværk I/S.....	53
5.4.1 Geologiske forhold.....	54
5.4.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	55
5.4.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	55
5.4.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	56
5.4.5 Indsatser.....	57
5.5 I/S Gammelstrup Vandværk A.m.b.a.....	57
5.5.1 Geologiske forhold.....	57
5.5.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	58
5.5.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	59
5.5.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	59
5.5.5 Indsatser.....	60
5.6 I/S Iglsø Vandværk.....	60
5.6.1 Geologiske forhold.....	60
5.6.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	62
5.6.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	62
5.6.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	64
5.6.5 Indsatser.....	64
5.7 I/S Kjeldbjerg Vandværk.....	64
5.7.1 Geologiske forhold.....	64
5.7.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	67
5.7.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	67
5.7.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	67
5.7.5 Indsatser.....	68
5.8 I/S Stoholm Vandværk.....	68
5.8.1 Geologiske forhold.....	69
5.8.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	70
5.8.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	71
5.8.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	72
5.8.5 Indsatser.....	73
5.9 I/S Tastum Vandværk.....	73
5.9.1 Geologiske forhold.....	73
5.9.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	75
5.9.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	76
5.9.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	77
5.9.5 Indsatser.....	77
5.10 Nr. Søby Vandværk.....	78
5.10.1 Geologiske forhold.....	78
5.10.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	79
5.10.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	80
5.10.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	80
5.10.5 Indsatser.....	81
5.11 Røgind Vandværk.....	81
5.11.1 Geologiske forhold.....	81
5.11.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	83
5.11.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	83
5.11.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	84
5.11.5 Indsatser.....	85
5.12 Skive Vand.....	85
5.12.1 Geologiske forhold.....	87
5.12.2 Potentialeforhold og indvindingsopland.....	88
5.12.3 Grundvandskemi og sårbarhed.....	88
5.12.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	90
5.12.5 Indsatser.....	90

6 Sammenfatning.....	91
6.1 Resultater.....	91
6.1.1 Geologiske forhold.....	91
6.1.2 Hydrologiske og indvindingsmæssige forhold.....	92
6.1.3 Vandkvalitet.....	92
6.1.4 Arealanvendelse og forureningskilder.....	93
6.1.5 Udpegninger.....	93
6.2 Problemstillinger.....	93
6.3 Det videre arbejde.....	95
7 Referencer.....	96

1 Indledning

Grundvandskortlægningen blev tidligere udført som led i amternes administration af vandforsyningsloven, ifølge hvilken amterne skulle kortlægge grundvandsressourcernes beliggenhed, størrelse, kvalitet og naturlige beskyttelse mod forurening, samt gennemføre en zonerings af områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og af indvindingsoplande til almene vandforsyninger.

Formålet med zonerings var og er stadig:

- At opnå en afgrænsning af delområder, der er særligt følsomme overfor en eller flere typer forurening, med angivelse af hvilken eller hvilke typer forurening de anses for følsomme overfor.
- At opnå en afgrænsning af områder, hvor en særlig indsats til beskyttelse af grundvandet er nødvendig.

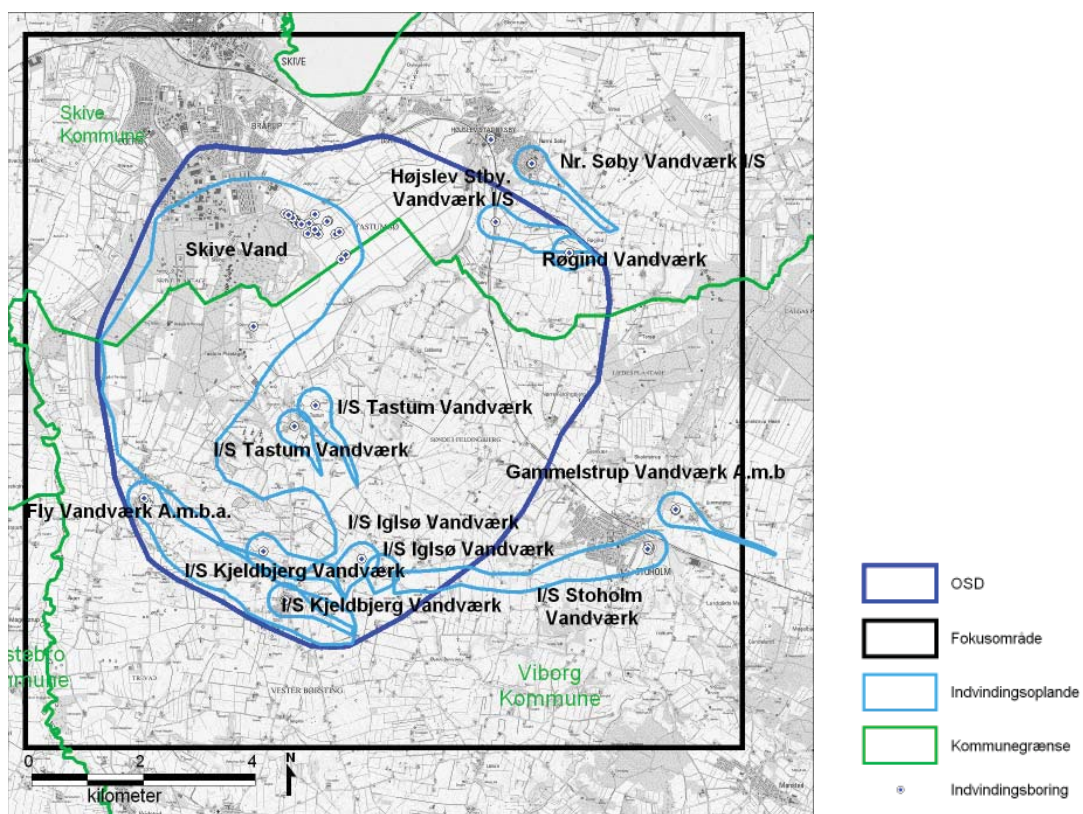
Zonerings danner grundlag for udarbejdelse af indsatsplaner for den konkrete grundvandsbeskyttelse. Selve kortlægningen af grundvandsressourcen varetages i dag af Naturstyrelsen, som er en del af Miljøministeriet. Indsatsplaner for grundvandsbeskyttelse udarbejdes fra 1. januar 2007 af kommunerne i henhold til vandforsyningsloven.

Denne dokumentationsrapport sammenfatter den hidtidige kortlægning i et område syd for Skive mellem Stoholm i øst, Lånem i syd, Mogenstrup i vest og den sydlige del af Skive mod nord. Området betegnes i denne rapport som fokusområdet og indbefatter et stort område med særlige drikkevandsinteresser (OSD) ved Tastum Sø samt vandværkerne ved Gammelstrup, Stoholm og Nr. Søby. Inden for området med særlige drikkevandsinteresser er vandværkerne ved Skive, Tastum, Fly, Iglø, Højslev Stby, Røgind og Kjeldbjerg indbefattet. Se Figur 1.1. Den største del af området er beliggende i Viborg Kommune, den nordligste del ligger i Skive

Kommune. En stor del af kortlægningen og efterfølgende opstilling af en hydrologisk model er foranlediget af Skive Vand's behov for at vurdere indvindingsmulighederne i området.

Rapporten skal danne grundlag for Skive og Viborg Kommunes indsatsplanlægning i området. Rapporten er opbygget således, at kapitel 2 giver et overblik over vandindvindingsstrukturen i fokusområdet. Kapitel 3 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over fokusområdets geologi og grundvand i bred forstand. Kapitel 4 omhandler de forskellige områdedeudpegninger og kapitel 5 omhandler generelle anbefalinger til indsatser i området og anbefalinger specifikt til vandværkerne i området. I kapitel 6 sammenfattes rapportens konklusioner.

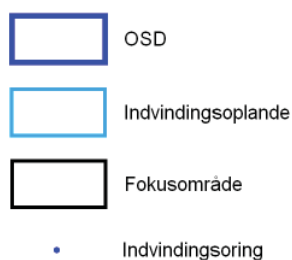
Figur 1.1. Fokusområdet for dokumentationsrapporten.



2 Vandindvindingsstruktur

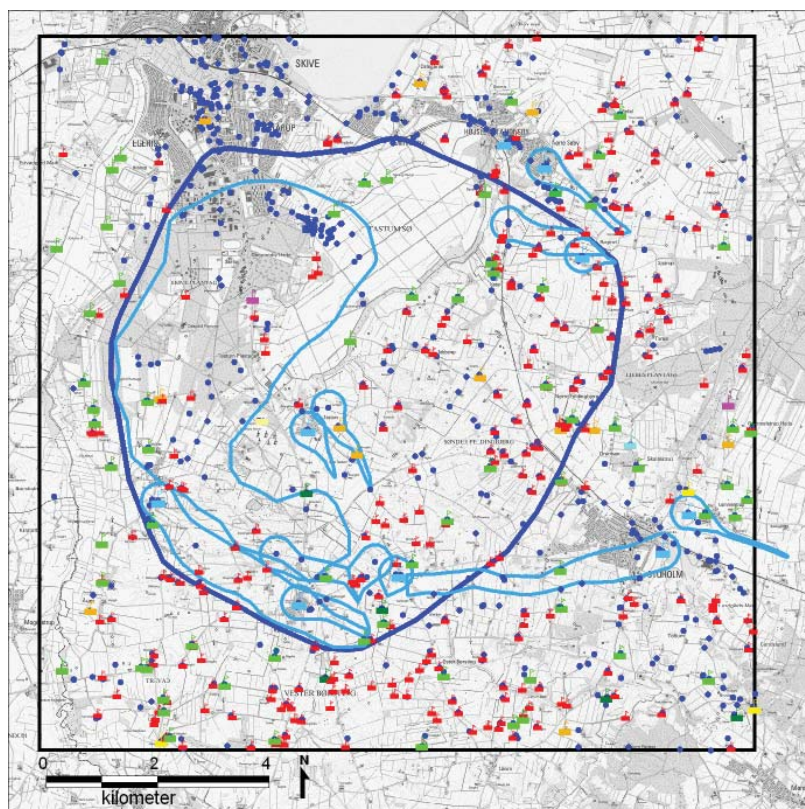
Vandindvindingsstrukturen i fokusområdet er baseret på 9 almene vandforsyningsanlæg, hvoraf 1 er offentligt og 8 er private. Herudover findes 1 mindre fælles vandforsyningsanlæg med en tilladelse på over 6.000 m³. Desuden findes 26 andre større enkeltindvindingsanlæg (gartnerier og industrier) og 68 anlæg til markvanding. Der er registreret 273 mindre enkeltanlæg, der forsyner 1-2 husstande. Placeringen af indvindingsoplandene til de almene vandværker og indvindingsanlæg og -boringer i fokusområdet ses på Figur 2.1.

Figur 2.1. Placering af indvindingsanlæg og -boringer i fokusområdet i forhold til OSD og indvindingsoplande.



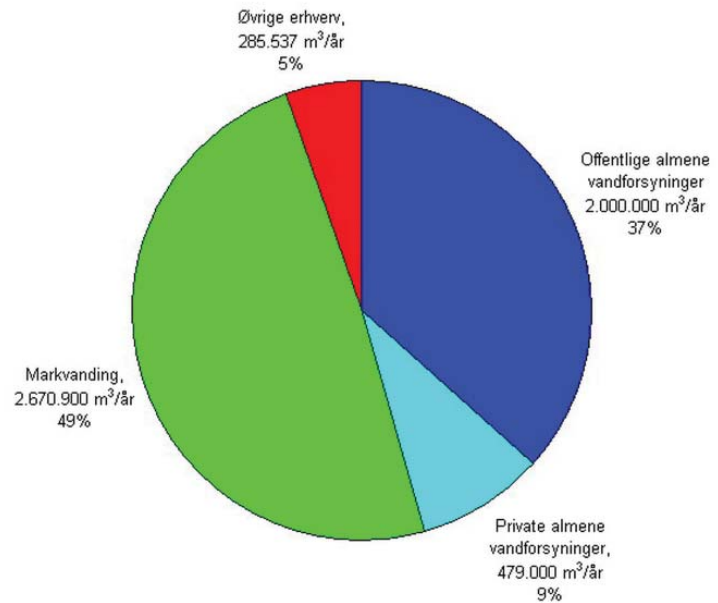
Indvinding

- V01: Offentlige fælles vandforsyningsanlæg
- V02: Private fælles vandforsyningsanlæg
- V03: Husholdninger, 3-9 husstande
- V30: Institutioner o.lign.
- V40: Markvanding
- V41: Sportsplads, park o.lign.
- V50: Gartneri
- V60: Dambrug
- V90: Andet enkeltanlæg
- V95: Husholdning 1-2 husstande



Indvindingstilladelser til markvanding udgør næsten halvdelen af den totale tilladte indvindingsmængde, Figur 2.2.

De 10 vandværker i området har en tilladt indvinding på i alt 2,479 mio. m³ om året. I 2008 blev der oppumpet 2,107 mio. m³. Skive Vand indvinder langt den største mængde med knap 2 mio. m³ om året. Den tilladte indvinding og gennemsnitlige indvinding over de seneste 10 år for hvert vandværk ses i Tabel 2.1.



Figur 2.2. Indvindingstilladelser fordelt på type.

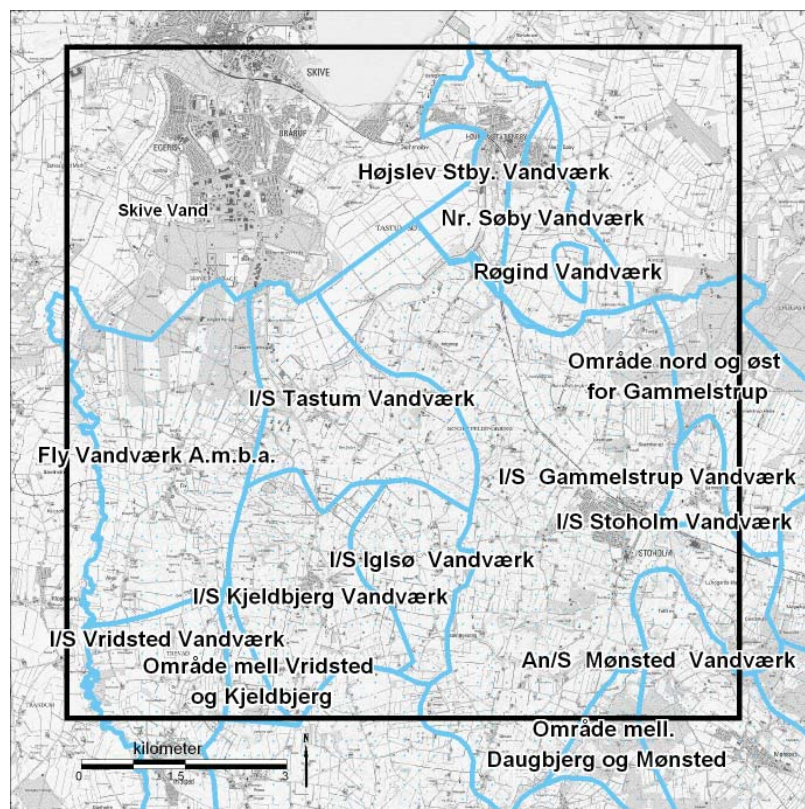
Anlæg	Indvinding (tilladt) [m ³ /år]	Indvinding (Gennemsnit over 10 år) [m ³ /år]	Indvindingsboringer DGU nr.
Fly Vandværk A.m.b.a.	30.000	32.239	55-578
Højslev Stby. Vandværk I/S	90.000	79.110	55.868, 55.1198
I/S Gammelstrup Vandværk	16.000	20.684	56.1044, 56.694
I/S Iglsø Vandværk	17.000	12.025	65.584, 65.1151
I/S Kjeldbjerg Vandværk	48.000	39.037	55.491, 65.501
I/S Stoholm Vandværk	200.000	183.510	56.905, 56.615, 56.633
I/S Tastum Vandværk	30.000	27.567	55.654, 55.437, 55.1172
Nr. Søby Vandværk I/S	40.000	35.604	55.429, 55.524
Røgind Vandværk	8.000	4.550	55.807
Skive Vand A/S	2.000.000	1.941.832	55.322, 55.451, 55.536, 55.562, 55.563, 55.634, 55.774, 55.809, 55.851, 55.854, 55.939

Tabel 2.1: Tilladt og aktuel (1999-2008) indvindingsmængde for vandværker i fokusområdet.

2.1 Vandforsyningsforhold

Vandværkerne er beskrevet i de tidligere Fjends og Skive kommuners vandforsyningsplaner. Begge planer er relativt gamle, fra hhv. 1995 og 1996. De to planer bliver revideret i forbindelse med at både Skive Kommune og Viborg Kommune får nye vandforsyningsplaner i løbet af de kommende år. Vandværkernes aktuelle forsyningsområder indenfor fokusområdet er vist i Figur 2.3. Der er et område nord for Gammelstrup og et område mellem Vridsted og Kjeldbjerg som ikke forsynes af almene vandværker. Med mindre kommunerne ændrer i forsyningsstrukturen vil disse områder skulle forsynes af privat vandforsyning.

Figur 2.3. Vandværkernes forsyningsområder. Tegnet af Viborg og Skive kommuner.



3 Beskrivelse af fokusområdet

I dette kapitel gennemgås de geologiske, hydrologiske og grundvandskemiske forhold i fokusområdet.

Fokusområdet strækker sig fra Skive by i nordvest til umiddelbart nord for Mønsted, og omkranser således indvindingsoplandene for henholdsvis Fly, Kjeldbjerg, Stoholm, Iglsø, Tastum, Højslev Stby. Nr. Søby, Røgind og Gammelstrup Vandværker samt oplandet for Skive Vands Kildeplads ved Tastum Sø. Langs områdets vestlige kant ses Karup Å, og Jordbro Å gennemskærer det sydøstlige hjørne af området.

3.1 Gennemførte undersøgelser

Kortlægningen af området begyndte for alvor i 1995 hvor Skive Kommune og Viborg Amt foretog en undersøgelse af grundvandsmagasinet omkring Tastum Sø /1/. Undersøgelsen omfattede geofysiske målinger, pejlinger, udførelse af undersøgelsesboringer, prøvepumpninger og der blev opstillet en simpel grundvandsmodel og undersøgt vandkvalitet. Sårbarheden af magasinet ved Tastum Sø blev undersøgt i de følgende år ved yderligere hydrogeologiske og grundvandskemiske undersøgelser /1/, /2/. Forureningsrisikoen omkring Tastum Sø har været høj og muligheden for alternative kildepladser i området øst og syd for Skive blev derfor i 1999 undersøgt ved opstilling af en stationær grundvandsmodel /3/. I 2003 blev der udført tilstandsvurdering af Skive Kommunes indvindingsboringer og landbrugsdriften blev kortlagt i indvindingsområder i /4/ og /5/. Fra 2005 til 2007 blev der udført en række undersøgelser af indvindingsmulighederne i Tastum Plantage og udført yderligere geofysiske undersøgelser i /6/, /7/, /8/, /9/ og /10/. Vandkvaliteten i oplandet til Skive Vand og i Tastum Plantage er siden 1989 fulgt under Grumo overvågningen.

3.2 Geologiske forhold

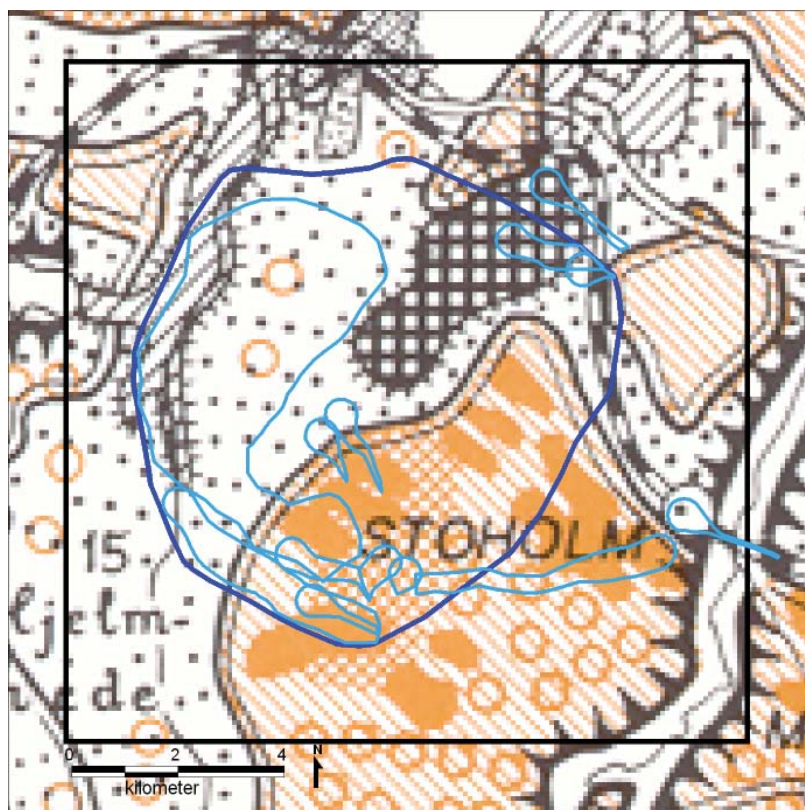
Den følgende geologiske beskrivelse af fokusområdet tager primært udgangspunkt i den tidligere opstillede model for Skive /1/, og der foretages en sammenstilling af tidligere udarbejdede rapporter.

3.2.1 Landskabsanalyse

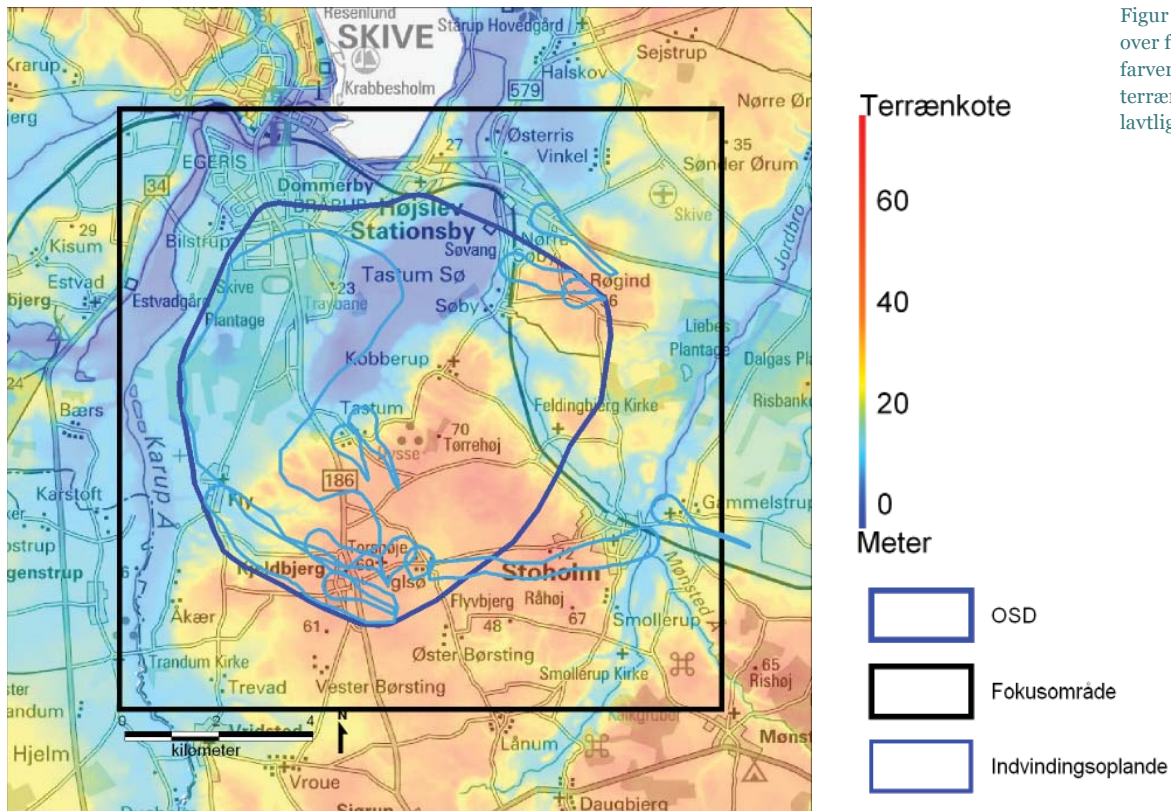
Fokusområdet ligger mellem 5 og 15 km nord for Hovedopholdslinien. Hovedopholdslinien markerer den omtrentlige maksimale udbredelse af isdækket under sidste istid Weichsel. Landskabet umiddelbart syd for Hovedopholdslinien udgøres af Karup Hedeslette, der er dannet under isens afsmeltning og i dag henligger som store flade hedearealer og landbrugsjorde. Landskabet i fokusområdet præges af randmoræner, dødislandskab og smeltevandssletter fra slutningen af sidste istid, samt hævet havbund dannet efter isens bortsmeltning, se Figur 3.1.

Som det ses af Figur 3.1 optræder der flere forskellige landskabstyper inden for fokusområdet. Mest iøjnefaldende er området med randmoræner og dødisrelief i den sydøstlige del af kortet, omkring Stoholm. I det meste af den nordlige og vestlige del af området domineres landskabstypen af hedeslette, hvoraf Højelm Hede udgør en betydelig andel. I det absolut sydøstligste hjørne af fokusområdet ses den øvre del af Jordbro Å, der i dette område løber i en tunneldal. Den tør-lagte Tastum Sø ses som det sortskraverede område centralt på kortet.

Figur 3.1. Uddrag af landskabskort over Midtjylland.



Topografien i området, Figur 3.2, afspejler de forskellige landskab elementer og de højeste terrænoverflader ses derfor også i områderne med morænelandskab. I dette område er terrænet beliggende mellem kote 40 m og 50 m, op til maksimalt kote 65 m. Lavest beliggende er den gamle havbund ved Tastum Sø. Her ligger terrænet nær kote 0 m, og området holdes derfor kunstigt tørlagt. Lavtliggende, under kote 2,5 m, er også området omkring Skive by og store dele af Karup Ådal. Karup Ådal og Jordbro Å ses tydeligt som relativt lavtliggende områder i henholdsvis den vestlige samt nordvestlige og sydøstlige del af fokusområdet.



Figur 3.2. Topografisk kort over fokusområdet. Røde farver viser højtliggende terræn og blå farver viser lavtliggende terræn.

Det meste af fokusområdet er dækket af sandede aflejringer, hvoraf morænesand (MS) er dominerende omkring Stoholm, Figur 3.3. Udover den nordvestlige del af fokusområdet, som er domineret af senglacial ferskvandssand (TS), ses hovedsagligt sandede glaciale aflejringer. Dog er der omkring Fly et større område med glacial smeltevandsler (DL). Området omkring Tastum Sø og Skive samt en nedre del af Karup Ådal ligger i tidligere marine områder med postglacialt saltvandssand (HS).

Figur 3.3. Uddrag af digitalt jordartskort, J200 /25/).

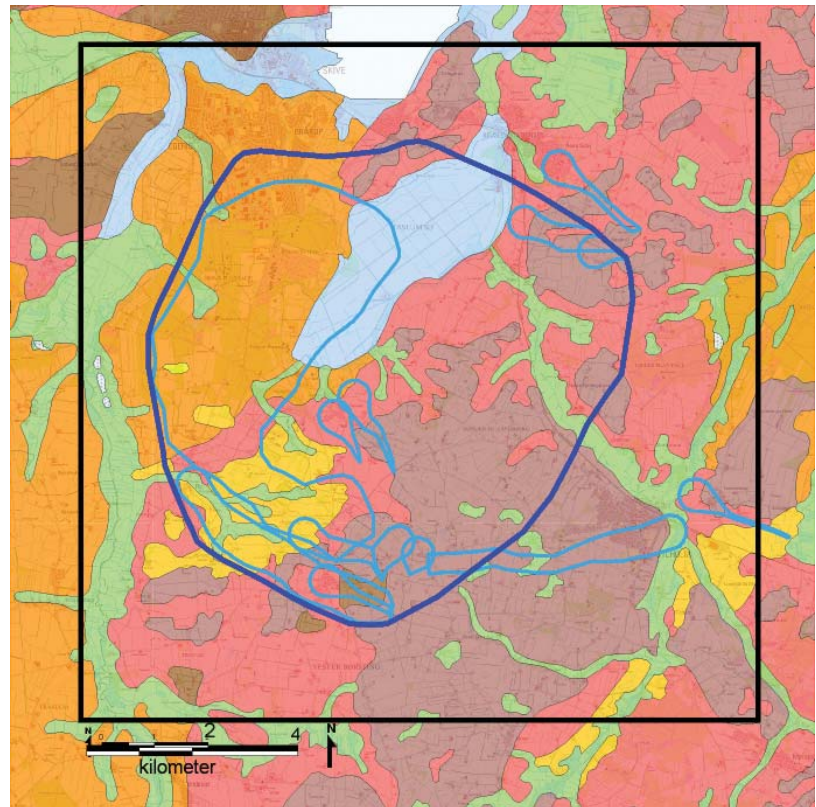
Jordarts symboler
GEUS

- DL
- DS
- ES
- FS
- GNG
- HG
- HS
- HV
- KA
- ML
- MS
- TS
- YS

 Fokusområde

 OSD

 Indvindingsoplande



3.2.2 Begravede dale

I området findes en række kortlagte begravede dale, Figur 3.4. Disse har en nord-sydlig orientering i den centrale og østlige del af fokusområdet og en mere øst-vestlig orientering i den vestlige del af området. Mod nord og nordøst er placeringen af disse strukturer noget usikre. Det ses, at der i området omkring Tastum Sø er en stor udbredelse af begravede dale sammenfaldende med store dele af oplandet for Skive Vands kildeplads ved Tastum Sø. Også Tastum Vandværk er berørt af dette dalområde. En mindre begravet dal i den centrale del af fokusområdet kan have indflydelse på geologien ved Iglø Vandværks oplande. I den nordøstlige del af fokusområdet gennemskærer to til tre dalstrukturer oplandene for henholdsvis Højslev, Røgind og Nr. Søby Vandværker.

3.2.3 Salt-tektonik

Fokusområdet ligger inden for den såkaldte nordjyske salthorstprovins /11/. Dette er et område, hvor bevægelser i permtidens saltaflejringer har skabt massive forskydninger i de overliggende aflejringer. Dette har bevirket, at der findes flere steder med højtliggende karbonataflejringer. Her kan nævnes det kendte område

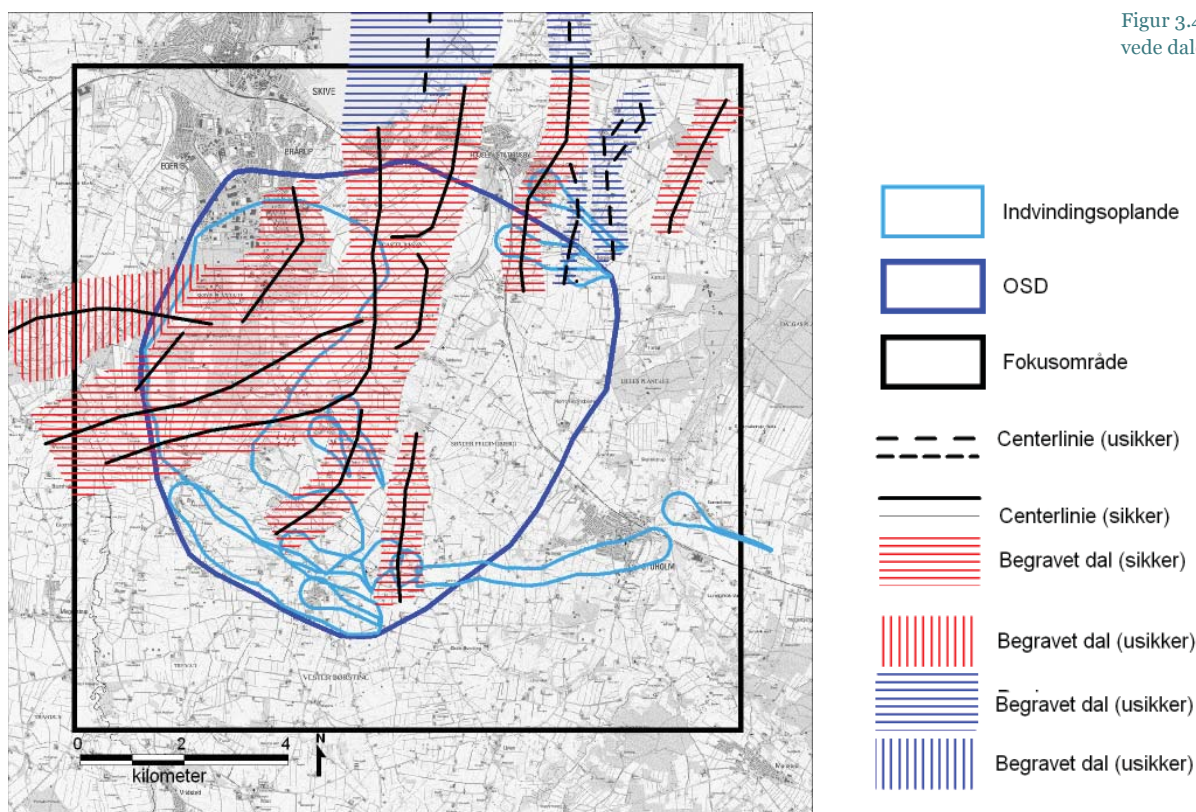
omkring Mønsted, hvor kalkoverfladen når helt op til terræn. Mønsted er beliggende i det sydøstlige hjørne umiddelbart uden for fokusområdet, men saltstrukturen kan have indflydelse på geologien også indenfor områdegrænsen. Også omkring Skive by findes en struktur med højtliggende kalkaflejringer. Denne struktur er ikke så markant som den ved Mønsted, og kalkoverfladen når heller ikke på noget sted op til terræn. Centerpunktet findes umiddelbart nordvest for Skive by, hvor kalk-overfladen befinder sig omkring kote -100 m. Herfra dykker overfladen mod syd og øst gennem fokusområdet, til den når det generelle niveau omkring kote -300 m umiddelbart nordvest for Stoholm.

3.3 Geologisk udvikling

For Skive området har specielt de permiske saltaflejringer haft en stor indflydelse på forekomsten og tykkelsen af kridttidsaflejringerne såvel som de efterfølgende aflejringer.

Under de første istider i begyndelsen af Pleistocæn sker der store ændringer i de geologiske aflejringsforhold. Hvor aflejringsmekanismerne

Figur 3.4. Kort over begravede dale /24/.



tidligere var præget af forholdsvis homogene afsætninger af sedimenter over store områder, er de glaciale aflejringer mere kaotiske, og de vertikale såvel som horisontale udbredelser af disse istidsaflejringer er ofte stærkt afgrænsede.

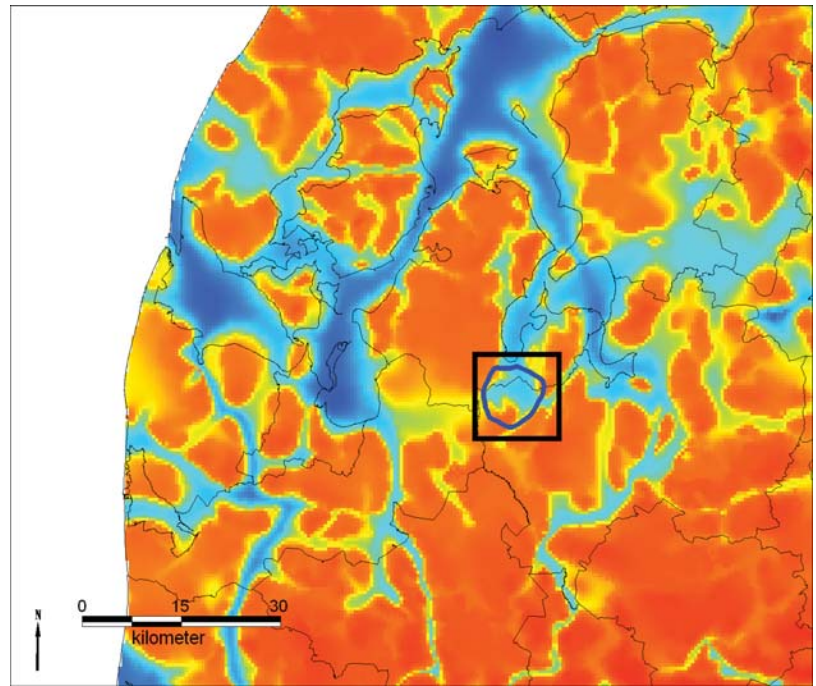
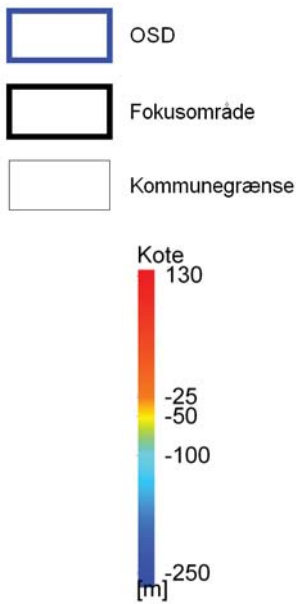
3.3.1 Prækvartær

Ifølge /16/ forventes lagene under kvartæret overvejende at bestå af eocæne og oligocæne aflejringer i den nordlige del af området, medens der i den sydlige del forefindes miocæne glimmer- og kvartssandsaflejringer. Ifølge de få borer, der har gennemboret den tykke kvartære lagserie, er der i den sydvestlige del af fokusområdet store forekomster af glimmerler, men også indslag af glimmer- og kvartssand. Nord for Kjeldbjerg - Stoholm træffes i dybe borer oligocænt, fedt ler under glimmerleret. Det oligocæne ler udgør tillige ofte prækvartæroverfladen i områder, hvor prækvartæret ligger meget dybt, medens glimmer- og kvartssandsaflejringer, overvejende af Miocæn alder, ofte udgør prækvartæroverfladen i områder hvor prækvartæroverfladen er højtliggende som for eksempel ved Skive og i det nord-syd gående højdedrag umiddelbart vest for Jordbro Å. I den nordøstlige del træffes udelukkende glimmerler i de få borer, der har gennemboret kvartæret. Dybden til prækvartæroverfladen ses i Figur 3.5.

Under de lerede og sandede prækvartære sedimenter ligger enorme mængder af karbonataflejringer, som blev afsat i løbet af Kridttiden over hele det danske område. Største aflejringsstykker findes langs den fennoskandiske Randzone i en linje fra det sydlige Skåne til Viborg. Omkring Skive er den samlede tykkelse af kalk fra øvre Kridt og Danien mellem 1500 m og 2000 m, hvoraf Danienkalken udgør i nærheden af 300 m /12/. Dybden til kalkoverfladen er omkring 110 m i den nordvestlige del af fokusområdet. I de centrale dele er kalkoverfladen ikke observeret i nogen borer, og først i det absolut sydøstligste hjørne af fokusområdet, sammenfaldende med Mønsted Saltstruktur, observeres kalken igen i borerne. Her findes den i en dybde af omkring 20 m. Efter Danien skiftede aflejringerne fra karbonater til mere terrigene materialer, og i det meste af Paleogen afsattes hovedsageligt fede, lerede sedimenter.

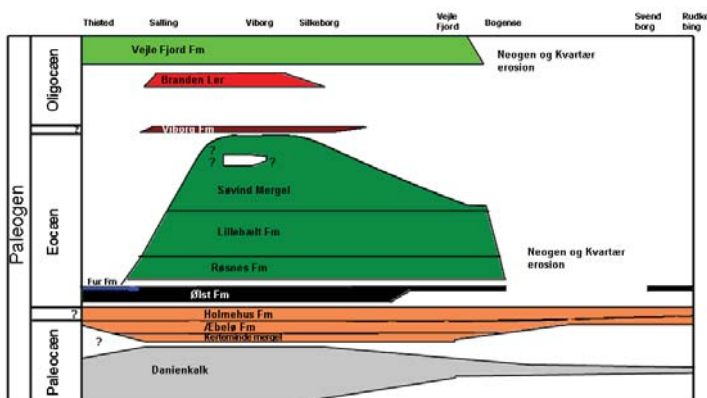
Afsætningen af de paleogene oftest fede, lerede sedimenter er illustreret i Figur 3.6. Specielt i de centrale dele af fokusområdet, hvor kalkoverfladen ligger dybt, er mægtigheden af Paleogene sedimenter stor, men i områder med saltstrukturer er store dele af disse og overliggende sedimenter bortroderet.

Figur 3.5. Prækvarteroverfladen. Fra Miljøcenter Ringkøbing.



Prækvarter overfladen synes at ligge forholdsvis dybt i et nordøst/sydvestligt strøg gennem området. Geofysiske undersøgelser /10/ viser høje modstande ned til kote -70 m, i området mellem Tastum/Fly og Dommerby/Højslev stby, Figur 3.5. Der er indikationer på, at denne lavning fortsætter nord på og ud under Skive Fjord /1/. Det kan tænkes, at Limfjorden har haft en prækvarter forgænger og ifølge /1/ kan der således, under mildere perioder i løbet af pleistocæn, have eksisteret en "gammel Limfjord" i dele af denne prækvartere lavning. De dybeste områder findes under Tastum Sø, og ved Stoholm, hvor prækvarter overfladen ligger under kote -100 m /1/.

Figur 3.6. Paleogen stratigrafi gennem den centrale del af Danmark, mellem Rudkøbing (SØ) og Thisted (NV) efter Heilmann- Clausen /14/.



I begyndelsen af Neogen sker der en udbygning af kystlinjen fra det fennoscandiske område og ind over det danske bassin som følge af en generel opfyldning af bassinet. Gentagende trans- og regressioner resulterer i en række deltaudbygninger fra nord og nordøst, med aflejring af sandede marine og fluviale sedimenter mellemljret af glimmerler.

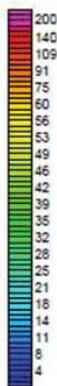
3.3.2 Kvartær

Igennem pleistocæn er den prækvartere lagserie sammen med istidsaflejringerne blevet kraftigt forstyrret som følge af gentagende isoverskridelser. Sedimenterne er blevet eroderet og genaflejret af flere omgange, typisk som moræne- og smeltevandsaflejringer eller som marine/lakustrine aflejringer. De dalstrukturer og lavninger som eksisterede ved starten af pleistocænperioden, har primært været styrende for udbredelsen af gletschertunger og smeltevandsløb. Dette betyder at en lang række af de prækvartere dalsystemer har været aktive gennem store dele af pleistocæn, inden de endeligt er blevet opfyldt med sedimenter. De glaciale processer har fulgt den daværende morfologi og dermed udfyldt dalsystemerne og overlejret prækvarteret med op til 150 m glaciale sedimenter. I lavningerne, som udgør store dele af fokusområdet, er der overvejende aflejret store mængder af smeltevands-sand, -silt og -ler samt issøler og enkelte steder morænesand, men sjældent moræneler. I disse gamle dalsystemer findes derfor ofte en række

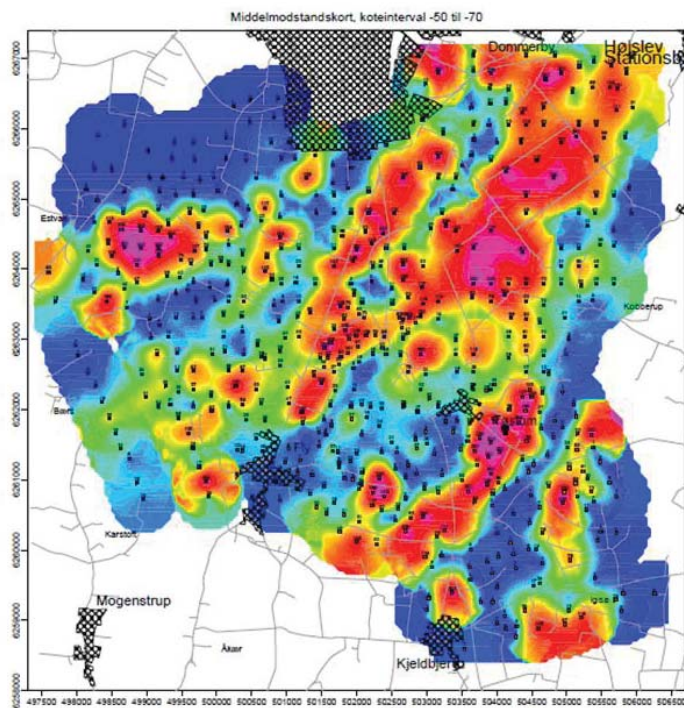
Signaturforklaring:

- Veje
- ▣ Byer
- TEM ved Kildeplads
- TEM HOH
- TEM Watertech

Middelmodstand: [Ohmmeter]



Kortskala: 1:40.000

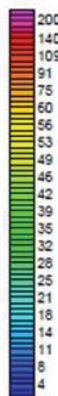


Figur 3.7. Middelmodstandskort over intervallet fra kote -50 m til -70 m. Røde farver angiver mulige sandforekomster. Fra /8/.

