



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Redegørelse for indvindingsoplande uden for OSD Kalundborg

Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning
2015

Titel:

Redegørelse for indvindingsoplande
uden for OSD Kalundborg

Udgiver:

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.nst.dk

År:

2015

Prototype:

4. udgave, version 2, april 2015

Må citeres med kildeangivelse.

Redaktion:

Lennart Straarup, COWI

Kort:

Copyright © Geodatastyrelsen

ISBN nr.

Mail til: TOKMA@nst.dk (Torben Kastrup Madsen) med redegørelsens fulde titel]

Indhold

1. Indledning	5
2. Vandindvindingsstruktur	8
2.1 Vandforsyninger og kildepladser	8
2.2 Andre vandindvindinger	10
3. Grundvandsressourcen	11
3.1 Gennemførte undersøgelser	11
3.2 Grundvandsmagasiner og dæklag	14
3.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold	14
3.2.2 Hydrostratigrafiske modeller	19
3.2.3 Grundvandsmagasiner	26
3.2.4 Dæklag	30
3.3 Hydrologiske forhold	35
3.3.1 Overfladerecipienter	35
3.3.2 Vandbalance og potentialeforhold	36
3.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande	45
3.4 Grundvandskvalitet	47
3.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed	48
3.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen	53
4. Arealanvendelse	55
4.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold	55
4.1.1 Byer og råstofområder	56
4.1.2 Beskyttede naturtyper	57
4.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL	58
4.2 Landbrugsforhold	60
4.2.1 Landbrugsbedrifter	60
4.2.2 Potentielt nitratudvaskning	62
4.3 Forureningskilder	63
4.3.1 Kortlagte forureninger	63
4.3.2 Øvrige forureningskilder	64
5. Områdeafgrænsning	66
5.1 Indvindingsoplande	66
5.2 Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og områder med drikkevandsinteresser (OD)	67
5.3 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI)	68
5.4 Indsatsområder (IO)	72
6. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger	74
6.1 Problemstillinger inden for indvindingsoplandene	74
6.1.1 Nitrat	74
6.1.2 Sprøjtemidler	74
6.1.3 Andre stoffer	75
6.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker	76

6.2.1	Sammenfattende beskrivelse ved Andaks Vandværk	76
6.2.2	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Andaks Vandværk	81
6.2.3	Sammenfattende beskrivelse ved Asmindrup Vandværk.....	82
6.2.4	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Asmindrup Vandværk	87
6.2.5	Sammenfattende beskrivelse ved Bjerger Strands Vandværk	88
6.2.6	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Bjerger Strands Vandværk	93
6.2.7	Sammenfattende beskrivelse ved Brandsbjerg Vandværk	95
6.2.8	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Brandsbjerg Vandværk	100
6.2.9	Sammenfattende beskrivelse ved Buerup-Løgtved Vandværk	102
6.2.10	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Buerup-Løgtved Vandværk.....	107
6.2.11	Sammenfattende beskrivelse ved Eskebjerg Enghave Vandværk.....	109
6.2.12	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Eskebjerg Enghave Vandværk	114
6.2.13	Sammenfattende beskrivelse ved Eskebjerg Vandværk	116
6.2.14	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Eskebjerg Vandværk	121
6.2.15	Sammenfattende beskrivelse ved Føllenslev Vandværk.....	123
6.2.16	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Føllenslev Vandværk.....	128
6.2.17	Sammenfattende beskrivelse ved Græsmarkens Vandværk	130
6.2.18	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Græsmarkens Vandværk.....	135
6.2.19	Sammenfattende beskrivelse ved Gørlev Vandforsyning	137
6.2.20	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Gørlev Vandforsyning	142
6.2.21	Sammenfattende beskrivelse ved Havnsø Vandværk.....	143
6.2.22	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Havnsø Vandværk	148
6.2.23	Sammenfattende beskrivelse ved Hellesklint Vandværk	150
6.2.24	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hellesklint Vandværk.....	155
6.2.25	Sammenfattende beskrivelse ved Hjorthøj Vandværk	156
6.2.26	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hjorthøj Vandværk	162
6.2.27	Sammenfattende beskrivelse ved Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A..	164
6.2.28	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A	170
6.2.29	Sammenfattende beskrivelse ved Hvide Klint Vandværk	172
6.2.30	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hvide Klint Vandværk.....	177
6.2.31	Sammenfattende beskrivelse ved Kattrup Hovedgård	178
6.2.32	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Kattrup Hovedgård	183
6.2.33	Sammenfattende beskrivelse ved Kærby Vandværk.....	185
6.2.34	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Kærby Vandværk	190
6.2.35	Sammenfattende beskrivelse ved Mineslund og Asnæsgården	191
6.2.36	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Mineslund og Asnæsgården.....	194
6.2.37	Sammenfattende beskrivelse ved Rugtved-Forsinge Vandværk.....	195
6.2.38	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Rugtved-Forsinge Vandværk	200
6.2.39	Sammenfattende beskrivelse ved Rørby-Årby Vandværk I/S.....	201
6.2.40	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Rørby-Årby Vandværk IS.....	206
6.2.41	Sammenfattende beskrivelse ved Saltbæk Strandvænge Vandværk	208
6.2.42	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Saltbæk Strandvænge Vandværk.....	213
6.2.43	Sammenfattende beskrivelse ved Særslev Vandværk.....	215
6.2.44	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Særslev Vandværk.....	220
6.2.45	Sammenfattende beskrivelse ved Ulstrup Vandværk I/S	221
6.2.46	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Ulstrup Vandværk I/S.....	226
6.2.47	Sammenfattende beskrivelse ved Vollerup Strand Vandværk	228
6.2.48	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Vollerup Strand Vandværk	233

Referencer **235**

1. Indledning

Denne redegørelse er udarbejdet af Naturstyrelsen som led i den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning i kortlægningsprojektet indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Der udarbejdes en redegørelse for hver af de 4 kommuner, der er omfattet af kortlægningen, Frederikssund Kommune, Holbæk Kommune, Kalundborg Kommune og Odsherred Kommune. Nærværende redegørelse skal danne grundlaget for Kalundborg Kommunes efterfølgende udarbejdelse af indsatsplan til beskyttelse af grundvand til drikkevand.

Det overordnede formål med grundvandskortlægningen og indsatsplanlægningen er, at den nuværende og fremtidige drikkevandsressource beskyttes, således at forsyningen med drikkevand fortsat kan baseres på simpel behandling af grundvandet.

Indvindingsoplandene blev oprindeligt udpeget af det tidligere Vestsjællands Amt i Regionplan 2001 som ramme for kortlægning af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD.

Grundvandskortlægningen og udpegningen af drikkevandsressourcer har lovhjemmel i vandforsyningslovens §§ 11 og 11 a /b/. Grundvandskortlægningen varetages af staten (Naturstyrelsen), mens den efterfølgende indsatsplanlægning er hjemlet i vandforsyningslovens § 13 /b/ og varetages af kommunerne.

Af vandforsyningslovens § 11 a fremgår hvilke områder der skal udpeges:

§ 11 a. Miljøministeren fastsætter regler, hvorved der udpeges

- 1) områder med drikkevandsinteresser,
- 2) områder med særlige drikkevandsinteresser,
- 3) indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for områderne i nr. 2,
- 4) delområder inden for de områder, der er nævnt i nr. 2 og 3, som er særligt følsomme over for en eller flere typer af forurening (følsomme indvindingsområder) med angivelse af, hvilken eller hvilke typer af forurening de anses for følsomme over for, og
- 5) delområder inden for de følsomme indvindingsområder, jf. nr. 4, på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af vandressourcerne, hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig til sikring af drikkevandsinteresserne (indsatsområder).

Der er i perioden 2013 til 2015 gennemført en række undersøgelser i Kalundborg Kommune, som indvindingsoplandene er beliggende i. Denne redegørelse sammenfatter resultaterne fra undersøgelserne, herunder grundvandsressourcens beliggenhed, kvalitet, naturlige beskyttelse, arealanvendelse og forureningskilder. Endvidere er der i denne redegørelse foretaget en afgrænsning af indvindingsoplande og nitratfølsomme indvindingsområder. Inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænses indsatsområder.

Sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder (SFI) afgrænses for sandjorde inden for OSD og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD. Afgrænsningen af SFI er dog ikke en del af nærværende rapport. Baggrunden for afgrænsningen findes i Naturstyrelsens rapporter fra februar 2015: Sandjordes følsomhed over-

for udvaskning af sprøjtemidler og Indsatsområder inden for sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder. Rapporterne kan findes på Naturstyrelsens hjemmeside www.nst.dk (fanebladet "Vandmiljø > Vand i hverdagen" og efterfølgende valg af "Drikkevand > Initiativer til rent drikkevand > Bedre beskyttelse af følsomme sandjorde mod sprøjtemidler").

Områdefrænsningerne er først formelt gyldige, når de er udpeget i en bekendtgørelse med hjemmel i vandforsyningsloven. Forud for vedtagelsen skal bekendtgørelsen offentliggøres i 8 uger.

Redegørelsen bliver ikke opdateret i forhold til eventuelle ændringer som følger af høring af bekendtgørelsen. Efter høringen vedtages bekendtgørelsen med de endelige områdeudpegninger. Umiddelbart efter vedtagelsen vises områdeudpegningerne på Danmarks Miljøportal.

Senest et år efter at kortlægningen er afsluttet skal kommunen udarbejde en beskrivelse af udkast til foranstaltninger rettet mod de direkte berørte parter, jf. indsatsplanbekendtgørelsens § 4 /c/. Kortlægningen regnes for afsluttet når kommunen har modtaget den færdige redegørelse.

Kortlægningsprojektet i Kalundborg Kommune består af indvindingsoplande til 24 vandværker. Denne redegørelse omfatter i princippet udelukkende indvindingsoplande beliggende uden for OSD. Flere af oplandene strækker sig dog ind i OSD, men kortlægningen har ikke givet anledning til ændring af eksisterende områdeudpegninger indenfor OSD.

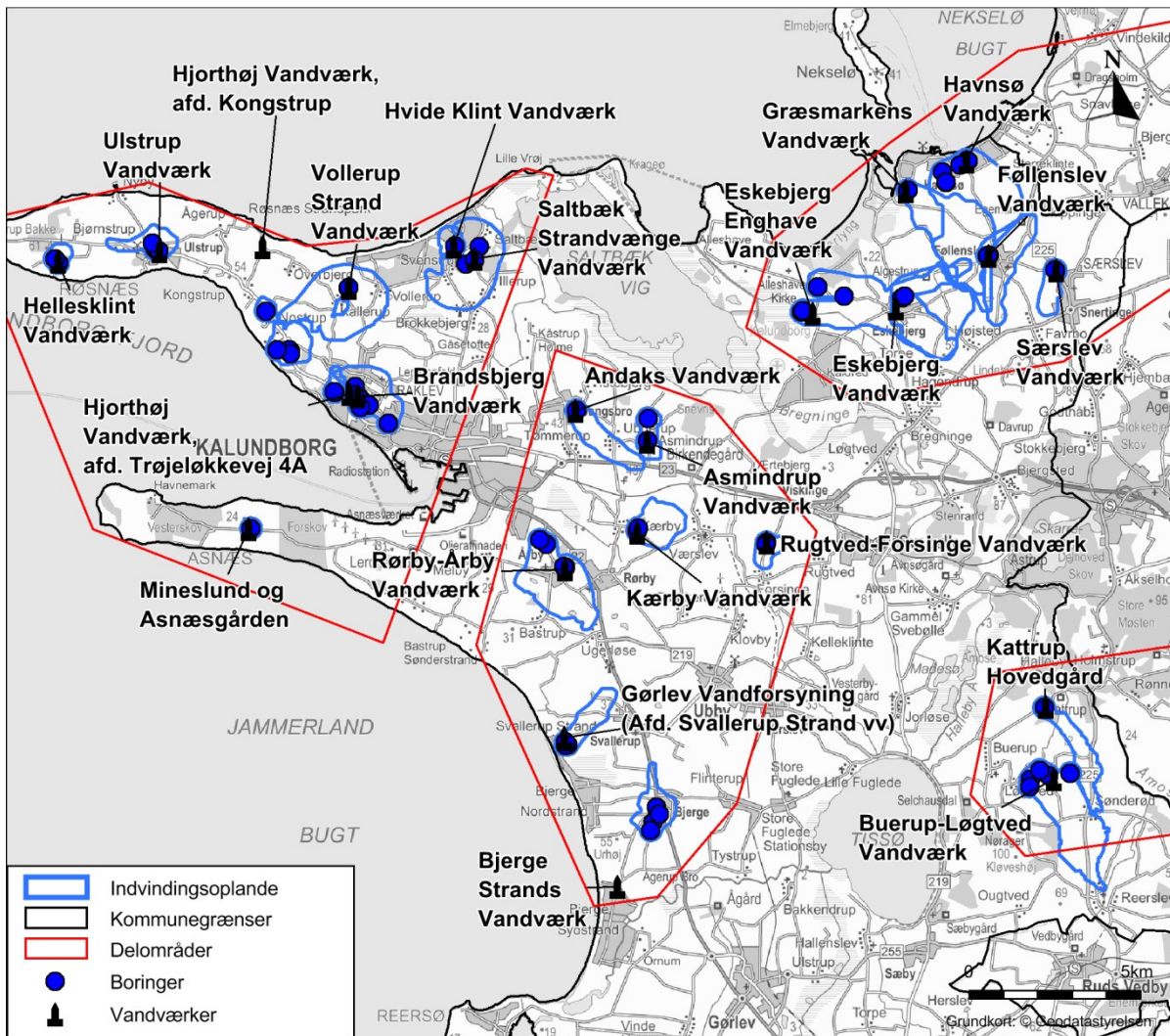
I forbindelse med både trin 1 kortlægningen og denne redegørelse er data fra Kalundborg Kommune beskrevet indenfor 4 delområder, der omfatter de 26 indvindingsoplande (2 vandværker har 2 kildepladser). Delområderne vurderes, at kunne danne en god baggrund for beskrivelse af data i og omkring oplandene.

I kortlægningen for Kalundborg Kommune opereres med følgende delområder:

- Delområde Havnsø
- Delområde Kalundborg
- Delområde Katstrup
- Delområde Røsnæs-Asnæs

Delområderne Havnsø og Katstrup er delvist beliggende i henholdsvis Odsherred og Holbæk Kommuner, men beskrivelsen af data indenfor delområderne har fokus på den del, der findes i Kalundborg Kommune

På Figur 1-1 er vist indvindingsoplandene til vandværkerne. På Figur 1-1, og på de efterfølgende figurer i redegørelsen, vises indvindingsoplande, som de fremtræder, efter de er tilpasset kortlægningsresultaterne. Se også kapitel 2.



Figur 1-1 Kommunens afgrænsning samt lokalisering af indvindingsoplande, vandværker og vandværksboringer.

Redegørelsen er opbygget således, at kapitel 2 beskriver vandindvindingsstrukturen i oplandene, mens kapitel 3 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over de 4 delområders geologi og grundvandsforhold i bred forstand. De fire delområder kaldes i det følgende for Havnsø, Kalundborg, Kattrup og Røsnæs-Asnæs. Kapitel 4 omhandler de grundlæggende forudsætninger for de forskellige områdeafgrænsninger og -justeringer. Endelig er der i kapitel 5 givet en sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger ved de enkelte indvindingsoplande.

Referencerne til baggrundsmaterialet, lovgivningen og de respektive vejledninger fremgår af kapitel 6. Referencerne for baggrundsmaterialet i form af de forskellige kortlægninger og undersøgelser er nummeret fortløbende med tal, mens referencerne for lovgivning og vejledninger er angivet med et bogstav.

2. Vandindvindingsstruktur

I dette kapitel beskrives den nuværende vandindvinding indenfor indvindingsoplandene, herunder fordelingen af indvindingsstyper og vandmængder. Der er særlig fokus på de almene vandforsyningers indvinding. Indvindingsstrukturen har betydning for, hvordan grundvandsressourcen belastes.

Der er i de 26 oplande tilladt en samlet vandindvinding på ca. 1,36 mio m³/år. Der blev i 2013 indvundet ca. 950.000 m³. Der er kun foretaget indvinding til almene vandforsyninger.

2.1 Vandforsyninger og kildepladser

Redegørelsen omfatter 24 almene vandforsyninger. Den tilladte indvindingsmængde og den aktuelle indvinding for hver vandforsyning/kildeplads i 2013 fremgår af figur 2-1.

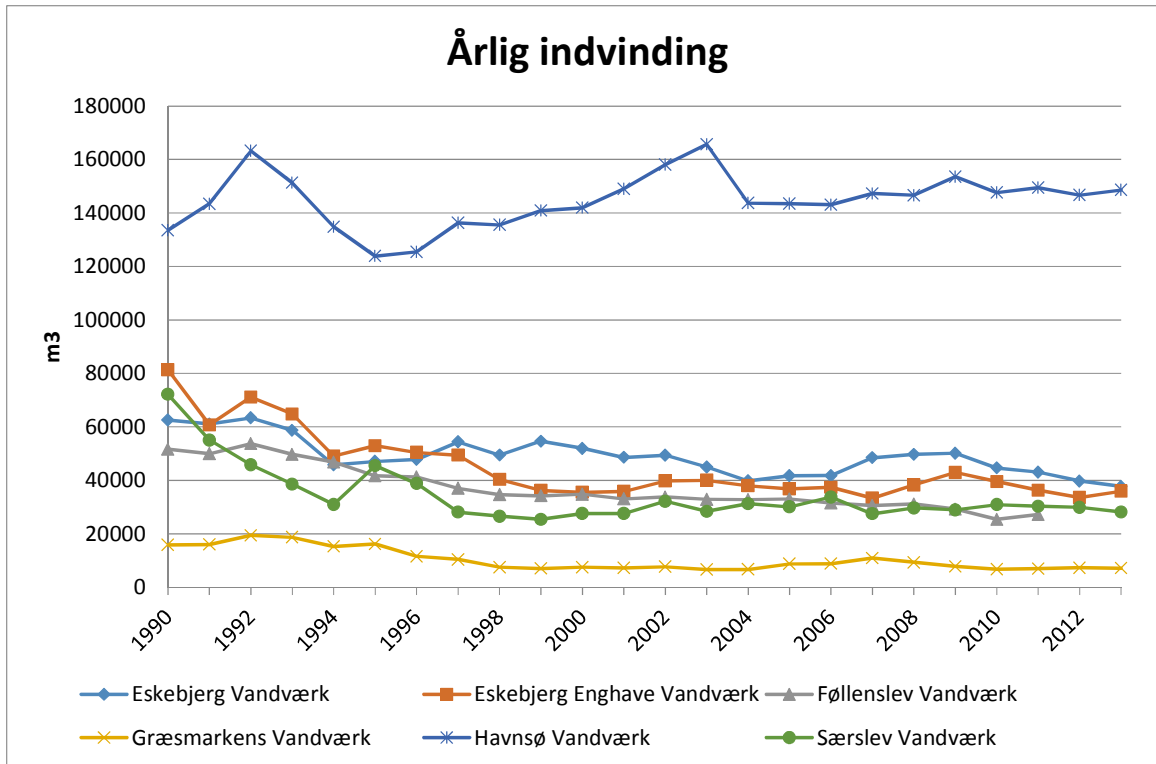
Vandforsyning/kildeplads	Aktive borer	Tilladt indvinding (m ³)	Indvinding i 2013 (m ³)
Andaks Vandværk	1	6.000	9.518
Asmindrup Vandværk	2	15.000	11.688
Bjerger Strands Vandværk	4	45.000	47.028
Brandsbjerg Vandværk	7	170.000	120.231
Buerup-Løgtved Vandværk	5	80.000	61.377
Eskebjerg Enghave Vandværk	4	75.000	35.940
Eskebjerg Vandværk	2	55.000	37.687
Føllenslev Vandværk	3	35.000	27.224
Græsmarkens Vandværk	2	16.500	7.125
Gørlev Vandforsyning	4	45.000	44.814
Havnsø Vandværk	7	150.000	148.622
Hellesklint Vandværk	2	21.000	8.382
Hjorthøj Vandværk	5	175.000	101.811
Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A	3	35.000	24.623
Hvide Klint Vandværk	1	8.000	5.357
Kattrup Hovedgård	1	9.000	4.260
Kærby Vandværk	2	28.000	9.211
Mineslund og Asnæsgården	1	20.000	12.925
Rugtved-Forsinge Vandværk	2	20.000	22.837
Rørby-Årby Vandværk IS	5	100.000	69.939
Saltbæk Strandvænge Vandværk	3	60.000	45.919
Særslev Vandværk	2	35.000	28.200
Ulstrup Vandværk IS	3	50.000	47.345
Vollerup Strand Vandværk	2	50.000	18.030

Figur 2-1 Vandværkernes tilladte og aktuelle indvinding i 2013.

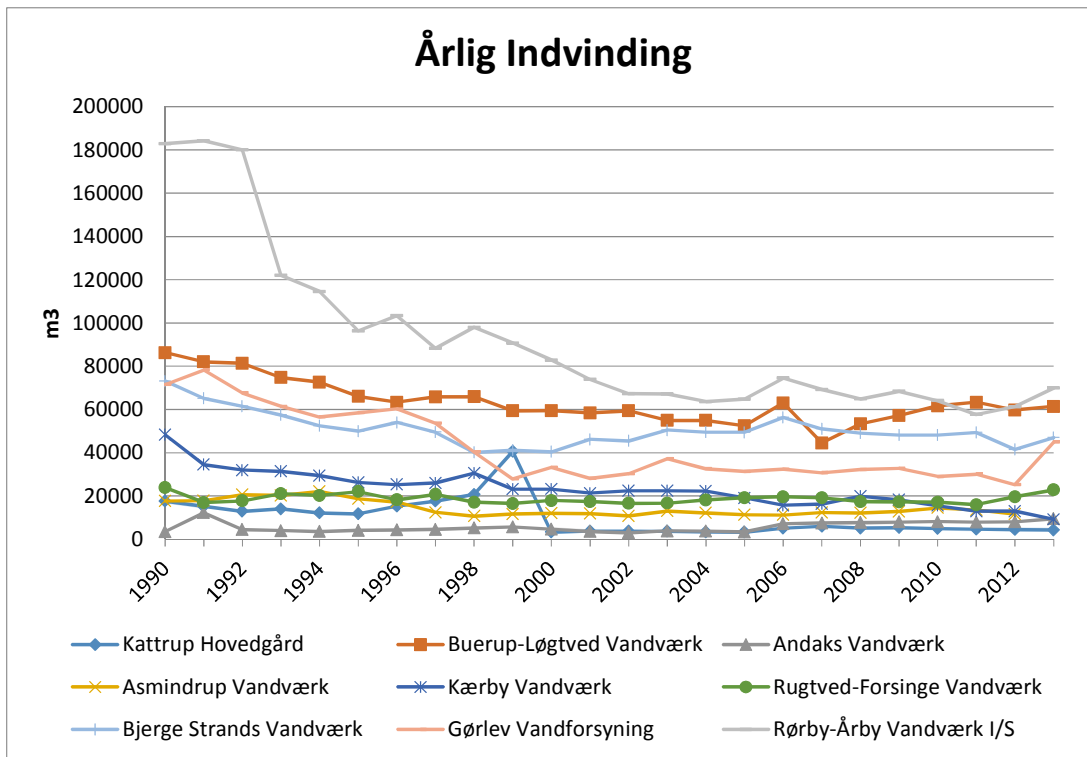
3 vandværker har tilladt indvinding på over 100.000 m³ årligt, og alle vandværker undtagen 3 overholder tilladelsen.

Vandindvindingen på Hjorthøj Vandværk og Hjorthøj Vandværk, Trøjeløkkevej 4A er fordelt på 2 kildepladser på hvert vandværk.

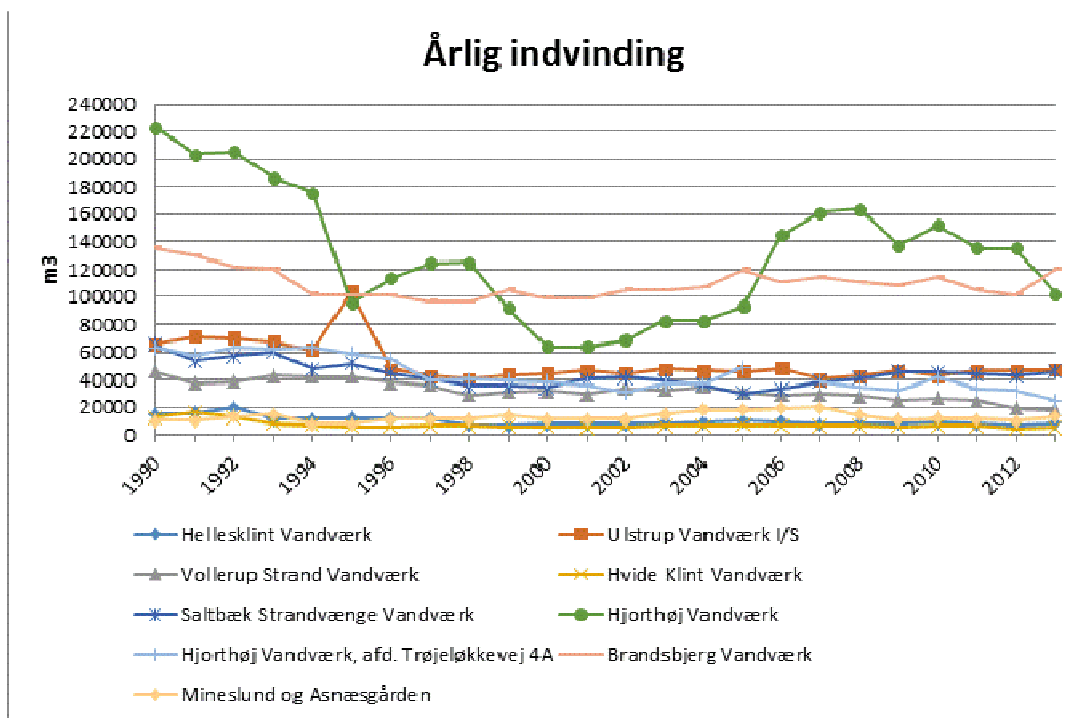
Udviklingen i de almene vandforsynings indvinding de sidste 20 år er vist på figur 2-2 til figur 2-4. De seneste 10 år er der observeret et generelt fald i vandindvindingen.



Figur 2-2 Årlige indvindingsmængder for vandværkerne i delområdet Havnsø.



Figur 2-3 Årlige indvindingsmængder for vandværkerne i delområderne Kalundborg og Kattrup.



Figur 2-4 Årlige indvindingsmængder for vandværkerne i delområde Rosnæs-Asnæs.

2.2 Andre vandindvindinger

Inden for oplandene findes udover enkelte husholdninger ikke øvrig væsentlig indvinding end indvinding af grundvand til almene forsyninger.

3. Grundvandsressourcen

Kapitel 3 er en gennemgang og sammenstilling af de eksisterende kortlægningsresultater. Der tages udgangspunkt i følgende emner:

Grundvandsmagasiner og dækklag
Hydrologiske forhold
Grundvandskvalitet

Dataene sammenstilles til en samlet vurdering af ressourcen, herunder sårbarheden af denne inden for oplandsgrænserne.

Indledningsvis gennemgås kortlægningsgrundlaget, som består af kortlægningsresultaterne fra de forskellige kortlægninger og modeller, der er udført og opstillet i området.

3.1 Gennemførte undersøgelser

Denne redegørelse bygger på en lang række nye og tidligere data og undersøgelser. Her er kort beskrevet de undersøgelser der er udført i forbindelse med statens afgiftsfinansierede grundvandskortlægning. Der kan læses mere om metoder, data og resultater i de rapporter der nævnes i referencelisten. Rapporterne kan findes i GEUS' rapportdatabase:"

www.GEUS.dk (fanebladet "Data og kort" og efterfølgende valg af "Database med grundvandsrapporter").

De geofysiske data, boringsoplysninger og vandkemi kan ligeledes findes på GEUS' hjemmeside:

www.GEUS.dk (fanebladet "Data og kort" og efterfølgende valg af "National geofysisk database (GERDA)" eller valg af "National boringsdatabase (Jupiter)").

Endelig kan den hydrostratigrafiske og hydrologiske model findes på GEUS' hjemmeside:

www.GEUS.dk (fanebladet "Data og kort" og efterfølgende valg af "Model-databasen").

Den geografiske udbredelse af de gennemførte undersøgelser, som er refereret i det følgende, fremgår af Figur 3-1.

Geofysiske kortlægninger

Mindre dele af de 4 delområder er dækket af fladedækkende geofysiske undersøgelser. I delområde Kalundborg er der i den østligste del udført MEP i forbindelse med grundvandskortlægningen i Hvidebæk Kortlægningsområde. Der findes også en del TEM-målinger og DC-sonderinger i samme område, formentlig også udført i forbindelse med Hvidebæk kortlægningen. I delområde Røsnæs-Asnæs er der digitaliseret og retolket 229 gamle DC-sonderinger /8/. Der er herudover i forbindelse med trin 2 i kortlægningen af indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland udført 8,4 km MEP og 10 TEM sonderinger.

I delområde Havnsø er der digitaliseret og retolket 43 gamle DC-sonderinger /8/. Der er ikke udført geofysiske undersøgelser i delområde Kattrup.

Den fladedækkende MEP kortlægning i delområde Røsnæs-Asnæs er valgt for at understøtte den geologiske og hydrostratigrafiske model for området, herunder kortlægning af dækklag, magasiner og magasinbund.

MEP er en vigtig kortlægningsmetode, hvor data fra store arealer indsamles ned til en dybde på ca. 80 m. Metoden giver et indirekte billede af fordelingen af sand, ler og kalk gennem deres modstandsforhold. TEM sonderingerne når endnu dybere end MEP, men er til gengæld ikke så god en metode til at opløse overfladenære lag, så de to metoder supplerer hinanden.

Boringsregistrering

I 2014 blev der udført en boringsregistrering med tilhørende pejling af grundvandsspejlet i delområderne Katstrup (17 stk.) og Røsnæs-Asnæs (41 stk.). På baggrund af boringsregistreringen er der foretaget indledende vurderinger af muligheden for vandprøvetagning i hver enkelt boring. Efterfølgende blev der udtaget vandprøver i 4 boringer til hjælp for den geokemiske tolkning.

Geologisk og hydrostratigrafisk model

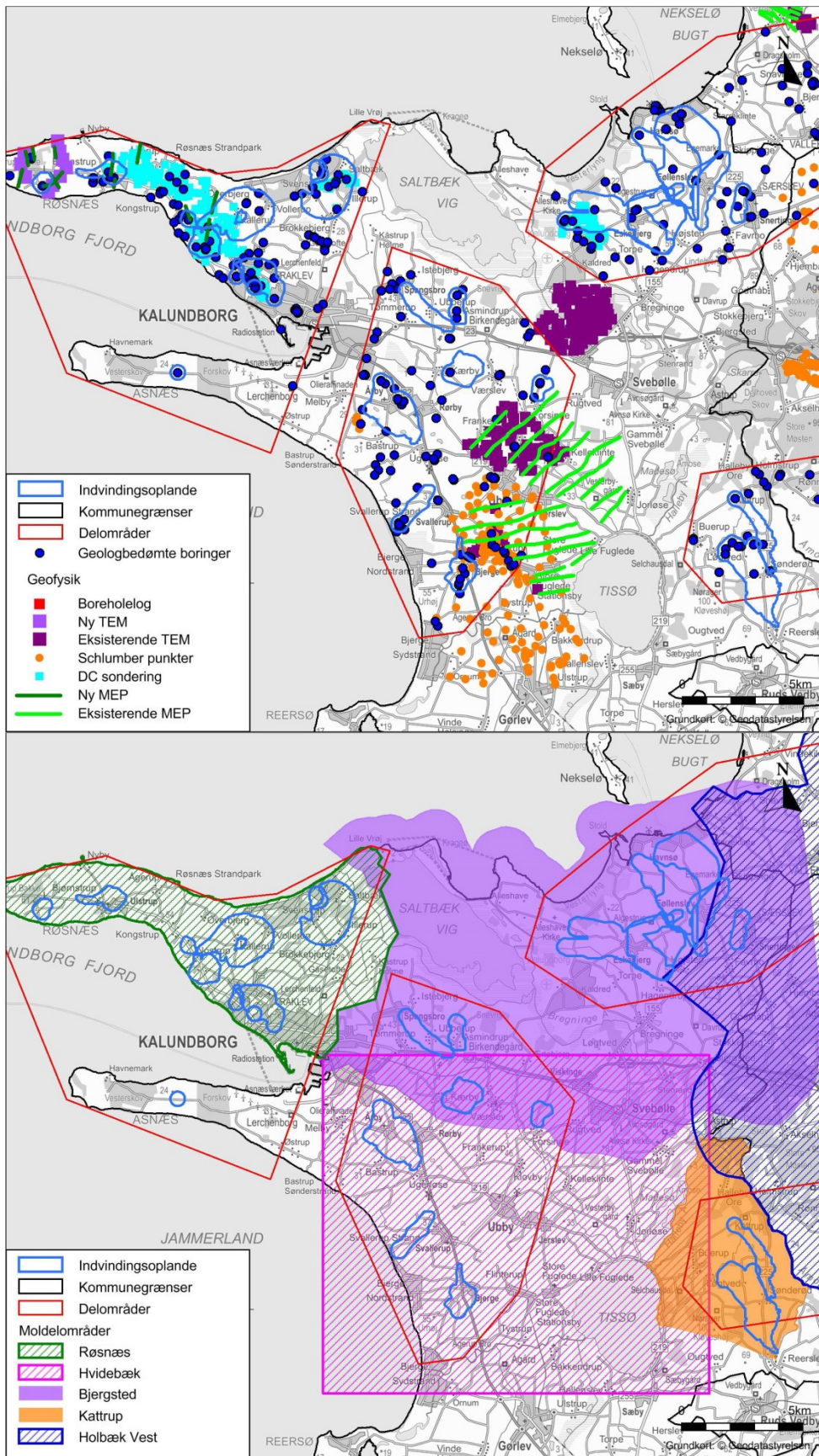
Der er opstillet geologiske modeller for alle de 4 delområder /12/ og /13/. De geologiske modeller sammenfatter den geologiske forståelse for områderne. Med udgangspunkt i de geologiske modeller er der ligeledes opstillet hydrostratigrafiske modeller for områderne. Med de hydrostratigrafiske modeller har det bl.a. været muligt at afgrænse grundvandsmagasinerne og vurdere dæklagene (lertykkelseskort).

Det skal bemærkes, at der ikke er opstillet en geologisk model for Asnæs, hvorfor den geologiske beskrivelse her er baseret på boringsoplysninger.

Hydrologisk strømningsmodel

På baggrund af de hydrostratigrafiske modeller er der foretaget opdatering af de eksisterende hydrologiske modeller for Holbæk Vest /14/, Bjergsted /17/ og Hvidebæk /19/ i værktøjet MIKE SHE /16/, /18/ og /20/. Der er samtidigt opstillet helt nye grundvandsmodeller for delområde Katstrup /16/ og delområde Røsnæs /21/ i værktøjet GMS. Modellerne er bl.a. anvendt til at bestemme indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, gradientforhold samt strømnings- og potentialeforhold i det enkelte grundvandsmagasin. Desuden har modellerne bidraget med information om grundvandsdannelse til de forskellige grundvandsmagasiner, der udnyttes til indvinding af grundvand til drikkevand.

Af Figur 3-1 fremgår, at kun mindre dele af de 4 delområder er dækket af geofysik. På kortet er endvidere vist boringer af kvalitet 1 eller 2, som de er vurderet i de hydrostratigrafiske modeller. Kvalitet 1 og 2 er bl.a. de boringer, som er ”geologbedømte”.



Figur 3-1 Øverste kort viser de geofysiske undersøgelser, der er udført i delområderne og tilstødende områder. Nederste kort viser modelområderne for grundvandsmodellerne.

3.2 Grundvandsmagasiner og dæklag

Et af de væsentligste resultater fra den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning er afgrænsningen af grundvandsmagasinerne og deres dæklag. Vurderingerne bygger i høj grad på de geologiske og hydrostratigrafiske modeller, der er opstillet for delområderne.

3.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold

De geologiske aflejringer af sand og ler udgør delområdernes grundvandsmagasiner og beskyttende dæklag. Derfor er kendskab til aflejringernes fordeling vigtig for de hydrologiske strømningsmønstre, den konkrete mulighed for vandindvinding og for bestemmelse af grundvandets sårbarhed. Desuden er sedimenternes fysiske og mineralogiske forhold vigtige for grundvandsstrømningen og vandkemien.

Ud over den nuværende opbygning er det vigtigt at kende lagenes dannelseshistorie, da det kan forklare hydrologiske og vandkemiske problemstillinger. Ligeledes er forståelsen af de dybereliggende strukturer i aflejringerne væsentlig, da disse i høj grad har medvirket til udformningen af grundvandsmagasiner og dæklag.

Landskabet og de terrænnære jordlag

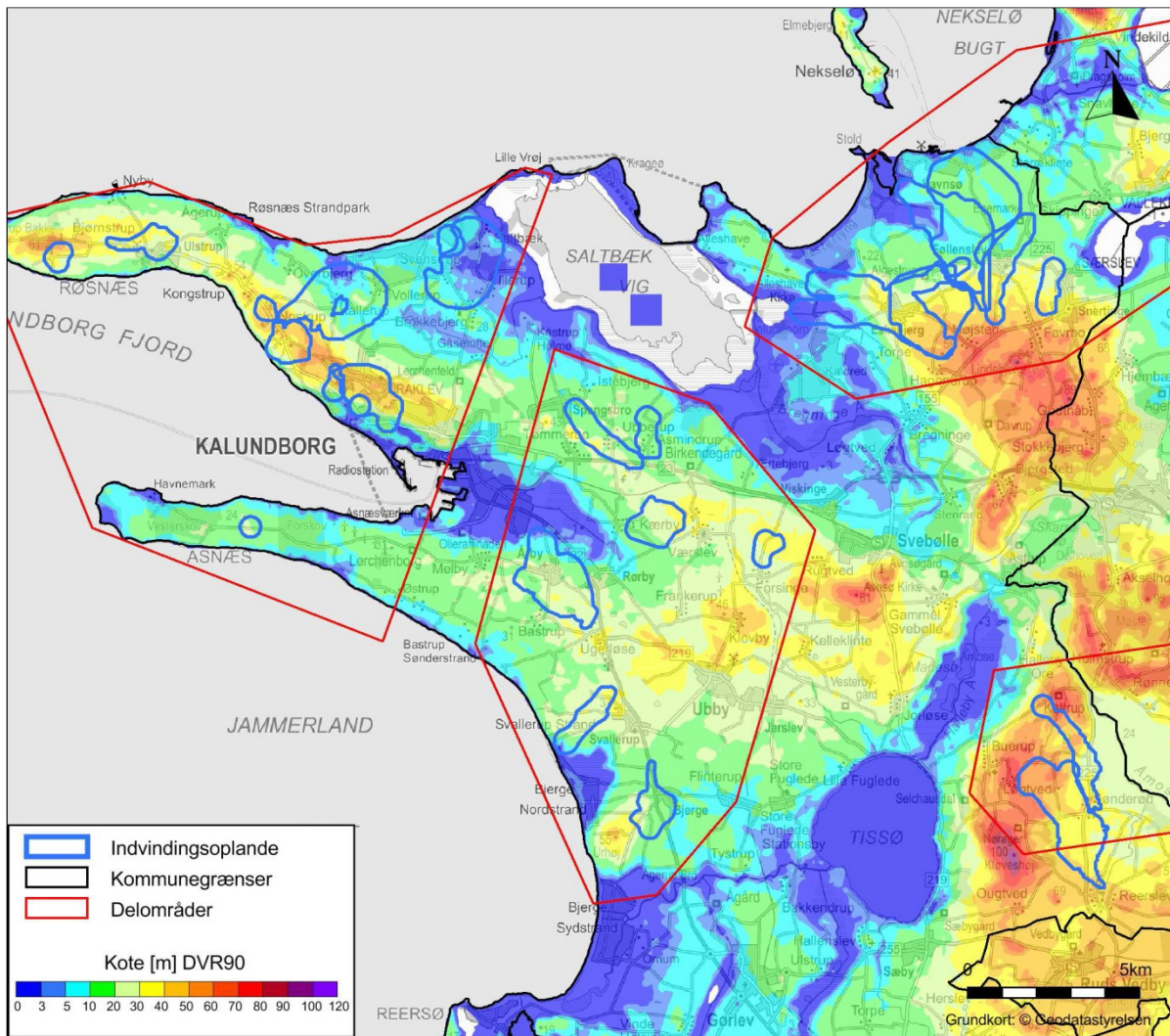
Delområderne er alle tolket som morænelandskaber fra sidste istid, Weichsel. Der findes samlet set for de 4 delområder mange forskellige landskabsformer som f.eks. randmoræner, bundmoræne, dødislandskaber, smeltvandsdale og hedesletter.

Betragtes kortet over terrænkoten på Figur 3-2 kan det ses, at højden i bakkedragene i den sydlige del af delområde Havnsø ligger mellem kote +60 og +70. Terrænet falder i retning mod Sejerø Bugt og Bregninge Hedeslette, der ligger som en sydøstlig forlængelse af Saltbæk Vig.

I den vestlige del af delområde Katstrup ligger terrænet ligeledes højt – op til kote +90. Bakkerne er en del af et randmorænekompleks.

I delområde Kalundborg ligger terrænet typisk mellem kote +10 og +30, men i den centrale del findes en del af et randmorænekompleks, hvor terrænhøjden når kote +50. I den vestlige del af delområdet findes marint forland, hvor terrænet ligger mellem kote 0 og +3.

I delområde Røsnæs-Asnæs som også er dannet som randmoræner ligger højdepunkterne for terrænet op til kote +50 på Røsnæs og op til kote +30 på Asnæs. I den nordlige del af delområdet findes marint forland med typiske terrænkoter på mellem 0 og +5.



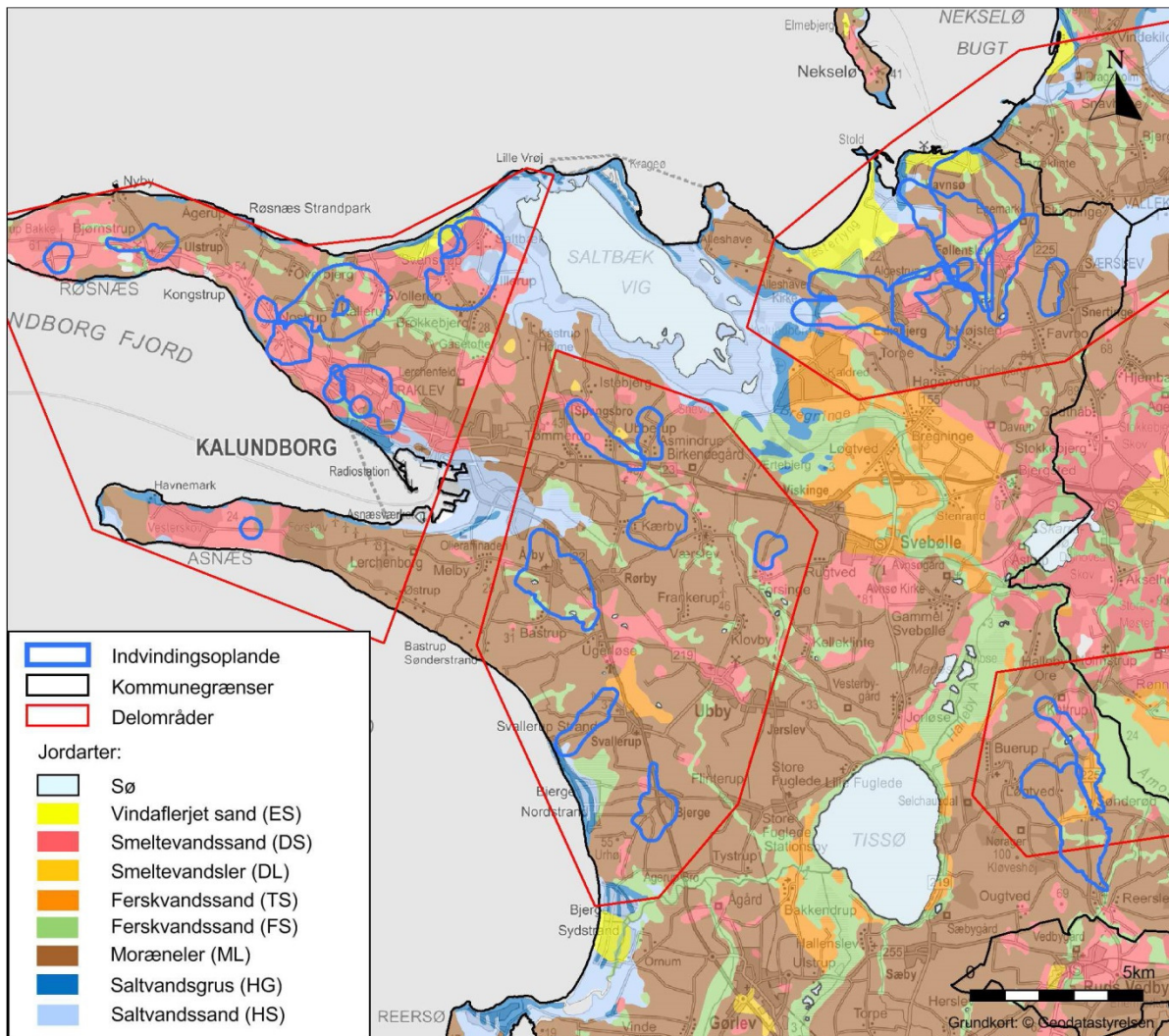
Figur 3-2 Højderelief i Kalundborg Kommune Fra Danmarks Digitale Højdemodel /1/.

På Figur 3-3 ses de terrænnære jordlag, som de er tolket af GEUS, /2/. På figuren kan det ses, at de terrænnære aflejringer overordnet set domineres af moræneler. I delområde Havnsø forekommer der smeltevandssand nordøst for Eskebjerg og ved Føllenslev og i retning mod Havnsø. Sporadisk findes der mindre områder med ferskvandssand orienteret mod Neksø Bugt. Langs kysten ved Vesterlyng og Havnsø findes vindaflejret sand. Endvidere findes der sydøst for Eskebjerg og mod Kaldred ferskvandssand, mens der mod Saltbæk Vig forekommer saltvandssand.

I delområdet Kattrup forekommer der ferskvandssand i smeltevandssalen ned til Åmose Å, mens der vest for Åmose Å, ved Kattrup og Sønderød, findes områder med smeltevandssand.

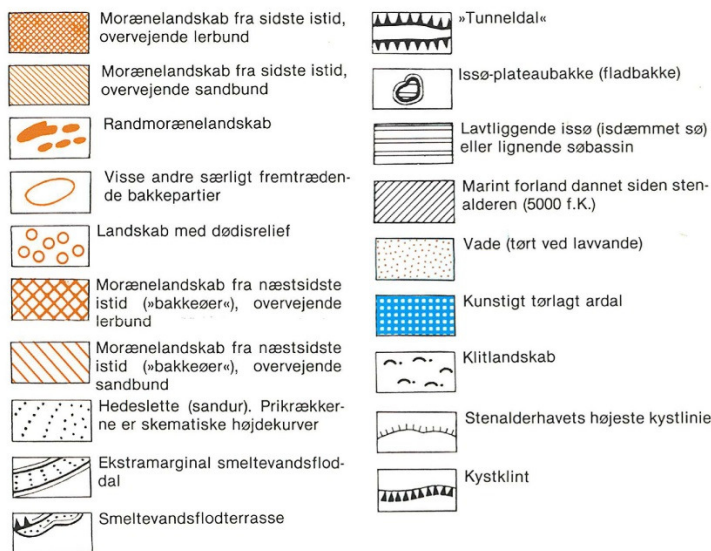
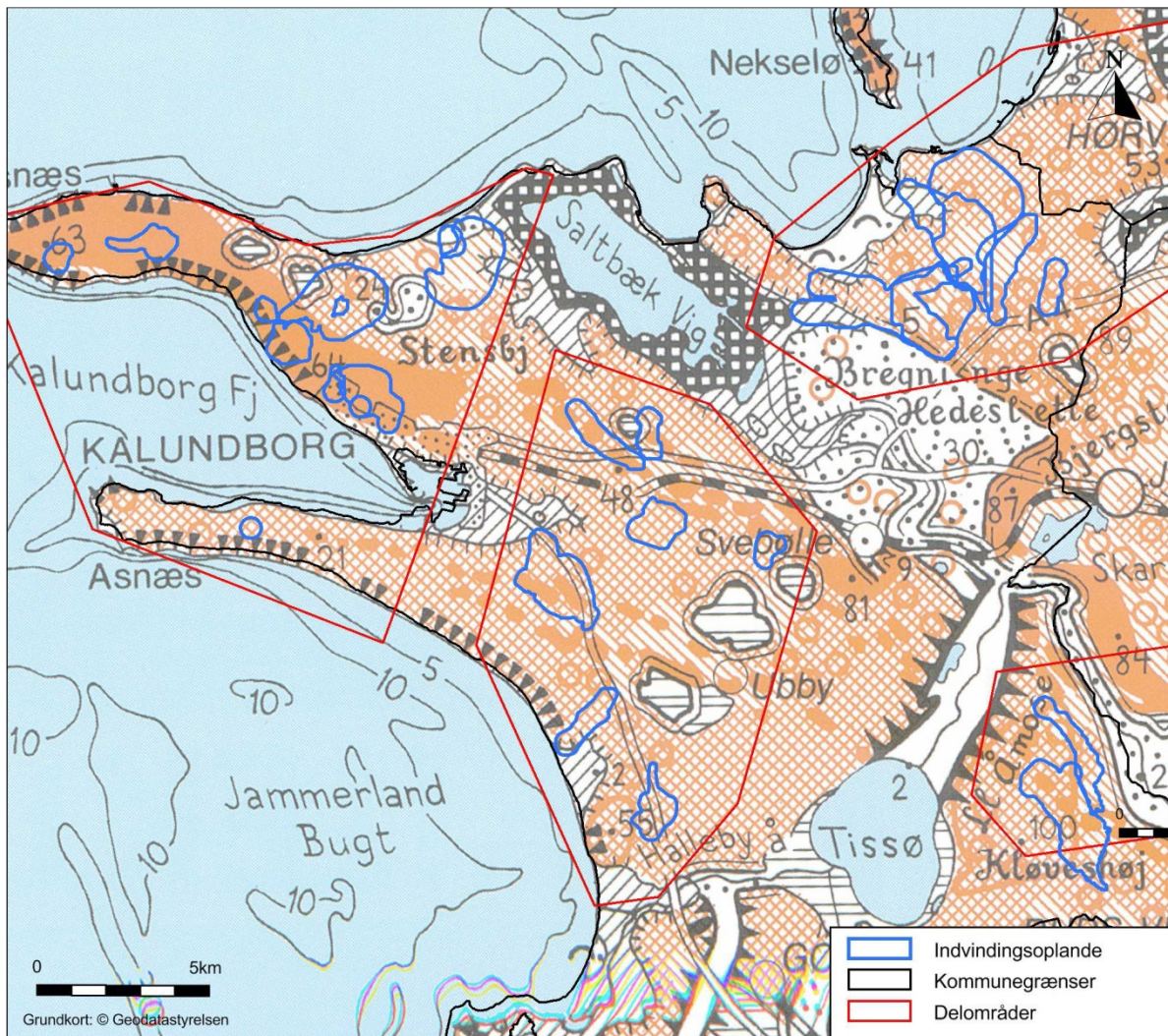
I delområde Kalundborg findes der områder med smeltevandssand mellem i Ubby og Ugerløse, samt ved Spangsbro og Forsinge. Ud imod kysten ved Bjerge Nordstrand og i den vestlige del af Kalundborg delområde forekommer der endvidere saltvandssand.

I delområde Rønnes-Asnæs er der større områder langs kysten, hvor der forekommer smeltevandssand, mens der er mindre områder omkring Kallerup, hvor der findes ferskvandssand.



Figur 3-3 Jordartskortet 1:25.000 for kortlægningsområdet Kalundborg kommune/2/.

På Figur 3-4 ses der et udsnit af Per Smeds "Landskabskort over Danmark", /3/. Fokusområdets nuværende landskab er dannet i den sidste istid, Weichsel, hvor det Ungbaltiske Fremstøds inaktive is har dækket området og efterladt et bakket terræn. Det består overvejende af moræneler og smeltevandssler, men visse steder findes der issøplateauer, samt maritimt forland ud imod kysten dannet siden stenalderen. Områder hvor det øvre landskab består af sand og grus aflejringer, kan udgøre vinduer ned til grundvandsmagasinerne, hvor nedsivning kan ske særlig hurtigt.



Figur 3-4 Uddrag af Per Smeds landskabskort over Danmark, /3/

Mod øst i delområde Havnsø er det lerede morænelandskab præget af et relief af dødishuller, mens den sydlige del af området består af sandet hedeslette og marint forland ned mod Saltbæk Vig. Ligeledes består landskabet af maritimt forland og klitter ved Vesterlyng ud imod Sejerøbugten.

Landskabet inden for delområde Kattrup er foruden leret og sandet bundmoræne, præget af smeltevandsfloddalen, hvor Åmose Å løber igennem området, samt randmorænelandskab grænsende op til smeltevandsdalen. I delområde Kalundborg er landskabet præget af leret morænelandskab med enkelte dødishuller og randmoræne i øst-vest gående retning. Endvidere forekommer der tre større issøplateauer ved Ubby og Svebølle.

Inden for delområde Røsnæs-Asnæs er landskabet på Røsnæs præget af randmoræne, mens der på den nordlige del af Røsnæs findes issøplateauer og dødishuller. Ved Asnæs består landskabet primært af leret bundmoræne, samt kystklitter langs den sydlige kyst. Der findes ligeledes kystklitter langs det meste af kysten på Røsnæs.

Prækvartæret

De prækvartære lag, der har betydning for grundvandet, er fra perioderne Eocæn og Paleocæn. Derover følger de yngre lag fra perioden Kvartær, der består af aflejringer fra istider og mellemistider. Grænsefladen mellem Palæogen og Kvartær kaldes prækvartæroverfladen som er illustreret på Figur 3-5.

I den vestlige del omkring Kalundborg, fra Havnsø og syd om Asnæs, består den prækvartære overflade af ler fra Eocæn, også kendt som Røsnæs ler. I israndsbakken ved Røsnæs findes flager af Røsnæsler, der er istektonisk deformeret ved randsdannelsen. Leraflejringerne er aflejret under rolige, marine aflejringsforhold i et subtropisk klima. Leraflejringerne består af rødt, kalkholdigt, plastisk ler. Leret har en rødlig farve som følge af, at leret er rigt på jernoxider. Det er ligeledes kalkholdigt som følge af talrige fossiler af foraminiferer (alger) og andre kalkskallede organismer. I leret findes endvidere flere grønne horisonter, der skyldes askepartikler fra vulkanisme ved Nordatlantens dannelse. I delområde Havnsø findes der under det Eocæne ler Grønsandskalk fra Selandien (Paleocæn). Grønsandskalken er sandholdig med et varierende indhold af mergel.

I den sydøstlige del af Kalundborg Kommune, inden for delområde Kattrup, udgøres den prækvartære overflade af Kerteminde Mergel. Kerteminde Mergel aflejringerne er fra Selandien (Paleocæn) og er aflejret under mere rolige forhold og på dybere vand end grønsandskalken, som præger prækvartæroverfladen i det østlige Sjælland.

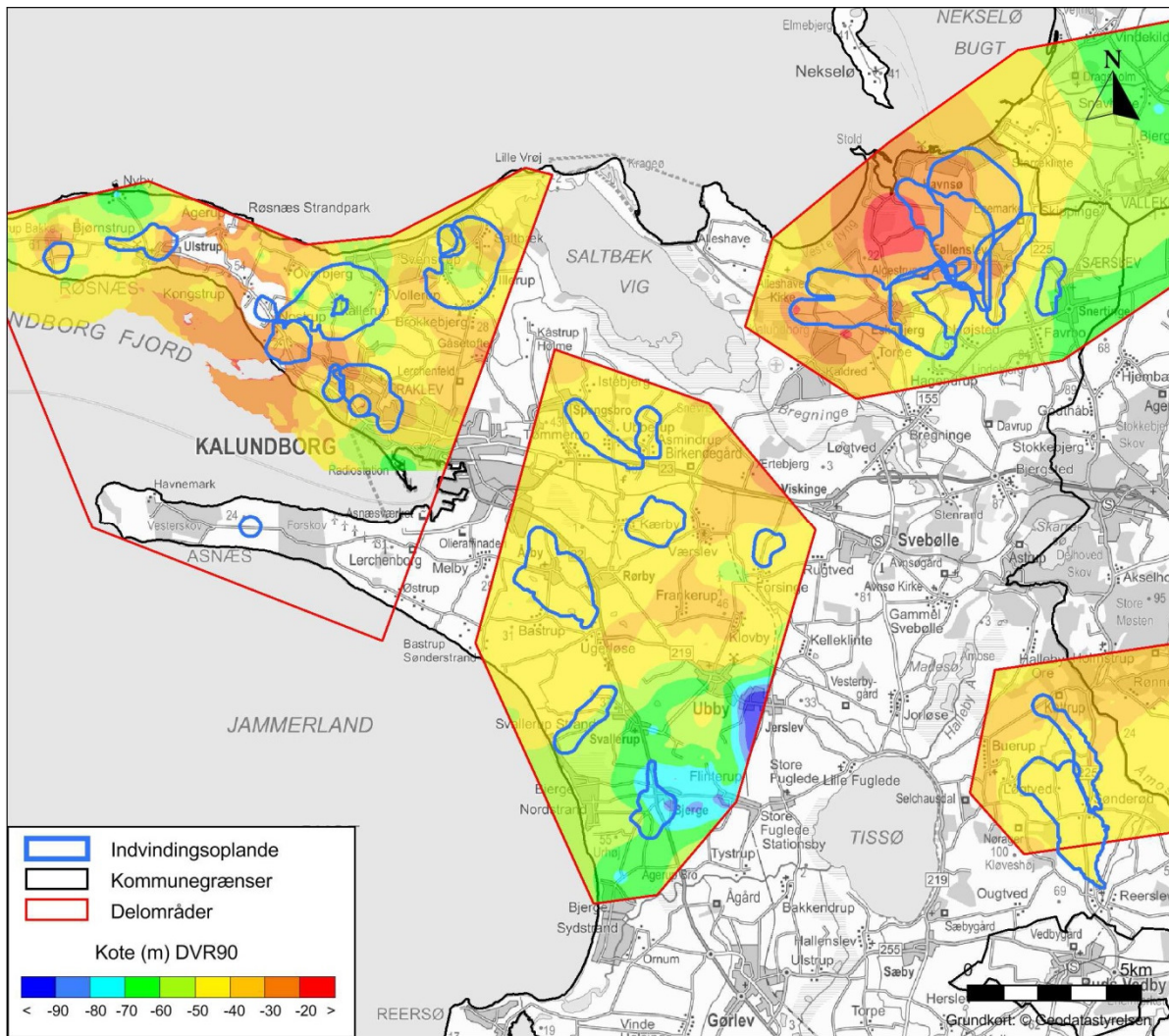
Inden for delområderne, hvor vandværkerne er beliggende, findes der ingen begravede dale. Den prækvartære overflade forekommer i delområde Havnsø ved kote -60 m vest for Højsted, mens placering af den prækvartæroverfladen stiger mod øst, op til kote -20 og -30 m ved Eskebjerg og syd for Havnsø, se Figur 3-5.

I delområde Kattrup er prækvartæroverfladen omkring Kattrup lokaliseret ved -30 m til -40 m og ved kote -50 m til -60 m i den sydlige del ved Lygtved og Sønderød.

Inden for størstedelen af delområde Kalundborg forekommer den prækvartæroverflade ved kote -50 m. Omkring Værsløv og Frankerup forekommer den ved kote -40 m, mens dybden for grænsefladen øst for Svallerup, og Ubby stiger til -70 m og lokalt omkring Jerslev og Bjerger ned til kote -100 m.

I delområdet for Røsnæs-Asnæs findes prækvartæroverfladen i varierende dybder inden for en kort afstand mellem kote -30 og -70 m.

Der er ikke fundet begravede dale indenfor delområderne



Figur 3-5 Prækvartæroverfladen fra de hydrostratigrafiske modeller, /12/ og /13/.

Kvartæret

Fra perioden Kvartær er der udelukkende aflejringer fra Weichsel Istid, nærmere betegnet Mellem Weichsel og Sen Weichsel. Aflejringerne er dels vandstandsene moræner, der dog i de øverste ca. 10 m under jordoverfladen kan være opsprækket, så der kan ske nedsivning gennem sprækkerne. Dels er der smeltevandssand og smeltevandsgrus, der udgør områdets kvartære vandførende grundvandsmagasiner.

Mægtigheden af den samlede kvartære lagserie for varierer fra omkring 100 m i bl.a. delområde Kattrup til ca. 20 m i oplandet til Græsmarken Vandværk.