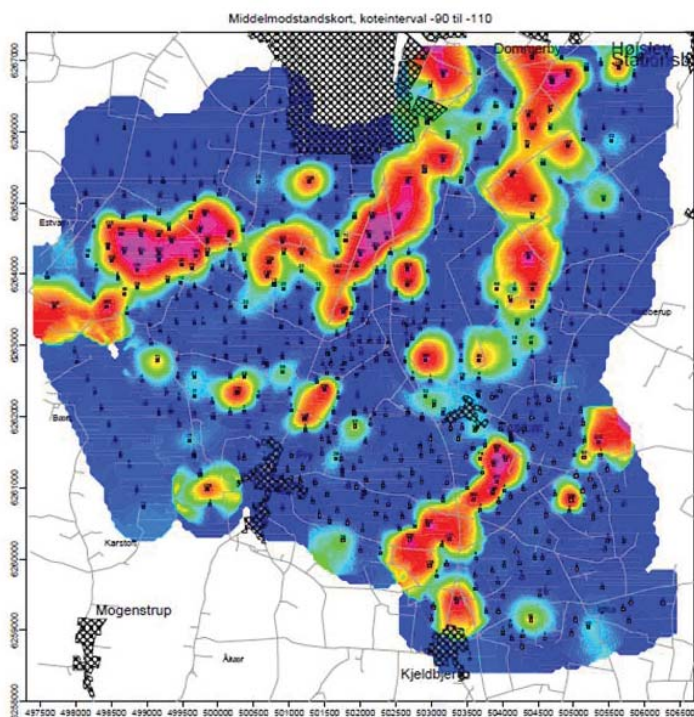
Signaturforklaring:

- Veje
- ▣ Byer
- TEM ved Kildeplads
- TEM HOH
- TEM Watertech

Middelmodstand: [Ohmmeter]



Kortskala: 1:40.000



Figur 3.8. Middelmodstandskort over intervallet fra kote -90 m til -110 m. Røde farver angiver mulige sandforekomster. Fra /8/.

store sammenhængende sandlegemer med gode potentialer for indvinding af grundvand, Figur 3.7 og Figur 3.8.

I den sydlige del af fokusområdet findes der hovedsagligt store mængder af ældre smeltevandssand og -grus aflejringer. Over smeltevandsaflejringerne ses ofte aflejringer af silt og smeltevandsler, hvilke kan opnå forholdsvis store mægtigheder; for eksempel langs Karup å og Jordbro å samt i området omkring Kjeldbjerg. Fra Kjeldbjerg og nordpå findes også betydelige mægtigheder af smeltevandssand, men aflejringerne domineres fortrinsvis af lerede og siltede sedimenter. I den centrale del af fokusområdet, omkring Tastum og nord for Sønder Feldingbjerg består aflejringerne overvejende af ler og silt.

I området gennem Tastum Plantage, Tastum Sø og mod øst er der store forekomster af sandede aflejringer, specielt i den centrale del af området. I den østlige del af Tastum Plantage ses dog en meget tyk forekomst af smeltevandsler over indvindingsmagasinet. I Tastum plantage viser nye boreriger også store mængder af ler i de øvre jordlag ned til omkring 60 - 70 m u.t.

Området omkring Tastum Plantage og Tastum Sø, hvor de dybeste dele af de prækvartære dalstrukturer ligger, ses en del smeltevandssand i borerigerne. Dog er der ingen af borerigerne, der når gennem de kvartære lag, og vurderingen af forekomsten af magasiner i de dybeste dele er usikker. Dog ses der på TEM målingerne /8/ ret store modstande i dette område, endog til dybere end kote -110 m.

Ved Skive Plantage og nord på under Skive by stiger prækvartæroverfladen kraftigt og når forholdsvis tæt på terræn. I dette område træffes næsten udelukkende oligocænt glimmerler under de kvartære aflejringer, som består af et tyndt sandlag, der enten er aflejret direkte på den prækvartære overflade eller på finkornede diluviale sedimenter. Nord for Tastum sø optræder igen store mængder ler. Således er der mellem Brårup og Dommerby observeret smeltevandsler fra terræn til kalkoverfladen i omkring kote -110 m /1/. Videre mod øst til Højslev Stby optræder en ret uensartet fordeling af sandede og lerede/siltede aflejringer, medens der nordpå og ud under Skive Fjord udelukkende observeres lerede aflejringer. På den østlige side af Højslev

Stby og mod randen af fokusområdet ses en del tykke sandlag med mindre indslag af smeltevandsler eller moræneler.

3.4 Hydrostratigrafisk model

De vandførende lag og beskyttende dæklag er vurderet i en hydrostratigrafisk model, som er sat op for området i forbindelse med vurderingen af indvindingsforholdene omkring Tastum Plantage /11/. Generelt er vandindvindingsinteresserne i fokusområdet primært knyttet til de kvartære aflejringer. Specielt i de nordlige dele, hvor de underliggende aflejringer består af lerede paleogene sedimenter. Områderne med neogene kvarts- og glimmersandsaflejringer samt de oppressede partier med karbonataflejringer mod sydøst udgør sammen med de dybest liggende kvartære, grovkornede sedimenter områdets dybeste magasiner /1/.

Adskillelsen mellem områdets nedre og øvre magasiner udgøres ofte af tykke forekomster af især smeltevandsler, men også af moræneler, som i områdets centrale og sydøstlige del. Fordelingen af de lerede og siltede aflejringer er dog meget kompleks, og der ses ofte store variationer i tykkelse og aflejringsmiljøer inden for relativ korte afstande.

3.4.1 Grundvandsmagasinerne udstrækning og dæklag

Overordnet kan grundvandsressourcerne inddeles i 3 magasiner:

Øvre magasin: Består af kvartære sandlag.

Mellemste magasin: Består af kvartære sandlag.

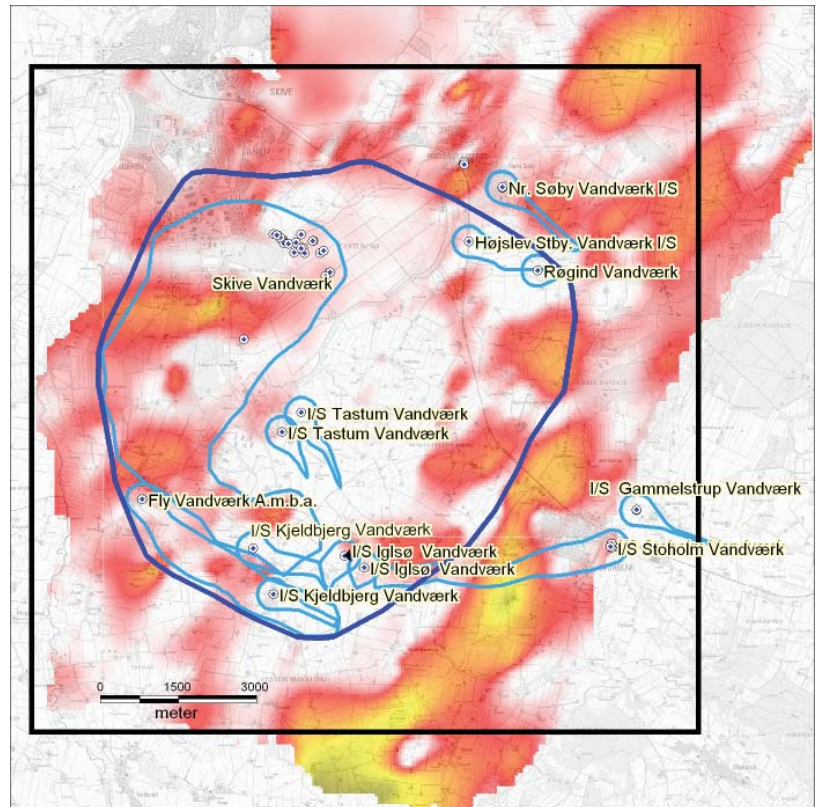
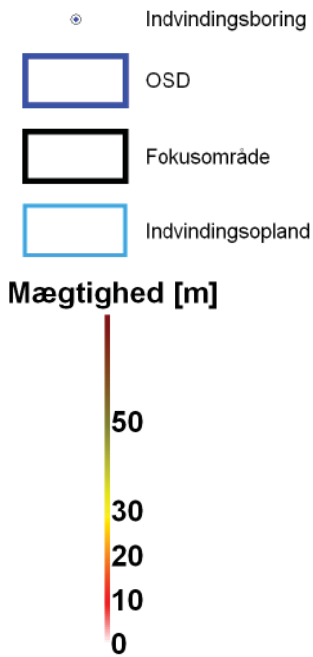
Nedre magasin: Består af kvartære og neogene sandlag og kalk.

Udbredelsen og tykkelsen af det øverste magasin ses på Figur 3.9. Det øverste magasin er dårligt beskyttet og ofte ikke vandførende. Det har derfor ikke nogen særlig stor indvindingsmæssig interesse. Imellem det øverste sandmagasin og det mellemste sandmagasin findes et lerlag, som hovedsagelig består af smeltevandsler og i den sydlige del af området også af moræneler. Udbredelsen og tykkelsen ses i Figur 3.10. Lertykkelsen er stor i den centrale del af fokusområdet. Leret er meget tyndt eller helt fraværende omkring Skive Vands kildeplads, i oplandet til Fly Vandværk, Højslev Stby Vandværk og i den centrale og vestlige del af Stoholm Vandværks opland.

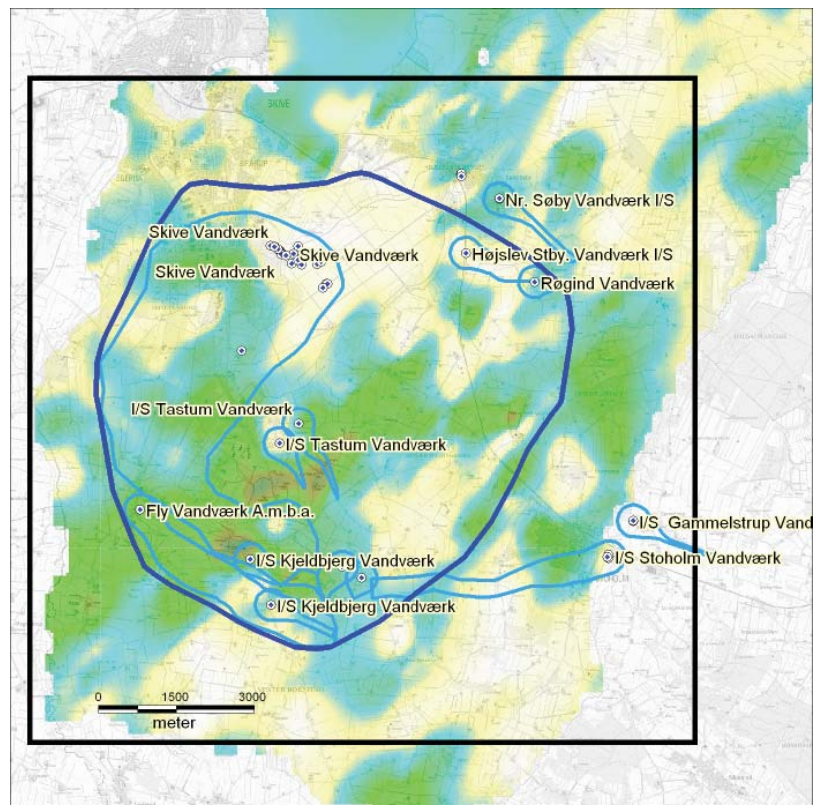
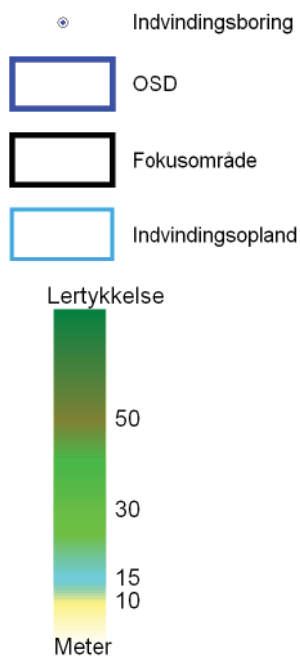
Det mellemste magasin består ligesom det øverste af kvartære sandmagasiner. Udbredelsen og tykkelsen af magasinet ses i Figur 3.11. Det mellemste og det nederste magasin er adskilt af et lerlag, som hovedsageligt består af smeltevandsler. Lerlaget er udbredt i det meste af fokusområdet, Figur 3.12. Undtagelser herfra er den østligste del af Skive Vand's kildeplads, i oplandet til Fly Vandværk og Stoholm Vandværk. I disse områder er det mellemste og det nederste magasin sammenfaldende.

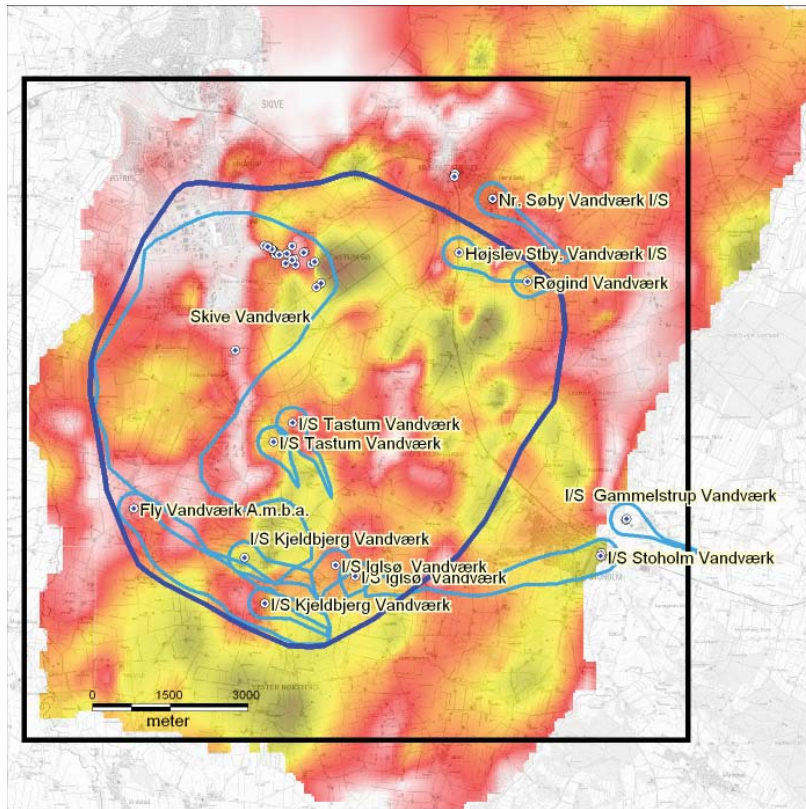
Det nedre magasin er udbredt i hele området og består af flere forskellige aflejringer, både dybtliggende kvartære aflejringer i de dybe dale og underliggende sandede eller kalk- og kridtholdige lag, som har hydraulisk kontakt. Dette lag udgør et vigtigt indvindingsmagasin i området på grund af dets generelt gode beskyttelse og vandførende evne.

Figur 3.9. Tykkelse af det øverste grundvandsmagasin.

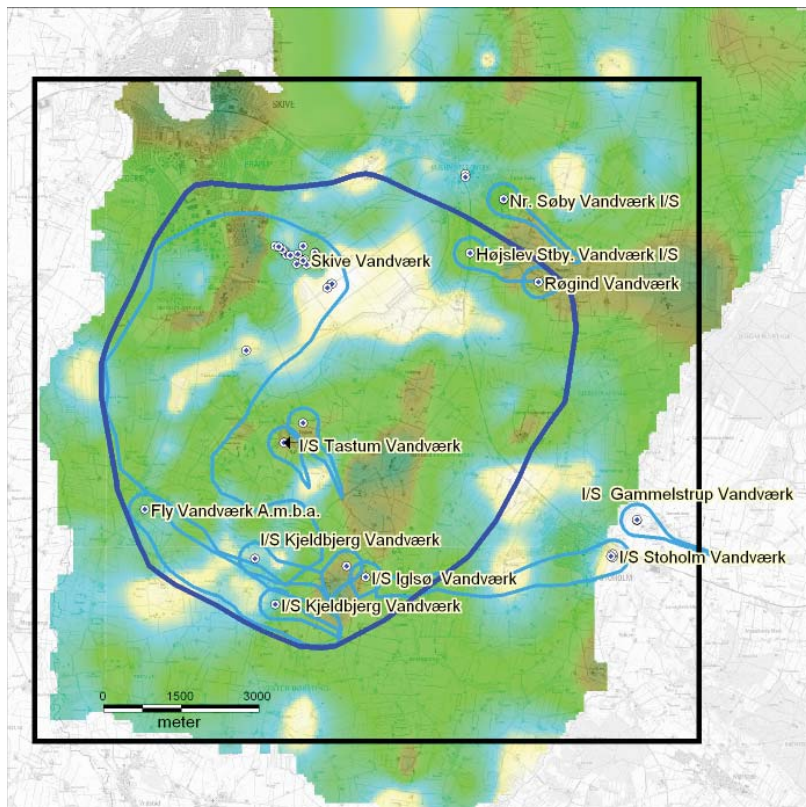
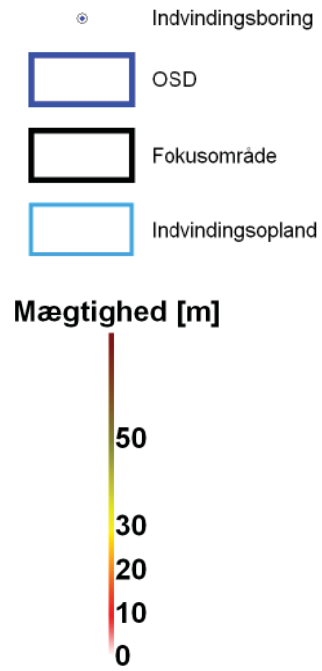


Figur 3.10. Lertykkelse over det mellemste grundvandsmagasin.

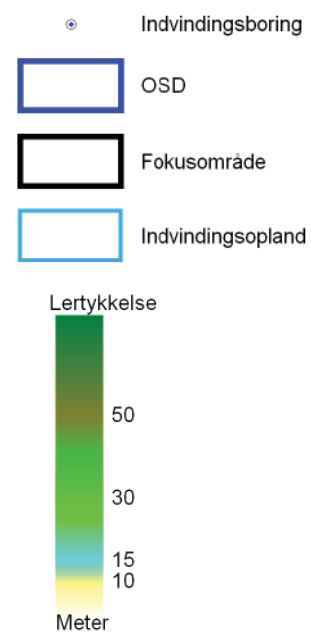




Figur 3.11. Udbredelse af det mellemste grundvandsmagasin.



Figur 3.12. Udbredelse og tykkelse af lerlag mellem det mellemste grundvandsmagasin og det nedre grundvandsmagasin.



3.5 Hydrologiske forhold

3.5.1 Vandbalance

Vandbalancen for OSD er afbildet på Figur 3.13. For grundvandssystemet skelnes mellem det øvre henholdsvis det mellemste og nederste magasin. Denne opdeling er anvendt i henhold til den valgte opgørelse af den udnyttelige grundvandsressource og udnyttelsesgrad.

Den årlige infiltration fra rodzonen er 431 mm, hvoraf 367 mm strømmer af i dræn, 10 mm udstrømmer til vandløb som direkte lækage, mens 25 mm strømmer af horisontalt i det øverste magasin. Den resterende mængde på 29 mm tilgår det mellemste magasin som netto dyb grundvandsdannelse. Brutto grundvandsdannelsen til det mellemste magasin er 223 mm. Fra de dybe magasiner oppumpes 36 mm som dels kommer fra det øvre magasin (29 mm) og som horisontal indstrømning (7 mm).

I opgørelsen af den udnyttelige grundvandsressource for OSD, er der taget udgangspunkt i den metodik, som GEUS har anvendt i opgørelsen af

den nationale grundvandsvandressource. Der ved sikres et grundlag som er sammenligneligt med resten af Danmark. Følgende ressource-indikator anvendes: Indikator 2: "Udnyttelig ressource vurderet ud fra nuværende dyb grundvandsdannelse", jf. /26/. Det kan med rimelighed antages, at brutto grundvandsdannelsen til det mellemste magasin i OSD kan betragtes som den dybe grundvandsdannelse. Dermed kan den udnyttelige ressource ved Indikator 2 beskrives ved følgende formel, jf. /26/:

Indikator 2:

$$0,30 \times GVD \times A_{\text{nedadrettet } Q_z} / A_{\text{tot}}$$

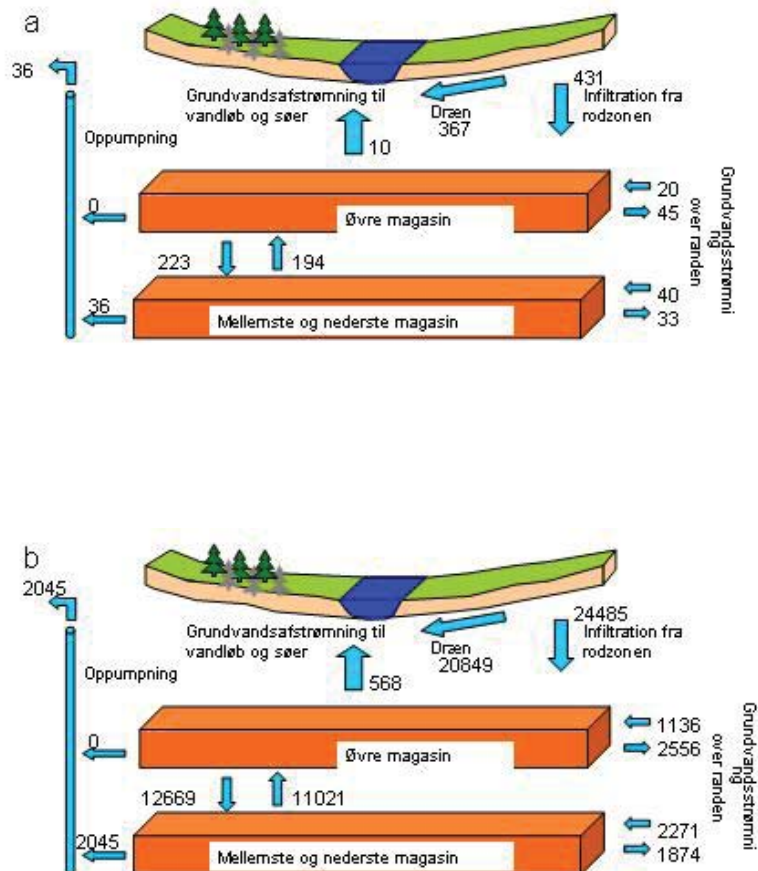
hvor:

0,30 × GVD: er den af GEUS vurderede kvalitetsmæssige bæredygtige ressource,

A_{nedadrettet Q_z}: er arealet af området forbundet med nedadrettet gradient og

A_{tot}: er det totale areal af OSD.

Figur 3.13. Vandbalance for OSD: a: mm/år; b: 1000 m³/år.



GVD [mm/år]	0,30 × GVD [mm/år]	Anedadrettet Qz [km ²]	A _{tot} [km ²]	Indikator 2 [mm/år]	Oppumpning [mm/år]	Udnyttelsesgrad [%]
223	67	40	57	47	36	76

Tabel 3.1: Udnyttelig grundvandsressource og udnyttelsesgrad i henhold til Indikator 2, jf. /26/.

I Tabel 3.1 er den udnyttelige ressource opgjort sammen med udnyttelsesgraden på baggrund af indikator 2. Udnyttelsesgraden er beregnet som forholdet mellem oppumpning og udnyttelig ressource.

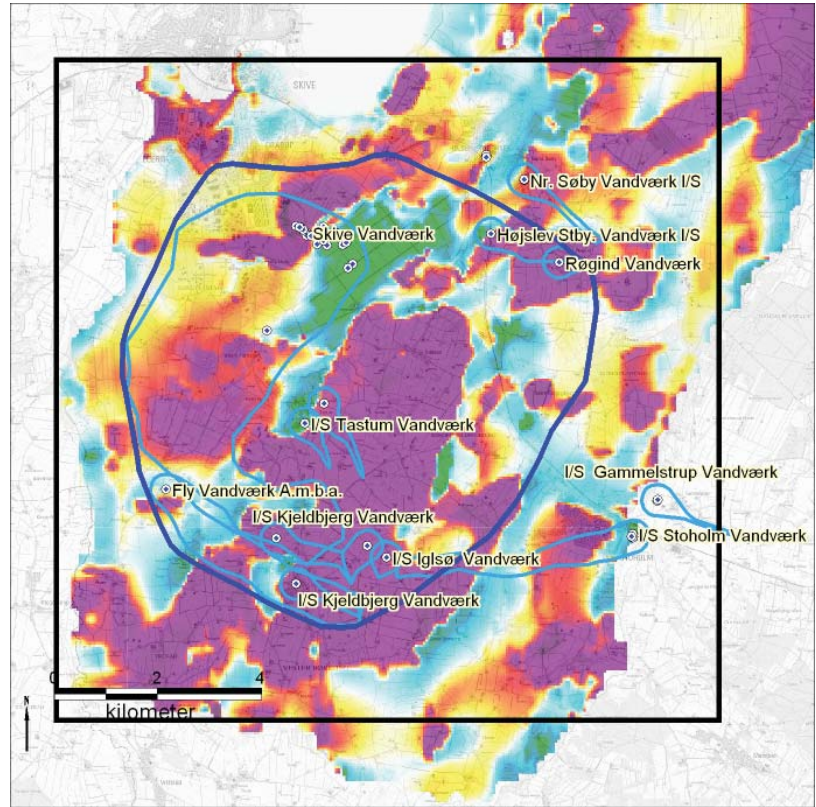
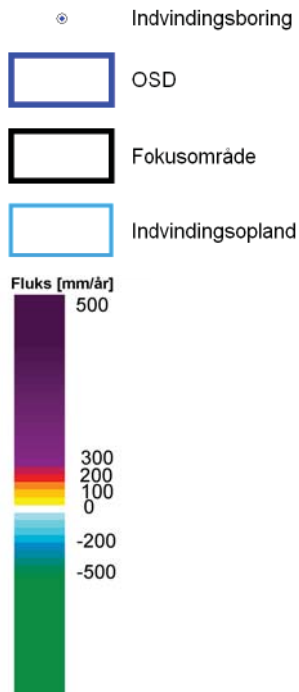
I henhold til Indikator 2 er udnyttelsesgraden 76 %, jf. Tabel 3.1, hvilket er i den næst-laveste kategori på landsplan, jf. Tabel 3.2 i /26/. Det vurderes endvidere, at det anvendte mål for ”kvalitetsmæssig bæredygtig ressource” på ca. 1/3 af den dybe grundvandsdannelse er et konservativt estimat for OSD, hvilket blot understreger den forholdsvis lille udnyttelsesgrad af ressourcen. Betragtes al dyb grundvandsdannelse som ”kvalitetsmæssig bæredygtig ressource” er udnyttelsesgraden blot 23 % i henhold til Indikator 2.

Den distribuerede grundvandsdannelse til det mellemste magasin er vist på Figur 3.14. Grundvandsdannelsen er relativt høj i store dele af området, over 300 mm/år. I nogle områder er grundvandsdannelsen negativ, hvilket betyder, at vandet siver opad. Det sker f.eks. omkring den tørlagte Tastum Sø, i et sydvest-nordøst gående strøg igennem oplandet til Stoholm Vandværk og omkring Fly Vandværk.

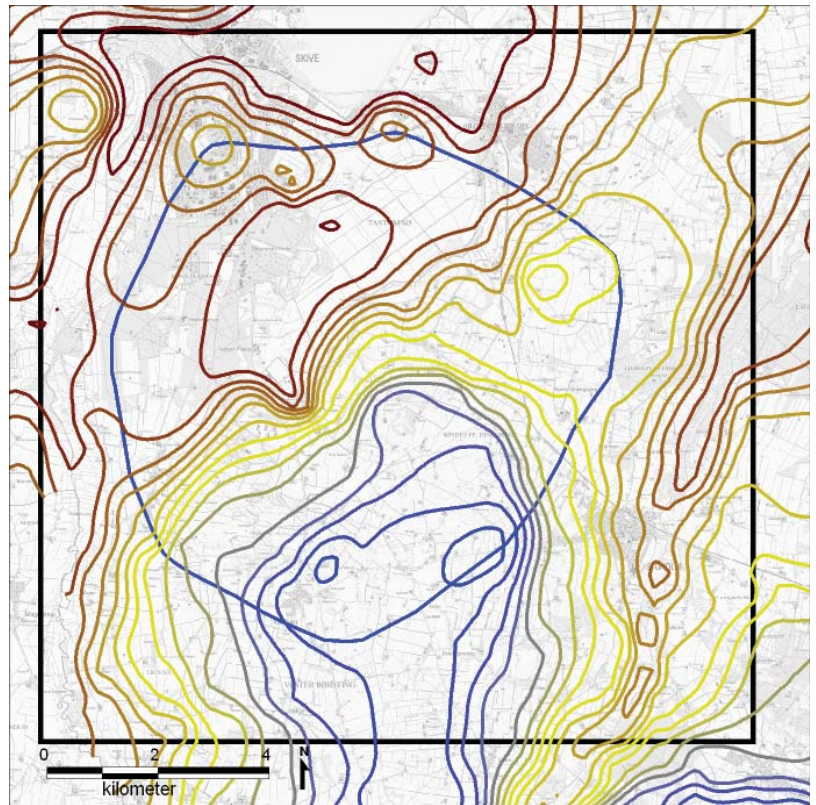
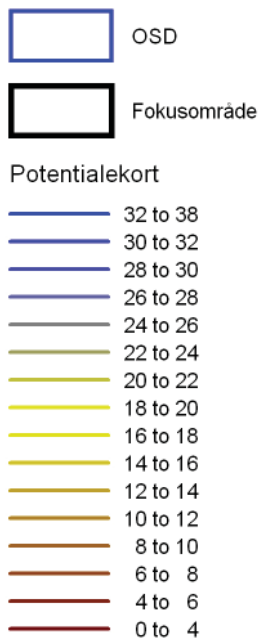
3.5.2 Potentialeforhold og indvindingsoplande

Der er i 2005 udarbejdet et opdateret potentialekort over det mellemste magasin /7/, Figur 3.15. I flere dele af området er der hydraulisk kontakt mellem det mellemste og det nederste magasin. Potentialekortet repræsenterer derfor også det nederste magasin. Potentialet er et udtryk for vandtrykket i jordlagene. Potentialekortet viser, at grundvandet løber fra den sydlige del af fokusområdet op til et område syd for Skive, som omfatter den tørlagte Tastum Sø. Det stemmer fint overens med at der er opadrettet strømning omkring Tastum Sø, Figur 3.15.

Figur 3.14. Grundvandsdannelselse til det mellemste magasin.



Figur 3.15. Potentialekort over det mellemste grundvandsmagasin.



3.6 Grundvandskemi

Dette afsnit beskriver de grundvandskemiske forhold i fokusområdet. De grundvandskemiske forhold ved hvert vandværk uddybes i kapitel 5.

3.6.1 Datagrundlag

Der er indhentet data fra Jupiter d. 23/10 2009. Det er herved konstateret, at der i fokusområdet findes 138 indtag med tilhørende vandanalyse. Områdets afgrænsning ses i Figur 3.16, som ligeledes viser alderen af analyser i det anvendte dataudtræk.

Af Figur 3.16 ses det, at de seneste analyser (yngre end 5 år) hovedsageligt tilhører vandværker og Grumo-boringer. 44% af analyserne er mindre end 10 år gamle, og der ses områder, hvor analyserne vurderes forældede. Da der er konstateret en udvikling i vandkvaliteten mange steder i området vurderes analyser ældre end 20 år, at være forældede. De ældste analyser (30 år og ældre) findes dog især udenfor OSD og indvindingsoplande.

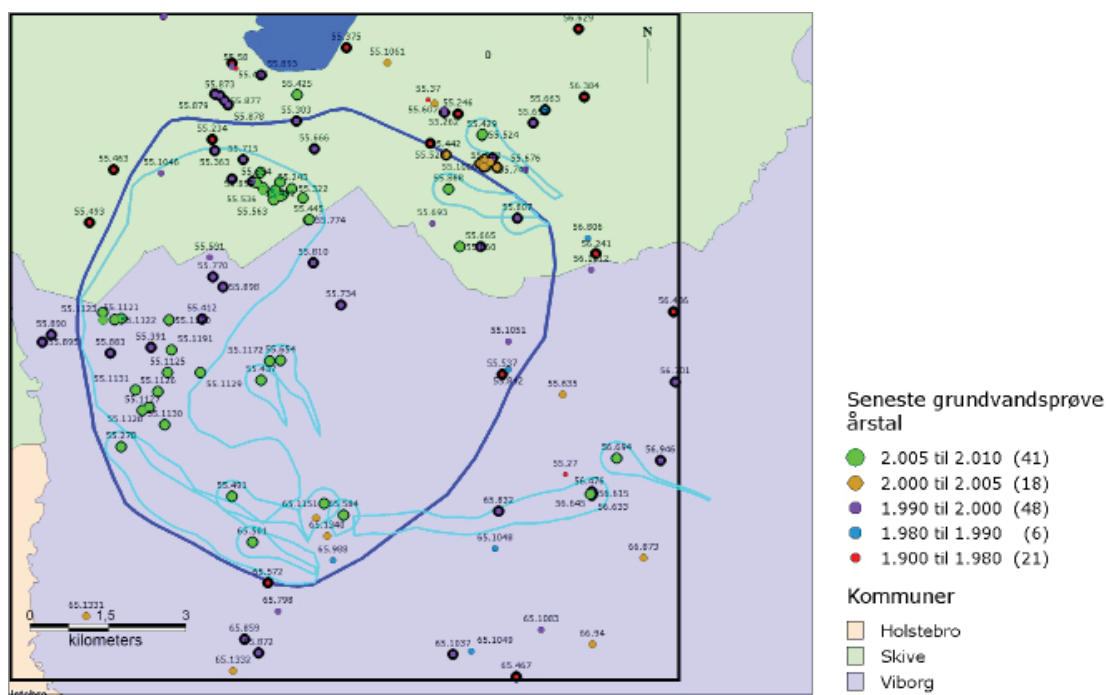
Beskrivelsen af de grundvandskemiske forhold i denne dokumentationsrapport tager udgangspunkt i de stoffer, der er afgørende for vurderingen af et grundvandsmagasins sårbarhed, dvs. de redoxfølsomme stoffer nitrat og sulfat. Endvidere beskrives de stoffer som udover nitrat generelt kan udgøre et problem for drikkevandskvaliteten i området. Det drejer sig om aggres-

siv kuldioxid, klorid, arsen og miljøfremmede stoffer.

3.6.2 Vandtype

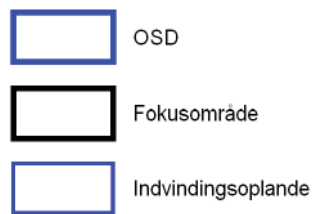
På Figur 3.17 er vist vandtyper for analyser yngre end 20 år. De plottede vandtyper er (ved punktstørrelse) opdelt i 3 dybder adskilt ved, 10 m, 10-30 m og 30 m. Adskillelsen ved 30 m er valgt, idet vandtype D ses hyppigt dybere end 30 m u.t.

Af Figur 3.17 ses det, at de nitratsårbare vandtyper A og B især ses i de korte boringer. Dog ses vandtype B sydligt i området også i de dybere boringer. Vestligt i OSD ses der flere boringer med vandtype A, lidt dybere vandtype C og dybere endnu vandtype C og D. I dette område kan man estimere dybden til nitratfronten til mellem 10 og 30 m.



Figur 3.16. Oversigt over boringer i området med analyser vist tematiseret efter alder.

Figur 3.17. Oversigt over vandtyper relateret til dybde til filtertop.



Vandtyper
Filtertop <10 m u.t.

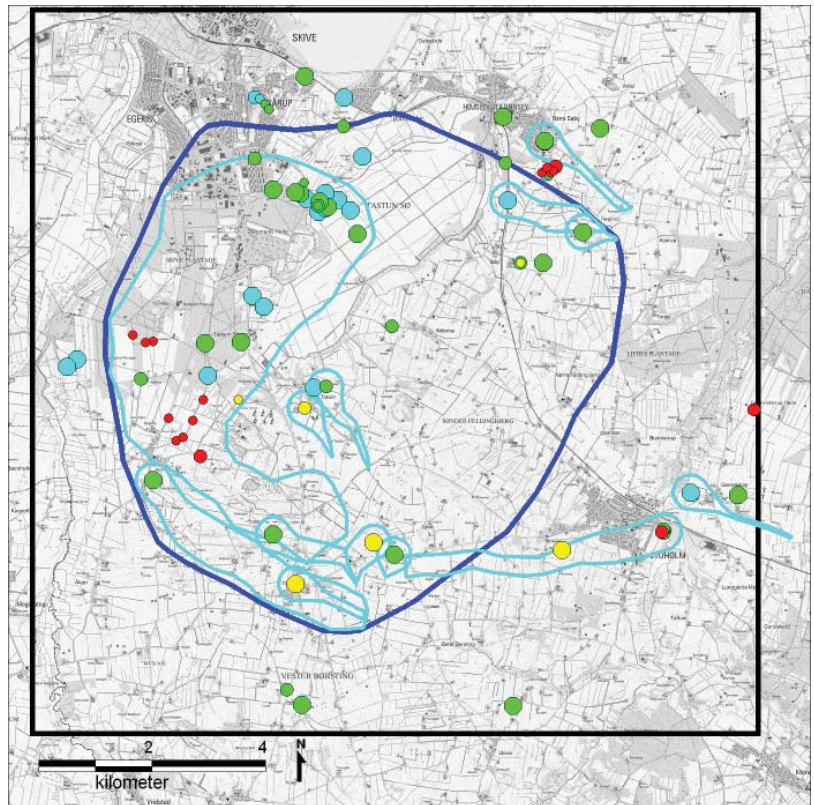
- A
- B
- C
- D

Filtertop >10 og <30

- A
- B
- C
- D

Filtertop >30 m u.t.

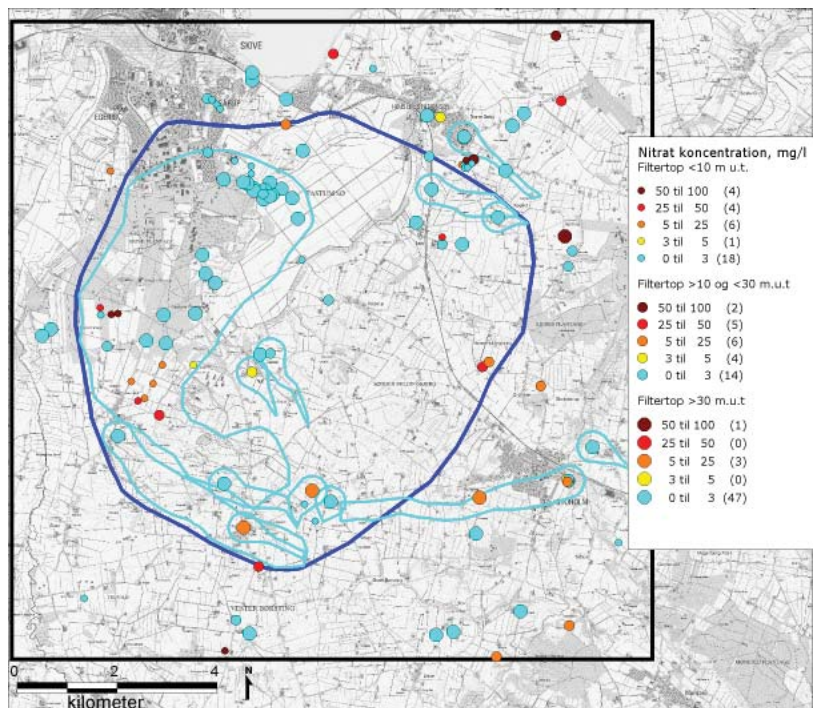
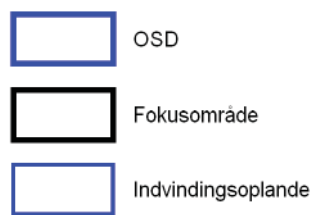
- B
- C
- D



3.6.3 Nitrat

Der er ikke alvorlige problemer med nitrat i de eksisterende indvindinger, se Figur 3.18. I oplandet til Skive Vand ses dog relativt høje indhold (>25 mg/l) af nitrat. I enkelte af de mindre oplande til Kjeldbjerg, Iglø, Stoholm og Tastum vandværker ses der forhøjet indhold af nitrat.

Figur 3.18. Tematisering af nitratkoncentrationer.

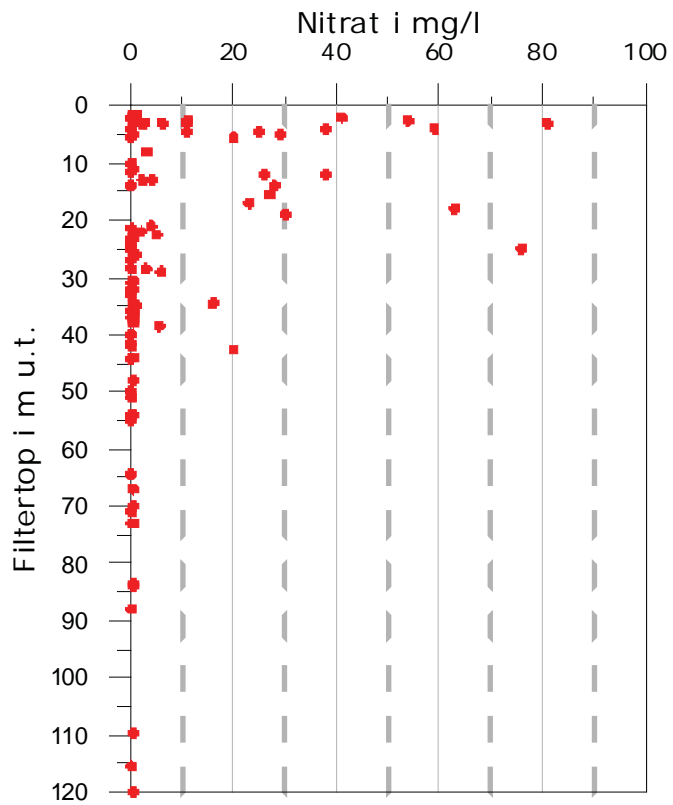


Den maksimale dybde til nitratfronten for området som helhed kan vurderes fra nitrat - dybde plottet vist i Figur 3.19. Heraf ses det, at nitrat under detektionsgrænsen findes i hele dybdeintervallet fra 0 -120 m u.t. Nitrat over detektionsgrænsen er konstateret ned til ca. 45 m u.t., og over grænseværdien ned til ca. 25 m u.t. Disse omtrentlige dybder vil naturligt variere i forhold til det hydrogeologiske og sedimentkemiske miljø.

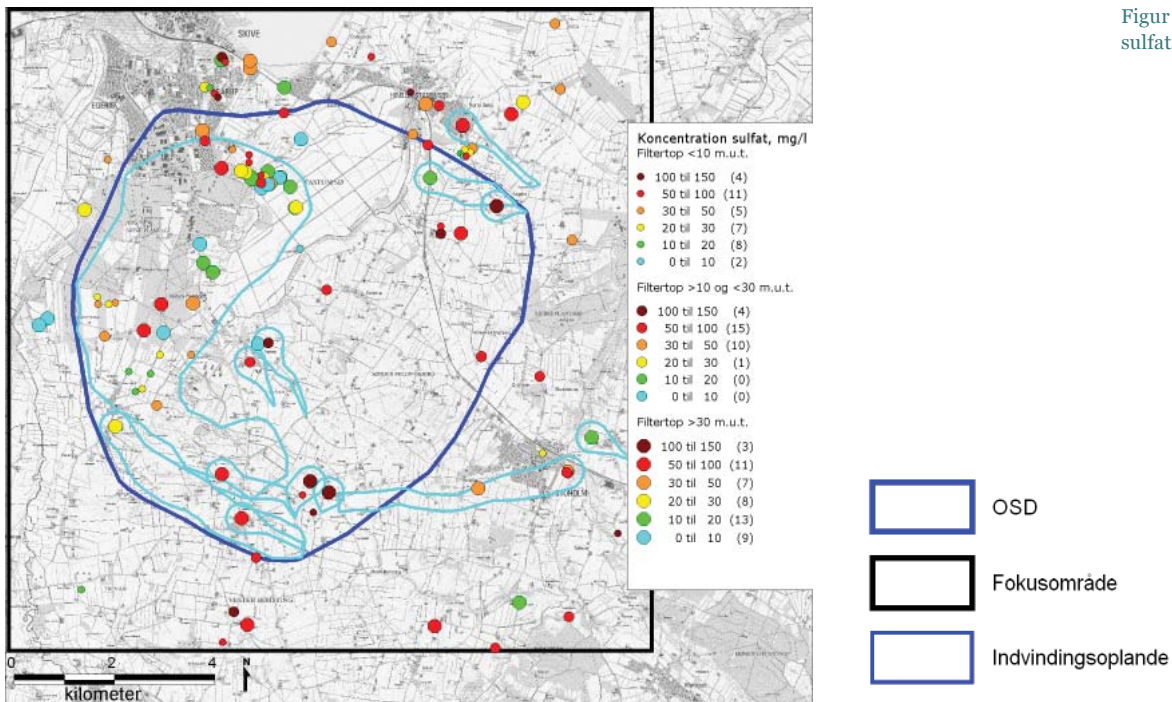
3.6.4 Sulfat

Sulfatindholdet er vigtigt til vurdering af et magasinets sårbarhed i forhold til især nitrat, men også pesticider. Et forhøjet sulfatindhold kan stamme fra oxidation af pyrit med ilt eller nitrat fra det vand, der nedsiver til magasinet.

I Figur 3.20 ses et temakort for sulfatkoncentrationer i området, som giver et overblik over den arealmæssige fordeling. Der ses analyser med høje sulfatkoncentrationer (> 50 mg/l) jævnt fordelt og i samme områder, som boreringer med lavere indhold. De meget høje værdier, der ses for sulfat, kan skyldes en uhensigtsmæssig stor sænkning af vandspejlet som resultat af indvinding. Der ses på flere af kildepladserne meget høje sulfatindhold.



Figur 3.19. Nitratindhold vist mod dybden til filtertop.



Figur 3.20. Tematisering af sulfatanalyser.

Grænsen mellem vandtype C og D er vurderet at ligge ved sulfat på ca. 20 mg/l. Dette er vurderet ved at sammenholde sulfat med bl.a. forvitningsgraden fra samme analyser. Desuden ser de korte borer (med ungt vand uden påvirkning fra pyrit) ud til naturligt at indeholde ca. 20 mg/l. Baggrundsværdien kan dog variere lidt med dybden, idet sulfat tidligere kunne have et højere naturligt indhold. Vandtype D begynder at forekomme hyppigt dybere end 30 m u.t. Vandtype C forekommer helt ned til 115 m u.t. Der ses altså betydelige forskelle indenfor det kortlagte område. Figur 3.21 viser hvordan borerne i området fordeler sig mellem vandtyper.

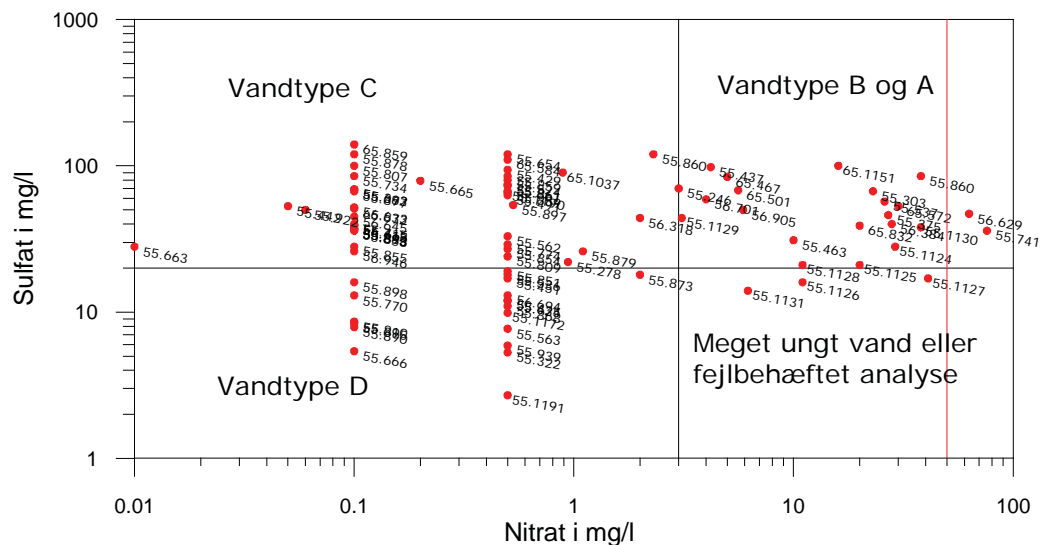
Boringerne, der ligger inden for området lav sulfat og høj nitrat, i feltet "Meget ungt vand eller fejlbehæftet analyse" er analyser fra korte Grumo-boringer, som er under 6 meter dybe. Sulfatindholdet er lavt i det vand der nedsiver, og der er ikke pyritoxideringskapacitet tilbage i boringernes opland.

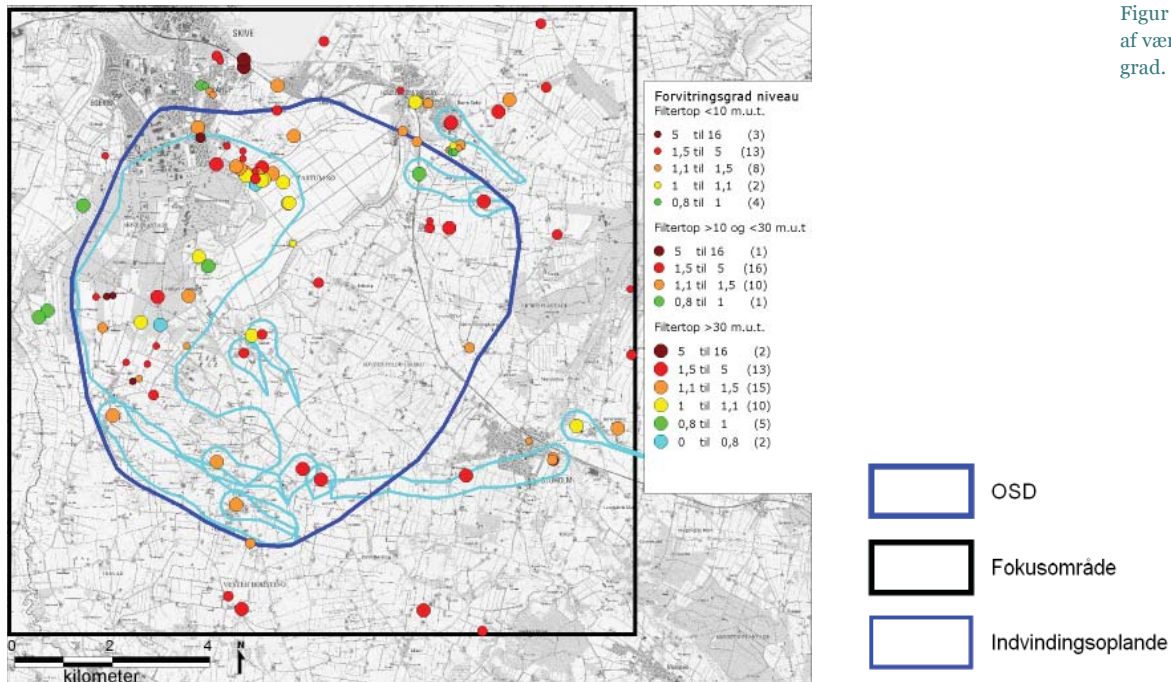
3.6.5 Forvitningsgrad

Forvitningsgraden fortæller, om der er foregået vigtige redox reaktioner såsom pyritoxidation og nitrifikation. Den udregnes som forholdet mellem summen af calcium og magnesium i tælleren og bicarbonat i nævneren. Værdier fra 1,0 til 1,3 er typiske, mens højere værdier kan indikere pyritoxidation. Når forvitningsgraden overstiger 1 fortæller vandprøven, at der er tilsat syre fra anden kilde end CO₂. Den ekstra syre stammer fra oxidation af pyrit og gødskning med ammoniak.

I området ses rigtig mange borer med forhøjet eller let forhøjet forvitningsgrad, hvilket er tegn på en udbredt påvirkning af grundvandet fra overfladen, Figur 3.22. Der ses ikke nogen sammenhængende områder med lave forvitningsgrader. De lave værdier ses som de blå og grønne punkter spredt i området, og der ses kun få indenfor OSD. De røde (og bordeaux) punkter viser borer med meget stor påvirkning fra overfladen. Meget høje forvitningsgrader kan være ledsaget af højt indhold af aggressiv kuldi-oxid, som kan give problemer for vandværkerne.

Figur 3.21. Sulfat vist mod nitrat.





Figur 3.22. Tematisering af værdien for forvittringsgrad.

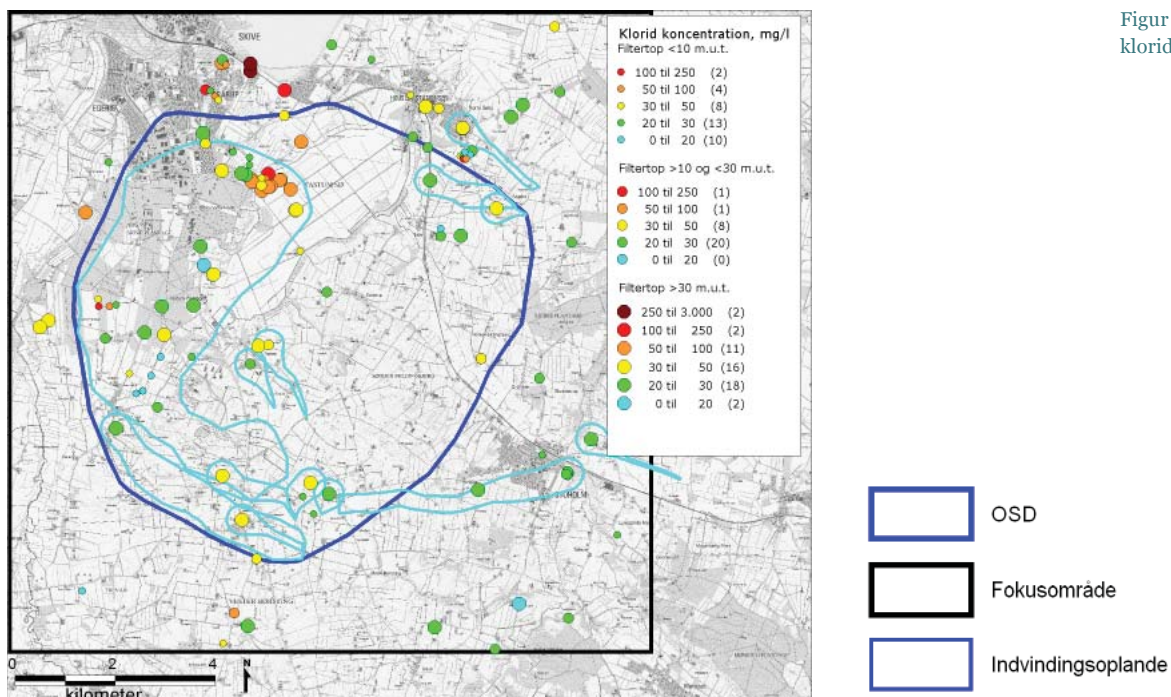
3.6.6 Klorid

Der ses forhøjede kloridindhold i flere boringer ved Tastum Sø, ved Skive Fjord og i enkelte øvrige boringer i området, Figur 3.23. Boringerne ved Tastum Sø er formodentlig påvirket af gammelt havvand.

De højeste kloridindhold ligger udenfor OSD. Der er høje kloridværdier nordøst for OSD, hvilket skyldes Lossepladsen ved Nr. Søby. Bl.a. ses klorid på 368 mg/l i boring DGU nr. 55.1007.

Tidsserierne er gennemgået for at se, om der er en uheldig udvikling i kloridindholdet i nogle af boringerne i området. Der er konstateret stigende indhold af klorid i boringerne vist i Tabel 3.2.

Ingen af de observerede stigninger i klorid giver anledning til bekymring for den nuværende indvinding. Boring 55.425 havde en uheldig udvikling formodentlig med påvirkning fra kysten, men dette vandværk er ikke aktivt længere og indgår ikke i OSD.



Figur 3.23. Tematisering af kloridkoncentrationer.

Tabel 3.2 Boringer med stigende kloridindhold. Boringer, hvor der er forhøjet kloridindhold på grund af saltholdigt vand i de geologiske aflejringer eller fordi der trækkes vand ind fra kysten betegnes hhv. residualt og kyst.

DGU nr.	Filter m.u.t.	Lokalitet	OSD	Niveau mg/l	Periode år	Overflade/residualt/kyst
55.322	37,5-45,5	Skive Vand	Ja	39-79	64-08	Residualt
55.425	70-77	Højslev Dommerby Vandværk	Nej	60-110	70-07	Residualt/kyst
55.634	44-58	Skive Vand	Ja	36-55	78-07	Residualt
55.861_1	11-13	GRUMO	Ja	23-36	90-07	Overflade
55.861_2	3-6	GRUMO	Ja	21-39	90-07	Overflade
55.1123	3 - 5	GRUMO	Ja	100-160	05-09	Overflade

Klorid aftager i enkelte boringer. Skive Vands boring DGU nr. 55.854 aftager fra 160 til 20 mg/l fra 1990-2007 med markant fald i 1997. I overvågningsboring DGU nr. 55.859 aftager klorid fra ca. 60 til 30 mg/l fra 1990-2009 med markant fald i 1994-1995. Faldet skyldes formentlig ændret indvindingsstrategi.

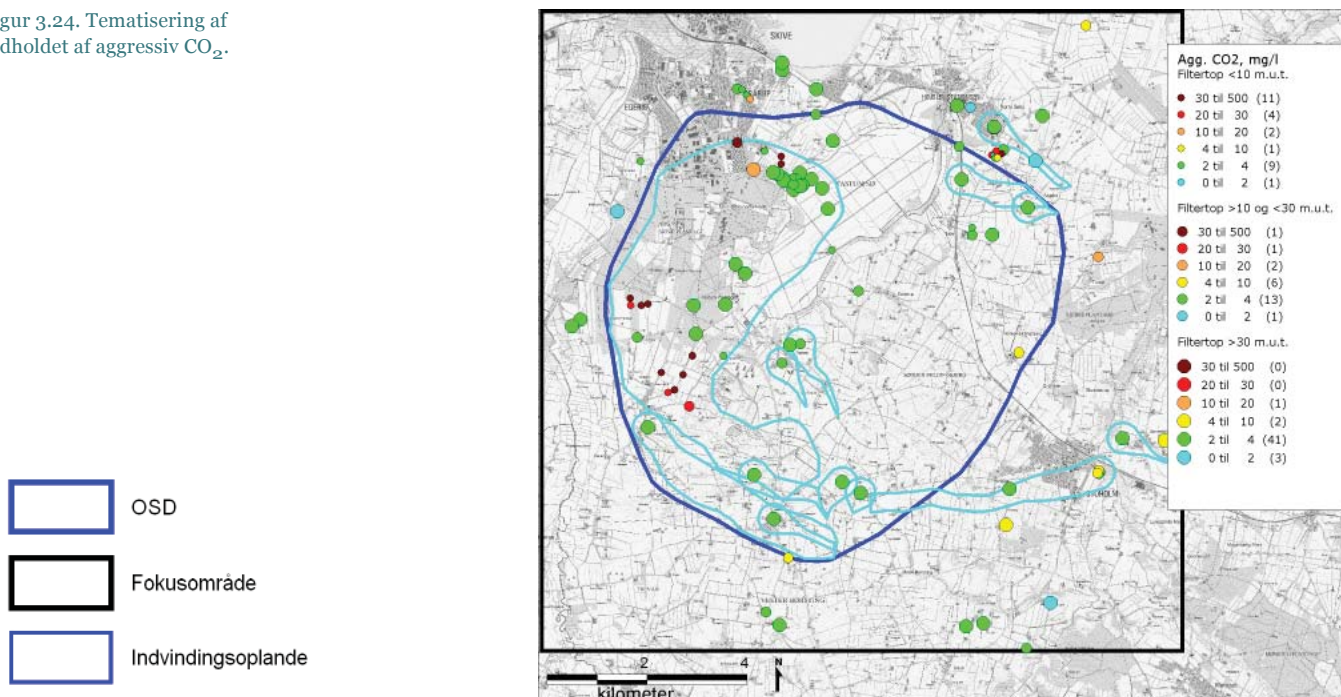
3.6.7 Forsuring

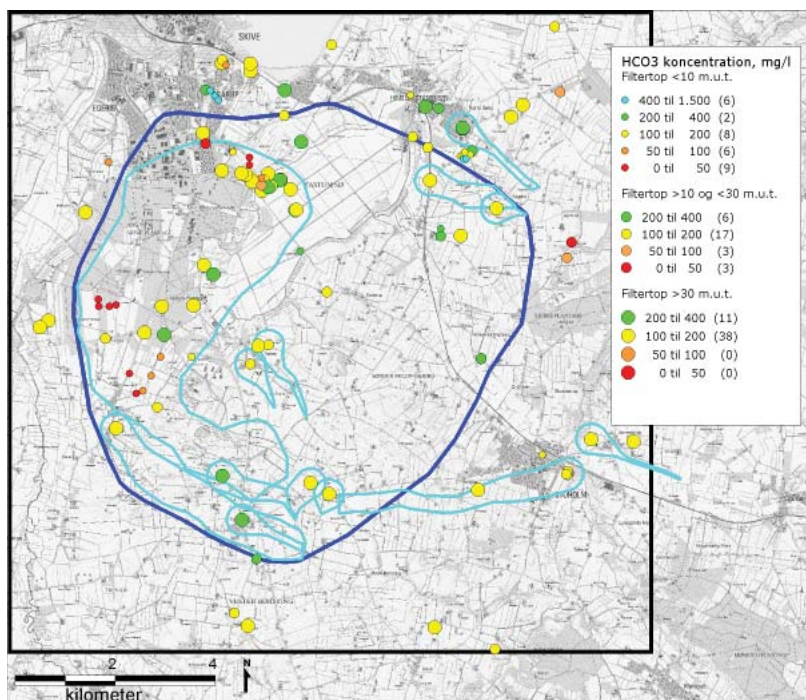
Forsuring ses især i boringer i områder, hvor kalken er udvasket og/eller ikke aflejret i så høj grad.

Manglen på bufferkapacitet fra kalk i jordlagene kan medføre problemer med aggressiv kuldioxid og stoffer frigivet fra primærminerale som forvitres i fraværet af kalk til pH-bufning. Der er i området 9 boringer med for højt indhold af kalium, hvilket kan skyldes forvitring. I et enkelt tilfælde er det en lossepladsboring.

Forsuringen viser sig ved indhold af aggressiv kuldioxid og lavt bikarbonatindhold som igen giver de meget høje forvitningsgrader. Derfor er disse to parametre vist i Figur 3.24 og Figur 3.25.

Figur 3.24. Tematisering af indholdet af aggressiv CO₂.





Figur 3.25. Tematisering af indholdet af bikarbonat.

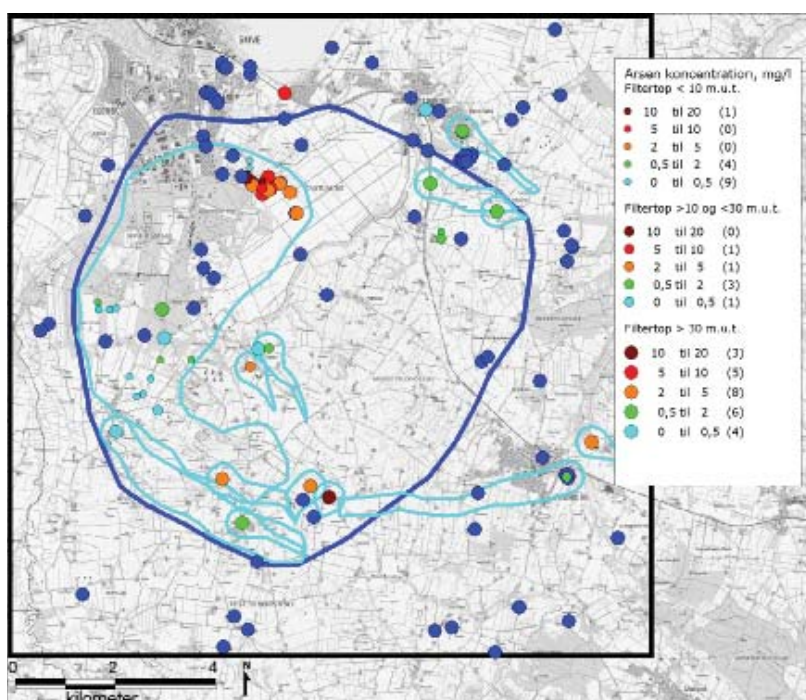
Indholdet af aggressiv CO₂ er højst i de boringer, hvor indholdet af bikarbonat er lavt og forvitningsgraden er meget høj. Dette stemmer med, at forsureningen er fremskredet. Forureningen er især fremskredet i korte boringer. Der ser ikke ud til at være problemer i forbindelse med vandværksboringerne.

indvindingsboringer, Figur 3.26. Det er interessant at finde årsagen til høje arsen koncentrationer for at kunne vurdere risikoen. Hvis der foreslås nye boringslokaliteter er det ligeledes vigtigt at undersøge, hvad der er årsagen til arsenforekomsterne, så disse eventuelt kan undgås ved fremtidig indvinding.

3.6.8 Arsen

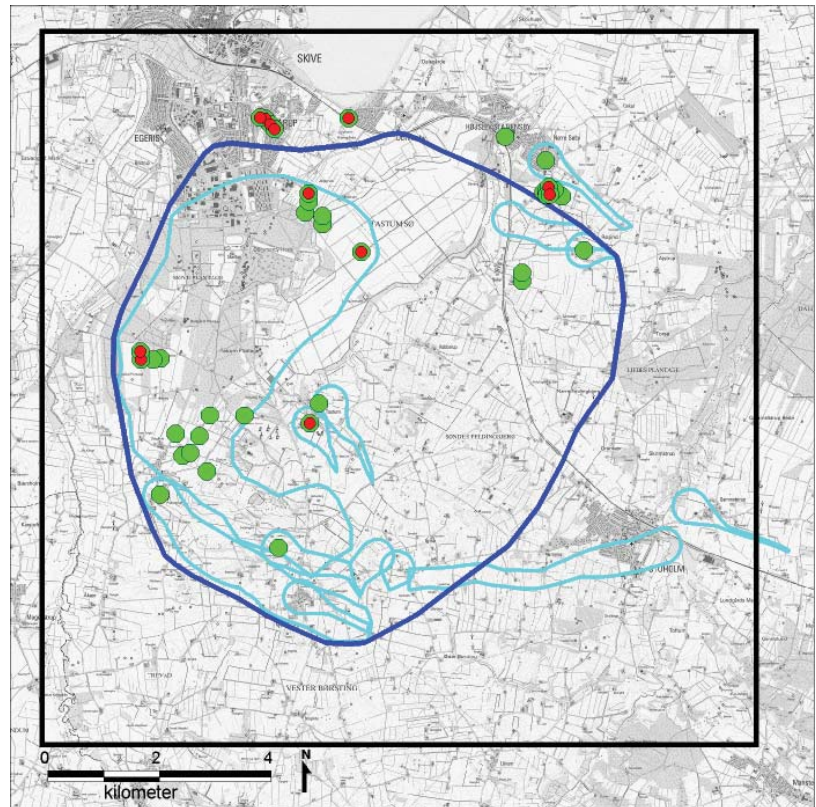
Der er i alt 10 filtre med analyser i området, som indeholder arsen > 5 µg/l og alle 10 boringer er

Arsen fælder ud sammen med jern ved iltning under vandbehandlingen. Det er derfor af stor betydning for arsenfjernelsen, om der er jern



Figur 3.26. Arsenkoncentrationer i boringer i området.

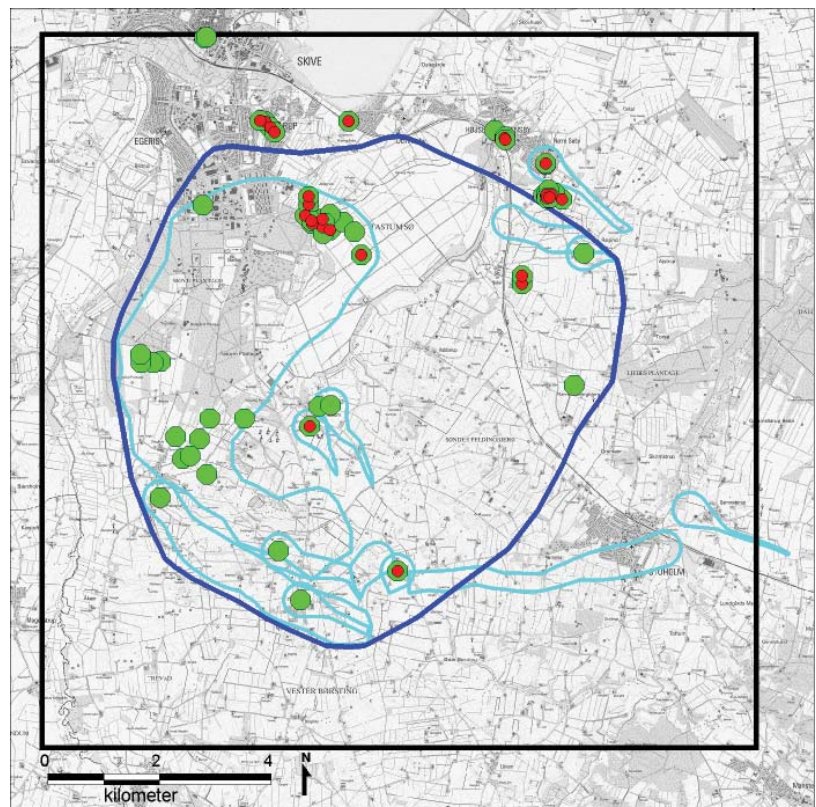
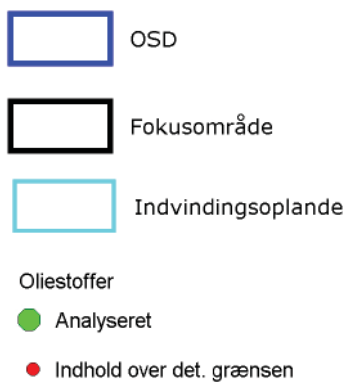
Figur 3.27. Analyser og fund af klorerede opløsningsmidler.

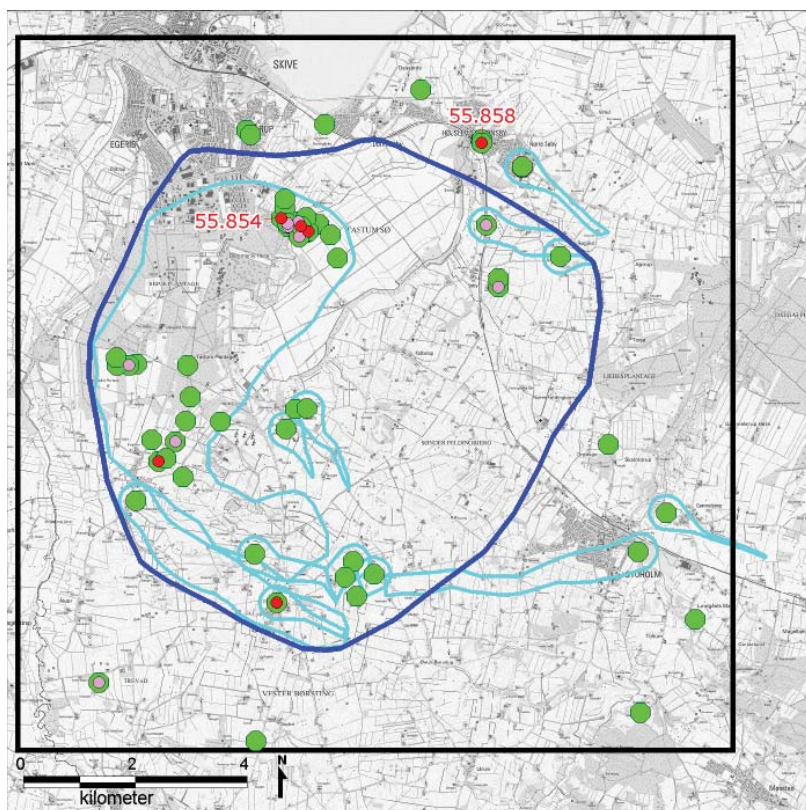


tilstede i råvandet. Der kan som resultat af lave jernkoncentrationer i borerne ved f.eks. Skive Vand se ud til, at det kan være svært at fjerne

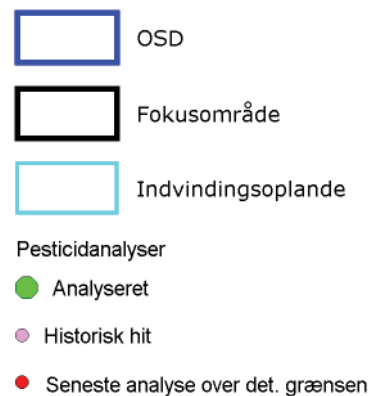
arsen i tilstrækkelig grad fra råvandet til at overholde grænseværdien.

Figur 3 28. Analyser og fund af oliestoffer.





Figur 3.29. Analyser og fund af pesticider i seneste analyse.



3.6.9 Miljøfremmede stoffer

Der er fundet klorerede opløsningsmidler, Figur 3.27, oliestoffer, Figur 3.28, og pesticider, Figur 3.29, over detektionsgrænsen i flere vandværksboringer.

Tabel 3.3 viser hvilke pesticider, der blev konstateret indhold af over detektionsgrænsen ved seneste analyse.

Mange af de fundne stoffer er enten ikke genfundne eller der er ikke analyseret igen. Skive Vandforsynings boringer er flere gange ramt af indhold af pesticider og den seneste analyse fra boring DGU nr. 55.854 indeholdt BAM over grænseværdien på 0,1 µg/l. I de korte boringer i Tastum Plantage, er der genfundet klorerede opløsningsmidler i form af kloroform.

DGU nr.	Dato	BAM	2,6-dichlorbenzoesyre	DEIA	Desethylatrazin	Dichlorprop (2,4-DP)
55.854	2009-05-12	0,12 µg/l	0,03 µg/l			
65.501	2007-05-08	0,04 µg/l			0,04 µg/l	
55.809	2008-09-03	0,03 µg/l				
55.562	2007-09-04	0,02 µg/l				
55.1127	2009-05-06			0,02 µg/l		
55.858	1998-06-02					0,43 µg/l

Tabel 3.3. Oversigt over seneste pesticidanalyser med indhold over detektionsgrænsen.

3.7 Arealanvendelse og forureningskilder

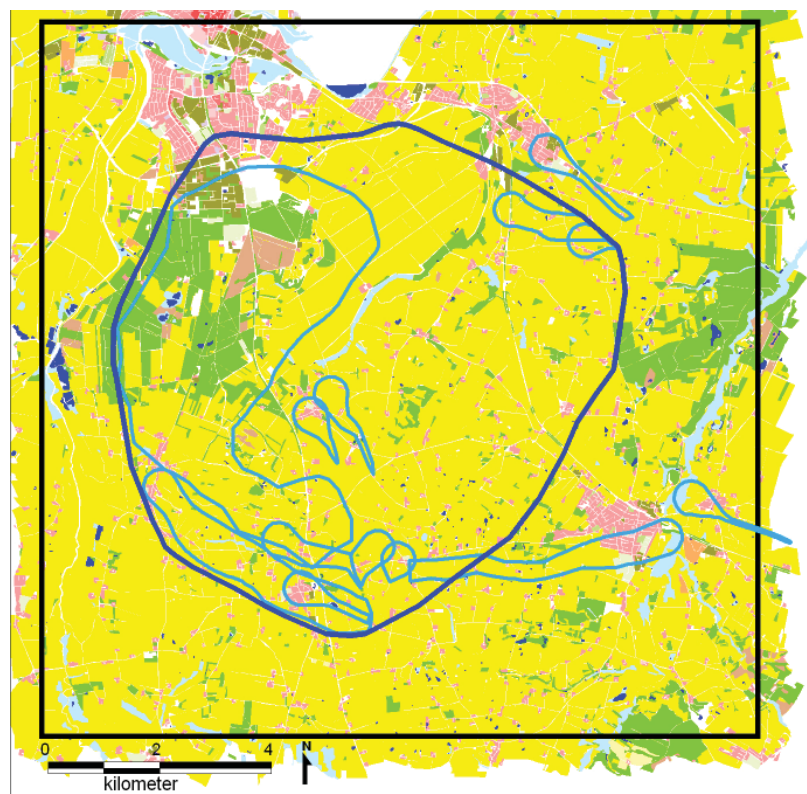
Området er præget af store landbrugsarealer, byområder og enkelte større skov- eller plantageområder, Figur 3.30.

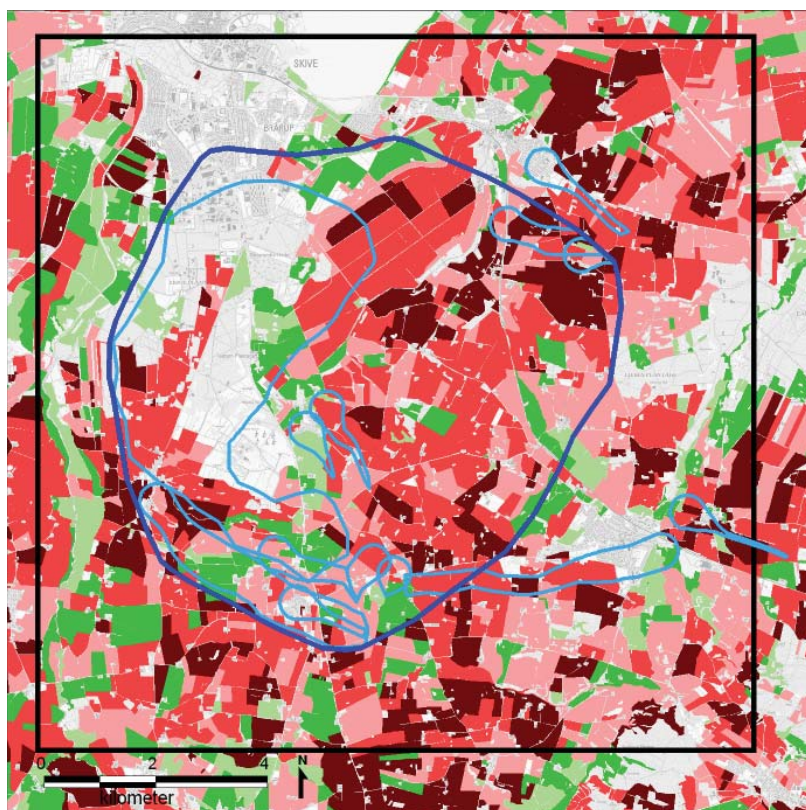
Flere indvindingsoplande ligger i bymæssig bebyggelse. Kildeløfterne i oplandene til Skive Vand, Stoholm Vandværk, Kjeldbjerg Vandværk og Nr. Søby Vandværk ligger således i bebyggede områder med risiko for punktkildeforurening.

3.7.1 Nitratbelastning

Langt den største del af arealet i fokusområdet udgøres af landbrugsarealer, og det er derfor væsentligt at vurdere nitratbelastningen overordnet. Med udgangspunkt i en vurdering af nitratudvaskningen fra landbrugsarealerne og en vurdering af grundvandsmagasinerne sårbarhed overfor belastninger fra overfladen er det muligt at udpege områder, hvor nitratbelastning

Figur 3.30. Arealanvendelsen i fokusområdet med angivelse af OSD og indvindingsoplande.





Figur 3.31. Nitratudvaskningen i mg/l opgjort på markblokniveau, 2007 data.

gen synes at udgøre et problem og mere specifikt skal vurderes.

Nitratudvaskningen i mg/l er opgjort på markblokniveau i Figur 3.31. Udvasningen er relativ høj i den sydlige del af fokusområdet og i et strøg op mod nordøst. I gennemsnit er den arealvægtede udvaskning af NO_3 fra markblokarealer på 77 mg/l.

Udvasningen er beregnet med udgangspunkt i en sammenkobling af information i det Generelle LandbrugsRegister (GLR), gødningsregnskaberne (GR) og en perkulationsberegning /18/. Det skal understreges, at resultaterne er forbundet med en vis usikkerhed, bl.a. da gødningsoplysningerne er på bedriftsniveau og sædskifter er på markblokniveau. Dertil kommer at data bygger på et enkelt år. Der kan således være skiftende belastning fra år til år, men kortet giver et indtryk af, hvor der findes områder med intensivt dyrkede landbrugsarealer, hvorfra der er stor risiko for udvaskning af nitrat. Ligeledes vil den gennemsnitlige udvaskning fra fokusområdet formentlig også være nogenlunde ens fra år til år.

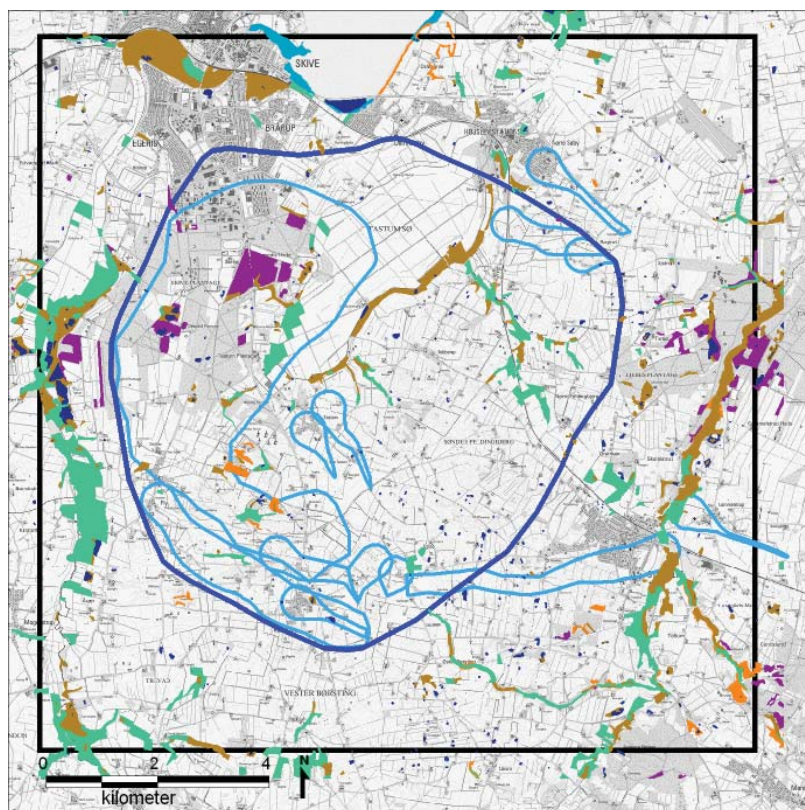
3.7.2 Anden arealanvendelse

Der er udpeget en række beskyttede naturtyper i fokusområdet. Der er primært tale om hede, eng og mose, Figur 3.32.

Omkring vandløb, moser og eng er skovrejsning uønsket, Figur 3.33. Det samme gælder området ved Tastum Sø. I den vestlige del af OSD og oplandet til Skive Vand er der udpeget skovrejsningsområde.

Figur 3.32. Beskyttede naturtyper i fokusområdet.

Beskyttet naturtype

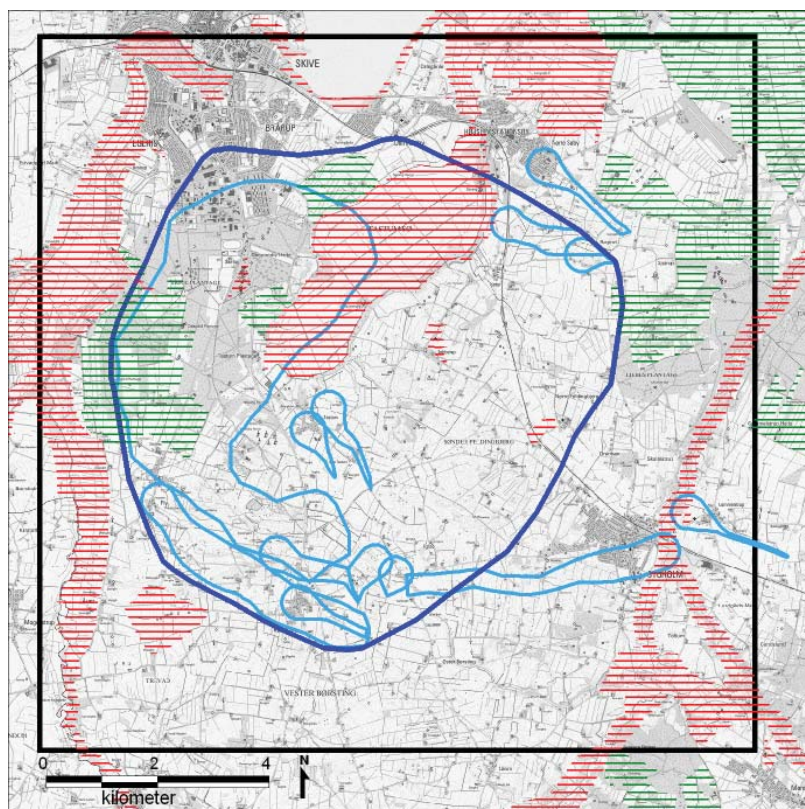


To områder med råstofinteresser berører indvindingsoplande og OSD. Det drejer sig om gravning af ler, og disse er formentlig ikke til gene for vandindvindingen, Figur 3.34.

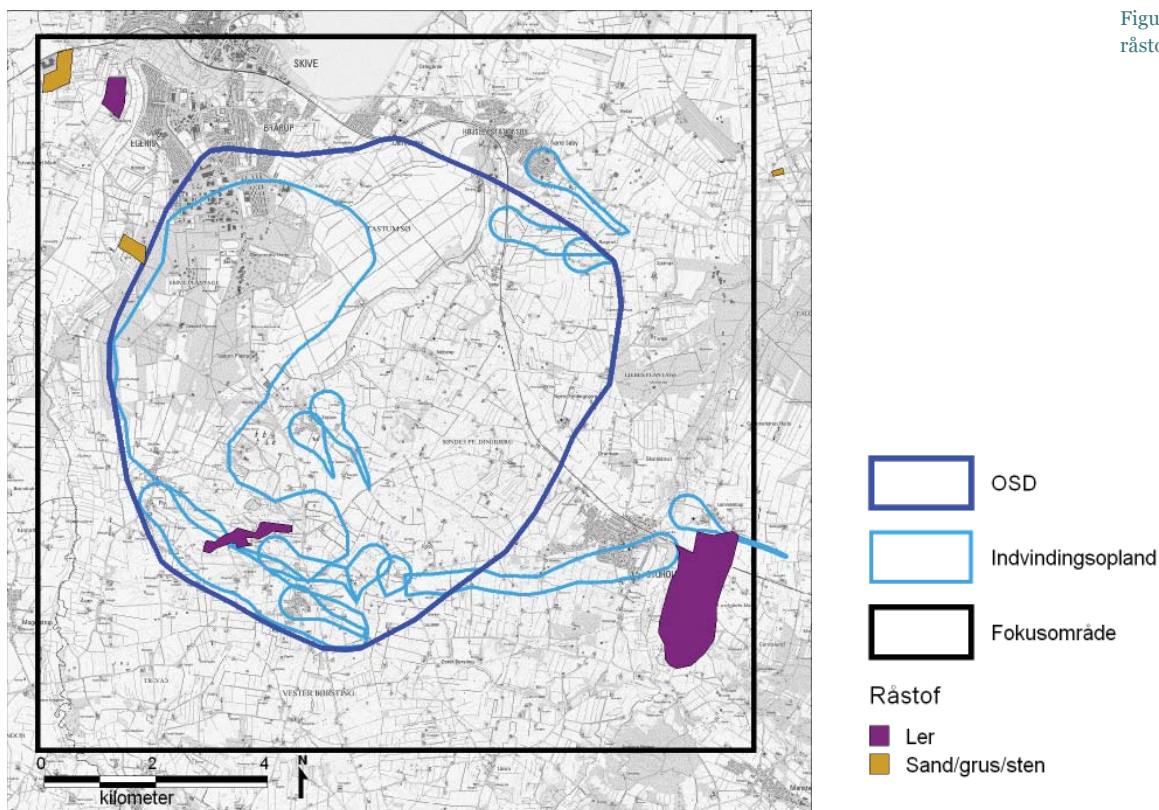
3.7.3 Jordforurening

Med udgangspunkt i data fra Region Midtjylland fra december 2009 findes i alt 145 kortlagte lokaliteter i fokusområdet, hvoraf 11 er lokaliserede men uafklarede, 94 er V1 kortlagte og 40

Figur 3.33. Skovrejsningsområder og uønsket skovrejsning.



Figur 3.34. Områder med råstofinteresser.