3.2.2 Hydrostratigrafiske modeller

Der er opstillet en 3D hydrostratigrafisk model for hvert af de fire delområder. Modellerne dækker indvindings- og grundvandsdannede oplande til de almene vandværker uden for Områder med Særlig Drikkevandsinteresse (OSD), samt omkringliggende områder. Da de hydrostratigrafiske modeller alle dækker større områder end selve indvindingsoplandene, vil der i det følgende være beskrevet forhold og tolkninger, som rækker ud over de aktuelle indvindingsoplande.

De hydrostratigrafiske modeller, som er opbygget med gennemgående lag, tager mere sigte på at skelne mellem lagenes hydrauliske egenskaber end på den geologiske dannelse af de enkelte lag. Lithologierne silt, ler, tørv og gytje, glimmerler, glimmersilt, kul samt betegnelsen ”vekslende lag” er indeholdt i de hydrostratigrafiske ”ler-

lag". Tilsvarende går betegnelserne sand og grus ind under kategorien "sandlag" i de hydrostratigrafiske modeller. Den hydrostratigrafiske modeller er opdelt i kvartære og prækvartære lag.

3.2.2.1 Hydrostratigrafisk model Havnsø

Den hydrostratigrafiske model for delområde Havnsø udgør et areal på 240 km² og er opdelt i 11 modellag. Den kvartære lagserie udgøres af 9 lag bestående af henholdsvis fem vandstandsede lerlag (moræneler og smeltevandsler, KL) og fire vandførende sandlag (KS) bestående af smeltevandssand, se Figur 3-6. Den prækvartære lag serie udgøres af to lag, tolket som henholdsvis eocæn ler (PL) og Grønsandskalk fra Selandien (PK).

Kronologi	Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Geologisk beskrivelse	Tolkning
Kvartær	1	KL1 (H1)	Terrænnært ler	Hovedsagligt moræneler
	2	KS1 (H2)	Terrænnært sand – linser	Smeltevandssand
	3	KL2 (H3)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	4	KS2 (H4)	Regionalt udbredt sand	Smeltevandssand
	5	KL3 (H5)	Regionalt udbredt ler	Moræneler og smeltevandsler
	6	KS3 (H6)	Regionalt udbredt sand	Smeltevandssand
	7	KL4 (H7)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	8	KS4 (H8)	Regionalt udbredt sand - stedvist i sammenhængende lag og stedvist i linser	Smeltevandssand
	9	KL5 (H9)	Regionalt udbredt ler	Moræneler og smeltevandsler
Prækvartær	10	PL (H10)	Lillebælt Ler/Kerteminde Mergel	Eocæn / Selandien ler
	11	PK (H11)	Grønsandskalk	Selandien kalk

Figur 3-6 Oversigt over tolkede hydrostratigrafiske flader i delområde Havnsø

Den hydrostratigrafiske model danner udgangspunkt for opstillingen af den hydrologiske grundvandsmodel for området, som er anvendt til at beregne udbredelsen af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de almene vandværker. Grundvandsmodellen er bygget op af 11 beregningslag, som svarer til lagene i den hydrostratigrafiske model, se Figur 3-7.

Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Geologisk beskrivelse	Tolkning
1	H1	KL1	ML, MS, MI, DL, DI, L, i,
2	H2	KS1	DS, DG, S, G
3	H3	KL2	ML, MS, MI, DL, DI
4	H4	KS2	DS, DG, S, G
5	H5	KL3	ML, DL, MS, MI, DI
6	H6	KS3	DS, DG, S, G
7	H7	KL4	ML, MS, MI, DL, DI
8	H8	KS4	DS, DG, S, G
9	H9	KL5	ML, DL, MS, MI, DL, DI
10	H10	PL	PL, LL
11	H11	PK	PK, PS

Figur 3-7 Oversigt over beregningslag i grundvandsmodellen for delområdet Havnsø.

3.2.2.2 Hydrostratigrafisk model Røsnæs-Asnæs

Den hydrostratigrafiske model for delområdet Røsnæs-Asnæs er opdelt i 9 modeller og dækker et areal på 85 km². Den kvartære lagserie omfatter 8 lag bestående af henholdsvis fire vandførende sandlag (KS) og fire vandstandsende lerlag (moræneler og Eocæn ler), Figur 3-8. Den prækvartære lagserie udgøres af et enkelt lag, tolket som prækvartært ler (PL).

Kronologi	Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Tolkning	Geologisk beskrivelse
Kvartær	1	KS1 (H1)	Terrænnært sand - linser	Smeltevandssand og marin sand
	2	KL1 (H2)	Terrænnært ler - linser	Glaciotektonisk flage af moræneler og Eocæn ler
	3	KS2 (H3)	Regionalt udbredt sand - linser	Glaciotektonisk flage af smeltevandssand.
	4	KL2 (H4)	Regionalt udbredt ler - sammenhængende	Glaciotektonisk flage af moræneler og Eocæn ler
	5	KS3 (H5)	Regionalt udbredt sand - linser	Glaciotektonisk flage af smeltevandssand.
	6	KL3 (H6)	Regionalt udbredt ler – sam-	Glaciotektonisk flage af mo-

Kronologi	Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Tolkning	Geologisk beskrivelse
			menhængende	ræneler og Eocæn ler
	7	KS4 (H7)	Regionalt udbredt sand - linser	Glaciotektonisk flage af smeltevandssand.
	8	KL4 (H8)	Regionalt udbredt ler	Glaciotektonisk påvirket moræneler og Eocæn ler
Eocæn/ Prækvartær	9	PL5 (H9)	Regionalt udbredt ler – sammenhængende	Eocæn ler, plastisk ler, Røsnæsler.

Figur 3-8 Oversigt over tolkede hydrostratigrafiske flader i delområde Røsnæs-Asnæs

Den hydrostratigrafiske model danner udgangspunkt for opstillingen af den hydrologiske model for området, som er anvendt til at beregne udbredelsen af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de almene vandværker. Grundvandsmodellen er bygget op af 9 beregningslag, som svarer til lagene i den hydrostratigrafiske model, se Figur 3-9.

Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Geologisk beskrivelse	Tolkning
1	H1	KS1	DS, DG, HS, S, G
2	H2	KL1	ML, MI, MS, MG, LL, L
3	H3	KS2	DS, DG, S, G
4	H4	KL2	ML, MI, MS, MG, LL, L
5	H5	KS3	DS, DG, S, G
6	H6	KL3	ML, MI, MS, MG, LL, L
7	H7	KS4	DS, DG, S, G
8	H8	KL4	ML, MI, MS, MG, LL, L
9	H9	PL1	LL, l

Figur 3-9 Oversigt over beregningslag i grundvandsmodellen for delområde Røsnæs-Asnæs

3.2.2.3 Hydrostratigrafisk model Kalundborg

Den hydrostratigrafiske model for delområde Kalundborg udgør et areal på 224 km² og er opdelt i 10 modellag. Den kvartære lagserie udgør 9 lag bestående af henholdsvis fem vandstandsende lerlag (moræneler og smeltevandssler, KL) og fire vandførende sandlag (KS) bestående af smeltevandssand, se figur 3-10. Den prækvartære lagserie udgøres af et enkelt lag bestående af ler (PL).

Kronologi	Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Beskrivelse	Geologisk tolkning
Kvartær	1	KL1 (H1)	Terrænnært ler	Hovedsagligt moræneler
	2	KS1 (H2)	Terrænnært sand – linser	Smeltevandssand
	3	KL2 (H3)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	4	KS2 (H4)	Regionalt udbredt sand - linser	Smeltevandssand
	5	KL3 (H5)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	6	KS3 (H6)	Regionalt udbredt sand	Smeltevandssand
	7	KL4 (H7)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	8	KS4 (H8)	Regionalt udbredt sand -linser	Smeltevandssand
	9	KL5 (H9)	Regionalt udbredt ler – stedvist som linser	Smeltevandsler og moræneler
Eocæn	10	PL (H10)	Lillebælt Ler	Eocæn ler

Figur 3-10 Oversigt over tolkede hydrostratigrafiske flader i delområdet Kalundborg.

Den hydrostratigrafiske model danner udgangspunkt for opstillingen af den hydrologiske model for området, som er anvendt til at beregne udbredelsen af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de almene vandværker. Beregningslagene i grundvandsmodellen svarer til lagene i den hydrostratigrafiske model, se Figur 3-11.

Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Geologisk beskrivelse	Tolkning
1	H1	KL1	ML, MS, MI, DL, DI, L, i,
2	H2	KS1	DS, DG, S, G
3	H3	KL2	ML, MS, MI, DL, DI
4	H4	KS2	DS, DG, S, G
5	H5	KL3	ML, MS, MI, DL, DI
6	H6	KS3	DS, DG, S, G
7	H7	KL4	ML, MS, MI, DL, DI

Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Geologisk beskrivelse	Tolkning
8	H8	KS4	DS, DG, S, G
9	H9	KL5	DL, ML, DI, MS, MI,
10	H10	PL	LL

Figur 3-11 Oversigt over beregningslag i grundvandsmodellen for delområdet Kalundborg.

3.2.2.4 Hydrostratigrafisk model Katstrup

Den hydrostratigrafiske model for delområdet Katstrup udgør et areal på 36 km² og er opdelt i 10 modellag. Den kvartære lagserie udgør 9 lag bestående af henholdsvis fem vandstandsede lerlag (moræneler og smeltevandsler, KL) og fire vandførende sandlag (KS) bestående af smeltevandssand, se Figur 3-12. Den prækvartære lagserie udgøres af et enkelt lag (PL).

Kronologi	Nr	Stratigrafi (hydrostratigrafi)	Beskrivelse	Hovedsagligt moræneler
Kvartær	1	KL1 (H1)	Terrænnært ler	Hovedsagligt moræneler
	2	KS1 (H2)	Terrænnært sand – linser	Smeltevandssand
	3	KL2 (H3)	Regionalt udbredt ler	Hovedsagligt moræneler
	4	KS2 (H4)	Regionalt udbredt sand - linser	Smeltevandssand
	5	KL3 (H5)	Regionalt udbredt ler – sammenhængend lag	Moræneler og smeltevandsler
	6	KS3 (H6)	Regionalt udbredt sand – linser, dalfyld i begravede dale	Smeltevandssand
	7	KL4 (H7)	Regionalt udbredt ler - sammenhængend lag	Moræneler og smeltevandsler
	8	KS4 (H8)	Regionalt udbredt sand – linser	Smeltevandssand
	9	KL5 (H9)	Regionalt udbredt ler - linser	Moræneler og smeltevandsler
Paleocæn	10	PL1 (H10)	Selandien ler, Palæocæn ler, Kerteminda mergel	Selandien ler, Palæocæn ler, Kerteminda mergel

Figur 3-12 Oversigt over tolkede hydrostratigrafiske flader i delområdet Katstrup.

Den hydrostratigrafiske model danner udgangspunkt for opstillingen af den hydrologiske model for området, som er anvendt til at beregne udbredelsen af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de almene vandværker. Beregningslagene i grundvandsmodellen svarer til lagene i den hydrostratigrafiske model, se Figur 3-13.

Nr	Hydrostratigrafi	Lag i rumlig geologisk model	Tolkning
1	H1	KL1	ML, MS, MI, DL, DI, L, i,
2	H2	KS1	DS, DG, S, G
3	H3	KL2	ML, MS, MI, DL, DI
4	H4	KS2	DS, DG, S, G
5	H5	KL3	ML, MS, MI, DL, DI
6	H6	KS3	DS, DG, S, G
7	H7	KL4	ML, MS, MI, DL, DI
8	H8	KS4	DS, DG, S, G
9	H9	KL5	ML, MS, MI, DL, DI
10	H10	PL1	PL

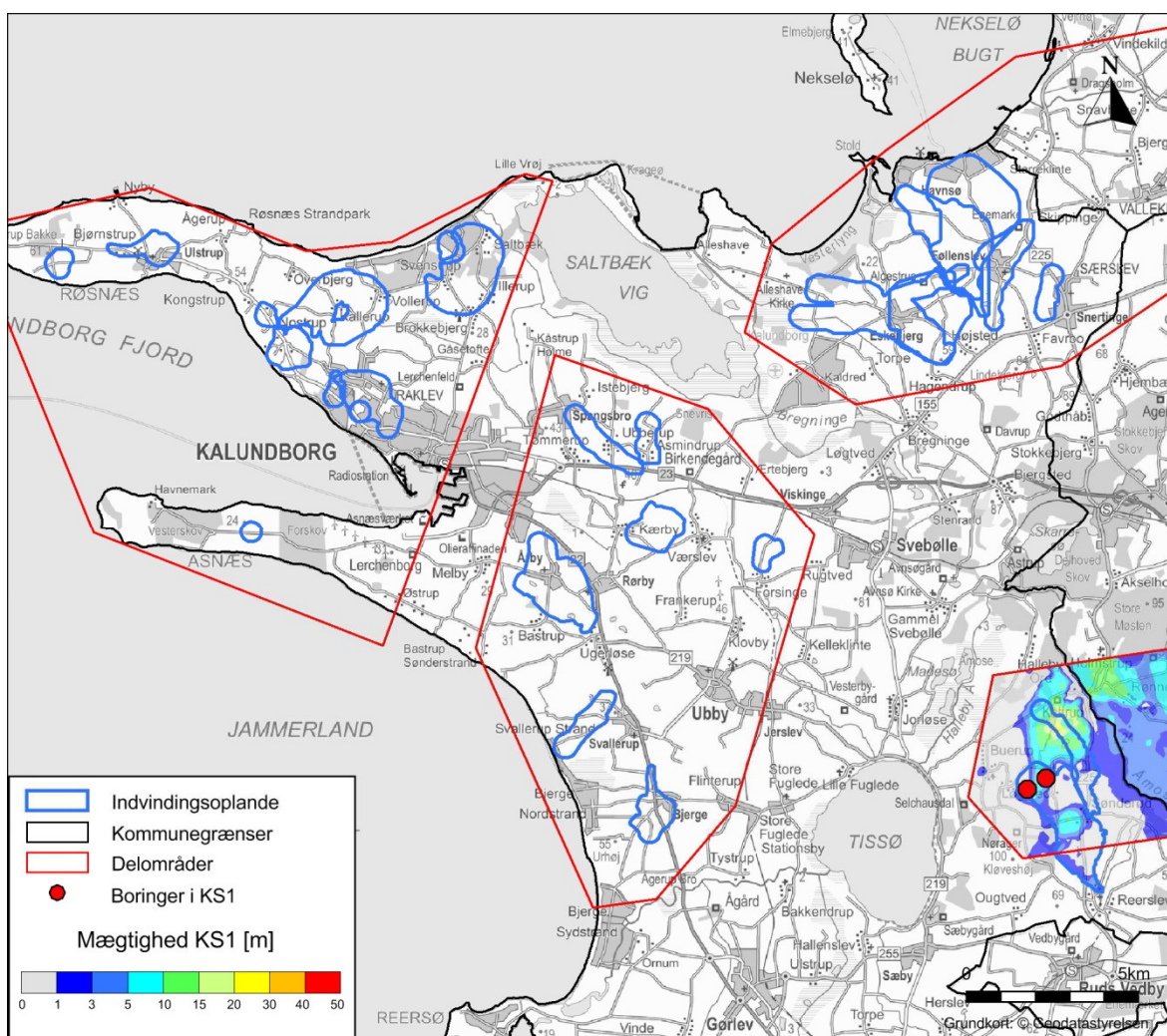
Figur 3-13 Oversigt over beregningslag i grundvandsmodellen for delområde Katstrup.

3.2.3 Grundvandsmagasiner

Med udgangspunkt i lagene fra de hydrostratigrafiske modeller (afsnit 3.2.2) er udbredelsen af de primære grundvandsmagasiner her nærmere gennemgået og præsenteret. Da der udelukkende er tale om oplande uden for OSD betragtes det øverste magasin, fra hvilket et vandværk indvinder, som værende det primære magasin indenfor netop det indvindingsopland. Det betyder for eksempel, at i indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk, som indvinder fra både KS 1, 2 og 3, betragtes KS1 som det primære magasin og den senere sårbarhedsvurdering sker for dette magasin.

KS1 – Katstrup

Udbredelsen og tykkelsen af grundvandsmagasinet KS1, i det delområde hvor det anvendes til indvinding, fremgår af Figur 3-14. Her er borerings filtersat i KS1 også vist. Det er kun Buerup-Løgtved Vandværk, lokaliseret i delområdet Katstrup, der indvinder fra KS1. Vandværket har 5 borerings, hvoraf to borerings, DGU nr. 204.290 og 204.291, indvinder fra KS1. Det ses af figuren, at laget ikke er udbredt i hele delområdet/oplandet, og at tykkelsen inden for indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk er imellem 1 og 10 m.



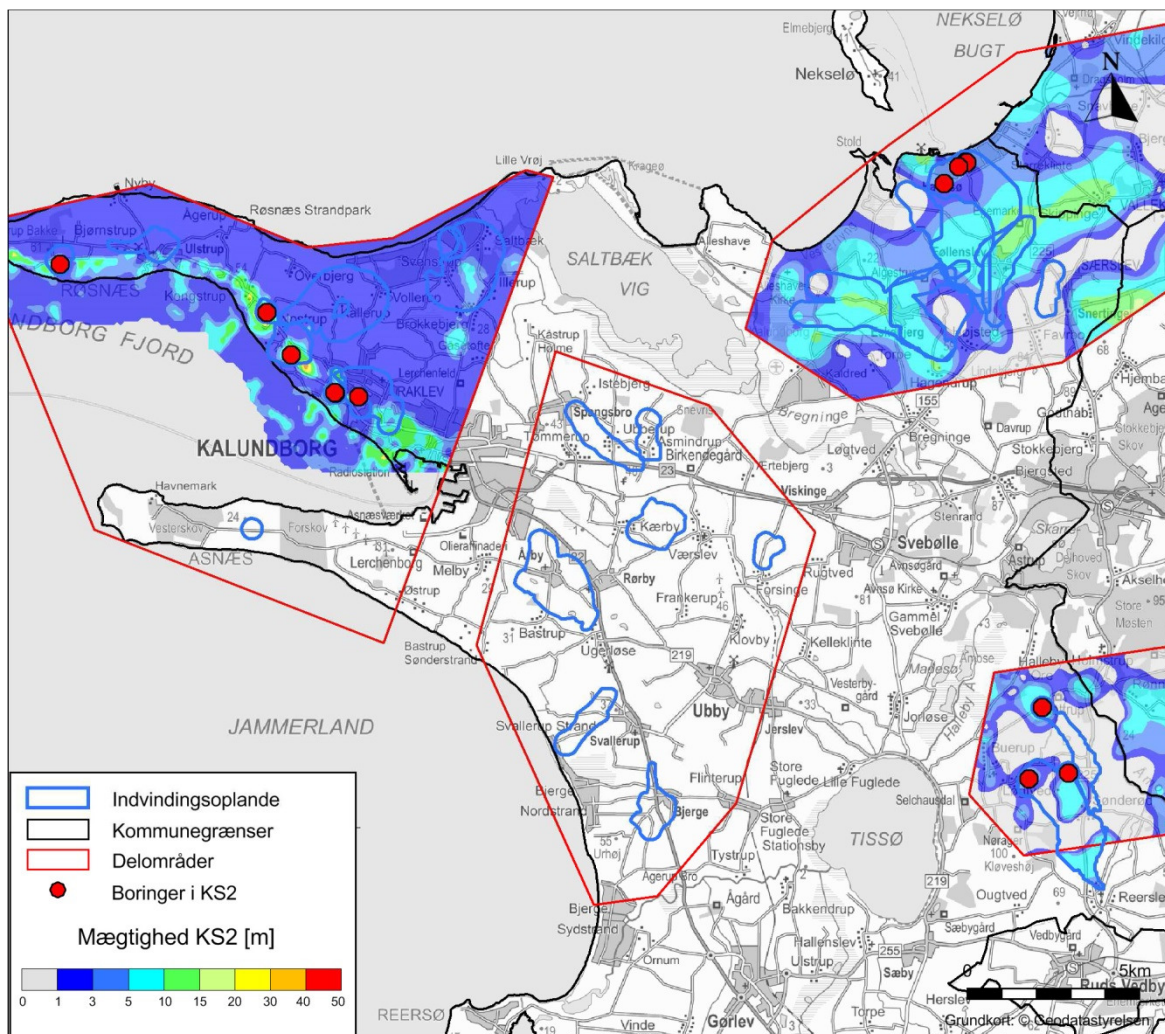
Figur 3-14 Udbredelse og tykkelse af KS1 i delområde Katstrup. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS1

KS2 – Havnsø, Røsnæs og Kattrup

På Figur 3-15 ses udbredelsen og tykkelsen af grundvandsmagasinet KS2, samt boreriger som indvinder fra dette magasin. Sandlaget KS2 udgør det primære grundvandsmagasin for et vandværk i henholdsvis delområde Havnsø og Kattrup, samt 4 oplande i delområde Røsnæs-Asnæs. Det ses af figuren, at KS2 forekommer i størstedelen af delområde Havnsø, med en magasintykkelse varierende mellem 1 og 10 m i hovedparten af området. Lokalt ved Eskebjerg, Skippinge og Snertinge er tykkelsen 10-15 m.

Det ses i delområdet Røsnæs-Asnæs, at KS2 primært er udbredt med en mægtighed mellem 0 og 1 meter, med undtagelse af den sydlige side af Røsnæs. Her varierer tykkelsen af KS2 mellem 5 m og 20 m, og lokalt findes tykkelser på 30 m. Boringerne som indvinder fra dette magasin er alle lokaliseret på den sydlige side af Røsnæs hvor magasinet KS2 har den største tykkelse.

Det ses af figuren, at udbredelsen af KS2 i delområdet Kattrup kun er stedvis forekommende. Tykkelsen af magasinet varierer mellem 1 og 10 m, men lokalt inden for indvindingsoplandet er tykkelsen af magasinet op til 15 m.



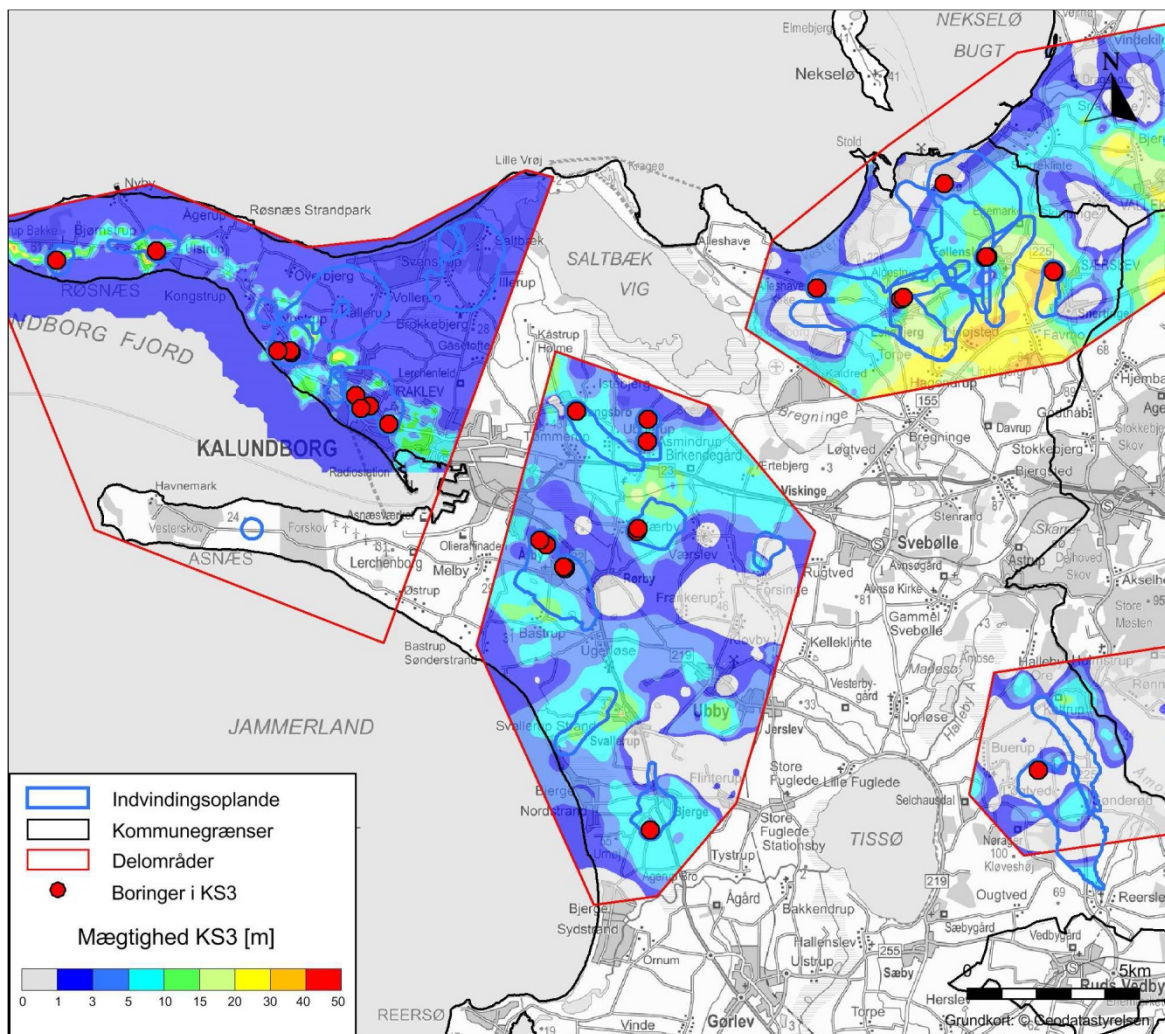
Figur 3-15 Udbredelse og tykkelse af KS2 i delområderne. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS2

KS3 – Kattrup, Røsnæs, Kalundborg og Havnsø

Udbredelsen og tykkelsen af grundvandsmagasinet KS3, samt indvindingsoplande som indvinder fra magasinet KS3, ses på Figur 3-16. Det ses af figuren at magasinet kun er lokalt forekommende på Røsnæs-Asnæs, mens det bliver mere udbredt mod øst, primært med en tykkelse mellem 5-10 m, og lokalt mellem 10-20 m. I delområdet Havnsø, omkring Særslev og Højsted, stiger tykkelsen af magasinet til over 20 m.

På Røsnæs er KS3 det primære grundvandsmagasin for et enkelt vandværk, Ulstrup Vandværk, men der er en del andre vandværker som også indvinder fra KS3, men som har KS2 som det primære magasin. Det ses af Figur 3-16 at udbredelsen af KS3 på Røsnæs er pletvis og lokalt på den sydlige side af tangen. Tykkelsen varierer mellem 5 og 20 m, men omkring Ulstrup og Listrup Bakke er tykkelsen lokalt op til 30-40 m.

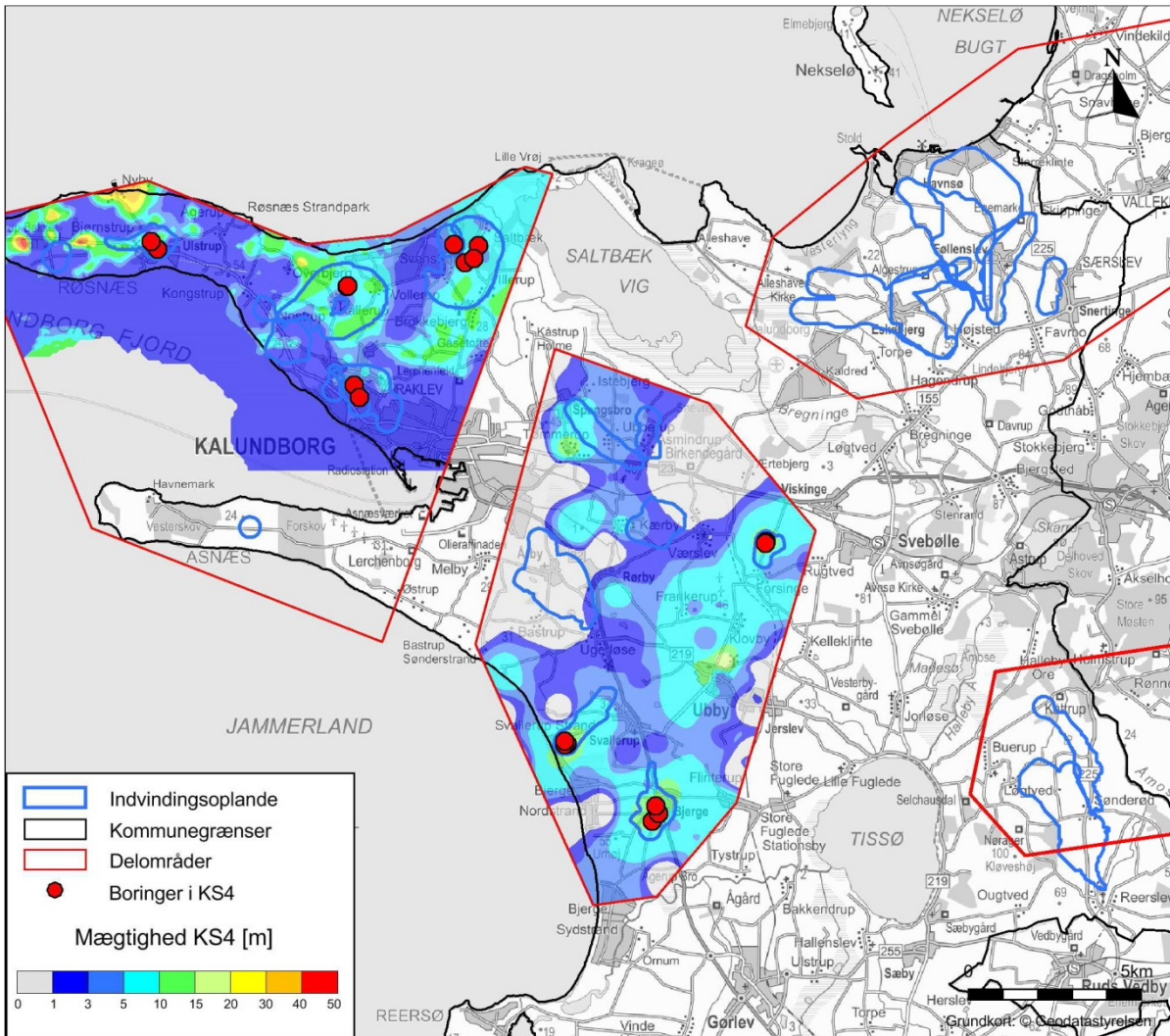
I delområde Kalundborg er der 5 vandværker, der har KS3 som det primære magasin. Udbredelsen af magasinet er relativt stor, og tykkelsen er primært mellem 1 og 10 m. I delområde Kattrup er KS3 derimod stort set ikke til stede.



Figur 3-16 Udbredelse og tykkelse af KS3 i delområderne. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS3

KS4 – Røsnæs og Kalundborg

Udbredelsen og tykkelsen af grundvandsmagasinet KS4, samt indvindingsoplande som indvinder fra dette magasin ses i Figur 3-17. Det fremgår af figuren, at dette magasin primært er forekommende inden for delområdet Kalundborg og stedvis på Røsnæs. På Røsnæs er magasinet mest udbredt på den nordlige side, med en tykkelse på 5-10 m vest for Saltbæk Vig og omkring Kallerup og Overbjerg. Lokalt stiger tykkelsen på til 10-20 m. På spidsen af Røsnæs omkring Ulstrup, Bjørnstrup og Listrup Bakke er KS4 forekommende lokalt med en tykkelse på op til 30-40 m. I delområdet Kalundborg er KS4 forekommende primært med en tykkelse på 1-10 m og enkelte steder med en tykkelse på op til 20 m.



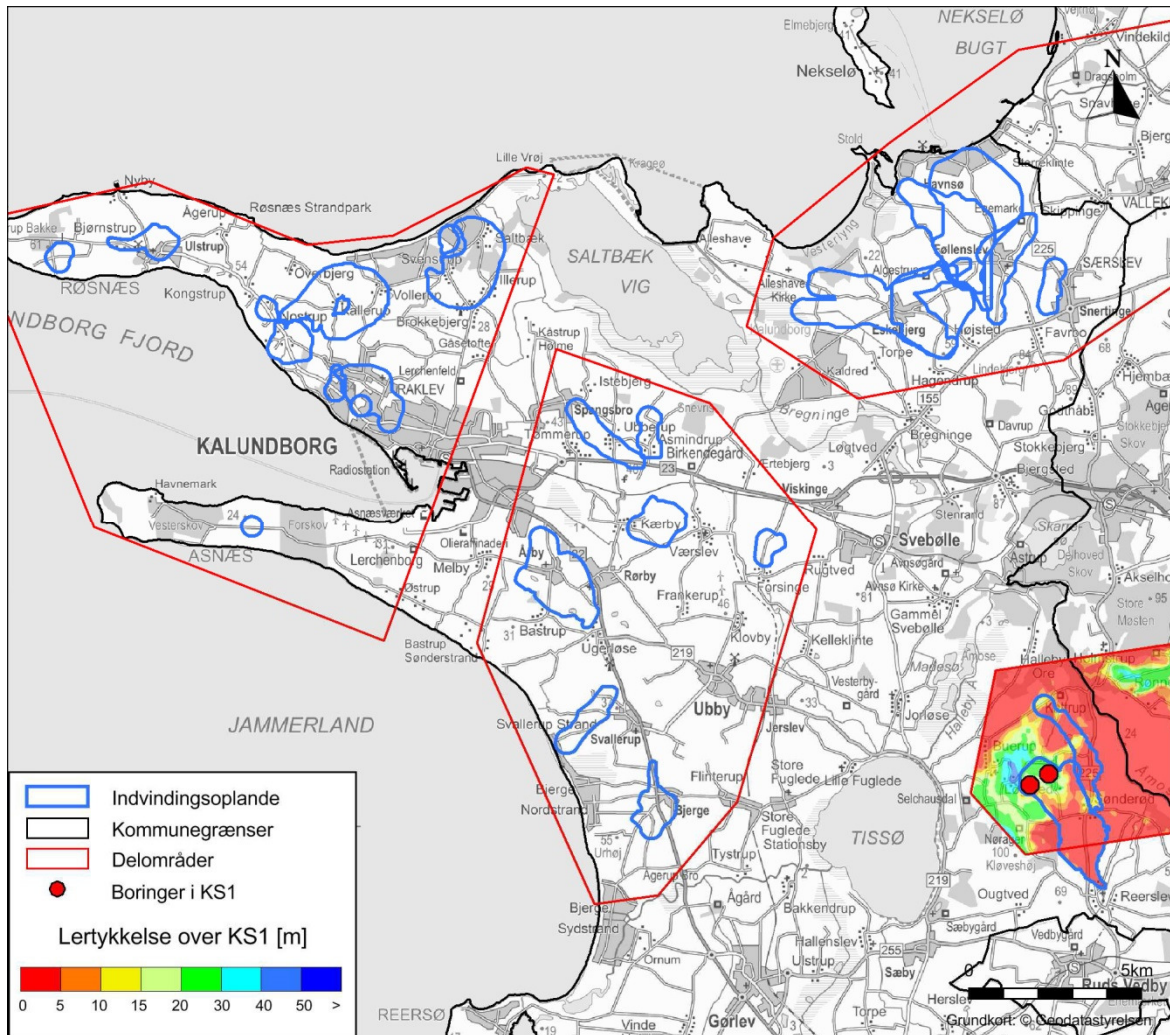
Figur 3-17 Udbredelse og tykkelse af KS4 i delområderne. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS4.

3.2.4 Dæklag

Med udgangspunkt i modellagene fra den hydrostratigrafiske model er udbredelsen og tykkelsen af dæklagene over grundvandsmagasinerne her beskrevet og præsenteret. Vandværksboringer, filtersat i det magasin for hvilket det overliggende akkumulerede lerlag er vist, fremgår også af figurerne. Af modeltekniske årsager er lertykkelsen over magasinerne også vist hvor magasinet ikke findes. I afsnit 3.2.3 ses udbredelsen af magasinerne.

Dæklag over KS1

Det øverste primære grundvandsmagasin udgøres af KS1 inden for oplandet til Buerup-Løgtved Vandværk i delområdet Katstrup. Over magasinet ligger kun lerlaget KL1. I Figur 3-18 er vist lertykkelsen af lerlaget L1. Det fremgår af figuren, at tykkelsen af laget er under 5 m i store dele af oplandet og i delområdet iøvrigt. Tykkelsen øges dog mellem Buerup og Ougtved til over 15 m og lokalt til over 50 m omkring Løgtved og Kløverhøj.



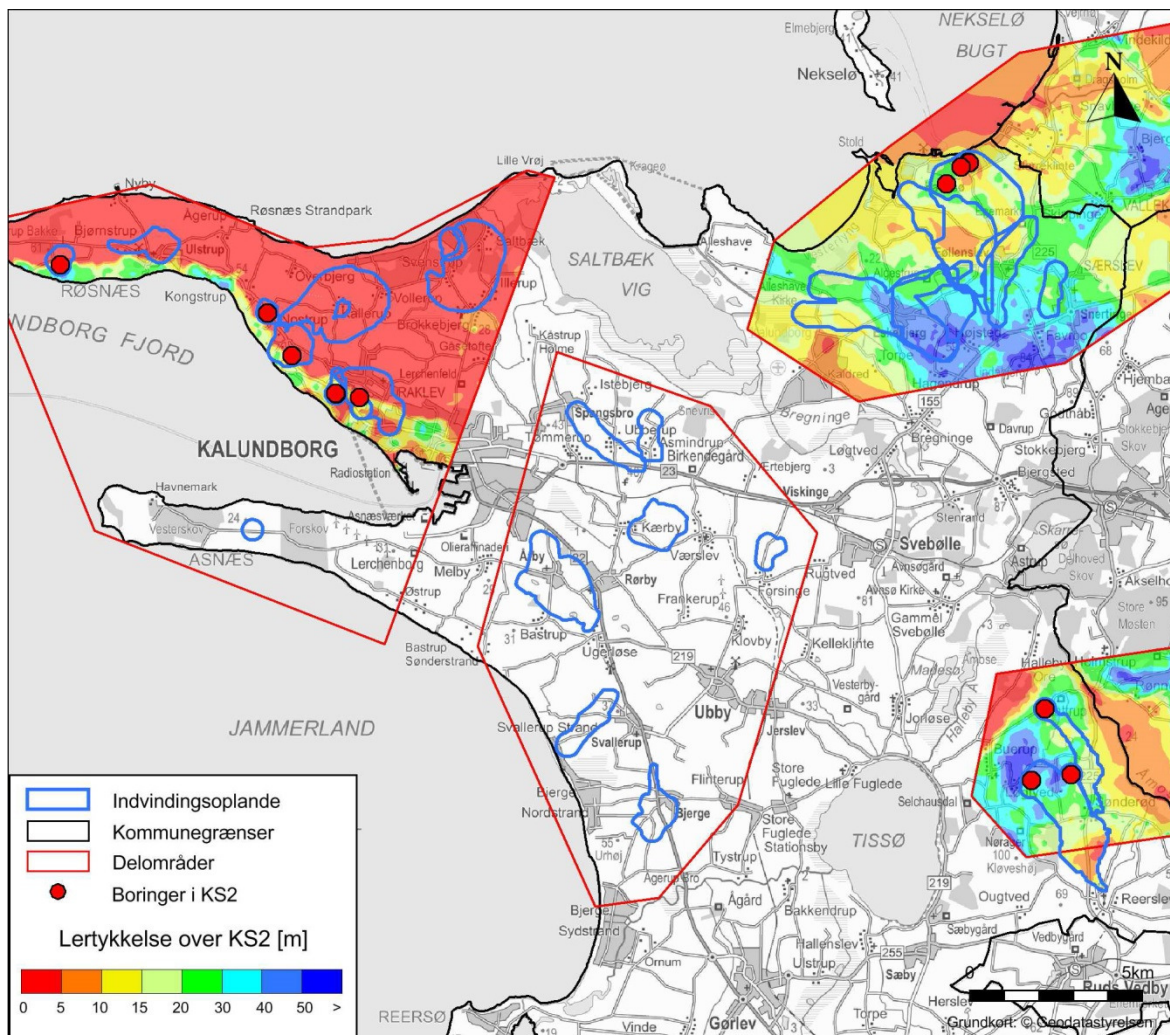
Figur 3-18 Akkumuleret lertykkelse over KS1.

Dæklag over Ks2

Grundvandsmagasinet KS2 er overlejret af dæklagene KL1 og KL2 foruden KS1, der dog ikke yder grundvands-mæssig beskyttelse. Dog er KS2 indenfor delområde Røsnæs kun beskyttet af KS1 og KL1. Den akkumulerede lertykkelse over KS2 fremgår af Figur 3-19. Det fremgår af figuren, at tykkelsen af leret inden for delområde Havnsø varierer mellem 10 og 50 m, med en stigning i tykkelse fra nord mod syd. Områder, hvor lertykkelsen er under 15 m, forekommer omkring Egemark og vest for Føllenslev samt syd for Eskebjerg.

Lerlagstykkelsen over KS2 i delområde Røsnæs-Asnæs er primært under 5 m på størstedelen af Røsnæs, se Figur 3-19. Langs den sydlige kyst af Røsnæs stiger lerlagstykkelsen dog drastisk inden for en kort afstand til at være over 15 m og lokalt op til over 40 m. Det skyldes de opskudte lag på den sydlige del af Røsnæs.

Inden for delområde Katstrup ses det, at lerlagstykkelsen er over 15 m omkring Katstrup og ned til Kløveshøj. Ned imod Åmose Å og sydøst for Sønderød mindskes tykkelsen til under 15 m og lokalt til under 5 m.



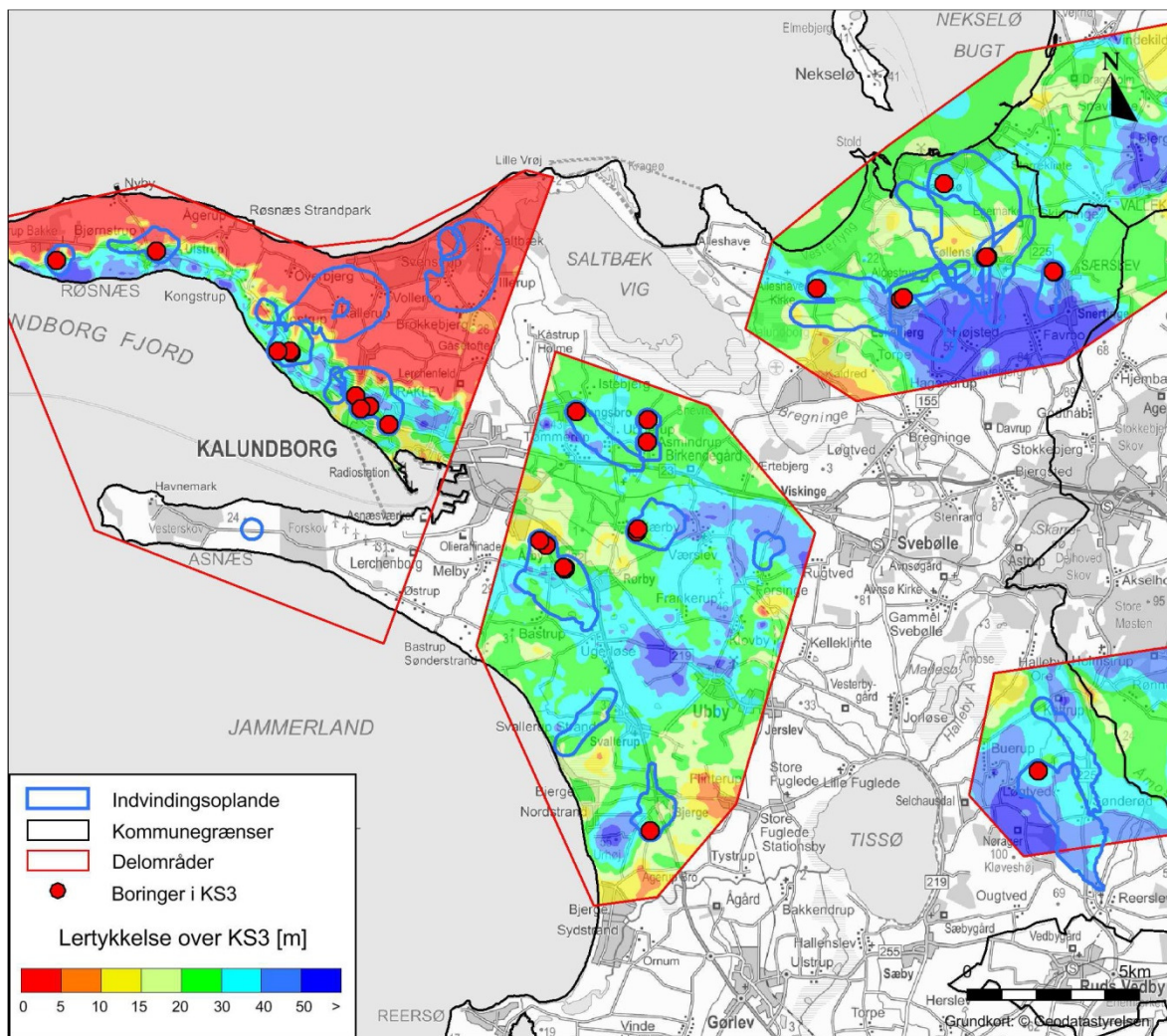
Figur 3-19 Akkumuleret lertykkelse over KS2.

Dæklag over KS3

Lerlagstykkelsen over grundvandsmagasinet KS3, samt vandværksboringer som indvinder fra KS3, ses på Figur 3-20. Det fremgår af figuren, at lerlagstykkelsen over KS3 generelt er over 15 m inden for alle delområderne. Indenfor delområde Havnsø er lerlagstykkelsen omkring Føllenslev og Egemark, samt syd for Eskebjerg mellem 10 og 15 m. Derudover er lerlagstykkelsen over 15 m og stigende mod øst og syd, med en tykkelse på op til over 50 m.

Lerlagstykkelsen over KS3 i delområde Røsnæs er primært under 5 m på den nordlige side af Røsnæs, jf. Figur 3-20. På den sydlige side af Røsnæs stiger lerlagstykkelsen drastisk inden for en kort afstand til at være over 15 m og lokalt op til over 50 m. Det skyldes de opskudte og stærkt hældende lag på den sydlige del af Røsnæs.

Inden for delområde Kalundborg er lerlagstykkelsen over KS3 primært varierende imellem 15 og 50 m, se Figur 3-20. Lerlagstykkelsen er dog i et mindre område inden for indvindingsoplandet omkring Årby under 15 m. Det ses endvidere af figuren, at lerlagstykkelsen over KS3 i delområde Katstrup varierer imellem 20 og 50 m.



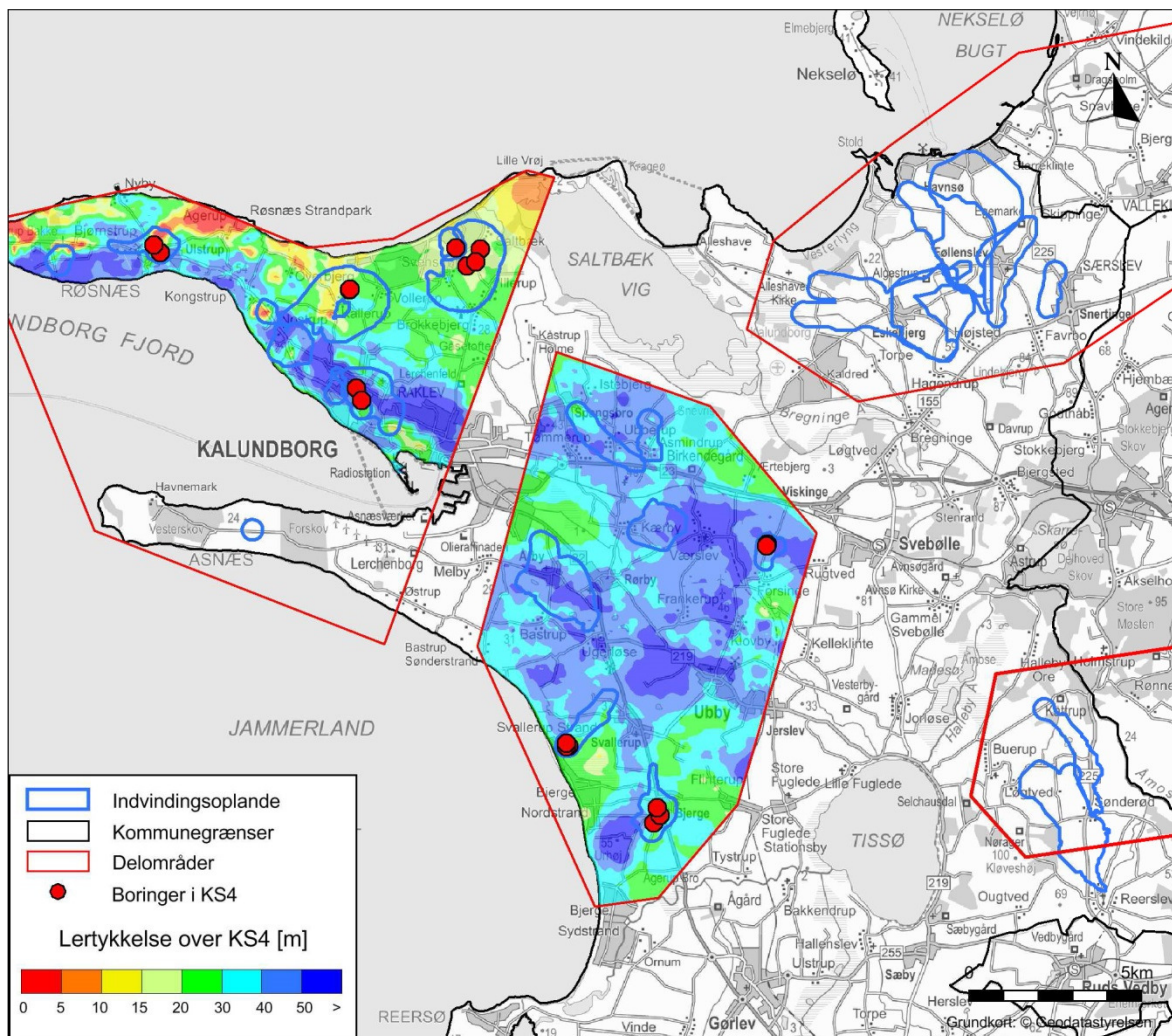
Figur 3-20 Akkumuleret lertykkelse over KS3.

Dæklag over KS4

Lerlagstykkelsen over grundvandsmagasinet KS4, samt oplande som indvinder fra KS4 se på Figur 3-21. Det er kun inden for delområde Røsnæs og Kalundborg, at KS4 udgør det primært grundvandsmagasin for visse vandværker.

Det fremgår af Figur 3-21, at lerlagstykkelsen over KS4 på den nordlige side af Røsnæs varierer fra under 5 m og op til 15 m. Dog er leret over 15 m omkring Svenstrup, vest for Saltbæk Vig. På den sydlige side af Røsnæs er lerstykkelsen generelt over 20 m. Lokalt, nord for Nostrup, er der dog et lille område, hvor lertykkelsen er omkring 5 m.

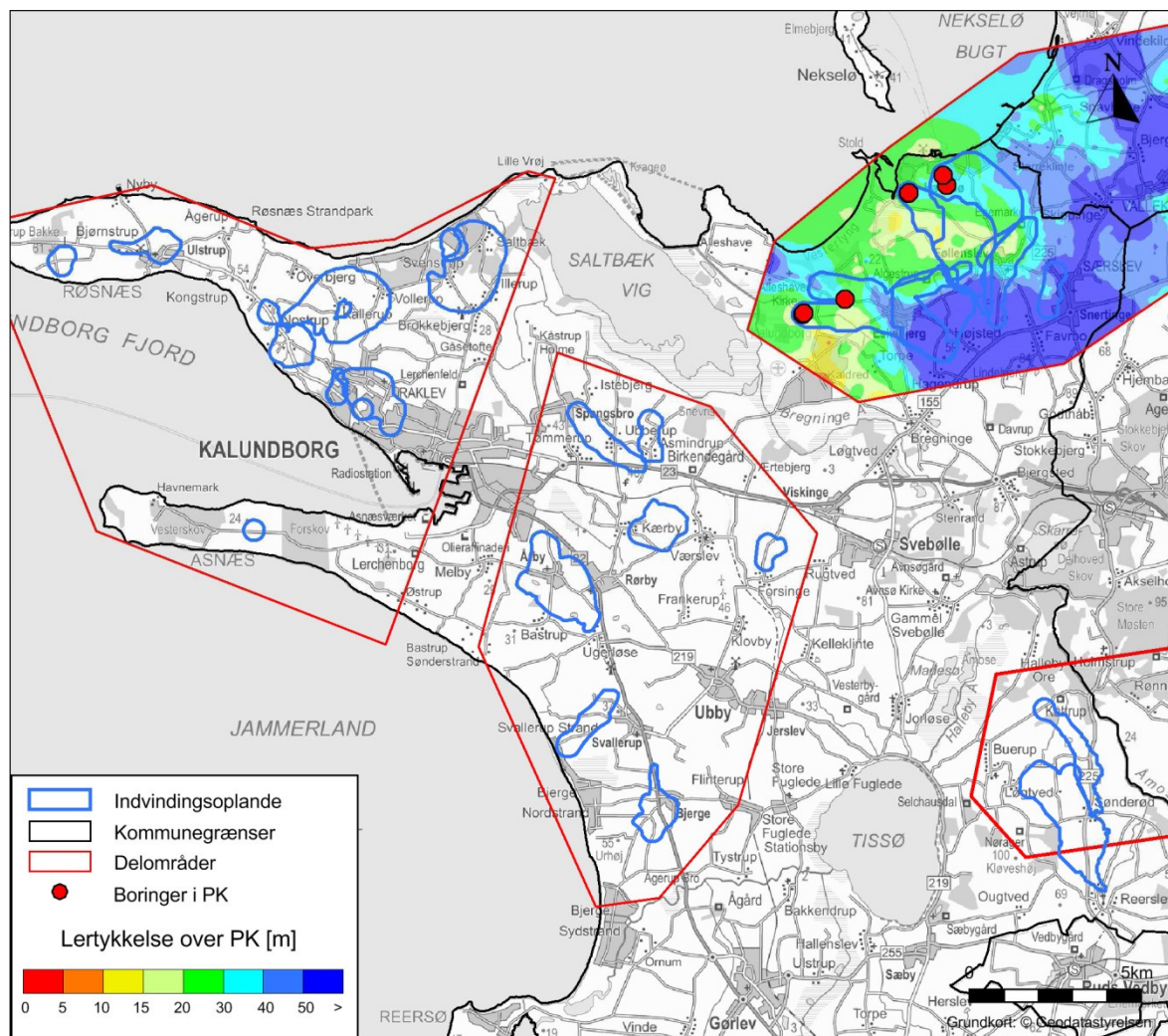
Inden for delområde Kalundborg ses det af Figur 3-21, at hele KS4 magasinet er beskyttet af over 20 m ler, og flere steder er lertykkelsen over 50 m.



Figur 3-21 Akkumuleret lertykkelse over KS4.

Dæklag over PK

I delområde Havnsø er lertykkelsen omkring indvindingsoplandet til Græsmarkens Vandværk varierende mellem 15 m og op til 50 m. Dog er der et mindre område i mellem Føllenslev og Sejerøbugten, hvor lertykkelsen er mellem 10-15 m.



Figur 3-22 Akkumuleret lertykkelse over PK.

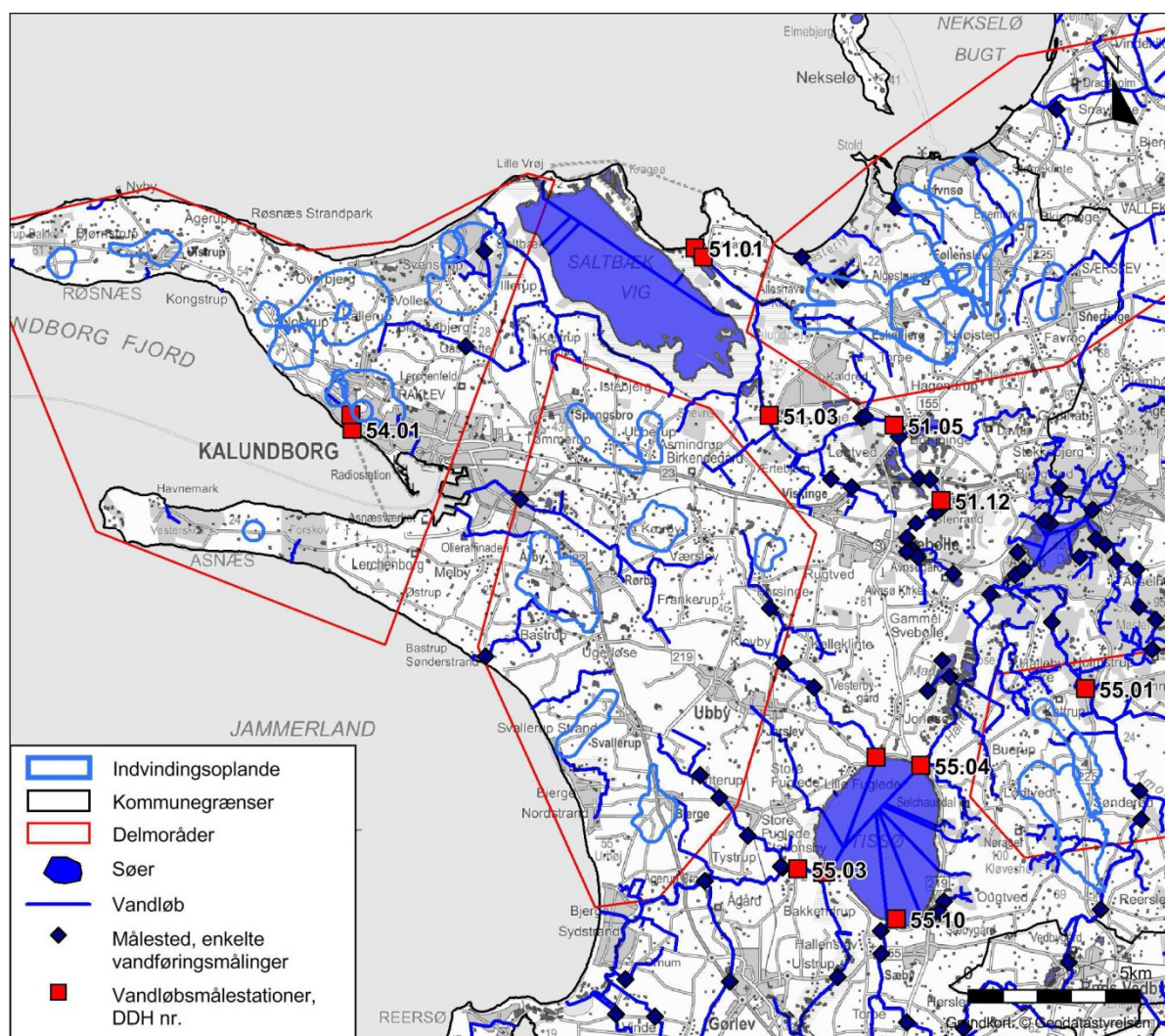
3.3 Hydrologiske forhold

Beskrivelsen af de hydrologiske forhold i delområderne omfatter en beskrivelse af overfladerecipienterne, herunder navnlig vandløbene, samt en beskrivelse de potentiale- og strømningsmæssige forhold i grundvandsmagasinerne. Beskrivelsen bygger på Jupiter data, Naturstyrelsens tematkort med bl.a. vandløb og ikke mindst på de grundvandsmodeller, der er opstillet for områderne.

3.3.1 Overfladerecipienter

Grundvandsudstrømning til vandløb og søer har sammen med de topografiske forhold betydning for trykniveauet i grundvandet og dermed strømningsretningen af grundvandet.

Vandløbenes beliggenhed samt målestationer, der i et vist omfang har bidraget med data til grundvandsmodellerne, fremgår af Figur 3-23. De vigtigste vandløb og søer er medtaget i simuleringerne i de hydrologiske modeller. Dvs. der tages hensyn til udvekslingen af vand mellem grundvandssystemet og overfladevandssystemet, og afstrømningsmålingerne har indgået direkte i kalibreringen af modellen.