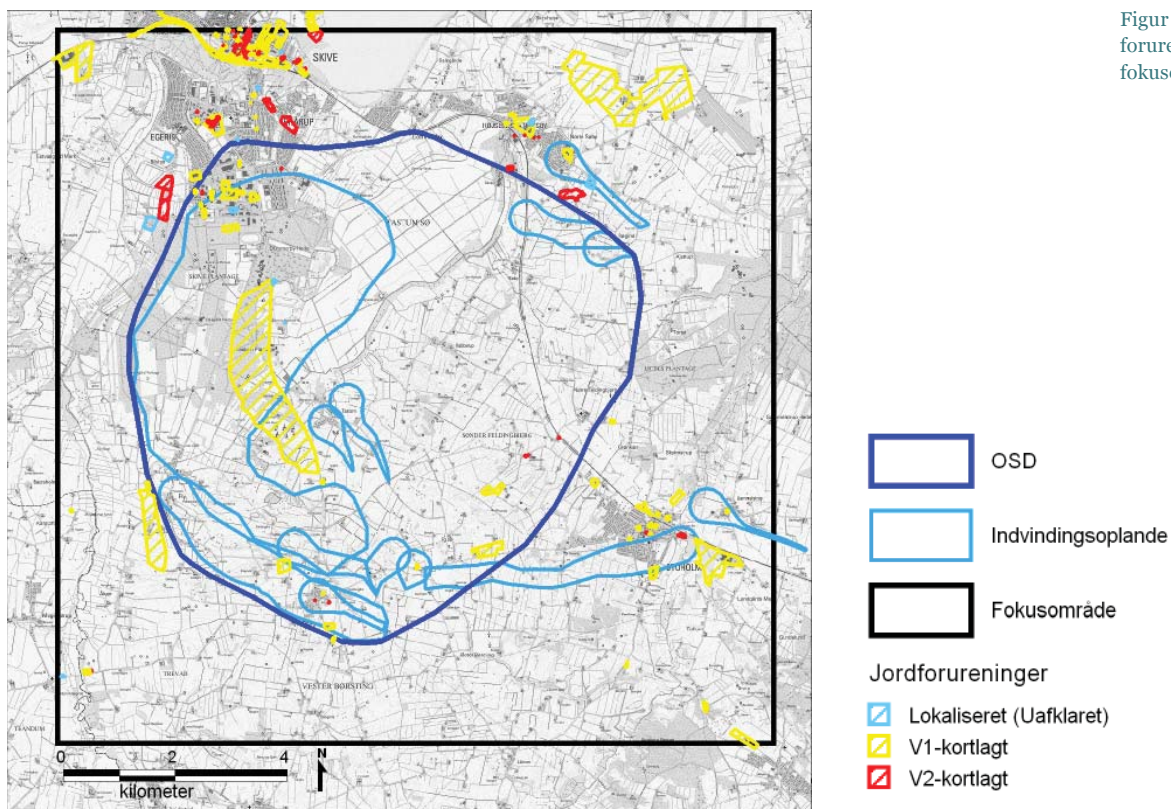


er V2 kortlagte, Figur 3.35. De kortlagte grunde findes især omkring Skive, Stoholm og Højslev. Derudover er der udbredte kortlægninger vest for Fly, øst for Stoholm, i Tastum Plantage og omkring Vinkel. Region Midtjylland vil i løbet af 2010 gennemgå alle kortlægningerne og tage

stilling til prioriteringen af dem.

Det store V1-kortlagte areal i Tastum Plantage skyldes tungmetalfurening af de øverste jordlag i et skydeterræn. Forureningen forventes ikke at udgøre en risiko for grundvandet.

Figur 3.35. Kortlagte forureningslokaliteter i fokusområdet.



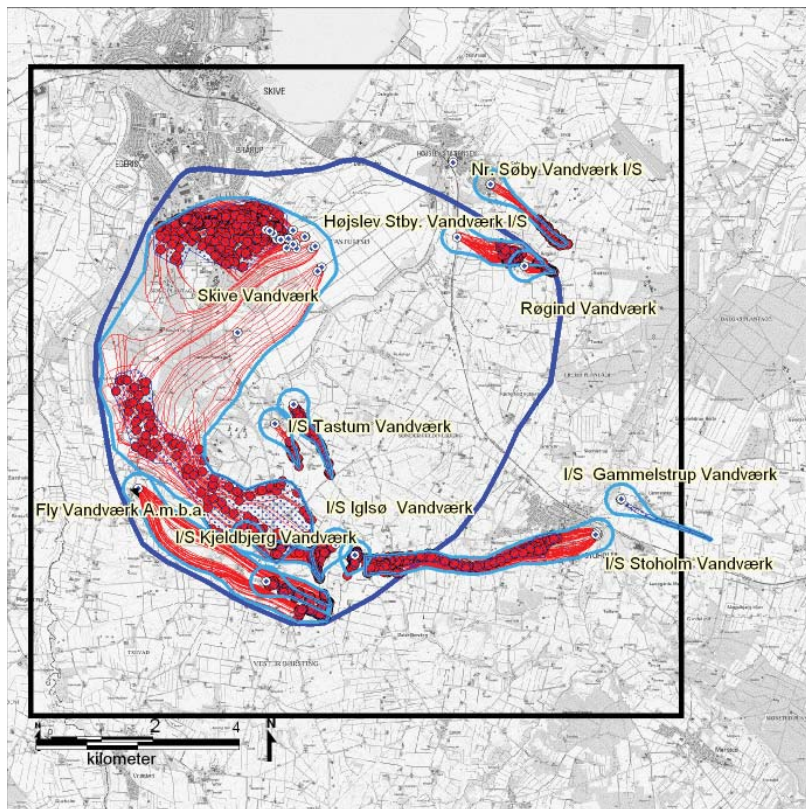
4 Områdeudpegninger

I dette kapitel vurderes afgrænsningen af OSD. Endvidere præsenteres resultaterne fra den eksisterende grundvandsmodel med hensyn til optegning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til vandværkerne. Endelig vurderes sårbarheden af OSD og indvindingsoplandene udenfor OSD, og efterfølgende udpeges nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat.

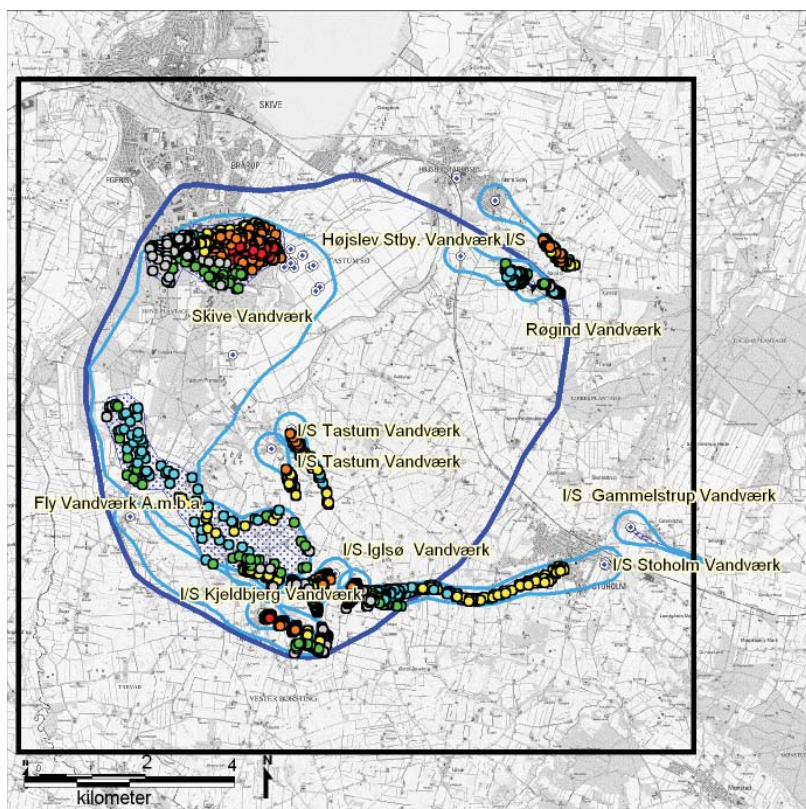
4.1 Vandværkernes indvindingsoplande

Indvindingsoplandene er beregnet ud fra tilladte indvindingsmængder undtagen for Skive Vand, hvor der er brugt aktuel indvinding på grund af indvindings størrelse. Beregningen af oplandene er foretaget på baggrund af den eksisterende grundvandsmodel for Skive og en Analytisk Element Model for Gammelstrup Vandværk fordi vandværksoplandet ligger udenfor modelområdet /11/. I grundvandsmodellen er benyttet partikelbanetransport til beregning af oplandene. Optegningen af de administrative indvindingsoplande følger den 300 m brede hygiejniske zone omkring borerne. Den hygiejniske zone er et område indenfor hvilket, der ikke må etableres nedsivningsanlæg eller lignende, der kan forurene borerne. Indvindingsoplandene indeholder den hygiejniske zone og er på den baggrund gjort bredere og er trukket længere nedstrøms borerne end de hydrologiske oplande beregnet med partikelbaner i /21/.

Partikelbaneberegningerne og endepunkterne er benyttet direkte til afgrænsning af indvindingsoplande og de grundvandsdannende områder. Figur 4.1 viser en oversigt over de enkelte partikelbaner og endepunkter. Figur 4.2 viser en tematisering af alderen på partiklerne ved endepunkterne. Alderen kan benyttes til at vurdere tiden fra grundvandsdannelsen til indvindingen.

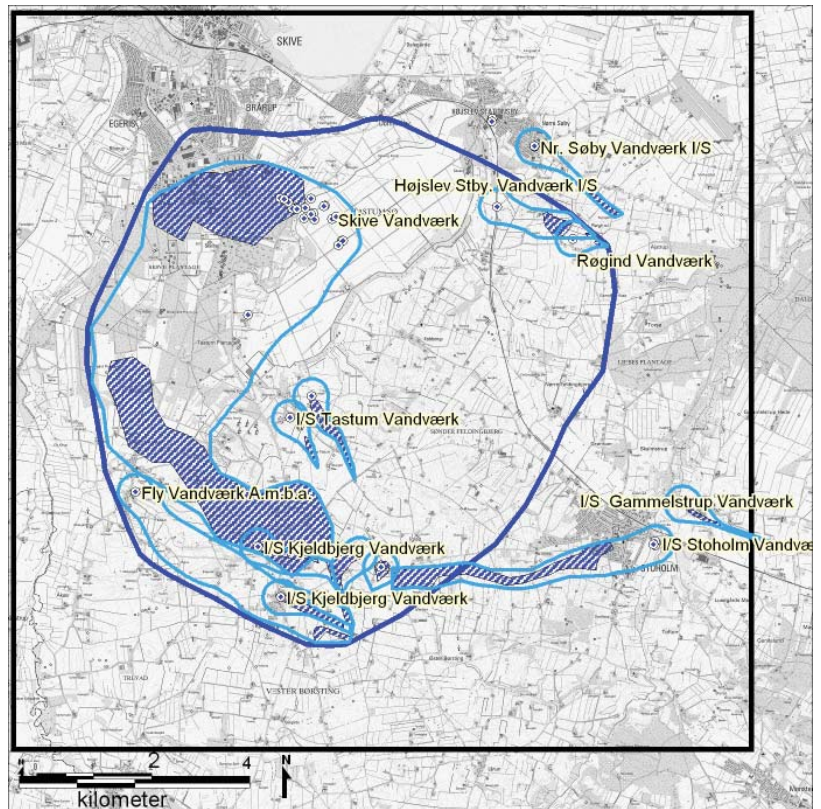


Figur 4.1. Oversigt over partikelbaneberegningerne, indvindingsoplande og grundvandsdannende områder i fokusområdet.



Figur 4.2. Alder af endepunkter i fokusområdet.

Figur 4.3. Indvindingsoplande og grundvandsdannende områder.

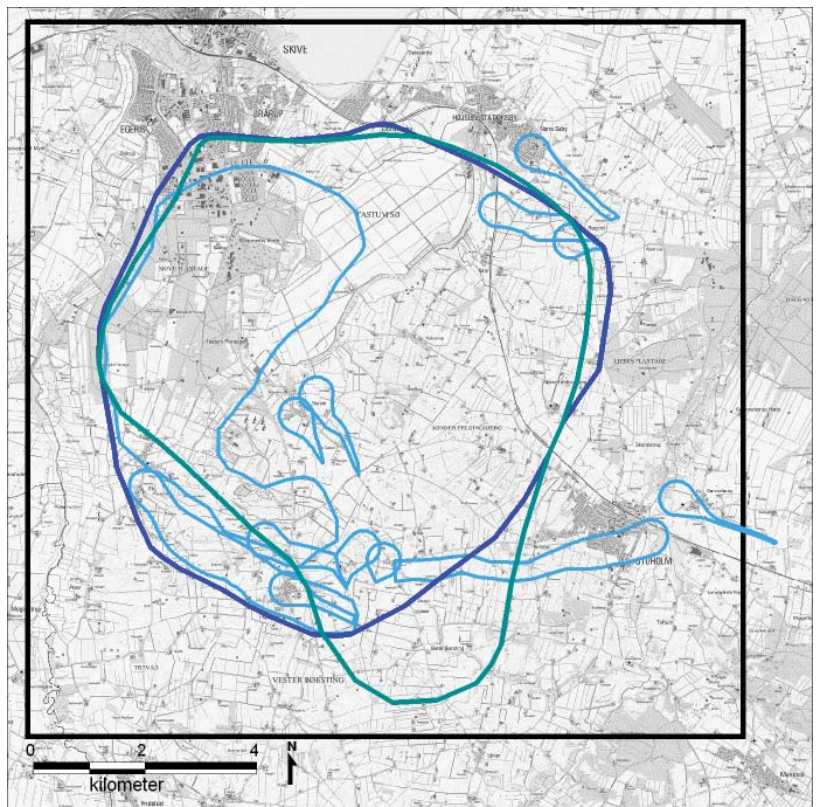


Figur 4.3 viser afgrænsningen af indvindingsoplande og grundvandsdannende områder. Afgrænsningen af indvindingsoplande er baseret på partikelbanerne, mens de grundvandsdannende områder er afgrænset af endepunkterne.

4.2 Område med særlige drikkevandsinteresser

Områder med særlige drikkevandsinteresser er udpeget af amterne i forbindelse med region-

Figur 4.4. Revideret og tidligere OSD.



planarbejdet. I forbindelse med kortlægningen har der vist sig forhold som gør det relevant at justere OSD. Beregningen af oplande med grundvandsmodellen har resulteret i, at oplandene til de private fælles vandforsyningsanlæg er blevet fastlagt. OSD er revideret således at oplandene til Skive, Fly, Kjeldbjerg, Iglø, Tastum, Røgind og Højslev Vandværker er inddraget i forhold til regionplanarbejdet. Nr. Søby og Gammelstrup Vandværker ligger stadig uden for medens en del af oplandet til Stoholm Vandværk ligger indenfor. Nedenstående Figur 4.4 viser tidligere og nu revideret OSD.

4.3 Nitratfølsomme indvindingsområder

I forhold til grundvandsmagasinernes sårbarhed overfor nitrat er der 2 karakteristiske områdeudpegninger:

Nitratfølsomme indvindingsområder: Er udpeget hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD eller indenfor vandværkernes indvindingsoplande.

Indsatsområder med hensyn til nitrat: Er udpeget hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD eller vandværkernes indvindingsoplande, og hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet.

De nitratfølsomme indvindingsområder er oprindeligt udpeget i amtets regionplan og udpegningen er foretaget ud fra det datagrundlag, der var til stede dengang. Med udgangspunkt i det nye kortlægningsgrundlag er disse områder revideret.

Udpegningen af nitratfølsomme indvindingsområder bygger på Miljøstyrelsens Zoneringsvejledning /19/ og /20/. Der tages således udgangspunkt i områder med grundvandsdannelse. I disse områder udpeges nitratfølsomme indvindingsområder, hvor der er nitrat (over 25 mg/l) i vandet, hvor nitratindholdet er stigende eller hvor den geologiske beskyttelse er ringe dvs. tynde eller ingen dæklag af ler over grundvandsmagasinet.

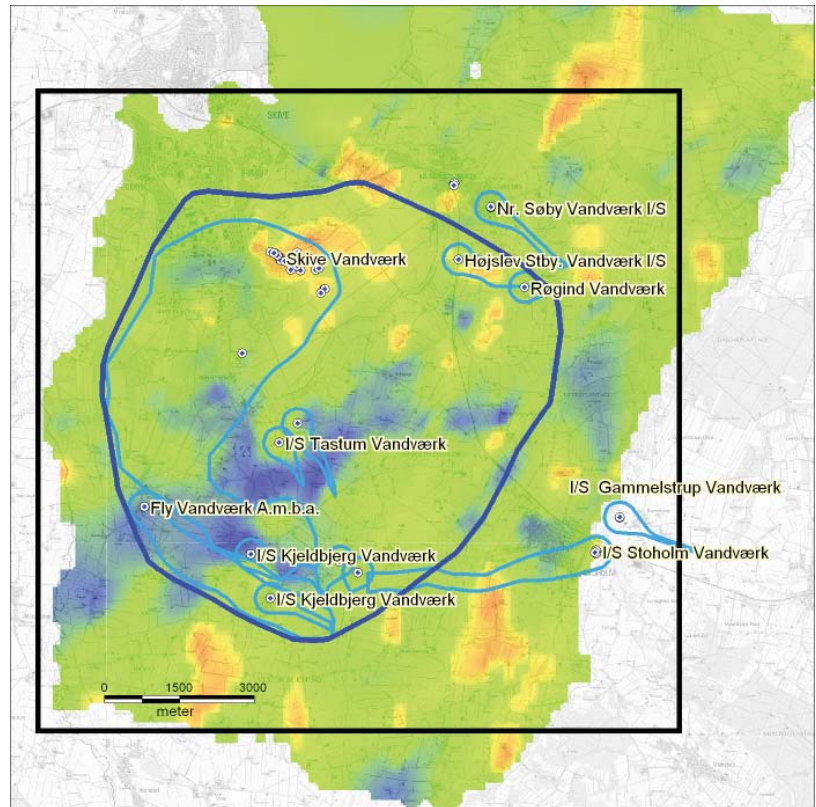
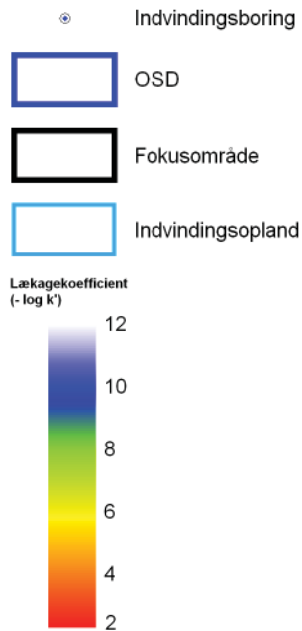
Sårbarheden er vurderet i forhold til det mellemste grundvandsmagasin (den hydrostratigrafiske model opererer med et øvre, mellemste

og nedre magasin, jf. afsnit 3.4). Der er enkelte indvindingsboringer i det øvre magasin, men dette magasin har ikke nogen stor indvindingsinteresse, fordi det ofte ikke er vandførende eller har en dårlig vandkvalitet. Det mellemste magasin ligger derimod ofte under smeltevandsler eller moræneler. Tykkelsen af lerlaget fremgår af Figur 3.10.

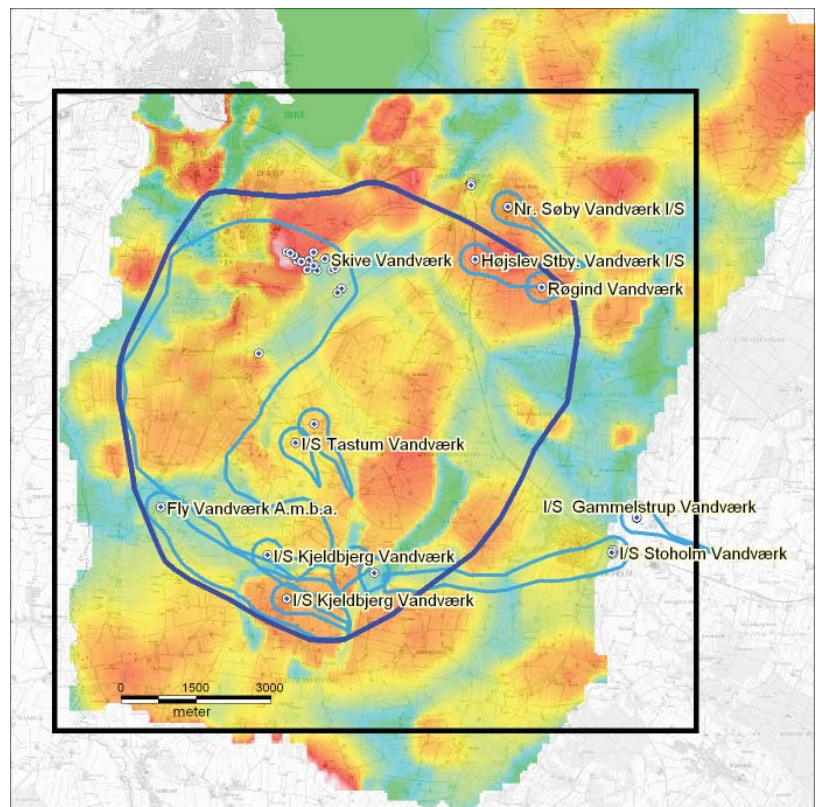
Lerlag yder god beskyttelse, hvis strømmingen igennem dem er langsom. Styrende for strømningshastigheden er lækagekoefficienten (hydraulisk ledningsevne divideret med tykkelsen), som er afbildet på Figur 4.5. I store dele af fokusområdet er lækagekoefficienten forholdsvis lille (blå og grønne farver), hvilket indikerer en vis beskyttelse af det mellemste magasin mod nedsivende stoffer.

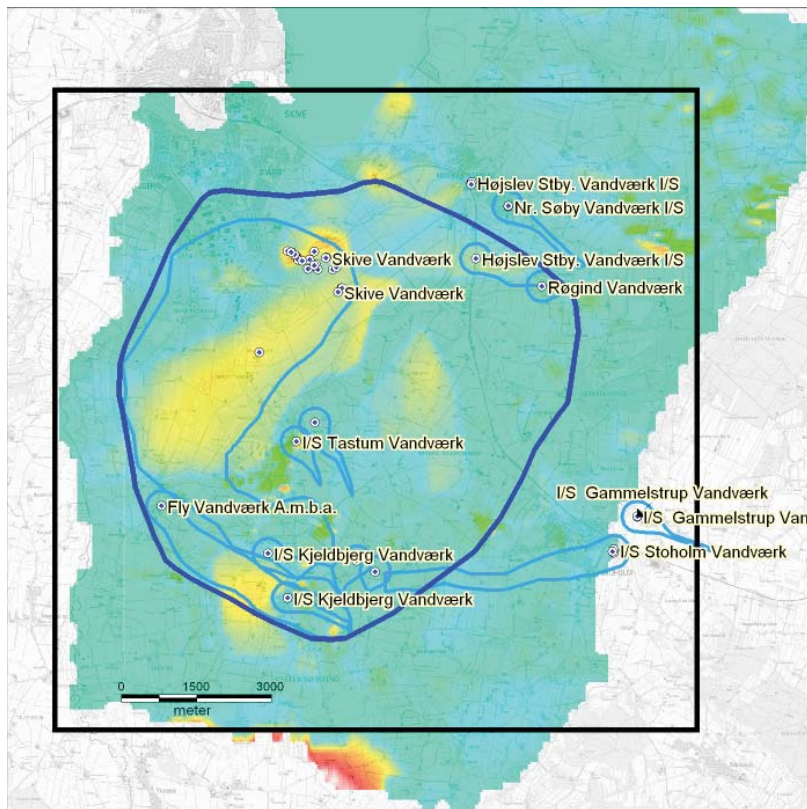
En vurdering af grundvandets alder foretaget med grundvandsmodellen viser, at der flere steder omkring indvindingsboringer trækkes yngre vand ned til magasinerne, Figur 4.6 og Figur 4.7. Generelt kan vand yngre end 50 år være påvirket af f.eks. landbrugets brug af gødning. Figuren viser alderen i forhold til grundvandsdannelsen. Dvs. tiden fra vandet er ved grundvandsspejlet til det ses i magasinet.

Figur 4.5. Lækagekoefficienten igennem lerlaget over det mellemste magasin. Blå farver angiver små størrelser af lækagekoefficienten ($-\log K$), hvor der er en forholdsvis god beskyttelse mod nedsvivende stoffer.



Figur 4.6. Grundvandets alder i det mellemste grundvandsmagasin.



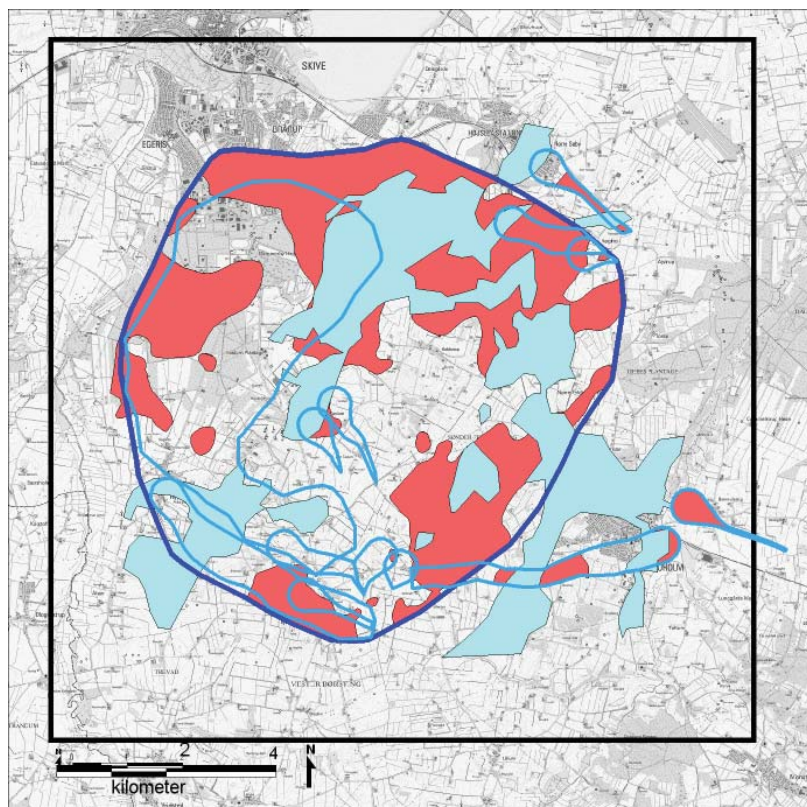


Figur 4.7. Grundvandets alder i det nedre grundvandsmagasin.



Der er ved vurderingen af sårbarheden set på områder, hvor der er mindre end 15 meter ler over det mellemste magasin kombineret med en nedadrettet strømninggradient. Figur 4.8 viser områder med opadrettet gradient (og dermed indirekte områder med nedadrettet gradient)

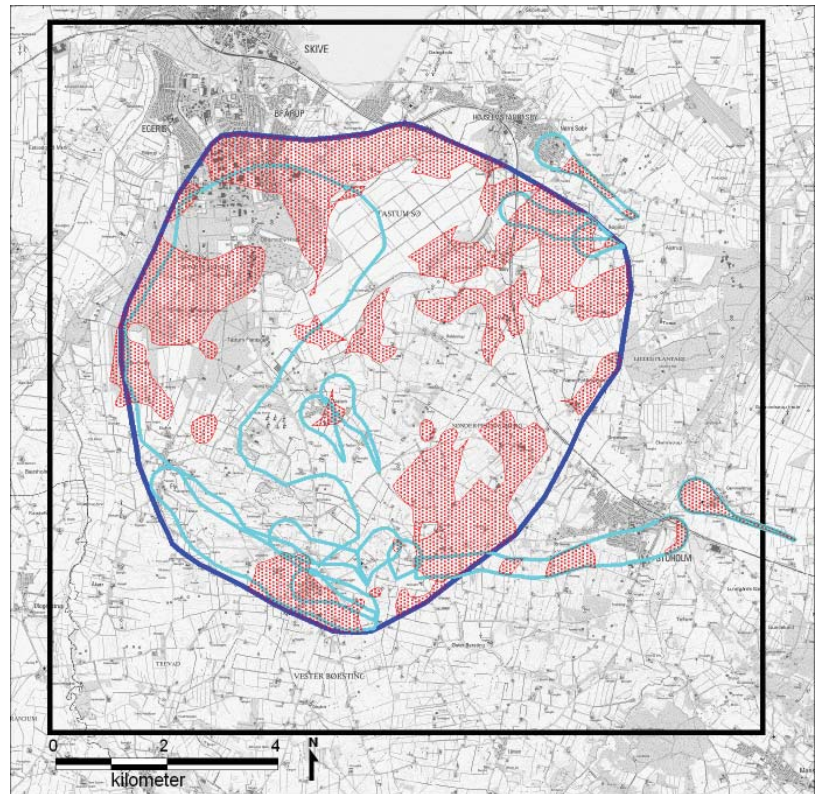
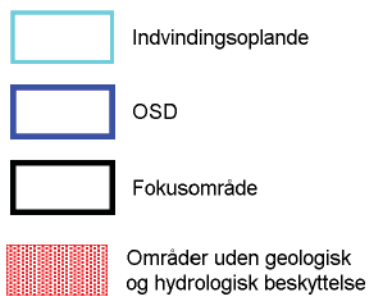
overlagt områder med under 15 m tykkelse af dæklaget over det mellemste magasin. Figur 4.9 viser det resulterende kort over nitrutfølsomme indvindingsområder indenfor OSD, hvor der er under 15 m ler og nedadrettet gradient. I forhold til Figur 3.14 afviger området med opadrettet



Figur 4.8. Opadrettet gradient (igennem det øverste lerlag) og områder med mindre end 15 meter ler, der beskytter det mellemste grundvandsmagasin.



Figur 4.9. Områder uden geologisk og hydrologisk beskyttelse af det mellemste magasin.

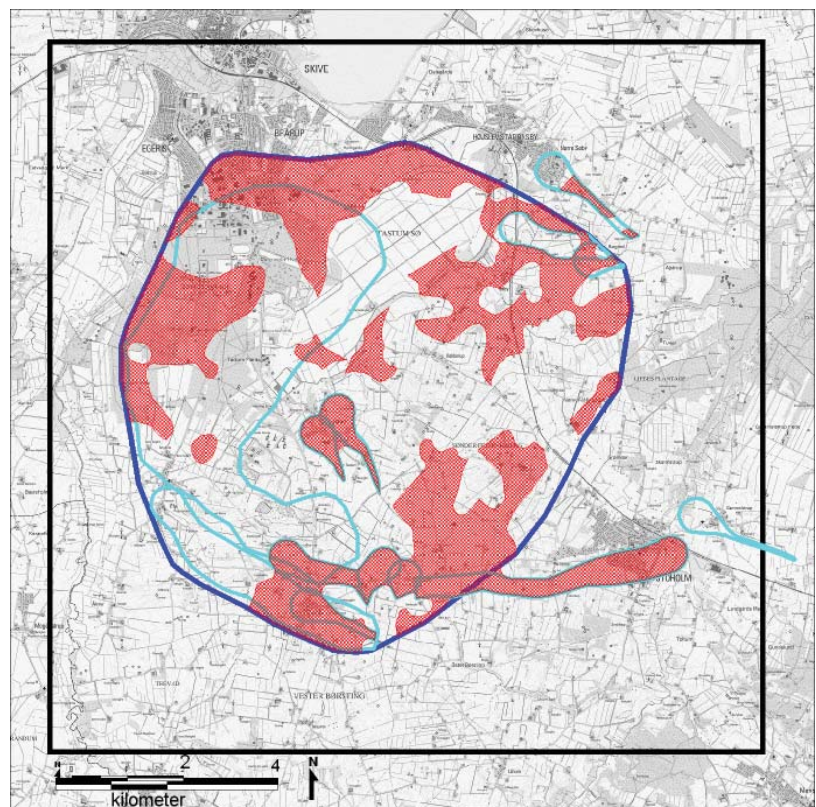
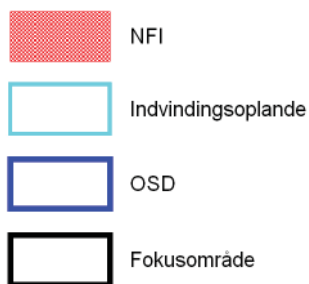


gradient i oplandet til Fly Vandværk fordi grundvandskemien viser, af påvirkningen fra det nederste magasin er minimal og strømmingen er formentlig mere horisontal end vertikal.

Grundvandskemien i fokusområdet har vist, at

der flere steder er grundvand, der indeholder nitrat eller har et stigende sulfatindhold, selvom den geologiske model har vist en god beskyttelse. I disse områder må der på trods af den geologiske tolkning være lækage fra overfladen og ned til magasinet. Områderne vil derfor have

Figur 4.10. Nitratfølsomme indvindingsområder, NFI.



behov for beskyttelse mod nedsivende stoffer. Omvendt vil områder, som tilsyneladende er ubeskyttede, men viser en stabil vandkemi ikke have behov for en beskyttende indsats. Den stabile vandkemi kan skyldes en grundvandsvenlig arealanvendelse, at dæklagene har kapacitet til at reducere nitrat, at geologien er anderledes end antaget i modellen eller at borerne ligger dybere end det mellemste magasin og er beskyttet af lerlag mellem de to nederste magasiner. De områder, som på baggrund af den geologiske model, de hydrauliske forhold og grundvandskemi er følsomme overfor nitrat er vist i Figur 4.10. I de nitratfølsomme indvindingsområder, vist i Figur 4.10, gælder at magasinet er sårbart overfor nedsivende nitrat fra overfladen fordi enten lerdæklaget ikke er tilstrækkeligt, der foregår grundvandsdannelse eller kemien viser, at magasinet er påvirket fra overfladen. Hvis indvindingsboringerne er beskyttet af lerlag mellem det mellemste og nederste magasin og grundvandskemi er stabil, er indvindingsoplandet ikke nitratfølsomt. Indvindingsoplandene for Gammelstrup og Højslev Stby vurderes ikke som nitratfølsomme fordi indvindingen foregår fra det nederste magasin og er beskyttet af lerlag. Det mellemste magasin vil hovedsageligt være nitratfølsomt i disse områder, Figur 4.9. Vurdering er kun foretaget i indvindingsoplande, hvor grundvandskemi kendes.

Vandkemi har således vist, at grundvandet er sårbart i oplandene til Tastum Vandværk, Kjeldbjerg Vandværk, Stoholm Vandværk og Iglø Vandværk enten ved fund af nitrat i grundvandet eller ved at sulfatindholdet er stigende, og nitrat vil kunne findes i grundvandet indenfor en årække. I oplandene til Gammelstrup Vandværk og Højslev Stby. Vandværk viser grundvandskemi, at beskyttelsen er god.

4.4 Indsatsområder med hensyn til nitrat

Indsatsområder med hensyn til nitrat udpeges indenfor de nitratfølsomme indvindingsområder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at sikre en god grundvandskvalitet. Udpegningen er sket på baggrund af en konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af grundvandsressourcerne.

De udpegede indsatsområder med hensyn til nitrat er de dele af de nitratfølsomme indvindings-

områder, hvor der er et dokumenteret behov for en særlig indsats for at begrænse nitratudvaskningen. Større områder med skov, mose, fredning og vådområde, hvorfra der som udgangspunkt kun sker en begrænset nitratudvaskning, udpeges eventuelt ikke som indsatsområder med hensyn til nitrat. Hvis arealanvendelsen eller forureningstruslen senere ændres, vil arealerne kunne få et indsatsbehov.

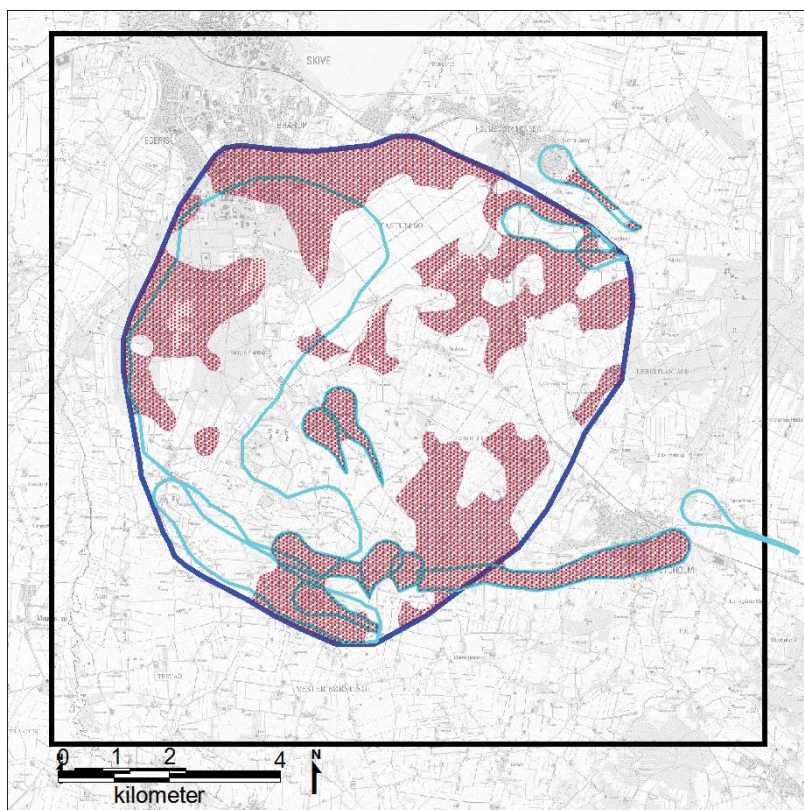
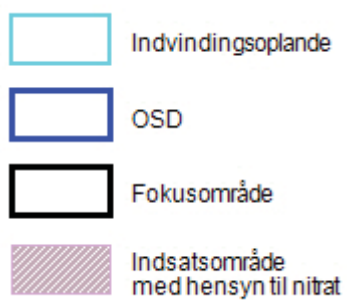
Indenfor de udpegede nitratfølsomme indvindingsområder er der mindre områder med søer, moser og eng, hvor det forventes at der også i fremtiden er lav nitratudvaskning. Disse områder medtages ikke i udpegningen af indsatsområder med hensyn til nitrat medmindre arealerne er små. Skov er som hovedregel medtaget i udpegningen, fordi skovarealerne flere steder ligger i områder med en sårbar vandtype. Skov kan opdyrkes eller den kan helt eller delvist tilplantes med juletræer, som kan have en relativ høj nitratudvaskning.

På Figur 4.11 ses udpegningen af indsatsområder med hensyn til nitrat. Der er kun ganske få forskelle mellem arealerne for denne udpegning og de nitratfølsomme indvindingsområder. Forskellene ses blandt andet ved Stoholm Vandværk, hvor der tæt på kildepladsen er en del mose og eng. Centralt i OSD, mellem indvindingsoplandene til Tastum og Højslev Stby vandværker, er der ligeledes taget hensyn til mose og eng samt lidt overdrev. Indenfor oplandet til Skive Vand ligger nogle større hede- og mosearealer, som ikke indgår i udpegningen af indsatsområde med hensyn til nitrat. I området ses en nitratbelastning i det øvre magasin, og dette medfører at skovarealerne indgår i indsatsområde med hensyn til nitrat.

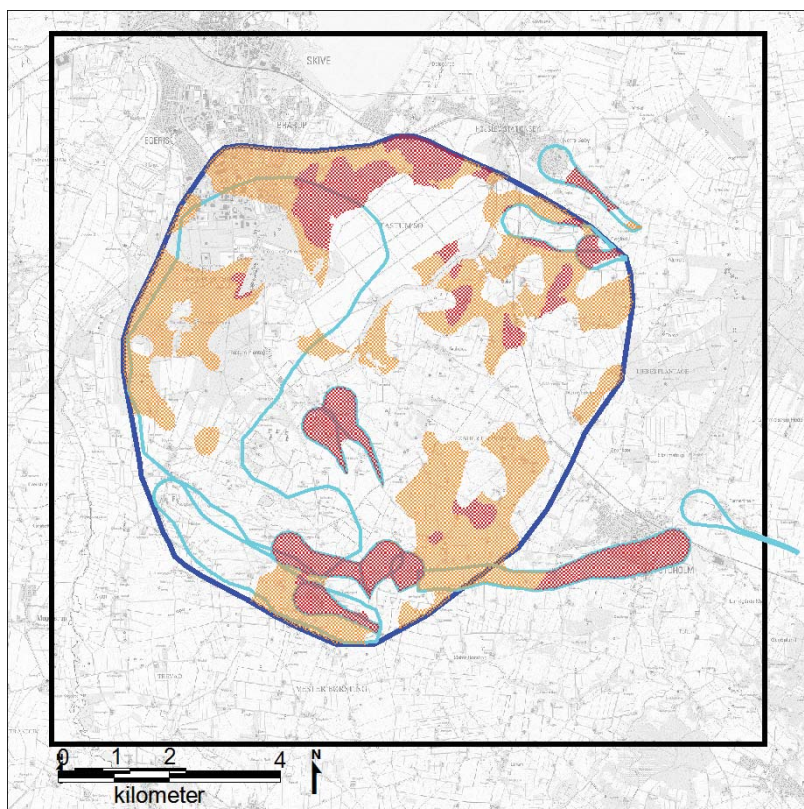
Indsatserne i indsatsområder med hensyn til nitrat kan prioriteres efter en sårbarhedszonering. På figur 4.12 fremgår indsatsområder med hensyn til nitrat, når de er prioriteret efter sårbarheden.

Sårbarhedszoneringen er lavet ud fra viden om lerdæklag og grundvandskemi og følger anvisningerne i /19/ og /20/. Områder med mindre end 5 meter ler har stor sårbarhed overfor nitrat, og områder hvor lerdæklaget er mellem 5 og 15 meter har nogen sårbarhed overfor nitrat. Undtaget herfra er områder hvor sulfat er stigende. Disse har også stor sårbarhed overfor nitrat.

Figur 4.11. Indsatsområder med hensyn til nitrat og nitratfølsomme indvindingsområder.



Figur 4.12. Zonering af indsatsområder med hensyn til nitrat i områder med stor sårbarhed og nogen sårbarhed.



5 anbefalinger til indsatser

5.1 Indledning

I dette kapitel opstilles en række anbefalinger og forslag til indsatser på baggrund af de hidtidige kortlægningsresultater. Der tages udgangspunkt i OSD generelt og specifikt for hvert vandværk. De kortlægningsmæssige resultater og problemstillinger er sammenfattet for hvert vandværk, således at kapitlet kan læses uafhængigt af den øvrige rapport.

5.2 Generelle indsatser

Der er i fokusområdet kortlagt to større grundvandsmagasiner, det mellemste sandmagasin og det nederste sand/kalkmagasin. Det mellemste sandmagasin består af smeltevandsaflejringer. Magasinet er ikke alle steder sammenhængende og udgør i store områder magasiner i ofte dybtliggende dalstrukturer. Det nederste magasin er et dybtliggende sand/kalkmagasin. Centralt i området ligger kalken dybt og her består magasinet af sand.

Indvindingen fra grundvandsmagasinerne er relativ stor i forhold til grundvandsdannelsen og de dybeste magasiner anbefales derfor primært udnyttet til drikkevandsforsyning og områder, hvor der kræves drikkevandskvalitet. En for stor indvinding kan betyde at salt grundvand trækkes ind i magasinet nedefra eller fra kysten, eller der kan trækkes ferskvand ind fra områder udenfor OSD, som derved kan få problemer med ressourcen eller vandføringen i vandløb.

Inden for indsatsområder med hensyn til nitrat kan kommunerne i indsatsplanerne fastsætte skærpede krav til den maksimale tilladelige nitratbelastning på markniveau. Indsatserne i indsatsområde med hensyn til nitrat kan prioriteres efter sårbarhedskortlægningen.

Kommunalbestyrelsen kan i medfør af Miljøbeskyttelseslovens §26a pålægge ejeren af en

ejendom rådighedsindskrænkninger eller andre foranstaltninger, som er nødvendige for at sikre de nuværende, eller fremtidige drikkevandsinteresser mod forurening med nitrat eller pesticider. Der ydes fuldstændig erstatning for pålægget. Bestemmelsen vil således kunne anvendes i de tilfælde, hvor der ikke har været muligt at indgå en frivillig aftale på rimelige vilkår.

Et påbud i henhold til Miljøbeskyttelseslovens §26a forudsætter, at der er vedtaget en indsatsplan, jf. Vandforsyningsloven §13 og §13a, og at kommunen kan tilvejebringe tilstrækkelig dokumentation for, at det pågældende område er følsomt for pesticider, og at påbuddet ikke er mere vidtgående end nødvendigt.

Det skal generelt sikres, at fornyet viden om jordforureningslokaliteter indenfor OSD og indenfor indvindingsoplande til almene vandforsyninger tilgår kommunen. Som en del af indsatsplanen anbefales det derfor, at der føres en dialog med Region Midtjylland om prioriteringen af jordforureningslokaliteterne indenfor OSD og indenfor indvindingsoplandene. En eventuel grundvandstruende forurening anbefales fjernet eller afgrænset, så den ikke udgør en trussel overfor grundvandet.

Det anbefales at fremtidige ændringer i arealanvendelsen i OSD sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen. Således anbefales det, at arealanvendelsen ikke overgår til mere grundvandstruende aktiviteter.

En del områder indenfor OSD er udpeget som skovrejsningsområder. Det anbefales at der arbejdes på at der rejses skov i disse områder, så drikkevandskvaliteten sikres fremover. Det kunne være hensigtsmæssigt at der udpeges flere skovrejsningsområder indenfor OSD.

5.3 Fly Vandværk A.m.b.a

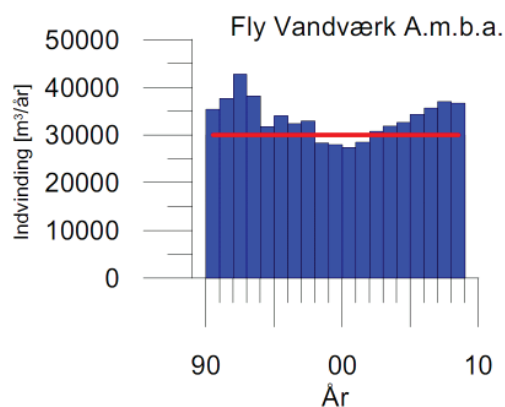
Vandværket er beliggende i Viborg Kommune, syd for Fly. Vandværket har en enkelt boring, DGU nr. 55.278, som ligger ca. 150 m fra vandværket. Vandværket er etableret i 1969 og boringen i 1959. I 1959 blev etableret en yderligere boring, som blev sløjfet ved vandværkets etablering.

Vandværket har en indvindingstilladelse på 30.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 35.000 m³/år. Kommunen er ved at behandle en ansøgning på 40.000 m³/år fra vandværket.

Tabel 5.1. Boringer ved Fly Vandværk.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl	Status
55.278	38	35-38	Sand	8 m over terræn	Aktiv
55.276	41,4	39-41	Sand	7,2 m over terræn	Sløjfet

Figur 5.1. Historisk indvinding, Fly Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

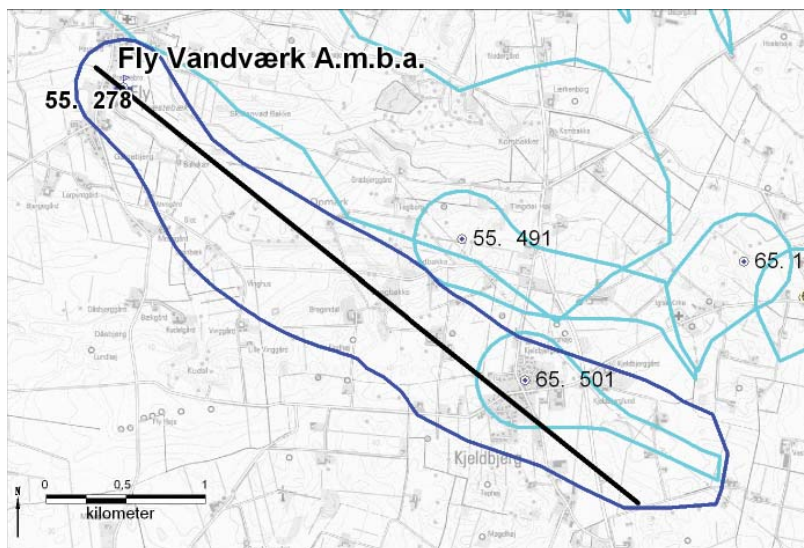


5.3.1 Geologiske forhold

Figur 5.2 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Fly Vandværks kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit, som ses på Figur 5.3. Profilet er orienteret nordvest-sydøst fra Fly til umiddelbart sydøst for Kjeldbjerg. Terrænet stiger kraftigt i sydøstlig retning fra omkring kote 10 m ved kildepladsen til over kote 40 m ved Kjeldbjerg. Profilet har en længde på knap 4500m.

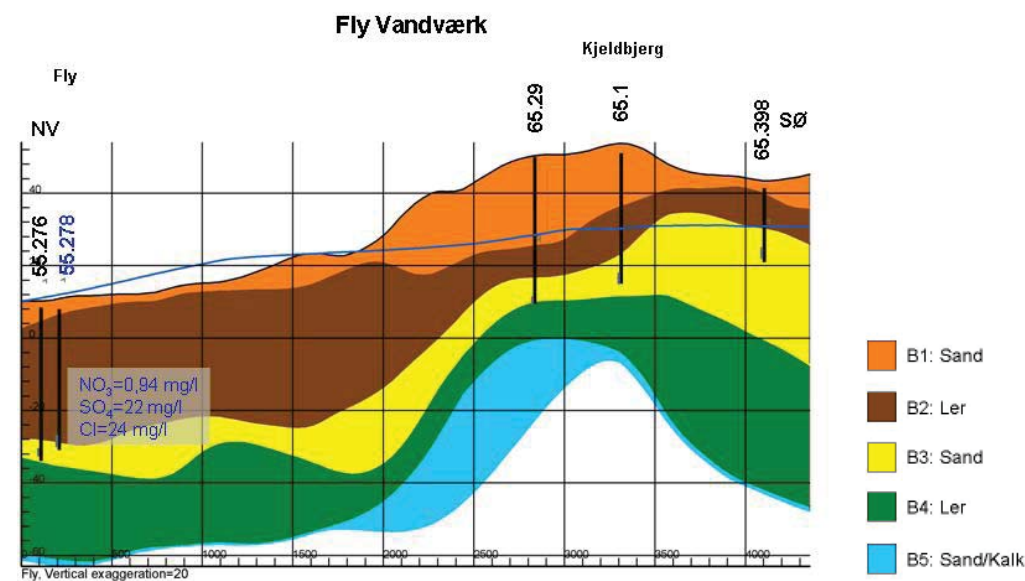
Ved Fly Vandværk indvindes der fra det mellemste magasin (B3 på Figur 5.3), som ved kildepladsen har en tykkelse på kun 4 m. Trykniveauet i magasinet er over terræn og boringen er dermed artesisisk. Det er kun de to borer i starten af profilet, henholdsvis DGU 55.278 og

55.276, som gennembrøder hele lagserien. De øverste få meter under terræn består af fyld eller grus, herunder er der omkring 32 m ler. Under det mellemste magasin viser borerne et sammenhængende lerlag. Det nedre magasin er ikke anført i området. Omkring Kjeldbjerg ligger den prækvartære overflade forholdsvis højt (omkring kote 0 m). På den nordvestlige flanke af dette område viser den geologiske model en større udbredelse af det nedre magasin med en tykkelse på op mod 20 m. De to borer, der findes i dette område, når kun ned i det mellemste magasin, og er derudover dårligt beskrevet. Dog viser de en tykkelse af magasinet på minimum 6 m. Sydøst for Kjeldbjerg øges tykkelsen af det mellemste magasin til omkring 50 m.



Figur 5.2. Placering af profilsnit for Fly Vandværks indvindingsopland.

-  Opland til Vandværk
-  Profil igennem opland
-  Indvindingsboringer
-  Vandværk
-  Øvrige indvindingsoplande



Figur 5.3. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet for Fly Vandværks boring.

5.3.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Grundvandet strømmer generelt fra sydøst mod nordvest men der sker en strømningsseparation i den sydlige del af oplandet, således at noget vand stammer fra et mindre, nordligt område mens et større vandvolumen stammer fra et bredere opland og når Kjeldbjerg i sydøst.

En stor del af strømmingen af vand sker i det mellemste magasin. Centralt i oplandet stammer vandet fra lag 5 (kalken). Alderen på vandet er høj, over 100 år.

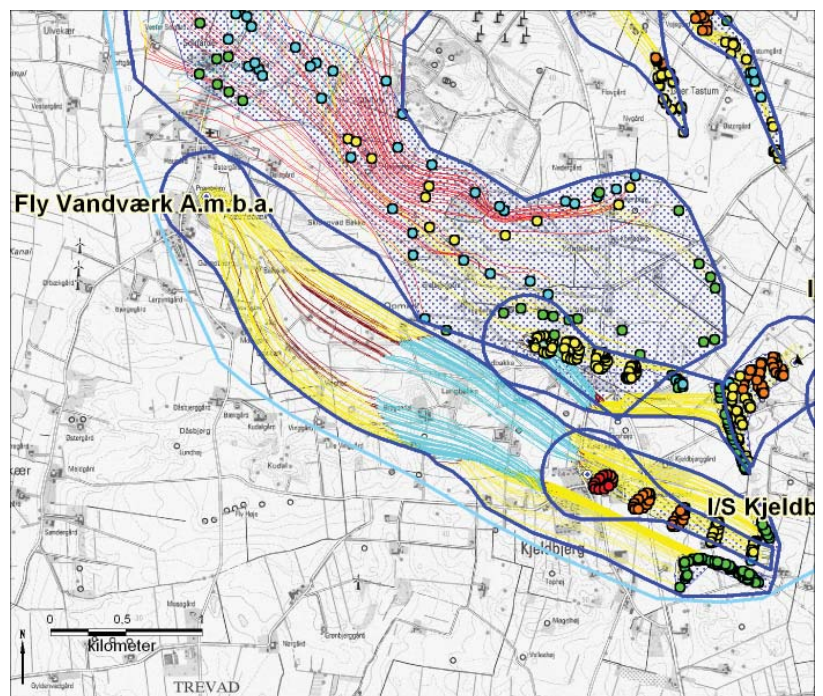
5.3.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Vandtypen bestemt ved seneste analyse i 2009 er den reducerede vandtype C, som er kendetegnet ved ikke at indeholde ilt og nitrat, men forhøjet sulfat i forhold til baggrunds niveau. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra den seneste analyse er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.3.

Sulfat viser i perioden 1989-2009 en svag, men jævn stigning fra ca. 14 til 22 mg/l, og forvitringen øges fra ca. 1 til 1,2. Samlet betraget betyder dette, at redoxniveauet er øget en smule, og det kan konkluderes, at der ses en øget påvirkning fra overfladen i form af gødsning med nitrat eller sænkning af vandspejlet. Den svage stigning over de sidste 20 år angiver en langsom udvikling. Dette kan skyldes en udvikling af hele mængden af det grundvand der indvindes, eller en hurtigere udvikling i en delmængde af det vand, der indvindes.

Hvis grundvandsalderen for hele mængden er 100 år eller derover vil gødsningen endnu ikke have sat sit præg på vandkvaliteten og årsagen er naturlig udvikling som endnu er uden indvirkning af gødsning. Påvirkning fra gødsning vil først adderes til den naturlige udvikling om ca. 50 år. Dette er i modstrid med den forhø-

Figur 5.4. Indvindingsopland til Fly Vandværk. På figuren ses partikelbaner som streger og grundvandsdannende områder som prikker.



jede forvittringsgrad, som netop angiver graden af påvirkning fra menneskelig påvirkning. Mere sandsynligt angiver udviklingen, at en vis procentdel af det grundvand, der indvindes er yngre end modellen angiver. Eksempelvis kan 10-20 % af vandet der indvindes have været 40 år eller mindre undervejs.

På trods af udviklingen mod større påvirkning fra overfladen vil det ved nogenlunde uændrede hydrauliske forhold vare mange år endnu, inden der kan opleves problemer med at overholde grænseværdien for nitrat. Blot skal man være opmærksom på, at grundvandsalderen, som modellen resulterer i, er overvurderet betragtet for hele vandvolumenet.

Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Der er ikke konstateret problemstoffer (eksempelvis arsen, aggressiv kuldioxid, klorid, organisk materiale og miljøfremmede stoffer).
- Der er tale om en god stabil vandkvalitet, som ikke er vanskelig at behandle til vanddistribution.
- Fokus i dette område, baseret på de analyser, der er udført til og med 2009, er især på udviklingen i redoxniveau, dvs. sulfat og den afledte forvitring. Disse parametres udvikling vil varsle en øget påvirkning fra overfladen.
- Der er over 15 meter ler og artesiske forhold. Den naturlige beskyttelse af grundvandet er god.
- Modellen returnerer ikke den korrekte alder for hele vandvoluminet.

5.3.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen er hovedsagelig landbrug i oplandet til Fly Vandværk, Figur 5.5. Der ligger få V1-kortlagte områder indenfor indvindingsoplandet, og indvindingsboringen ligger midt på en fabriksgrund med betonvarer, uden indhegning. Da der indvindes gammelt grundvand vurderes det, at en forurening først vil påvirke indvindingen efter en del år. Dog bør en eventuel risiko for nedsivning undersøges og afhjælpes omkring kildepladsen. I den nordlige del af indvindingsoplandet er nitratudvaskningen høj, Figur 3.31, men også omkring de grundvandsdannende områder i den sydlige del af oplandet til Fly Vandværk. I den sydlige del af oplandet er der fundet

nitrat i indvindingsboringer til Kjeldbjerg Vandværk og beskyttelsen af magasinet er ringe i området. Derfor er en del af området udpeget som nitratfølsomt indvindingsområde og indsatsområde med hensyn til nitrat.

Figur 5.5. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring oplandet til Fly Vandværk.



5.3.5 Indsatser

Fly Vandværk har kun en enkelt boring, og det anbefales at der arbejdes på at få etableret en større sikkerhed for indvindingen. Der kan være tale om ny kildeplads eller ringforbindelse til nabo-vandværker.

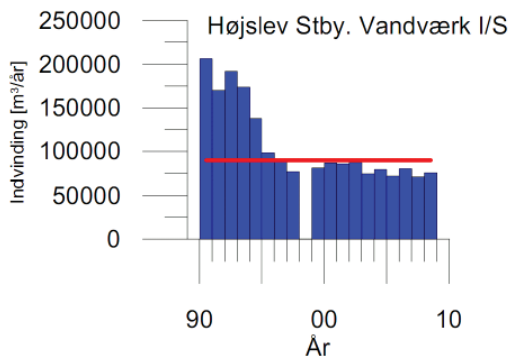
Vandværket anbefales at holde øje med udviklingen i nitrat og sulfat og arbejde på at beskytte grundvandet mod nedsivende nitrat og mod punktkilde forureninger i bymæssig bebyggelse.

5.4 Højslev Stby. Vandværk I/S

Vandværket er beliggende i Skive Kommune, Øst for Skive. Vandværket har fælles kildeplads med Nr. Søby Vandværk, og har to boringer, DGU nr. 55.868 etableret i 1991 og DGU nr. 55.1198, som Højslev Stby i 2009 har etableret sammen med Nr. Søby Vandværk. DGU nr. 55.1198 ligger umiddelbart ved siden af DGU nr. 55.868. Nr. Søby Vandværk er endnu ikke koblet på. Vandværket har en indvindingstilladelse på 90.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 75.000 m³/år.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
55.868	135	120-122 124-134	Smeltevandssand Smeltevandsgrus	5,28	Aktiv
55.1198	132	125,5-131,5	Smeltevandssand		Aktiv

Tabel 5.2. Boringer ved Højslev Vandværk.



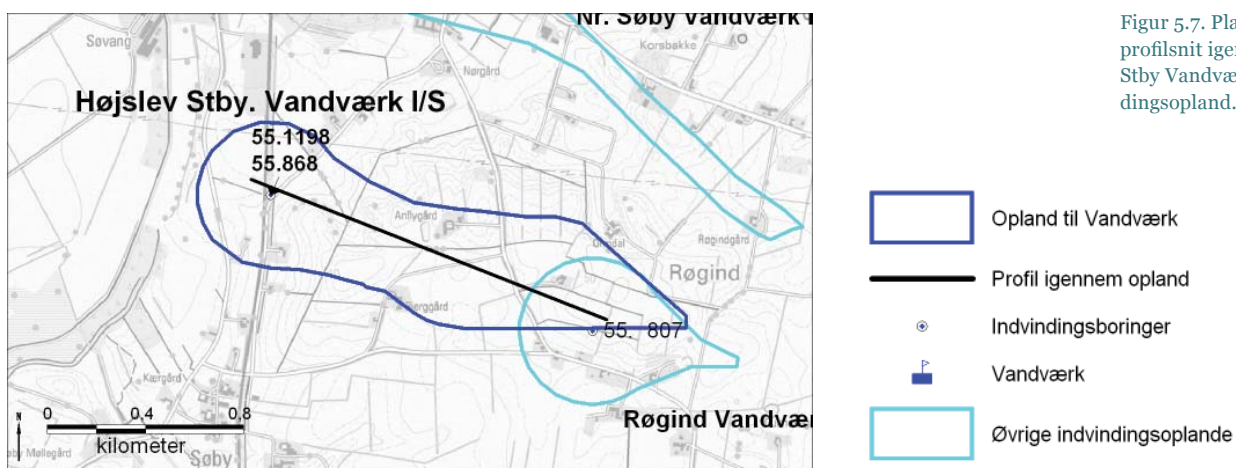
Figur 5.6. Historisk indvinding, Højslev Stby. Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

5.4.1 Geologiske forhold

Figur 5.7 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Højslev Stby. Vandværks kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit vist i Figur 5.8.

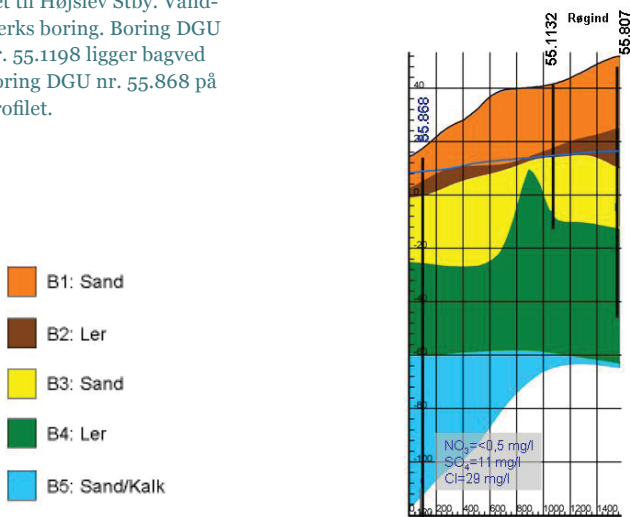
Profilen i Figur 5.8 er orienteret vestnordvest-østsydøst umiddelbart vest for Røgind. Terrænet stiger jævnt fra omkring kote 14 m ved kildepladsen til over kote 50 m i området omkring Røgind. Profilet har en længde på godt 1500 m. Ved Højslev Stby Vandværk indvindes der fra det nedre magasin. Her består magasinet af en lang række mindre sandlag, med tynde lag af smeltevandsler indlejret. Den samlede tykkelse af denne enhed er mere end 60 m, og strækker sig fra kote -58 m til bunden af boringen i kote -121 m. Ved Røgind kiler dette magasin ud, hvilket

formentligt hænger sammen med placeringen af den begravede dal, der skærer gennem oplandets nordvestlige del. Det nedre magasinadskillende lag består hovedsageligt af smeltevandsler, men ved Røgind er dette lag beskrevet som moræner. Det mellemste magasin kan formodentligt deles op i to sandlag, med smeltevandsler imellem. Om der er tale om et sammenhængende lerlag, eller blot nogle lokale lerlenser er uvist. I den øvre del af lagpakken viser boringerne en del variationer i profilets længderetning. Centralt i oplandet, ved DGU nr. 55.1132, er der kun observeret et tyndt sandlag umiddelbart under terrænet. Herunder er der smeltevandssilt og -ler ned til toppen af det mellemste magasin omkring kote 12 m. Ved Røgind er der smeltevandssand fra terræn og ned til kote 12 m.



Figur 5.7. Placering af profilsnit igennem Højslev Stby Vandværks indvindingsopland.

Figur 5.8. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet til Højslev Stby. Vandværks boring. Boring DGU nr. 55.1198 ligger bagved boring DGU nr. 55.868 på profilet.



5.4.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Indvindingsoplandet til DGU nr. 55.868 ligger øst for vandværket. Strømningen sker fortrinsvist i lag 3 og lag 5 i den hydrostratigrafiske model. Alderen på vandet er mellem 50 og 200 år. I den sydøstlige del af oplandet ligger Røgind

Vandværk og grundvandsdannelsen til Højslev Stby. Vandværk ligger derfor både vest og nord for Røgind Vandværk, Figur 5.9.

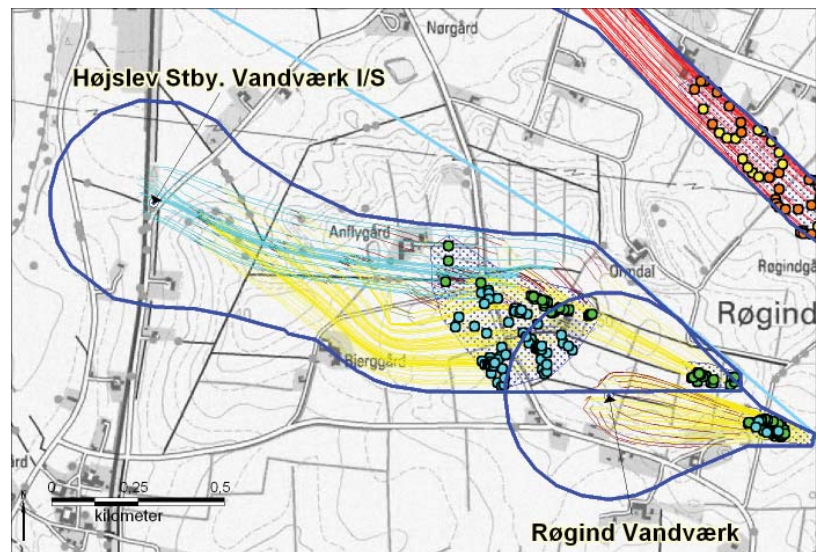
5.4.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Magasinet er spændt og der er over 15 meter ler mellem grundvandsspejl og magasin. Vandet er relativt gammelt, dvs. mere end 50 år.

Vandtypen bestemt ved seneste analyse i 2009 er den reducerede vandtype D, som er kendetegnet ved ikke at indeholde ilt og nitrat, og ikke have forhøjet sulfat i forhold til baggrundsniveau. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra den seneste analyse er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.8. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau.

I perioden 1991-2009 er der konstateret stabile koncentrationer af nitrat, sulfat og klorid samt de beregnede parametre forvitring og ionbytning. Forvitringen ligger på lige omkring 0,9 i hele perioden og viser derfor ikke tegn på påvirkning fra aktiviteter ved overfladen. Ionbytningen er stabil og høj og tyder derved på en god beskyttelse af dækkende lerlag i oplandet til boringen.

Figur 5.9. Opland til Højslev Stby. Vandværk.



Der er ikke konstateret problemer med arsen, aggressiv kuldioxid, klorid og organisk materiale eller andre parametre. Fosfor ligger lige omkring grænseværdien i råvandet, men forventes ikke at give problemer i rentvand da det fælder ud med jern i vandbehandlingen. Fosfor vurderes at stamme fra sedimentet.

Der er i 1997 konstateret et indhold af MCPA på 0,2 µg/l. Der er i 2006 og 2009 analyseret for pesticider igen, hvor der ikke blev konstateret indhold heraf.

Det bemærkes at boring DGU nr. 55.868 ikke er analyseret for klorerede opløsningsmidler og oliestoffer.

Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

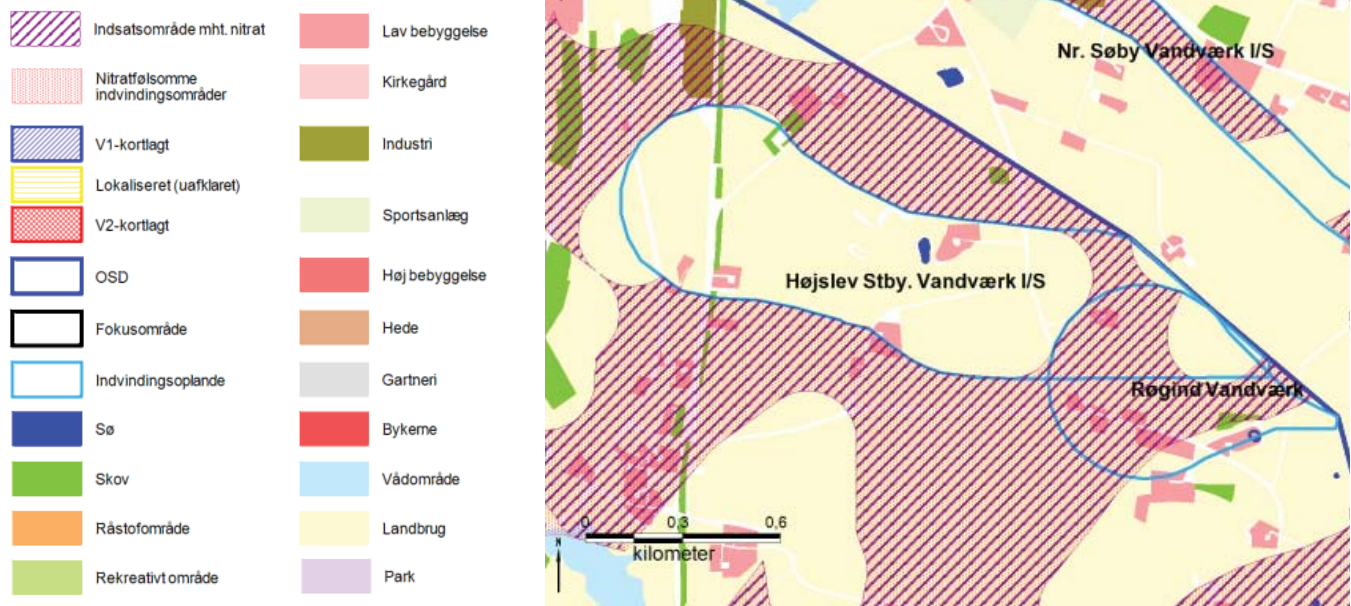
- Der er over 15 meter lerdæklag.
- Den naturlige beskyttelse af grundvandet er ifølge kemien (det lave redoxniveau) god.
- Nitratreduktionspotentialen i oplandet er sandsynligvis stort, set i relation til den reducerede vandkvalitet og det dybtliggende magasin.
- Udviklingen i redoxniveau vil især kunne følges ved at observere sulfat.
- Der er tale om en god stabil vandkvalitet, som ikke er vanskelig at behandle til vanddistribution. Det bemærkes dog, at boring 55.868 ikke er analyseret for indhold af metan og svovlbrinte. Selv små indhold af svovlbrinte kan vanskeliggøre vandbehandlingen f.eks. ammoniumfjernelse.
- Fokus i dette område, baseret på de analyser der er udført til og med 2009, vil især være på eventuelle problemstoffer.

5.4.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Den altovervejende arealanvendelse i oplandet er landbrug, Figur 5.10, hvorfra belastningen er relativ høj, Figur 3.31. Der er ingen kortlagte lokaliteter indenfor oplandet. Lige nord for oplandet ligger en lokaliseret grund, men da grundvandsstrømningen er fra sydøst mod nordvest vil der formentlig ikke være nogen risiko for oplandet til Højslev Stby Vandværk. De to boringer ligger langs en landevej, og det anbefales at det sikres, at eventuelt oliespild eller andet ikke vil berøre boringerne. Lerdæklaget er tyndt over det mellemste magasin og en stor del af området er derfor udlagt til nitratfølsomt indvindings-

område. Boringerne ved Højslev Stby. Vandværk er dybe og filtersat i det nederste magasin, som er godt beskyttet. Der er derfor indenfor indvindingsoplandet til Højslev Stby. Vandværk ingen områder, hvor det umiddelbart er nødvendigt at gøre en særlig indsats overfor nitrat.

Figur 5.10. Arealanvendelse og kortlagte lokaliteter omkring oplandet til Højslev Stbv. Vandværk.



5.4.5 Indsatser

Det anbefales at det sikres, at uheld på landevejen ikke vil påvirke borerne.

indvindingstilladelse på 16.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet over 20.000 m³/år.

5.5 I/S Gammelstrup Vandværk A.m.b.a

Vandværket er beliggende i Viborg Kommune, i Gammelstrup, øst for Stoholm. Vandværket har to borer, DGU nr. 56.694 og DGU nr. 56.1044 etableret hhv. i 1978 og 2001. Vandværket har en

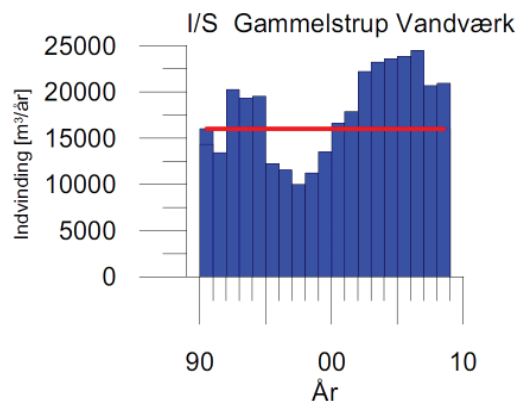
5.5.1 Geologiske forhold

Der foreligger ikke nogen geologisk model for indvindingsoplandet til Gammelstrup Vandværk. Ud fra oplysninger i Jupiter, Tabel 5.3, fremgår det, at de øverste 10 meter består af smeltevandssand. Herunder findes 40 meter smeltevandsler, 3 meter smeltevandssand, 5

Tabel 5.3. Boringer ved Gammelstrup Vandværk.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t.	Bjergart	Vandspejl m.u.t.	Status
56.694	93	84-90	Smeltevandssand	5,54	Aktiv
56.1044	96	84-90	Ingen oplysning i Jupiter	3,74	Aktiv

Figur 5.11. Historisk indvinding, Gammelstrup Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.



meter smeltevandssler. Indvindingsmagasinet består af smeltevandssand og er over 30 meter tykt.

Da Gammelstrup Vandværk ligger udenfor den eksisterende grundvandsmodel er der opstillet en analytisk element model (AEM) til beregning af indvindingsoplandet, Figur 5.12.

Geologien i modellen tager udgangspunkt i data fra grundvandsmodellen, som er opstillet på den anden side af Jordbro Å. Her er indvindingsmagasinet 20 m tykt. Den hydrauliske ledningsevne er sat til $6 \cdot 10^{-5}$ m/s, svarende til samme formation i den kalibrerede grundvandsmodel.

5.5.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

I AEM-modellen for Gammelstrup Vandværk er grundvandsdannelsen til magasinet vurderet til $4 \cdot 10^{-9}$ m/s, hvilket er fundet som en middelværdi af grundvandsdannelsen til grundvandsmagasinet i den østlige del af Skive grundvandsmodellen.

Vandløb er indlagt i modellen og koten til vandløbet er fundet fra en højdemodel. Det forudsættes, at der er fuld vandløbskontakt i de indlagte vandløb.

Indvindingen i modellen er sat til $16.000 \text{ m}^3/\text{år}$ svarende til tilladelsen. Indvindingen er fordelt på de to aktive indvindingsboringer. Oplandet til boringen er beregnet for 100 år.

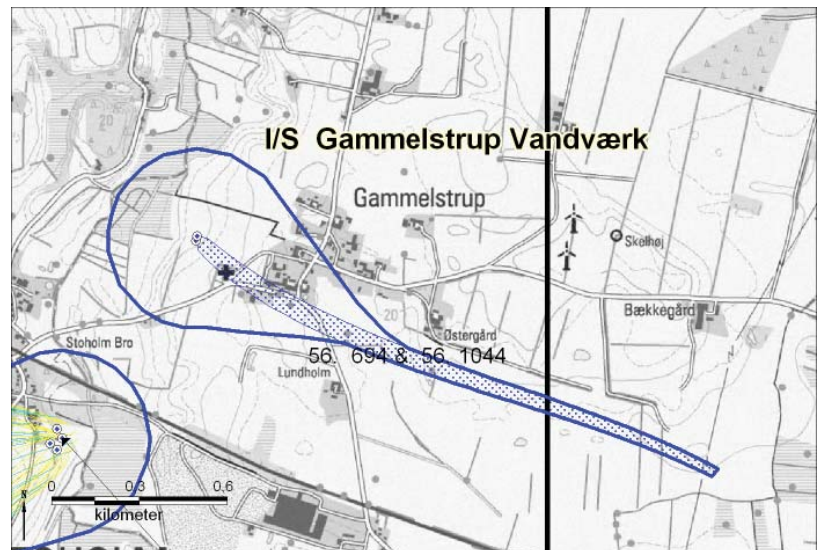
Oplandet er smalt og langt, idet indvindingen er lav i forhold til det forbigående vand. Der er kun en lille sænkning ved indvindingsboringen.

Den smalle form for det AEM modelberegnete opland til Gammelstrup Vandværk er relativt sikkert, idet indvindingen er lille i forhold til vandstrømningen i magasinet. Oplandet er fikseret af hydraulisk kontakt til vandløb samt grundvandsstrømning, hvilket fastholder en sydøstlig retning. Retningen af det smalle opland er betinget af geologien og usikker. Usikkerheden vokser med afstanden til indvindingsboringerne.

Øvre lag-grænse m	Nedre lag-grænse m	Geus-beskrivelse	Detaljeret beskrivelse
0	10	ds (glacial smeltevandssand)	SAND, mest mellem, gruset, gulbrun, kalkfri, "smeltevandssand".
10	30	dl (glacial smeltevandsler)	LER, siltet, horisontal lagdeling, mørk gråbrun, kalkholdig, "smeltevandsler".
30	50	dl (glacial smeltevandsler)	LER, siltet, horisontal lagdeling, mørk gråbrun, kalkholdig, "smeltevandsler".
50	53	ds (glacial smeltevandssand)	SAND, mest mellem, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
53	58	dl (glacial smeltevandsler)	LER, siltet, få slirer af sand, horisontal lagdeling, mørk gråbrun, kalkholdig, "smeltevandsler".
58	65	ds (glacial smeltevandssand)	SAND, mest mellem, få klumper af ler, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
65	93	ds (glacial smeltevandssand)	SAND, mest mellem, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
93		s (sand)	SAND, (sand)

Tabel 5.4. Oplysninger i Jupiter om DGU nr. 56.694.

Figur 5.12. Opland til Gammelstrup Vandværk



5.5.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Der er et tykt lerdæklag over magasinet og grundvandet vurderes at være godt beskyttet.

Den grundvandskemiske vurdering er baseret på boring 56.694. Der er ingen analyser for boring 56.1044.

Vandtypen bestemt ved seneste analyse i 2009 er den reducerede vandtype D, som er kendetegnet ved ikke at indeholde ilt og nitrat, og ikke have forhøjet sulfat i forhold til baggrunds niveau. I den seneste analyse er nitrat under detektionsgrænsen, sulfat ligger på 13 mg/l og klorid på 22 mg/l. Klorid er dermed ikke forhøjet og ligger på baggrunds niveau.

I perioden 1995-2006 er der konstateret stabile koncentrationer af nitrat, sulfat og klorid samt de beregnede parametre forvitring og ionbytning. Forvitringen ligger lige omkring 0,9 i hele perioden og viser derfor ikke tegn på påvirkning fra aktiviteter ved overfladen. Ionbytningen er stabil og en smule forhøjet og tyder derved på en vis beskyttelse af dækkende lerlag i oplandet til boringen.

Der er ikke konstateret problemer med arsen, aggressiv kuldioxid, klorid og organisk materiale eller andre parametre. Aggressiv kuldioxid er dog set i rent vandet. Det kan evt. afhjælpes i vandbehandlingen. Fosfor ligger lige omkring grænseværdien i råvandet, men forventes ikke at give problemer i rent vand, da det fælder ud med jern i vandbehandlingen. Fosfor vurderes

at stamme fra sedimentet og ikke som tegn på forurening fra overfladen.

Der er ikke konstateret indhold af pesticider. Det bemærkes at boringen ikke er analyseret for indhold af klorerede opløsningsmidler og oliestoffer.

Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Der er over 15 meter lerdæklag.
- Den naturlige beskyttelse af grundvandet er ifølge kemien (det lave redoxniveau) god.
- Nitratreduktionspotentialet i oplandet er sandsynligvis stort, set i relation til den reducerede vandkvalitet og det dybtliggende magasin.
- Udviklingen i redoxniveau vil især kunne følges ved at observere sulfat.
- Der er tale om en god stabil vandkvalitet, som ikke er vanskelig at behandle til vanddistribution. Det bemærkes dog, at boring 56.694 ikke er analyseret for indhold af metan og svovlbrinte. Selv små indhold af svovlbrinte kan vanskeliggøre vandbehandlingen, f.eks. ammoniumfjernelse.
- Fokus i dette område, baseret på de analyser, der er udført til og med 2006, vil især være på eventuelle problemstoffer.

5.5.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Gammelstrup Vandværk er hovedsageligt land-



Figur 5.13. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring indvindingsoplandet til Gammelstrup Vandværk.



brug, hvorfra der er en relativ høj belastning af oplandet, Figur 3.31. I oplandet ligger desuden Gammelstrup by med to V1-kortlagte lokaliteter. Herudover inddrages en del af Jordbro Å i 300 meter zonen omkring indvindingsboringerne.

Med baggrund i den gode beskyttelse er der i indvindingsoplande til Gammelstrup Vandværk ikke udpeget følsomme områder.

5.5.5 Indsatser

Byområder udøver generelt en trussel mod grundvand, fordi der kan være risiko for uheld ved transport, industri og privat håndtering af kemikalier og pesticider. Vandværket anbefales at tage forholdsregler mod nedsivning af uønskede stoffer til indvindingsmagasinet og sikre sig, at der ikke er lækage omkring boringer.

Indvindingsboringerne ligger tæt på Jordbro Å, men da magasinet ligger dybt og ikke har kontakt til vandløbsnære sandlag vurderes det, at indvindingen ikke påvirker vandløbet væsentligt.

5.6 I/S Iglø Vandværk

Vandværkets boringer er beliggende i Viborg Kommune, sydvest for Iglø. Vandværket har to boringer, DGU nr. 65.584 etableret i 1961 og DGU nr. 65.1151 etableret i 1992, se Tabel 5.5. Vandværket har en indvindingstilladelse på 17.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet mellem 12.000 og 17.000 m³/år, Figur 5.14.

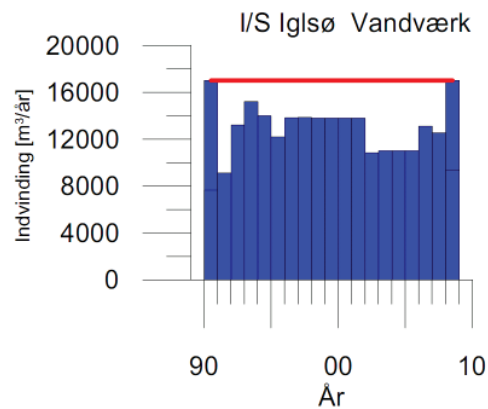
5.6.1 Geologiske forhold

Figur 5.15 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Iglø Vandværks kildepladser, samt placeringen af de geologiske profilsnit vist i Figur 5.16.

Tabel 5.5. Boringer ved Iglso Vandværk.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
65.584	60	36-40	Sand	6,6	Aktiv
65.1151	42	34,5-40,5	Smeltevandssand	9,95	Aktiv

Figur 5.14. Historisk indvinding Iglso Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

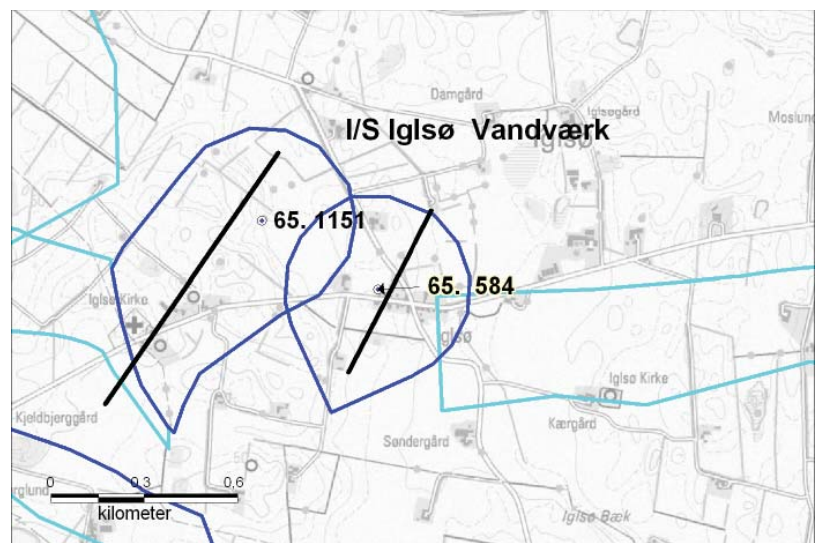


Profilerne er i begge tilfælde orienteret sydvest-nordøst. For profilet ved Iglso by ligger terrænet omkring kote 35 m til 40 m. Terræn koterne for profilet ved boring 65.1151 (nordvest-profilet) ligger mellem kote 40 m og 50 m. Profilerne har en længde på henholdsvis 600 m og 1000 m.

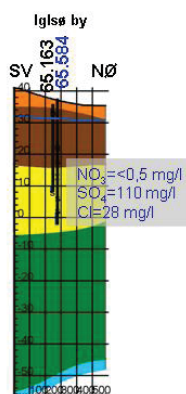
Ved boringerne indvindes der fra det mellemste magasin, som på begge profiler har en tykkelse på omkring 20 m. Fordelingen og tykkelsen af de forskellige lag på de to profiler er forholdsvis ens, men ifølge borningsoplysningerne er der nogle mindre uoverensstemmelser. I boringerne ved Iglso by ses der udelukkende silt i de øvre lag, og det kan derfor være tvivlsomt om laget

er særlig vandførende. Herunder er der omkring 7 meter ler. Den øvre grænse for det mellemste magasin stemmer fint overens med boringerne, men disse stopper i nærheden af kote 0 m, og når dermed ikke bunden af magasinet. Ved nordvest-profilet fremtræder det øvre magasin dog tydeligt i boringerne, og der er således observeret godt 22 m smeltevandssand i DGU 65.1151. Herunder findes omkring 15 m smeltevandsler og moræneler ned til toppen af det mellemste magasin. Bunden af det mellemste magasin ses i boringen omkring kote 0 m. Syd for Iglso kirke er der observeret omkring 52 m sand fra kote 22 m til -34 m og viser, at magasinet er tykt visse steder.

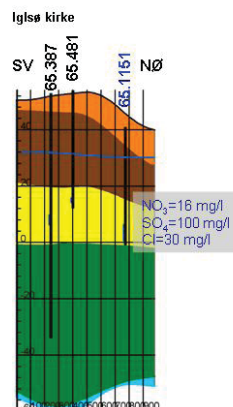
Figur 5.15. Placering af profilsnit igennem Iglso Vandværks indvindingsoplande.



Iglsø Vandværk (Iglsø by)



Iglsø Vandværk (Nordvest)



Figur 5.16. Geologisk profil gennem indvindingsoplandene for Iglsø Vandværks boringer.

- B1: Sand
- B2: Ler
- B3: Sand
- B4: Ler
- B5: Sand/Kalk

5.6.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

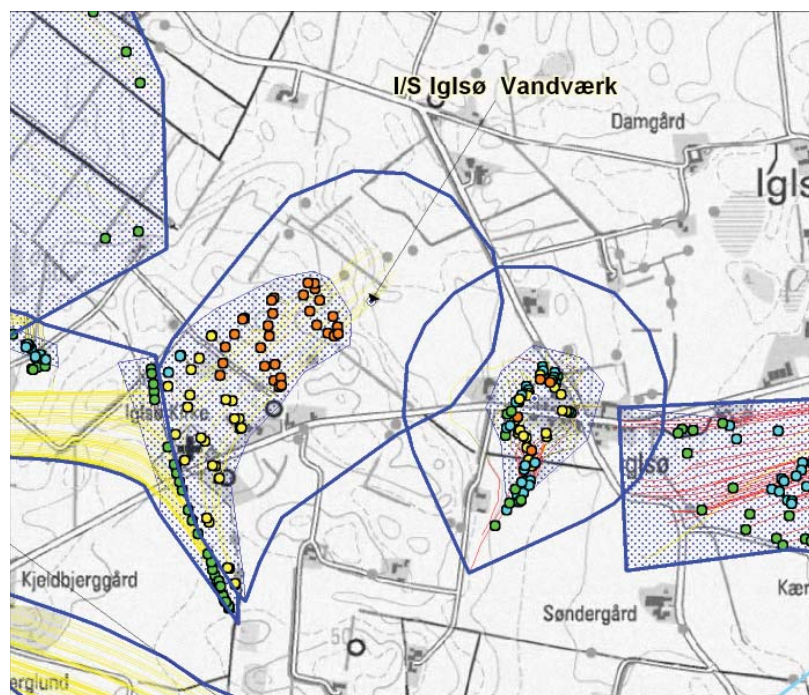
Begge oplande til Iglsø Vandværks boringer går fra et grundvandsskel mod syd og nordpå, Figur 5.17.

Den vestlige boring, DGU nr. 65.1151, ved Iglsø Kirke, har fortrinsvis strømning i det mellemste magasin (lag 3 i den hydrostratigrafiske model). Alderen på vandet er 10-50 år. I boring DGU

nr. 65.584 ved Iglsø by har vandet en højere alder, op til 200 år. Oplandet her befinder sig nær grundvandsskel og oplandet har kun en lille udbredelse.

5.6.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Tykkelsen af lerdæklaget er omkring 15 meter ved Iglsø Kirke og den geologiske beskyttelse



Figur 5.17. Oplande til Iglsø Vandværk.