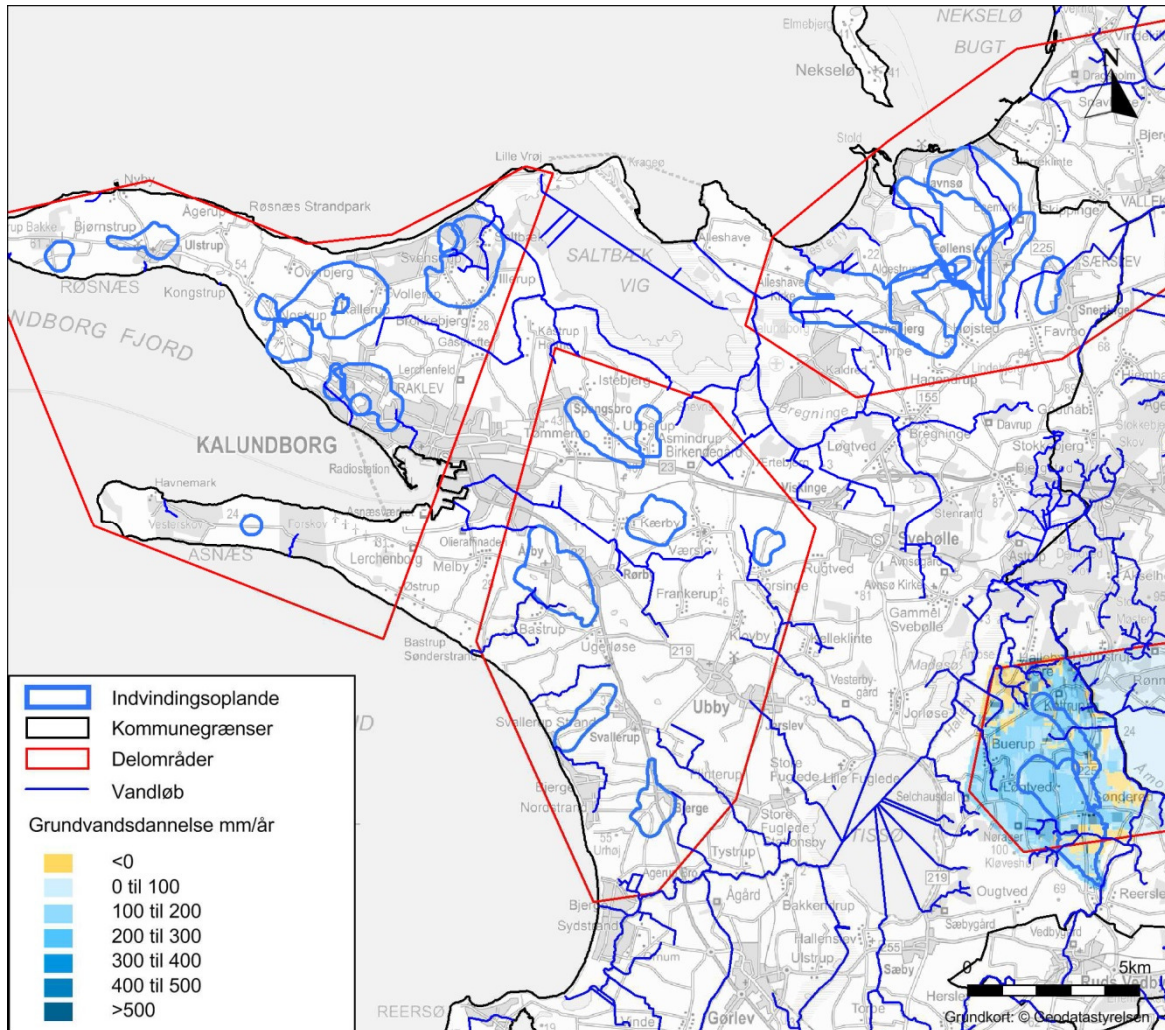
Figur 3-23 Vandløb, søer og målestationer i delområderne. Vandløb og vandløbsdata fra Orbicon, mens temaet med søer er hentet fra Miljøportalen.

3.3.2 Vandbalance og potentialeforhold

Med udgangspunkt i de opstillede hydrostratigrafiske modeller, jf. afsnit 3.2.2, er der opstillet nye grundvandsmodeller på Røsnæs og ved Katstrup, mens modellerne for Holbæk Vest, Bjergsted og Hvidebæk er opdateret.

Infiltrationen til grundvandsmagasinerne indenfor delområderne varierer meget, idet de forskellige magasiner dækker forskellige dele af områderne, men infiltrationen er generelt faldene med dybden.

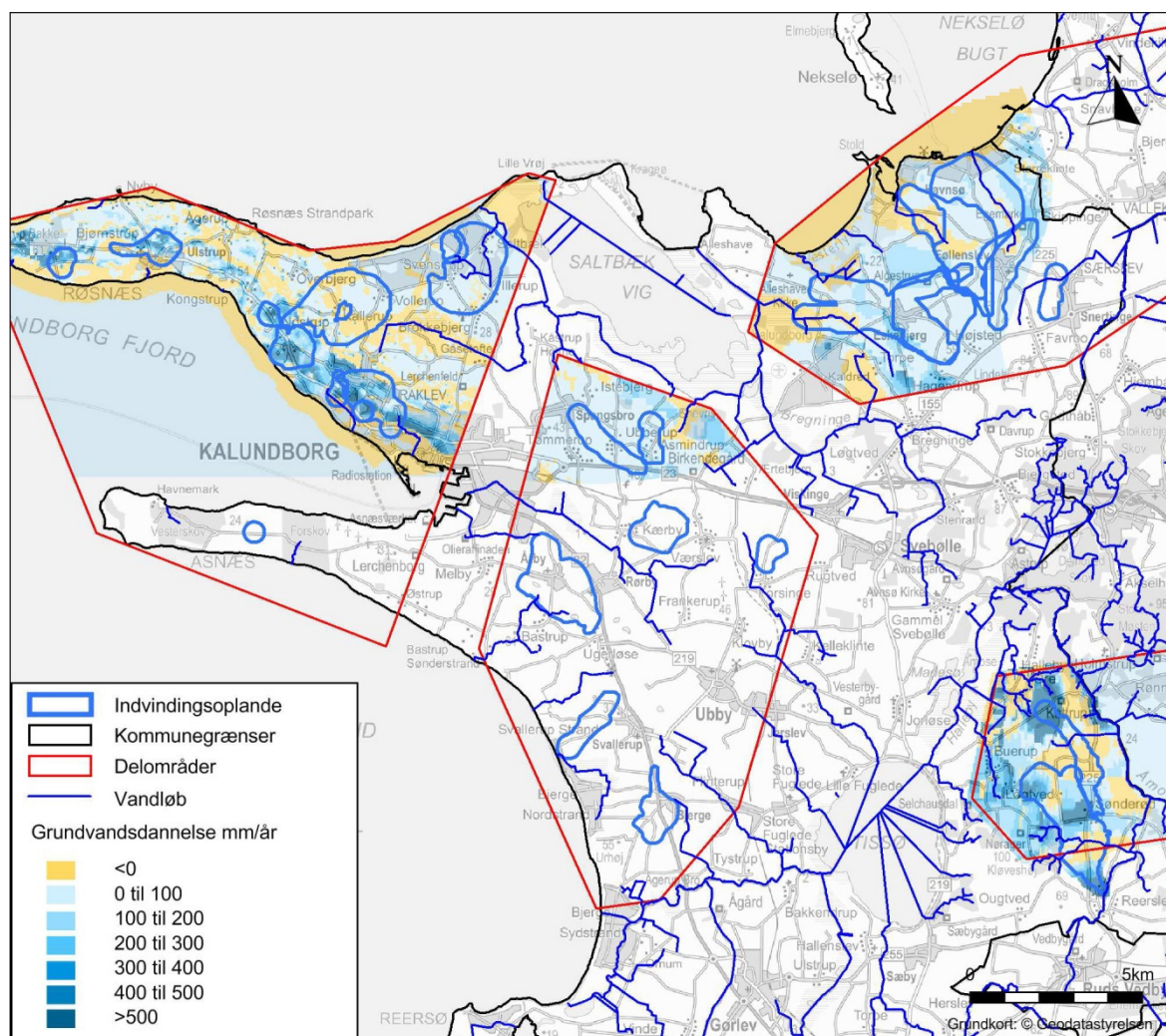
Figur 3-24 viser grundvandsdannelsen til KS1 i delområde Katstrup. Grundvandsdannelsen er i store dele af området på mellem 200 og 300 mm/år, men lokalt mod nordvest, i den sydlige del og ved Åmose Å er der negativ grundvandsdannelse, hvilket betyder, at der er en opadrettet gradient i magasinet.



Figur 3-24 Grundvandsdannelse til KS1. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

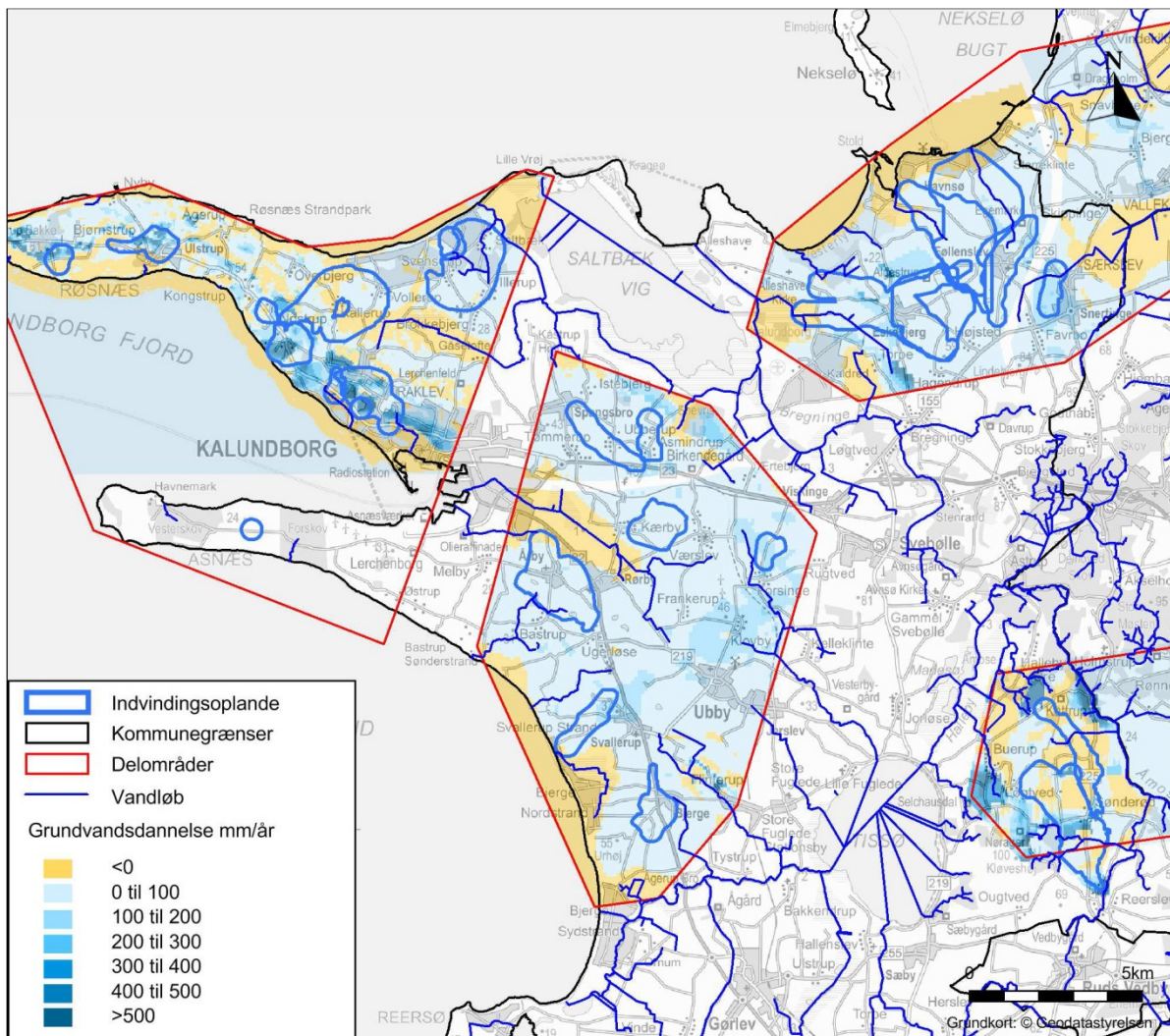
Figur 3-25 viser grundvandsdannelsen til KS2 inden for delområderne Røsnæs-Asnæs, Havnsø og Kattrup. I delområde Røsnæs-Asnæs er der stor variation i grundvandsdannelsen. Omkring vandløbene ses opadrettede gradienter, mens der på den sydlige del af Røsnæs lokalt er en grundvandsdannelse på over 500 mm/år. Sidstnævnte kan forklares med de skråtstillede lag, der betinger stor lokal grundvandsdannelse, samt den store indvinding, der også resulterer i en øget grundvandsdannelse. I delområde Havnsø ses også tydeligt en opadrettet gradient omkring vandløbene, mens der i den øvrige del af området generelt dannes mellem 0 og 100 mm/år til KS2.

I delområde Kattrup er der også lokalt grundvandsdannelse på over 500 mm/år, specielt omkring den nordlige del af oplandet til Kattrup Hovedgård Vandværk. Der er også i KS2 opadrettet gradient centralt og nær Åmose Å.



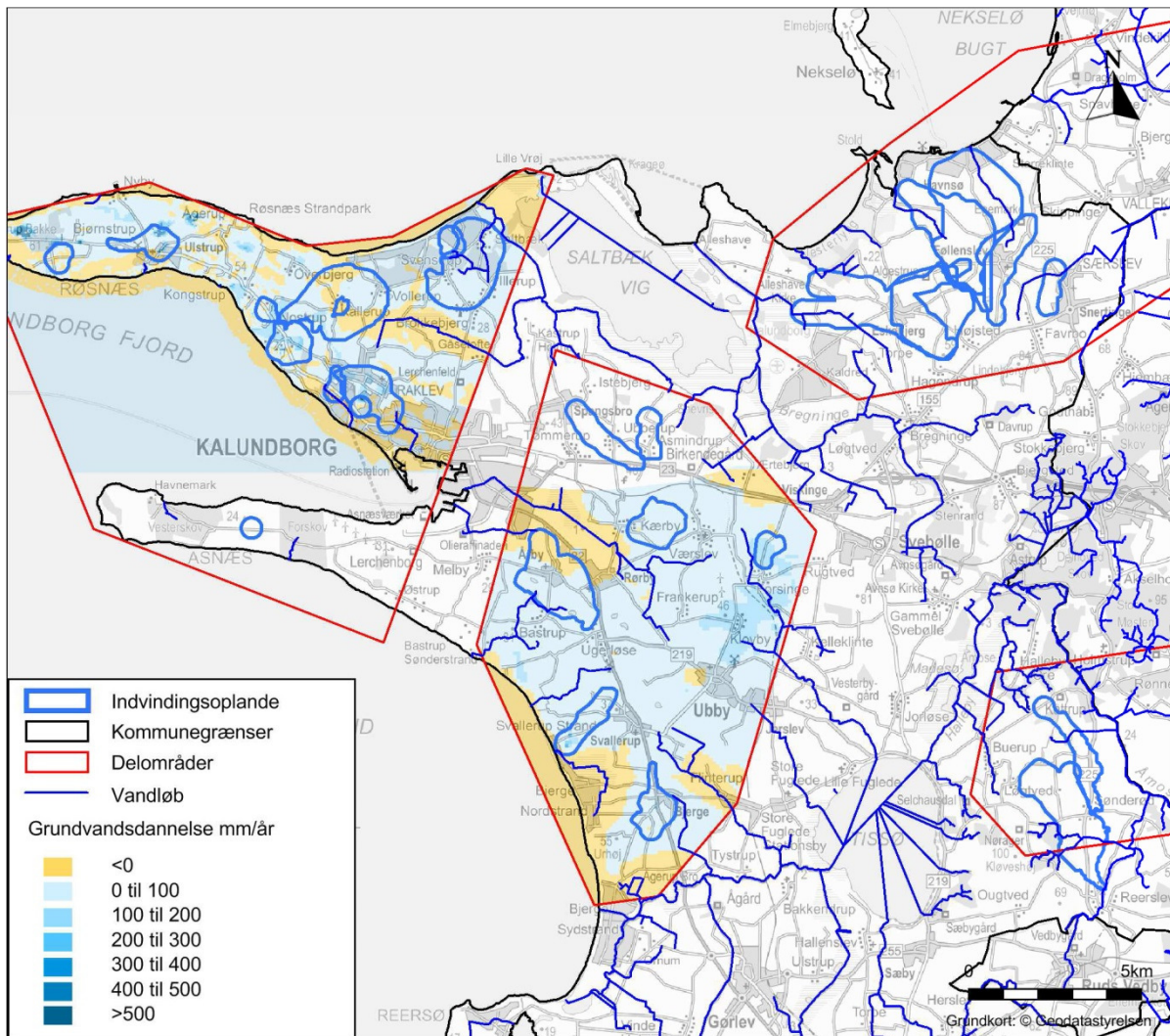
Figur 3-25 Grundvandsdannelse til KS2. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Figur 3-26 viser grundvandsdannelsen til KS3 inden for alle delområderne. Der er ikke stor forskel på grundvandsdannelsen til KS2 og KS3 i delområderne Røsnæs-Asnæs, Havnsø og Katstrup. I delområde Kalundborg er der omkring nogle af vandløbene en opadrettet gradient, mens der i den øvrige del af delområdet generelt dannes mellem 0 og 100 mm grundvands/år til KS3.



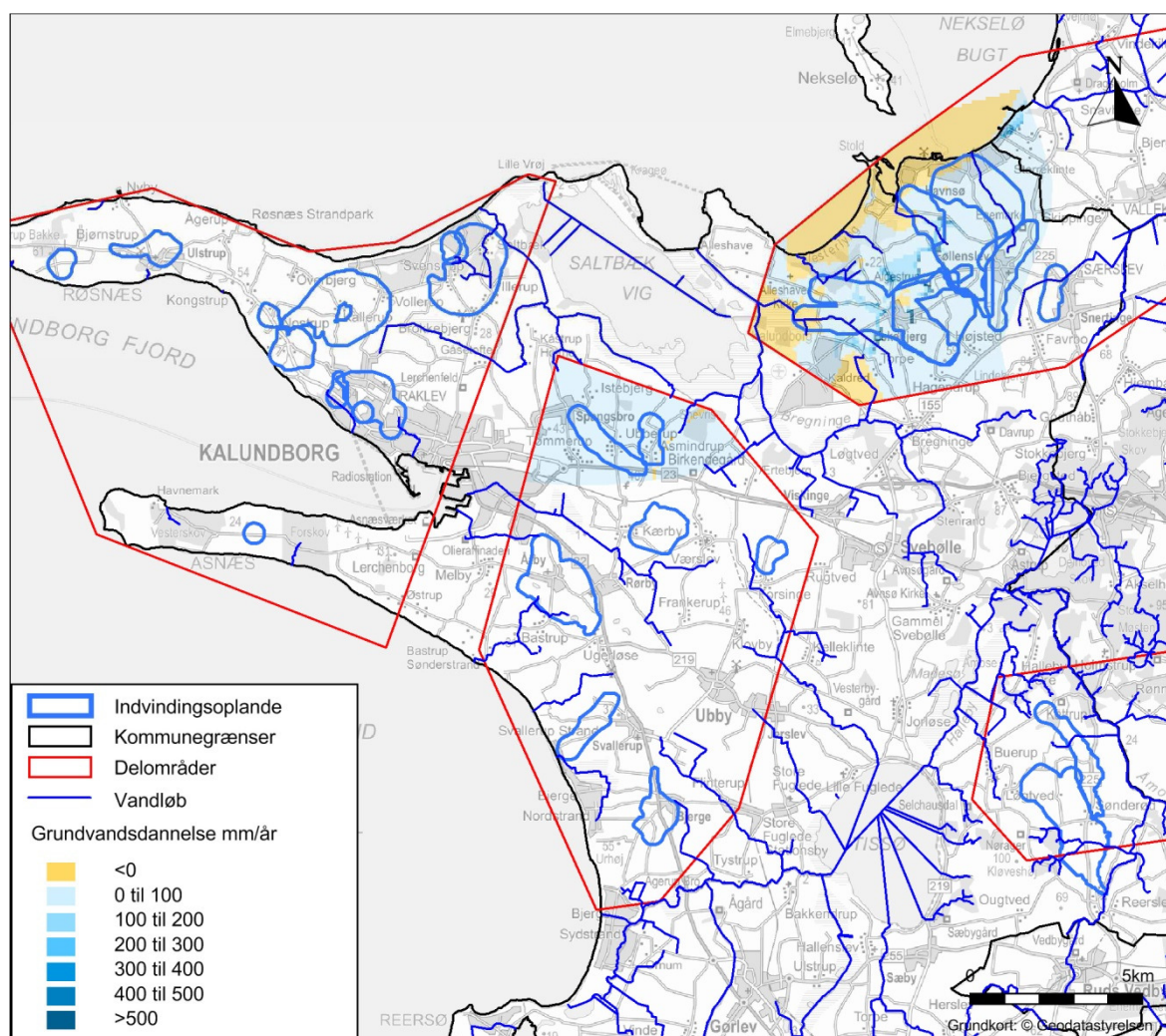
Figur 3-26 Grundvandsdannelse til KS3. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Figur 3-27 viser grundvandsdannelsen til KS4 inden for delområderne Kalundborg og Rønæs-Asnæs. Det ses af figuren at der ikke er den samme store grundvandsdannelse til KS4 som til de øvrige magasiner på Rønæs og der dannes kun ganske få steder mere end 100 mm/år til magasinet. I delområde Kalundborg er områderne med opadrettet gradient lidt mere udbredte, men i den øvrige del af området er grundvandsdannelsen stadig mellem 0 og 100 mm/år, som det også ses for KS3.



Figur 3-27 Grundvandsdannelse til KS4. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

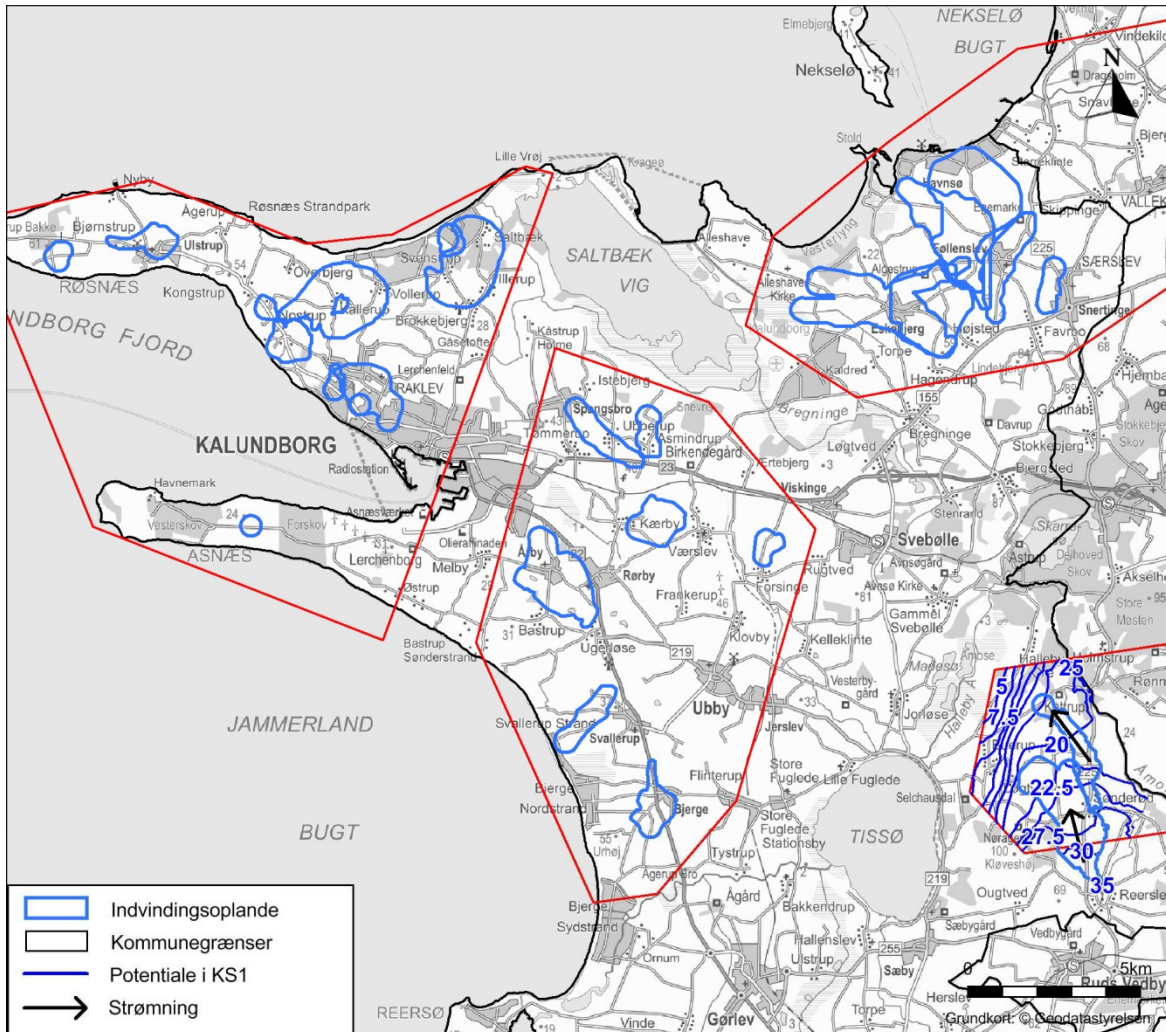
Figur 3-28 viser grundvandsdannelsen til Grønsandskalken inden for delområde Havnsø. Billedet er stort set det samme som for KS3 pga. de ganske tynde lerlag mellem de to magasiner.



Figur 3-28 Grundvandsdannelse til PK. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Grundvandpotentialet (tryk-niveau) for de primære grundvandsmagasiner i de 4 delområder er beregnet med grundvandsmodellerne og fremgår af Figur 3-29 - Figur 3-33.

Figur 3-29 viser grundvandspotentialiet i KS1 indenfor delområdet Kattrup. Der er strømning ud af den nordvestlige del af delområdet til de lavtliggende områder ved Åmose og Halleby Å. Toppunktet i grundvandspotentialiet ligger i kote +35 m ved Reerslev. Herfra er der et relativt kraftigt fald i potentialiet mod nordvest.

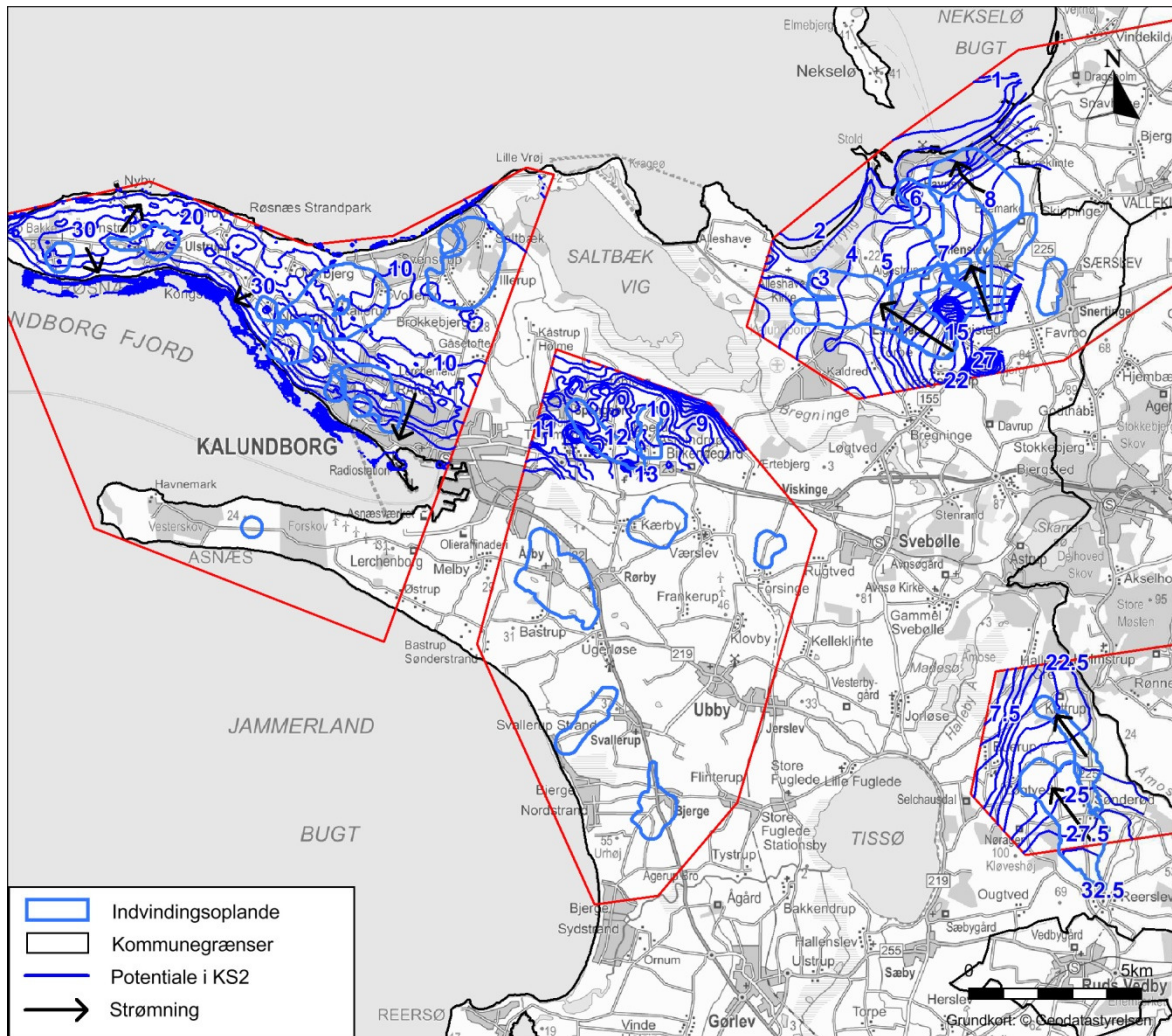


Figur 3-29 Simuleret grundvandspotentialie (kote i meter over terræn) i KS1.

Strømningsbilledet for KS2 er vist i Figur 3-30 for delområderne Røsnæs-Asnæs, Katstrup og Havnsø. I delområdet Katstrup er strømningsbillederne for KS1 og KS2 sammenfaldende, dog med den forskel, at potentialet ligger en smule højere i KS1.

På Røsnæs ses et kompliceret strømningsbillede som følge af de inhomogene geologiske forhold. Men overordnet er der strømning fra toppunkter midt (og syd herfor) på Røsnæs mod kysterne. Potentialt ligger maksimalt omkring kote +30- +35 m. Vest for Saltbæk Vig ses et faldt potentialebillede, der afspejler terrænet i området.

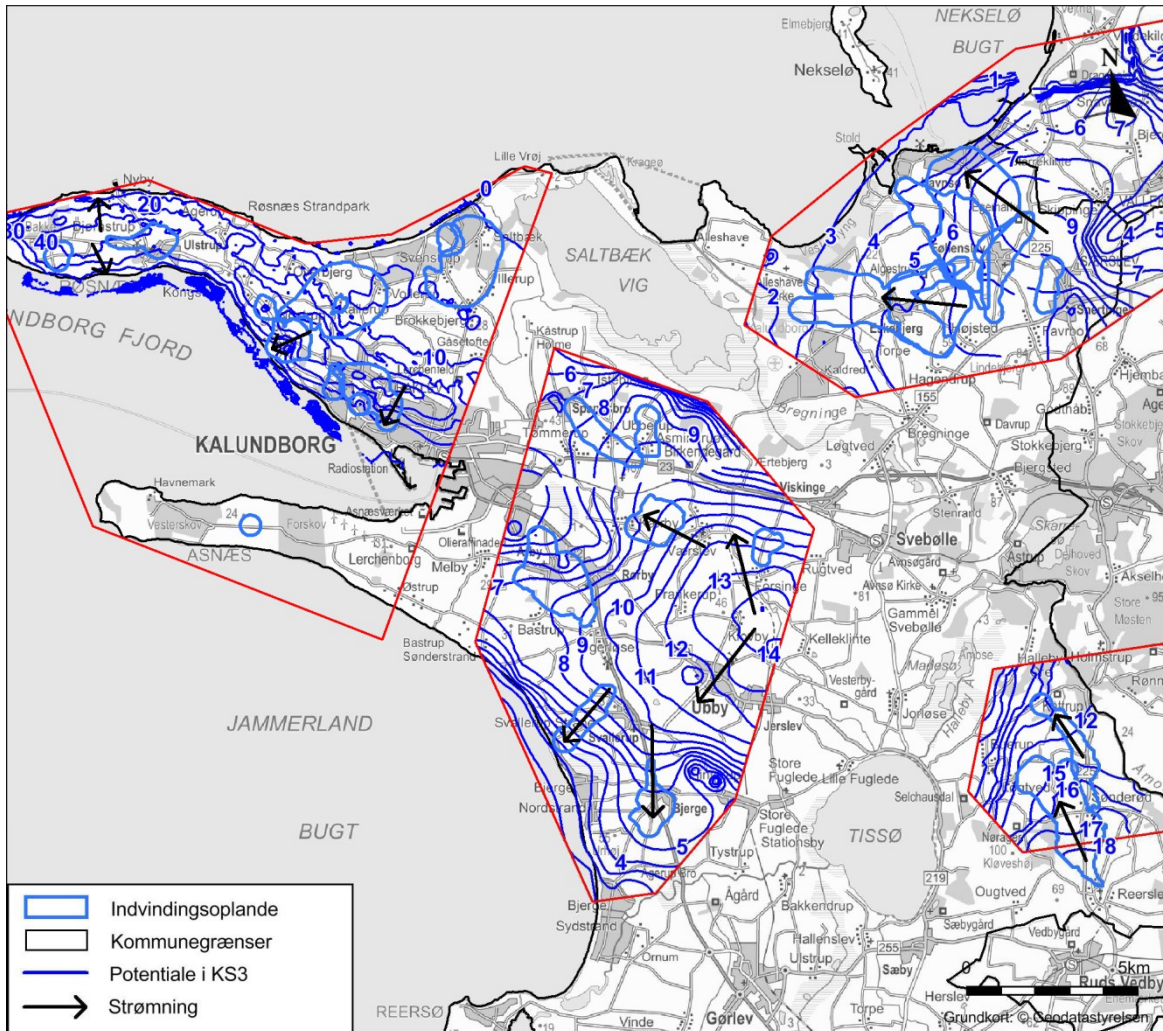
I delområde Havnsø ses et jævnt faldende potentialet i retning mod Nekselø Bugt.



Figur 3-30 Simuleret grundvandspotentiale (kote i meter over terræn) i KS2.

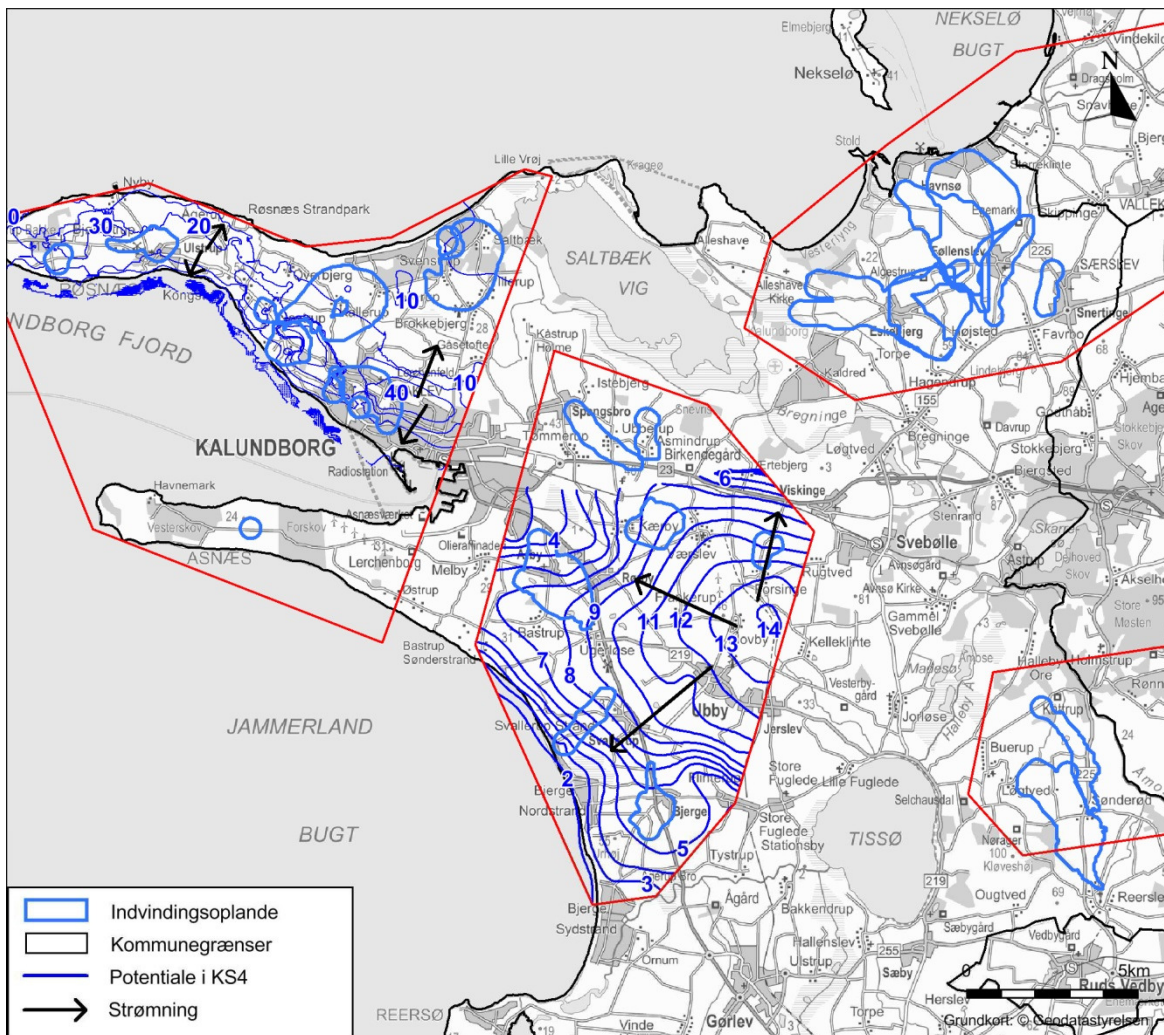
Overordnet set svarer strømningssforholdene i KS3 til, hvad der observeres i KS1 og KS2, se Figur 3-31. Potentialet ligger dog generelt lavere i KS3 end i KS2 og KS1, hvilket bevirker, at der generelt er en nedadrettet strømning.

I delområde Kalundborg strømmer vandet fra et toppunkt ved Klovby mod Jammerland Bugt og Kalundborg Fjord og Saltbæk Vig. Potentialebilledet er roligt uden nævneværdig indvindingsmæssig påvirkning.



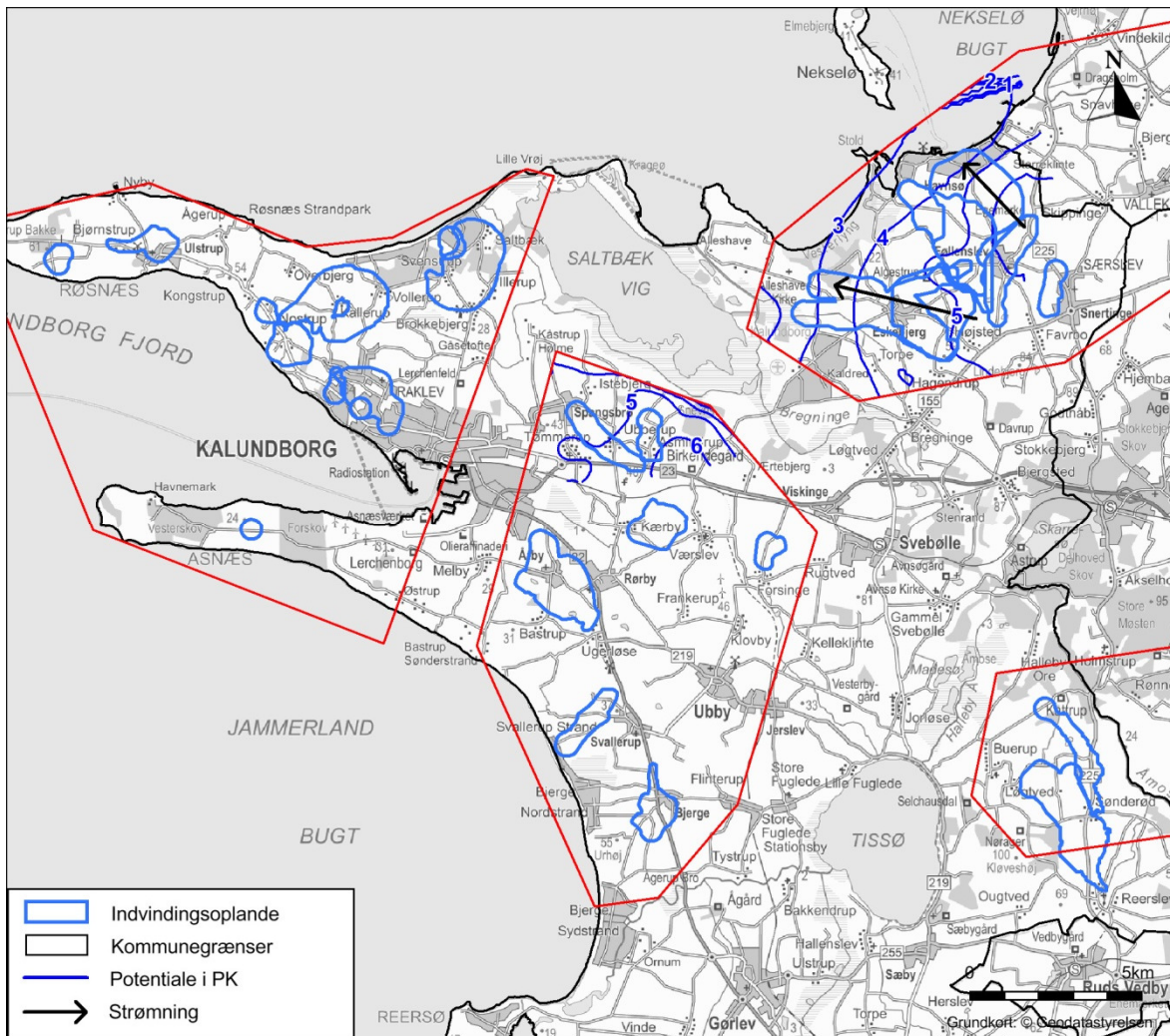
Figur 3-31 Simuleret grundvandspotentiale (kote i meter over terræn) i KS3.

I KS4 er strømningsbilledet for delområde Kalundborg sammenfaldende med hvad der simuleres i KS3, se Figur 3-32, både hvad angår trykniveau og strømningsretninger. På Røsnæs er der stadig et noget uregelmæssigt forløb af potentialelinjerne.



Figur 3-32 Simuleret grundvandspotentiale (kote i meter over terræn) i KS4.

I Grønsandskalken i delområde Havnsø er der et jævnt strømningsbillede i retning mod kysten, med trykniveauer der ligger tæt på hvad der er simuleret for KS3.



Figur 3-33 Simuleret grundvandspotentiale (kote i meter over terræn) i PK.

3.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande

Med udgangspunkt i de opstillede grundvandsmodeller er der beregnet indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande for de enkelte vandværker.

Indvindingsoplandene omfatter de arealer, hvor modellen viser, at der strømmer grundvand til vandværkernes indvindingsboringer. De grundvandsdannende oplande er de infiltrationsområder, hvor der siver vand ned fra de terrænnære lag og strømmer til indvindingsboringerne. Størrelsen af såvel indvindingsoplandene som de grundvandsdannende oplande er afhængig af indvindingsmængdens størrelse. Der er ved beregningerne taget udgangspunkt i den tilladte indvindingsmængde for hvert vandværk.

På Figur 3-34 er vist de administrative indvindingsoplande. De administrative indvindingsoplande er en afgrænsning af de fuldt udviklede indvindingsoplande ved max. 200 års transporttid for de vandpartikler, der strømmer i de vandmættede jordlag hen mod boringerne tillagt en bufferzone på 300 m omkring indvindingsboringerne og én cellebredde i grundvandsmodellen i de øvrige dele af oplandene jf. GeoVejledning nr. 2 /g/ og præcisering af denne, /i/. Det svarer til en buffer på 100 m i modellerne for Holbæk Vest, Hvidebæk og Bjergsted og 50 m i modellerne for Røsnæs og Katstrup. Begrebet administrative oplande er indført for at sikre en robust udpegning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, der med relativt stor sikkerhed dækker over de virkelige oplande.

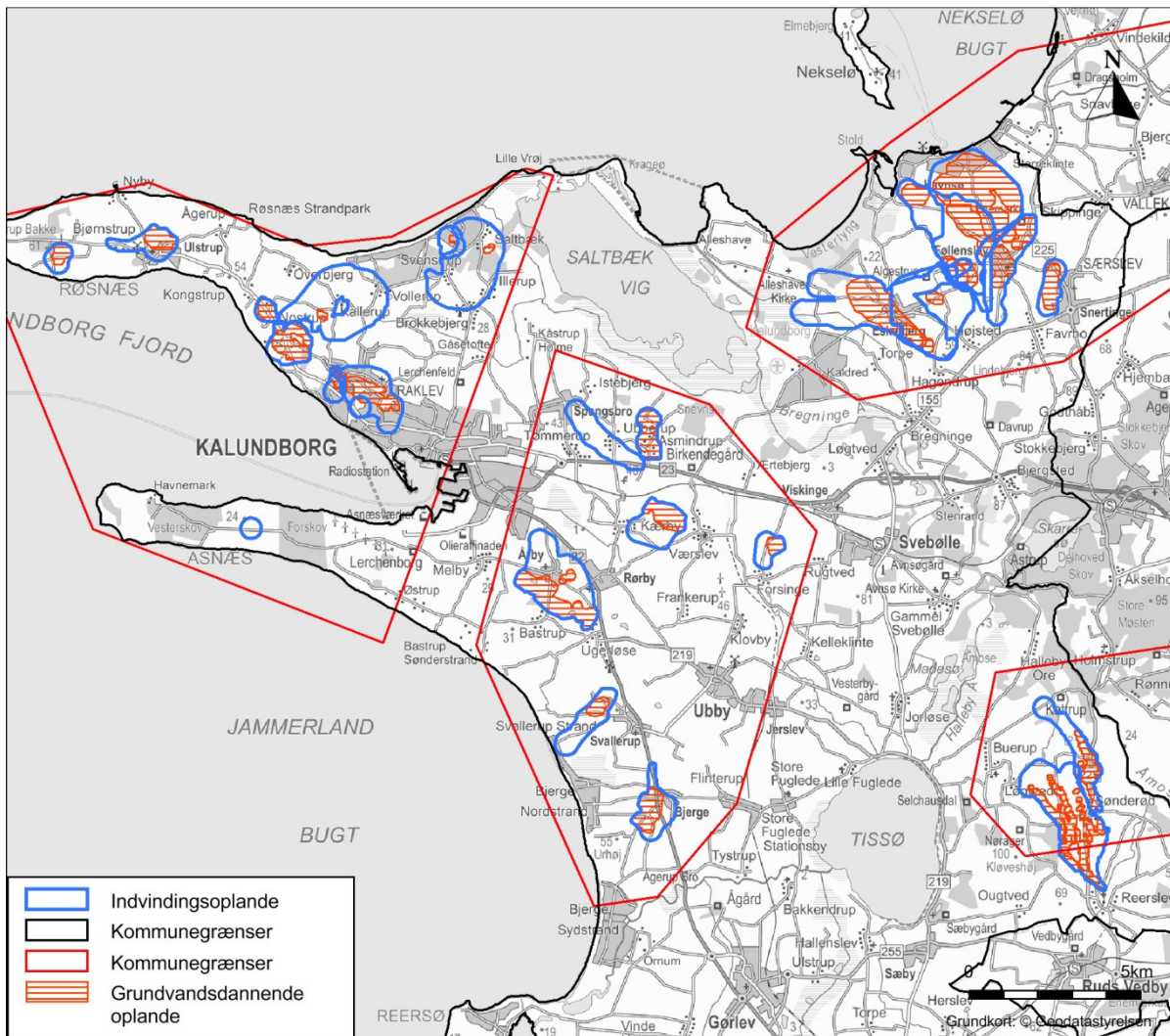
På figurerne er endvidere vist de administrative grundvandsdannende oplande, der ligesom indvindingsoplandene er afgrænset ved max. 200 års transporttid og tillagt en buffer på én cellebredde. Begrebet administrative oplande er indført for at sikre en robust udpegning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, der med relativt stor sikkerhed dækker over de virkelige oplande.

Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er beregnet ved "forward tracking" af "partikler" fra indvindingsboringerne i MIKE SHE grundvandsmodellerne for Holbæk Vest, Bjergsted og Hvidebækr. Der er placeret et antal partikler pr. celle i alle beregningslag. Partiklerne repræsenterer vandpartikler i undergrunden og modelsimuleringen følger deres vej gennem grundvandsmagasinerne. Modellerne er som nævnt kørt i 200 år for de administrative oplande. Indvindingsoplandene er afgrænset af det areal, som yderkanten af partikelbanerne beskriver mellem indvindingsboringerne og grundvandsspejlet. Udpegning af de områder, hvor grundvandet er mere end 200 år om at strømme hen til indvindingsboringerne, er ikke omfattet af nærværende redegørelse.

I modellerne for Røsnæs og Katstrup, der er opstillet i værktøjet GMS, er indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande beregnet ved "backward tracking" af "partikler" fra indvindingsboringerne. Her er partiklerne fulgt baglæns ved partikeltracking til grundvandsspejlet nær terræn. Princippet for afgrænsning af de administrative oplande ved 200 år er også fulgt i dette tilfælde.

Der er ikke beregnet et indvindingsopland til Mineslund og Asnæsgården, idet Asnæs ikke er omfattet af hverken en geologisk model eller en grundvandsmodel udover den regionale Sjællandsmodel. Der er derfor skønnet et opland med en radius på 300 m omkring indvindingsboringen.

Efter beregning af indvindingsoplande i modellerne er foretaget, er det oplyst, at Vollerup Vandværk, som var inkluderet i den oprindelige kortlægning, er blevet nedlagt. Indvindingsoplandet til Vollerup Vandværk dannede oprindeligt et hul i indvindingsoplandet til det nærtliggende Vollerup Strand Vandværk, men dette hul er manuelt lukket i forbindelse med redegørelsen og randen af indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk er justeret en smule. Det betyder, at oplandets samlede areal er øget med ca. 5 %. Der er således ikke foretaget en fornyet oplandsberegning, men det manuelle justering sikrer, at et eventuelt genberegnet opland vil ligge indenfor det justerede opland.



Figur 3-34 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, /8/.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser, hvor mange år vandpartiklerne er undervejs til boringerne. Transporttiden viser kun antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet. Figurerne med transporttid giver en indikation på, om der generelt er tale om ”ungt vand”, dvs. vand fra de sidste 50 år eller ”gammelt vand” der er hundrede år eller mere. Aldersfordelingen fremgår af figurer i vandværksbeskrivelserne.

3.4 Grundvandskvalitet

Grundvandets kemiske sammensætning er et produkt af alle de påvirkninger, vandet har været udsat for på vejen fra terrænoverfladen til boringens filter. Den kemiske sammensætning af en vandprøve afspejler derved indirekte vandets alder, dæklagens beskaffenhed og det geokemiske miljø generelt. I kapitel 6 er der givet en overordnet beskrivelse af væsentligste hovedstoffer, herunder de hovedstoffer og miljøfremmede stoffer, der kræver opmærksomhed i forhold til grundvandskvaliteten inden for fokusområdet. Kapitlet indeholder ligeledes en beskrivelse af de grundvandskvalitetsmæssige problemstillinger i hvert indvindingsopland.

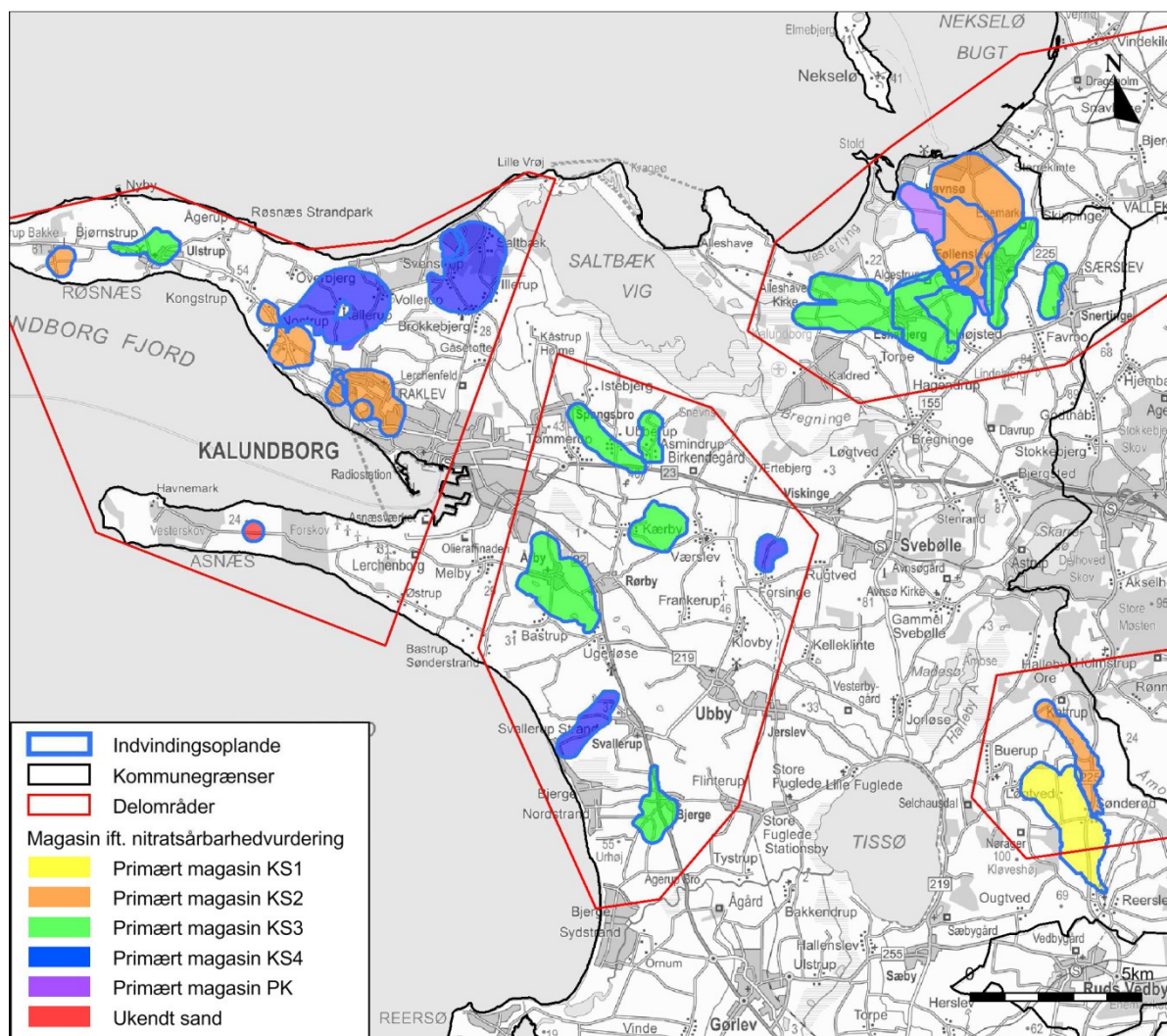
Beskrivelsen bygger på dels på tolkninger udført i forbindelse med udarbejdelsen af trin 1 rapport, /7/, dels på nye grundvandskemiske data indsamlet under kortlægningens trin 2. Dataene er Jupiter analysedata udtrukket i april 2015.

3.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed

Grundvandsmagasinerne sårbarhed vurderes i forhold til nitrat. Der tages udgangspunkt i det øverste primære grundvandsmagasin, hvorfra hovedparten af drikkevandet indvindes.

Det primære grundvandsmagasin omfatter forskellige magasiner i forskellige indvindingsoplande, afhængigt af hvor vandværksboringerne er filtersat. Det primære magasin er defineret som det magasin, hvor fremtidens drikkevandsressource findes. Flere steder fungerer dette magasin også som nuværende drikkevandsressource.

På Figur 3-35 er vist, hvilket grundvandsmagasin, der er det primære i de forskellige oplande. Der indvindes fra 5 forskellige magasiner i delområderne – lige fra det øverste sandlag, KS1 (Buerup-Løgtved Vandværk) til det nederste lag i modellerne, Grønsandskalk/Danienkalk (Græsmarkens Vandværk). På Mineslund og Asnæsgården (på Asnæs) indvindes fra et ukendt sandlag. Asnæs er ikke omfattet af de geologiske modeller, og derfor kan laget ikke direkte henføres til et af lagene KS1-KS4.



Figur 3-35 Primære magasiner inden for indvindingsoplandene i delområderne.

Vurderingen af de primære magasiners sårbarhed bygger på zoneringsvejledningens principper for fastlæggelse af nitratsårbarhed, der bl.a. bygger på dæklagsegenskaberne (lertykkelser) og vandkvaliteten /d/ og Naturstyrelsens notat om sårbarhedsvurdering og afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder /e/, se Figur 3-36.

Nitrat-sårbarhed	Egenskaber for dæklag og grundvandsmagasin	Grundvandskvalitet
Lille	Dæklag af fed grå ler eller glimmerler eller Dæklag med højt organisk indhold, evt. brunkul eller Tykkelse af reducerede (grå)sammenhængende lerdæklag > 15 m eller Reduceret magasinbjergart med indhold af organisk materiale, pyrit og evt. brunkul.	Grundvand fra methazonen og fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C og D
Nogen	Dæklag af oxideret sand med slirer af silt og ler eller Dæklag af reduceret, gråt sand eller gråt/gråsort sand med lignit eller pyrit eller Tykkelse af reducerede (grå), sammenhængende lerdæklag er 5 til 15 m eller Reduceret magasinbjergart.	Grundvand fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C
Stor	Kun dæklag af oxideret, gulligt-gulbrunt sand og/eller ler eller Tykkelse af reducerede, sammenhængende lerdæklag < 5 m og Magasinbjergart uden større nitratreduktionspotentiale.	Grundvand fra ilt- og nitratzonerne. Vandtype A og B

Figur 3-36 Kriterier for nitratsårbarhedszoneringen. Opstillet ud fra Zoneringsvejledningen /d/.

I det følgende redegøres for nitratsårbarhedsvurderingen af KS1-KS4 samt Grønsandskalk hvor magasinerne indenfor indvindingsoplandene udgør det øverste primære magasin. Sårbarhedsvurderingen foretages ud fra kriterierne i Figur 3-36.

Der er foretaget en vurdering af dybden til redoxgrænsen, som adskiller de jordlag, der har opbrugt evnen til at nedbryde nitrat, fra de jordlag, som stadig har naturlige egenskaber, der kan nedbryde den nitrat, som siver ned fra overfladen. Dybden til denne grænse øges, i takt med at nitratreduktionskapaciteten i jorden opbruges. Dybden til redoxgrænsen er bestemt som den øverste dybde, hvor der sker et farveskift i jordlagene fra gullige, røde og brune farvenuancer til grålige, sorte, grønne og grå farvenuancer. Fastlæggelsen af farveskiftet er foretaget ved en manuel gennemgang af alle borejournaler. De borer, hvor farveskiftet ikke sikkert kan identificeres, fordi farvebeskrivelserne er mangelfulde eller tvetydige, er ikke medtaget.

Baseret på farveskift i et relativt begrænset tilgængeligt antal borer indenfor indvindingsoplandene er den gennemsnitlige dybde til redoxgrænsen i hvert opland beregnet. Det har vist sig, at afgivelserne mellem de gennemsnitlige redoxydybder i de enkelte oplande indenfor hvert af de 4 delområder ligger relativt tæt og derfor anvendes den dybde til redoxgrænsen, der er gennemsnittet af middeværdien indenfor hvert enkelt opland omfattet af samme delområde.

Gennemsnitsdybderne for redoxgrænsen i de 4 delområder er følgende:

- Katstrup: 5,0 m u.t.
- Havnsø: 5,7 m u.t.
- Kalundborg: 4,0 m u.t.
- Røsnæs: 5,6 m u.t.

Den reducerede lertykkelse er fundet ved at trække ler beliggende over redoxgrænsen fra den samlede lertykkelse over det øverste primære magasin indenfor de enkelte oplande.

I Figur 3-37 er det akkumulerede, reducerede lerdæklag over det øverste primære magasin i alle indvindingsoplandene vist. Af figuren fremgår også vandtyperne i det øverste primære magasin.

Delområde Havnsø

Øverste primære magasin indenfor oplandene i den del af delområdet Havnsø, der ligger i Kalundborg Kommune, er KS2. Havnsø Vandværk har borer filteret i dette magasin. Hvor oplandet overlapper med andre oplande foretages sårbarhedsvurderingen for KS2. I Figur 3-37 er, udover den reducerede lertykkelse, også vist, hvilke vandtyper der findes i KS2 indenfor oplandet.

Grundvandet i de 4 borer filteret i KS2 er klassificeret som redoxvandtype C2 (3 stk.) og BCX (1 stk.). Grundvandet i de tre borer med vandtype C2 er let reduceret med forhøjede sulfatindhold på 95-120 mg/l. I den ene boring med vandtype BCX (blandingsvand) er der fundet et lille nitratindhold på 1,4 mg/l. I en stor del af oplandet er der mindre end 15 m reduceret lerdække og en påvirkning af grundvandet fra overfladen gennem disse lerlag er meget sandsynlig, hvilket betyder, at der er god overensstemmelse mellem vandtyper og reduceret lerlag i oplandet. Nitratsårbarheden svarer derfor til den reducerede lertykkelse, forstået på den måde at hvor den reducerede lertykkelse er mindre end 5 m ler, er der vurderet at være stor nitratsårbarhed, mens der er nogen nitratsårbarhed, hvor den reducerede lertykkelse er mellem 5 og 15 m. Hvor lerets mægtighed når over 15 m, er der vurderet lille nitratsårbarhed, se Figur 3-38.