- Indvindingsboring
- Partikelbane
- Fokusområde
- Grundvandsdannende område
- Indvindingsopland
- OSD
- Partikelbaner [Modellag]
 - 1 (Sand)
 - 2 (Ler)
 - 3 (Sand)
 - 4 (Ler)
 - 5 (Kalk/sand)
- Endepunktsalder [år]
 - 100 to 200
 - 50 to 100
 - 25 to 50
 - 10 to 25
 - 0 to 10

vurderes på denne baggrund at være god. Ved Igløsø by er lerdæklaget dog tyndt og giver ikke en god beskyttelse af grundvandsmagasinet ved boringen. Grundvandsmodellen indikerer dog, at indvindingsvandet ved Igløsø by er ældre end ved Igløsø Kirke, og dermed bør oplandet ved Igløsø by indeholde mere ler eller materiale med lavere ledningsevne end ved Igløsø Kirke. Samlet set er beskyttelsen i form af lerlag således varierende.

Vandtypen bestemt ved de seneste analyser fra 2006 er for boringen ved Igløsø by (65.584) Vandtype C og ved den anden boring ved kirken (65.1161) vandtype B. Begge boringer viser forhøjet sulfatindhold og boring 65.1161 indeholder desuden nitrat. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra de seneste analyser er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.16. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau.

Begge boringer viser i perioden 1995-2006 en stigning i sulfatindholdet, som dog i hele perioden er høj (81-110 mg/l) forvitringen er høj (1,4-2,1) i hele perioden og ionbytningen er lav. Det stigende sulfatindhold afspejler grundvandets nitratbelastning. I boringen ved kirken (65.1151) er der både nitrat og forhøjet sulfat tilstede, hvilket betyder at nitrat nedbrydes men ikke fuldstændigt.

Sulfatindholdet er så højt, at der kan være tvivl om, hvorvidt det udelukkende er pyritoxidation, der er årsagen. Med en baggrundsværdi på ca. 20 mg/l sulfat er det 90 mg/l sulfat der stammer fra pyritoxidation med nitrat eller ilt. Hvis det udelukkende er nitrat der er årsagen, skal belastningen med nitrat have været ca. 90 mg/l ved vandets dannelses tidspunkt. Det kan også være på grund af sænkning af vandspejlet ved indvinding, der er årsagen til nedbrydningen af pyrit, da ilt herved kan komme i kontakt med pyrit. Grundvandets alder er i modellen vurderet til op til 200 år for boring 65.584, i så fald må det være en lille del af vandet, ellers er alderen stærkt overvurderet. I den anden boring 65.1151, hvor der er nitrat tilstede, er vandets alder vurderet til 10- 50 år i modellen, hvilket er i overensstemmelse med kemien.

En forskel på de to boringer er desuden jernindholdet. Boringen med nitrat (DGU nr. 65.1151) indeholder kun en lille smule jern samtidig med at vandet, der indvindes er iltet. Den anden bo-

rings indhold af jern er steget fra 0,5 til 5,3 mg/l mellem 2002 og 2006. Dette viser at enten nærmer redoxfronten sig indvindingsfilteret, og at nitrat kan forventes at bryde igennem indenfor de kommende år, afhængigt af reduktionskapaciteten, eller at der er en utæthed i boringen med både nitrat og lidt jern.

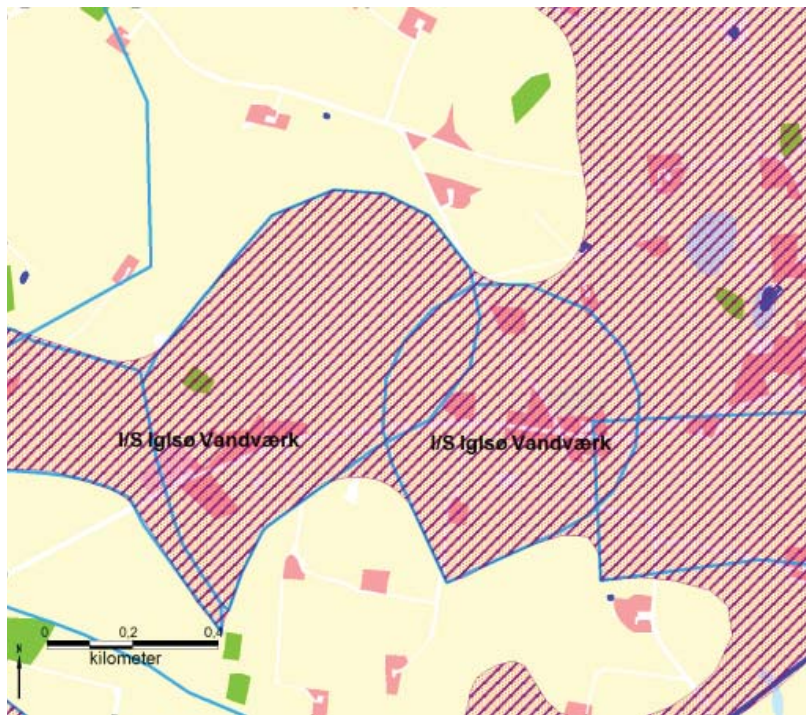
Der er konstateret indhold af arsen i boring 65.584 på 16 µg/l, hvilket er over grænseværdien på 5 µg/l. Arsen er steget fra 3 til 16 fra 2002 til 2006, hvilket formodentlig skyldes frigivelse fra pyrit. Dette tyder på, at der ikke skal frygtes en markant stigning, idet de særligt høje forekomster ses i dybere boringer, hvor årsagerne er andre. Den seneste rentvandsanalyse viser, at grænseværdien for arsen er overholdt. Arsen fælder sammen med jern i vandbehandlingen og fjernes på filteret.

Der er ikke konstateret problemer med aggressiv kuldioxid, klorid, organisk materiale eller andre parametre.

Det bemærkes at begge boringer er analyseret for pesticider, og der blev ikke konstateret indhold heraf. Boringerne er ikke analyseret for indhold af klorerede opløsningsmidler, og boring DGU nr. 65.1511 er ikke analyseret for oliestoffer. I boring DGU nr. 65.584 er der fund af oliestoffer (benzen, ethylbenzen, toluen og xylen) under grænseværdien.

Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Lerdæklagets tykkelse og sammenhæng er varierende, beskyttelsen af magasinet er tvivlsom.
- Der er tale om sårbare vandtyper.
- Nitratbelastningen ved overfladen er høj.
- Den naturlige beskyttelse af grundvandet i forhold til nitrat er ifølge kemien tilstede, men ikke god.
- Nitratreduktionspotentialet i oplandet er sandsynligvis ved at være opbrugt.
- Udviklingen i redoxniveau vil især kunne følges ved at observere sulfat, jern og nitrat.
- Der er tale om en vandkvalitet, der overholder kvalitetskriterierne. Det høje jernindhold i den ene boring kan være udfordrende for vandbehandlingen.



Figur 5.18. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring indvindingsoplandene til Iglø Vandværk.



5.6.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen i oplandene til begge indvindingsboringer udgøres hovedsageligt af landbrug, hvorfra der er en relativ høj nitratudvaskning, Figur 3.31. Begge oplande er udpeget som nitrattfølsomt indvindingsområde og på grund af fund af nitrat i grundvandet og ringe beskyttelse også udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat. Der ligger i begge oplande bymæssig bebyggelse. I nordvest-oplandet, som inkluderer Iglø Kirke, ligger den bymæssige bebyggelse noget opstrøms, og der er ingen kortlagte grunde indenfor oplandet. Boringen ved Iglø by ligger i bymæssig bebyggelse, og der er en V1-kortlagt grund i 300 meter zonen omkring boringen.

5.6.5 Indsatser

Det anbefales, at den forurenede grund indenfor oplandet undersøges, og der bør tages forholdsregler mod forurening af indvindingsoplandet. Ved begge kildepladser vil det være hensigtsmæssigt at holde øje med udviklingen i nitrat og sulfat. I indsatsområder med hensyn til nitrat anbefales det at der sker tiltag til reduktion af nitratbelastningen.

5.7 I/S Kjeldbjerg Vandværk

Vandværkets borer er beliggende i Viborg Kommune, sydvest for Iglø. Vandværket har to borer, DGU nr. 55.491 etableret i 1973 og DGU nr. 65.501 etableret i 1962, Tabel 5.6. Vandværket har en indvindingstilladelse på 48.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 40.000 m³/år, Figur 5.19.

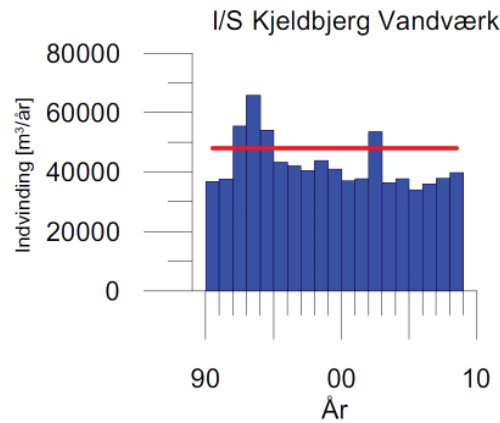
5.7.1 Geologiske forhold

Figur 5.20 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Kjeldbjerg Vandværks kildepladser, samt placeringen af de geologiske profilsnit, Figur 5.21.

Tabel 5.6. Boringer ved Kjeldbjerg Vandværk.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
55.491	85,5	73-85	Smeltevandssand	13	Aktiv
65.501	41	38,5-41,5	Sand	21	Aktiv

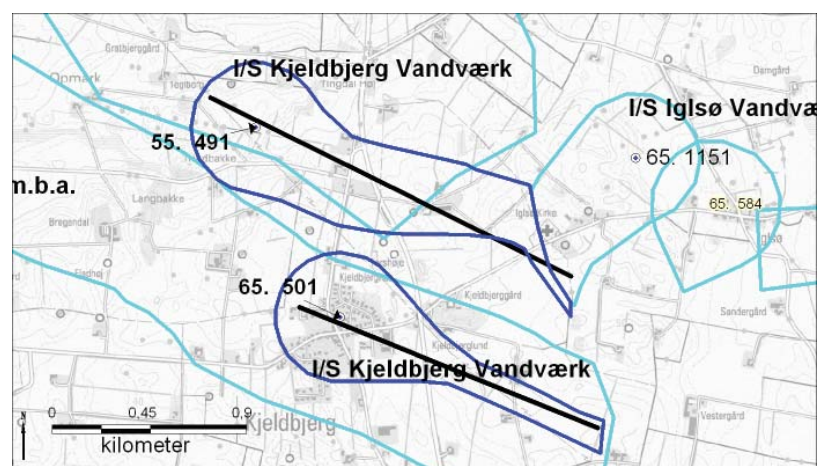
Figur 5.19. Historisk indvinding Kjeldbjerg Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

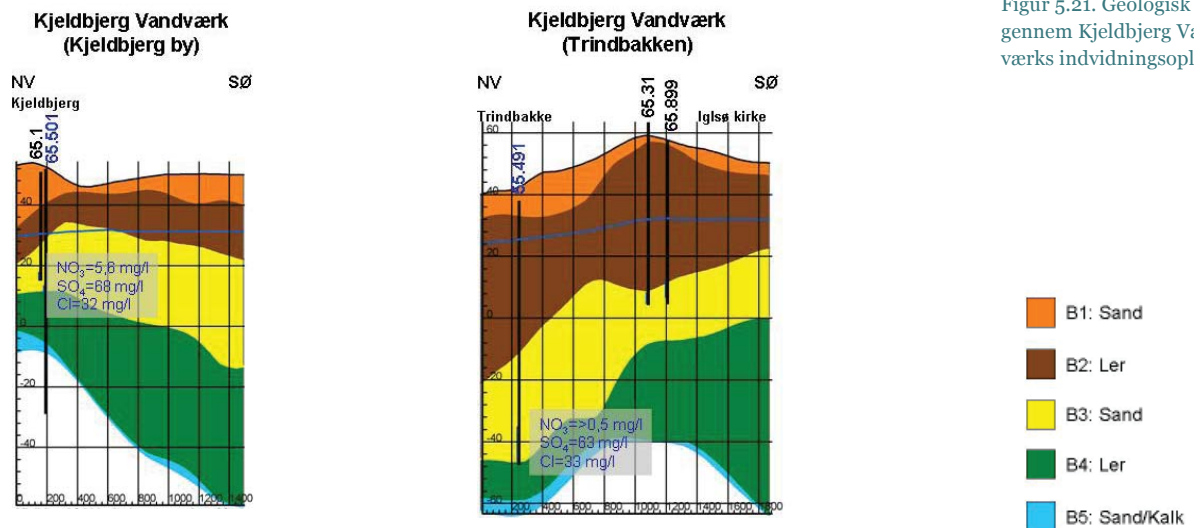


Profilerne er i begge tilfælde orienteret nord-vest-sydøst. For profilet ved Kjeldbjerg by ligger terrænet omkring kote 48 m til 50 m. Ved Trindbakken, nord for Kjeldbjerg by, er terrænet noget mere kuperet, og der findes et mindre højdedrag centralt i oplandet. Terrænkoterne ligger her mellem kote 40 m og 60 m. Begge profiler har en længde på godt 1500 m.

Ved begge boringer indvindes der fra det mellemste magasin (lag 3), som har en tykkelse på mellem 20 og 40 m. Boringen ved Kjeldbjerg by er forholdsvis dårligt beskrevet, men der ses en del silt i de øvre jordlag ned til kote 35 m. Selve magasinet er ikke beskrevet, men under filteret, som er placeret mellem kote 9 m og 14 m, er der udelukkende observeret ler. Det nedre magasin

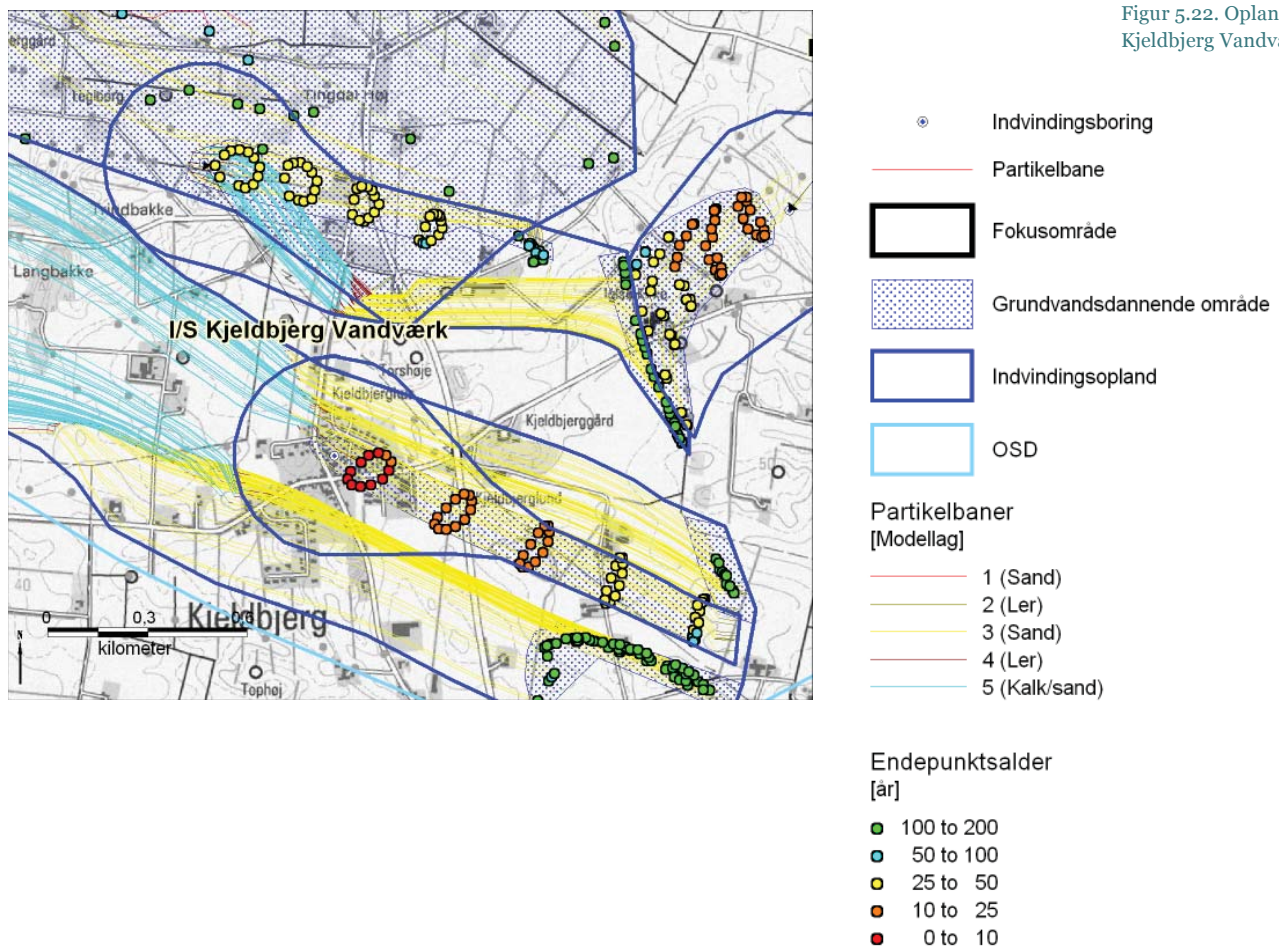
Figur 5.20. Placering af profilsnit for Kjeldbjerg Vandværks indvindingsoplande.





Figur 5.21. Geologisk profil gennem Kjeldbjerg Vandværks indvindingsoplande.

er dermed ikke eksisterende. Ved DGU 55.491 ses hovedsageligt lerede aflejringer i de øverste geologiske lag. Laggrænserne for det mellemste magasin stemmer nogenlunde overens med borerne, men ifølge boreringsoplysningerne kunne det tyde på, at der eksisterer et mindre sandlag eller linse centralt i øvre dæklag.



Figur 5.22. Oplande til Kjeldbjerg Vandværk.

5.7.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Begge oplande har en nordvest-sydøstlig retning bestemt af grundvandspotentialet, Figur 5.22. Strømningen af grundvand til oplandet til boring DGU 65.501, i Kjeldbjerg by sker i lag 3 i den hydrostratigrafiske model. Hele oplandet er grundvandsdannende og alderen er fra 10 år til 50 år.

Strømningen af grundvand til boring DGU 55.491, Trindbakke, sker både i det nedre magasin (lag 5) og i det mellemste magasin (lag 3). I den sydlige arm er en stor del af oplandet i lag 5 og alderen på vandet overstiger 50 år. Den nordlige arm repræsenterer yngre vand til boringen, og her er vandet mellem 25 og 50 år.

5.7.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Lerdæklaget er formentlig tyndt ved Kjeldbjerg by og sammen med det unge vand, tyder det på, at sårbarheden er stor ved Kjeldbjerg by. Ved Trindbakken, nord for Kjeldbjerg by er lerdæklaget betydeligt, og der indvindes både yngre og gammelt vand. Beskyttelsen af grundvandet ved kildepladsen er god, mens beskyttelsen af grundvandet, som strømmer i dele af den nordlige arm kan være ringere.

Vandtypen bestemt ved de seneste analyser fra 2007 er for boringen ved Kjeldbjerg by (65.501) Vandtype B og ved den anden boring ved Trindbakke (55.491) vandtype C. Begge boringer viser forhøjet sulfatindhold og boring 65.501 indeholder desuden nitrat. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra de seneste analyser er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.21. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau.

Begge boringer viser stigende sulfatindhold, høj forvitring (1,3-1,5) og ionbytningen er lav. Det stigende sulfatindhold afspejler grundvandets nitratbelastning. I boringen ved byen (65.501) er der både nitrat og forhøjet sulfat tilstede, hvilket betyder at nitrat nedbrydes, men ikke fuldstændigt.

Der er ikke konstateret problemer med aggressiv kuldioxid, klorid, organisk materiale eller andre parametre i råvandet. Aggressivt CO₂ er jævnligt overskredet i rentvandsanalyserne. I rentvandsanalyserne er der målt BAM (0,032 mg/l).

De to oplandes kemi er ikke helt ens. Hoved-

punkterne er anført nedenfor:

Kjeldbjerg by – kildeplads (DGU nr. 65.501):

- Sårbart magasin – vandtype B.
Ungt vand 10-50 år.
- Nitrat 5,6 mg/l ikke stigende i perioden 1994-2007.
- Sulfat er høj (68 mg/l) og varierer i tidsserien.
- Ionbytningen er lav og forvitringen høj, som resultat af sårbart miljø.
- Der er konstateret pesticid (BAM og desethylatrazin) under grænseværdien i seneste analyse fra 2007. Der var ingen indhold i analysen fra 2002.

Trindbakken – kildeplads (DGU nr. 55.491):

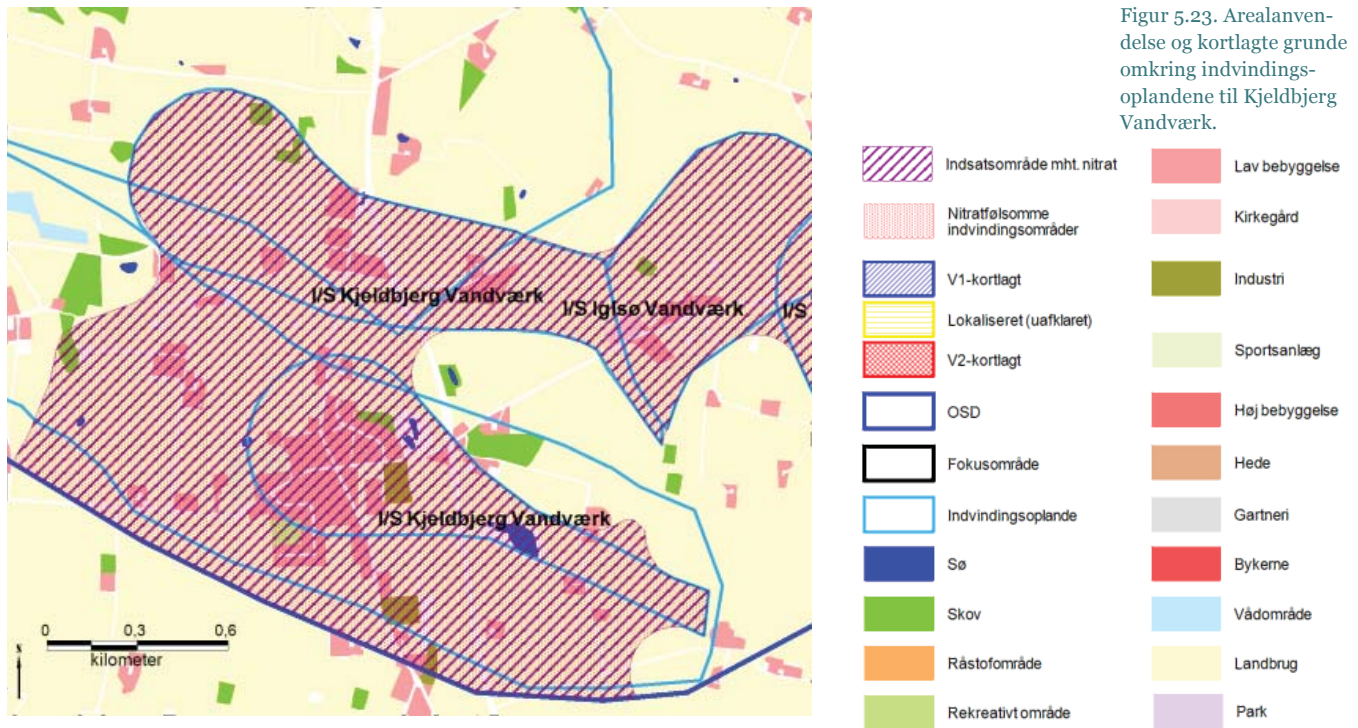
- Magasin ikke sårbart – vandtype C.
- Ungt vand 25-50 år.
- Ingen nitrat.
- Sulfat er høj (63 mg/l) og stiger i indhold fra 45 - 63 mg/l især efter 1997.
- Ionbytningen er lav og forvitringen høj, som resultat af sårbart miljø.
- Ingen pesticider.

Udviklingen i redoxniveau vil især kunne følges ved at observere sulfat, jern og nitrat.

5.7.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Kjeldbjerg Vandværks sydlige kildeplads ligger i bymæssig bebyggelse. Herudover er der flere V1-kortlagte grunde, som kan udgøre en risiko for grundvandet.

Arealanvendelsen i oplandet omkring Trindbakken består hovedsageligt af landbrug, Figur 5.23, med relativ høj nitratudvaskning, Figur 3.31, og der er bymæssig bebyggelse centralt i oplandet. Desuden berører en V1-kortlagt grund den sydvestlige del af oplandet ved kildepladsen. Begge oplande er udlagt som nitratfølsomt indvindingsområde og indsatsområde med hensyn til nitrat. Grundvandskemien i begge oplande viser, at grundvandet er påvirket fra overfladen, men kun ved Kjeldbjerg by er der fundet nitrat i grundvandet, og en indsats til beskyttelse af grundvandet anbefales.



5.7.5 Indsatser

Bymæssig bebyggelse udgør generelt en trussel mod grundvandet. Specielt ved Kjeldbjerg by er truslen stor fordi beskyttelsen af grundvandet er ringe, og der indvindes relativt terrænnært. Vandværket anbefales at sikre sig, at boringens tilstand er god, så der ikke siver uønskede stoffer ned langs boringen. Desuden anbefales vandværket at undersøge muligheden for tilslutning til andre vandværker så boringen ved Trindbakken kan aflastes, hvis boringen i Kjeldbjerg by skal tages ud af drift.

Ved begge kildepladser vil det være hensigtsmæssigt at holde øje med udviklingen i nitrat og sulfat. Ved Trindbakken er der endnu ikke fundet nitrat, men den stigende sulfatkoncentration tyder på, at nitrat kan blive et problem med tiden. Ved Kjeldbjerg by anbefales at gøre en indsats for at beskytte grundvandet mod ned-sivende nitrat.

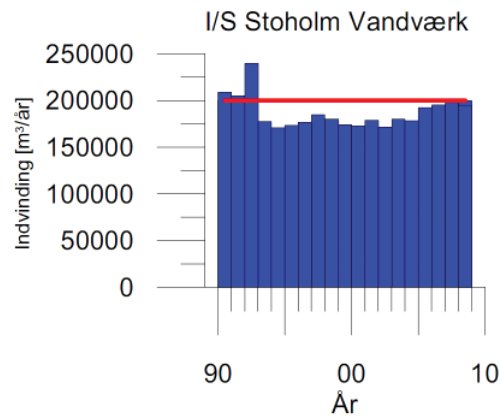
5.8 I/S Stoholm Vandværk

Vandværkets borer er beliggende i Viborg Kommune, i den sydøstlige del af Stoholm. Vandværket har tre indvindingsboringer, DGU nr. 56.615 etableret i 1977, DGU nr. 56.633 etableret i 1977 og DGU nr. 56.905 etableret i 1990. Der ligger en sløjfet boring på kildepladsen, DGU nr. 56.645, Tabel 5.7. Vandværket har en indvindingstilladelse på 200.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 200.000 m³/år, Figur 5.24. Der indvindes primært fra boring DGU nr. 56.905.

Tabel 5.7. Boringer ved Stoholm Vandværk.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
56.615	41,5	25-37	Smeltevandssand	0,25	Aktiv
56.633	36	24-36	Smeltevandssand	0,95	Aktiv
56.905	42	29-41	Smeltevandssand	4,2	Aktiv
56.645	40	27-39	Smeltevandssand	16	Sløjfet

Figur 5.24. Historisk indvinding ved Stoholm Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde

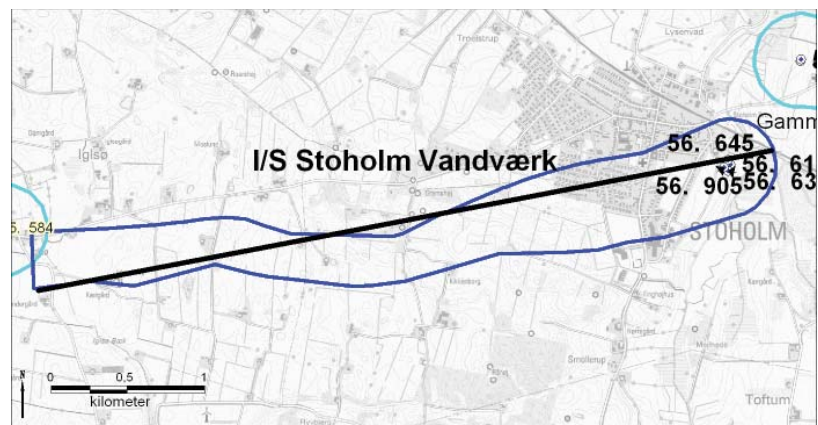


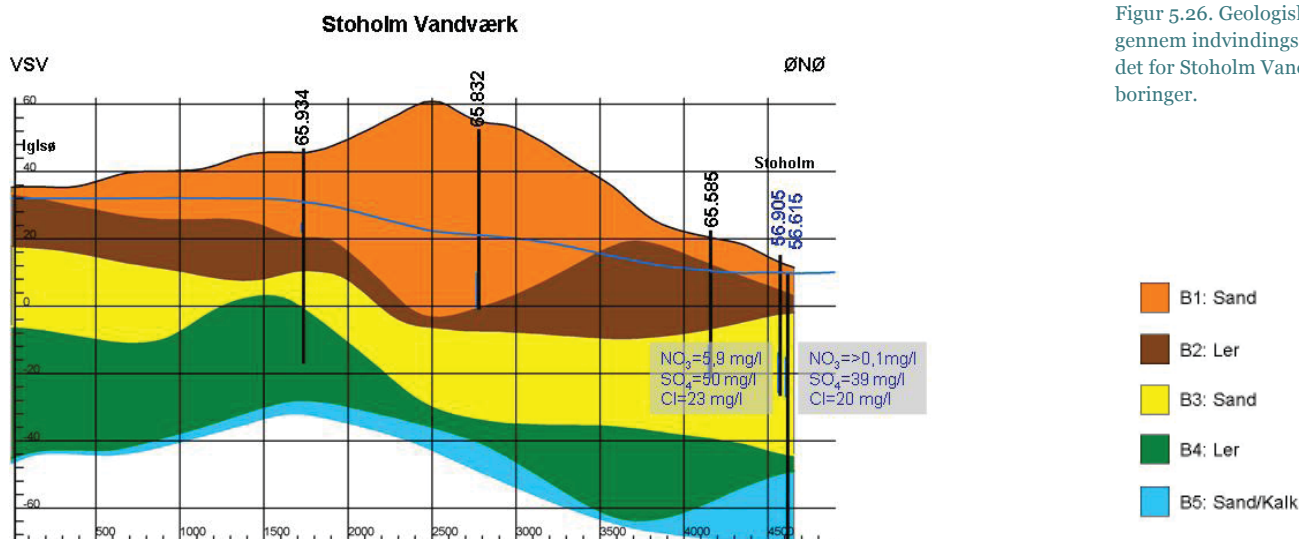
5.8.1 Geologiske forhold

Figur 5.25 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Stoholm Vandværks kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit, Figur 5.26.

Figure 5.25. Placering af profilsnit for Stoholm Vandværks indvindingsopland.

-  Opland til Vandværk
-  Profil igennem opland
-  Indvindingsboringer
-  Vandværk
-  Øvrige indvindingsoplande





Figur 5.26. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet for Stoholm Vandværks borer.

Profilen er orienteret vestsydvest-østnordøst fra udkanten af Iglslø til umiddelbart vest for Stoholm. Det ses at terrænet stiger i nordøstlig retning fra omkring kote 35 m ved Iglslø kirke til over kote 50 m ved Gramshøj. Herfra falder terrænet igen ned mod kildepladsen som ligger i kote 13 m. Profilen har en længde på knap 4600 m.

Ved Stoholm Vandværk indvindes der fra det mellemste magasin (B3), men ifølge borerne er der udelukkende observeret smeltevandssand fra terræn og ned til filterniveauet. Generelt er der en dårlig overensstemmelse mellem borerne og modellen. Kun i DGU 65.585 er der observeret et lerlag svarende til B2. I de øvrige borer ses der udelukkende glacialt smeltevandssand, hvilket kunne tyde på, at det øvre magasinadskillende lag helt eller delvist mangler i dette område. Hvad angår det nedre magasin fremgår det af modellen, at dette lag opnår en vis tykkelse i den nordøstlige ende af profilen. Dette er dog ikke foreneligt med oplysningerne fra DGU 65.615, hvor der udelukkende er observeret silt i dette niveau.

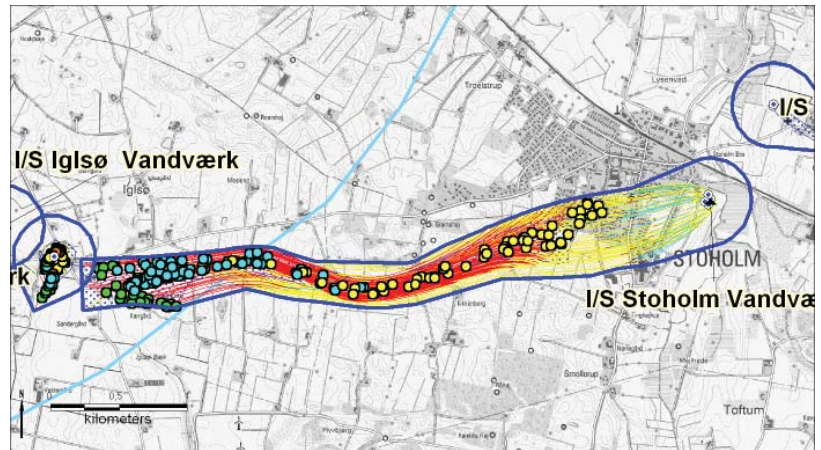
5.8.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

En stor del af strømmingen til kildepladsen ved Stoholm Vandværk, Figur 5.27, sker i det mellemste magasin, lag 3 i den hydrostratigrafiske model. I det boringsnære område sker strømmingen i lag 5. Alderen på vandet er over 25 år. Alderen stiger med afstanden til indvindingsboringerne, og i de boringsfjerne dele ses en alder som overstiger 200 år. Dette skyldes, at der over

lag 3 i den hydrostratigrafiske model er et beskyttende lerlag.

Der kan være usikkerhed omkring tykkelsen af lerlag i oplandet til Stoholm Vandværk. Hvis lertykkelsen er mindre end antaget, vil vandet være yngre, grundvandsdannelsen større og oplandet mindre.

Figur 5.27. Opland til Stoholm Vandværk.



5.8.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Sårbarheden overfor nitrat er stor i oplandet til Stoholm Vandværk. Der er ingen beskyttende lerlag ved kildepladsen.

Der er 3 aktive boringer på Stoholm Kildeplads. De seneste analyser er fra 2 af boringerne fra 1998, og den seneste er fra 2007.

Vandtypen bestemt ved de seneste analyser fra 1998 for boringerne 56.615 og 56.633 er begge bestemt til vandtype C, og den seneste analyse fra 2007 for boring 56.905 viser vandtype A. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra de seneste analyser er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.26 hvor boring 56.905 og 56.615 indgår. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau.

Boringerne er filtersat i samme magasin. Analyserne viser ikke de samme vandtyper, og dermed ikke den samme sårbarhed. Det er valgt at basere den grundvandskemiske beskrivelse på den seneste analyse fra 2007 for boring 56.905. Det ses i tidsserien for denne boring, se Figur 5.28, at der i 1998 ikke er indhold af nitrat og vandtypen er vandtype C. I den efterfølgende analyse

fra 2002 er nitrat brudt igennem. De to andre boringers seneste analyser minder om denne borings analyse fra 1998 og sandsynligvis har vandkvaliteten udviklet sig tilsvarende.

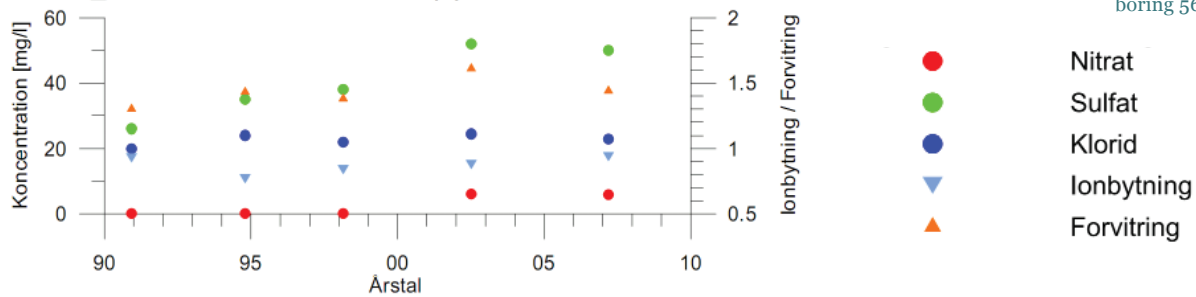
Det stigende sulfatindhold afspejler grundvands nitratbelastning. Da der både er nitrat og forhøjet sulfat tilstede, betyder det, at nitrat nedbrydes, men ikke fuldstændigt. Dette viser at reduktionskapaciteten i oplandet er ved at være opbrugt. Det kan i fremtiden forventes, at nitratindholdet vil være tiltagende og sulfat aftagende. Når sulfat når baggrundsniveau er al reduktionskapacitet opbrugt, og nitrat vil kunne øges yderligere.

Forvittringsgraden er høj og ionbytningen lav, hvilket for begge parametre vedkommende er tegn på et sårbart magasin.

Der er konstateret et svagt forøget indhold af aggressiv kuldioxid på 4 mg/l.

Der er ikke konstateret problemer med klorid, organisk materiale eller andre parametre.

56.905_1 I/S Stoholm Vandværk (0)



Figur 5.28. Tidsserie for boring 56.905.

Der er analyseret for pesticider og ikke konstateret indhold heraf i boring 56.905. De 2 øvrige boringer er ikke analyseret herfor. Rentvandsanalyser viser heller ikke tegn på pesticider. Boringerne er ikke analyseret for indhold af klorede opløsningsmidler og oliestoffer.

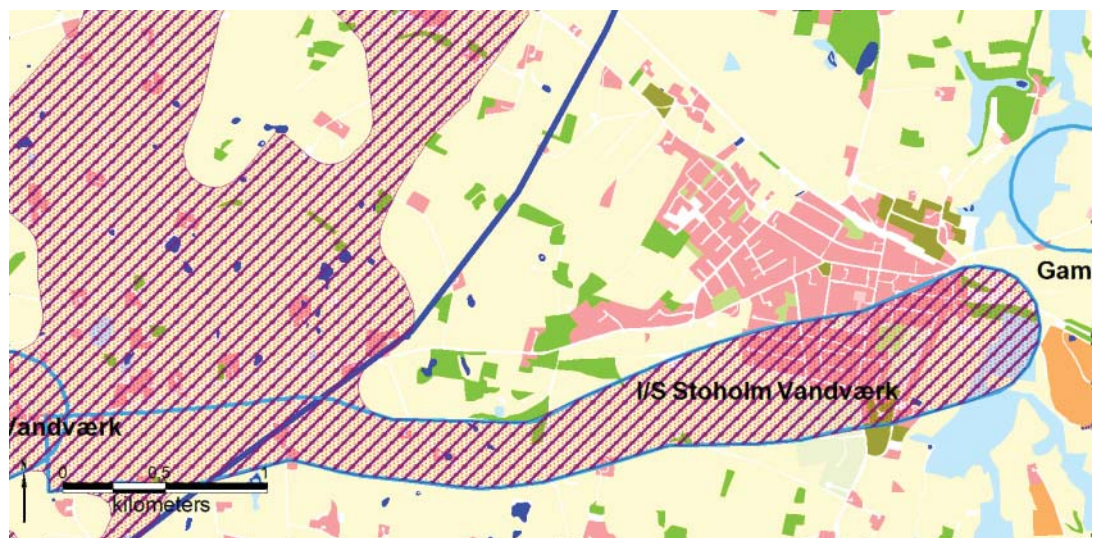
Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Lerdæklagets tykkelse og sammenhæng er tvivlsom.
- Der er tale om et sårbart magasin med vandtype A.
- Grundvandets alder vurderes at være mindre end 30 år.
- Den naturlige beskyttelse af grundvandet i forhold til nitrat er ikke god.
- Nitratreduktionspotentialet i oplandet er sandsynligvis ved at være opbrugt.
- Udviklingen i redoxniveau vil især kunne følges ved at observere sulfat og nitrat.
- Nitrat kan forventes at tiltage.
- Der er tale om en vandkvalitet, der overholder kvalitetskriterierne.

5.8.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen i oplandet til Stoholm Vandværks boringer er hovedsageligt landbrug, Figur 5.29. I det meste af oplandet er nitratudvaskningen høj, Figur 3.31. Hele oplandet er udlagt som nitratfølsomt indvindingsområde og på grund af nitrat i grundvandet er hele oplandet også udlagt som indsatsområde med hensyn til nitrat. Omkring kildepladsen er der bymæssig bebyggelse, og der er kortlagte grunde i nærheden af kildepladsen.

Figur 5.29. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring indvindingsoplandet til Stoholm Vandværk.



5.8.5 Indsatser

Bymæssig bebyggelse udgør generelt en risiko for grundvandet. Ved Stoholm Vandværks kildeplads er der ingen beskyttende lerdæklag og nedsvivende, forurenede vand vil hurtigt kunne finde vej til borerne.

Der er nitrat i grundvandet, og det anbefales at der igangsættes tiltag til reduktion af nitratbelastningen i oplandet.

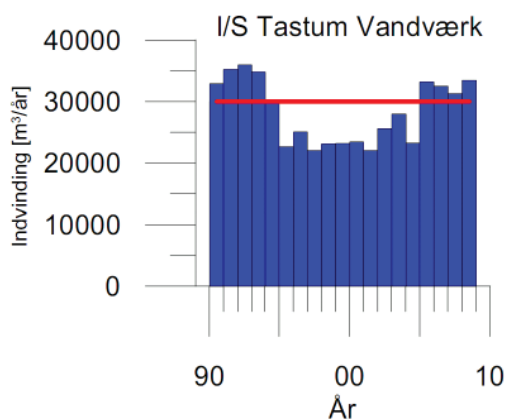
5.9 I/S Tastum Vandværk

Vandværkets borer er beliggende i Viborg Kommune, i Tastum by og nordøst for byen ved Lundager. Vandværket har to indvindingsboringer, DGU nr. 55.437 etableret i 1968 og DGU nr. 55.654 etableret i 1976, Tabel 5.8. Der er udført en ny boring, DGU nr. 55.1172, i 2008. Boringen ligger et par hundrede meter vest for boring DGU nr. 55.654, nord for Tastum by. Der er ansøgt om indvindingstilladelse for denne boring og det forventes, at denne boring benyttes til indvinding, og at boring DGU nr. 55.437 sløjfes. Vandværket har en indvindingstilladelse på 30.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 30.000 m³/år, Figur 5.30. Kommunen er i gang med at behandle en ansøgning på 40.000 m³/år.

5.9.1 Geologiske forhold

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
55.437	97	13-16	Smeltevandssand	4,1	Inaktiv
55.654	31	23-31	Smeltevandssand	1,1	Aktiv
55.1172	96	83,5-93,5	Sand	12,2	Ansøgt

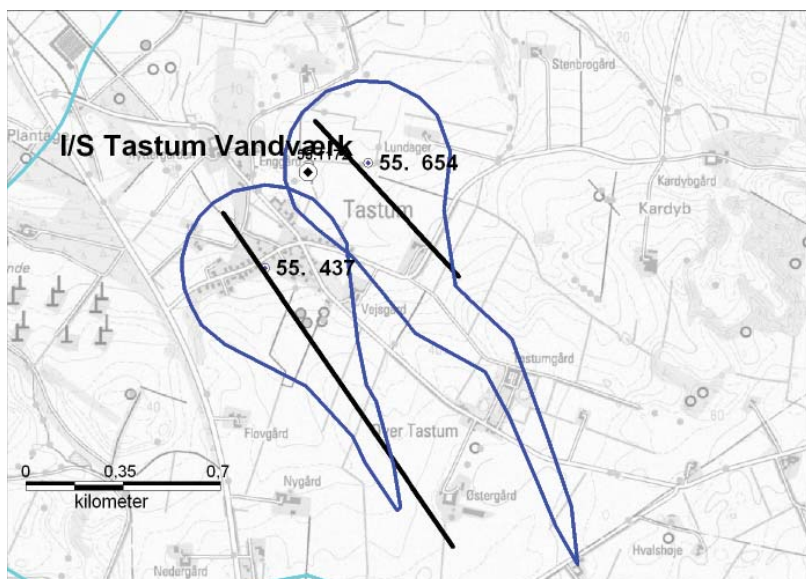
Tabel 5.8. Boringer ved Tastum Vandværk.



Figur 5.30. Historisk indvinding ved Tastum Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

Figur 5.31 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Tastum Vandværks kildepladser, samt placeringen af de geologiske profilsnit i Figur 5.32. Den nye boring DGU nr. 55.1172 er ikke medtaget i de hydrogeologiske modeller, og der er ikke optegnet indvindingsopland til boringen. Det forventes dog, at oplandet ligner det nuværende opland, men forskudt i vestlig retning.