I oplandene til Eskebjerg Vandværk, Eskebjerg Enghave Vandværk, Særslev Vandværk og Føllenslev Vandværk er det øverste primære magasin KS3. Der er generelt fundet den reducerede vandtype C1, hvor sulfatindholdet er lavt og stabilt, men også den stærkt reducerede type D findes i enkelte borer. I oplandet til Føllenslev Vandværk er der i en af indvindingsboringerne fundet en vandtype C2 med et forhøjet og stigende sulfatindhold der indikerer påvirkning med ungt grundvand. Nordøst for borerne findes et område med kun 5-10 m reduceret ler og kvælstofbelastning i dette område kan være årsag til den forhøjede sulfatkoncentration. Der er derfor også i KS3 overensstemmelse mellem lertykkelse og vandkemi. Derfor vurderes der at være nogen nitratsårbarhed hvor lertykkelsen er mellem 5 og 15 m og lille nitratsårbarhed, hvor lertykkelsen er over 15 m. Generelt er nitratsårbarheden lille i langt størstedelen af de 4 oplande.

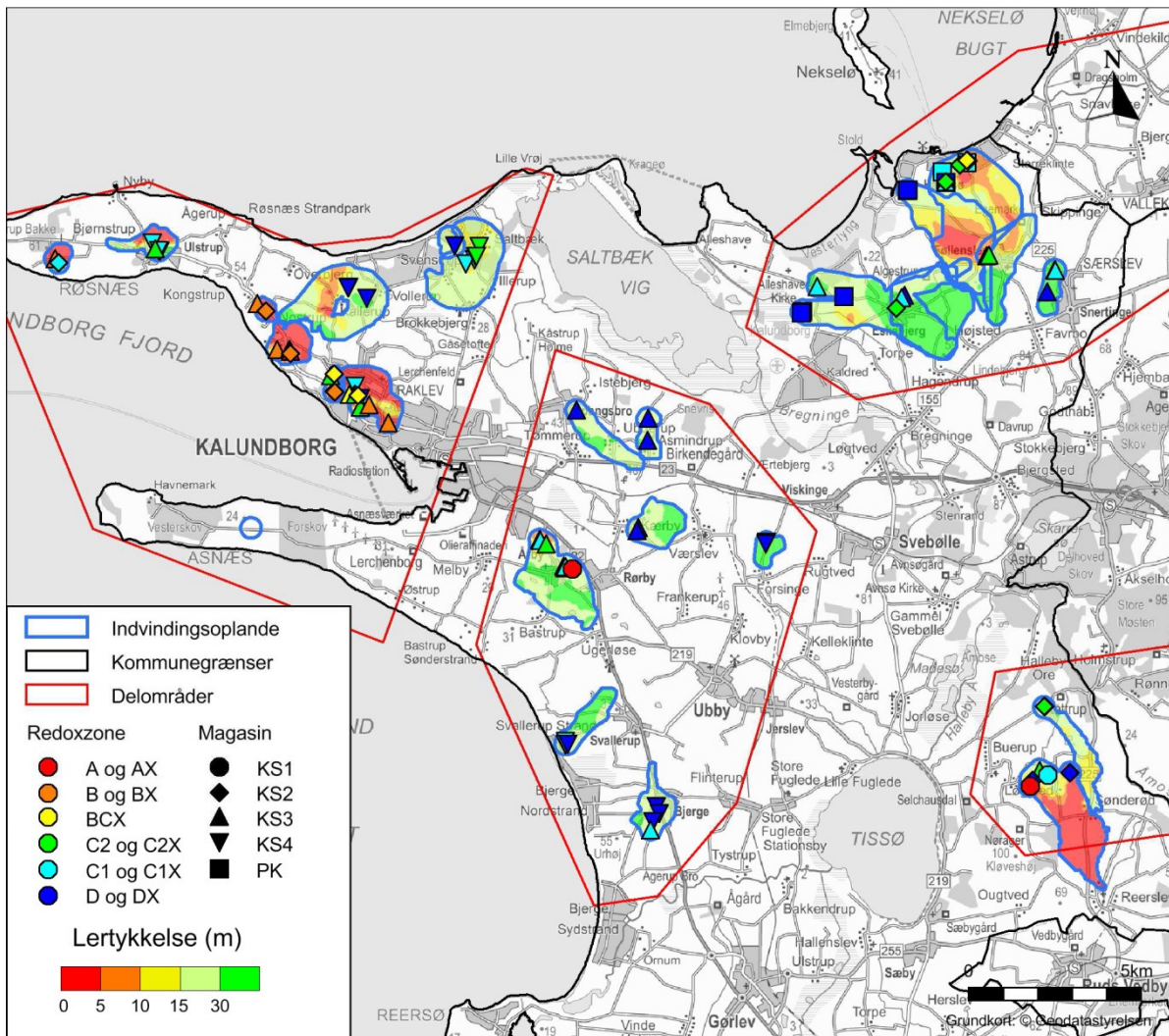
I indvindingsoplandet til Græsmarkens Vandværk vurderes nitratsårbarheden for Grønsandskalken. Da borerne er beskyttet af mere 15 ler og der samtidigt findes en stærkt reducerede vandtype D i magasinet vurderes nitratsårbarheden at være lille i de dele af oplandet, hvor der er mere end 15 m reduceret ler og nogen, hvor lertykkelsen er mellem 5 og 15 m.

Delområde Katstrup

I indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk vurderes nitratsårbarheden for KS1, mens vurderingen foretages for KS2 i oplandet til Katstrup Hovedgård.

I de to borer filteret i KS1 på Buerup-Løgtved Vandværk er der fundet henholdsvis vandtype A og C1. I borerne er lertykkelsen henholdsvis under 5 m og 15 – 30 m. Vandtyperne er derfor i overensstemmelse med lertykkelsen i de pågældende borer. Det betyder imidlertid, at nitratsårbarheden vurderes at være stor i størstedelen af oplandet på trods af, at der kun i en enkelt boring er fundet oxideret vand. Det er besluttet at anvende en konservativ tilgang til nitratsårbarhedsvurderingen, og derfor vurderes sårbarheden samlet for de 5 borer og ikke kun i et delopland til den enkelte boring i KS1.

Der er en vandtype C2 i boringen til Katstrup Hovedgård Vandværk. Dette er ikke i uoverensstemmelse med de områder med 10-15 m reduceret ler der findes i den sydlige del af oplandet, hvorfor der i de områder vurderes at være nogen nitratsårbarhed, mens der i den øvrige del af oplandet er lille nitratsårbarhed.



Figur 3-37 Tykkelse af reduceret ler over primært magasin med angivelse af vandtyper i borerne filtersat i dette magasin.

Delområde Kalundborg

I oplandene i delområdet Kalundborg er der generelt mægtige reducerede lerlag på mere end 15 meters tykkelse. Dette afspejles i vandtyperne i magasinerne KS3 og KS4, der udgør de øverste primære magasiner. I oplandene til Gørlev Vandforsyning og Rugtved-Forsinge udgør KS4 det øverste primære magasin, mens dette gælder for KS3 i de øvrige oplande. I borerne filtersat i KS4 findes vandtyperne C1 og D, mens billedet er det samme i KS3 undtagen i en enkelt boring i oplandet til Rørby-Årby Vandværk, hvor der findes vandtype C2 med et ustabil sulfatindhold over 70 mg/l. Dette er dog ikke i uoverensstemmelse med den reducerede lertykkelse på 5-15 m omkring boringen.

I områder med 5-15 m ler vurderes der at være nogen nitratsårbarhed (Rørby-Årby Vandværk og Bjerge Strands Vandværk), mens sårbarheden vurderes at være lille, hvor lertykkelsen er større end 15 m.

Delområde Røsnæs

De geologiske forhold på Røsnæs bevirker at der kan være stor forskel på den reducerede lertykkelse inden for de enkelte oplande. Vest for Saltbæk Vig og omkring Vollerup se generelt mægtige reducerede lerlag på over 15 m over det øverste primære magasin, KS4. Her findes også generelt de reducerede vandtyper C1 og D. I indvindingsoplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk er der imidlertid også fundet vandtype C2 med stærkt forhøjet sulfatindhold i enkelte borer. Det skyldes normalt påvirkning med ungt grundvand fra overfladen, men i dette tilfældet skyldes det høje sulfatindhold forekomsten af saltpåvirket grundvand i magasinet, hvilket også kan ses på de høje kloridkoncentrationer i de samme borer. I oplandene til Hvide Klint Vandværk, Saltbæk Strand-

vænge Vandværk og Vollerup Strand Vandværk er der god overensstemmelse mellem vandtyper og reduceret lertykkelse og vurderingen af nitratsårbarheden kan derfor foretages alene på baggrund af lertykkelsen. Der er generelt lille eller nogen nitratsårbarhed i de 3 oplande, men centralt i oplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk findes mindre områder med stor nitratsårbarhed, se Figur 3-38.

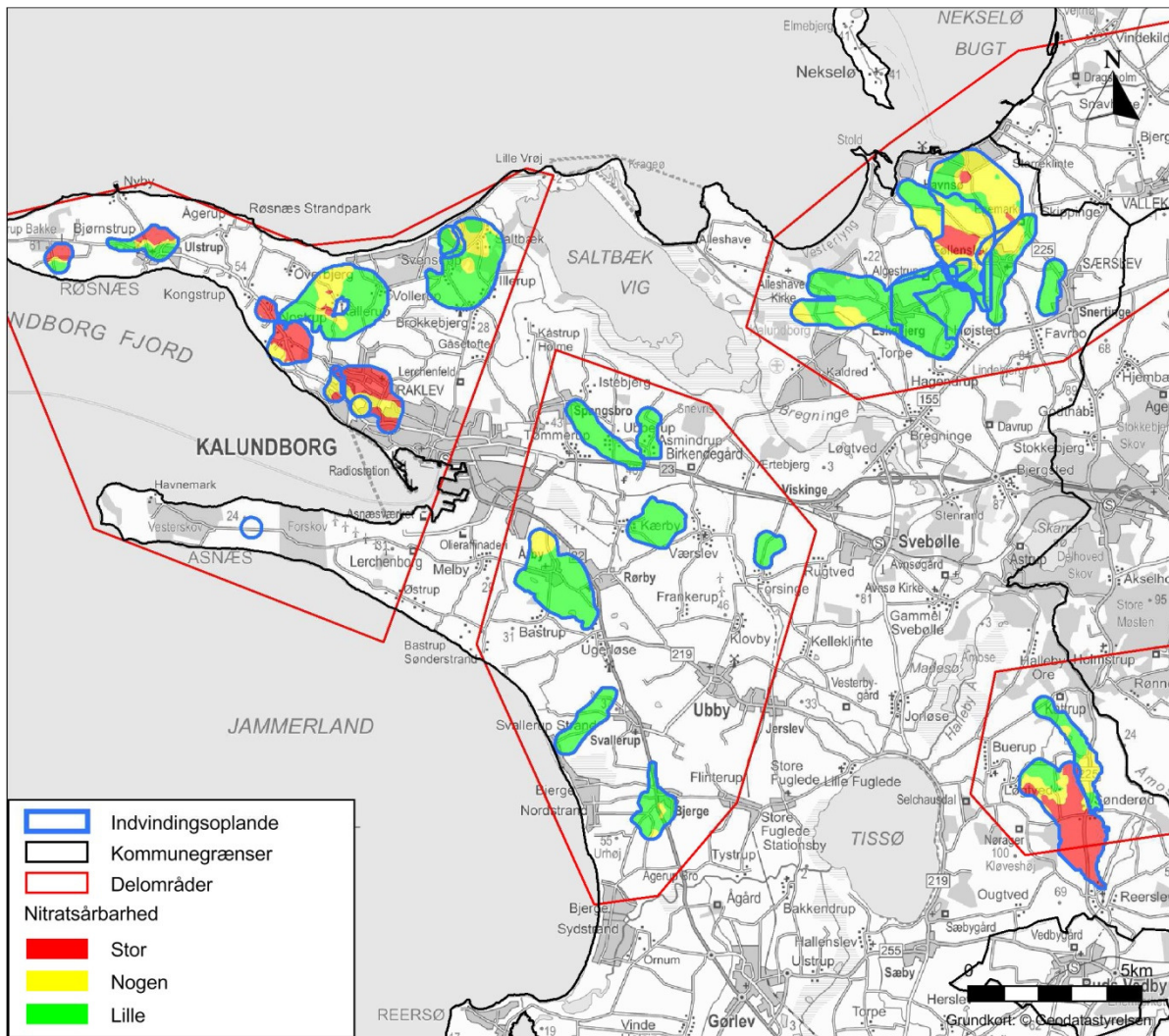
I oplandene til Hellesklint og Ulstrup Vandværker er der i den nordlige del et tyndt reduceret lerdække på under 5 m over henholdsvis KS2 og KS3, mens der mod syd i begge oplande er mægtige lerlag på over 30 m over de øverste primære magasiner. I oplandet til Hellesklint Vandværk er der i vandværkets to boreriger fundet dels den reducerede vandtype C1 dels den oxiderede og nitratholdige vandtype B. Vandtyper og reduceret lertykkelse strider således ikke mod hinanden og nitratsårbarheden kan derfor vurderes på baggrund af lertykkelsen, se Figur 3-38.

Samme forhold gør sig gældende i indvindingsoplandet til Ulstrup Vandværk, hvor der også ses en overfladepåvirkning i vandværksboringer med vandtype C2 nedstrøms arealer med lille reduceret lertykkelse. Også her overføres reduceret lertykkelse direkte til nitratsårbarhed.

I oplandene til Hjorthøj Vandværk er der generelt ganske tynde reducerede lerlag over det øverste magasin KS2, men i den sydlige del af de sydøstlige opland er der over 15 m reduceret ler over magasinet. I borerigerne filtersat i KS2 findes de oxiderede vandtyper A og B, hvilket stemmer fint overens med de tynde reducerede lerlag. I forbindelse med vurderingen af nitratsårbarheden er området med lertykkelse over 15 m dog vurderet at have nogen nitratsårbarhed primært baseret på de oxiderede vandtyper i området, men også under hensyntagen til de komplicerede geologiske forhold på Røsnæs. Der er således vurderet stor nitratsårbarhed i størstedelen af de to oplande, se Figur 3-38.

I oplandene til Brandsbjerg Vandværk og Hjorthøj Vandværk, Trøjeløkkevej findes også generelt tynde reducerede lerlag over det øverste primære magasin KS2, men her findes også nordvest-sydøstgående strøg med stor reduceret lertykkelse. Som det var tilfældet på Hjorthøj Vandværk mod nordvest findes kun oxiderede vandtyper i magasinet og derfor vurderes der også i oplandene til Brandsbjerg Vandværk og Hjorthøj Vandværk, Trøjeløkkevej at være nogen nitratsårbarhed i områderne med en reduceret lertykkelse på over 15 m. I områder med under 5 m reduceret ler, er der stor nitratsårbarhed.

I indvindingsoplandet til Mineslund og Asnæsgården er der på baggrund af de geologiske lag i Sjællandsmodellen samt data fra boringen vurderet lille nitratsårbarhed. I boringen findes over 30 m ler over grundvandsmagasinet, og de akkumulerede lerlag i Sjællandsmodellen er på over 20 m. Dybden til redoxgrænsen ligger 4 m u.t. og intet i vandkemien tyder på overfladepåvirkning.



Figur 3-38 Sårbarhedsvurdering i forhold til nitrat.

3.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen

De 24 vandværker indvinder vand fra 5 primære magasiner nemlig KS1-KS4 samt Grønsandskalk. Der er generelt tykke dæklag af ler over de primære magasiner indenfor indvindingsoplandene i delområderne Kalundborg og Havnsø, mens der i delområderne Røsnæs-Asnæs og Kattrup findes mere udbredte områder med en lille reduceret lertykkelse over det øverste primære magasin.

Grundvandskvaliteten inden for indvindingsoplandene i kommunen er stærkt afhængig af, fra hvilket magasin der indvindes. I Grønsandskalken, som der indvindes fra i delområde Havnsø, er grundvandet reduceret til stærkt reduceret, men normalt meget saltholdigt pga. marint residualvand. I det dybeste kvartære sandlag, KS4, er grundvandet ligeledes reduceret til stærkt reduceret og normalt med forhøjet indhold af fosfor og arsen, hvilket dog ikke udgør problemer for vandværkerne. I de kystnære områder omkring Røsnæs og Asnæs er magasinet typisk saltholdigt, og der er ofte problemer med indhold af organisk stof (NVOC). KS3 er virker bedst beskyttet i de sydlige og østlige dele af kommunen, hvor grundvandet ligesom i KS4 er reduceret til stærkt reduceret og ofte med forhøjet indhold af fosfor og arsen. I de kystnære områder mod vest indeholder magasinet ofte nitrat eller forhøjet sulfat. KS2 er øverste magasin med væsentlige drikkevandsinteresser. Her er grundvandet typisk nitratholdigt og/eller med forhøjet sulfatindhold, og pesticidfund forekommer. Der er få data fra det terrænnære KS1, men grundvandet synes at være nitratholdigt. I den sydøstlige del af kommunen synes de øvre sandmagasiner generelt at være bedre beskyttede og indeholder ofte reduceret grundvand.

De foreliggende data tyder på generelt pesticidesårbart grundvand i KS1 og stedvis pesticidesårbart grundvand i KS2 og KS3. De midler, der er fundet i boreri i fokusområdet, er i dag enten på forbudslisten, eller anvendelsen er underlagt restriktioner.

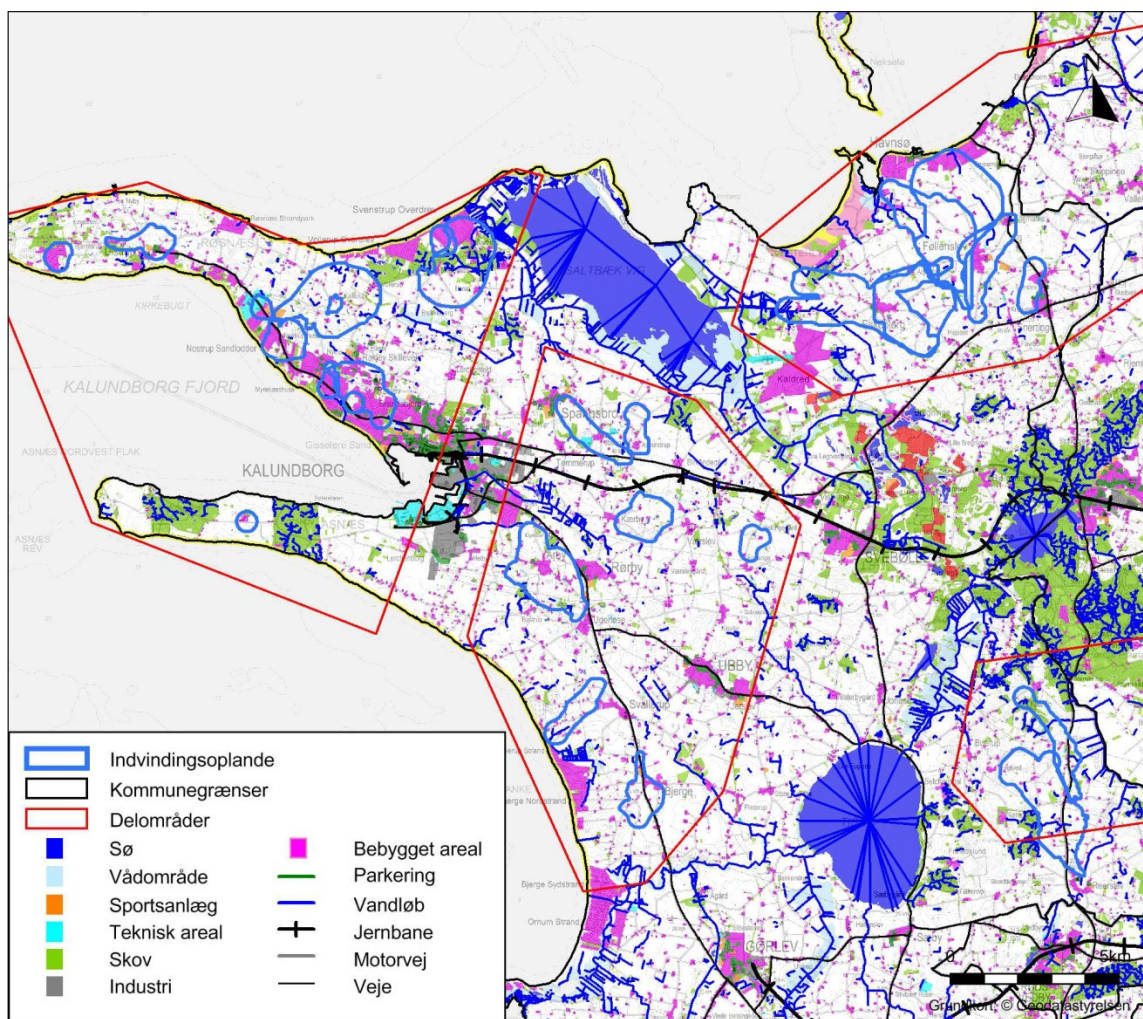
De generelt tykke lerdæklag, der er i delområderne betyder, at store dele af oplandene vurderes at have lille sårbarhed overfor nitrat. På Røsnæs og i delområde Kattrup findes større udbredte områder med stor nitratsårbarhed.

4. Arealanvendelse

I dette kapitel redegøres der for arealanvendelsen i fokusområdet. Redegørelsen indgår sammen med resultaterne fra den øvrige kortlægning i en sammenfatning af problemstillinger i forhold til at beskytte grundvandet i området (kap. 5).

4.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold

Arealanvendelsen på landbrugsarealer og i byområder kan udgøre en forureningstrussel i forhold til grundvandet, mens skov- og naturarealer oftest vil medføre en god beskyttelse af grundvandet. Arealanvendelsen i kommunen består primært af landbrug og i mindre grad af bebyggelse, skov, områder med overfladevand (søer, moser og vandløb) og andet (eks. veje, åben bebyggelse og mv.), se Figur 4-1. Bymæssig bebyggelse er koncentreret omkring især Kalundborg, men der findes tillige mange mindre byer i delområderne. Større søer er Saltbæk Vig og Tissø, men disse ligger uden for delområderne, med undtagelse af et østligt hjørne af Saltbæk Vig i delområde Røsnæs-Asnæs. Sportsanlæg og tekniske anlæg forekommer typisk i nærhed af byområder.



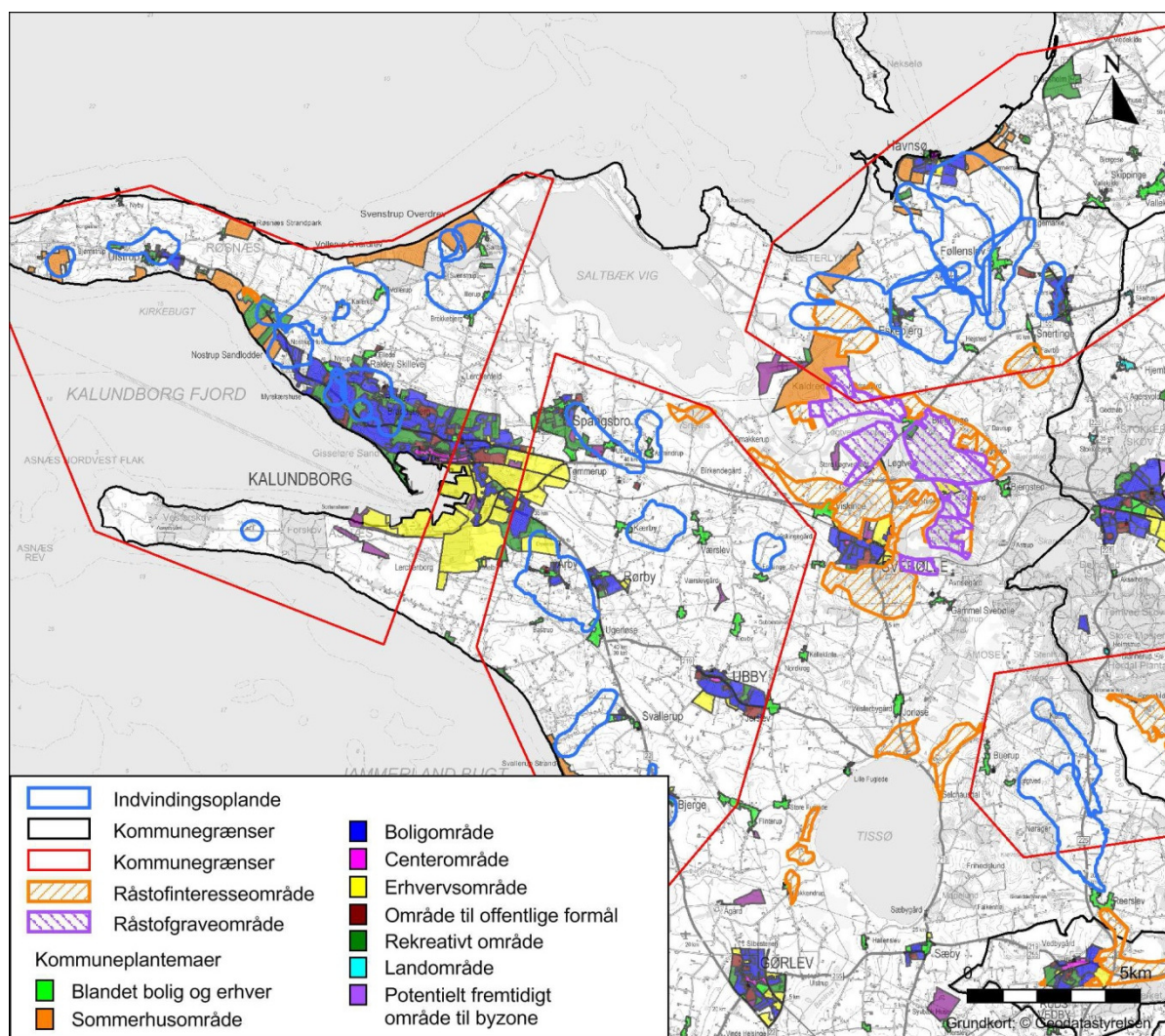
Figur 4-1 Arealanvendelse i delområderne, Kort10-data fra Geodatastyrelsen.

4.1.1 Byer og råstofområder

Byområder kan udgøre en potentiel forureningstrussel i forhold til grundvandet. Anvendelsen, opbevaringen og håndteringen af sprøjtemidler, olie og kemikalier samt eventuel udsivning fra kloaker udgør de største trusler over for grundvandet.

I forhold til råstofområder er det afgørende for grundvandsbeskyttelsen, at de efterbehandlede råstofgrave ikke anvendes på en måde, som kan medføre forurening af grundvandet. Efter råstofloven udarbejder regionerne en råstofplan, hvori der fastlægges en kortlægning og planlægning af råstofgraveområder og fremtidige råstofinteresseområder. Det er Region Sjælland, der udarbejder råstofplaner i dette område.

På Figur 4-2 er vist de nuværende og de planlagte byzoner i kommunen. På figuren er endvidere vist råstofgraveområderne og råstofinteresseområderne.



Figur 4-2 Byområder. Data fra Plansystem.dk og Miljøportalen.

Der findes primært mindre bysamfund og spredt bebyggelse i indvindingsoplandene. Det eneste større byområde er Kalundborg som strækker sig ind i delområderne Røsnæs-Asnæs og Kalundborg.

I delområde Røsnæs-Asnæs er der således en del boligområder inden for indvindingsoplandene til Hjorthøj Vandværk, Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A, Brandsbjerg Vandværk og Ulstrup Vandværk. Inden for de øvrige indvindingsoplande findes der sommerhusområder og/eller småbyer.

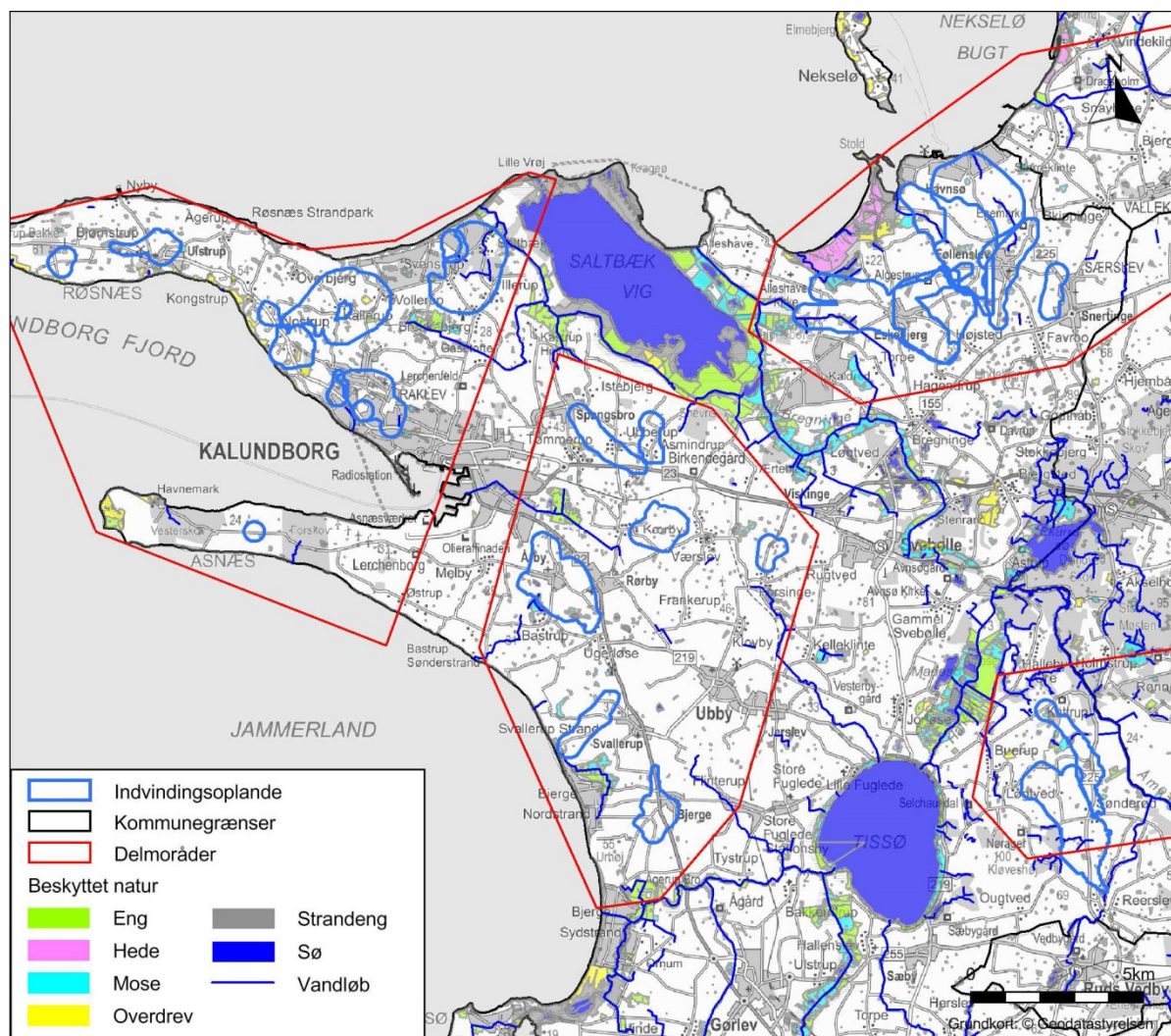
I delområde Havnsø ligger småbyerne Eskebjerg by, Havnsø, Føllenslev og Særslev inden for indvindingsoplandene til henholdsvis Eskebjerg, Eskebjerg Enghave, Havnsø, Føllenslev og Særslev Vandværker.

Inden for delområde Kalundborg er der foruden et erhvervsområde i forlængelse af Kalundborg by et mindre byområde i indvindingsoplandet til Rørby-Årby Vandværk. Endvidere eksisterer der små byer inden for indvindingsoplandene til Andaks, Asmindrup, Kærby og Bjerge Strands Vandværker.

I delområde Kattrup er der ingen byområder indenfor indvindingsoplandene. Ydermere, findes der ingen områder med råstofinteresser inden for kortlægningsområdet.

4.1.2 Beskyttede naturtyper

Beskyttede naturtyper er områder, som er beskyttet i henhold til naturbeskyttelseslovens § 3. Områderne omfatter heder, moser og lignende, strandenge og strandsumpe samt ferske enge og overdrev. Områderne yder som udgangspunkt en god beskyttelse af grundvandet, da de enten henligger som natur eller drives ekstensivt uden eller kun med begrænset brug af kvælstof og sprøjtemidler. Figur 4-3 viser, hvor der findes beskyttede naturtyper inden for delområderne.



Figur 4-3 Beskyttede naturtyper. Data fra Miljøportalen

De beskyttede naturområder i delområderne består primært af eng, mose, søer og vandløb, se Figur 4-3. I delområde Havnsø er der en samling af beskyttet natur i bugten syd for Havnsø, i form af overdrev, strandenge, småsøer og moser, samt Vesterlyng, der er udpeget som beskyttet hede.

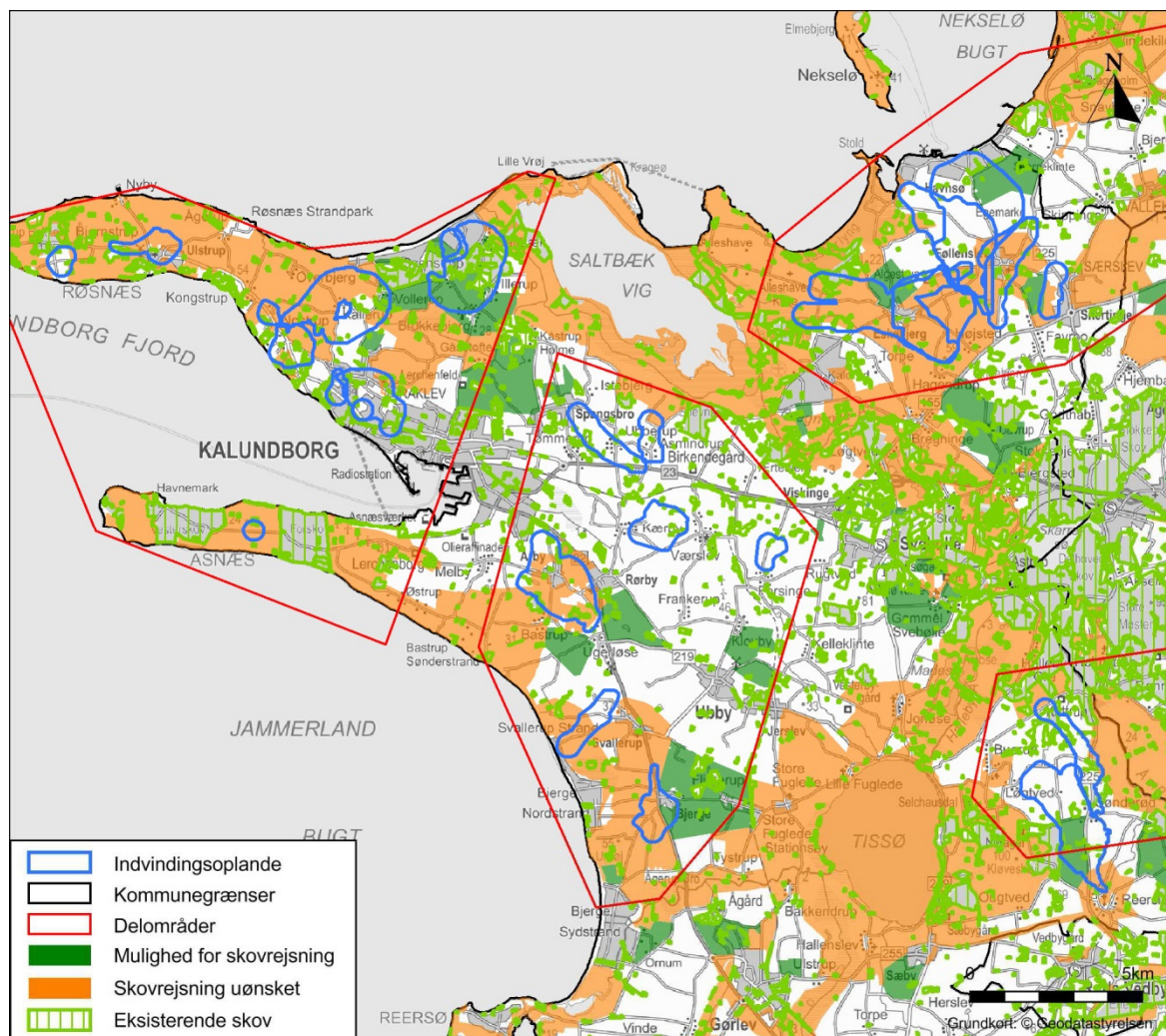
Arealanvendelsen i delområde Kattrup og Kalundborg består primært af landbrug og der eksisterer kun små beskyttede naturarealer så som mindre overdrev, søer og moser, samt beskyttede vandløb. I delområdet Kalundborg er der større beskyttede engarealer omkring Svallerup og syd for Tømmerup.

Inden for delområde Røsnæs-Asnæs er der langs kysten en del beskyttede overdrev og strandenge, samt en samling af beskyttet enge, moser og småsøer ved Brokkebjerg.

4.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL

Skovarealer, bortset fra juletræskulturer, giver som udgangspunkt en god og langsigtet beskyttelse af grundvandet. Skovrejsningsområderne er derfor vigtige i forhold til indsatsplanlægningen. Naturstyrelsen administrer tilskudsordninger til skovrejsning. For yderligere oplysninger henvises til Naturstyrelsens hjemmeside www.nst.dk På Figur 4-4 ses eksisterende skov og skovrejsningsområder.

Der er udpeget enkelt større skovrejsningsarealer i alle delområderne. Omkring Svendrup er skovrejsningsområder beliggende i forbindelse med eksisterende skovarealer. Områder hvor skovrejsning er uønsket udgør en større procentdel af arealet af delområderne og findes især i områder ud til kysten og i Åmose smeltevandsdal.



Figur 4-4 Eksisterende skov, skovrejsningsområder og områder hvor skov er uønsket. Kortio-data fra Geodatastyrelsen (eksisterende skov) og Plansystem.dk (skovrejsning).

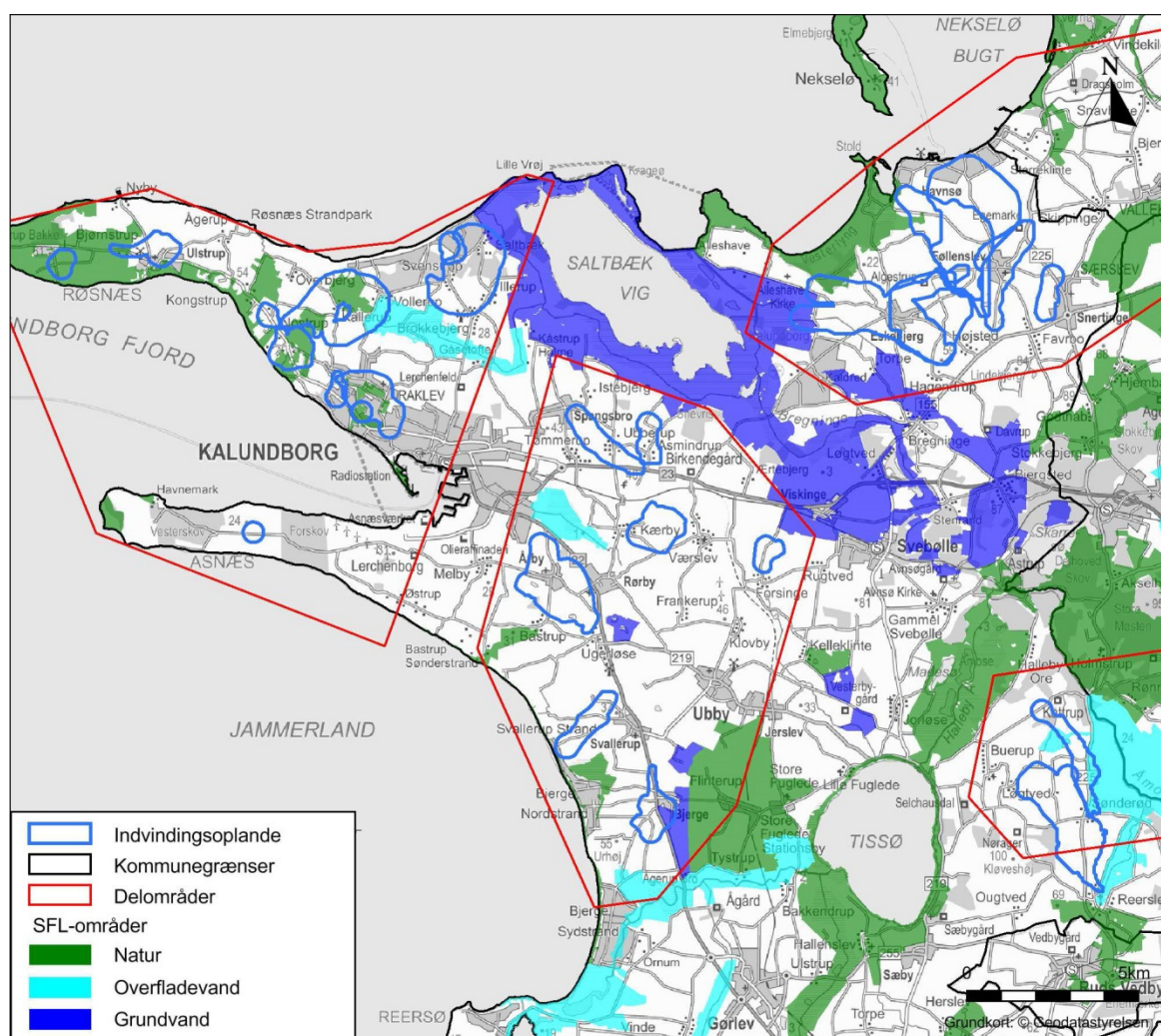
Områder, hvor skovrejsning er uønsket, er udpeget på baggrund af eksempelvis naturmæssige, kulturhistoriske, geologiske og landskabelige interesser, råstof-, vindmølle- og byudviklingsområder samt vejtekniske anlæg, der ikke er forenelige med skovrejsning. Skovrejsning i disse områder er derfor ikke tilladt.

De Særligt Følsomme Landbrugsområder (SFL) er udpeget af de tidligere amter, hvor ekstensiv og miljøvenlig landbrugsdrift i særlig grad vil være til gavn for miljøet og naturen. Inden for disse områder var det til og med 2006 muligt at få tilskud til en række miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger (MVJ). De sidste tilsagn til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger udløber i 2023.

Inden for de Særligt Følsomme Landbrugsområder er MVJ ordningen erstattet af en række andre muligheder for at opnå støtte til en række miljøvenlige dyrkningsmuligheder.

For oplysning om støttemulighederne indenfor SFL, og i øvrigt også indenfor Natura 2000 og de § 3 beskyttede naturtyper, henvises til NaturErhvervstyrelsens hjemmeside "naturerhverv.dk/".

På Figur 4-5 ses de Særligt Følsomme Landbrugsområder. Dataene er hentet fra www.miljøportalen.dk.



Figur 4-5 Særligt følsomme landbrugsområder (SFL). Data fra Miljøportalen.

I kortlægningsområdet er der udpeget SFL for alle tre kategorier i delområde Røsnæs-Asnæs og Kalundborg. Arealer som er udpeget som SFL for grundvand, inden for disse delområder, ligger i nærhed af Saltbæk Vig og Bregninge Å, mens arealer omkring vådområder ved Brokkebjerg, vest for Kærby og ved Agerup Bro er udpeget som SFL for overfladevand. SFL for natur er i høj grad udpeget på Røsnæs, mens denne SFL type er mindre ud-

bredt på Asnæs og i delområde Kalundborg. I den sydøstlige del af delområde Kalundborg er der dog udpeget et større område som SFL for natur og grundvand omkring Flinterup.

Inden for delområde Havnsø er der primært udpeget SFL-områder for natur ved Vesterlyng, Vallekilde og nær Dragsholm. Endvidere er der i den sydlige ende af delområde Havnsø udpeget SFL-områder for grundvand, omkring Alleshave, Kaldfed og Bregninge. I delområde Katstrup er der, inden for Kalundborg Kommune kun udpeget SFL for overfladevand i områder nær Åmosen.

4.2 Landbrugsforhold

Dette afsnit indeholder en overordnet beskrivelse af landbrugsforholdene i kortlægningsområdet. Beskrivelsen skal altså forstås som en screening af den potentielle belastning i området og ikke som grundlag for konkrete tiltag i mindre delområder.

Beskrivelsen bygger på landbrugsdata fra det Generelle Landbrugsregister (GLR) og Register for Gødningsregnskab. Placeringen af de enkelte bedrifter (punktdata) stammer fra de adresser som den enkelte bedrift har meldt ind i enten det Centrale Husdyrregister (CHR), Register for Gødningsregnskab eller Enkeltbetalingsordningen (GLR). Landbrugsdataene er som udgangspunkt registerdata fra år 2012. For beregningen af den potentielle nitratudvaskning er der dog tale registerdata for perioden 2009-2012. De benyttede landbrugsdata er leveret til Naturstyrelsen af Conterra /5/.

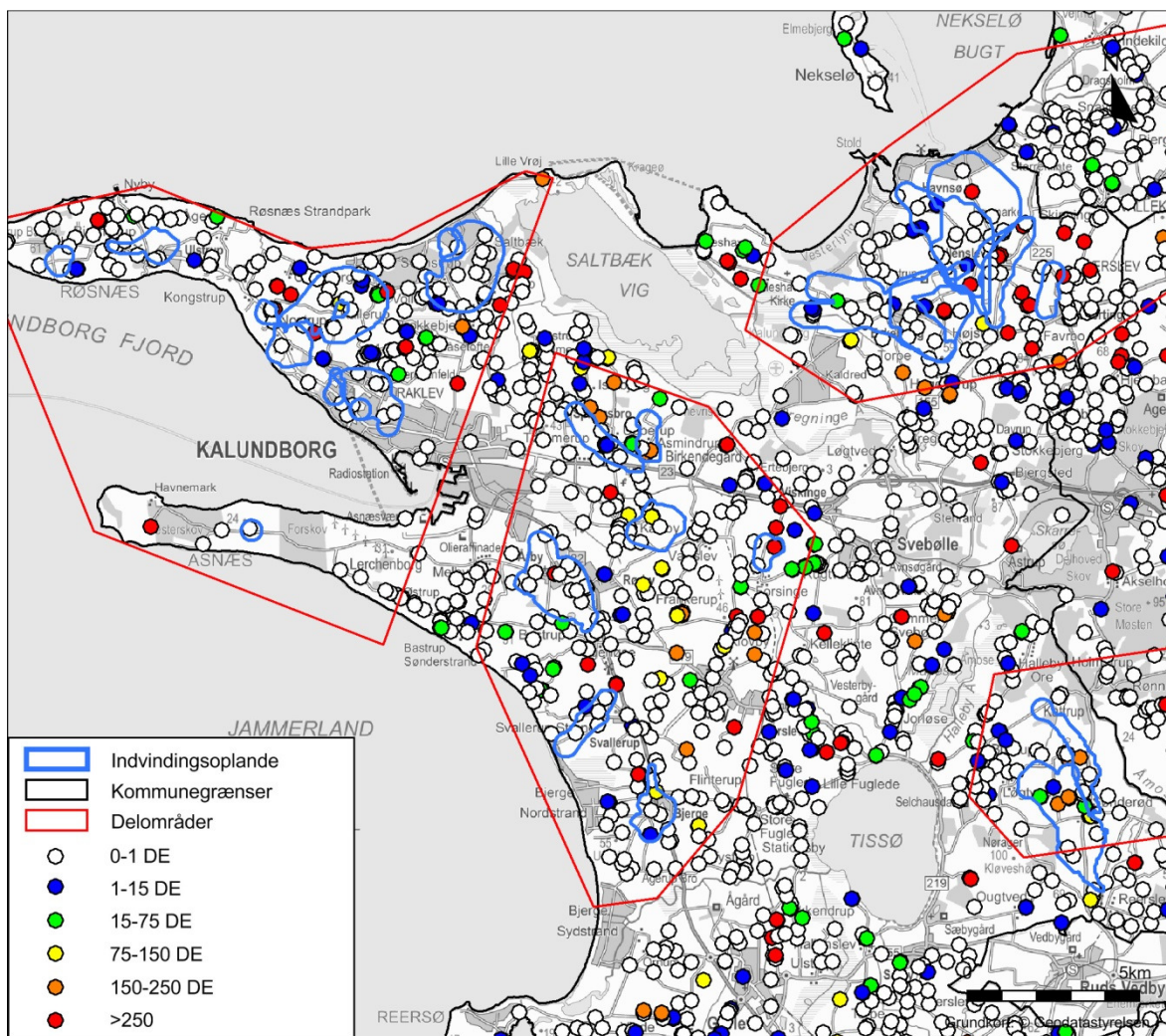
Ved punkttemaet er det væsentligt at være opmærksom på at hele bedriftens areal og dyrehold bliver gentaget på alle steder, hvor bedriften har aktiviteter (adresser).

Landbrugsdata er dels koblet til en bedrift, det vil sige en punktplacering, dels til markblokke. Markblokke er en opdeling af landbrugsarealer i blokke, bestående af en eller flere marker. Grænserne følger typisk faste grænser i landskabet, som f.eks. hegn og vandløb. Bemærk dog at det kan variere fra år til år, hvilke marker, der indgår i en markblok samt at der i en markblok kan være marker tilhørende forskellige bedrifter.

4.2.1 Landbrugsbedrifter

Landbrugsbedrifter kan være potentielle forureningskilder både i forhold til fladekilder og til punktkilder. Fladekilder kan være udbringning af kvælstof, sprøjtemidler og andre miljøfremmede stoffer på marken. Punktkilder kan være opbevaringsfaciliteter til husdyrgødning (gyllebeholdere, møddingspladser, ajlebeholdere og markstakke), vaske-/fyldpladser for marksprøjter, olie- og drivmiddeltanke, værkstedsaktiviteter og spildevandsanlæg.

På Figur 4-6 er vist fordelingen af de forskellige landbrugsbedrifter i området. Antallet af dyreenheder er beregnet ud fra gødningsregnskaberne. Bedrifter med ingen "dyreenheder" (DE) vil være planteavlbrug eller små, ekstensive landbrugsbedrifter. Anvendelsen af sprøjtemidler vil som udgangspunkt være uafhængig af bedriftstype. For hver landbrugsbedrift foreligger der oplysninger om bl.a. dyreenhed og dyrket areal. En del af dyrkningsarealet kan ligge uden for kortlægningsområdet. Ligeledes kan bedrifter, der ligger uden for kortlægningsområdet, have dyrkningsarealer inden for området.



Figur 4-6 Placeringen af landbrugsbedrifterne samt antal dyreenheder (DE) ved hver bedrift.

Husdyrtrykket varierer inden for de forskellige delområder. Inden for Havnsø delområde i Kalundborg kommune er det overvejende store husdyrbedrifter som dominerer foruden små bedrifter med en med få eller ingen dyreenheder. Der er flere indvindingsoplande inden for hvilket der er bedrifter med over 250 DE.

I delområde Rønnes-Asnæs ses samme tendens af dominans af små landbrug mellem 0-15 DE og store bedrifter med over 250 DE. Det er dog kun inden for indvindingsoplandet til Volleup Strand Vandværk at der er registreret en bedrift med over 250 DE.

I delområde Kalundborg findes en større variation af husdyrtrykket, hvor et større antal af bedrifter har mellem 15-150 DE. Inden for indvindingsoplandet til Asmindrup Vandværk forekommer der bedrifter med mellem 150-250 DE. I indvindingsoplande til Rugtved-Forsinge og Rørby-Årby Vandværk, er der registreret en bedrift i hver med over 250 DE.

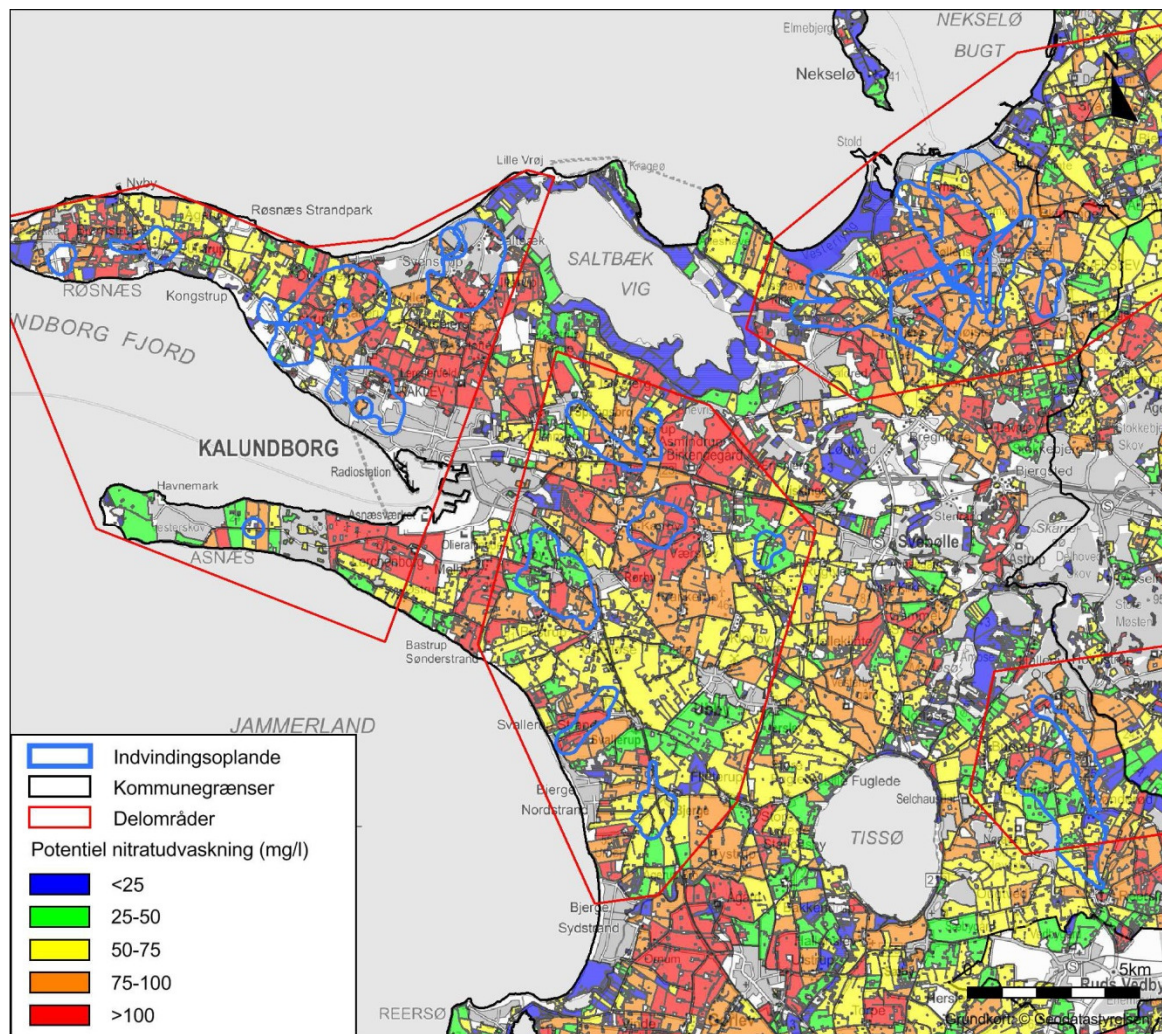
Inden for delområde Kattrup er der, i Kalundborg kommune, ikke nogle bedrifter over 250 DE, men der er flere store bedrifter med op til 250 DE, hvor af flere ligger inden for indvindingsoplandene. Det er væsentligt at være opmærksom på, at der på store husdyrbedrifter ofte findes andre forureningskilder som eksempelvis opbevaringsfaciliteter til husdyrgødning.

Det reelle husdyrtryk i kortlægningsområdet kan være højere end det viste, idet der kan være hestehold i området, og heste er ikke registreret i Conterra.

4.2.2 Potentiel nitratudvaskning

Den potentielle nitratudvaskning er den mængde nitrat, der med udgangspunkt i kvælstofoverskuddet og netto-nedbøren principielt kan sive fra rodzonen ned mod grundvandet. Kvælstofoverskuddet beregnes ud fra gødningsregnskaberne, som er indberettet på bedriftsniveau. Det betyder, at opgørelserne, som er vist på markblokniveau, udgør det gennemsnitlige kvælstofoverskud for hele bedriften.

Den potentielle nitratudvaskning fra rodzonen inden for de enkelte markblokke er beregnet som et gennemsnit for perioden 2009-2012. Resultatet fremgår af Figur 4-7.



Figur 4-7 Den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning opgjort på markblokniveau for perioden 2009-2012. Data fra Conterra.

Den potentielle nitratudvaskning varierer meget inden for delområderne, fra under 25 mg/l til over 100 mg/l, se Figur 4-7. I den sydlige del af delområde Havnsø, den nordlige del af delområde Kalundborg, samt østlige del af Røsnæs-Asnæs er markblokkene domineret af potentiel nitratudvaskning på mellem 75-100 mg/l og over 100 mg/l. Omvendt har det sydlige del af delområde Kalundborg, samt den østlige del af Kattrup og Røsnæs-Asnæs delområder hovedsageligt markblokke med en potentiel nitratudvaskning på 25-75 mg/l, med en overvægt af 50-75 mg/l.

Den potentielle nitratudvaskning på Figur 4-7 baseret som nævnt, på gennemsnitdata fra 2009-2012. I forhold til denne redegørelsesrapport og det efterfølgende indsatsplanarbejde skal kortet udelukkende anvendes som en screening, der indikerer, hvor der kan være en potentiel risiko for stor nitratudvaskning.

4.3 Forureningskilder

Forureningskilder inden for de undersøgte indvindingsoplande er bekræftet i kapitel 5 for hvert indvindingsopland. En række øvrige mulige forureningskilder er berørt i dette afsnit.

4.3.1 Kortlagte forureninger

Tidligere tiders brug af miljø- og sundhedsskadelige kemikalier, håndtering af affald mv. betyder, at der på en række lokaliteter er forurenede grunde, hvorfra der sker eller kan ske udvaskning af forurenende stoffer til grundvandet. Det er Region Sjælland, der ifølge jordforureningsloven prioriterer kortlægning, undersøgelse og oprensning af punktkilder. Undersøgelserne og afværgeindsatserne i forhold til grundvand vil blive prioriteret af Regionens i forhold til den vurderede forureningsrisiko. Fremdriften i grundvandskortlægningen og kommunernes indsatsplaner for grundvand vil også være af væsentlig betydning for Regionens prioritering af indsatsen til sikring af grundvandsressourcen. Regionens kan også inddrage anden potentiel forureningspåvirkning samt udnyttelsesgraden og kvaliteten af grundvandsressourcen i sin prioritering.

Jordforureningskortlægningen foregår på to niveauer. Vidensniveau 1 (V1) betyder, at der har været aktiviteter, som kan have medført forurening. Vidensniveau 2 (V2) betyder, at der er konstateret forurening, som kan udgøre en miljø- og sundhedsmæssig risiko.

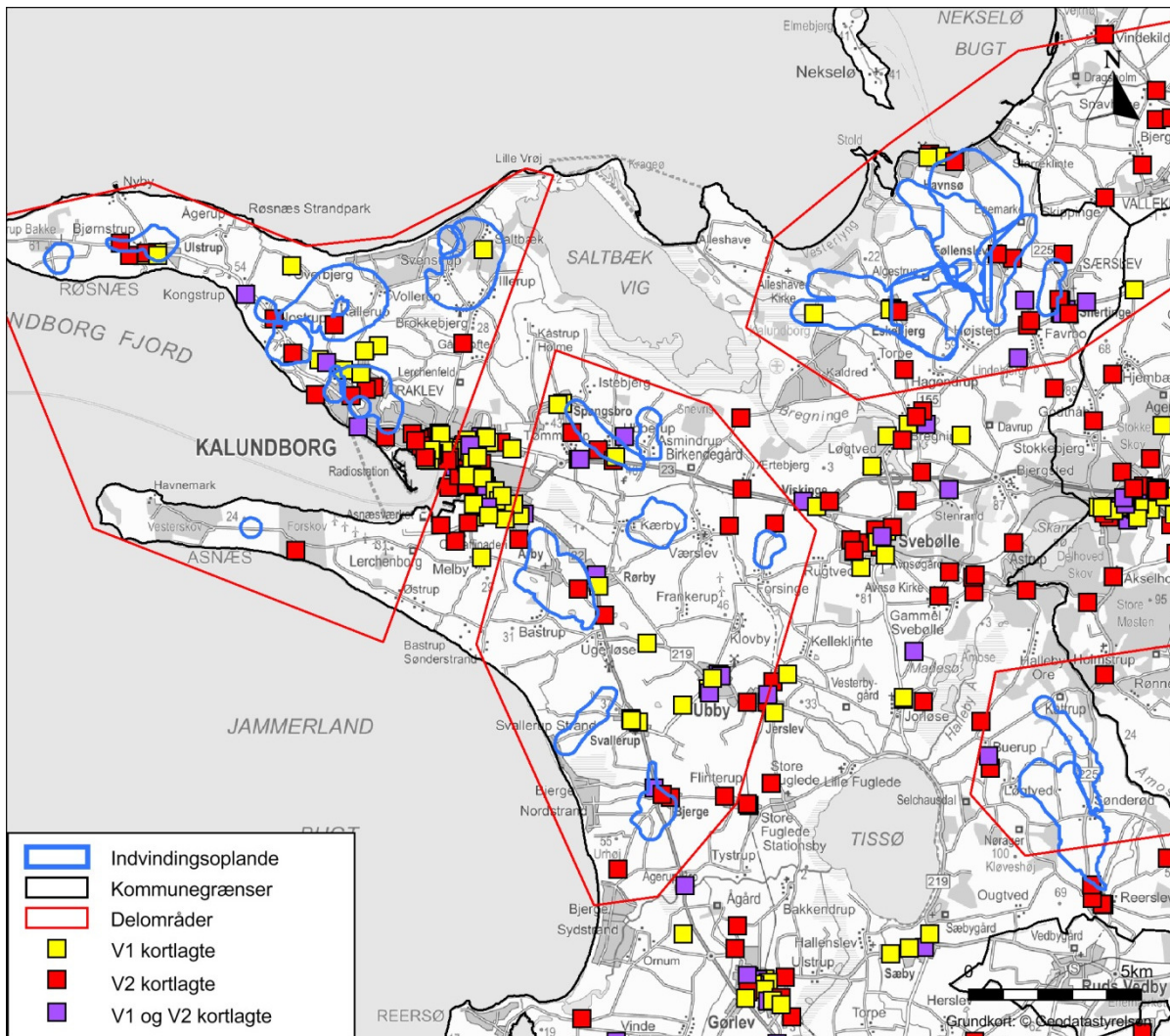
Region Sjælland har på nuværende tidspunkt ikke afsluttet kortlægningen af alle lokaliteter i regionen. I Kalundborg Kommune, som dækker hele kortlægningsområdet, er den indledende mistanke kortlægning (frem til V1) afsluttet for de tidligere OSD områder. V2 kortlægningen (udførelse af indledende undersøgelser) er for de tidligere OSD områder afsluttet for de såkaldte grundvandskritiske forureningsstoffer, der hovedsagelig dækker de klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter.

I de tilfælde, hvor regionen ikke har undersøgt eller afværget kendte forureninger i et kortlægningsområde, prioriteres indsatsen af regionen. Da jordforureningskortlægningen omfatter et stort antal lokaliteter fordelt over hele regionen, må der forventes at gå nogle årtier, før regionen har undersøgt og eventuelt afværget alle relevante forureninger omfattet af regionens indsats.

Regionens kortlægning efter jordforureningsloven er en fortløbende proces. Ny viden kan derfor medføre, at der kommer lokaliteter til, som ikke tidligere har været omfattet af jordforureningslovens kortlægninger eller den offentlige indsats.

Med udgangspunkt i data hentet ved Region Sjælland den 08.01. 2015, er placeringen af lokaliteterne er angivet på Figur 4-8.

Det skal bemærkes, at den prioritering, der er angivet i yderste højre kolonne i tabellerne i vandværksbeskrivelserne, gælder i forhold til de hidtidige indvindingsoplande og altså ikke i forhold til de nye oplande beregnet i forbindelse med denne kortlægning. Prioriteringen for nogle af lokaliteterne kan blive ændret afhængigt af, om en lokalitet efter de nye oplandsberegninger er beliggende indenfor en oplandsgrænse, hvor den ikke tidligere lå i et indvindingsopland.



Figur 4-8 Kortlagte forureningslokaliteter. Data fra Region Sjælland.

Det ses af Figur 4-8 at der er et flertal af de kortlagte forureningslokaliteter som beliggende omkring Kalundborg by i delområdet Røsnæs-Asnæs. Der findes dog også en del kortlagte forureningskilder i delområderne Havnsø og Kalundborg, mens antallet af forureningskilder inden for delområde Kattrup er begrænset. Vidensniveauet for de kortlagte forureningslokaliteter er primært enten på V1 eller både V1 og V2. Inden for indvindingsoplandene ligger 31 kortlagte forureningslokaliteter, hvoraf der er 7 lokaliteter som er V1 kortlagte, 19 lokaliteter som er V2 kortlagte og 5 lokaliteter som er både V1 og V2 kortlagte. Der kan være kortlagte arealer tilknyttet samme lokalitetsnummer.

4.3.2 Øvrige forureningskilder

Ud over de kortlagte jordforureninger er der en række øvrige potentielle kilder til grundvandsforurening.

Spildevandsanlæg

Spildevandsanlæg, spildevandstanke og spildevandsledninger kan udgøre en forureningsrisiko for grundvandet. Spildevandet fra de kloakerede dele af indvindingsoplandene ledes til de kommunale renselanlæg. Spildevandsledninger fra huse til renselanlæg kan give forurening med miljøfremmede stoffer og bakterier, hvis ledningerne er gamle og utætte. I det åbne land har flere ejendomme nedsivningsanlæg. Der er risiko for, at miljøfremmede stoffer og bakterier herfra ender i grundvandet. Især hvor der er flere nedsivningsanlæg i et område, kan der være risiko for grundvandsforurening.

Sprøjtemidler

I landzonen kan der være risiko for udvaskning af sprøjtemidler og nedbrydningsprodukter heraf fra fladekilder og især punktkilder i form af fylde- og vaskepladser. U hensigtsmæssig indretning af fylde- og vaskepladser kan resultere i spild af sprøjtemidler. Herudover har gartnerier, frugtplantager og planteskoler ofte et stort forbrug af sprøjtemidler. Gårdspladser kan udgøre en mulig forureningsrisiko, da der ofte har været anvendt ukrudtsmidler, ligesom det flere steder har været almindeligt at anvende gårdspladserne som fylde- og vaskeplads.

Der kan der være risiko for påvirkning fra sprøjtemidler fra anvendelse i parcellushaver, på sportspladser, kirkegårde og golfbaner samt langs jernbaner, stier, veje og andre befæstede arealer.

Vejsalt

Vejsaltning kan påvirke kloridindholdet i grundvandet. I GEUS' rapport fra 2009 /6/ anføres, at vejsaltning sandsynligvis påvirker grundvandets kvalitet i boringer omkring byer og langs trafikintensive veje, men at der ud fra det eksisterende datamateriale i Jupiter, kun er et meget begrænset antal boringer, hvor vejsalt har medført en kloridkoncentration i grundvandet over drikkevandskriteriet. Vejsalt kan udgøre en lokal problemstilling i større byer og langs trafikintensive veje, der saltets intensivt.

Ubenyttede boringer og brønde

Brønde og boringer, som ikke er i brug, kan udgøre en forureningsrisiko, da de kan transportere forurening fra jordens overflade ned til grundvandsmagasinet. På den måde kan miljøfremmede stoffer ledes direkte ned i grundvandet. Brønde kan desuden være anvendt til bortskaffelse af affald. De kan derfor udgøre en særlig risiko.

5. Områdeafgrænsning

Den oprindelige udpegning af OSD/OD og NFI er foretaget af Vestsjællands Amt i regionplanen ud fra daværende eksisterende data. Den nu udførte kortlægning har tilvejebragt ny viden i forhold til de oprindelige udpegninger.

I denne redegørelse, der omfatter indvindingsoplande udenfor OSD, justeres ikke OSD, men der foretages mindre justeringer af OD. I dette kapitel redegøres for afgrænsningen af indvindingsoplande til almene vandværker samt nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO) indenfor indvindingsoplandenes afgrænsning.

De nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) er afgrænset på baggrund af vurderingen af grundvandsmagasinernes nitratsårbarhed i indvindingsoplande udenfor OSD. Indenfor NFI er afgrænset indsatsområder (IO), hvor der er behov for en særlig indsats i forhold til at beskytte grundvandet i forhold til nitrat.

Alle de nævnte områder udpeges formelt i en bekendtgørelse om udpegning af drikkevandsressourcer med hjemmel i vandforsyningsloven. Områderne vil herefter kunne ses i bekendtgørelsen og på Danmarks Miljøportal.

5.1 Indvindingsoplande

Med udgangspunkt i de opstillede grundvandsmodeller, se afsnit 3.1, er indvindingsoplandene til de almene vandværker beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er det areal på jordoverfladen, hvorunder grundvandet strømmer hen til den givne indvindingsboring. I denne redegørelse vises kun de administrative indvindingsoplande, som de er beskrevet i 3.3.3.

Til bekendtgørelsen om udpegning og administration af drikkevandsressourcer udpeges kun de indvindingsoplande til almene vandværker, som helt eller delvist er beliggende uden for OSD.

De administrative indvindingsoplande er en afgrænsning af de fuldt udviklede indvindingsoplande ved max. 200 års transporttid for de vandpartikler, der strømmer i de vandmættede jordlag hen mod boringerne tillagt en bufferzone på 300 m omkring indvindingsboringerne og én cellebredde i grundvandsmodellen i de øvrige dele af oplandene jf. GeoVejledning nr. 2 /g/ og præcisering af denne, /i/. Det svarer til en buffer på 100 m i modellerne for Holbæk Vest, Hvidebæk og Bjergsted og 50 m i modellerne for Røsnæs og Kattrup. Begrebet administrative oplande er indført for at sikre en robust udpegning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, der med relativt stor sikkerhed dækker over de virkelige oplande.

Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er beregnet ved "forward tracking" af "partikler" fra indvindingsboringerne i MIKE SHE grundvandsmodellerne for Holbæk Vest, Bjergsted og Hvidebæk. Der er placeret et antal partikler pr. celle i alle beregningslag. Partiklerne repræsenterer vandpartikler i undergrunden og modelsimuleringen følger deres vej gennem grundvandsmagasinerne. Modellerne er som nævnt kørt i 200 år for de administrative oplande. Indvindingsoplandene er afgrænset af det areal, som yderkanten af partikelbanerne beskriver mellem indvindingsboringerne og grundvandsspejlet. Udpegning af de områder, hvor grundvandet er mere end 200 år om at strømme hen til indvindingsboringerne, er ikke omfattet af nærværende redegørelse.

I modellerne for Røsnæs og Kattrup, der er opstillet i værktøjet GMS, er indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande beregnet ved "backward tracking" af "partikler" fra indvindingsboringerne. Her er partiklerne fulgt baglæns ved partikeltracking til grundvandsspejlet nær terræn. Princippet for afgrænsning af de administrative oplande ved 200 år er også fulgt i dette tilfælde.

Der er ikke beregnet et indvindingsopland til Mineslund og Asnæsgården, idet Asnæs ikke er omfattet af hverken en geologisk model eller en grundvandsmodel udover den regionale Sjællandsmodel. Der er derfor skønnet et opland med en radius på 300 m omkring indvindingsboringen.

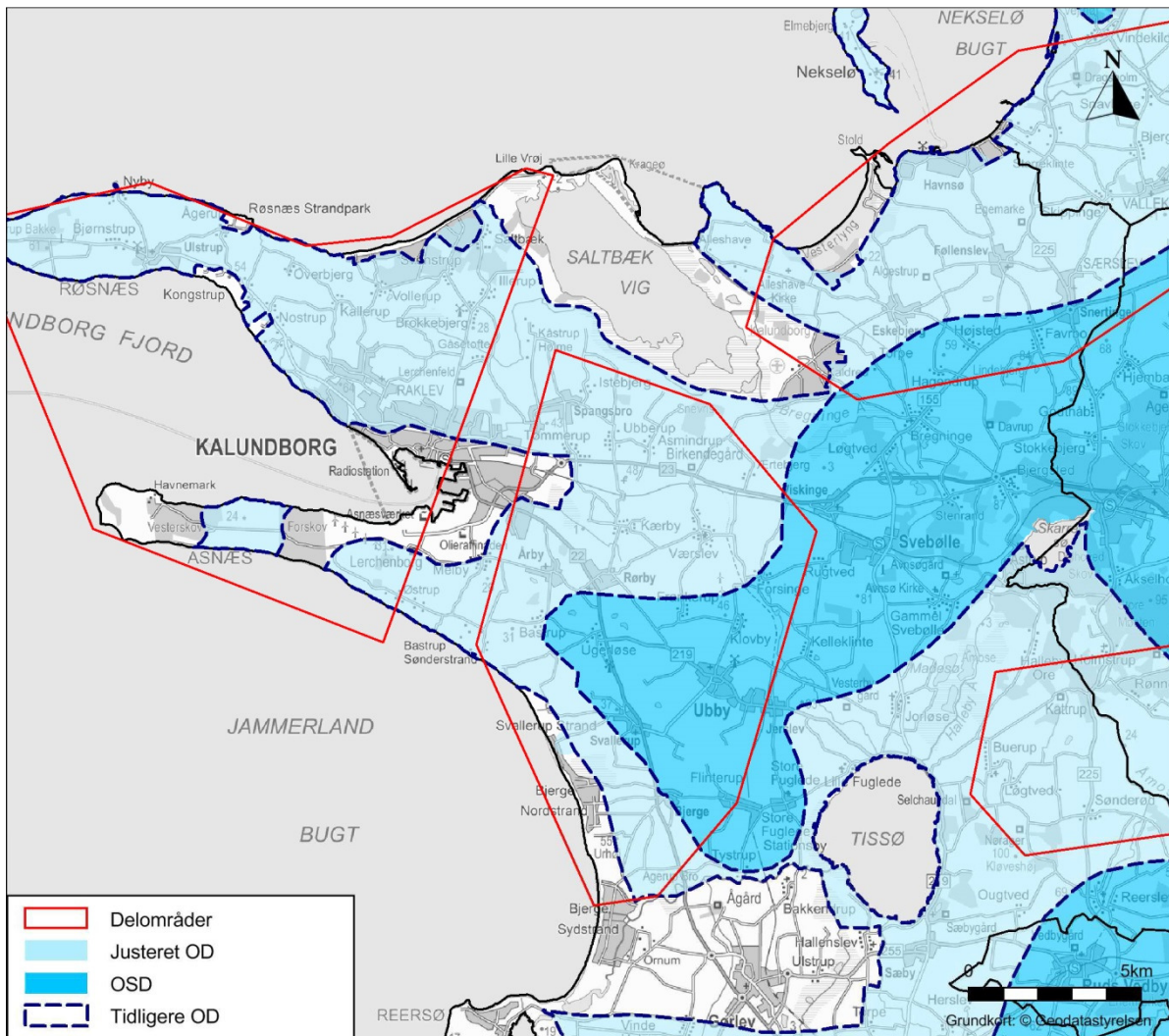
Efter beregning af indvindingsoplande i modellerne er foretaget, er det oplyst, at Vollerup Vandværk, som var inkluderet i den oprindelige kortlægning, er blevet nedlagt. Indvindingsoplandet til Vollerup Vandværk dannede oprindeligt et hul i indvindingsoplandet til det nærtliggende Vollerup Strand Vandværk, men dette hul er manuelt lukket i forbindelse med redegørelsen og randen af indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk er justeret en smule. Det betyder, at oplandets samlede areal er øget med ca. 5 %. Der er således ikke foretaget en fornyet oplandsberegning, men det manuelle justering sikrer, at et eventuelt genberegnet opland vil ligge indenfor det justerede opland.

Indvindingsoplandene fremgår af Figur 3-34.

Der er samtidig med beregningen af indvindingsoplandene foretaget en beregning af de grundvandsdannende oplande til vandværkerne vha. den opstillede grundvandsmodel, se afsnit 3.3.3, der nærmere redegør for grundvandsmodellen og disse beregninger.

5.2 Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og områder med drikkevandsinteresser (OD)

Vandværkerne, som behandles i denne redegørelsesrapport ligger alle uden for OSD, så kortlægningen har ikke givet anledning til justering af OSD. I oplandene til Gørlev Vandforsyning samt til Havnsø, Eskebjerg Enghave, Saltbæk Strandvænge, Hvide Klint, Brandsbjerg og Hjorthøj Vandværker er randen af OD justeret en smule, så alle oplandene omfattet af kortlægningen nu er beliggende indenfor OD, se Figur 5-1.



Figur 5-1 Afgrænsning af OD i delområderne.

5.3 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI)

Med udgangspunkt i kortlægningen afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder (NFI), hvor grundvandsmagasinerne er sårbare over for nitrat indenfor de almene vandforsynings indvindingsoplande.

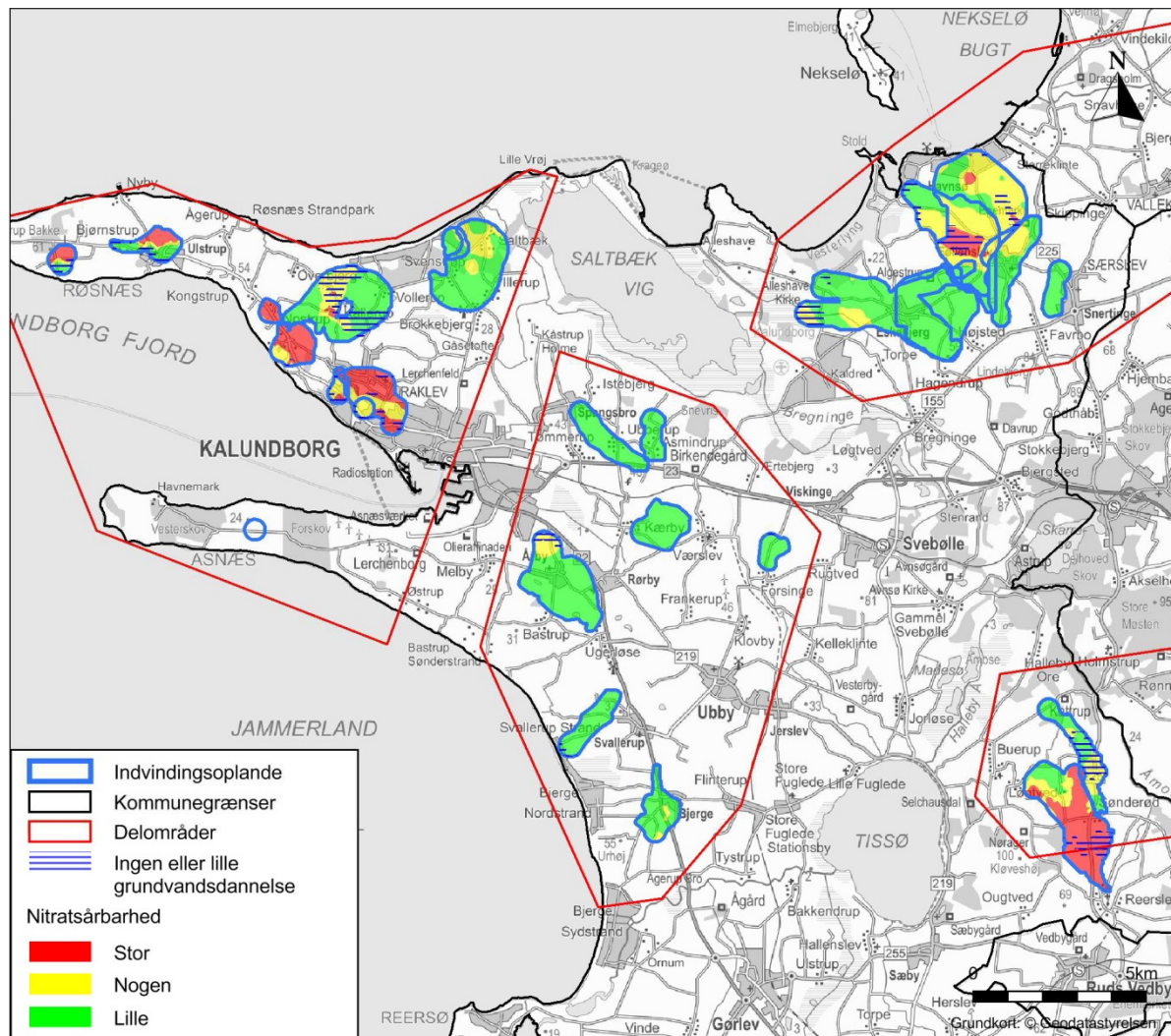
Afgrænsningen af nitratfølsomme indvindingsområder tager udgangspunkt i Miljøstyrelsens zoneringsvejledning, /d/, og Naturstyrelsens notat om sårbarhedsvurdering og udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder/e/. Nitratfølsomme indvindingsområder afgrænses, hvor grundvandsmagasinet har stor nitratsårbarhed, og hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet. Hvor grundvandsmagasinet har nogen nitratsårbarhed, og der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet afgrænses som udgangspunkt nitratfølsomme indvindingsområder, men der foretages dog en konkret vurdering af behovet for afgrænsning baseret på de vandkemiske forhold. Der afgrænses ikke nitratfølsomme indvindingsområder, hvor grundvandsmagasinet har lille nitratsårbarhed, uanset størrelsen af grundvandsdannelsen.

Det er vurderet, at områder med nogen eller stor nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, der er mindre en 5 ha, ikke afgrænses som NFI uanset vandtypen, da det vil være vanskeligt for kommunen at administrere så små arealer.

Områder med grundvandsdannelse er vurderet og præsenteret i kapitel 3, afsnit 3.3 (Hydrologiske forhold), mens de grundvandskemiske forhold, herunder nitratindhold er tolket og præsenteret i kapitel 6. Endelig er der i kapitel 3, afsnit 3.5 foretaget en sårbarhedszonering af de primære magasiner jf. /d/.

Grænsen mellem ingen/ringe grundvandsdannelse og nogen/stor grundvandsdannelse er vurderet at ligge ved 0 mm/år for alle magasiner. Dvs. områder, som ifølge grundvandsmodellerne har mindre grundvandsdannelse end 0 mm/år, vil ikke blive udpeget som nitratfølsomme.

På Figur 5-2 er den vurderede nitratsårbarhed vist sammen med områder med lille/ingen grundvandsdannelse.



Figur 5-2 Sårbarhed og grundvandsdannelse i indvindingsoplandene.

Af figur 5-2 fremgår det, at der sker grundvandsdannelse til de primære magasiner i langt størstedelen af alle indvindingsoplandene.

I indvindingsoplandene til Andaks, Asmindrup, Eskebjerg, Kærby, Rugtved-Forsinge, Særslev Vandværker samt til Gørlev Vandforsyning Vandværker afgrænses ikke NFI, da der overalt i oplandene er lille nitratsårbarhed.

I alle de øvrige indvindingsoplande er der i områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse foretaget en konkret vurdering af om de vandkemiske forhold betinger en afgrænsning af NFI.

Delområde Katstrup

I Indvindingsoplandet til Katstrup Hovedgård afgrænses NFI i alle områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, da der i vandværkets borerer findes en vandtype C2 med forhøjet sulfatindhold, der ikke kan udelukkes delvist at stamme fra påvirkning med kvælstof (nitrat) på overfladen. Jf. retningslinjerne fra /e/ skal der afgrænses NFI i områder med nogen nitratsårbarhed og med samtidig grundvandsdannelse hvis ikke et forhøjet eller stigende sulfatindhold alene kan henføres til oxidation med ilt. Et lille område med nogen nitratsårbarhed i den nordlige del af oplandet afgrænses ikke som NFI på grund af dets lille areal (< 5 ha).

Ved Buerup-Løgtved Vandværk afgrænses NFI i alle områder med nogen nitratsårbarhed på grund af den oxide-rede vandtype, der findes i vandværkets boring i KS1 og fordi der i de omtalte områder ikke findes vandkemiske data fra KS1.

Der afgrænses ikke NFI på 3 arealer indenfor området med stor nitratsårbarhed på trods af, at der dannes grundvand på arealerne. Det begrundes med deres meget begrænsede udbredelse samt at de alle er omgivet af områder med opadrettet gradient.

Delområde Kalundborg

I oplandet til Bjerger Strands Vandværk er der afgrænset NFI i to områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, da der i vandværkets boring filtersat i det øverste primære magasin, KS3 er et forhøjet sulfatindhold, der ikke kan udelukkes delvist at stamme fra påvirkning med kvælstof (nitrat) på jordoverfladen. Et nordøstligt område med nogen nitratsårbarhed er ikke afgrænset som NFI på grund af dets begrænsede udstrækning.

Samme forhold gør sig gældende i oplandet til Rørby-Årby Vandværk, hvor der ligeledes i en af vandværksboringerne i KS3 findes et forhøjet sulfatindhold, der kan skyldes nitratpåvirkning. Et lille område med nogen nitratsårbarhed er ikke afgrænset som NFI på grund af dets lille udstrækning.

Delområde Havnsø

I oplandene til Havnsø og Føllenslev Vandværker er der i enkelte vandværksboringer filtersat i det øverste magasin fundet forhøjede og/eller stigende sulfatkoncentrationer, der ikke kan udelukkes delvist at stamme fra påvirkning med kvælstof (nitrat) på jordoverfladen. Derfor afgrænses NFI i områder med nogen nitratsårbarhed, hvor der samtidigt dannes grundvand til magasinet. I to mindre områder i indvindingsoplandet til Havnsø Vandværk afgrænses NFI, da der er tale om 2 små områder, med en udbredelse på mindre end 5 ha, som begge er helt omkranset af NFI.

Modsat afgrænses der ikke NFI i oplandene til Eskebjerg Enghave Vandværk og Græsmarkens Vandværk undtagen i de dele der også er omfattet af oplandet til Havnsø Vandværk, hvor nitratsårbarheden jo vurderes for det mere overfladenære magasin KS2.

I borerer på de to vandværker findes reducerede vandtyper i de øverste primære magasiner (KS3 og Grøn-sandskalk) med lave og stabile sulfatkoncentrationer og intet tyder på umiddelbar overfladepåvirkning, der kunne betinge en NFI afgrænsning.

Delområde Røsnæs-Asnæs

De nitratfølsomme indvindingsområder i indvindingsoplandene til Hellesklint og Ulstrup Vandværker omfatter områder med stor nitratsårbarhed samt områder med nogen nitratsårbarhed, hvor der samtidig sker grundvandsdannelse. I oplandet til Hellesklint Vandværk er der i en af vandværksboringerne fundet nitrat (i KS3), mens vandet i KS2 er reduceret. Det vidner om inhomogene geologiske forhold, og derfor afgrænses området med nogen nitratsårbarhed som NFI.

I oplandet til Ulstrup Vandværk er der i vandværkets boring i KS3 fundet en meget høj sulfatkoncentration. Boringen står i et område med lille nitratsårbarhed, men det er ikke usandsynligt, at der nedsiver nitratholdigt vand i området med nogen nitratsårbarhed opstrøms boringen. Derfor afgrænses dette som NFI.

Begge oplande til Hjorthøj Vandværk afgrænses som NFI i hele deres udstrækning. Der er generelt stor nitratsårbarhed og kun begrænsede områder med nogen nitratsårbarhed samt nitratholdigt vand i borerne filtersat i det øverste primære magasin, KS2. Det kan derfor ikke udelukkes, at der sker påvirkning med kvælstof (nitrat) på jordoverfladen i områderne med nogen nitratsårbarhed og derfor afgrænses disse sammen med områderne med stor nitratsårbarhed som NFI. I det sydøstlige opland findes et lille område med opadrettet gradient, men da det er af begrænset udbredelse og næsten helt omgivet af NFI, afgrænses det også som NFI.

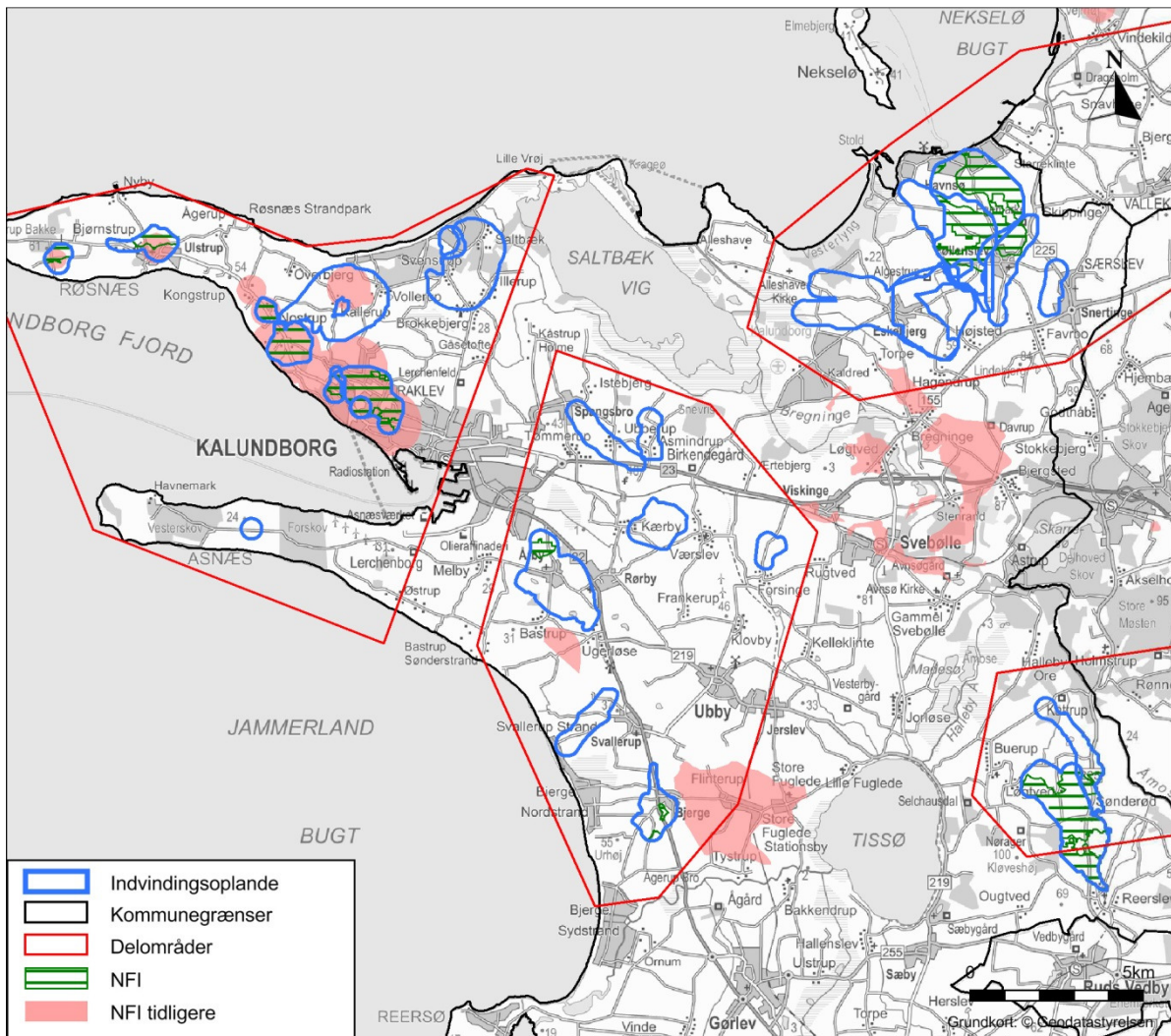
I oplandene til Hjorthøj Vandværk, Trøjeløkkevej 4A og til Brandsbjerg Vandværk afgrænses NFI i områder med nogen nitratsårbarhed, hvor der samtidig sker grundvandsdannelse. Det skyldes, at der i alle vandværksboringerne i det øverste primære magasin (KS2) findes nitrat, og det kan derfor ikke udelukkes, at der sker nedsvivning af nitrat i områderne med nogen nitratsårbarhed. Enkelte ganske små områder med opadrettet gradient er inddraget i NFI. Modsat er et enkelt lille område med nogen nitratsårbarhed ikke afgrænset som NFI, da det er mindre end 5 ha og næsten omkranset af områder med opadrettet gradient, hvor der heller ikke er afgrænset NFI.

I oplandet til Vollerup Strand Vandværk afgrænses ikke NFI i områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, idet der i alle borerne filtersat i det øverste primære magasin (KS4) er fundet den stærkt reducerede vandtype D, som indikerer et lavt og stabilt sulfatindhold uden tegn på overfladepåvirkning. Området med stor nitratsårbarhed, hvor der også sker grundvandsdannelse, har en udstrækning på under 5 ha, og derfor afgrænses der af administrative årsager ikke NFI her.

Boringerne til Hvide Klint Vandværk og Saltbæk Strandvænge Vandværk er alle filtersat i KS4. I oplandene er der generelt lille nitratsårbarhed, med der findes også områder med nogen nitratsårbarhed, hvor der dannes grundvand. I flere af borerne tilhørende Saltbæk Strandvænge Vandværk er der et forhøjet sulfatindhold, men det vurderes at stamme fra påvirkningen med residualt saltvand i magasinet og dermed ikke fra påvirkning med nitrat. I boringen tilhørende Hvide Klint Vandværk er der fundet vandtype D. Derfor afgrænses der ikke NFI i de to oplande.

I oplandet til Mineslund og Asnæsgården afgrænses ikke NFI idet sårbarheden vurderes at være lille i hele oplandet.

På Figur 5-3 er vist de afgrænsede nitratfølsomme indvindingsområder. Der er taget udgangspunkt i sårbarhedszoneringen i områder med grundvandsdannelse. Figuren viser samtidigt de eksisterende NFI. Eksisterende NFI indenfor indvindingsoplandene bortfalder med denne redegørelse. Eksisterende NFI udenfor de kortlagte indvindingsoplande bevares undtagen i delområde Røsnæs-Asnæs, hvor de eksisterende NFI udenfor oplandene er afgrænset på baggrund af ældre oplandsberegninger. Her bortfalder NFI udenfor de nye beregnede oplande.



Figur 5-3 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandene.

5.4 Indsatsområder (IO)

Inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænses indsatsområder (IO), hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet i forhold til nitrat. Afgrænsningen sker på baggrund af en konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af grundvandsressourcerne.

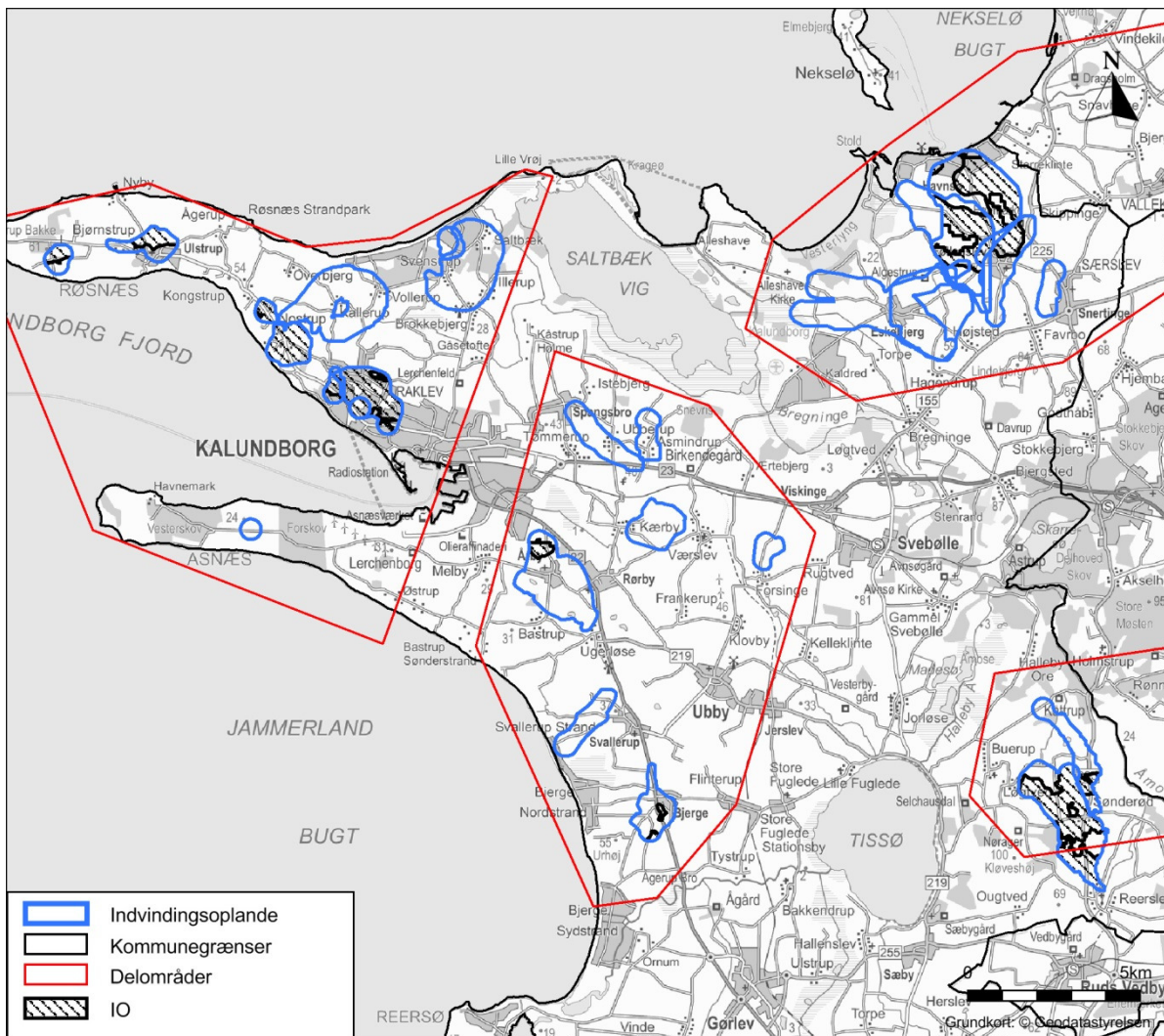
Det er vurderet at større sammenhængende områder (5 ha) med skov, mose, fredning og vådområde, hvorfra der som udgangspunkt kun sker en begrænset nitratudvaskning, ikke afgrænses som indsatsområder af administrative årsager. Samtidigt afgrænses der heller ikke IO, hvor blot en lille del af ovennævnte områder strækker sig ind i NFI, såfremt denne lille del ligger i kanten af NFI eller har en beliggenhed, der gør, at den manglende afgrænsning ikke vil forstyrre kommunens muligheder for at administrere i den øvrige del af NFI.

Hvis arealanvendelsen eller forureningstruslen på ikke afgrænsede arealer i NFI senere ændres, kan der blive behov for at justere udpegningen.

Dele af arealanvendelsen i de nitratfølsomme indvindingsområder udgøres af landbrugsarealer, hvorfra der er eller potentielt kan være en relativ høj nitratudvaskning. Disse arealer afgrænses som indsatsområder, da det vurderes, at der er behov for en særlig beskyttelse med hensyn til nitrat.

I NFI i oplandene til Buerup-Løgtved Vandværk, Hjorthøj Vandværk og Brandsbjerg Vandværk er der på enkelte arealer indenfor NFI ikke afgrænset IO på grund af beliggenheden af fredskov og/eller beskyttet natur. I de øvrige områder er NFI og IO sammenfaldende.

Vurderet ud fra sårbarheden og arealanvendelsen i området udgør indsatsområderne de arealer, som er vist på Figur 5-4.



Figur 5-4 Indsatsområder (IO) i indvindingsoplandene.

6. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger

I dette kapitel sammenfattes problemstillinger, som grundvandskortlægningen har belyst i indvindingsoplandene. For almene vandforsyninger er der specifikt givet en sammenfatning i kapitel 6.2. Til det videre brug af kortlægningens resultater i forbindelse med indsatsplanlægning henvises til "Vejledning om indsatsplaner" /h/. I vejledningens afsnit om foranstaltninger og retningslinjer findes inspiration til valg af indsatser.

6.1 Problemstillinger inden for indvindingsoplandene

I nærværende afsnit er der givet en kort opsummering af grundvandsmæssige problemstillinger i de undersøgte indvindingsoplande udenfor OSD i Kalundborg Kommune. For en mere detaljeret beskrivelse henvises der til afsnit 6.2.

6.1.1 Nitrat

Kortlægningen har vist, at de primære grundvandsmagasiner i langt hovedparten af de undersøgte indvindingsoplande udenfor OSD har lille eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. På Røsnæs er sårbarheden generelt noget større og en stor del af arealet indenfor indvindingsoplandene her har stor nitratsårbarhed. Inden for områder med nogen eller stor nitratsårbarhed, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinerne, er der i de fleste tilfælde afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er dog i flere tilfælde ikke afgrænset NFI indenfor områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, da de vandkemiske forhold i disse områder ikke indikerer påvirkning med nitrat fra overfladen.

Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det er vurderet, at der er behov for en særlig indsats over for nitrat, se afsnit 5.4. Indsatsens indhold og omfang fastlægges i forbindelse med indsatsplanlægningen.

6.1.2 Sprøjtemidler

Der er kun fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i KS2 og KS3. Det primære problemstof er nedbrydningsproduktet BAM, men der er desuden fund af aktivstofferne atrazin, bentazon og dichlorprop samt nedbrydningsprodukterne 4-chlor-2-methylphenol, 4-CPP, desethylatrazin, desisopropylatrazin og ethylthiourea (ETU). Ved seneste analyse er der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet i indvindingsoplandene til Brandsbjerg Vandværk, Havnsø Vandværk, Hjorthøj Vandværk – Trøjeløkkevej, Kattrup Hovedgård Vandværk og Kærby Vandværk.

De aktuelle midler er i dag enten på forbudslisten, eller anvendelsen er underlagt restriktioner.

6.1.3 Andre stoffer



Der er forurening af grundvandet med olie på 3 lokaliteter inden for oplandene (Eskebjerg Enghave Vandværk, Eskebjerg Vandværk og Vollerup Strand Vandværk) og forurening af grundvandet med lossepladsperkolat på en lokalitet inden for det sydlige opland til Hjorthøj Vandværk. Der er dog ingen detektioner af disse stoffer i afgangsvandet på de pågældende vandværker.

Der er/har været detektioner af oliestoffer i afgangsvandet på Føllenslev Vandværk, Havnsø Vandværk, Hjorthøj Vandværk, Mineslund+Asnæsgården, Saltbæk Strandenge Vandværk og Ulstrup Vandværk, men flere af disse er ikke verificeret ved senere analyser, og koncentrationerne har ligget langt under drikkevandskravene. Der er desuden detekteret klorerede kulbrinte forbindelser på Saltbæk Strandenge Vandværk og Ulstrup Vandværk, men igen enkelt-detektioner langt under drikkevandskravene.

Naturligt forekommende stoffer

I grønsandskalken samt i KS4 i kystnære områder er grundvandet ofte stærkt påvirket af havsalt. Herudover er der typisk forhøjede koncentrationer af arsen og fosfor i grundvandet fra de kvartære sandlag, men disse stoffer nedbringes i tilfredsstillende omfang ved vandbehandlingen. I de kystnære områder er der ofte problemer med forhøjet indhold af opløst organisk stof (NVOC) i de kvartære sandmagasiner.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en række V1-kortlagte forureningslokaliteter beliggende inden for indvindingsoplandene. Lokaliteterne er generelt prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker

I dette afsnit beskrives problemstillinger ved de enkelte almene vandforsyninger. Der henvises til "Vejledning om indsatsplaner" /h/ afsnittene om foranstaltninger og retningslinjer som inspiration til valg af indsatser.

6.2.1 Sammenfattende beskrivelse ved Andaks Vandværk

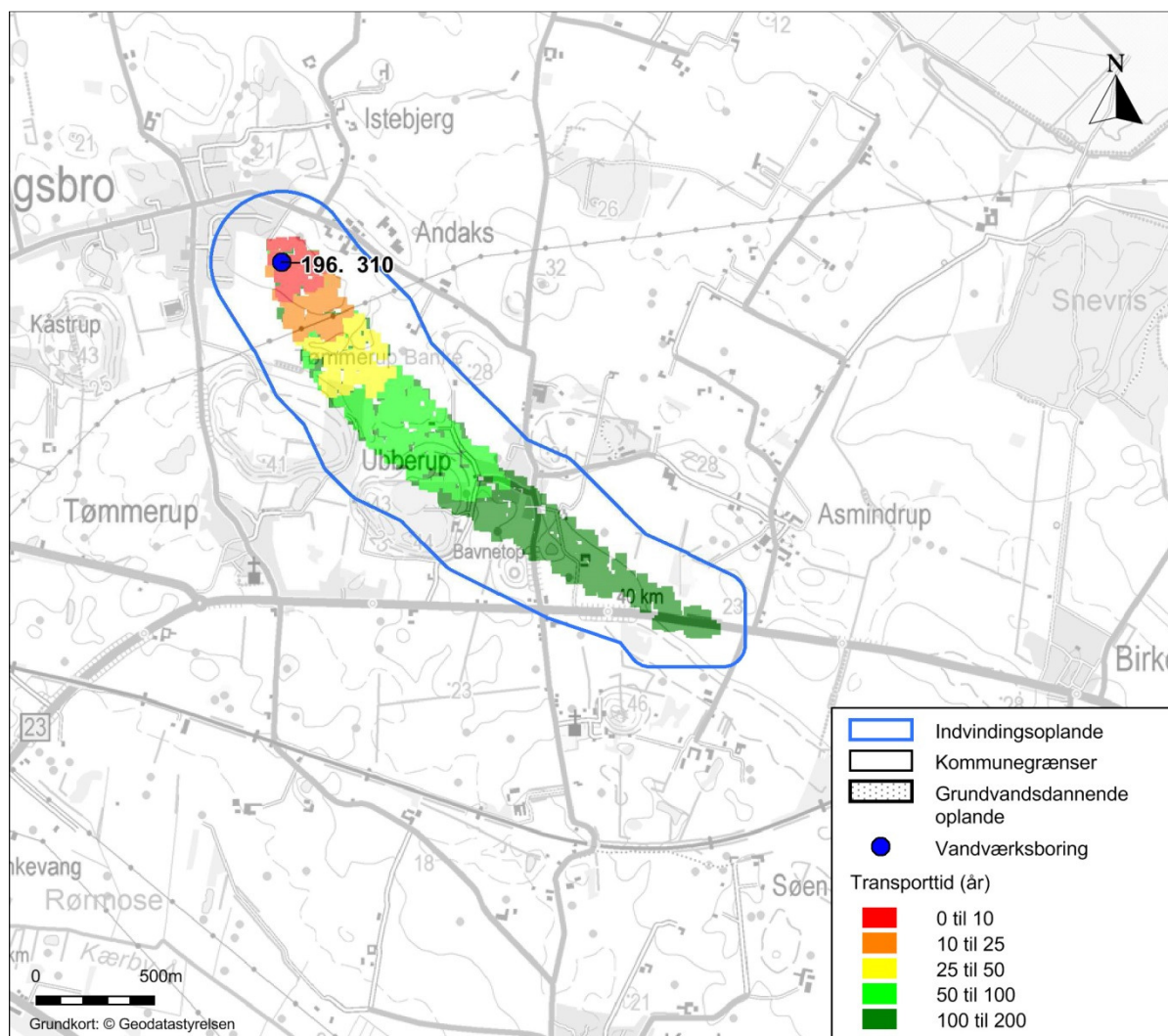
Andaks Vandværk er beliggende i delområde Kalundborg og har én aktiv boring, DGU nr. 196.310. Boringen indvinder fra grundvandsmagasinet KS3 i dybden 28,8 -30,5 m u.t. Magasinet er beskyttet af 20-50 m ler i hele oplandet. Redoxgrænsens beliggenhed kan ikke bestemmes nøjagtigt inden for oplandet, men foreslås baseret på dybdeintervaller fra 2 boringer placeret 4 m u.t. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-1 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Andaks Vandværk.

Figur 6-1 Forståelsesmodel for Andaks Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 6.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets boring beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod boringen. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringen. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-2.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-2 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-2 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger jævnt fordelt mellem 0 og 200 år.



Figur 6-2 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i boring DGU nr. 196.310 er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Grundvandet er stærkt reduceret og klassificeres som redoxvandtype D.

Sulfatindholdet er 11 mg/l, og der er påvist både sulfid og methan i boringen, hvilket vidner om et stærkt reduceret grundvandsmiljø. Koncentrationer af redoxparametre virker generelt uproblematisk, men vandværket har store problemer med at overholde drikkevandskravene for ammoniak/ammonium og nitrit, ligesom der gentagne gange har været overskridelser af jern og mangan. Dette tyder på utilstrækkelig iltning og filtrering af råvandet.

Med en ionbytningsgrad på 1,41 er grundvandet væsentligt ionbyttet, hvilket stemmer overens med de overliggende tykke lerlag. Et forhøjet kloridindhold på 120 mg/l viser, at grundvandet er saltpåvirket. Formentlig af marint residualvand.

Grundvandet er let kalkovermættet, og der er ikke fundet aggressiv kuldioxid i boringen.

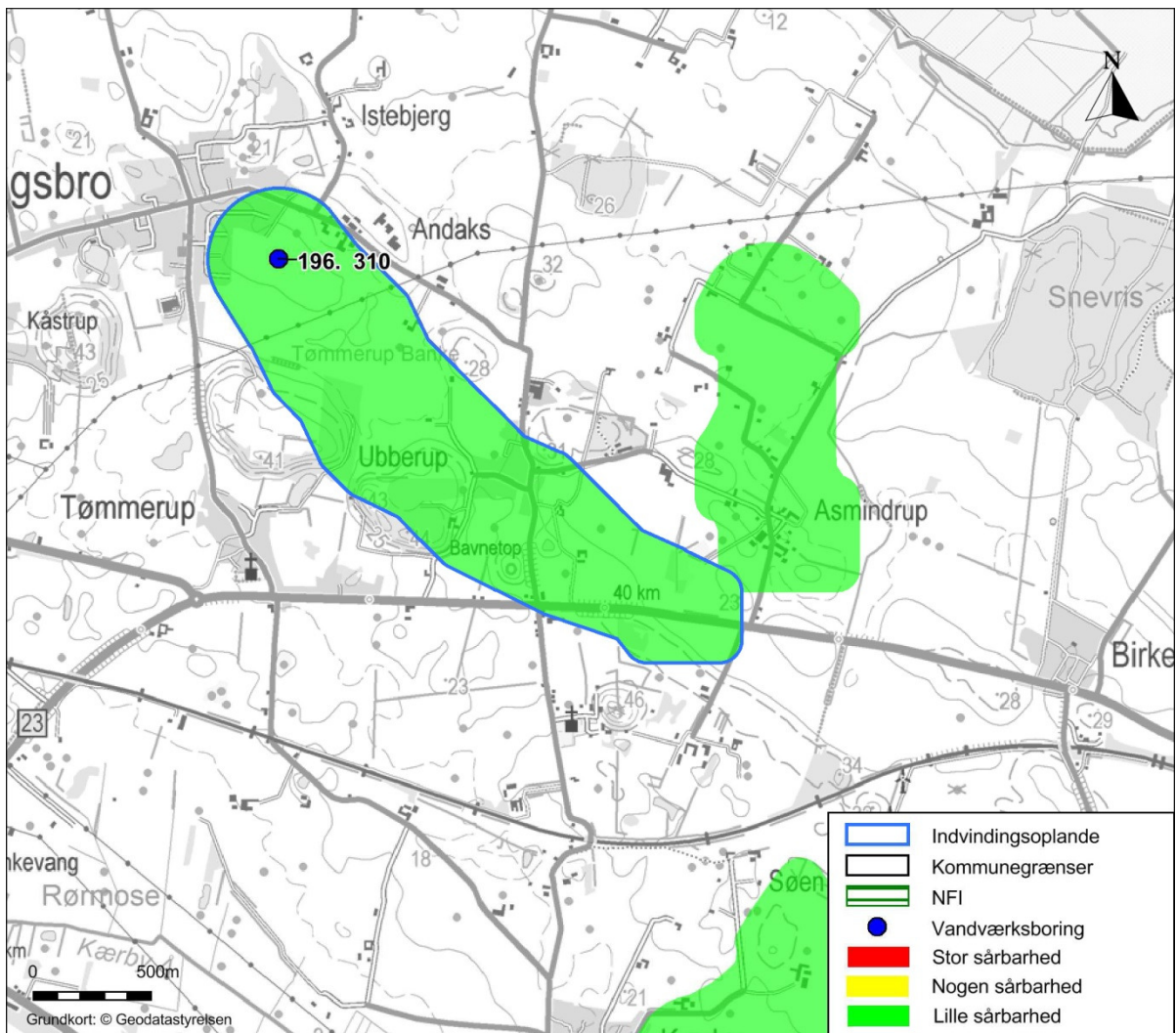
Koncentrationen af arsen er forholdsvis høj (4,6 µg/l), men ligger dog under drikkevandskravet. Koncentrationen af fosfor i råvandet er til gengæld 0,23 mg/l og overskrider således drikkevandskravet. Vandværket har dog generelt ikke problemer med at nedbringe fosforkoncentrationen ved normal vandbehandling, og indholdet anses således ikke som problematisk.

Der er aldrig detekteret pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkets indvindingsboring eller afgangsvand. Afgangsvandet er ligeledes analyseret for BTEXN og klorerede kulbrinte forbindelser uden detektioner.

Der er ingen tidlige udvikling i grundvandskvaliteten.

Sårbarhed

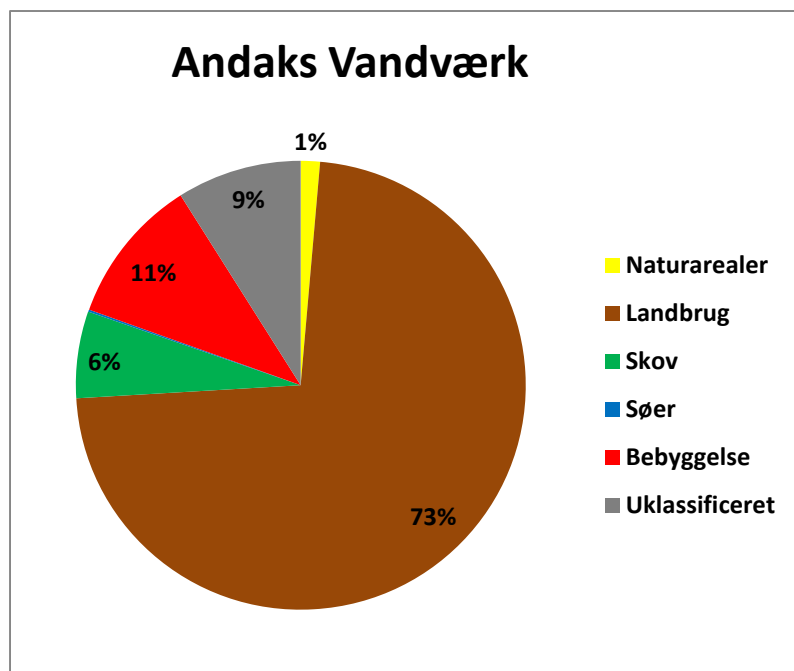
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet er lille i hele oplandet. Der er ikke afgrænset NFI indenfor oplandet på grund af den store reducerede lertykkelse, se Figur 6-3.



Figur 6-3 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Andaks Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (73 %) og i mindre omfang bebyggelse (11 %), uklassificeret areal (9 %) og skov (6 %), se Figur 6-4.



Figur 6-4 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Andaks Vandværk.

Der er kortlagt tre forureningslokaliteter inden for indvindingsoplandet til vandværket, jf. Figur 6-5. På de to V2-lokaliteter er der fundet forurening med henholdsvis olieprodukter og lossepladsperskolat i jorden.

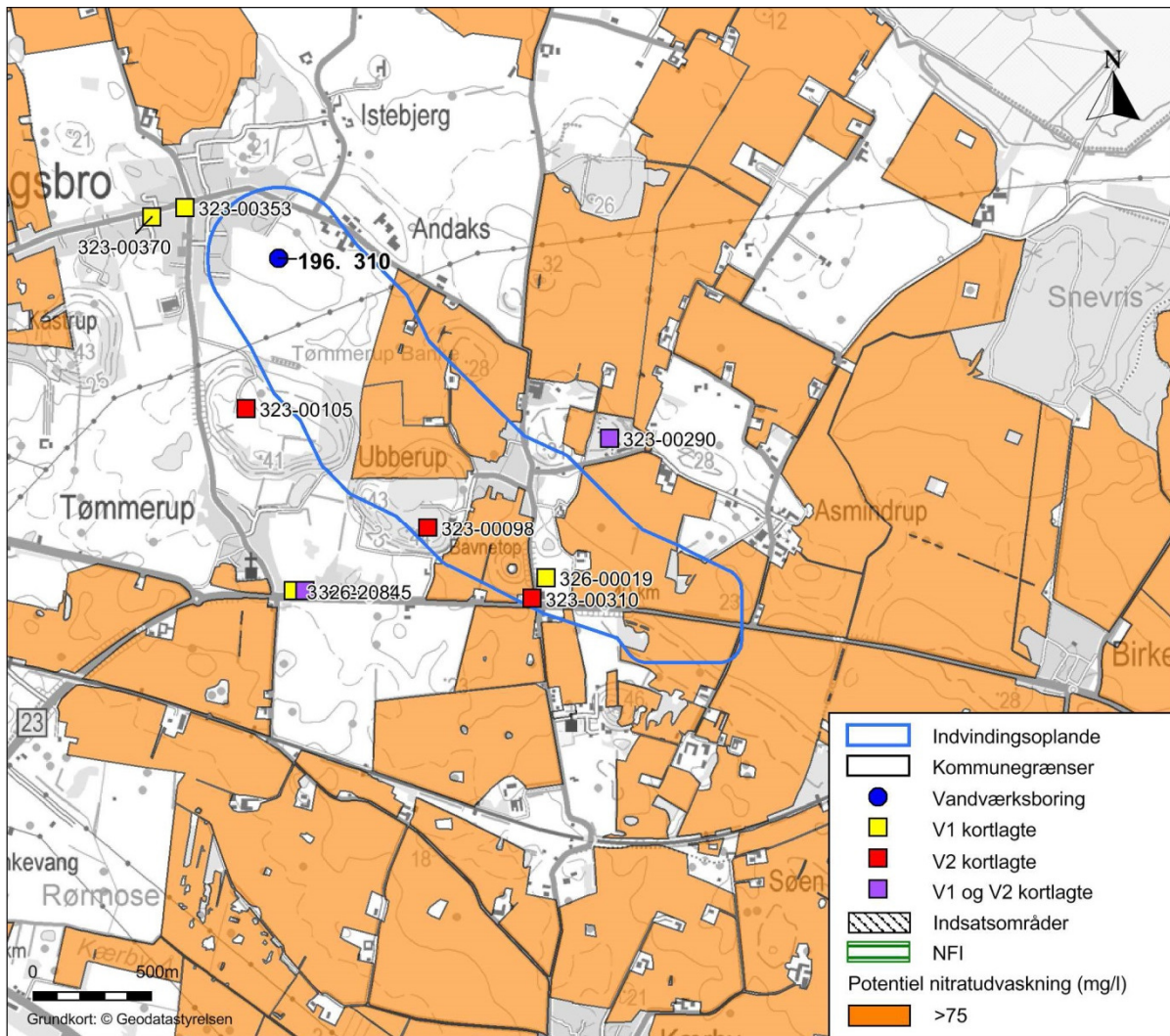
Lokalitet nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00098	Keldbjerg-Rakkerbanke, Kalundborg	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2	Lossepladsperskolat i jord	Videregående undersøgelser
323-00310	Vognmand Th. Nielsen, Kalundborg	Salg af benzin og olie	V2	Olieprodukter i jord	Videregående undersøgelse
326-00019	Olieforurening, Kalundborg	Uheld	V1		Øvrig branche/aktivitet, undersøgelse

Figur 6-5 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Andaks Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-6 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 55,1 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til Andaks Vandværk.



Figur 6-6 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Andaks Vandværk.

6.2.2 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Andaks Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 har lille nitratsårbarhed i hele indvindingsoplandet, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i oplandet.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværksvandet.