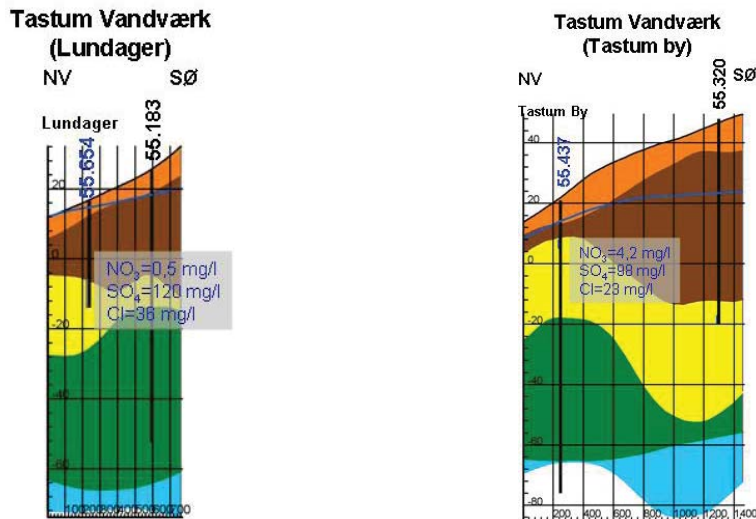
Profilerne er i begge tilfælde orienteret nord-vest-sydøst. For profilet ved Tastum by stiger terrænet i sydøstlig retning fra omkring kote 14 m til over kote 40 m. Ved Lundager er denne terrænstigning en anelse mindre, og profilet starter i kote 14 m og slutter omkring kote 32 m. Profilerne har en længde på henholdsvis 1450 m og 800 m.



Figur 5.31. Placering af profilsnit for Tastum Vandværks indvindingsoplande samt placering af den nye boring DGU nr. 55.1172.

Figur 5.32. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet for Tastum Vandværks borer. Den nye boring DGU nr. 55.1172 har samme dybde som boring DGU nr. 55.437.

- B1: Sand
- B2: Ler
- B3: Sand
- B4: Ler
- B5: Sand/Kalk

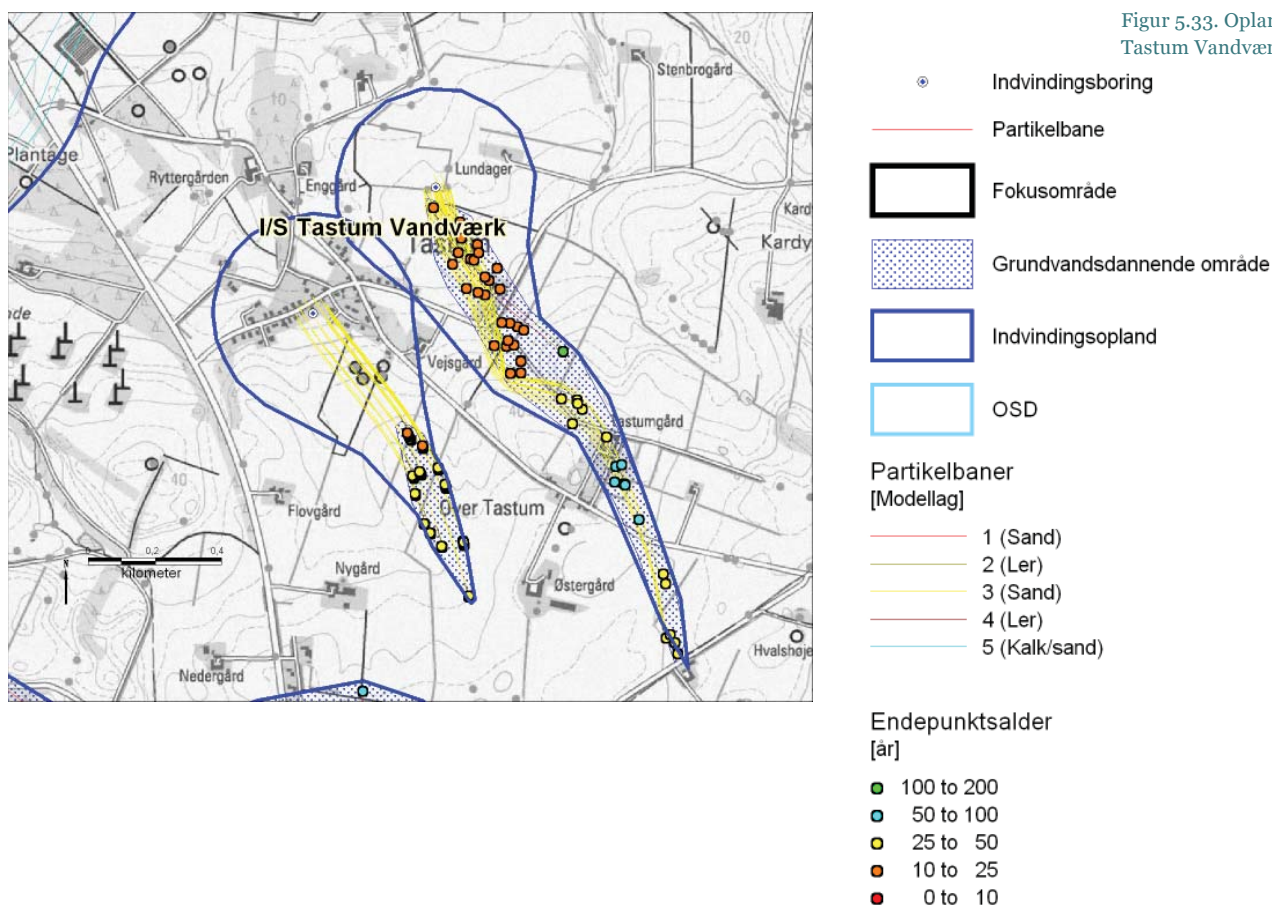


Ved borerne indvindes der fra det mellemste magasin (lag 3), som har en tykkelse på godt 25 m. Det forventes at den nye boring DGU nr. 55.1172 indvinder fra det nederste magasin, lag 5. Ved Tastum by øges tykkelsen af det mellemste magasin i sydøstlig retning til knap 40 m, medens det ved Lundager kiler ud. Ved Tastum by er der god overensstemmelse mellem modellen og borerne. Geologien består øverst af et sandlag svarende til det øvre magasin. Dog optræder der et tyndt morænedække enkelte steder. Det mellemste magasin består af smeltevandssand, med indslag af smeltevandsgrus i den sydøstlige del af oplandet. Under det mellemste magasin findes smeltevandsler, som ved kildepladsen hviler direkte oven på oligocænt ler. Ved lundagerboringen DGU 55.654 ses der udelukkende smeltevandssand fra terræn til kote -18 m, medens der i den anden ende af oplandet derimod kun observeres ler og silt ned til under kote -50 m.

5.9.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Indvindingsoplandet til boring DGU nr. 55.437 ved Tastum by er fortrinsvis i lag 3 i den hydrostratigrafiske model, Figur 5.33. Alderen på vandet er 10 - 50 år. Ved Lundager er grundvandet meget ungt, og der indvindes meget boreringsnært, hvor lerdæklaget er tyndt. Oplandet til DGU nr. 55.654 er lokalt og vandet har en alder på under 10 år. Det forventes at alderen på grundvandet i boring DGU nr. 55.1172 er noget ældre idet indvindingen foregår fra et dybere magasin.

Figur 5.33. Oplande til Tastum Vandværk.



5.9.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Vandværket har haft 2 aktive boringer. Boringerne ligger med ca. 500 meters indbyrdes afstand, hvorfor der er optegnet to oplande. Sårbarheden er stor i begge oplande. Der er kun et tyndt lerdæklag eller slet intet som ved indvindingsboringen ved Lundager. Filterindtaget ved boringen ved Tastum by sidder allerøverst i magasinet, hvor der er størst risiko for nitratholdigt vand.

Vandtypen er bestemt ved de seneste analyser, som er fra 2006 og 2007. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra de seneste analyser er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.32. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau for begge boringer.

Boringerne er filtersat i samme magasin, men har forskellige oplande. Analyserne viser ikke de samme vandtyper, og dermed ikke den samme sårbarhed.

Forvittringsgraden er høj og ionbytningen lav, hvilket for begge parametres vedkommende er tegn på et sårbart magasin.

Boring 55.437 beliggende i Tastum by er beskrevet kort nedenfor:

- Vandtypen er B.
- Vandets alder er ifølge grundvandsmodellen 10-50 år. Dette er i overensstemmelse med grundvandskemien. CFC-analyse fra 1997 viser, at grundvandet er ca. 25 år undervejs.
- Tidsserien for perioden 1989-2007 viser, at vandtypen varierer mellem C og B, især i de senere år efter 2000. Ligeledes varierer klorid, sulfat, forvitring og ionbytning. Dette viser, at der indvindes på grænsen mellem vandtype B og C.
- Sulfat er høj i hele perioden ca. 100 mg/l og er aftaget i de seneste 2 analyser, hvilket kan betyde en aftagende reduktionskapacitet, men det vil fremtidige analyser vise.
- Klorid ligger på baggrundsniveau.
- Der har været fund af oliestoffer og klorerede opløsningsmidler. Kilden er formodentlig den bynære placering. Grundvandsmodellen viser ikke boringsnær grundvandsdannelse i byområdet. Fundet af disse stoffer er i modstrid med modellens grundvandsdannende opland.
- Der er ikke konstateret pesticider.

Boring 55.654 beliggende ved Lundager er beskrevet kort nedenfor:

- Vandtypen er C.
- Grundvandets alder er ifølge grundvandsmodellen < 10 år. Dette er muligt, men ikke sandsynligt.
- Tidsserien for perioden 1995-2006 viser vandtype C i hele perioden med stigende indhold af sulfat fra ca. 94-120 mg/l.
- Ingen nitrat.
- Det kan forventes, at der i nær fremtid vil ske gennembrud af nitrat.
- Grundet vandets unge alder vil effekten af beskyttende tiltag kunne ses forholdsvist hurtigt.
- Ingen pesticider.
- Ingen oliestoffer.
- Ingen analyse for klorerede opløsningsmidler.

Det anbefales at nitrat- og sulfatudviklingen følges i begge borer. Boring 55.437 observeres for aftagende reduktionskapacitet via udviklingen af sulfat. Boring 55.654 observeres ligeledes for udviklingen af sulfat, hvor en yderligere stigning eller en stabilitet på ca. 120 mg/l kan betyde at indvindingen forårsager en uønsket stor sænkning medførende øget risiko for nitrat.

Analyser fra boring DGU nr. 55.1172 viser at grundvandet er reduceret og har et lavt indhold af sulfat og ingen nitrat.

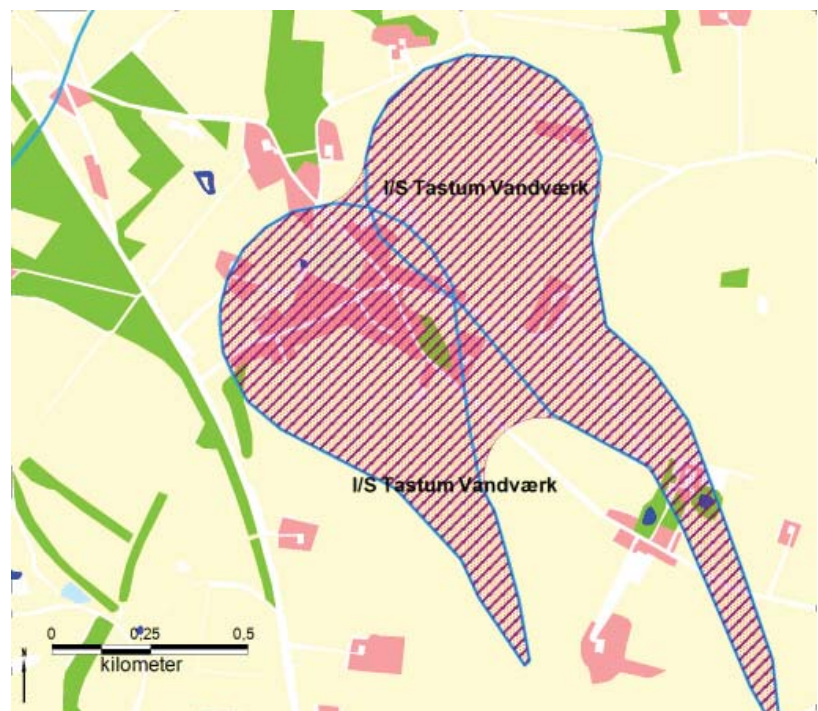
5.9.4 Arealanvendelse og forureningskilder

I oplandet til kildepladsen ved Lundager er der hovedsageligt landbrug, Figur 5.34. Ved Lundager er nitratudvaskningen relativ høj, Figur 3.31. Begge oplande er udlagt som nitratfølsomt indvindingsområde og indsatsområde med hensyn til nitrat på grund af at der er fundet nitrat i grundvandet. I oplandet til kildepladsen ved Tastum by er der desuden bymæssig bebyggelse. Der findes en enkelt V1-kortlagt grund meget tæt på indvindingsboringen ved Tastum by.

5.9.5 Indsatser

Vandværket anbefales at sikre, at arealanvendelsen ved begge kildepladser ikke udgør en risiko for grundvandet. Den geologiske sårbarhed er stor ved begge kildepladser på grund af et tyndt eller manglende lerdæklag, og det er derfor vigtigt at sikre en god grundvandsbeskyttelse ved skovrejsning, dyrkningsrestriktioner eller ved at opsøge en alternativ kildeplads.

Figur 5.34. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring indvindingsoplandet til Tastum Vandværk.



5.10 Nr. Søby Vandværk

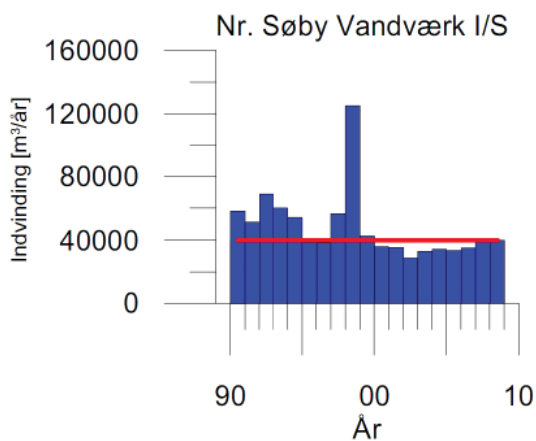
Vandværkets borerer er beliggende i Skive Kommune, i den sydøstlige del af Nr. Søby. Vandværket har to indvindingsboringer, DGU nr. 55.429 etableret i 1955 og DGU nr. 55.524 etableret i 1973, Tabel 5.9. Boring DGU nr. 55.429 er for nylig blevet blændet og benyttes ikke som indvindingsboring. Vandværket har en indvindings-tilladelse på 40.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 40.000 m³/år, Figur 5.35. Vandværket har en tilslutningsaftale med Høj-slev Vandværk om levering af vand fra kildepladsen ved Jernbanevej, boring DGU nr. 55.1198, men er endnu ikke koblet på.

5.10.1 Geologiske forhold

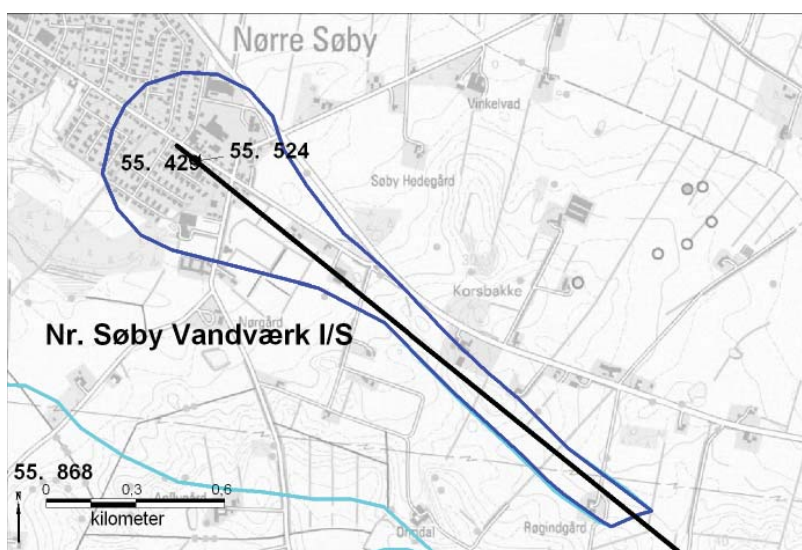
Figur 5.36 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Nr. Søby Vandværks kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit vist i Figur 5.37.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
55.429	36,5	32-35	Sand	6,8	Blændet af
55.524	36,5	30,5-36,5	Smeltevandssand	8,1	Aktiv

Tabel 5.9. Borerer ved Nr. Søby Vandværk.



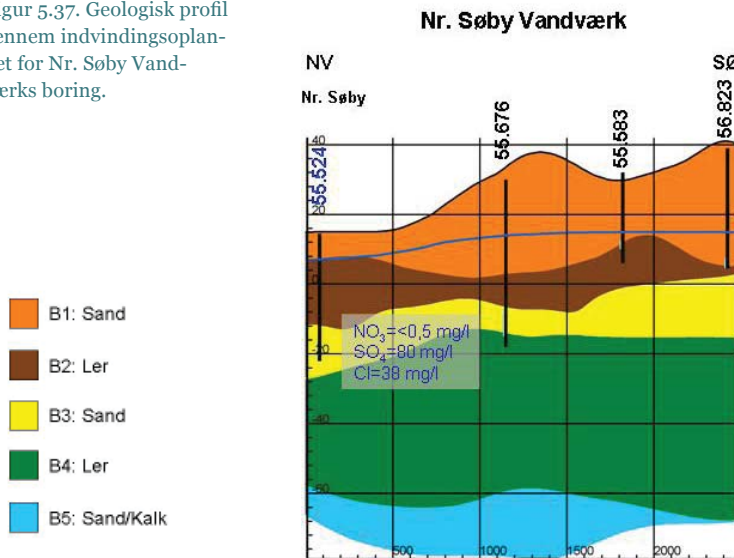
Figur 5.35. Historisk indvinding ved Nr. Søby Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.



Figur 5.36. Placering af profilsnit for Nr. Søby Vandværks indvindingsopland.



Figur 5.37. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet for Nr. Søby Vandværks boring.



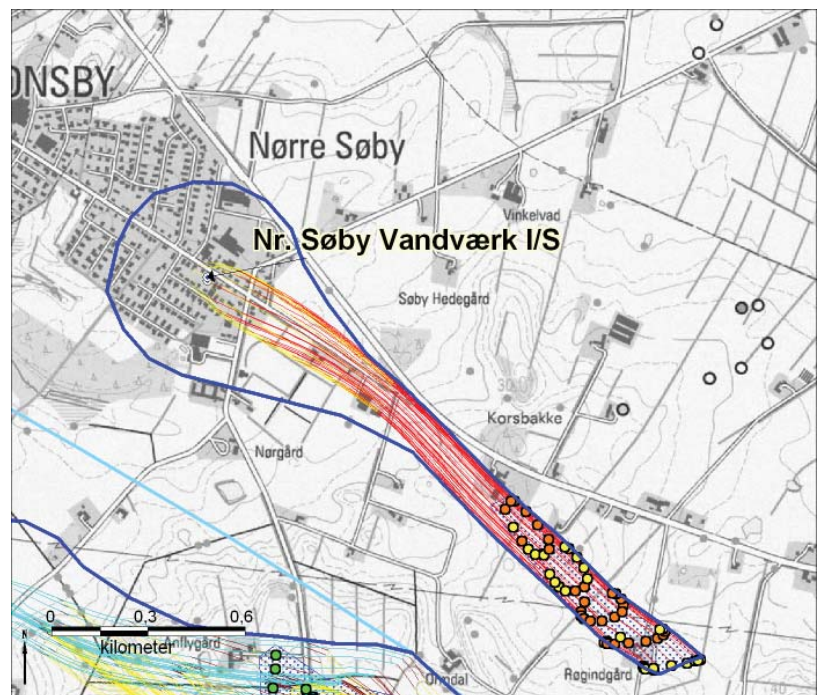
Profilen er orienteret nordvest-sydøst fra udkanten af Nr. Søby til umiddelbart øst for Røgind. Det ses, at terrænet stiger i sydøstlig retning fra omkring kote 15 m ved kildepladsen til over kote 40 m ved Røgind. Profilen har en længde på knap 2500 m.

Ved Nr. Søby Vandværk indvindes fra det mellemste magasin, som ved kildepladsen har en tykkelse på omkring 6 m. Boringerne er ikke ret dybe, og kun ved DGU 55.624 og 55.676 er hele det mellemste magasin gennemboret. Det øvre magasin er forholdsvis tykt i den centrale og sydøstlige del af oplandet, og består af smeltevandsand og -grus. Det øverste magasinadskilende lag består primært af smeltevandsler, men ved Nr. Søby er der også observeret en del moræneler. Ved Nr. Søby findes der begravede dale, men disse fremgår ikke af profilet.

5.10.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Figur 5.38 viser oplandet til Nr. Søby Vandværk. Oplandet til boring DGU nr. 55.429 og 55.524 ligger øst til sydøst for indvindingsboringerne. Strømningen til boringerne sker i det mellemste magasin, lag 3 i den hydrostratigrafiske model. I den ydre del af oplandet nær det grundvandsdannende område sker strømningen i lag 1 i den hydrostratigrafiske model. Alderen på vandet i indvindingsboringerne er 10-50 år.

Figur 5.38. Opland til Nr. Søby Vandværk.



5.10.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Vandværket har 2 aktive borer. Boringerne ligger tæt, er filtersat i samme niveau og har samme vandtype. Vandtypen er bestemt ved de seneste analyser, som er fra 2005 og 2009. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra den seneste analyse for boring 55.524 er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.37. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrunds niveau for begge borer. Der er en tidsserie for boring 55.524 for perioden 1989-2009 og ingen tidsserie for boring 55.429. Vandkvaliteten forventes at have udviklet sig ensartet for de to borer, da de ligger tæt og i omtrent samme dybde.

Der er 24 meter ler over filterindtaget ved begge borer, men i oplandet kiler lerlaget ud, og der kan være geologisk betinget sårbart i det grundvandsdannende område.

Der er ikke konstateret problemer med aggressiv kuldioxid, organisk materiale eller andre parametre.

Der er analyseret for pesticider og klorerede opløsningsmidler og ikke konstateret indhold heraf i begge borer. Boringerne er analyseret for indhold af oliestoffer, og der er i 2006 og 2009 konstateret indhold af toluen under grænseværdien i boring 55.524. Boring 55.429 er analyseret for toluen i 2005, hvor der ikke blev konstateret indhold heraf.

Alderen på vandet er ifølge grundvandsmodellen ca. 10-50 år. En alder på 10 år er for lidt i forhold til grundvandskemien. For boring 55.524 foreligger der en CFC-analyse (fra 1997), som viser, at vandet der indvindes var ca. 40 år gammelt. Dette gælder endnu, hvis indvindingen ikke er ændret væsentligt.

Tidsserien for boring 55.524 viser, at sulfat stiger svagt fra 60 til 90 mg/l fra 1989 til 2005, herefter flader kurven ud og aftager lidt. Dette kan betyde, at nitratbelastningen ikke længere er tiltagende.

Forvitringen er høj og ionbytningen er lav hvilket tyder på en betydelig påvirkning fra overfladen. Begge parametre er stabile i tidsserien. Der ses ikke tegn på en god lerlagsbeskyttelse.

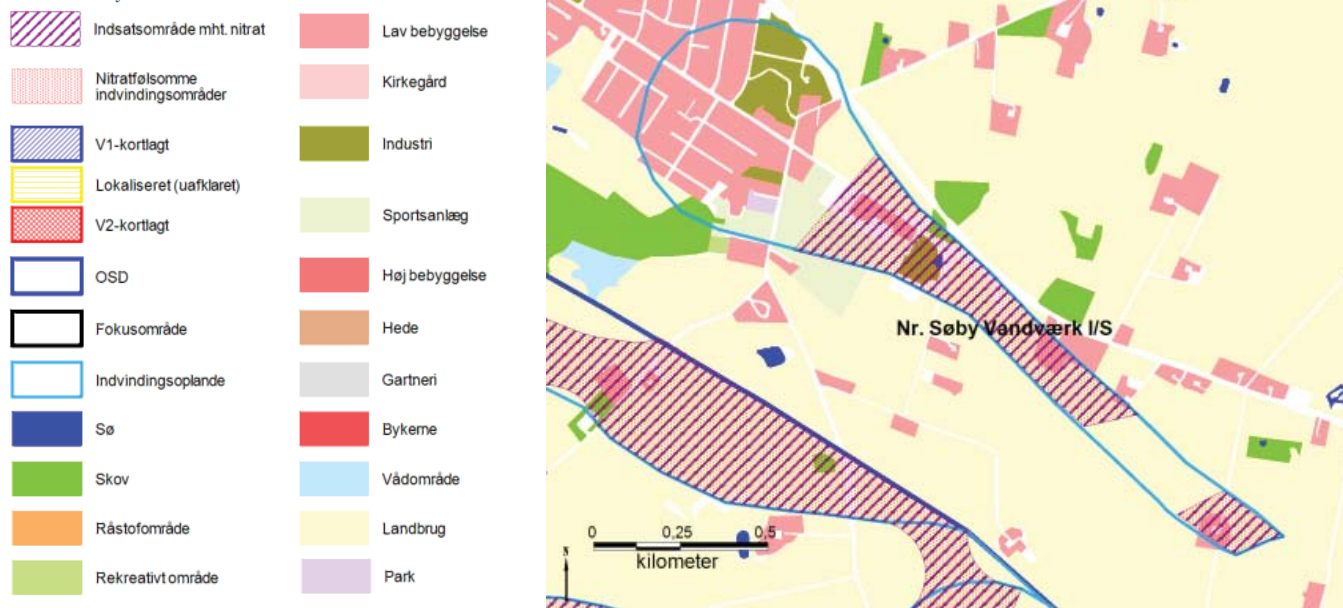
Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Lerdæklagets tykkelse i oplandet er begrænset.
- Der er tale om et magasin med vandtype C med stigende sulfatindhold.
- Grundvandets alder er ca. 40 år.
- Grundvandskemien viser, at jordlagene yder beskyttelse af grundvandet i forhold til nitrat. Dvs. der er stadig reduktionskapacitet i oplandet.
- Belastningen af nitrat er høj. Belastningen kan med fordel reduceres for at beskytte grundvandet.
- Udviklingen i sårbarhed kan især følges ved at observere sulfat og nitrat.
- Der er tale om en god vandkvalitet, der overholder kvalitetskriterierne.

5.10.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Kildepladsen ved Nr.Søby Vandværk ligger i byen, og der er både en V1 og en V2 kortlagt grund i oplandet. Udover bymæssig bebyggelse er der landbrug i oplandet, Figur 5.39. Udvaskningen er relativ høj i de grundvandsdannende områder, men ellers lav, Figur 3.31. En del af oplandet er udlagt som nitratfølsomt indvindingsområde og indsatsområder med hensyn til nitrat. Syd for oplandet ligger en tidligere losseplads, men det vurderes, at grundvandets strømningsretning er parallelt med oplandet til Nr. Søby Vandværk og derfor ikke udgør nogen risiko for grundvandsindvindingen her.

Figur 5.39. Arealanvendelse og kortlagte grunde omkring indvindingsoplandet til Nr. Søby Vandværk.



5.10.5 Indsatser

Den bymæssige placering gør kildepladsen og oplandet meget sårbart overfor nedsvivende forurening. Vandværket anbefales at sikre, at boringerne tilstand er god, således at der ikke er risiko for nedsvivende forurening langs boringerne. Sprækketransport kan være et problem i lerede områder, og en skærpet opmærksomhed omkring brug af kemikalier indenfor kildepladszonen og i oplandet anbefales.

Der er endnu ikke nitrat i grundvandet, men det anbefales at tiltag til reduktion af nitratbelastningen i de sårbare områder af oplandet igangsættes, således at grundvandets kvalitet ikke forringes.

5.11 Røgind Vandværk

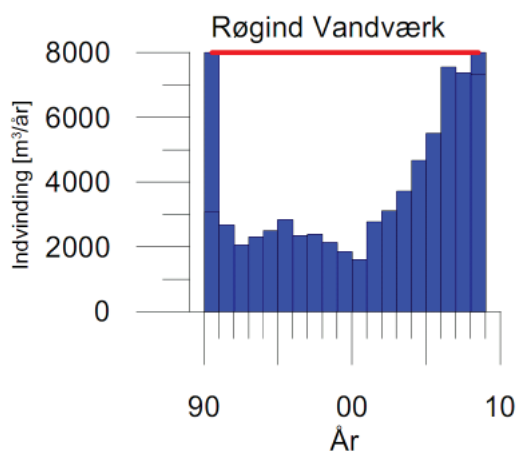
Vandværkets boring er beliggende i Skive Kommune, nord for Røgind. Vandværket har en enkelt indvindingsboring, DGU nr. 55.807 etableret i 1984, Tabel 5.10. Vandværket har en indvindingstilladelse på 8.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet mellem 5.000 og 8.000 m³/år, Figur 5.40.

5.11.1 Geologiske forhold

Figur 5.41 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Røgind Vandværks kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit vist i Figur 5.42.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	Status
55.807	94	88-94	Leret till	35,45	Aktiv

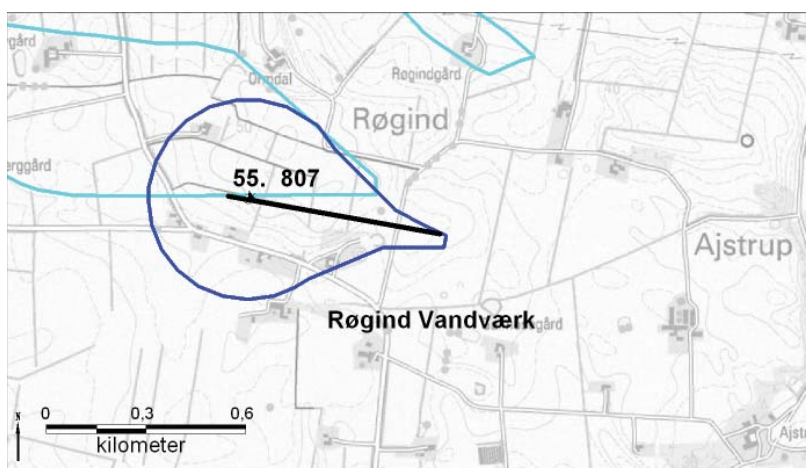
Tabel 5.10. Boring ved Røgind Vandværk.



Figur 5.40. Historisk indvinding ved Røgind Vandværk. Rød streg angiver tilladt mængde.

Profilen er orienteret nordvest-sydøst og placeret umiddelbart nord for Røgind. Terrænet ligger mellem kote 44 m og 50 m. Profilet har en længde på godt 600 m.

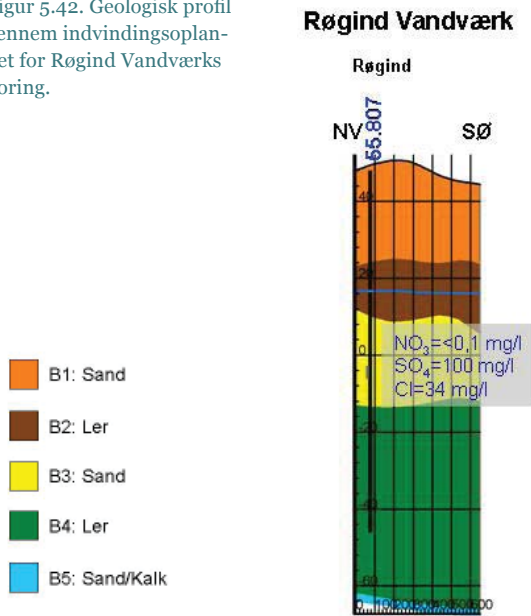
Ved Røgind Vandværk indvindes der fra det mellemste magasin. Ifølge boringsbeskrivelsen i Jupiter består geologien af moræneler i filterdybden. Herover er der vekslende lag af smeltevandssand og moræneler. Lerlagene udgør i alt over 25 m, men er adskilt i flere lag af smeltevandssand. Under det mellemste magasin findes der glimmerler.



Figur 5.41. Placering af profilsnit for Røgind Vandværks indvindingsopland.

-  Opland til Vandværk
-  Profil igennem opland
-  Indvindingsboringer
-  Vandværk
-  Øvrige indvindingsoplande

Figur 5.42. Geologisk profil gennem indvindingsoplandet for Røgind Vandværk boring.



5.11.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

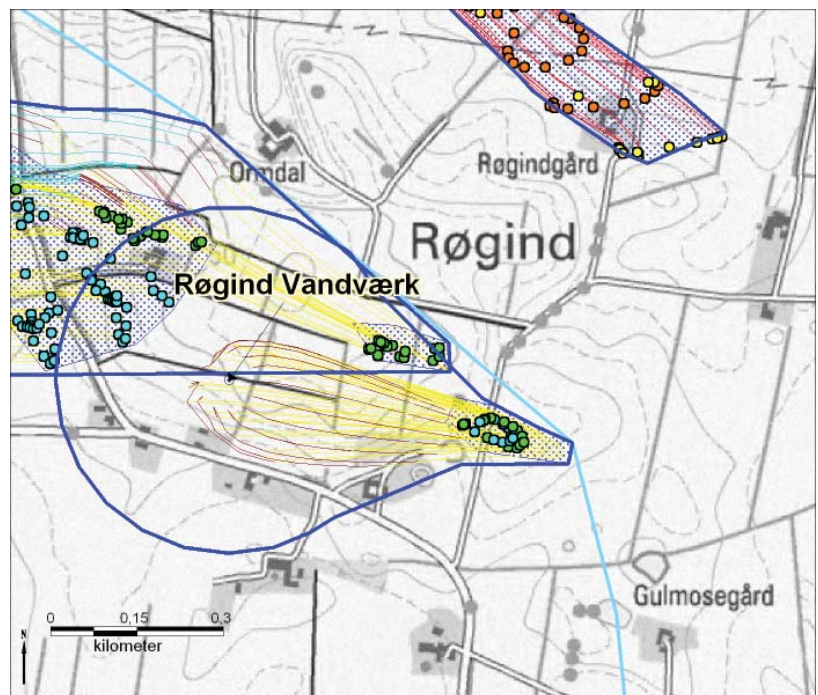
Figur 5.43 viser oplandet til Røgind Vandværk. Grundvandsstrømningen sker fortrinsvis i lag 3 i den hydrostratigrafiske model. Det grundvandsdannende område ligger i den østlige del af indvindingsoplandet. Alderen på vandet ved indvindingsboringen er mellem 50 og 200 år.

5.11.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Grundvandets alder og den samlede mængde lerdæklag tyder på, at grundvandet er godt beskyttet ved Røgind Vandværk.

Grundvandets alder er ifølge grundvandsmodellen 50-200 år.

Figur 5.43. Opland til Røgind Vandværk.



Den seneste grundvandsanalyse for DGU nr. 55.807 (hentet i Jupiter) som ligger til grund for vandtypebeskrivelsen er fra 1991. Den er altså 19 år gammel. En ny tidssvarende analyse kan vise sig at afspejle mere sårbare forhold. Derfor bør der følges op med en ny analyse.

Der er analyseret for miljøfremmede stoffer i 1990, hvor der ikke er konstateret indhold af pesticider, oliestoffer og klorerede opløsningsmidler. Disse analyser er 20 år gamle og dermed forældede. Parametrene nitrat, sulfat og klorid fra den seneste analyse for boring 55.807 er anført på det geologiske tværsnit vist i Figur 5.42. Klorid er ikke forhøjet og ligger på baggrundsniveau for begge boringer. Sulfat er høj og der er ikke indhold af nitrat. Nye rentvandsanalyser fra 2009 viser stigning i sulfat indholdet (120 mg/l) og ingen nitrat. Klorid er på samme niveau som hidtil.

Der er ikke konstateret problemer med aggressiv kuldioxid, organisk materiale eller andre parametre.

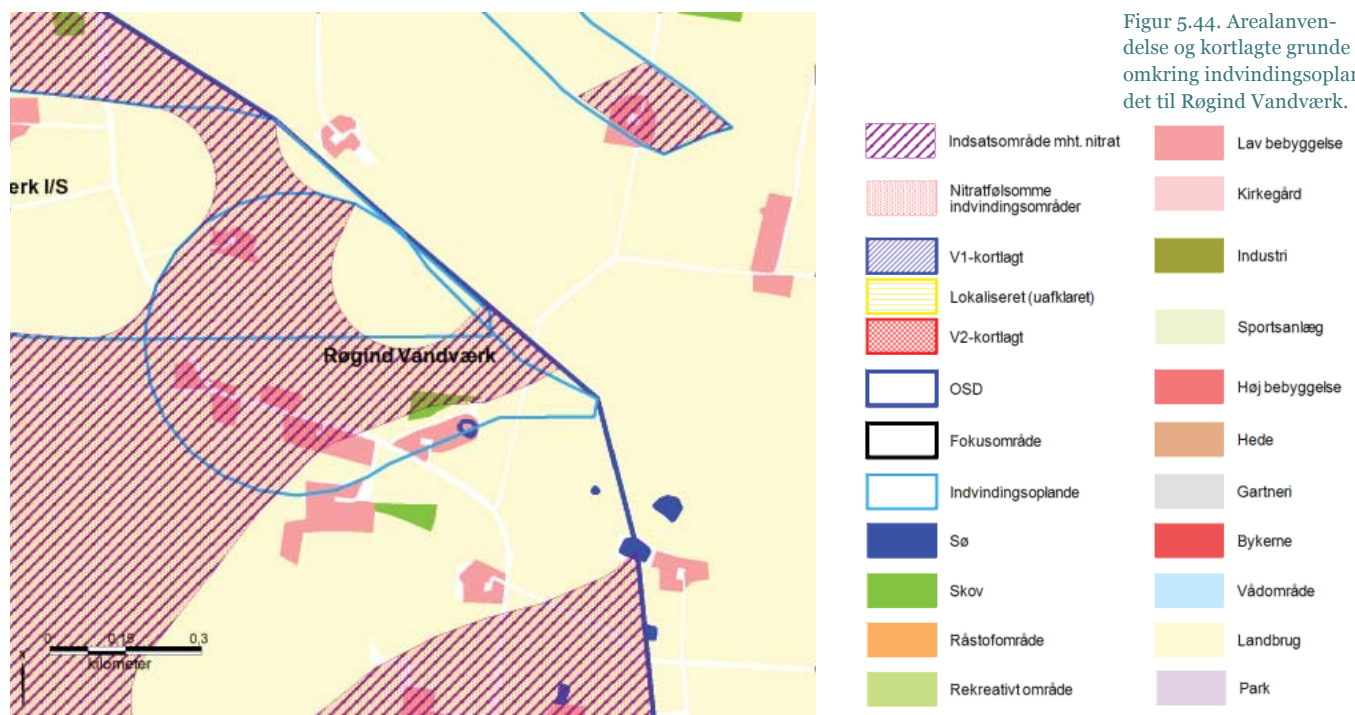
Forvitringen er høj og ionbytningen er lav hvilket tyder på en betydelig påvirkning fra overfladen. Der ses ikke tegn på en god lerlagsbeskyttelse.

Opskrevet på oversigtsform viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Grundvandsanalyserne er forældede.
- Lerdæklagets tykkelse i oplandet er begrænset.
- Der er tale om et magasin med vandtype C med højt sulfatindhold.
- Grundvandets alder er ca. 50 -100 år.
- Grundvandskemien viser, at jordlagene yder beskyttelse af grundvandet i forhold til nitrat.
- Belastningen af nitrat er høj. Belastningen kan med fordel reduceres for at beskytte grundvandet.
- Udviklingen i sårbarhed kan især følges ved at observere sulfat og nitrat.
- Der er tale om en god vandkvalitet.
- Inden den nuværende status for sårbarhed og udvikling kan angives, bør der følges op med en ny boringskontrol.

5.11.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen består hovedsagelig af landbrug, men der findes også en del bymæssig bebyggelse i den sydlige del af oplandet. Der er ingen kortlagte grunde i oplandet, Figur 5.44. Nitratudvaskningen er relativ høj omkring kil-



depladsen, Figur 3.31. Hele oplandet er udlagt som nitratfølsom indvindingsområde og på grund af det begrænsede lerdæklag også som indsatsområde med hensyn til nitrat.

5.11.5 Indsatser

Det anbefales at der følges op med en ny boringskontrol. Den seneste er 20 år gammel og grundvandskvaliteten kan have ændret sig betydeligt. På grund af den ringe geologiske beskyttelse anbefales at der sker en indsats for at undgå, at grundvandet belastes med nedsivende nitrat.

5.12 Skive Vand

Vandværkets nuværende indvindingsboringer er placeret i Tastum Sø området. På den nuværende kildeplads er der 10 aktive boringer, se Tabel 5.11. Vandværket har en indvindingstilladelse på 2.000.000 m³/år og har de sidste 5 år indvundet omkring 2.000.000 m³/år, se Figur 5.47.

Skive Vand baserer i øjeblikket udelukkende sin indvinding på kildepladsen i Tastum Sø området. De seneste år har Skive Vand arbejdet med at sikre indvindingen ved etablering af en ny kil-

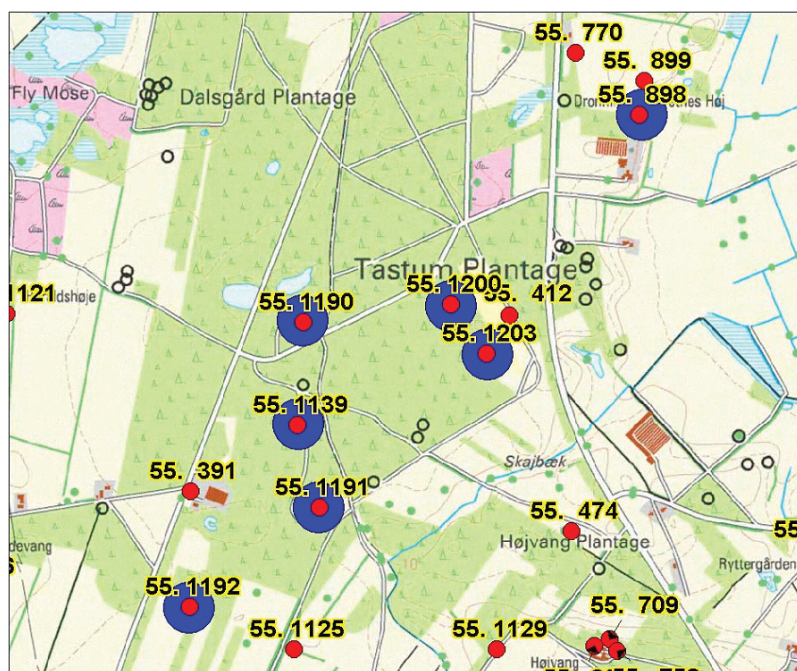
deplads. Årsagen er, at kildepladsen i Tastum Sø er påvirket af BAM som følge af forurening på Skive Kaserne. Undersøgelser har vist, at BAM forureningen kan forventes at udgøre et problem i en længere årrække. Desuden ses svagt forhøjede kloridindhold i visse boringer.

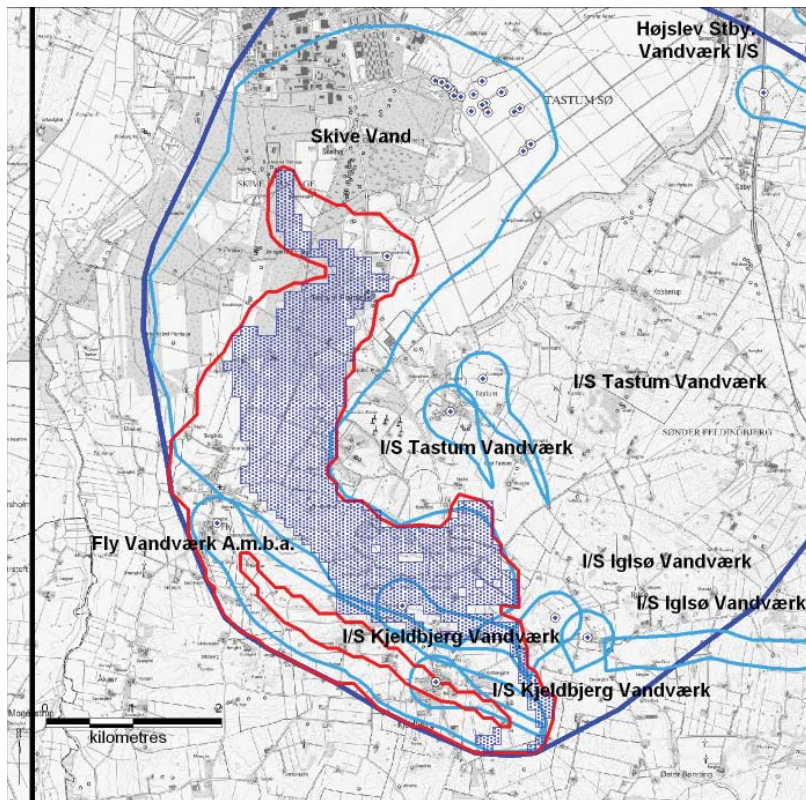
På baggrund af kortlægning gennemført i området, er der gennem en årrække arbejdet med at etablere en ny kildeplads i Tastum Plantage området syd for Skive. Der er etableret i alt 5 nye indvindingsboringer i området, og i 2010 forventes de nye boringer tilsluttet vandværket på Jægstrupvej.