Naturligt forekommende stoffer

Arsenindholdet ligger tæt på drikkevandskravet og fosforindholdet (total-P) overskrider drikkevandskravet i det oppumpede grundvand, men i det udpumpede drikkevand overholdes grænseværdierne.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en V1-kortlagt forureningslokalitet beliggende indenfor indvindingsoplandet. Lokaliteten er prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2.3 Sammenfattende beskrivelse ved Asmindrup Vandværk

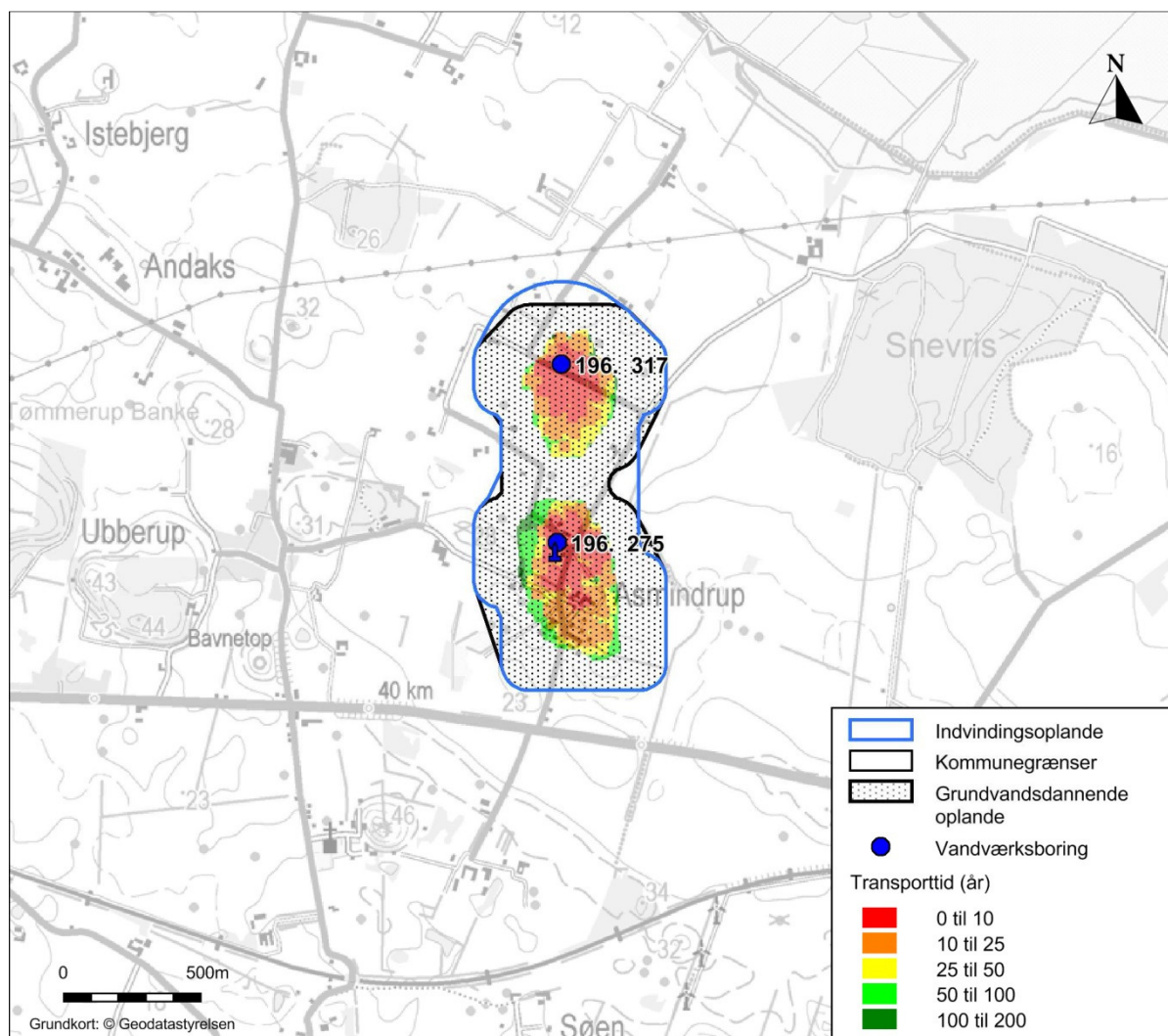
Asmindrup Vandværk er beliggende inden for delområde Kalundborg og har to aktive boringer, DGU nr. 196.317 og 196.275. Begge boringer indvinder fra grundvandsmagasinet KS3, der inden for indvindingsoplandet overalt er beskyttet af 20-40 m ler. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 3,6 m u.t. i indvindingsoplandet. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-7 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Asmindrup Vandværk.

Figur 6-7 Forståelsesmodel for Asmindrup Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 15.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-8.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-8 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-8 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 25 år.



Figur 6-8 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er stærkt reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Sulfatindholdet er 15-20 mg/l, og grundvandet klassificeres som vandtype D.

Indholdet af jern er forholdsvis højt og ligger på 3,3-4,6 mg/l, men ellers virker koncentrationerne af redoxparametrene generelt uproblematisk. Der har tidligere været gentagne overskridelser af drikkevandskravet for ammoniak/ammonium og nitrit, samt få overskridelser for mangan. De senere år har vandværket dog ikke haft nogen problemer med at overholde grænseværdierne.

Med ionbytningsforhold på 1,31-1,42 er grundvandet væsentligt ionbyttet, hvilket umiddelbart stemmer godt overens med de tykke lerdæklag. Grundvandets indhold af klorid er forhøjet (101-110 mg/l), og grundvandet er således let saltpåvirket, formentlig af marint residualvand.

Den beregnede kalkmætningsgrad viser let kalkovermættet grundvand i begge borer.

Koncentrationen af arsen er 9,1-12 µg/l og ligger dermed væsentlig over drikkevandskravet på 5 µg/l. Arsen kan udfældes sammen med jern ved normal vandbehandling, og grundet råvandets høje indhold af jern, har vandværket ikke problemer med at overholde grænseværdien i afgangsvandet. Det samme gælder for fosfor (total-P), hvor grundvandet indeholder 0,17-0,22 mg/l. Indholdet af opløst organisk stof (NVOC) er 3-5,3 mg/l i råvandet, hvilket ligger omkring drikkevandskravet på 4 mg/l. NVOC kan ikke nedbringes ved normal vandbehandling, og som følge heraf har der også været enkelte overskridelser i afgangsvandet.

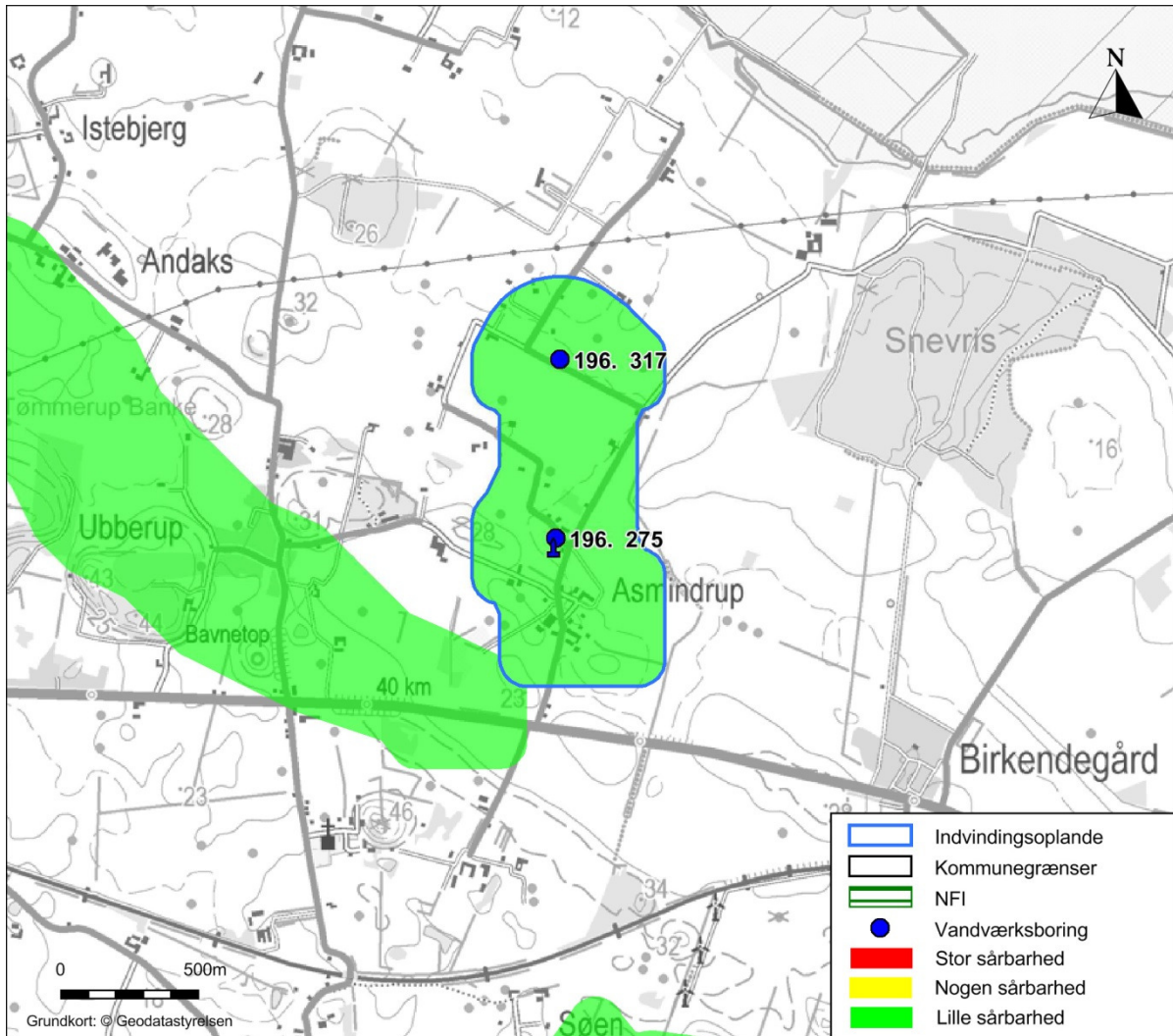
Indholdet af nikkel i afgangsvandet har i alle analyser frem til 2012 ligget på 0-0,45 µg/l, bortset fra en analyse fra 2014, hvor der blev målt en koncentration på 36 µg/l, hvilket er væsentlig over drikkevandskravet på 20 µg/l. Ved seneste analyse fra 2015 er indholdet 0,22 µg/l, og det anses for givet, at analyseresultatet fra 2014 burde være 0,36 µg/l.

Der er ikke påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i borerne, men der er dog en enkelt detektion af BAM (0,018 µg/l) i afgangsvandet i 2009. Denne påvisning er dog ikke blevet verificeret i de efterfølgende analyser. Afgangsvandet er desuden analyseret for BTEXN samt klorerede kulbrinte forbindelser uden detektioner.

Grundvandets indhold af både sulfat og klorid er stabilt og der er ingen uhensigtsmæssig grundvandskemisk udvikling.

Sårbarhed

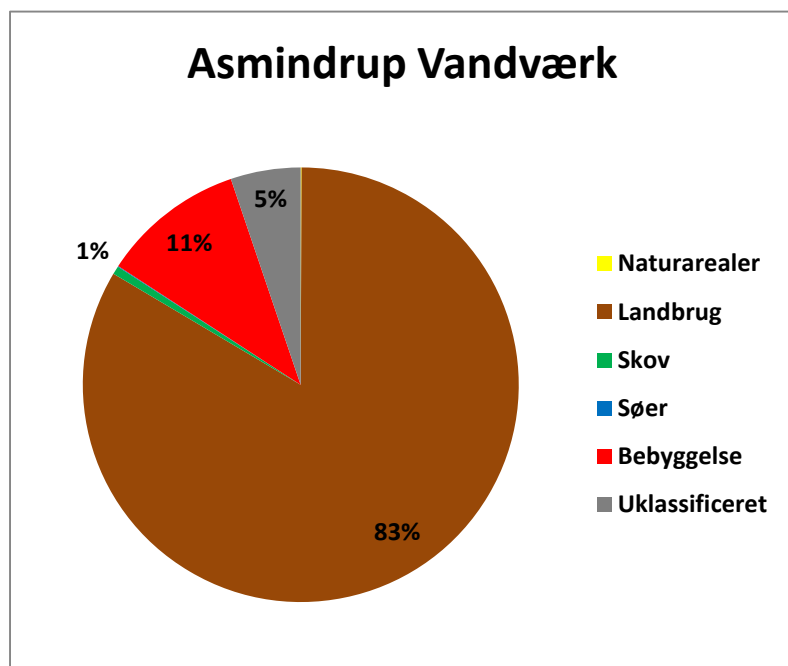
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet er lille i hele oplandet. Der er ikke afgrænset NFI indenfor oplandet på grund af den store reducerede lertykkelse, se Figur 6-9.



Figur 6-9 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Asmindrup Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (83 %) og i mindre omfang bebyggelse (11 %) og uklassificeret areal (5 %), se Figur 6-10.



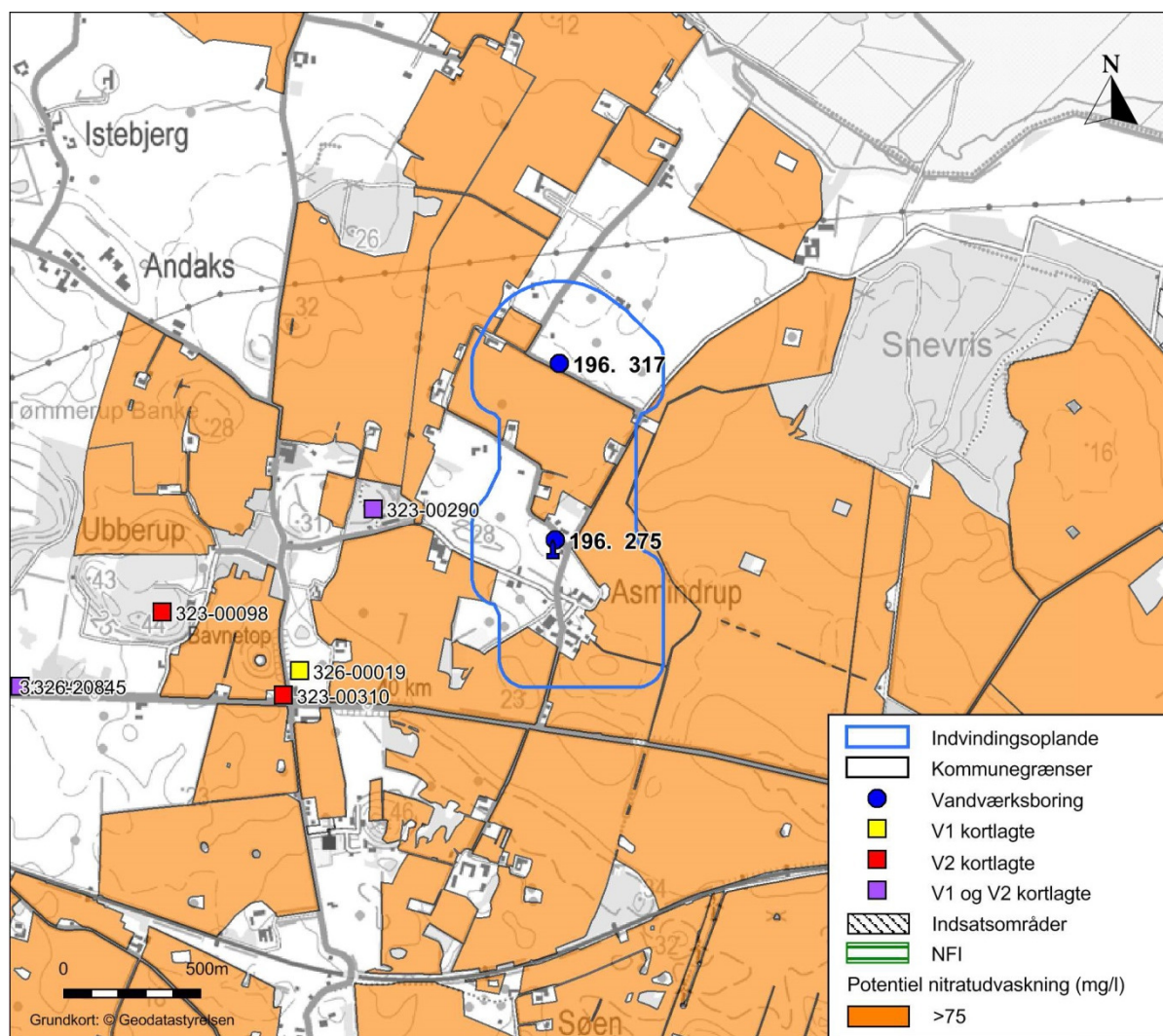
Figur 6-10 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Asmindrup Vandværk.

Der er ingen forureningskortlagte lokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-11 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 65,9 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområder (IO) i indvindingsoplandet til Asmindrup Vandværk.



Figur 6-11 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Asmindrup Vandværk.

6.2.4 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Asmindrup Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 i hele indvindingsoplandet har lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er beskyttende lerlag over magasinet. Dvs. der er ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder i dette opland og heller ikke afgrænset indsatsområder.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet hverken pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet. Der foreligger en enkelt detektion af BAM fra 2009 (0,018 µg/l) i det udpumpede vandværksvand. Stoffet er ikke fundet hverken før eller siden.

Miljøfremmede stoffer

Der er aldrig detekteret øvrige miljøfremmede stoffer i det udpumpede vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Indhold af arsen og fosfor (total-P) overskrider drikkevandskravene i det oppumpede grundvand, men i det udpumpede drikkevand overholdes grænseværdierne. NVOC overskrider drikkevandskravet i den ene boring (DGU nr. 196.275).

6.2.5 Sammenfattende beskrivelse ved Bjerge Strands Vandværk

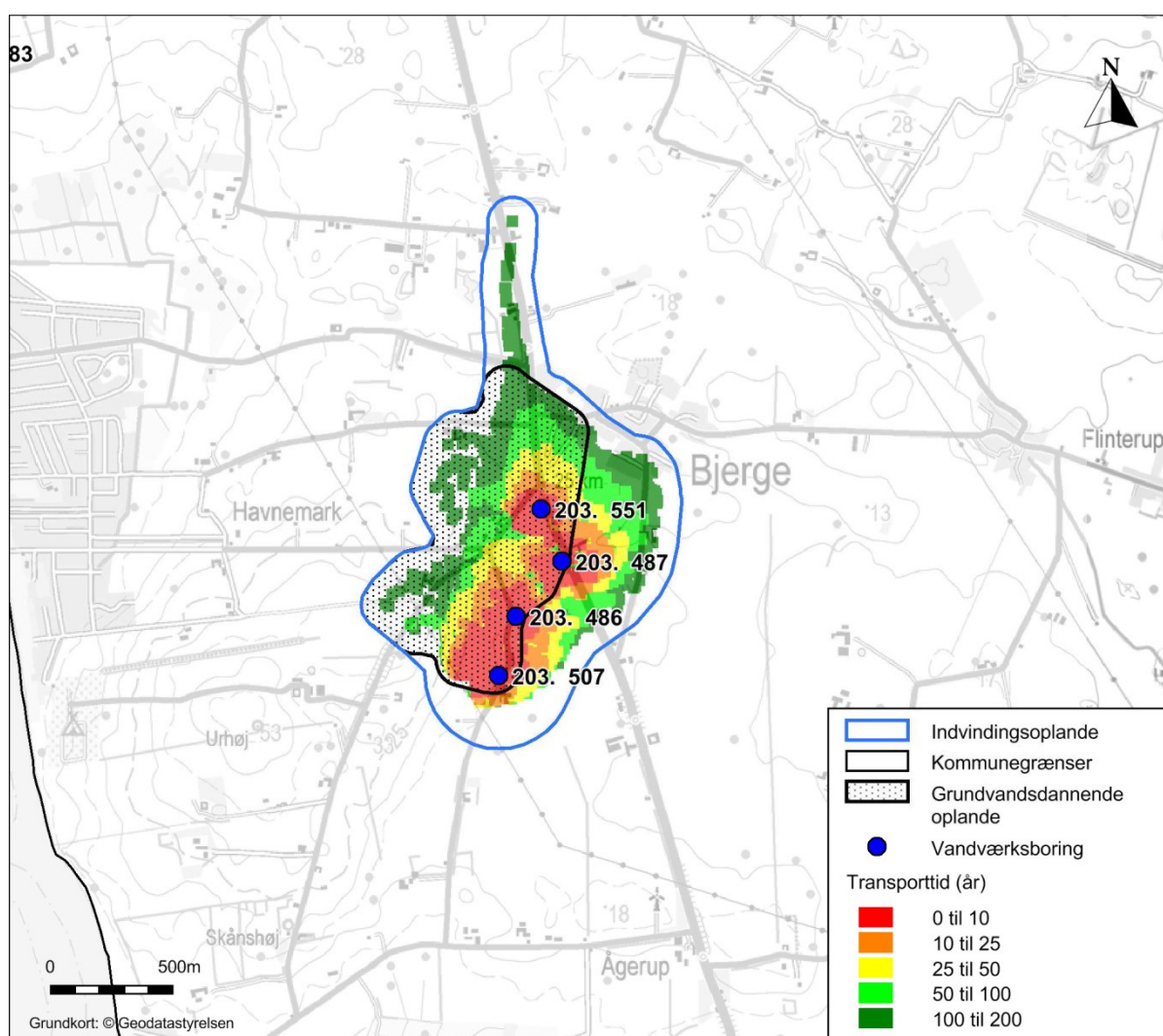
Bjerge Strands Vandværk har 4 aktive borer, DGU nr. 203.507, som indvinder fra grundvandsmagasinet KS3, og de øvrige borer, DGU nr. 203.486, 203.487 og 203.551, som indvinder fra KS4. Dæklaget over KS3 har, inden for indvindingsoplandet, en tykkelse på 15- 50 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 4,6 m u.t. Grundvandet er reduceret i KS3 og stærkt reduceret i KS4. Der er på Figur 6-12 optegnet profilsnit i indvindingsoplandet til Bjerge Strands Vandværk.

Figur 6-12 Forståelsesmodel for Bjerge Strands Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 45.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-13.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-13 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-13 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger jævnt fordelt mellem 0 og 200 år.



Figur 6-13 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I DGU nr. 203.551, 203.487 og 203.486, der alle indvinder fra KS4, er grundvandet af den stærkt reducerede vandtype D, mens grundvandet i DGU nr. 203.507, der indvinder fra KS3, er af den reducerede type C1. Sulfatindholdet i de tre dybeste boringer er på 8,7-19 mg/l, mens det i DGU nr. 203.507 er let forhøjet med en koncentration på 58 mg/l. Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk, men vandværket har problemer med at overholde drikkevandskravet for nitrit. Herudover har der været enkelte overskridelser af ammoniak/ammonium, jern og mangan.

Med ionbytningsforhold på 1,12-1,51 er grundvandet svagt til væsentligt ionbyttet, i overensstemmelse med de tykke overliggende lerlag. Grundvandet er ikke saltpåvirket, idet kloridindholdet i grundvandet ligger på 33-43 mg/l, med undtagelse af DGU nr. 203.551 der har et let forhøjet indhold på 59 mg/l.

Grundvandet er kalkmættet, og der er som forventet ikke påvist aggressiv kuldioxid i nogen af vandværkets boringer.

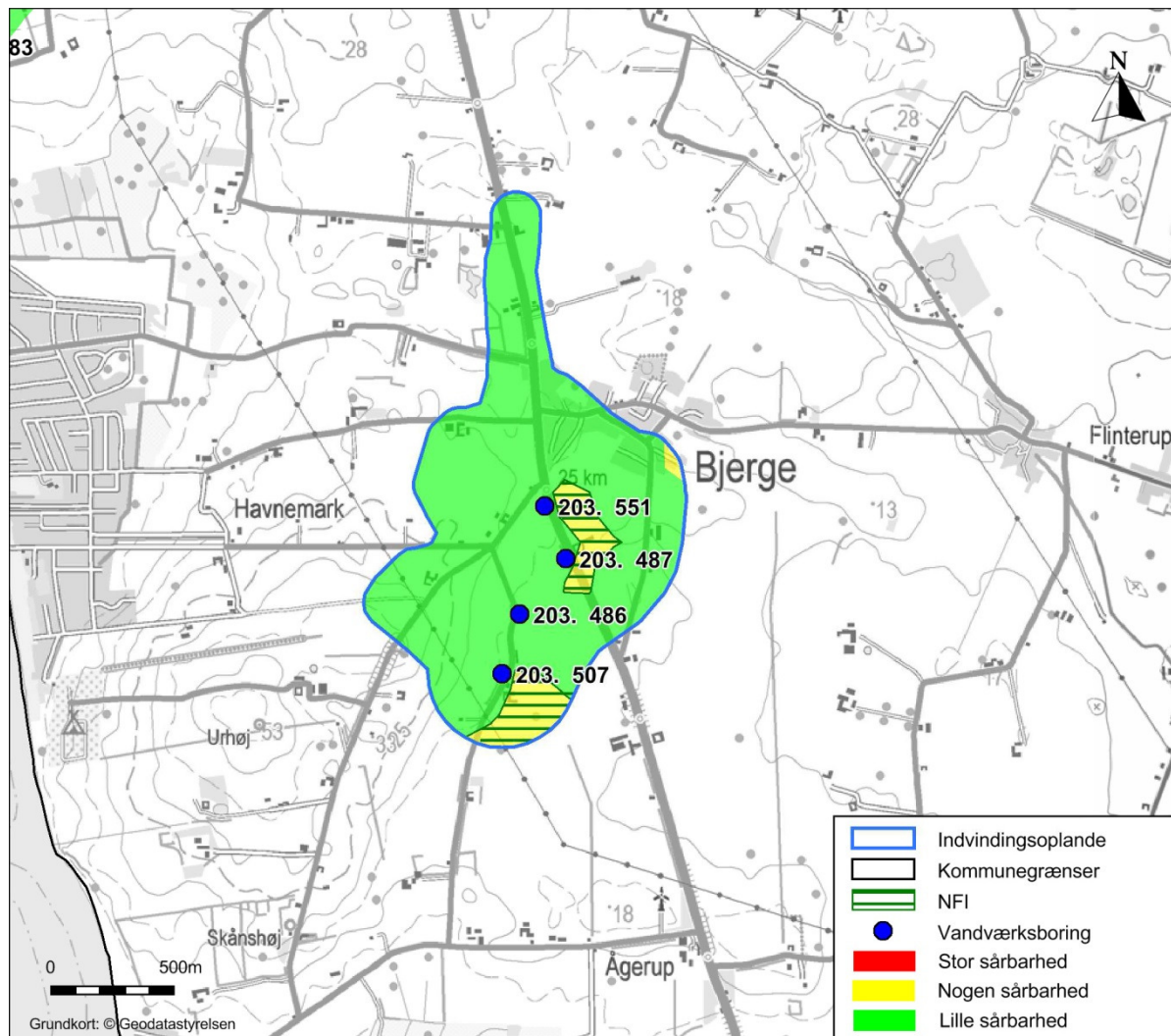
Fosforindholdet i DGU nr. 203.507 er 0,17 mg/l, og det ligger dermed lige over drikkevandskravet. Det samme gør sig gældende for arsen i DGU nr. 203.486, som har et indhold på 5,1 µg/l. Både fosfor og arsen udfældes sammen med jern på vandværket, og de pågældende koncentrationer har derfor ikke vist sig problematiske for kvaliteten af vandværkets afgangsvand.

Grundvandet er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt MTBE uden detektioner, mens DGU nr. 203.507 og 203.551 ligeledes er analyseret for BTEXN og olie uden detektioner. Afgangsvandet er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, klorerede kulbrinte-forbindelser og BTEXN, ligeledes uden detektioner.

Klorid- og sulfatindholdet er stabilt i alle fire boringer.

Sårbarhed

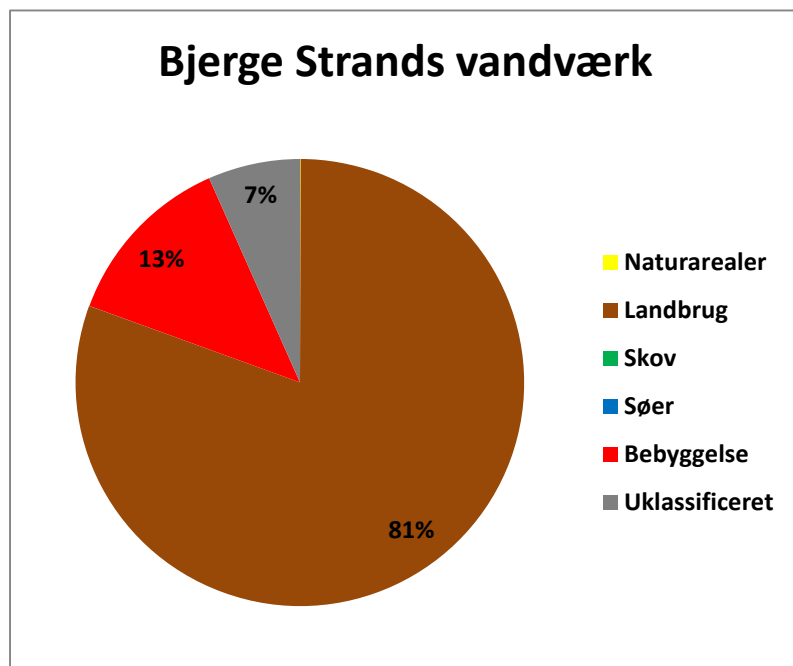
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet er nogen eller lille i hele oplandet. Der er afgrænset NFI i områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse på grund af det let forhøjede sulfatindhold i boring DGU. nr. 203.507, se Figur 6-14. Der er dog ikke afgrænset NFI på det lille areal med nogen nitratsårbarhed ved Bjerger, da det vurderes at være for vanskeligt for kommunen at administrere i forhold til NFI og IO på et så lille areal.



Figur 6-14 Nitratsårbarhed og nitratsfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Bjerger Strands Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for Bjerg Strand Vandværk er hovedsageligt domineret af landbrug (81 %) og i mindre omfang bebyggelse (13 %) og uklassificeret areal (7 %), se Figur 6-15.



Figur 6-15 Arealanvendelsen i indvindingsoplandene til Bjerge Strands Vandværk.

Inden for indvindingsoplandet er der kortlagt tre forureningslokaliteter på vidensniveau V2, hvor der på alle lokaliteter er fundet oliekomponenter i jorden, jf. Figur 6-16.

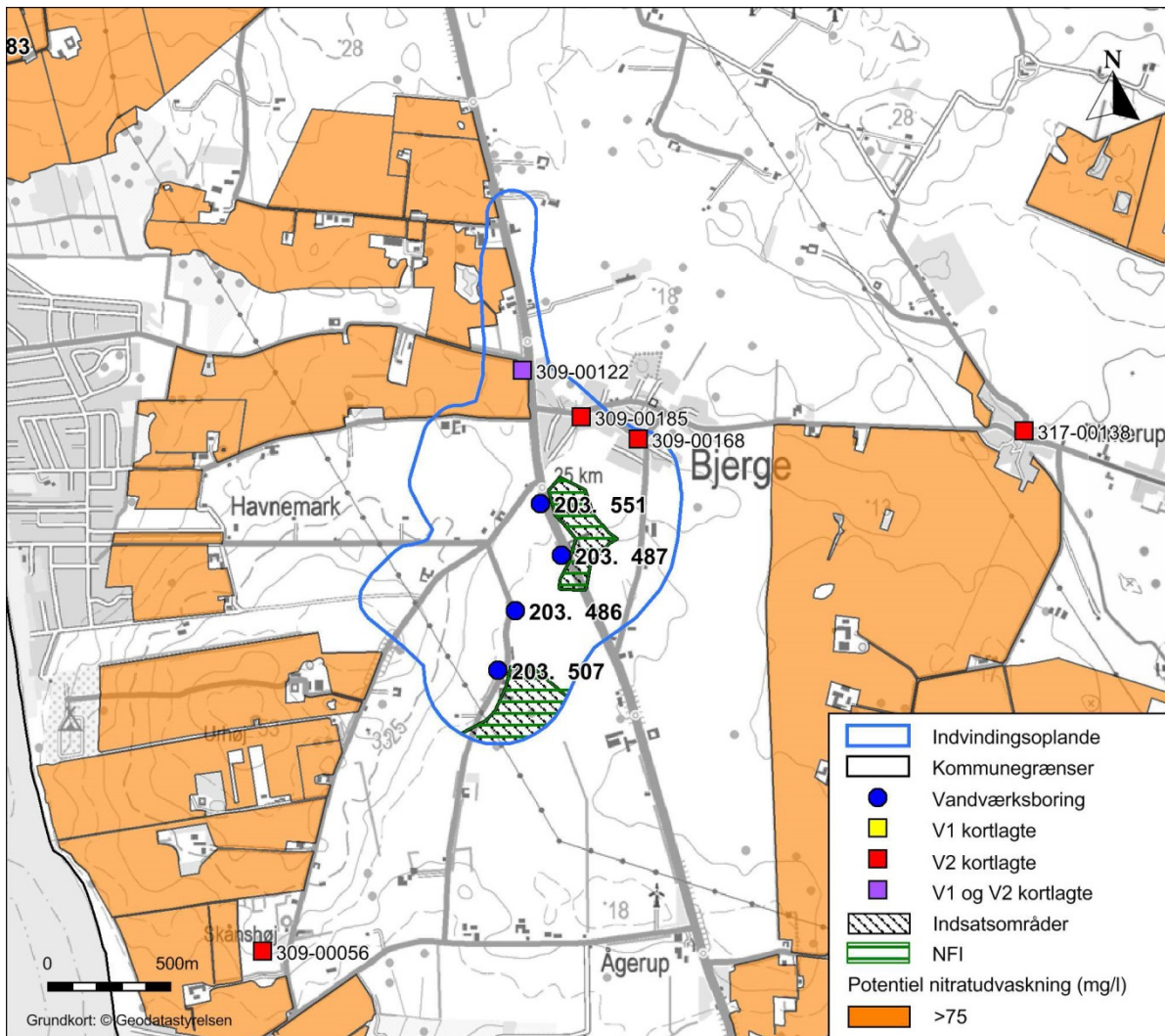
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
309-00122	DK-Benzin, Store-Fuglede	Salg af benzin og olie	V1 og V2	BTEX (sum af benzen, toluen ethylbenzen og xylen) i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats
309-00168	Bjerge Købmands-handel, Store-Fuglede	DK-Benzin, Store-Fuglede	V2	Kerosen i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats
309-00185	Olieforurening, Store-Fuglede	Villaolietank	V2	Fyringsolie i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats

Figur 6-16 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Bjerge Strands Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-17 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i e opland ligger på ca. 49,8 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er der afgrænset indsatsområder (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-17 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Bjerge Strands Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder

6.2.6 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Bjerge Strands Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 i hele indvindingsoplandet har lille eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. I områder med nogen nitratsårbarhed, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvanddannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er dog ikke afgrænset NFI på det lille areal med nogen nitratsårbarhed ved Bjerge, da det vurderes at være for vanskeligt for kommunen at administrere i forhold til NFI og IO på et så lille areal. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i grundvand eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet har forhøjede indhold af arsen og fosfor (total-P), men drikkevandskrav overskrides kun i én boring, og i det udpumpede drikkevand overholdes grænseværdierne.

6.2.7 Sammenfattende beskrivelse ved Brandsbjerg Vandværk

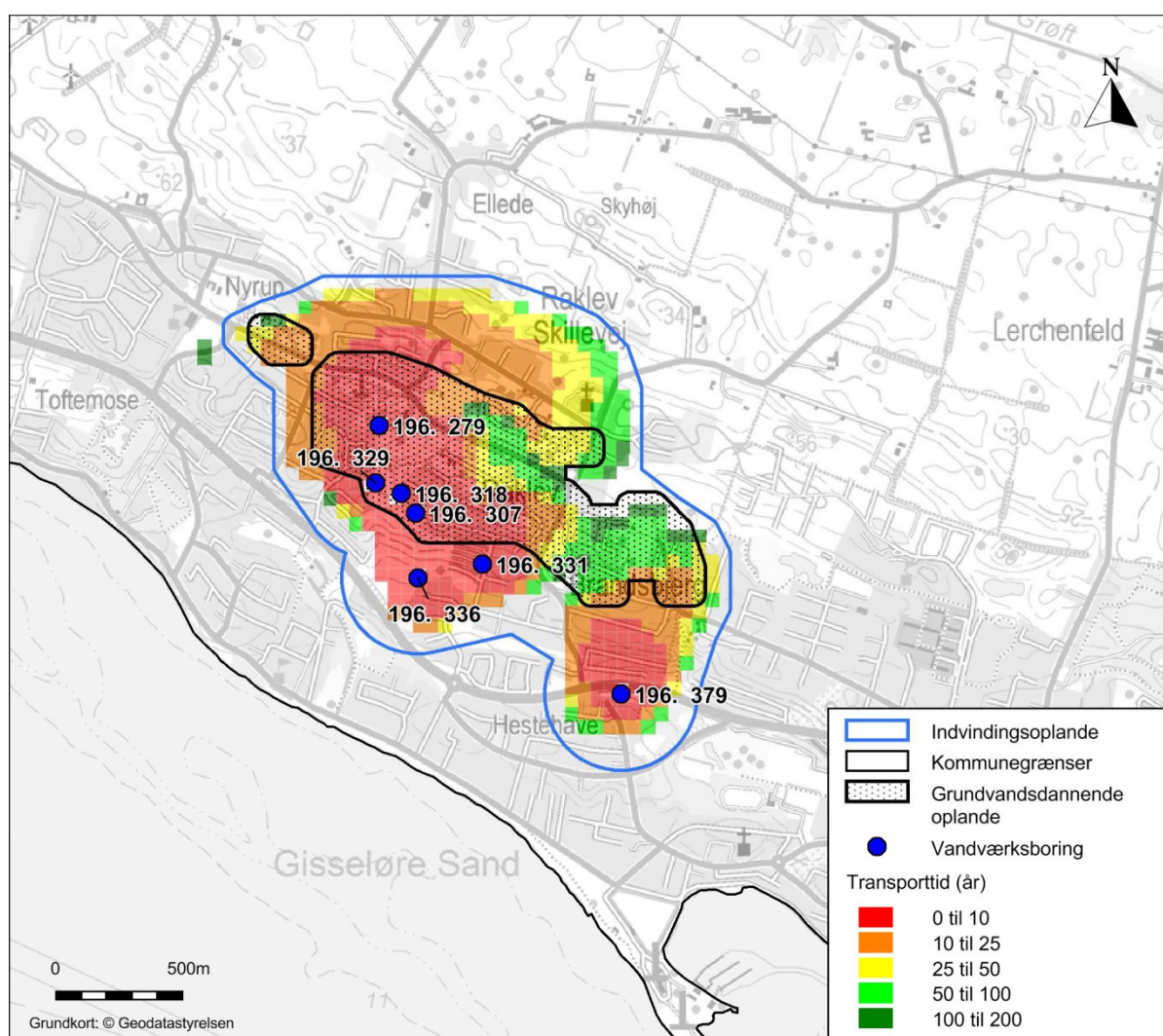
Brandsbjerg Vandværk har 7 aktive boringer, hvor af en enkelt boring (DGU nr. 196.318) er filtersat i KS2, 4 boringer (DGU nr. 196.329, 196.331, 196.336 og 196.379) er filtersat i KS3 og 2 boringer (DGU nr. 196.279 og 196.307) i KS4. Dæklagstykkelsen over KS2 varierer imellem 0 og 30 m, men dog med en hovedvægt på intervallet 0-5 m. I den sydlige del af oplandet er der mindre områder, hvor dæklagstykkelsen er over 15 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 7,7 m u.t. I den enlige boring til KS2 er grundvandet en blanding af oxideret og reduceret vand, i KS3 er grundvandet svagt reduceret til oxideret, og i KS4 er grundvandet reduceret til stærkt reduceret. Der er på figur 6-18 optegnet profilsnit i indvindingsoplandet til Brandsbjerg Vandværk.

Figur 6-18 Forståelsesmodel for Brandsbjerg Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 170.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-19.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-19 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-19 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 25 år.



Figur 6-19 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Boringerne i indvindingsoplandet til Brandsbjerg Vandværk har indtag i KS2, KS3 og KS4. Boringerne med indtag i det dybeste magasin KS4, DGU nr. 196.279 og 196.307, indeholder reduceret til stærkt reduceret grundvand af redoxvandtyperne C1 og D. I KS3 er der 4 boringer (DGU nr. 196.349, 196.336, 196.329 og 196.194) der indeholder den svagt reducerede vandtype C2, mens de resterende 3 boringer har et nitratindhold på 7,71-8,9 mg/l og dermed klassificeres som den oxiderede vandtype B (DGU nr. 196.379 og 196.331) eller blandingsvand (DGU nr. 196.223). Den sidste boring i oplandet er DGU nr. 196.318, der indvinder fra KS2, og hvor grundvandet ligeledes er klassificeret som blandingsvand pga. høje indhold af både jern (1,3 mg/l) og nitrat (8,1 mg/l).

Med undtagelse af de 2 dybe vandindvindingsboringer, der har sulfatindhold på 4-25 mg/l, har de resterende boringer forhøjede koncentrationer af sulfat på 88-220 mg/l, og grundvandet i mange af boringerne er dermed stærkt påvirket af pyritoxidation. Desuden har 3 boringer jernindhold på 3,4-4,8 mg/l som potentielt kunne udgøre et problem, da mængder højere end 3 mg/l er svære at nedbringe tilfredsstillende ved normal vandbehandling. Af disse 3 boringer er det dog blot den ene boring, DGU nr. 196.329, som er en indvindingsboring til Brandsbjerg Vandværk, mens de to øvrige er hhv. en indvindingsboring til Hjortshøj Vandværk (DGU nr. 196.349), samt en sløjfet boring tilhørende Brandsbjerg Vandværk (DGU nr. 196.194). De øvrige vandværksboringer har et jernindhold på 0,075-1,6 mg/l, men vandværket har dog haft gentagne overskridelser af drikkevandskravet for jern. De øvrige redoxparametre i vandindvindingsboringerne er umiddelbart uproblematisk, og selvom der tidligere ligeledes har været enkelte overskridelser for både nitrit, mangan og ammoniak/ammonium, har vandværket ikke haft nogen problemer med at overholde drikkevandskravene i nyere tid.

Grundvandet i de to dybe boringer er let til væsentligt ionbyttet, med ionbytningsgrader på 1,26-1,32. Magasinet har ca. 60 m dæklag, men grundvandet har ligeledes kloridkoncentrationer på 210-380 mg/l og er således saltpåvirket. På baggrund af de lave sulfatindhold, og de forholdsvis høje ionbytningsgrader formodes det, at saltpåvirkningen stammer fra reduceret marint residualvand. Påvirkningen ses ligeledes i mindre grad i de øvrige boringer der har kloridkoncentrationer på 64-110 mg/l.

Grundvandet er stort set i kalklige vægt, og der er således ikke påvist aggressiv kuldioxid i boringerne.

Da hverken klorid eller natrium kan nedbringes ved normal vandbehandling, har vandværket i enkelte tilfælde frem til 2010 haft overskridelser af grænseværdierne. I de to dybe boringer er koncentrationen af fosfor i grundvandet over drikkevandskravet, men dette udfældes sammen med jern på vandværket, og idet vandværket aldrig har overskredet grænseværdien i afgangsvandet, anses dette ikke som problematisk.

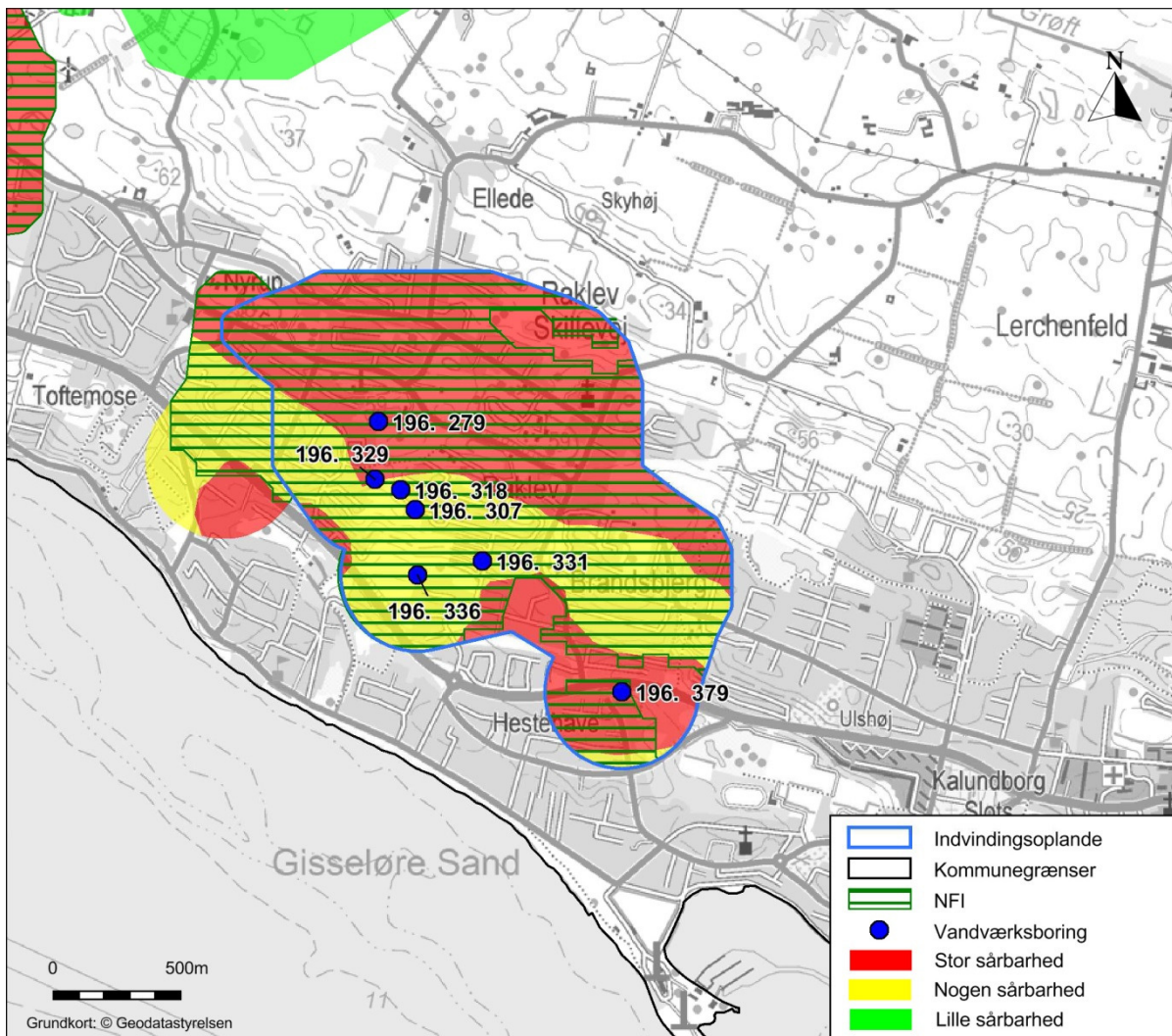
Der er aldrig fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i de to dybe boringer DGU nr. 196.307 og 196.279 der har indtag i KS4, og den sløjfede boring DGU nr. 196.194 er aldrig analyseret for miljøfremmede stoffer. I alle de øvrige boringer er der påvist BAM, dog kun over grænseværdien i DGU nr. 196.379, hvor der ved seneste analyse i 2013 blev fundet 0,11 µg/l. I denne boring er BAM-koncentrationen steget over tid, mens koncentrationerne i de øvrige boringer generelt har en faldende tendens og i flere af boringerne var koncentrationen under detektionsgrænsen i den seneste boringskontrol. I den sløjfede boring DGU nr. 196.223 er der desuden tidligere 2 gange fundet atrazin, ligesom der i DGU nr. 196.329 ved seneste kontrol er detekteret ethylenthiourea (ETU). Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt BTEXN og klorerede kulbrinteforbindelser. I afgangsvandet er der ligeledes påvist BAM, første gang med 0,036 µg/l i 2000 og senest med 0,034 µg/l i 2014. Indholdet af BAM i afgangsvandet har været svingende, men har aldrig overskredet drikkevandskravet.

DGU nr. 196.379 er analyseret for chlorerede kulbrinteforbindelser, BTEXN og phenoler uden detektioner. Vandværkets afgangsvand er ligeledes analyseret for chlorerede kulbrinteforbindelser og BTEXN, som aldrig er detekteret.

Kloridindholdet i boringerne varierer en del, men klorid har en stigende tendens i DGU nr. 196.307, 196.318, 196.329 og 196.379, mens det er mere stabilt i de øvrige boringer. Sulfatindholdet har en stigende tendens i DGU nr. 196.279, mens det har en faldende tendens i 196.349. I de øvrige boringer er sulfatindholdet mere stabilt.

Sårbarhed

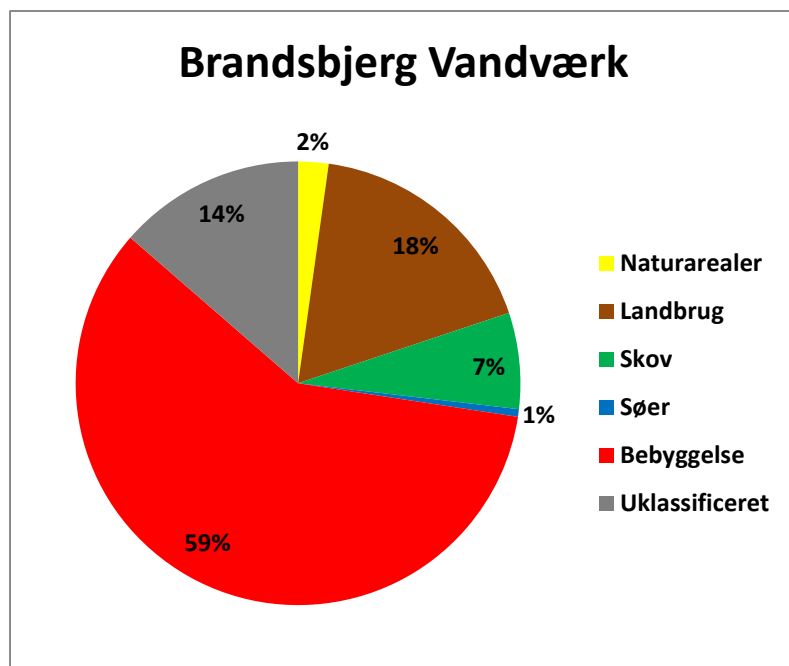
Det er vurderet, at der er nogen eller stor nitratsårbarhed i hele oplandet. Der er afgrænset NFI i områder, hvor der samtidig er nogen eller stor grundvandsdannelse, se Figur 6-20.



Figur 6-20 Nitratsårbarhed og nitrاتفølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Brandstbjerg Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af bebyggelsen (59 %), men omfatter ligeledes større en procentdel af landbrug (18 %), uklassificeret areal (14 %) og skov (7 %), se Figur 6-21.



Figur 6-21 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Brandsbjerg Vandværk.

Der er kortlagt 2 forureningslokaliteter på V1 niveau, samt 3 forureningslokaliteter på vidensniveau V2 inden for oplandet til vandværket, jf. Figur 6-22. På én lokalitet er fundet PAH i jorden, mens der på en anden er fundet olie i jorden.

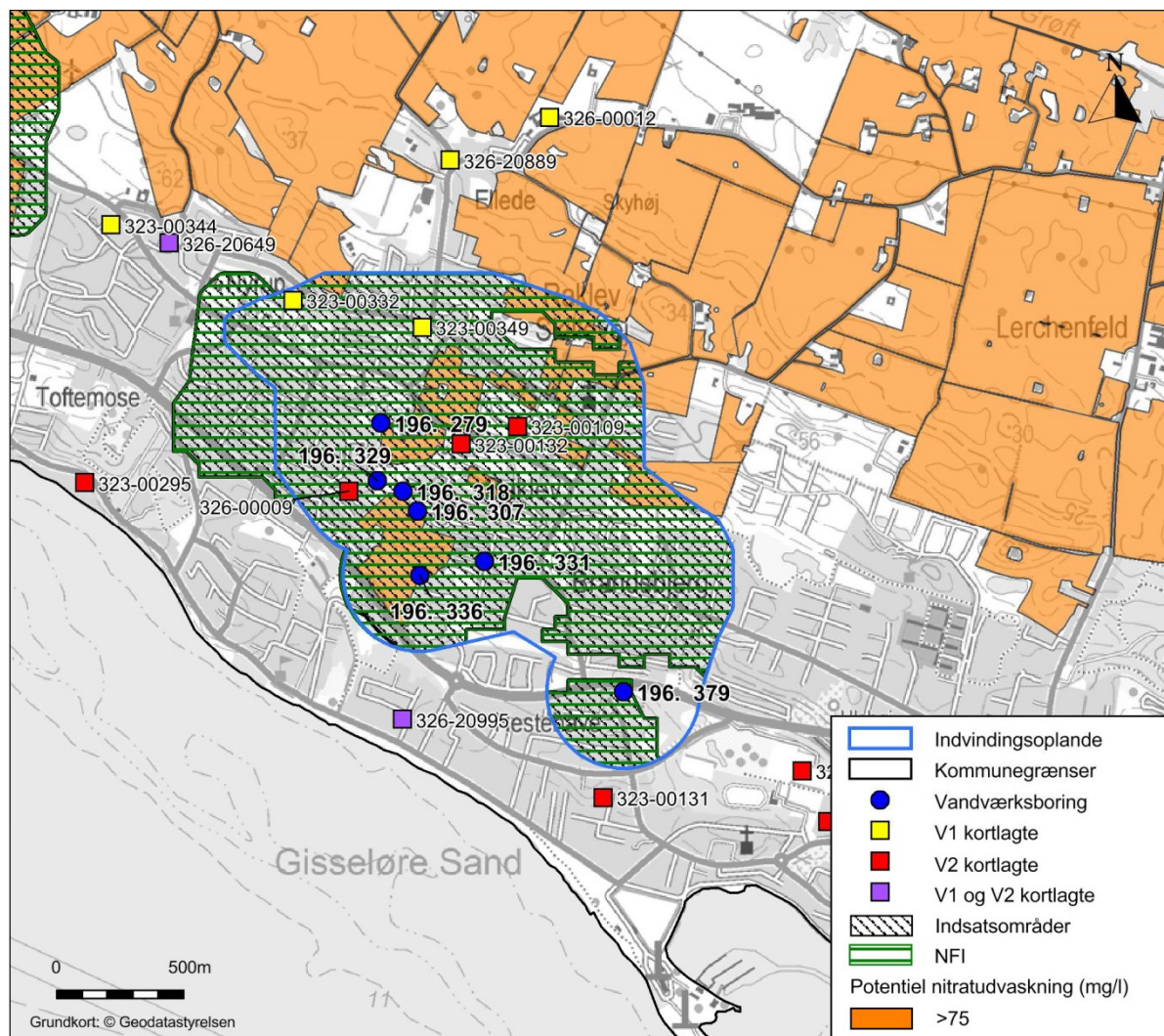
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00109	Losseplads, Kalundborg	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2	PAH komponenter i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats
323-00132	Kommunal losseplads, Kalundborg	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2		Ikke omfattet af offentlig indsats
323-00332	Rais A/S, Kalundborg	Skæring, fræsning, svejsning og lodning af metal	V1		Undersøgelse, øvrige branche/aktivitet
323-00349	Raklev Brugsforening II, Kalundborg	Salg af benzin og olie	V1		Undersøgelse, høj risiko branche/aktivitet
326-00009	Elmebakken 5, Kalundborg	Privat oplag af villaolietank	V2	Benzen i poreluft og indeklima. Olie i poreluft, indeklima og jord.	Videregående undersøgelse

Figur 6-22 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Brandsbjerg Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-23 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 18,5 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-23 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Brandsbjerg Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.8 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Brandsbjerg Vandværk



Kortlægningen har vist, at øverste primære grundvandsmagasin KS2 i hele indvindingsoplandet har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvanddannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er fundet BAM i alle boringer med indtag i KS2 og KS3, men dog kun med en enkelt overskridelse af drikkevandskravet (DGU nr. 196.379 ved seneste analyse). Derudover er der enkelte detektioner af atrazin og nedbrydningsproduktet ETU (ethylthiourea). Der er ingen fund af pesticider i boringer med indtag i KS4.

Der er fundet BAM i det udpumpede vandværksvand, men der har aldrig været overskridelse af drikkevandskravet.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret øvrige miljøfremmede stoffer i vandværkets boring eller det udpumpede vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

I KS4 medfører saltindholdet overskridelser af drikkevandskrav for natrium (begge boringer) og klorid (den ene boring). Desuden ligger indholdet af fosfor (total-P) væsentligt over drikkevandskravet. Grundvandet i KS3 er stedvis stærkt påvirket af pyritoxidation med høje koncentrationer af sulfat (100-220 mg/l) og jern (0,23-4,8 mg/l) til følge.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er 2 V1-kortlagte forureningslokaliteter beliggende indenfor indvindingsoplandet. Lokaliteterne er prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2.9 Sammenfattende beskrivelse ved Buerup-Løgtved Vandværk

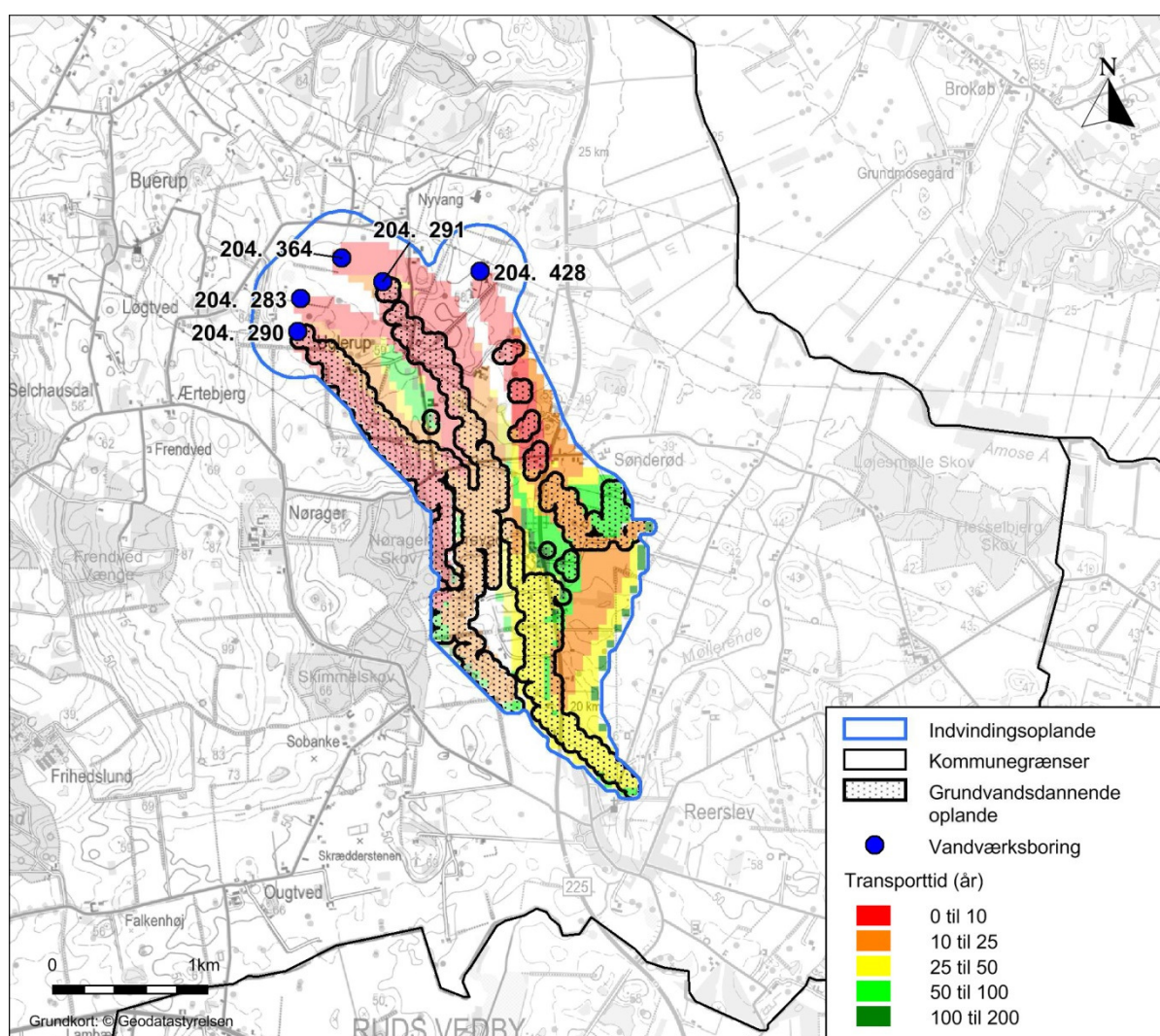
Buerup-Løgtved Vandværk indvinder fra 5 borer. Boringerne med DGU nr. 204.290 og 204.291 indvinder fra grundvandsmagasinet KS1, DGU nr. 204.283 og 204.428 indvinder fra KS2, mens boring DGU nr. 204.364 indvinder fra KS3. Inden for oplandet varierer lertykkelsen over KS1 imellem 5 og 40 m. I den sydøstlige del af oplandet er dæklagstykkelsen under 5 m, mens tykkelsen stiger til mellem 20 og 30 m i den nordlige del af oplandet. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,4 m u.t. Grundvandet er oxideret i den øverste del af KS1 og reduceret dybere nede, mens det er stærkt reduceret i KS2 og svagt reduceret i KS3. Der er på Figur 6-24 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk.

Figur 6-24 Forståelsesmodel for Buerup-Løgtved Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 80.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-25.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-25 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-25 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 100 år.



Figur 6-25 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i den korte boring (6-12,2 m u.t.) DGU nr. 204.290 er den oxiderede redoxvandtype A, mens de resterende boringer indeholder reduceret til stærkt reduceret grundvand. Den korte boring indeholder 38 mg/l nitrat, men desuden 95 mg/l sulfat, hvilket viser, at der stadig resterer en vis reduktionskapacitet i jordlagene/magasinet. DGU nr. 204.428, 204.283 og 204.275 med indtag i KS2 og KS3 indeholder den stærkt reducerede vandtype D med sulfatindhold på 1,2-19 mg/l, DGU nr. 204.291 indeholder vandtype C1 med sulfatindhold på 54 mg/l, og DGU nr. 204.364 indeholder vandtype C2 med et sulfatindhold på 100 mg/l. Sidstnævnte boring har dog i de tre forrige analyser kun haft et sulfatindhold på 10-11 mg/l, og med en fejl på ladningsbalancen over 10 % med overvægt af anioner, er det sandsynligt at det noterede sulfatindhold på 100 mg/l reelt burde være 10 mg/l. Hverken jernindhold, forvitningsgrad eller andet tyder desuden på pludselig kraftig pyritoxidation. Såfremt det reelle sulfatindhold kun er 10 mg/l passer ladningsbalancen, og der vil i så fald være tale om grundvand af vandtype D.

Generelt virker grundvandets indhold af redoxparametrene uproblematisk, med undtagelse af boringernes jernindhold, som i 3 af boringerne ligger imellem 4,2 og 5,1 mg/l. Vandværket har dog kun haft få overskridelser for jern i afgangsvandet, og det samme gør sig gældende for mangan og ammoniak/ammonium. Til gengæld har vandværket de senere år haft gentagne overskridelser af drikkevandskravet for nitrit. Det er muligt at en udjævning af oppumpningen eller en ændret filtrering kan løse problemerne. Årsagen til nitrit i drikkevandet kan også være blanding af oxideret grundvand (fra DGU nr. 204.290) med reduceret grundvand fra de øvrige indvindingsboringer.

Ionbytningsgraden i den korte boring er 1,34 og grundvandet er dermed væsentligt ionbyttet. Dette skyldes formentlig de postglaciale aflejringer, som endnu besidder stor ionbytningskapacitet. Generelt er der et højt indhold af organisk materiale, hvilket også ses på koncentrationen af NVOC, som er 4,6 mg/l ved seneste analyse. Med undtagelse af DGU nr. 204.291, er grundvandet i de øvrige boringer ligeledes væsentligt ionbyttet med ionbytningsgrader imellem 1,54 og 1,84. Kloridindholdet er på blot 15 mg/l i den terrænnære boring, men det stiger med dybden. I den dybeste boring DGU nr. 204.364 er kloridindholdet således svagt forhøjet med et indhold på 55 mg/l. Ingen af boringerne er dog væsentligt påvirket af saltvand.

Grundvandet er kalkmættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂ i boringerne.

Med indhold på 4,3-4,6 mg/l indeholder både DGU nr. 204.283 og den korte boring DGU nr. 204.290 NVOC over grænseværdien. NVOC kan ikke nedbringes ved normal vandbehandling, men da vandværket indvinder fra flere boringer, har der endnu ikke været overskridelser af drikkevandskravet i afgangsvandet, og grundvandets NVOC-indhold anses derfor ikke som problematisk.

Alle vandværkets indvindingsboringer, på nær den terrænnære, indeholder arsen over drikkevandskravet. Drikkevandskravet for arsen er 5 µg/l, og grundvandets indhold ligger imellem 6,3 og 8,1 µg/l. Arsen kan udfældes på vandværket, såfremt der er jern i vandet, hvilket også er tilfældet her. Således er der aldrig målt mere end 2,8 µg/l arsen i vandværkets afgangsvand, og det høje naturlige indhold i grundvandet anses således ikke som problematisk. En tilsvarende problematisk gør sig gældende for fosfor, hvor indholdet i grundvandet er 0,18-0,34 mg/l.

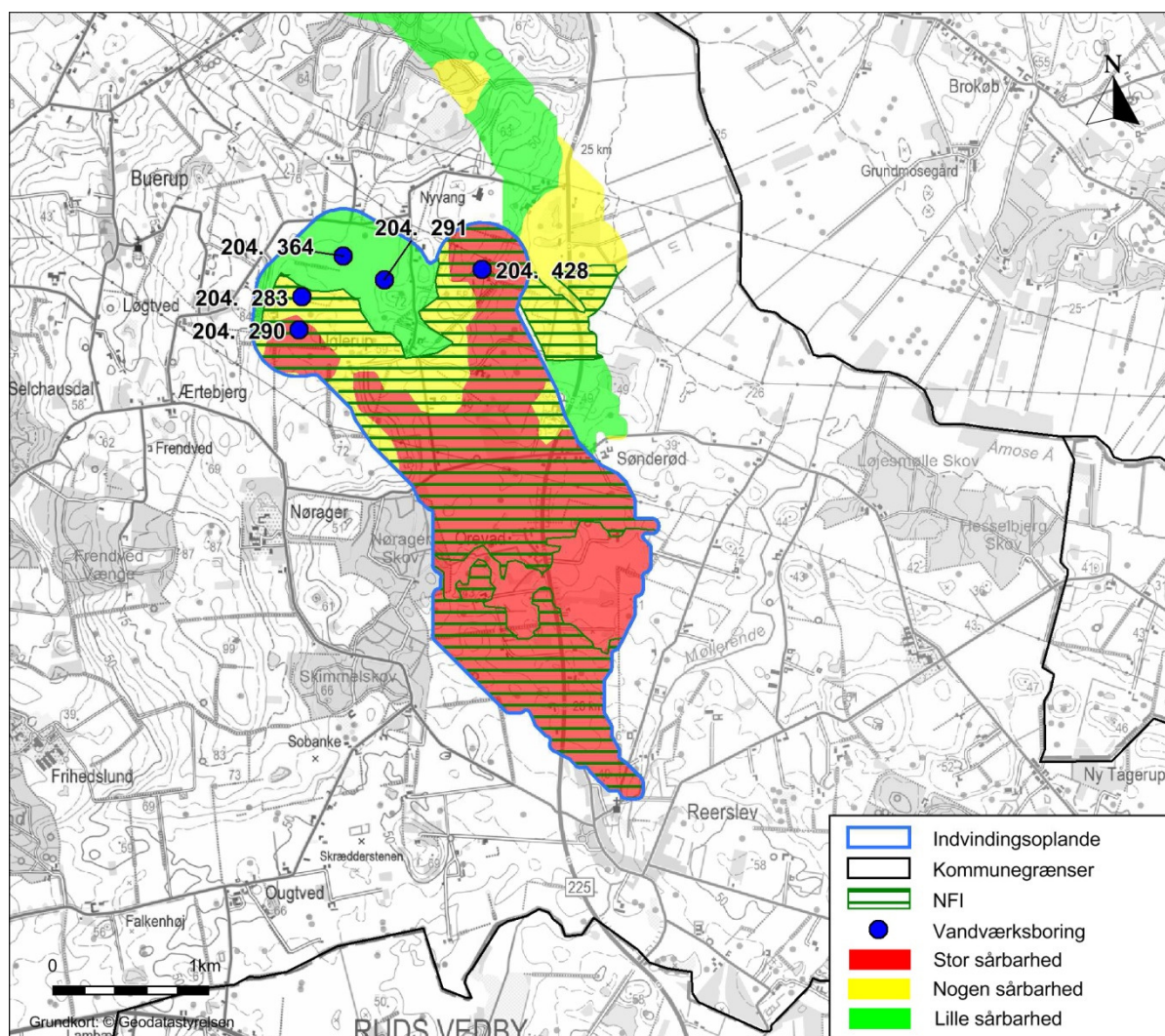
Der har aldrig været fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkets dybe boringer, men i den terrænnære boring er der i 1999 fundet desethylatrazin, mens der i 2008 var fund af bentazon og desisopropylatrazin. Ingen af fundene er dog over drikkevandskravet, og ingen af dem er efterfølgende blevet verificeret.

Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt BTEXN og klorerede kulbrinte-forbindelser. I 2005 var der fund af naftalen og i 2009 fund af toluen i lave koncentrationer, men ingen af disse fund har kunnet verificeres ved senere analyser, og der er mest sandsynligt tale om "falske positive".

Generelt er den tidlige tendens i borerne svingende, men uden nogen egentlig tendens. I den korte boring DGU nr. 204.290 er både klorid og sulfat generelt faldende, mens nitratindholdet er nogenlunde stabilt. Sulfatindholdet er som tidligere nævnt steget fra 10-11 mg/l til 100 mg/l i DGU nr. 204.364 jf. boringskontrollen. Flere parametre tyder dog på, at der reelt er tale om blot 10 mg/l sulfat, og der er derfor brug for en verificering af den seneste analyse. De øvrige parametre er nogenlunde stabile. I den sløjfede boring DGU nr. 204.275 er datagrundlaget for svagt til at belyse en evt. tidlig udvikling.

Sårbarhed

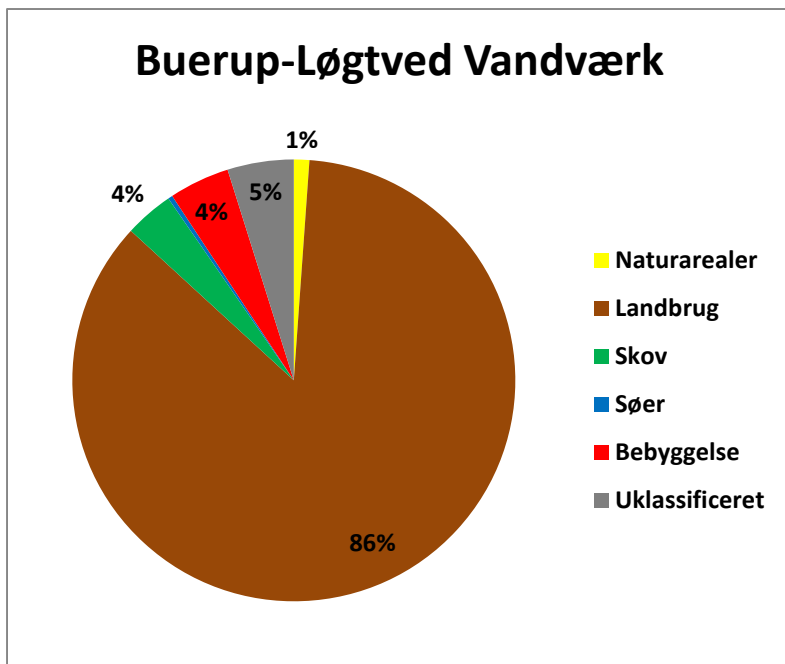
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS1) er lille i den nordligste del af oplandet, mens der er nogen nitratsårbarhed syd herfor og stor nitratsårbarhed i den centrale og sydlige del af oplandet. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen og stor nitratsårbarhed, hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse, se Figur 6-26.



Figur 6-26 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært landbrug (86 %) og i mindre omfang uklassificeret areal (5 %), bebyggelse (4 %) og skov (4 %), se Figur 6-27.



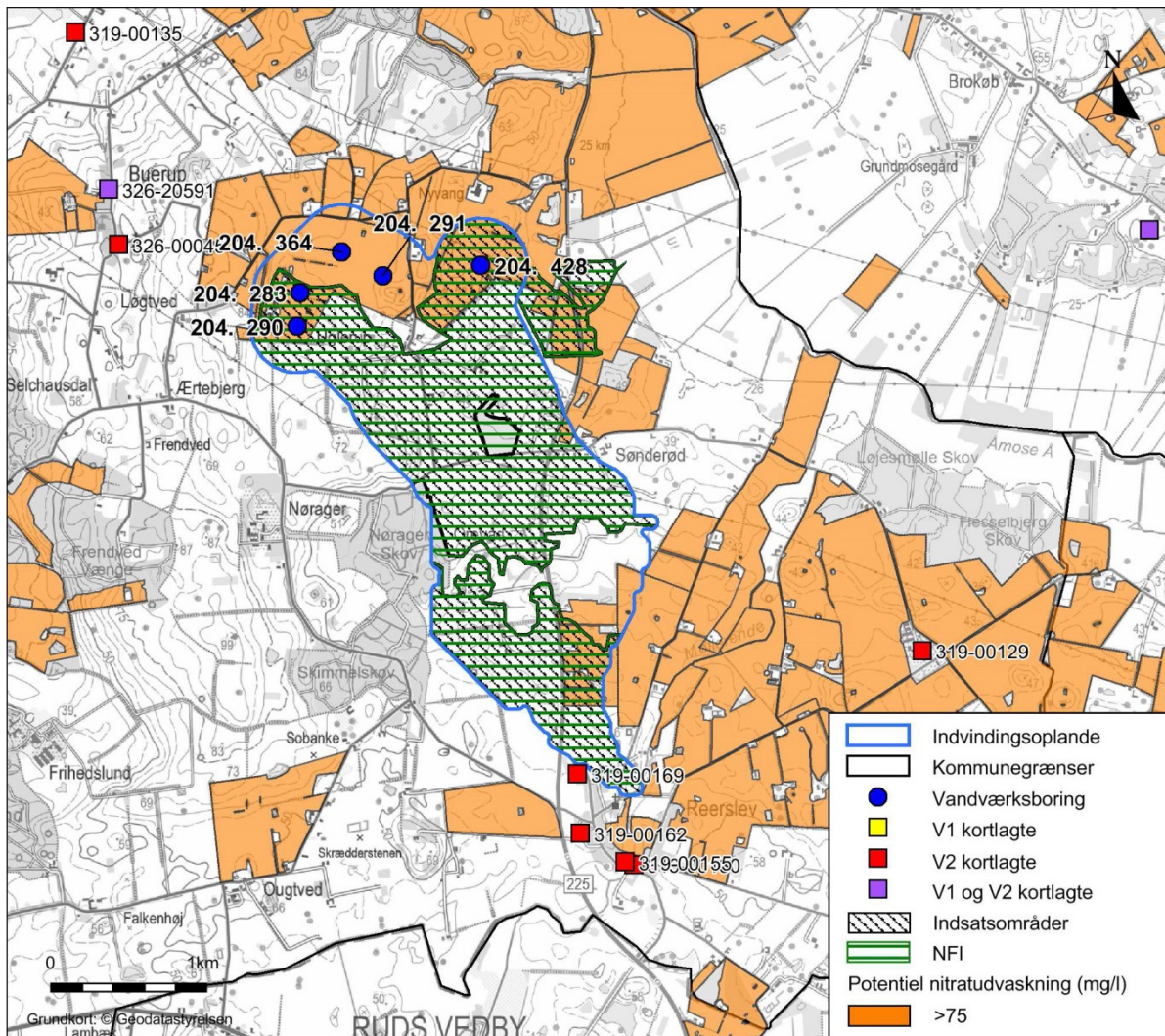
Figur 6-27 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Buerup-Løgtved Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-28 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 52,5 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-28 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Buerup-Løgtved Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.10 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Buerup-Løgtved Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS1 i dele af indvindingsoplandet har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

I den korte boring DGU nr. 204.290 er der fundet bentazon, desethylatrazin og desisopropylatrazin, men i koncentrationer under drikkevandskravet. I de øvrige borer er der ikke fundet hverken pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet

Der er ikke fundet pesticider i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ingen verificerede detektioner af miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Ses der bort fra den korte boring overskrider indholdene af arsen og fosfor (total-P) drikkevandskravene i det oppumpede grundvand, men i det udpumpede drikkevand overholdes grænseværdierne. NVOC overskrider drikkevandskravet i to boringer, men dette giver ikke problemer med kvaliteten af det udpumpede vandværksvand.

6.2.11 Sammenfattende beskrivelse ved Eskebjerg Enghave Vandværk

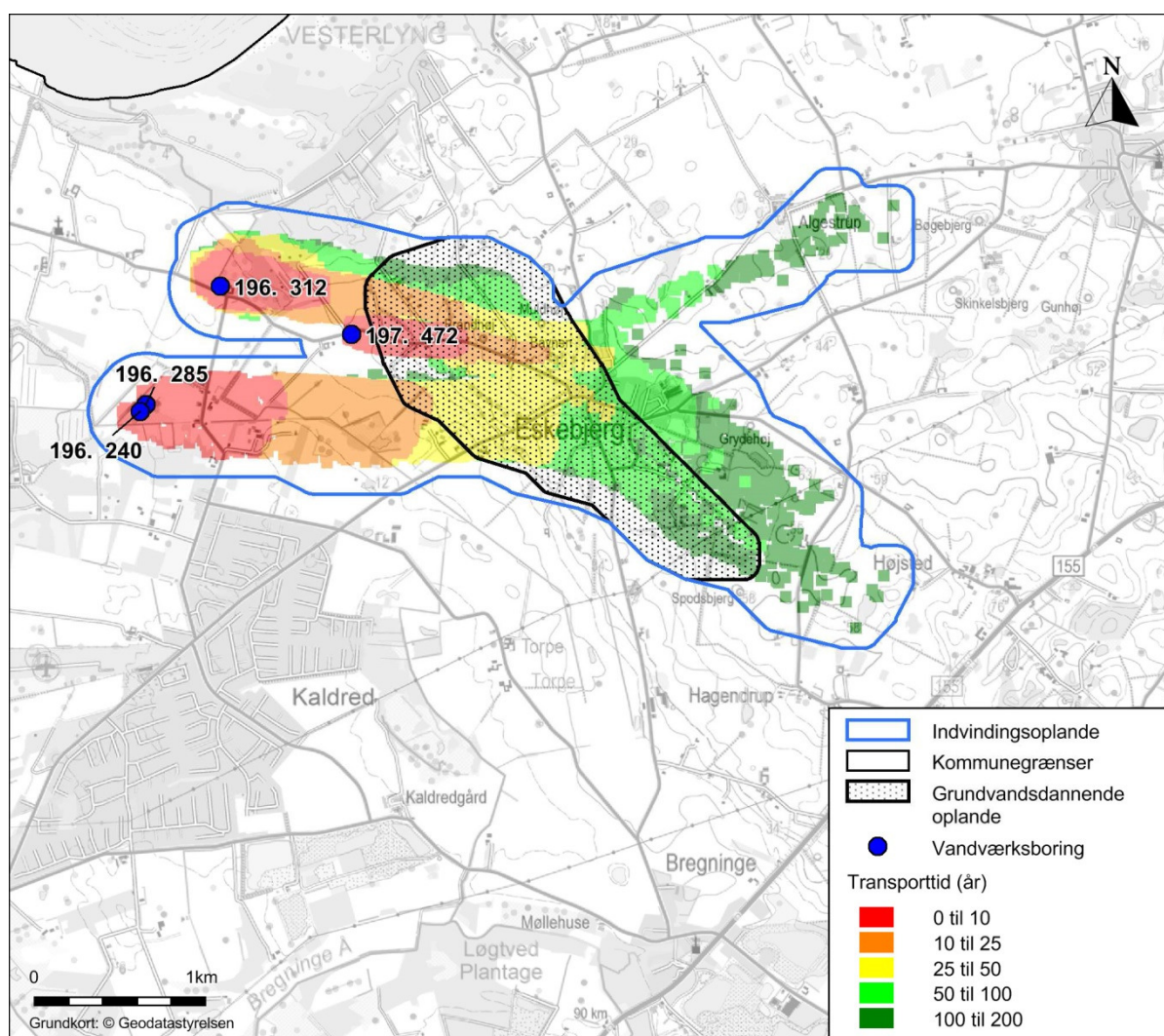
Eskebjerg Enghave Vandværk har 4 aktive indvindingsboringer. Tre af boringerne indvinder fra prækvartært kalk (DGU nr. 196.240, 196.285 og 197.472), mens DGU nr. 196.312 indvinder fra KS3. Lertykkelsen over det øverste grundvandsmagasin KS3 varierer inden for indvindingsoplandet fra 15 m til over 50 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 4,6 m u.t. Grundvandet er reduceret (i KS3) til stærkt reduceret (i PK). Der er på Figur 6-29 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.

Figur 6-29 Forståelsesmodel for Eskebjerg Enghave Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 75.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-30.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-30 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-30 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 50 år, men transporttiden i en stor del af magasinet overstiger 100 år.



Figur 6-30 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Eskebjerg Enghave Vandværks 4 indvindingsboringer indeholder grundvand af den reducerede vandtype C1 (DGU nr. 196.312) og den stærkt reducerede vandtype D (DGU nr. 197.472, 196.285 og 196.240). Sulfatindholdet er på hhv. 43 og 7,8-8,6 mg/l. De tre øvrige boringer i oplandet tilhører Eskebjerg Vandværk og indeholder redoxvandtype C2 (DGU nr. 197.201), C1 (DGU nr. 197.314) og D (DGU nr. 197.518), med sulfatindhold på hhv. 82, 22 og 14 mg/l.

Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk. Fire af boringerne i indvindingsoplandet har let forhøjet jernindhold på 3,3-4,5 mg/l, men heri er blot en enkelt indvindingsboring til Eskebjerg Enghave Vandværk (DGU nr. 196.312), og vandværket har således ikke problemer med jern i afgangsvandet. De øvrige redoxparametre nedbringes ligeledes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

Med ionbytningsforhold på 0,76-0,96 er grundvandet i indvindingsboring DGU nr. 196.312 og den sløjfede boring DGU nr. 197.201 ikke ionbyttet. De øvrige boringer indeholder væsentligt ionbyttet grundvand, særligt DGU nr. 196.285 og 196.240 der har ionbytningsgrader på 2,27-2,42. Begge boringer har indtag i grønsandskalk, der har stor ionbytningskapacitet. Med et natriumindhold på 220-250 mg/l overskrider de begge drikkevandskravet for natrium, og saltpåvirkningen ses ligeledes ved forhøjede koncentrationer af klorid på 140-170 mg/l. Indvindingsboringen DGU nr. 197.472 har indtag i samme magasin, men er placeret et stykke derfra og har indtag i en større dybde. Grundvandet i denne boring er ikke saltpåvirket, hvilket formentlig skyldes, at boringen har en langt højere ydelse, hvorfor marint residualvand i grønsandskalken allerede er udvasket. Boringer med indtag i de højere liggende sandmagasiner har ligeledes normale indhold af klorid på 20-49 mg/l, og grundvandet er ikke saltpåvirket.

Grundvandet er kalkmættet og der er ingen detektioner af aggressiv CO₂.

Som nævnt ligger indholdet af natrium i DGU nr. 196.285 og 196.240 over drikkevandskravet. Natrium kan ikke nedbringes ved normal vandbehandling, men da vandværket har to andre indvindingsboringer, har der ikke været overskridelser i afgangsvandet. Begge boringer har desuden forhøjede indhold af bor på 680-940 µg/l, formentlig grundet et højt naturligt indhold i grønsandskalken.

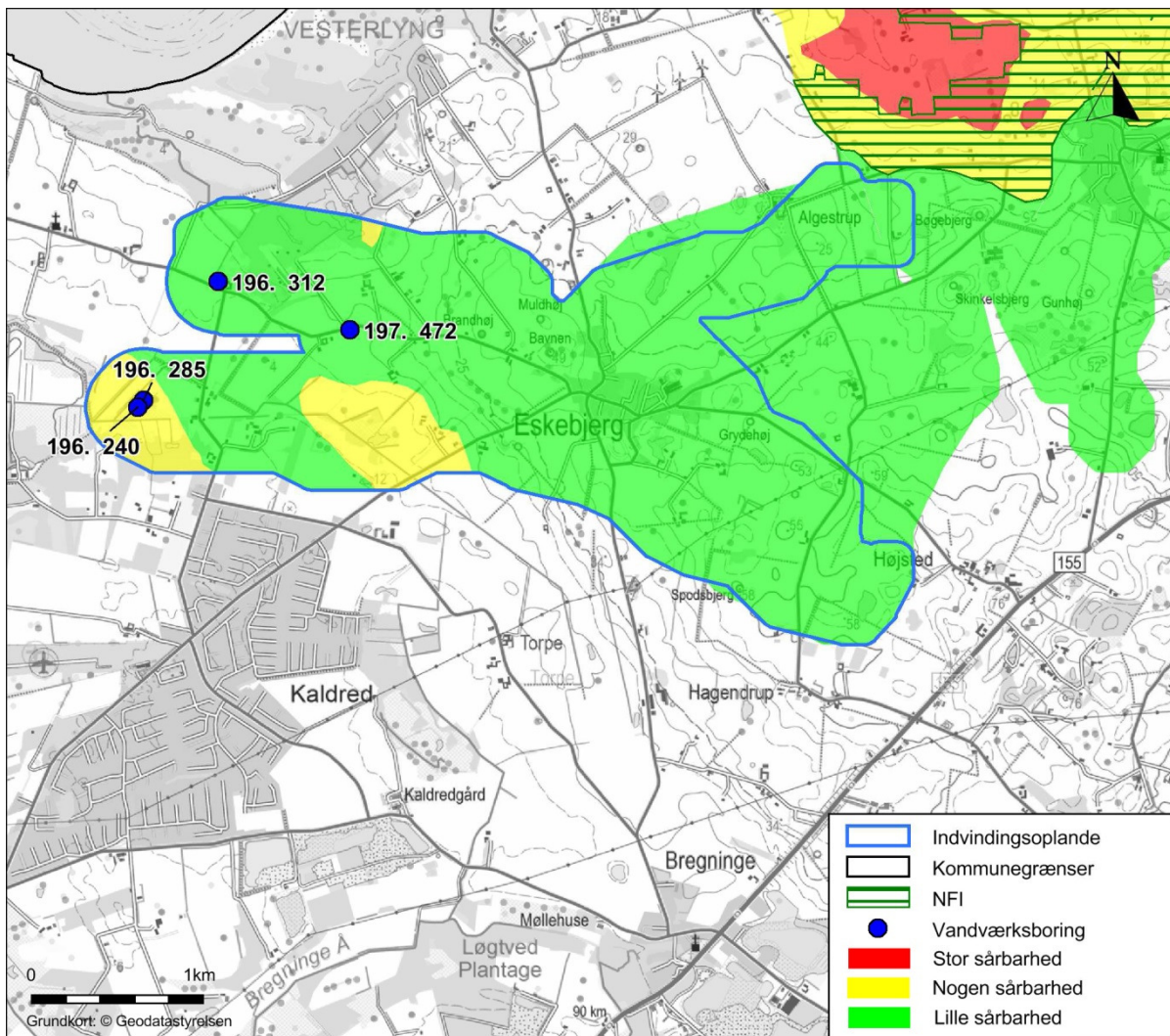
Med koncentrationer imellem 0,22 og 0,28 mg/l ligger fosforindholdet desuden over grænseværdien i de 4 boringer i indvindingsoplandet, som har indtag i kvartære sandlag. Blot den ene DGU nr. 196.312 er dog tilknyttet vandværket som indvindingsboring, og da fosfor kan udfældes med jern ved normal vandbehandling, har vandværket ikke haft problemer med overskridelser i afgangsvandet. Den sløjfede boring DGU nr. 197.201 indeholdt desuden 5,2 mg/l NVOC, men alle øvrige boringer har koncentrationer på 2,2-3 mg/l og ligger dermed under grænseværdien.

Der er ingen analyser for miljøfremmede stoffer i den sløjfede boring DGU nr. 197.201, men i de øvrige boringer har der ikke været detektioner af pesticider eller nedbrydningsprodukter. De 4 indvindingsboringer er desuden analyseret for BTEXN-komponenter uden fund. Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, samt BTEXN og klorerede kulbrinteforbindelser. Der har været et enkelt fund af 0,032 µg/l toluen i 2004, men der har hverken været fund af dette eller andre miljøfremmede stoffer siden.

I de to saltpåvirkede boringer, DGU nr. 196.285 og 196.240, har koncentrationen af klorid en faldende tendens, mens sulfatindholdet er forholdsvist stabilt. Grundvandskvalitetens tidlige udvikling i de øvrige boringer er stabil.

Sårbarhed

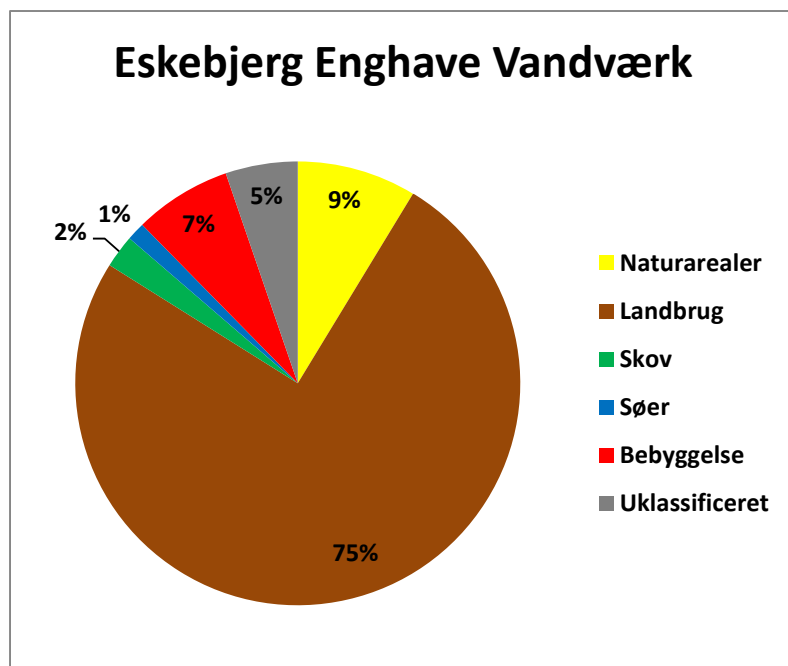
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet er nogen eller lille i hele oplandet. Der er ikke afgrænset NFI i områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, da der er et lavt og stabilt sulfatindhold i borerne, se Figur 6-31.



Figur 6-31 Nitratsårbarhed og nitratsfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært landbrug (75 %) og i mindre omfang naturarealer (9 %), bebyggelse (7 %) og uklassificeret areal (5 %), se Figur 6-32.



Figur 6-32 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.

Der er kortlagt fem forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket. To på vidensniveau V1 og tre på vidensniveau V2. Alle de kortlagte forureninger er relateret til enten fund af olie eller til mistanke om forurening med olie, se Figur 6-33.

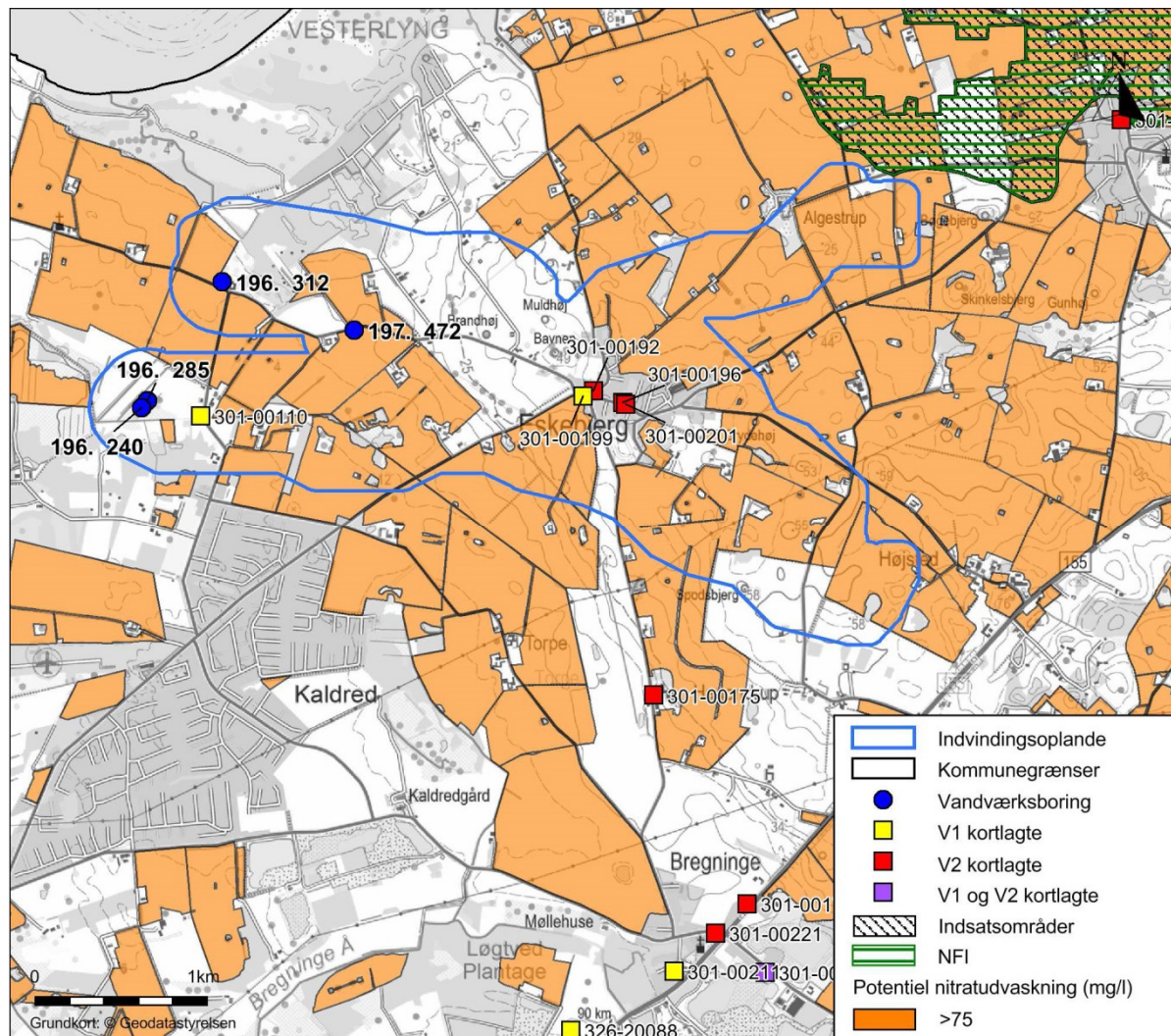
Lokalitet nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
301-00110	Eskebjerg Mejeri, Bårups Auto, Alleshave Station, Eskebjerg	Erhvervsmæssigt oplag af benzin og olie	V1		Undersøgelse, øvrig branche/aktivitet
301-00192	Villaolietank, Eskebjerg	Privat oplag af villaolietank	V2	Fyringsolie i jord og grundvand	Ikke omfattet af offentlig indsats
301-00196	Ældre villaolietank	Privat oplag af villaolietank	V2	Olieprodukter i jord	Videregående undersøgelse af olie i grundvand
301-00199	Brugsens benzintankanlæg, Eskebjerg	Salg af benzin og olie	V1		Undersøgelse, høj risiko branche/aktivitet
301-00201	Hydro, Eskebjerg	Salg af benzin og olie	V2	Gasoline og dieselolie i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats

Figur 6-33 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-34 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 62,1 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområder (IO) i indvindingsoplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.



Figur 6-34 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Eskebjerg Enghave Vandværk.

6.2.12 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Eskebjerg Enghave Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 i hele indvindingsoplandet har lille eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er ikke afgrænset nitrاتفølsomme indvindingsområder eller indsatsområder, da sulfatindholdet i vandværkets boringer i KS3 er lavt og stabilt.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er konstateret forurening med olie i grundvandet ca. 1,5 km øst for vandværkets østligst beliggende boring. Forureningen skønnes dog at udgøre en minimal risiko for vandværket grundet afstanden og de forurenende stoffers egenskaber.

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets boringer eller afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Stedvist høje indhold af havsalt i grønsandskalken medfører overskridelser af drikkevandskravet for natrium samt forhøjet kloridindhold. I de kvartære sandlag overskrider grundvandets indhold af fosfor (total-P) drikkevandskravet, men høje indhold af jern medfører, at hovedparten af dette fosfor udfældes sammen med jern ved vandbehandlingen. I boringen til KS2 overskrider NVOC drikkevandskravet.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er 2 V1-kortlagte forureningslokaliteter beliggende indenfor indvindingsoplandet. Lokaliteterne er prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2.13 Sammenfattende beskrivelse ved Eskebjerg Vandværk

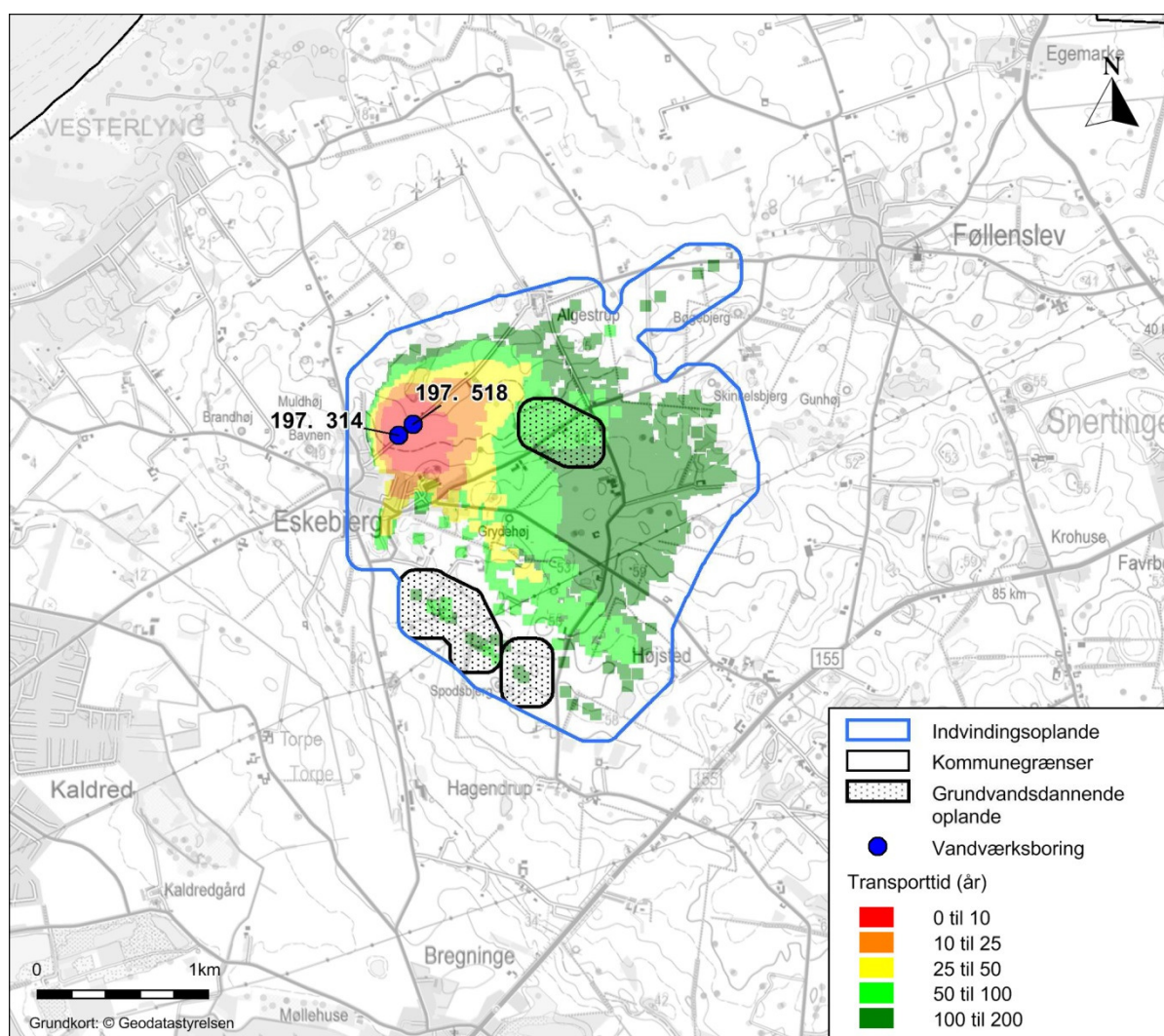
Eskebjerg Vandværk har 2 aktive boringer, DGU nr. 197.314 og 197.518. Begge boringer indvinder fra grundvandsmagasinet KS3, som er dækket af over 20 m ler i hele oplandets udstrækning. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 7,9 m u.t. Grundvandet er reduceret til stærkt reduceret. Der er på Figur 6-35 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Eskebjerg Vandværk.

Figur 6-35 Forståelsesmodel for Eskebjerg Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 55.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-36.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-36 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-36 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingsstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år.



Figur 6-36 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Eskebjerg Vandværks to indvindingsboringer indeholder grundvand af den reducerede redoxvandtype C1 (DGU nr. 197.314) og den stærkt reducerede vandtype D (DGU nr. 197.518), med sulfatindhold på hhv. 22 og 14 mg/l. Den sløjfede vandværksboring, DGU nr. 197.201, som havde indtag i KS2, indeholdt grundvand af den svagt reducerede redoxvandtype C2 med et forhøjet sulfatindhold på 82 mg/l.

Boringerne har generelt et forholdsvis højt jernindhold på 3,3-4,5 mg/l, men dette nedbringes tilfredsstillende ved normal vandbehandling. Vandværket har tidligere haft problemer med overskridelser af nitrit i afgangsvandet, men ud over en enkelt nylig overskridelse, har der ikke været problemer i de senere år. Generelt virker redoxparametrene uproblematisk og vandværket har ikke nævneværdige problemer med at overholde drikkevandskravene.

Med ionbytningsforhold på 1,31-1,33 er grundvandet i KS3 væsentligt ionbyttet, mens det i den sløjfede boring til KS2 ikke var ionbyttet. Alle boringer har normalt indhold af klorid på 20-49 mg/l og er ikke påvirket af saltvand.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ingen detektioner af aggressiv CO₂.

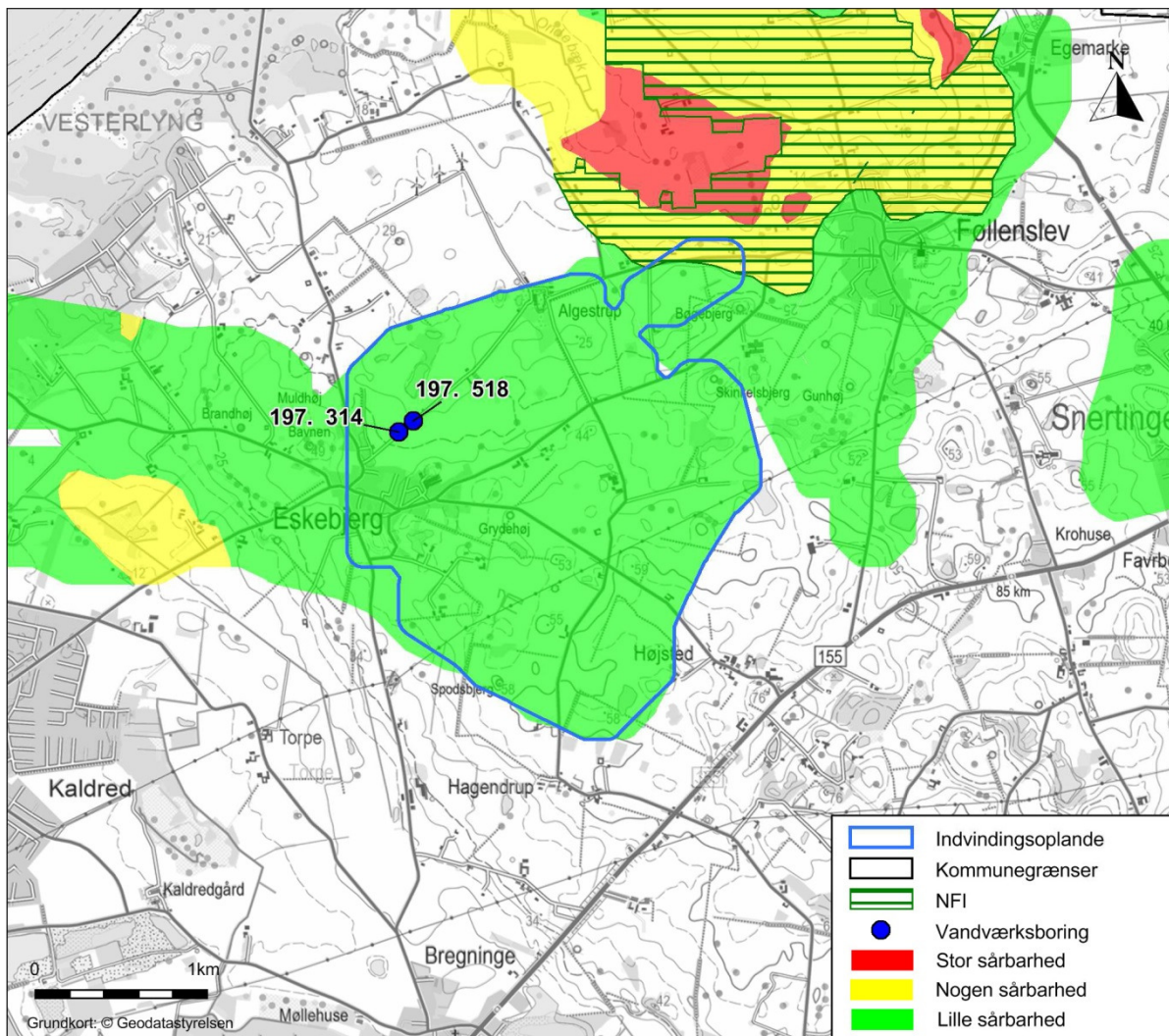
Med koncentrationer mellem 0,25 og 0,28 mg/l er fosforindholdet over grænseværdien i alle tre boringer. Grundet det høje jernindhold i råvandet giver dette dog ikke anledning til overskridelser af drikkevandskravet i afgangsvandet, da fosfor udfældes med jern ved normal vandbehandling på vandværket. Den sløjfede boring DGU nr. 197.201 indeholdt desuden 5,2 mg/l NVOC, men de to indvindingsboringer har koncentrationer på 2,4-2,9 mg/l og ligger dermed under drikkevandskravet på 4 mg/l.

Der er ingen analyser for miljøfremmede stoffer i den sløjfede boring DGU nr. 197.201, men de to indvindingsboringer er analyseret for MTBE samt pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt BTEXN og klorerede kulbrinte forbindelser, ligeledes uden detektioner.

Sulfatindholdet i den sløjfede boring var let stigende, men ellers er grundvandskvalitetens tidlige udvikling forholdsvis stabil.

Sårbarhed

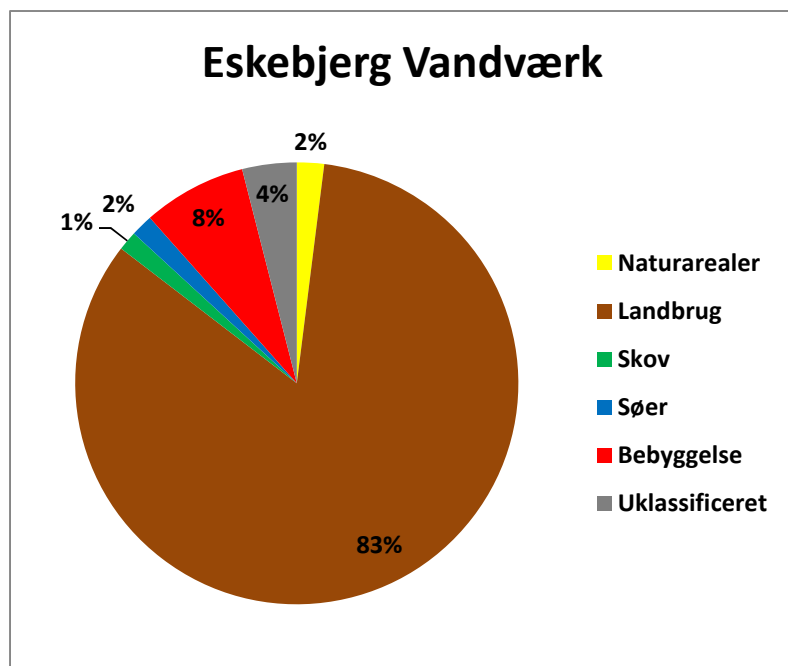
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet KS3 er lille i hele oplandet på baggrund af reduceret til stærkt reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler på over 15 m. Der er således ikke afgrænset NFI i forhold til KS3. I den nordøstlige del af oplandet er der i et område med nogen nitratsårbarhed afgrænset NFL, men da der her er overlap mellem oplandene for Eskebjerg Enghave Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin) er sårbarheden vurderet for KS2, se figur 6-37 og afsnit 6.2.21.



Figur 6-37 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Eskebjerg Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært landbrug (83 %), og i mindre omfang bebyggelse (8 %) og uklassificeret areal (4 %), se Figur 6-38.



Figur 6-38 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Eskebjerg Vandværk.

Der er kortlagt tre forureningslokaliteter inden for oplandet til Eskebjerg Vandværk, jf. Figur 6-39. Alle forureningslokaliteterne er kortlagt på vidensniveau 2. Lokaliteterne er kortlagt på baggrund af fund af olieprodukter i jorden og - på én af lokaliteterne - også i grundvandet.

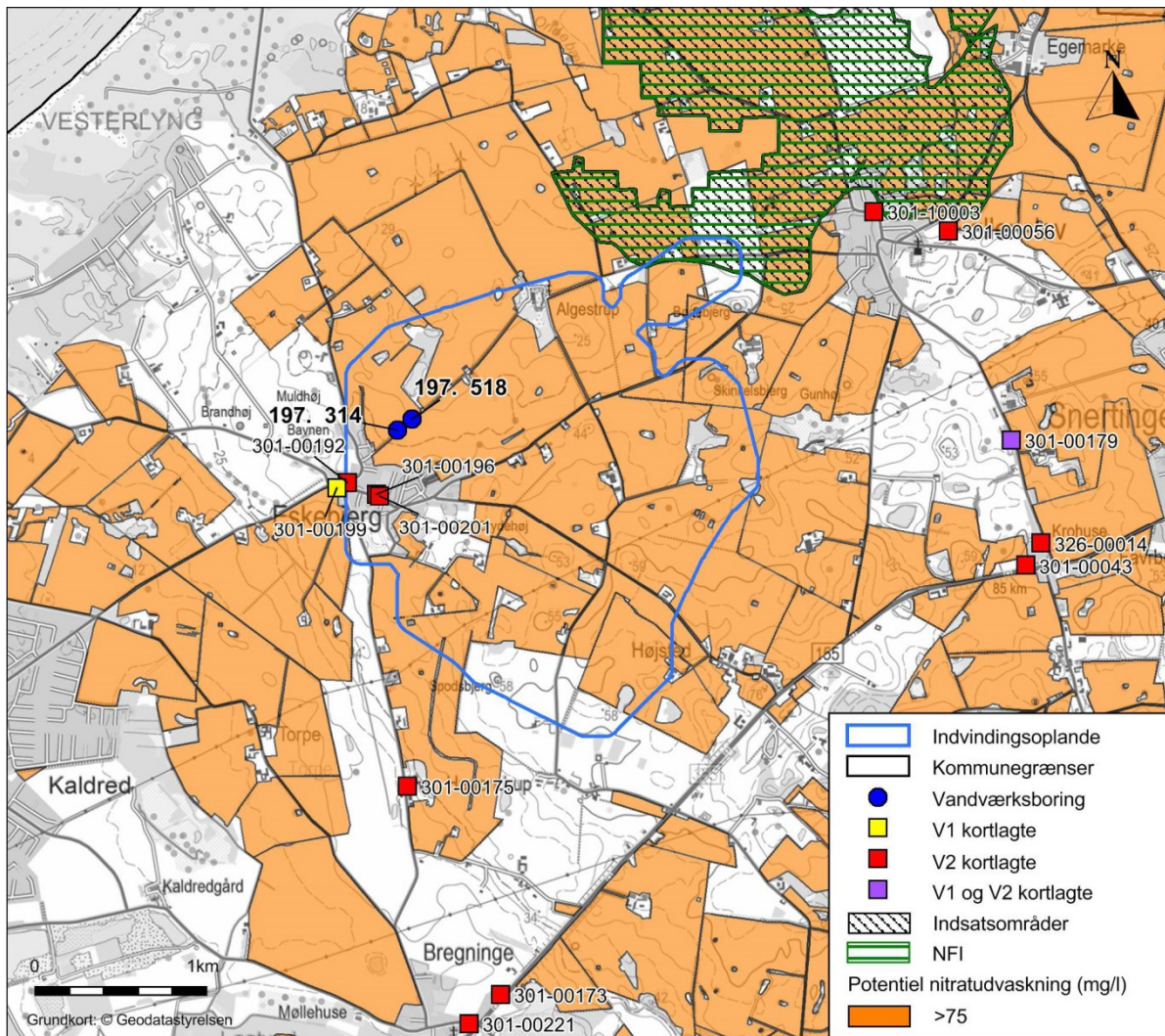
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
301-00192	Villaolietank, Eskebjerg	Privat oplag af villaolietank	V2	Fyringsolie i jord og grundvand	Ikke omfattet af offentlig indsats
301-00196	Ældre villaolietank	Privat oplag af villaolietank	V2	Olieprodukter i jord	Videregående undersøgelse af olie i grundvand
301-00201	Hydro, Eskebjerg	Salg af benzin og olie	V2	Gasoline og dieselolie i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats

Figur 6-39 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Eskebjerg Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-40 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 73,8 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-40 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Eskebjerg Vandværk samt af grænsning af indsatsområder.

6.2.14 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Eskebjerg Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 har lille nitratsårbarhed i oplandet, bl.a. fordi der er et betydeligt beskyttende lerlag over magasinet. I den nordøstlige del af oplandet er der et område med nogen nitratsårbarhed, men da der her er overlap mellem oplandene for Eskebjerg Enghave Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin) er sårbarheden her vurderet for KS2. Da der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet (KS2), er der afgrænset nitratsfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratsfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er konstateret forurening med olie i grundvandet ca. 400 m sydvest for vandværkets borer. Forureningen skønnes dog at udgøre en minimal risiko for vandværket grundet afstanden og de forurenende stoffers egenskaber.

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i grundvand eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet har forhøjet fosforindhold (0,25-0,28 mg/l), som dog nedbringes i tilfredsstillende omfang i forbindelse med vandbehandlingen.

6.2.15 Sammenfattende beskrivelse ved Føllenslev Vandværk

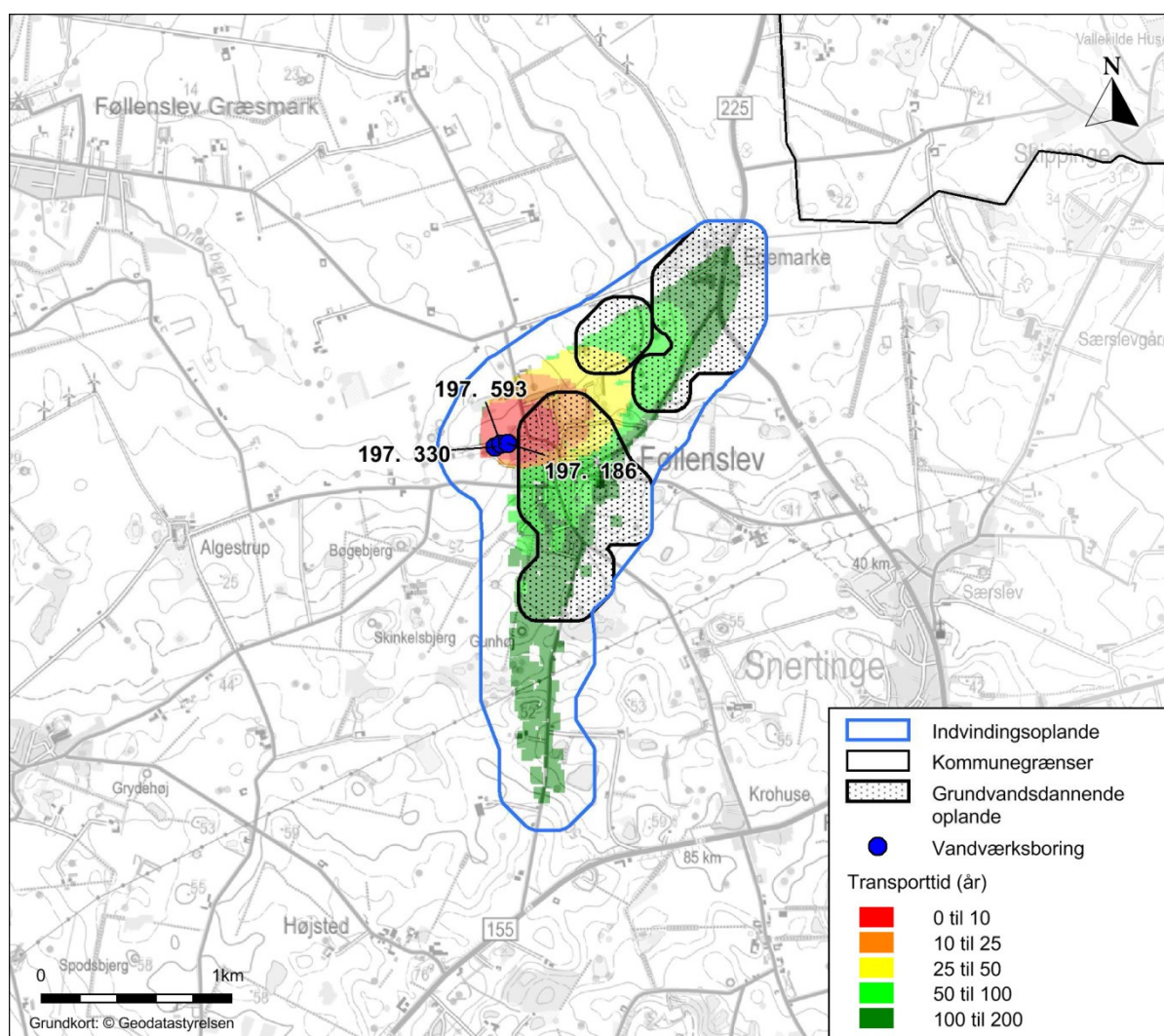
Føllenslev Vandværk har 3 aktive boringer, DGU nr. 197.186, 197.330 og 197.593. Alle boringerne indvinder fra grundvandsmagasinet KS3, der i store dele af oplandet er dækket af over 20 m ler. Nord for Føllenslev er lertykkelsen i dele af området under 15 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,5 m u.t. Grundvandet er svagt reduceret til reduceret. På figur 6-41 er optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Føllenslev Vandværk.

Figur 6-41 Forståelsesmodel for Føllenslev Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 35.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borerer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-42.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-42 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-42 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år.



Figur 6-42 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i DGU nr. 197.186 er af den svagt reducerede redoxvandtype C2, mens det i de 2 øvrige indvindingsboringer, DGU nr. 197.330 og 197.593, er af den reducerede vandtype C1. De to sidstnævnte boringer indeholder 52-63 mg/l sulfat, mens koncentrationen i det svagt reducerede grundvand er 98 mg/l. Jernindholdet i boringerne er generelt højt (3,3-4 mg/l), men vandværket har på trods af det høje jernindhold ikke haft problemer med at overholde drikkevandskravet. De øvrige redoxparametre er uproblematisk, og vandværket har generelt ikke problemer med at overholde grænseværdierne i afgangsvandet.

DGU nr. 197.330 og 197.593 har ionbytningsgrad på 0,91-1,18 og er dermed ikke væsentligt påvirket af ionbytning. Grundvandet i DGU nr. 197.186 er derimod let omvendt ionbyttet med en ionbytningsgrad på 0,66. Sidstnævnte har et let forhøjet kloridindhold på 70 mg/l, hvilket antyder en begyndende saltpåvirkning. De to andre boringer har et normalt indhold af klorid (38-39 mg/l) uden saltvandspåvirkning.

Grundvandet er svagt kalkovermættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

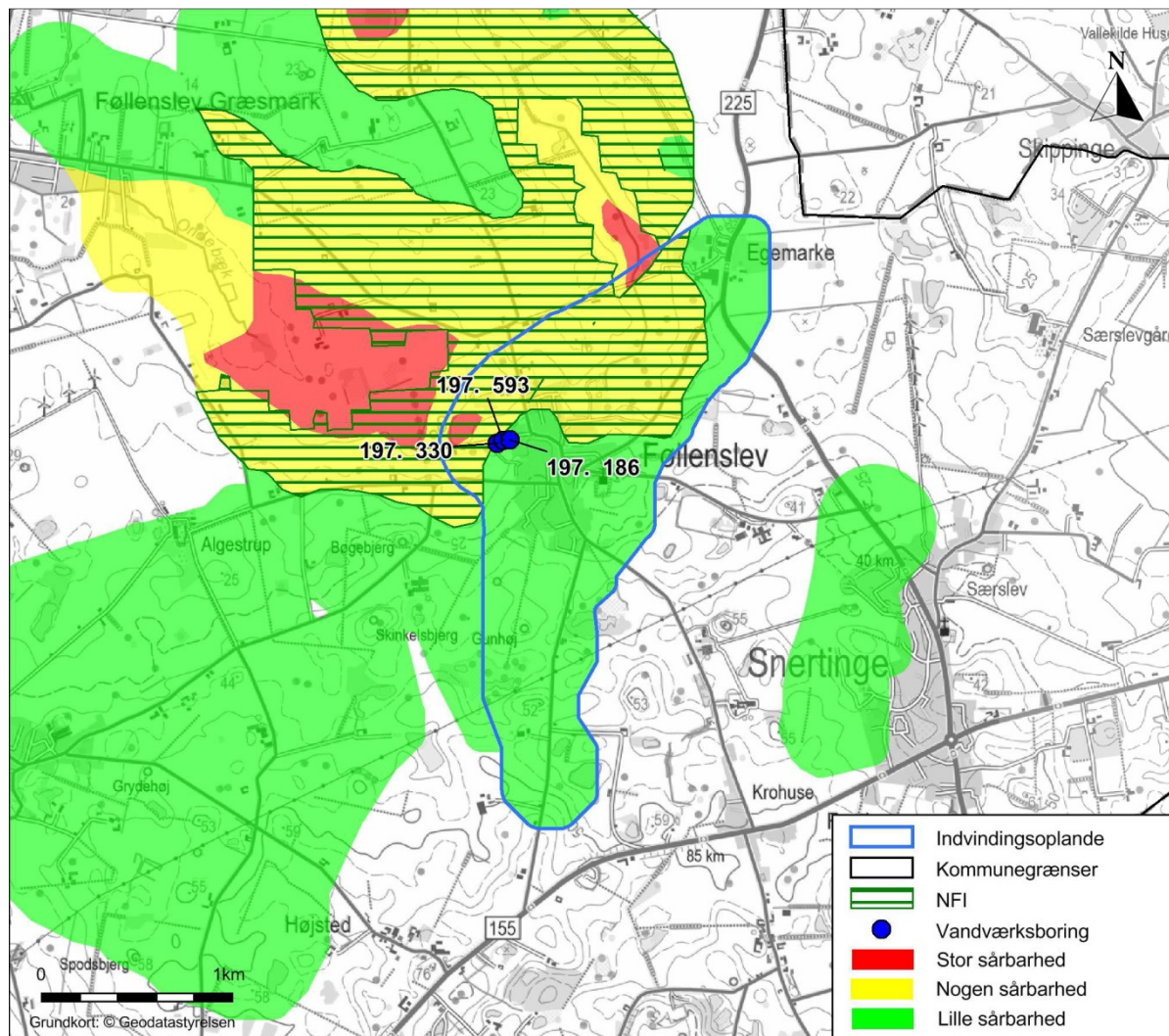
Grundvandets indhold af fosfor på 0,16-0,23 mg/l er over drikkevandskravet på 0,15 mg/l, men eftersom grundvandet indeholder en stor mængde opløst jern, udfældes størstedelen af råvandets fosforindhold sammen med jernet, og det udgør således ikke et problem for kvaliteten af vandværkets afgangsvand. Samme problematik gør sig gældende for arsen, hvor grundvandet indeholder 5,8-6 µg/l.