På den nye kildeplads i Tastum Plantage Figur 5.45, vil boringerne med DGU numre 55.898, 55.1139, 55.1190, 55.1200 og 55.1203 blive tilsluttet Skive Vand i 2010. Når den nye kildeplads er sat i drift forventes ca. 50 % af indvindingen flyttet fra Tastum Sø kildepladsen og til boringerne i Tastum Plantage.

En vurdering af oplandet til kildepladsen ved Tastum Plantage ved en flytning af indvindingen med 50 % til Tastum Plantage ses i Figur 5.46.

Figur 5.45 Tastum Plantage kildeplads. Med blå markeret boringer udført i 2008-2009. Boringerne 55.898, 55.1139, 55.1190, 55.1200 og 55.1203 vil indgå i den fremtidige kildeplads. Fra /23/.



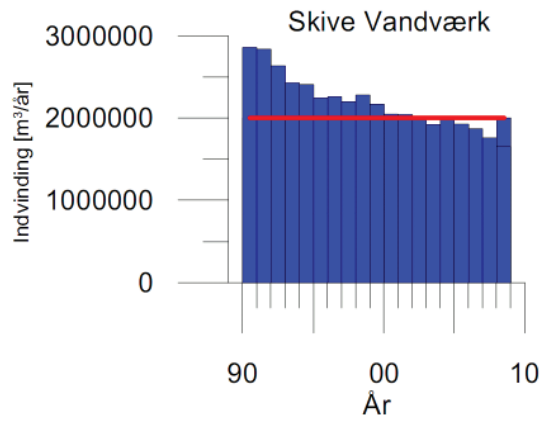


Figur 5.46. Indvindingsopland og grundvandsdannende opland til Tastum Plantage ved en indvinding på 50% af nuværende indvinding ved kildepladsen ved Tastum Sø.

Tabel 5.11. Boringer ved Skive Vand - Tastum Sø kildeplads.

DGU nr.	Dybde m	Filter m.u.t	Bjergart	Vandspejl m.u.t	m ³ , 2008	Status
55.322	45,5	37,5-45,5	Smeltevandsgrus	-1,3	201.168	Aktiv
55.451	46,5	34,5-45	Smeltevandsgrus	1,5	164.742	Aktiv
55.536	43,5	36,5-43,5	Smeltevandssand	4,5	35.898	Aktiv, BAM påvirket
55.562	44,5	36,3-44,3	Smeltevandsgrus	-1		ej aktiv, BAM påvirket
55.563	42,3	37,2-41,7	Sand	-0,8	58.672	Aktiv, BAM påvirket
55.634	58	44-58	Smeltevandssand	1,25	438.592	Aktiv
55.774	66	48-66	Smeltevands-sand/-grus	1,2	529.928	Aktiv
55.809	40,8	36,4-40,4	Sand		81.832	Aktiv BAM påvirket
55.851	42	36-42	Smeltevandsgrus	5,2	43.232	Aktiv
55.854	40,3	37-40	Smeltevandsgrus			Ej aktiv
55.939	51	38-44	Smeltevandsgrus	1,7	137.059	Aktiv

Figur 5.47. Historisk indvinding ved Skive Vand. Rød streg angiver tilladt mængde.



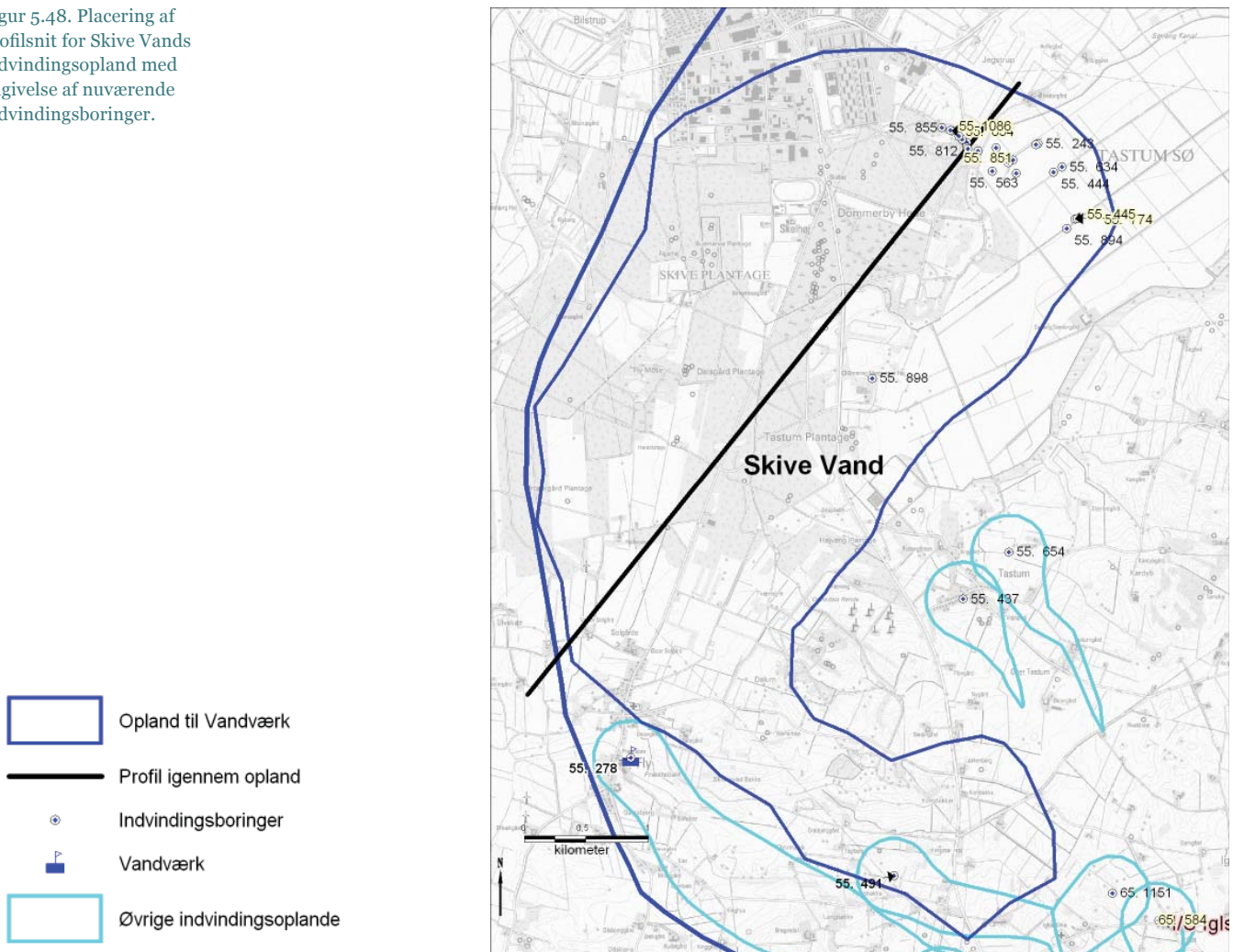
5.12.1 Geologiske forhold

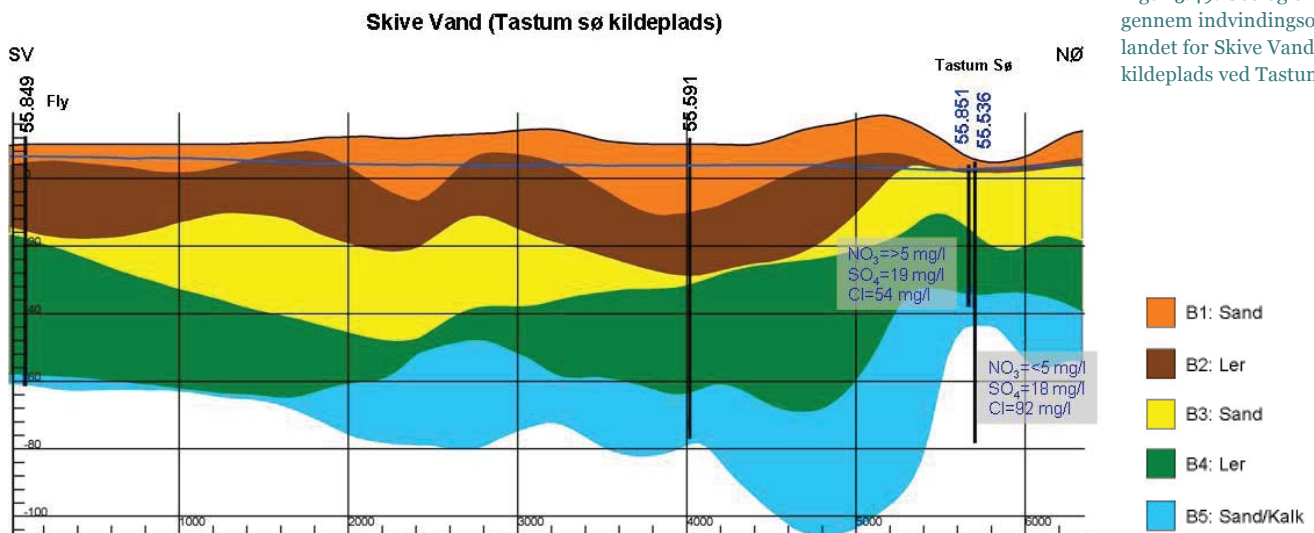
Figur 5.48 viser udbredelsen af indvindingsoplandet for Skive Vands kildeplads, samt placeringen af det geologiske profilsnit vist i Figur 5.47.

Profilen starter umiddelbart nordvest for Fly og strækker sig 6350 m mod nordøst til kildeplad-

sen ved Tastum Sø. Terrænniveauet langs det meste af profilet er forholdsvis konstant og ligger omkring kote 10-12 m. Ved Dommerby hede (4400 m) stiger terrænet til lige under kote 20 m, hvorefter det igen falder kraftigt ned mod kildepladsen, som ligger mellem kote 1 til 5 m.

Figur 5.48. Placering af profilsnit for Skive Vands indvindingsopland med angivelse af nuværende indvindingsboringer.





Der indvindes fra det nedre magasin (B5), som her ligger mellem kote -32 m og -44 m. Magasinet består af glacialt smeltevands-sand og -grus, og er ved bunden afgrænset af oligocæne ler-aflejringer. Magasinet er overlejret af 10 til 20 meter glacialt smeltevandsler (B4) og herover en tyk pakke med sandede aflejringer. Ved selve kildepladsen er der en forholdsvis dårlig afgrænsning mellem det mellemste og det øvre magasin. For det meste findes der sandede aflejringer fra terræn og ned til kote -20 m. Enkelte steder er der observeret tørvelag under de marine aflejringer i den øvre lagpakke ved Tastum sø. Under Dommery Plantage forsvinder det mellemste magasin næsten, medens tykkelsen af de to magasin-afgrænsende lag (B2 og B4) øges kraftigt. Ved DGU 55.591 findes udelukkende smeltevandsler fra bunden af B1 (kote -5 m) til toppen af B5 (kote -64 m) Under Tastum Plantage øges tykkelsen af det mellemste magasin igen til over 20 m, medens det nedre magasin kiler ud. I den fjerneste ende af oplandet, nordvest for Fly, forsvinder alle magasinerne næsten totalt. I DGU 55.849 er der således kun observeret smeltevandsler og -silt, med undtagelse af et godt 2 m tykt lag af smeltevands-sand omkring kote -60 m.

5.12.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Figur 5.50 viser oplandet til Skive Vand. Der er adskillige borer tilknyttet vandværket og indvindingsfordelingen fremgår af Tabel 5.11.

Indvindingsoplandet dækker et meget stort område og når i syd Fly og Kjeldbjerg. Der er to betydende områder med grundvandsdannelse.

Det ene område ligger vest for Tastum Sø. Dette område er grundvandsdannende for borerne DGU nr. 55.854, 55.536 og 55.809. Strømningen til disse borer sker fortrinsvis i lag 1 og lag 3 i den hydrostratigrafiske model. Vandet kan nå kalken (lag 5) i de mere boringsnære områder. Alderen på vandet i dette grundvandsdannende område er ungt, og stort set under 25 år.

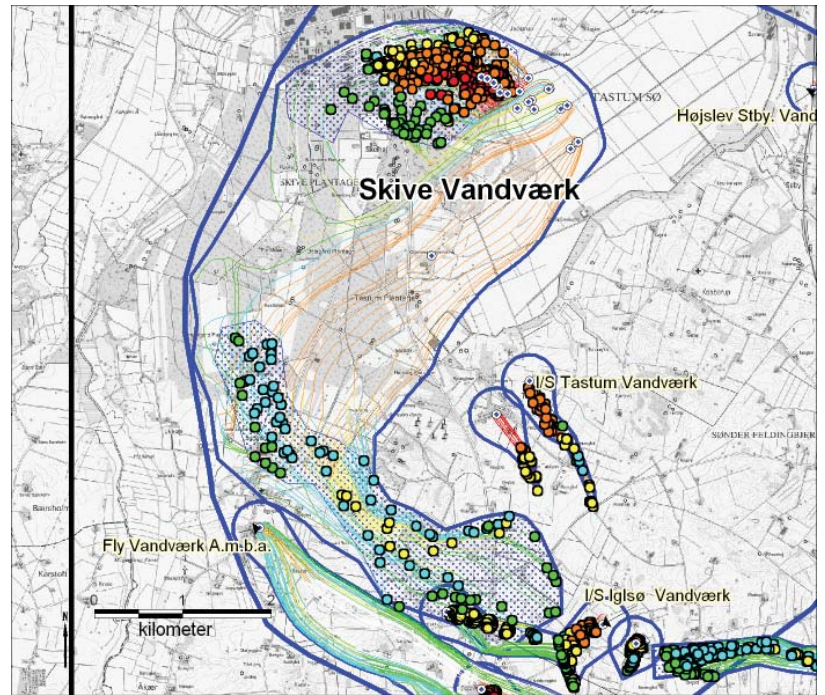
Det andet grundvandsdannende område ligger i den sydlige del af indvindingsoplandet. Dette område hidrører indvindingsboringerne DGU nr. 55.322, 55.563, 55.939, 55.634 og 55.774. Strømningen til disse borer sker fortrinsvis i lag 5 i den hydrostratigrafiske model (kalken). I den sydlige del nær det grundvandsdannende område sker strømningen i lag 3. Alderen på vandet her er varierende, men over 25 år. Mange af endepunkterne har en alder over 100 år.

Skive Vand har en stor indvinding, hvor fordelingen af indvundet vand på indvindingsboringerne skifter fra år til år. En omfordeling af indvindingen vil give nye indvindingsoplande, men her vurderes det, at der fortsat vil være to større grundvandsdannende områder.

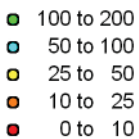
5.12.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Den eksisterende kildeplads ved Tastum sø har borer med en beskyttet vandkvalitet med type C og D. Dog er flere borer lukket pga. BAM, og det er derfor valgt at drosle indvindingen på denne kildeplads ned. Foruden BAM-problemerne viser tidsserierne, at der er stigende kloridindhold i borerne fra residualt vand. Dette tyder på, at der i øjeblikket mængdemæs-

Figur 5.50. Opland til Skive Vand.



Endepunktsalder [år]



sigt indvindes i overkanten af, hvad der er godt for udviklingen i vandkvaliteten.

Boringerne på den ny kildeplads ved Tastum Plantage indvinder fra et magasin af smeltevandssand i begravede dalstrøg. Boringerne er filtersat i dybder mellem 55 og 70 meter, og magasinet er velbeskyttet i form af mellem 20 og 30 meter tykke lerlag over det vandførende lag.

Kemien på den nye kildeplads beskrives kort nedenfor:

- Der er ikke indhold af aggressiv kuldioxid i de nye boringer.
- Der er ikke konstateret indhold af nitrat i de nye boringer.
- Sulfat er målt i intervallet 19-66 mg/l, hvilket betyder at der er boringer, som betegnes reducerede (vandtype D) og nogle betegnes svagt reducerede (vandtype C). Begge vandtyper repræsenterer en god vandkvalitet.
- Boringen ved Dr. Margretheshøj (DGU nr. 55.898) er den mest reducerede og eneste vandtype D. Den indeholder i overensstemmelse hermed mere ammonium og mere methan end de øvrige boringer.

- Jern- og manganindhold ligger ikke højt og ligger på samme niveau i alle boringer. Jern ligger i intervallet 0,3-0,8 mg/l og mangan i intervallet 0,2-0,3 mg/l.
- Der er ikke konstateret spor af pesticider og andre miljøfremmede stoffer i boringerne. Boringen ved Dronning Margretheshøj (DGU nr. 55.898) har det højeste indhold af methan.
- Der er ikke forhøjet indhold af arsen eller nikkel.
- Der er på grund af boringernes unge alder ingen tidsserier, men der er udtaget prøver med mellemrum i forbindelse med en længerevarende prøvepumpning, som indikerer at vandkvaliteten også er stabil.
- Vandet fra boringerne kan behandles med almindelig vandbehandling.

Opskrevet på oversigtsform for Tastum plantage viser den grundvandskemiske vurdering samt sårbarhed:

- Lerdæklagets tykkelse i oplandet er god (ca. 20-30 m).
- Der er tale om et magasin med vandtype C og D og er dermed beskyttet.
- Grundvandskemien viser at jordlagene yder beskyttelse af grundvandet i forhold til nitrat.
- Der er tale om en god vandkvalitet.

Ressourcen overudnyttes i dag ved de eksisterende borer, da der trækkes salt grundvand ind. Det anbefales at sikre, at ressourcen ikke overudnyttes ved ibrugtagning af de nye borer. Der er lavet en langtidsprøvepumpning, med tilhørende analyser og det anbefales at holde øje med udviklingen i vandkvaliteten både med hensyn til salt og redoxparametre når kildepladsen er taget i brug.

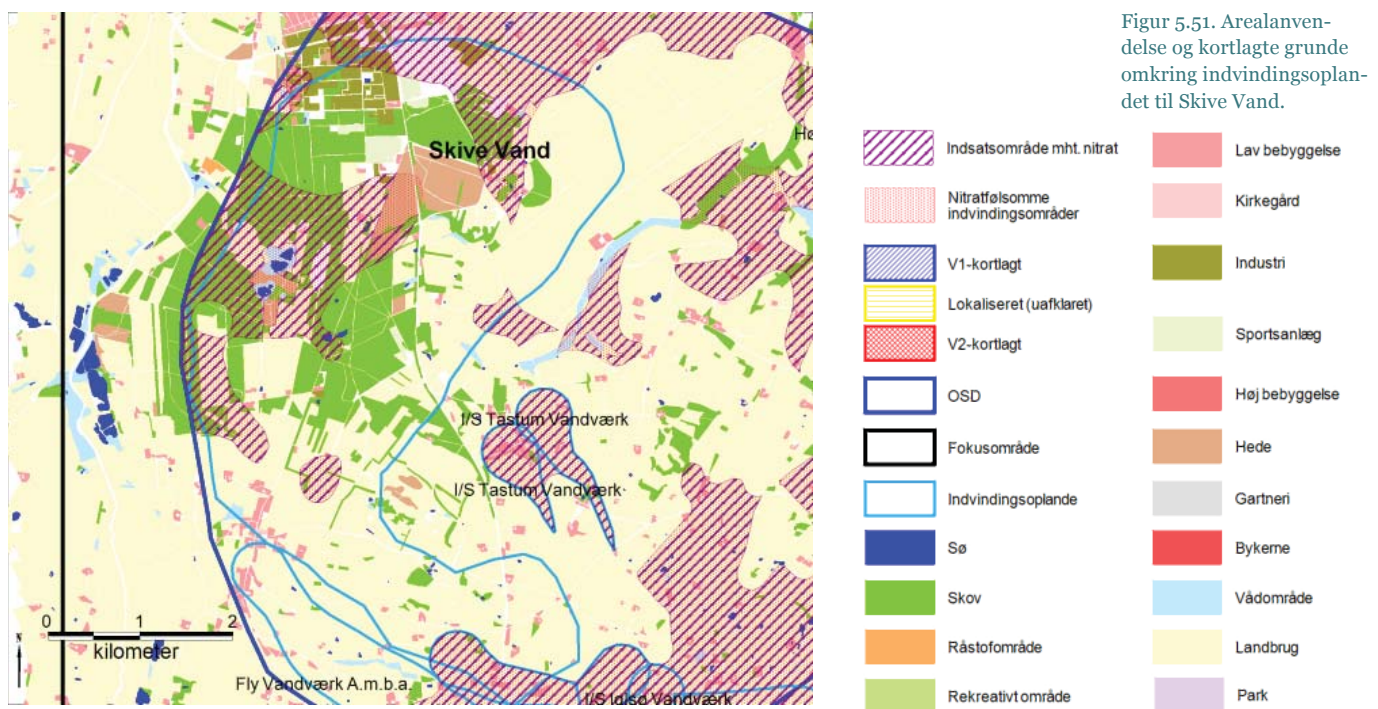
5.12.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Oplandet til Skive Vand indeholder en del skovområder, Figur 5.51. I nærheden af borerne syd for Skive by findes bymæssig bebyggelse, og der er en del kortlagte grunde. Region Midtjylland vil prioritere disse grunde idet der er risiko for grundvandsindtrængning på grund af, at arealerne er lavtliggende.

Dele af indvindingsoplandet er udpeget som nitratfølsomme indvindingsområder. Størstedelen af disse er endvidere udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat.

5.12.5 Indsatser

Det vil være hensigtsmæssigt at undersøge om udformningen af indvindingsoplandet ændres ved ibrugtagning af de nye borer.



6 Sammenfatning

Naturstyrelsen har udarbejdet en dokumentationsrapport for fokusområdet ved Skive. Rapporten sammenfatter den hidtidige kortlægning i området og skal danne grundlag for kommunernes indsatsplanlægning i fokusområdet.

6.1 Resultater

Kortlægningen i området startede i midten af 90-erne med en undersøgelse af grundvandsressourcen ved Skive, som Skive Kommune og Viborg Amt iværksatte. Skive Kommune har haft behov for at undersøge indvindingsmulighederne i området og fik sammen med Viborg Amt opstillet en grundvandsmodel for området i 1990. En stor del af kortlægningen i området er iværksat på baggrund af denne model, ligesom beskrivelsen af geologien, grundvandsressourcen og indvindingsoplande tager udgangspunkt i modellen. Herudover har Naturstyrelsen fået udarbejdet kvælstofoverskudskort, kortlagt grundvandskemien, revideret OSD, optegnet nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat. Region Midtjylland har kortlagt forurenede grunde. Arbejdet med nye vandforsyningsplaner i de to nuværende kommuner, Viborg og Skive, er påbegyndt men ikke afsluttet. Der kan derfor være forhold ved vandværker, som er ændret eller ændres i løbet af de næste år, når strukturen bliver fastlagt i forbindelse med udfærdigelse af nye planer.

6.1.1 Geologiske forhold

Landskabet i området er præget af randmoræner, dødislandskab og smeltevandssletter fra slutningen af sidste istid, samt hævet havbund dannet efter isens bortsmeltning. Overjorden er primært præget af sandede aflejringer.

De dybere dele af jordlagene viser, at der i området er flere begravede dale. Dalene har en nord-sydlig orientering i den centrale og østlige del af området og en mere øst-vestlig orientering i den vestlige del af området. Dalene er skåret

ned i kvartære aflejringer, som betyder, at der indenfor kort afstand kan være stor variation i sandede og lerede aflejringer.

Saltstrukturer har skubbet kalkaflejringer op til overfladen især i den sydøstlige del af området ned mod Mønsted. Også omkring Skive by findes en struktur med kalkaflejringer, men kalken når her kun til kote -100 m og ligger altså relativt dybt. Generelt findes kalken i kote -300 m i området.

Kalken udgør de dybeste lag man har fundet i borer i området. Den samlede tykkelse af kalk fra Øvre Kridt og Danien er omkring 1500 m og 2000 m. Hævning af kalken på grund af salttektonik har betydet at en del af lagene over kalken er borteroderet. I den nordlige del af området består prækvartære aflejringer af lerede eocæne og oligocæne aflejringer og i den sydlige del findes miocæne glimmer- og kvartssandsaflejringer.

Igennem Pleistocæn er den prækvartære lagserie sammen med istidsaflejringerne blevet kraftigt forstyrret som følge af gentagende isoverskridelser. De dalstrukturer og lavninger som eksisterede ved indtræffelsen af pleistocænperioden, har primært været styrende for udbredelsen af gletschertunger og smeltevandsløb. Dette betyder, at en lang række af de prækvartære dalsystemer har været aktive gennem store dele af Pleistocæn, inden de endeligt er blevet opfyldt med sediment. De glaciale processer har fulgt den daværende morfologi og dermed udfyldt dalsystemerne og overlejret prækvartæret med op til 150 m glaciale sediment. I lavningerne, som udgør store dele af fokusområdet, er der overvejende aflejret store mængder af smeltevandssand, -silt og -ler samt issøler og enkelte steder morænesand, men sjældent moræneler. I disse gamle dalsystemer findes derfor ofte en række store sammenhængende sandlegemer med gode potentialer for indvinding af grund-

vand. I den sydlige del af fokusområdet findes der hovedsageligt store mængder af ældre smeltevandssand og -grus aflejringer. Over smeltevandsaflejringerne ses ofte aflejringer af silt og smeltevandsler, hvilke kan opnå forholdsvis store mægtigheder. For eksempel langs Karup å og Jordbro å samt i området omkring Kjeldbjerg. Fra Kjeldbjerg og nordpå findes også en stor del smeltevandssand, men aflejringerne domineres fortrinsvis af lerede og siltede sedimenter. I den centrale del af fokusområdet, omkring Tastum og nord for Sønder Feldingbjerg består aflejringerne overvejende af ler og silt.

6.1.2 Hydrologiske og indvindingsmæssige forhold

Generelt er vandindvindingsinteresserne i fokusområdet primært knyttet til de kvartære aflejringer. Det gælder specielt i de nordlige dele af området. Mod syd indvindes fra dybe magasiner, hvor der findes neogene kvarts- og glimmersandsaflejringer. Oppressede partier med karbonataflejringer udgør også vigtige grundvandsmagasiner.

Overordnet kan grundvandsinteresserne inddeles i 3 magasiner, hvor det øverste består af kvartære sandmagasiner. Det øverste sandlag er dårligt beskyttet og ofte ikke vandførende. Det har derfor ikke nogen særlig stor indvindingsmæssig interesse.

Det mellemste magasin består også af kvartære sandmagasiner. Dette lag udgør det ene af områdets indvindingsmagasiner på grund af dets generelt gode beskyttelse og vandførende evne.

Imellem det øverste sandmagasin og det mellemste sandmagasin findes et lerlag, som hovedsagelig består af smeltevandsler og i den sydlige del af området også af moræneler. Lertykkelsen er stor i den centrale del af fokusområdet. Leret er meget tyndt eller helt fraværende omkring Skive Vands kildeplads, i oplandet til Højslev Stby Vandværk og i den centrale og vestlige del af Stoholm Vandværks opland og omkring Tastum, Iglso og Kjeldbjerg vandværkers oplande.

Det nederste magasin er udbredt i hele området og består af flere forskellige aflejringer, både dybtliggende kvartære aflejringer i de dybe dale og underliggende sandede eller kalk- og kridtholdige lag, som har hydraulisk kontakt. Dette lag udgør det andet af områdets indvindings-

magasiner og den største indvinding foregår fra dette magasin. Nyere borer i området indvinder ofte fra kalken fordi vandkvaliteten her ofte er god.

Det mellemste og det nederste magasin er adskilt af et lerlag, som hovedsageligt består af smeltevandsler. Lerlaget er udbredt i det meste af fokusområdet. Undtagelser herfra er den østligste del af Skive Vands kildeplads.

Der indvindes omkring 5 mio. m³ vand om året i området fra 1 offentligt fælles vandforsyningsanlæg, (Skive Vand), 9 private fælles vandforsyningsanlæg, 26 anlæg, som forsyner andre større enkeltindvindingsanlæg, og 273 mindre enkeltanlæg. Skive Vand indvinder hovedparten af drikkevandsindvindingen, omkring 2 mio m³. Markvanding udgør over 2,5 mio. m³.

Grundvandsdannelsen til OSD er på 223 mm/år og der oppumpes 36 mm/år. Det betyder, at 23% af ressourcen udnyttes. Det anbefales, at der højst udnyttes 30% af grundvandsdannelsen, og ressourcen udnyttes derfor kun med 76% af det maksimalt tilladte.

Der er i 2005 udarbejdet et potentialekort som dækker det mellemste og dybeste magasin /7/. Potentialekortet viser, at grundvandet løber fra den sydlige del af fokusområdet op til et område syd for Skive, som omfatter den tørslagne Tastum Sø. Det stemmer fint overens med, at der er opadrettet strømning omkring Tastum Sø.

Grundvandsmodellen er benyttet til at beregne indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande. Grundvandsmodellen er også benyttet til at vurdere grundvandets alder. Grundvandsmodellen har ikke omfattet oplandet til Gammelstrup Vandværk, og der er her i stedet opstillet en analytisk model, en AEM-model.

6.1.3 Vandkvalitet

Nitratsårbare vandtyper findes især i de korte borer med filtertop under 30 meter under terræn. Der er dog afvigelser ved oplandene til Kjeldbjerg, Iglso og Stoholm vandværker, hvor der er fundet nitrat over 30 meter under terræn. Der er ikke alvorlige problemer med nitrat i de eksisterende indvindinger. I oplandet til Skive Vand ses dog relativt høje indhold (>25 mg/l) af nitrat.

Nitrat over detektionsgrænsen er konstateret

ned til ca. 45 m u.t., og over grænseværdien ned til ca. 25 m u.t. Nitratfronten ligger dermed i en dybde af højst 45 m.u.t. men varierer meget indenfor området afhængig af hydrogeologien.

Der er forhøjede sulfatkoncentrationer (> 50 mg/l) jævnt fordelt og i samme områder, som boringer med lavere indhold. De meget høje værdier, der ses for sulfat, kan skyldes en uhenigtsmæssig stor sænkning af vandspejlet som resultat af indvinding. Der ses på flere af kildepladserne meget høje sulfatindhold.

Et forhøjet sulfatindhold kan stamme fra oxidation af pyrit med ilt eller nitrat fra det vand, der nedsiver til magasinet.

Der er forhøjede kloridindhold i flere boringer ved Tastum Sø, ved Skive Fjord og i enkelte øvrige boringer i området. Boringerne ved Tastum Sø er formodentlig påvirket af gammelt havvand.

De højeste kloridindhold ligger udenfor OSD, mod nordøst, hvilket skyldes lossepladsen ved Nr. Søby. Bl.a. er der her fundet et kloridindhold på 368 mg/l i en boring.

Forsuringen er især fremskredet i korte boringer. Der ser ikke ud til at være problemer i forbindelse med vandværksboringerne.

Der er i alt 10 filtre i området, som indeholder arsen > 5 µg/l og alle 10 boringer er indvindingsboringer.

Der er fundet klorerede opløsningsmidler, olie-stoffer, og pesticider, over detektionsgrænsen i flere vandværksboringer. Flere af de historiske hits er ikke genfundet ved seneste analyse. Skive Vandforsynings boringer er flere gange ramt af indhold af pesticider også i den seneste analyse, hvor der er BAM i en enkelt boring.

6.1.4 Arealanvendelse og forureningskilder

Området er præget af store landbrugsarealer, byområder og enkelte større skov- eller plantageområder. Skov- og plantageområderne findes især i oplandet til Skive Vand.

Belastning af grundvandet fra landbrugsarealerne er vurderet med udgangspunkt i nitratudvaskningsberegninger for hver markblok. Fra dyrkede arealer er der generelt en udvaskning

på mere end 50 mg/l nitrat.

Flere vandværker har kildepladser beliggende i bymæssig bebyggelse. Det gælder Skive Vand, Nr. Søby, Kjeldbjerg, Tastum og Stoholm vandværker. Bymæssig bebyggelse udgør generelt en risiko for grundvandet fordi det er områder, hvor der håndteres kemikalier og andre uønskede stoffer.

Indenfor OSD i fokusområdet er der 14 V1-kortlagte grunde og 7 V2-kortlagte grunde. Derudover er der 3 grunde, som er lokaliserede men uafklarede. Områderne ligger især i oplandet til Skive Vand, men også i oplandene til Fly, Stoholm, Kjeldbjerg, Tastum, Gammelstrup, Nr. Søby og Iglø vandværker.

6.1.5 Udpegninger

Med udgangspunkt i grundvandsmodellen er afgrænsningen af OSD blevet justeret således, at det dækker de beregnede indvindingsoplande til de almene vandforsyninger med undtagelse af Stoholm, Gammelstrup og Nr. Søby vandværker.

De nitratfølsomme indvindingsområder er udpeget på baggrund af grundvandsmodellen og den grundvandskemiske kortlægning. Enkelte områder viser en god beskyttelse i form af et relativt tykt lerdække, men grundvandskemien har vist, at oplandet er nitratfølsomt, idet der er fundet nitrat i grundvandet eller sulfat er stigende og med tiden vil indeholde nitrat. Det gælder f.eks. oplande til Iglø Vandværk, Kjeldbjerg Vandværk og Tastum Vandværk. Herudover er oplandet til Stoholm sårbart.

Der er udpeget indsatsområder med hensyn til nitrat imdemfor nitratfølsomme indvindingsområder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet. Udpegningen er sket på baggrund af en konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af vandressourcerne.

6.2 Problemstillinger

De opstillede problemstillinger retter sig mod vandværkerne i fokusområdet, idet indsatserne vil fokusere på beskyttelsen af disse vandværker og deres indvindingsoplande, således at der fortsat kan indvindes tilstrækkeligt med vand af en ordentlig kvalitet.

Samtidig er der opstillet en række generelle anbefalinger for hele OSD.

For alle vandværker gælder, at grundvandsmagasinerne indenfor indvindingsoplandene er sårbare i forhold til påvirkninger fra overfladen, idet der ikke er noget sammenhængende dæklag af ler til at beskytte grundvandsmagasinerne. Selvom flere vandværker indvinder fra stor dybde, anbefales at det sikres, at eventuelle fremtidige ændringer i arealanvendelsen indenfor vandværkernes indvindingsoplande ikke overgår til mere grundvandstruende aktiviteter. Vandværkerne anbefales at beskytte deres kildepladser indenfor 300 meter zonen, således at der ikke findes uønskede stoffer boringsnært, som kan trænge ned langs boringerne.

Ligeledes anbefales at der ved kommunens miljøtilsyn af virksomheder, herunder landbrug - både med og uden husdyrhold - er fokus på risikoen for forurening af grundvandet. Hvis der er risiko for forurening af grundvandet i forbindelse med landbrugsdrift, bør dette inddrages i forbindelse med miljøgodkendelse af husdyrbrug.

I forbindelse med nye indvindingstilladelser anbefales at der tages højde for at der ikke er vurderet påvirkning af overfladevand ved grundvandsindvinding. Der er mulighed for at øge indvindingen op til 35% af grundvandsdannelsen. En reduktion i markvanding vil formentlig have en positiv effekt på den udnyttelige ressource til drikkevandsindvinding fra dybe magasiner.

For de enkelte vandværker kan nævnes:

Fly Vandværk har en god stabil vandkvalitet, men vandværket har kun en enkelt boring og det vil være hensigtsmæssigt at arbejde på at få etableret en større sikkerhed for indvindingen. Der kan være tale om ny kildeplads eller ringforbindelse til nabo-vandværker. Vandværket bør holde øje med udviklingen i nitrat og sulfat og arbejde på at beskytte grundvandet mod nedsivende nitrat og punktkildeforureninger fra bymæssig bebyggelse.

Højslev Stby. Vandværk har en god stabil vandkvalitet. Det anbefales at sikre, at uheld på landevejen ikke vil påvirke boringerne.

Gammelstrup Vandværk har en god stabil vand-

kvalitet. Vandværket anbefales at tage forholdsregler mod nedsivning af uønskede stoffer til indvindingsmagasinet fra byområdet og sikre sig, at der ikke er lækage omkring boringer. Indvindingsboringerne ligger tæt på Jordbro Å, men da magasinet ligger dybt og ikke har kontakt til vandløbsnære sandlag, vurderes det, at indvindingen ikke påvirker vandløbet.

Iglsø Vandværk har en sårbar vandkvalitet, og det anbefales at der holdes øje med udviklingen i nitrat og sulfat. Det anbefales generelt at tage forholdsregler for forurening af indvindingsoplandet blandt andet vil det være hensigtsmæssigt at få undersøgt den forurenede grund indenfor indvindingsoplandet.

Kjeldbjerg Vandværk har en sårbar vandkvalitet. Det anbefales ved begge kildepladser bør der holdes øje med udviklingen i nitrat og sulfat. Ved Trindbakken er der endnu ikke fundet nitrat, men den stigende sulfatkoncentration tyder på at nitrat kan blive et problem med tiden. Ved Kjeldbjerg by anbefales at der gøres en indsats for at beskytte grundvandet mod nedsivende nitrat. Bymæssig bebyggelse udgør generelt en trussel mod grundvandet. Specielt ved Kjeldbjerg by er truslen stor, fordi beskyttelsen af grundvandet er ringe og der indvindes relativt terrænnært. Vandværket anbefales at sikre sig, at boringens tilstand er god, så der ikke siver uønskede stoffer ned langs boringen. Desuden vil der for vandværket være hensigtsmæssigt at undersøge muligheden for tilslutning til andre vandværker så boringen ved Trindbakken kan aflastes, hvis boringen i Kjeldbjerg by skal tages ud af drift.

Stoholm Vandværk har nitrat i grundvandet, og det anbefales at der sker tiltag til reduktion af nitratbelastningen i oplandet. Bymæssig bebyggelse udgør generelt en risiko for grundvandet. Ved Stoholm Vandværks kildeplads er der ingen beskyttende lerdæklag og nedsivende, forurenende vand vil hurtigt kunne finde vej til boringerne.

Tastum Vandværk har en sårbar vandkvalitet. Vandværket anbefales at sikre, at arealanvendelsen ved begge kildepladser ikke udgør en risiko for grundvandet. Den geologiske sårbarhed er stor ved begge kildepladser på grund af et tyndt eller manglende lerdæklag, og det er derfor hensigtsmæssigt at sikre en god grundvandsbeskyttelse ved skovrejsning, dyrkningsrestriktioner

eller ved at opsøge en alternativ kildeplads.

Nr. Søby Vandværk har en god vandkvalitet. Den bymæssige placering gør kildepladsen og oplandet meget sårbart overfor nedsivende forurening. Vandværket anbefales at sikre, at boringernes tilstand er god, således at der ikke er risiko for nedsivende forurening langs boringerne. Sprække-transport kan være et problem i lerede områder, og det anbefales at derfor at have opmærksomhed omkring brug af kemikalier indenfor kildepladszonen og i oplandet. Der er endnu ikke nitrat i grundvandet, men der bør ske tiltag til reduktion af nitratbelastningen i de følsomme områder af oplandet, således at grundvandets kvalitet ikke forringes.

Røgind Vandværk har umiddelbart en god vandkvalitet, men den seneste boringskontrol er næsten 20 år gammel og grundvandskvaliteten kan have ændret sig betydeligt. På grund af den ringe geologiske beskyttelse anbefales at der ske en indsats for at undgå, at grundvandet belastes med nedsivende nitrat.

Skive Vand er i gang med at flytte dele af kildepladsen. Det anbefales at undersøge om udformningen af indvindingsoplandet ændres ved ibrugtagning af de nye boringer. Ressourcen overudnyttes i dag ved de eksisterende boringer, i det der trækkes salt grundvand ind. Det anbefales at det sikres, at ressourcen ikke overudnyttes ved ibrugtagning af de nye boringer. Der er lavet en langtidsprøvepumpning, med tilhørende analyser, og det vil være hensigtsmæssig at holde øje med udviklingen i vandkvaliteten både med hensyn til salt og redoxparametre, når kildepladsen er taget i brug.

6.3 Det videre arbejde

Dokumentationsrapporten danner grundlag for de indsatsplaner, som Skive og Viborg kommuner skal udfærdige i området.

Indsatsplanerne kan med fordel tage udgangspunkt i de respektive vandværker og de problemstillinger, der er skitseret for disse. I den forbindelse kan det anbefales at gennemføre en besøgsrunde ved vandværkerne, hvor den aktuelle tilstand af værket og indvindingsboringerne beskrives. Besøgsrunden foretages ofte delvist i forbindelse med arbejdet med vandforsyningsplanen og det er hensigtsmæssigt, at alle infor-

mationer herfra benyttes ved indsatsplanlægningen.

Såfremt der som led i indsatsplanlægningen skal vurderes og udpeges eventuelle fremtidige kildepladser, vil den opstillede grundvandsmodel være et godt grundlag for en vurdering af konsekvenserne af nye kildepladser. Hvis ny viden omkring de geologiske forhold tilvejebringes, kan disse med fordel inddrages i modellen.

7 Referencer

/1/	Kemp & Lauritzen Vand & Miljø A/S, 1995. Grundvandsressourcen ved Skive. Skive Kommune og Viborg Amt.
/2/	Kemp & Lauritzen Vand & Miljø A/S, 1996. Erhvervsområde ved Vinkel. Undersøgelse af grundvandsforhold. Fase 1 rapport. Skive Kommune og Viborg Amt.
/3/	HOH Vand og Miljø, 1998, TEM-kortlægning ved Højslev, MEP-kortlægning i erhvervsområde ved Vinkel. Rapport. Fase 2. Viborg Amt og Skive Kommune.
/4/	HOH Vand og Miljø, 1999, Undersøgelse af grundvandsressourcen ved Skive, Hydrologisk undersøgelse og grundvandsmodel, Skive Kommune og Viborg Amt.
/5/	Watertech, 2003. Tilstandsvurdering af samtlige 13 indvindingsboringer tilhørende Skive Kommune - 13 rapporter. Skive Kommune.
/6/	Watertech, 2003. Kortlægning af landbrugsdrift i indvindingsområder i Skive Kommune. Rapport. Skive Kommune.
/7/	Watertech, 2005. Udpegning af det grundvandsdannende opland til Skive Kommunes kildeplads ved Tastum Sø. Skive Kommune.
/8/	Watertech, 2006. Ny kildeplads for Skive Kommune, Supplerende TEM-kortlægning. Skive Kommune.
/9/	Watertech, 2006. Undersøgelse af indvindingsmulighederne i Tastum Plantage. Hovedrapport. Skive Kommune 2006.
/10/	Watertech 2007. MEP-kortlægning, Tastum Plantage, datarapport. Viborg Amt.
/11/	Watertech 2006: Revision af grundvandsmodel i Tastum Plantage. Viborg Amt.
/12/	G. Larsen og C. Kronborg, 1994, Geologisk Set. Det mellemste Jylland, Geografforlaget, Brænderup, 136-149.
/13/	E. Thomsen, 1995, Kalk og kridt i den danske undergrund, Danmarks geologi fra Kridt til i dag, Aarhus Geokompedium nr. 1, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 31-67.
/14/	Heilmann-Clausen, C., 1995, Palæogene aflejringer over danskekalken, I: Nielsen (red), Danmarks geologi fra Kridt til i dag, Aarhus Geokompedium nr. 1, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 69-114.

/15/	Watertech, 2006, Skive Kommune, Ny kildeplads for Skive Kommune. Supplerende TEM-kortlægning, Skive Kommune.
/16/	E. S. Rasmussen, 2003, Regionalgeologisk kortlægning af de miocæne grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, København, figur 10.
/17/	Varv, 1992, Geologisk kort over den danske undergrund, Varv I/S, København.
/18/	Landbrugsregisterdata anvendt i regionale og landsdækkende beregninger af N og P tab. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Danmarks Miljøundersøgelser, januar 2008.
/19/	Zonering. Vejledning nr. 3, 2000 Miljøstyrelsen.
/20/	Vurdering af grundvandsmagasiners nitratsårbarhed. Geovejledning 5. Geus.
/21/	ALECTIA, 2010, Hydrologi, Skive. Notat udarbejdet til Miljøcenter Ringkøbing.
/22/	ALECTIA, 2010, Grundvandskemi, Skive. Notat udarbejdet til Miljøcenter Ringkøbing.
/23/	ALECTIA, 2010: Ny kildeplads i Tastum Plantage. Dokumentation af nye boringer. Notat udført for Skive Vand.
/24/	www.begravededale.dk
/25/	Geus, jordartskort 1:200.000. www.geus.dk
/26/	GEUS, 2003, Ferskvandets Kredsløb, NOVA 2003 Temarapport, kap. 3.



Naturstyrelsen
Holstebrovej 31
6950 Ringkøbing
www.nst.dk