Vandværkets afgangsvand samt DGU nr. 197.330 og 197.186 er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, BTEXN og klorerede kulbrinte-forbindelser uden detektioner. Analyser fra 1992 viser indhold af olie i de to boringer, men den her anvendte analysemetode kan erfaringsmæssigt ikke skelne imellem olie og naturligt dannede kulbrinte-forbindelser i grundvandet. DGU nr. 197.593 er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner.

I DGU nr. 197.186 ses stigende koncentrationer af både klorid og sulfat, hvilket kan antyde en tiltagende påvirkning med ungt grundvand. Den stigende tendens gør sig ligeledes gældende for DGU nr. 197.330, dog i mindre grad. Da der blot er én boringskontrol for DGU nr. 197.593 kan den tidlige udvikling ikke vurderes.

Sårbarhed

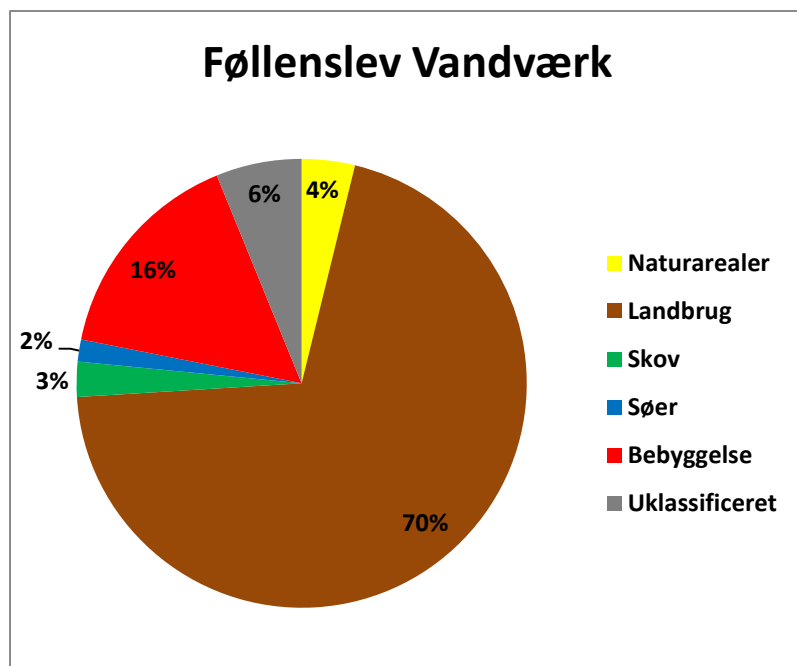
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS3) er lille i den sydlige del af oplandet, mens der er nogen nitratsårbarhed nordøst for borerne. Nord og vest for borerne er der overlap mellem oplandene for Føllenslev Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin). Her er sårbarheden vurderet for KS2, se Figur 6-43 og afsnit 6.2.21. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen nitratsårbarhed inden for del af oplandet, hvor KS3 er der øverste primære magasin og hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse. Det skyldes, at der er et forhøjet og/eller stigende sulfatindhold i grundvandet.



Figur 6-43 Nitratsårbarhed og nitratsfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Føllenslev Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (70 %), bebyggelse (16 %) og uklassificeret areal (6 %), se Figur 6-44.



Figur 6-44 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Føllenslev Vandværk.

Der er kortlagt to forureningslokaliteter på vidensniveau 2 indenfor indvindingsoplandet, henholdsvis en losseplads og en lokalitet med tidligere oplag af benzin og olie, hvor der er fundet olie/benzin i jorden, se Figur 6-45.

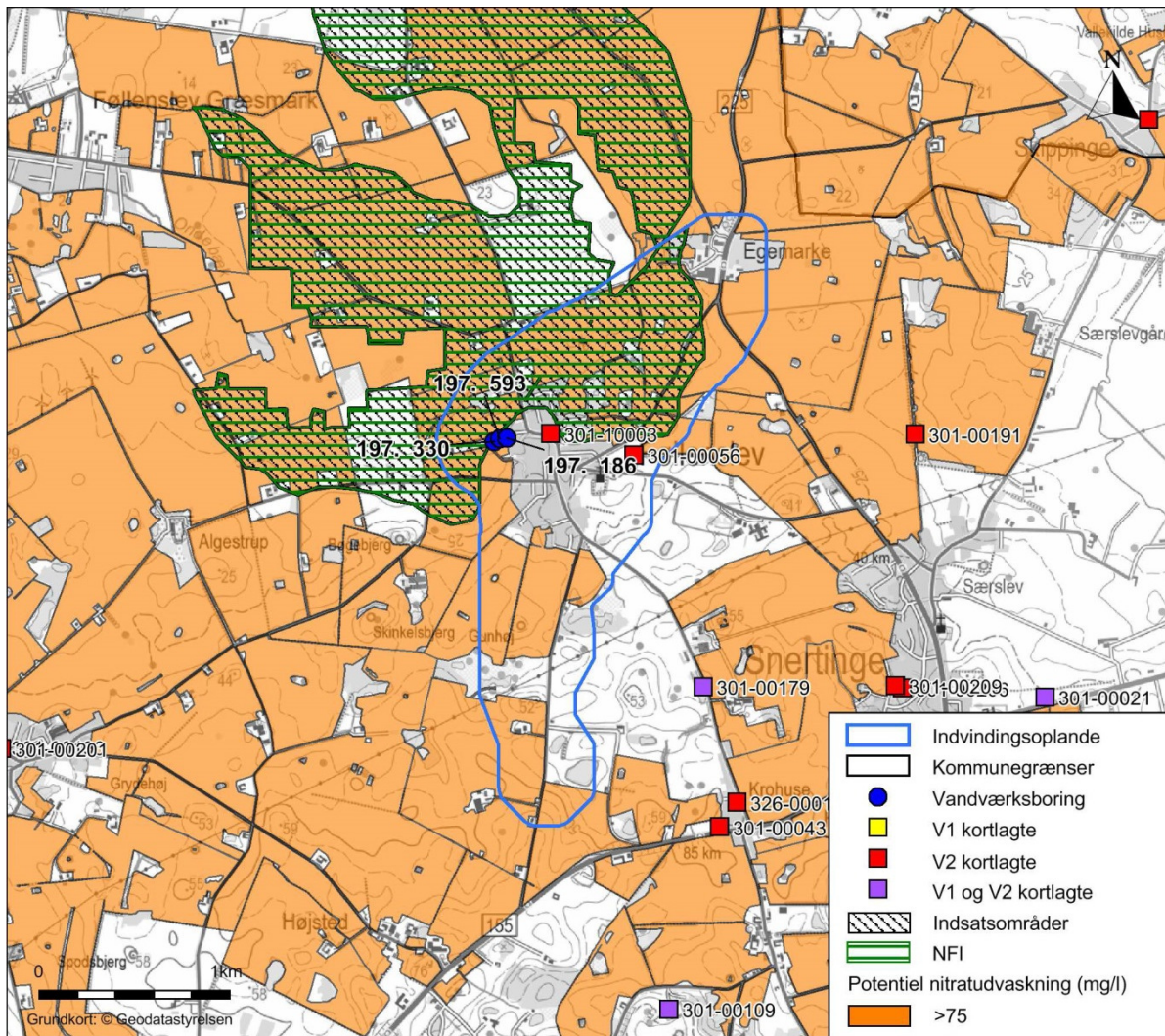
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
301-00056	Losseplads, Føllenslev	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2		Ikke omfattet af offentlig indsats
301-10003	Viking Chemicals, Føllenslev	Erhvervsmæssigt oplag af benzin og olie	V2	Olie-benzin i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats

Figur 6-45 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Føllenslev Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-46 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 67,5 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-46 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Føllenslev Vandværk samt af grænsning af indsatsområder.

6.2.16 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Føllenslev Vandværk



Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS3) er lille i den sydlige del af oplandet, mens der er nogen nitratsårbarhed nordøst for borerne bl.a. fordi der kun er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. Nord og vest for borerne er der overlap mellem oplandene for Føllenslev Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin). Her er sårbarheden vurderet for KS2. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen nitratsårbarhed inden for del af oplandet, hvor KS3 er der øverste primære magasin og hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtetmidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

I 1992 blev der påvist 6-55 µg/l olie i DGU nr. 197.330 og 197.186, men det er sandsynligt, at disse detektioner repræsenterer naturligt dannede kulbrinte forbindelser. Herudover er der ikke konstateret miljøfremmede stoffer i hverken grundvand eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet har forhøjede indhold af fosfor (0,16-0,24 mg/l) og arsen (5,8-6,0 µg/l), som dog nedbringes i tilfredsstillende omfang i forbindelse med vandbehandlingen.

6.2.17 Sammenfattende beskrivelse ved Græsmarkens Vandværk

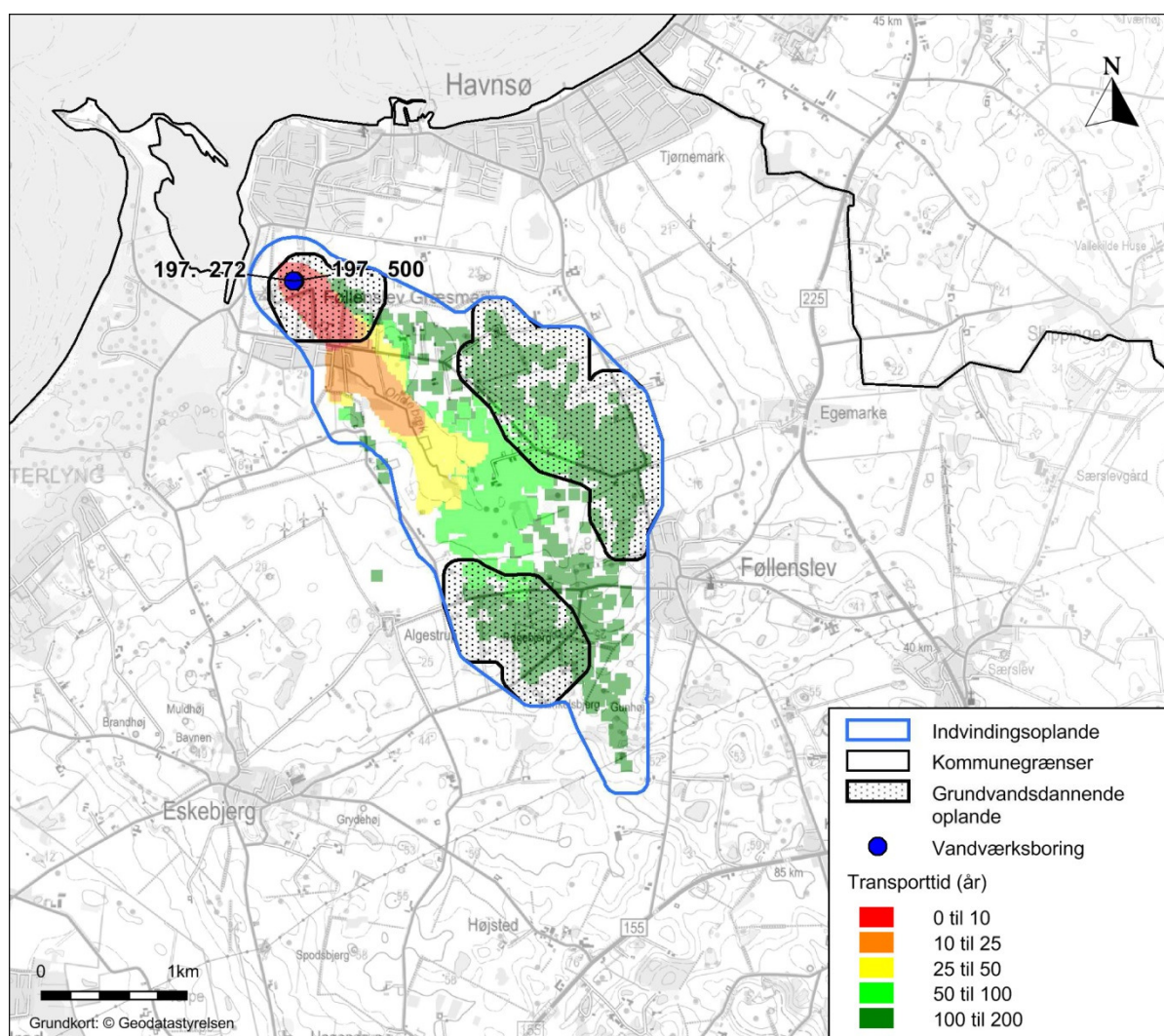
Græsmarkens Vandværk har to aktive boringer, DGU nr. 197.272 og 197.500, som begge er filtersat i prækvartært kalk. Magasinet er beskyttet af over 15 m ler i hele oplandet. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 6,1 m u.t. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-47 optegnet profilsnit i indvindingsoplandet til Græsmarkens Vandværk.

Figur 6-47 Forståelsesmodel for Græsmarkens Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 16.500 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-48.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-48 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-48 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år.



Figur 6-48 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i de fire boringer indenfor indvindingsoplandet er alle reduceret. I DGU nr. 197.186 er grundvandet af den svagt reducerede redoxvandtype C2, i DGU nr. 197.330 er det af den reducerede vandtype C1, mens det i Græsmarken Vandværks egne to indvindingsboringer, DGU nr. 197.500 og 197.272, er den stærkt reducerede vandtype D. Den analyserede vandprøve fra boring DGU nr. 197.500 viser dog umiddelbart, at der er tale om en vandtype A, grundet et nitratindhold på 1,8 mg/l, jernindhold under detektionsgrænsen og et iltindhold på 11,32 mg/l. De øvrige parametre, såsom de overliggende reducerede lerlag, ionbytningsgraden, forvitningsgraden, nitritindholdet mm. dog, at der reelt er tale om en oxideret vandprøve af vandtype D. Grundvandet i indvindingsboringerne er tydeligt sulfatreduceret med koncentrationer på 0,22-0,56 mg/l, mens de to øvrige boringer i oplandet har sulfatindhold på 63-98 mg/l.

Koncentrationerne af de øvrige redoxparametre virker umiddelbart uproblematisk, men vandværket har store problemer med at overholde drikkevandskravene for ammonium/ammoniak og nitrit.

DGU nr. 197.330 har en ionbytningsgrad på 0,91 og er dermed ikke påvirket af ionbytning, mens grundvandet i DGU nr. 197.186 er omvendt ionbyttet med en ionbytningsgrad på 0,66. Sidstnævnte har et let forhøjet kloridindhold på 70 mg/l, hvilket antyder en begyndende saltpåvirkning. Vandværkets to indvindingsboringer indvinde væsentligt ionbyttet grundvand med en ionbytningsgrad på 2,59-2,80, der stemmer overens med grundvandsdannelsen gennem de tykke ovenliggende lerlag samt indtaget i grønsandskalk, der ligeledes har en høj ionbytningskapacitet. Grundvandet i boringerne har et normalt indhold af klorid på 22 mg/l og er således ikke saltvandspåvirket.

Grundvandet er kalkmættet til svagt kalkovermættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

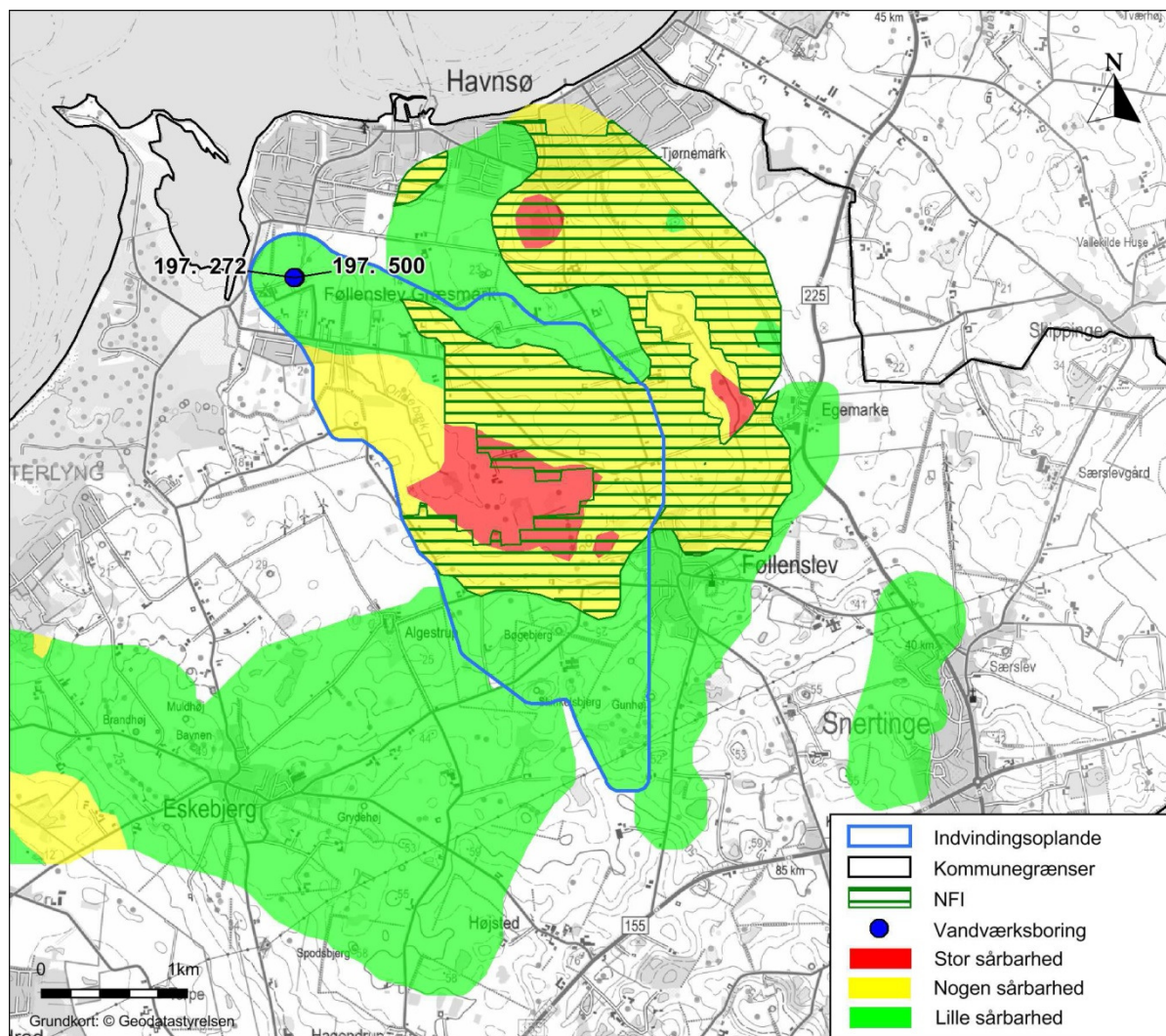
Vandværkets indvindingsboringer er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. Vandværkets afgangsvand samt de to øvrige boringer DGU nr. 197.330 og 197.186 er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, BTEXN og klorerede kulbrinte-forbindelser uden detektioner.

I DGU nr. 197.186 ses en stigende tendens i både klorid og sulfat, hvilket kan antyde en begyndende påvirkning med yngre grundvand. Den stigende tendens gør sig ligeledes gældende for DGU nr. 197.330, dog i mindre grad. Da der kun foreligger én boringskontrolanalyse for indvindingsboringen DGU nr. 197.500 er der ikke muligt at belyse grundvandskvalitetens tidlige udvikling, men den tidlige tendens i indvindingsboring DGU nr. 197.272 er stabil.

Sårbarhed

Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (PK) er nogen eller lille i den nordvestlige del af oplandet. Centralt i oplandet, hvor der er overlap mellem oplandene for Græsmarkens Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin) er der nogen eller stor nitratsårbarhed, mens der i den sydlige del, hvor der er overlap mellem oplandene for Græsmarkens Vandværk og Eskebjerg Vandværk (hvor KS3 er øverste primære magasin) er der lille nitratsårbarhed.

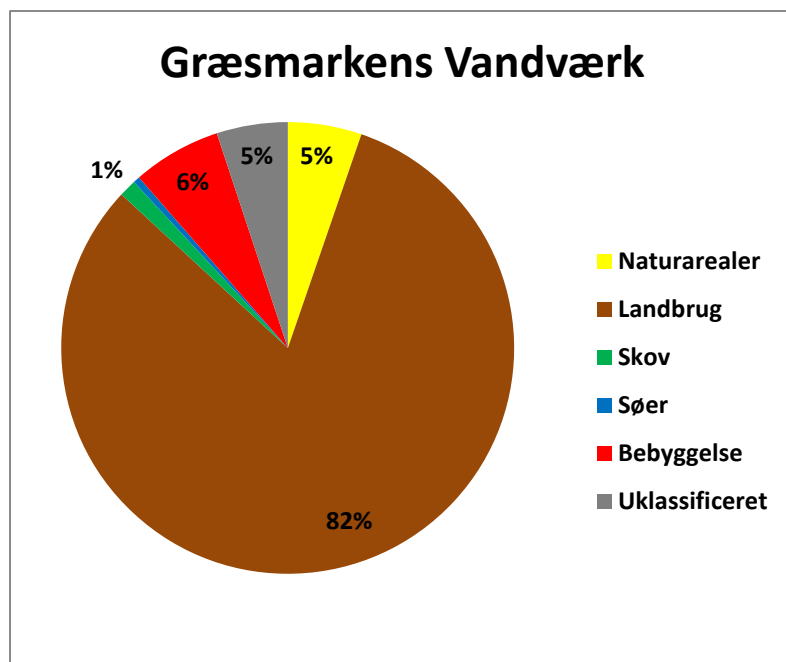
Der er afgrænset ikke NFI på arealerne med nogen nitratsårbarhed inden for del af oplandet, hvor PK er der øverste primære magasin og hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse, fordi der er en vandtype D med lave og stabile sulfatindhold i begge borer, se Figur 6-49.



Figur 6-49 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Græsmarkens Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært landbrug (82 %), og i mindre omfang bebyggelse (6 %), uklassificeret areal (5 %) og naturarealer (5 %), se Figur 6-50.



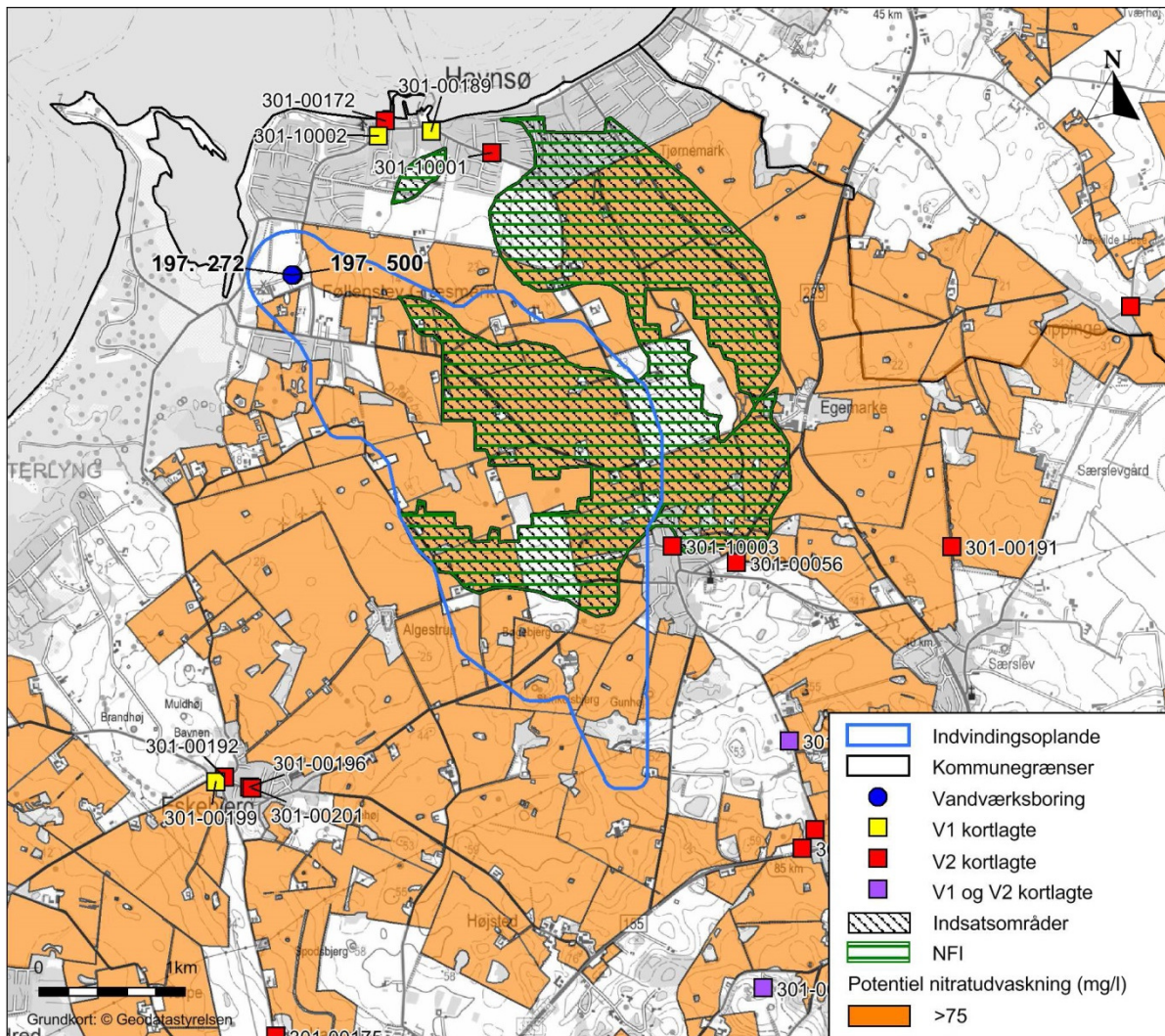
Figur 6-50 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Græsmarkens Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen foreningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-51 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 80,7 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat. Der er dog ikke afgrænset indsatsområde (IO) i den del af indvindingsoplandet, hvor grønsandskalken udgør det øverste primære magasin til Vandværket.



Figur 6-51 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Græsmarkens Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.18 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Græsmarkens Vandværk



Kortlægningen har vist, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (PK) er nogen eller lille i den nordvestlige del af oplandet, bl.a. fordi der er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. Centralt i oplandet, hvor der er overlap mellem oplandene for Græsmarkens Vandværk og Havnsø Vandværk (hvor KS2 er øverste primære magasin) er der nogen eller stor nitratsårbarhed, mens der i den sydlige del, hvor der er overlap mellem oplandene for Græsmarkens Vandværk og Eskebjerg Vandværk (hvor KS3 er øverste primære magasin) er der lille nitratsårbarhed.

Der er afgrænset ikke NFI på arealerne med nogen nitratsårbarhed inden for del af oplandet, hvor PK er der øverste primære magasin og hvor der samtidigt sker grundvanddannelse. Der er afgrænset NFI i dele af den centrale del af oplandet, hvor nitratsårbarheden er vurderet i forhold til KS2. Her er der bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i hverken indvindingsboringer eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Der er ingen potentielle grundvandskemiske problemparametre.

6.2.19 Sammenfattende beskrivelse ved Gørlev Vandforsyning

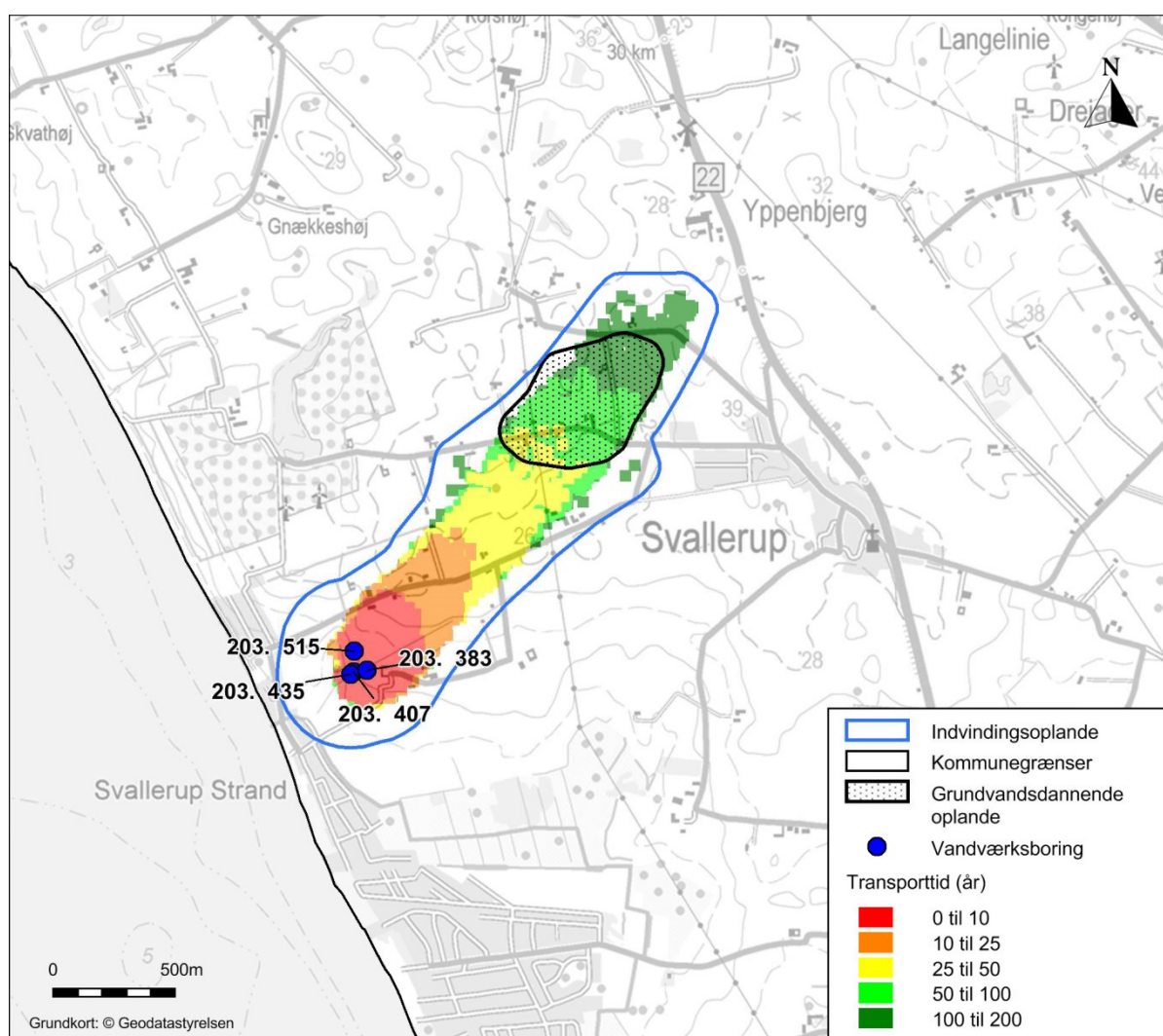
Gørlev Vandforsyning har fire aktive borer, DGU nr. 203.383, 203.407, 203.435 og 203.515, der alle indvinder fra grundvandsmagasinet KS4. Lertykkelsen over magasinet er inden for indvindingsoplandet varierende mellem 20-50 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,5 m u.t. Grundvandet er reduceret til stærkt reduceret. Der er på Figur 6-52 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Gørlev Vandforsyning.

Figur 6-52 Forståelsesmodel for Gørlev Vandforsyning.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 45.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-53.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-53 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-53 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger jævnt fordelt mellem 0 og 200 år.



Figur 6-53 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I DGU nr. 203.435 og 203.383 er grundvandet af den stærkt reducerede vandtype D, mens sulfatindholdet er lidt højere i DGU nr. 203.515 og 203.407, hvorfor grundvandet her er af den reducerede type C1. Sulfatindholdet ligger for alle boringer imellem 12 og 31 mg/l.

Jernindholdet er forholdsvis højt med koncentrationer på 2,2-4,7 mg/l. Indhold over 3 mg/l kan være svære at nedbringe tilfredsstillende ved normal vandbehandling, men vandværket har kun haft ganske få overskridelser af grænseværdien i afgangsvandet. Generelt virker koncentrationerne af redoxparametrene uproblematisk, og vandværket har ikke væsentlige problemer med at overholde drikkevandskravene.

Med ionbytningsforhold på 1,01-1,31 er grundvandet ikke ionbyttet til ionbyttet. Grundvandet er ikke saltvands-påvirket, men har dog et let forhøjet kloridindhold på 47-62 mg/l.

Grundvandet er kalkmættet til svagt overmættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

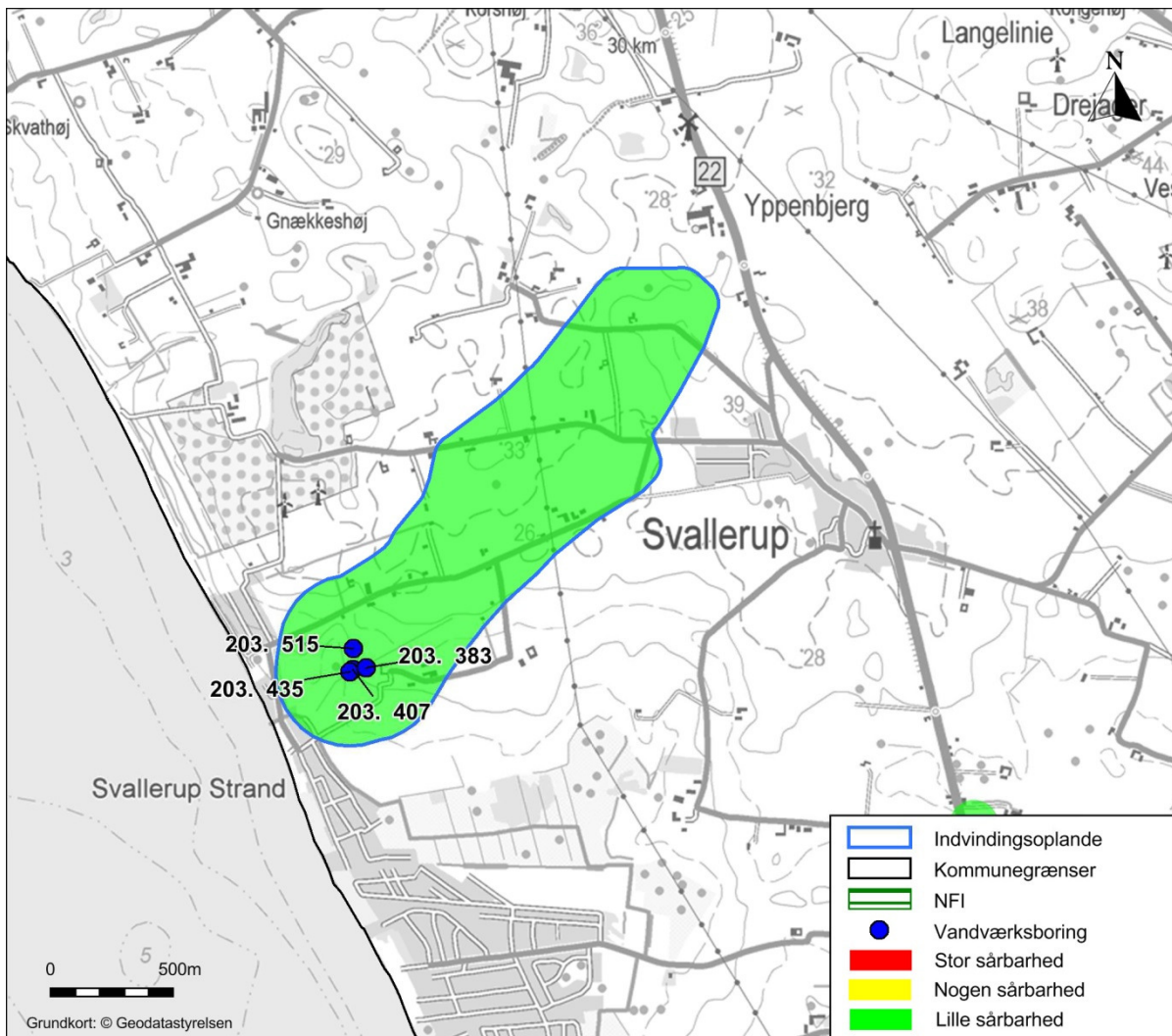
Der er ingen øvrige potentielle problemparametre.

Grundvandet og vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. Vandværkets afgangsvand er desuden analyseret for klorerede kulbrinte-forbindelser og BTEXN, ligeledes uden detektioner.

Den tidlige udvikling i grundvandskvaliteten har været forholdsvis stabil for alle boringerne siden omkring år 2000. I DGU nr. 203.435 og 203.407 har der efter år 2000 været en faldende tendens i sulfatindholdet, mens kloridindholdet er forblevet stabilt. Umiddelbart er der ingen væsentlig tidlig udvikling.

Sårbarhed

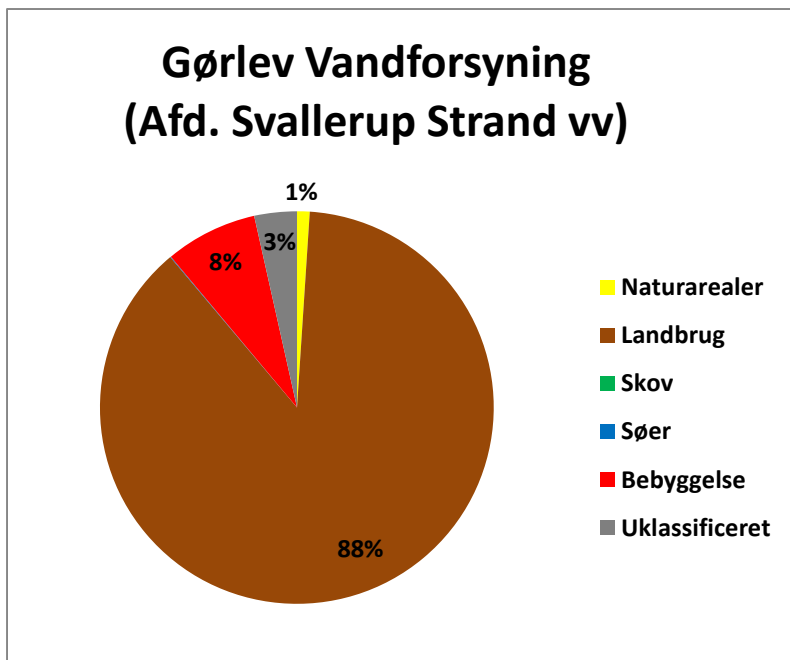
I indvindingsområdet vurderes grundvandet at have lille nitratsårbarhed på baggrund af reduceret til stærkt reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler på over 15 m. Der er således ikke afgrænset NFI i området, jf. Figur 6-54.



Figur 6-54 Nitratsårbarhed i indvindingsområdet til Gørlev Vandforsyning.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (88 %) og i mindre omfang bebyggelse (8 %) og uklassificeret areal (3 %), se Figur 6-55.



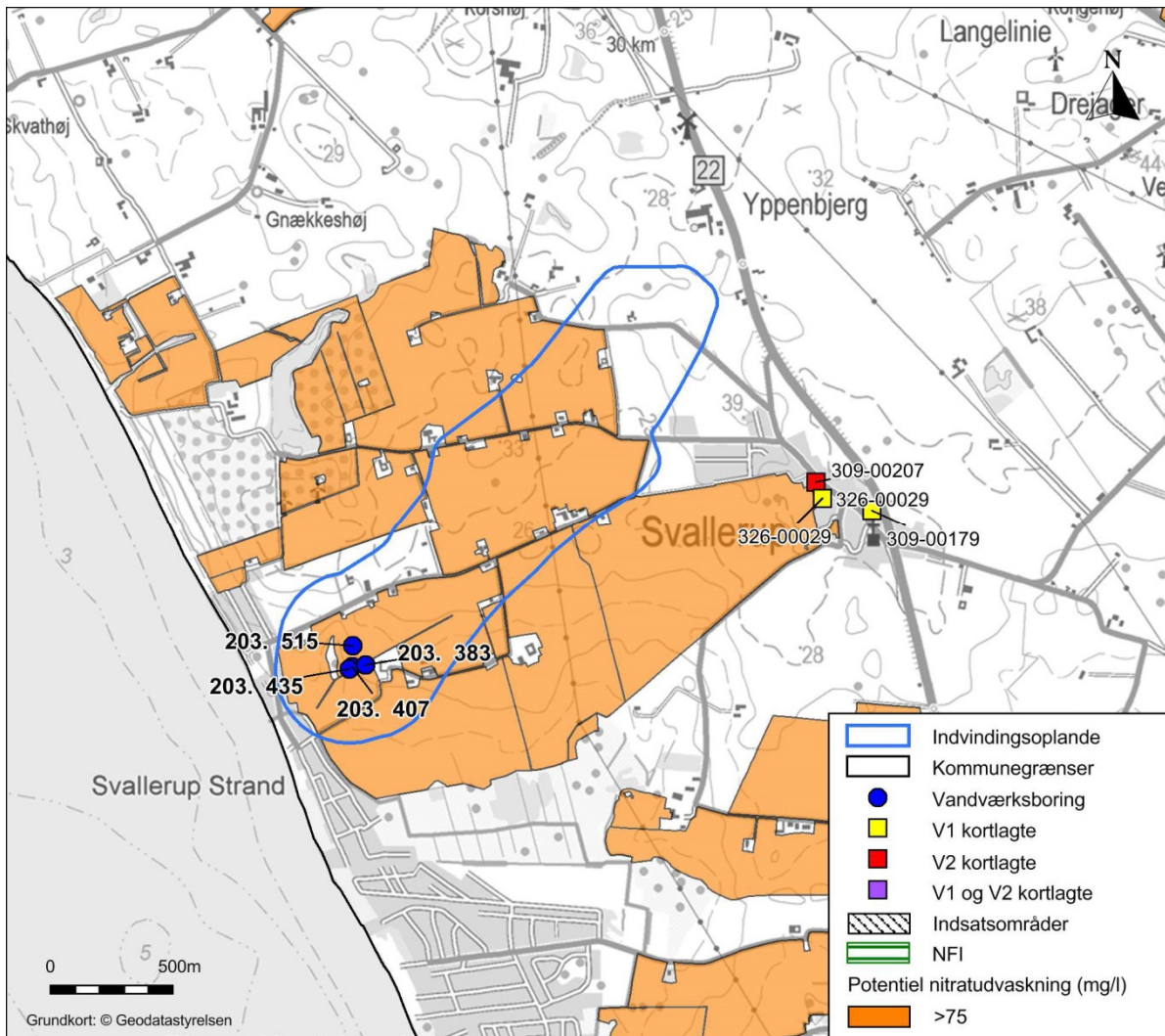
Figur 6-55 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Gørlev Vandforsyning.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-56 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 88 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til Gørlev Vandværk.



Figur 6-56 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Gørlev Vandforsyning.

6.2.20 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Gørlev Vandforsyning



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS4 har lille nitratsårbarhed i indvindingsoplandet, bl.a. fordi der er et betydeligt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i grundvandet eller vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

I DGU nr. 203.383 overskrides drikkevandskravet for fosfor (total-P), men dette giver ingen kvalitetsproblemer for vandværket. Der er ingen øvrige grundvandskemiske problemparametre.

6.2.21 Sammenfattende beskrivelse ved Havnsø Vandværk

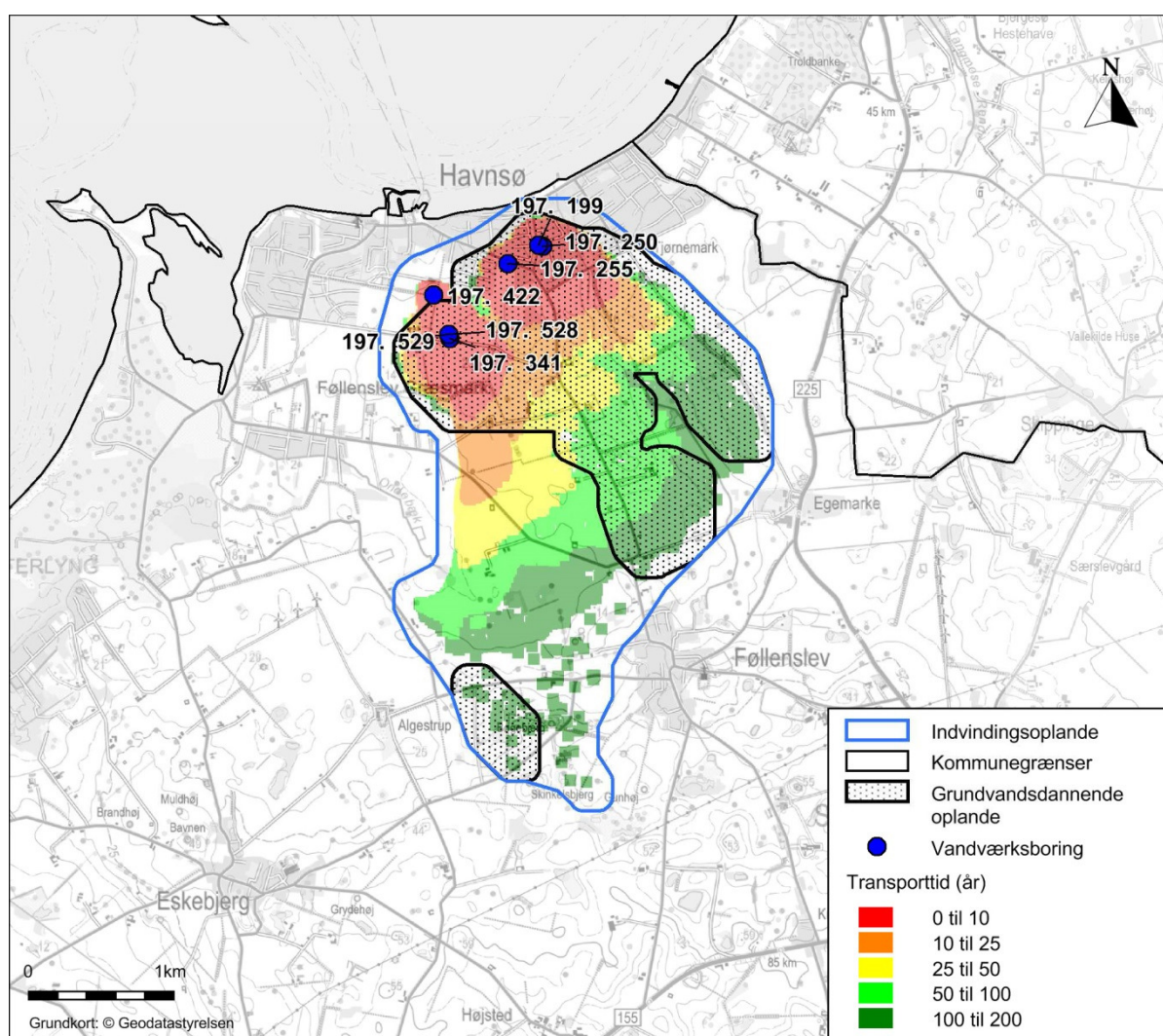
Havnsø Vandværk har 7 aktive boringer. Fire af boringerne er filtersat i KS2 (DGU nr. 197.199, 197.250, 197.255 og 197.529). Derudover er boring 197.528 filtersat i KS3, mens boring 197.341 og 197.422 er filtersat i prækvartært kalk. Tykkelsen af lerlaget over det øvre primære grundvandsmagasin, KS2, varierer inden for indvindingsoplandet imellem 5 og 40 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,2 m u.t. I KS2 er grundvandet overvejende svagt reduceret, men i en enkelt boring er der tale om blandingsvand. I KS3 og den prækvartære kalk er grundvandet reduceret til stærkt reduceret. Der er på figur 6-57 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Havnsø Vandværk.

Figur 6-57 Forståelsesmodel for Havnsø Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 150.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-58.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-58 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-58 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger jævnt fordelt imellem 0 og 200 år.



Figur 6-58 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i Havnsø Vandværks borer er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt, med undtagelse af boring DGU nr. 197.199, der er klassificeret som blandingsvand BCX med jernindhold på 1,5 mg/l, nitratindehold på 1,4 mg/l og forhøjet sulfatindehold på 91 mg/l. De øvrige borer til KS2 er klassificeret som den svagt reducerede vandtype C2 (DGU nr. 197.250, 197.255 og 197.529) med forhøjede sulfatindehold på 95-120 mg/l. Derimod indeholder borerne til KS3 og den prækvartære kalk den reducerede vandtype C1 (DGU nr. 197.182, 197.422 og 197.528) med sulfatindehold på 22-44 mg/l, eller i et enkelt tilfælde den stærkt reducerede vandtype D (DGU nr. 197.341) med et sulfatindehold på 20 mg/l. Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk, og vandværket har kun haft få overskridelser af drikkevandskrav for ammonium/ammoniak, nitrit, jern og metan.

I DGU nr. 197.199 og 197.529 er ionbytningsgraden 0,64-0,66 og grundvandet er således svagt omvendt ionbyttet. Grundvandet i DGU nr. 197.250, 197.255 og 197.528 er ikke ionbyttet med ionbytningsforhold på 0,86-0,01, mens grundvandet i DGU nr. 197.182, 197.341 og 197.422 er væsentligt ionbyttet med ionbytningsforhold på 1,6-1,67. De tre sidstnævnte borer er de dybeste borer, der alle har indtag i magasinet PK. Dette er grønsandskalk, og ovenover er der aflejringer af grønsandsler samt tykke lag af reduceret blåler.

Borerne med indtag i grønsandskalk er alle saltpåvirkede af marint residualvand, hvilket ses ved et natriumindhold på 130-570 mg/l og kloridindhold på 120-551 mg/l. De øvrige borer har et normalt til let forhøjet kloridindhold på 38-92 mg/l, hvor den svage saltpåvirkning i nogle af borerne formentlig skyldes diffusion fra de dybere liggende prækvartære lag.

Grundvandet kalkmættet eller svagt kalkovermættet og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

Grundvandet i indvindingsboringen DGU nr. 197.422 indeholder 3600 µg/l bor, hvilket ligger langt over drikkevandskravet på 1000 µg/l. Den mindre saltholdige DGU nr. 197.341 indeholder 870 µg/l bor. Kilden til forhøjet bor i grundvandet er formentlig dels havsalt og dels frigivelse fra de prækvartære lag. Indholdet af bor i vandværkets afgangsvand er generelt også højt og har 3 gange ligget nøjagtigt på drikkevandskravet på 1000 µg/l. DGU nr. 197.422 indeholder desuden 2,5 mg/l fluorid, hvilket er langt over drikkevandskravet på 1,5 mg/l. Forhøjet fluorid findes ofte i prækvartære kalkaflejringer, hvor grundvandet har lang opholdstid.

I indvindingsboring DGU nr. 197.528 ligger grundvandets indhold af arsen på 6,8 µg/l, hvilket er over drikkevandskravet på 5 µg/l, men eftersom grundvandet indeholder opløst jern, udfældes en stor del af råvandets arsenindhold sammen med jernet. I de kvartære sandlag ligger indholdet af fosfor (total-P) i mange tilfælde over drikkevandskravet (0,11-0,22 mg/l), men også fosfor udfældes i tilfredsstillende omfang sammen med jern under vandbehandlingen.

I indvindingsboringen med blandingsvand, DGU nr. 197.199, er der siden første analyse i 1999 påvist BAM i grundvandet. Indtil 2002 var samtlige fund over drikkevandskravet med et maksimum på 1,9 µg/l, mens alle efterfølgende fund har ligget under drikkevandskravet. I seneste analyse i 2014 blev indholdet målt til 0,014 µg/l. I perioden 1992-1999 blev der desuden flere gange målt oliesterer med koncentrationer mellem 5-12 µg/l i grundvandet, og i år 2000 blev der fundet ethylbenzen, benzen, toluen og xylener i både denne boring og DGU nr. 197.250. Koncentrationerne var alle under drikkevandskravet og lå på 0,02-0,05 µg/l, og ingen af fundene er efterfølgende verificeret. Der er ikke fundet miljøfremmede stoffer i de øvrige borer. Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider, nedbrydningsprodukter, BTEXN, olie samt klorerede kulbrinte forbindelser. I 1999 og igen i 2010 er der påvist små mængder BAM (0,011-0,018 µg/l) i afgangsvandet, mens alle øvrige analyser har været uden detektioner. I 2004 blev der desuden fundet 13 µg/l olie i råvand, hvilket overskrider drikkevandskravet. Der var før dette detekteret mindre mængder, men den efterfølgende analyse i 2006 viste ingen olieprodukter.

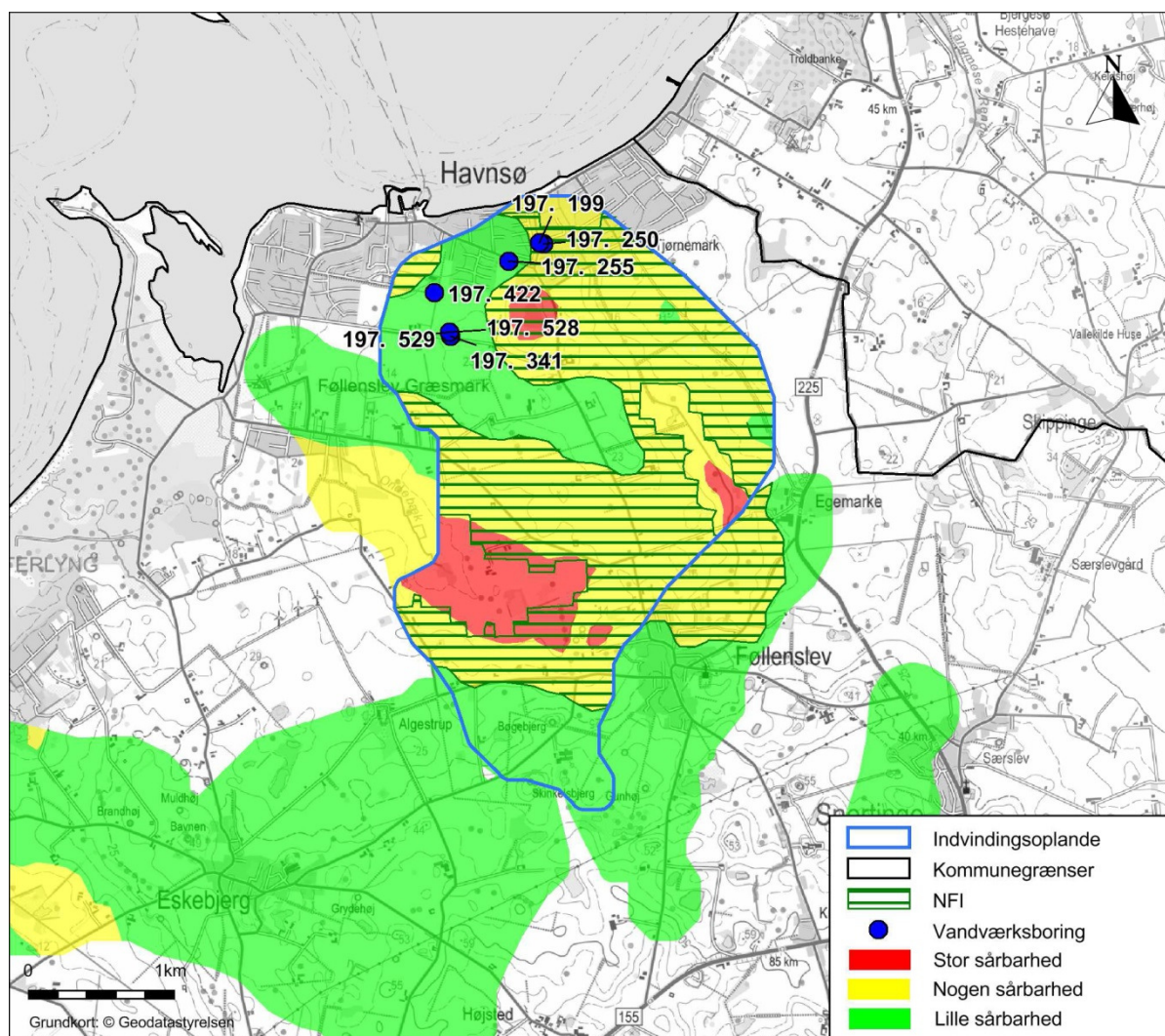
Kloridindholdet har været forholdsvist stabilt i DGU nr. 197.528 og 197.255, mens det har haft en større eller mindre stigende tendens i de øvrige borer. Særligt i DGU nr. 197.422 og 197.341, som har indtag i prækvartært kalk, har der været en kraftig stigning i kloridindholdet. Koncentrationen af sulfat har været mere varierende.

de. Mens tendensen i DGU nr. 197.199 og 197.528 har været faldende, har koncentrationerne været stigende i 197.250, 197.255 og 197.341. I de øvrige borer er sulfatindholdet forholdsvis stabilt.

Der er for få analyser for DGU nr. 197.529 til at klarlægge en tidlig tendens i grundvandskvaliteten for denne boring.

Sårbarhed

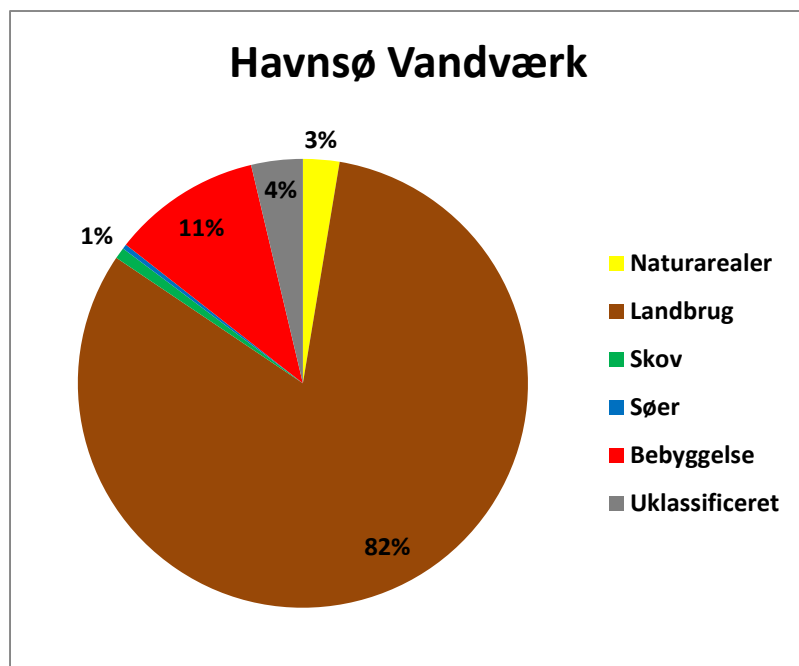
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS2) er lille i dele af den nordligste del af oplandet samt i den sydlige del, mens der er nogen eller stor nitratsårbarhed i den øvrige del af oplandet. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen og stor nitratsårbarhed, hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse, se Figur 6-59. Det skyldes, at der er et forhøjet og stigende sulfatindhold i flere af vandværkets borer filtersat i KS2.



Figur 6-59 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Havnsø Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (82 %) og i mindre omfang bebyggelse (11 %) og uklassificeret areal (4 %), se Figur 6-60.



Figur 6-60 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Havnsø Vandværk.

Der er inden for indvindingsoplandet kortlagt én forureningslokalitet på vidensniveau 2, hvor der konstateret olie-benzin forurening i jorden, se Figur 6-61.

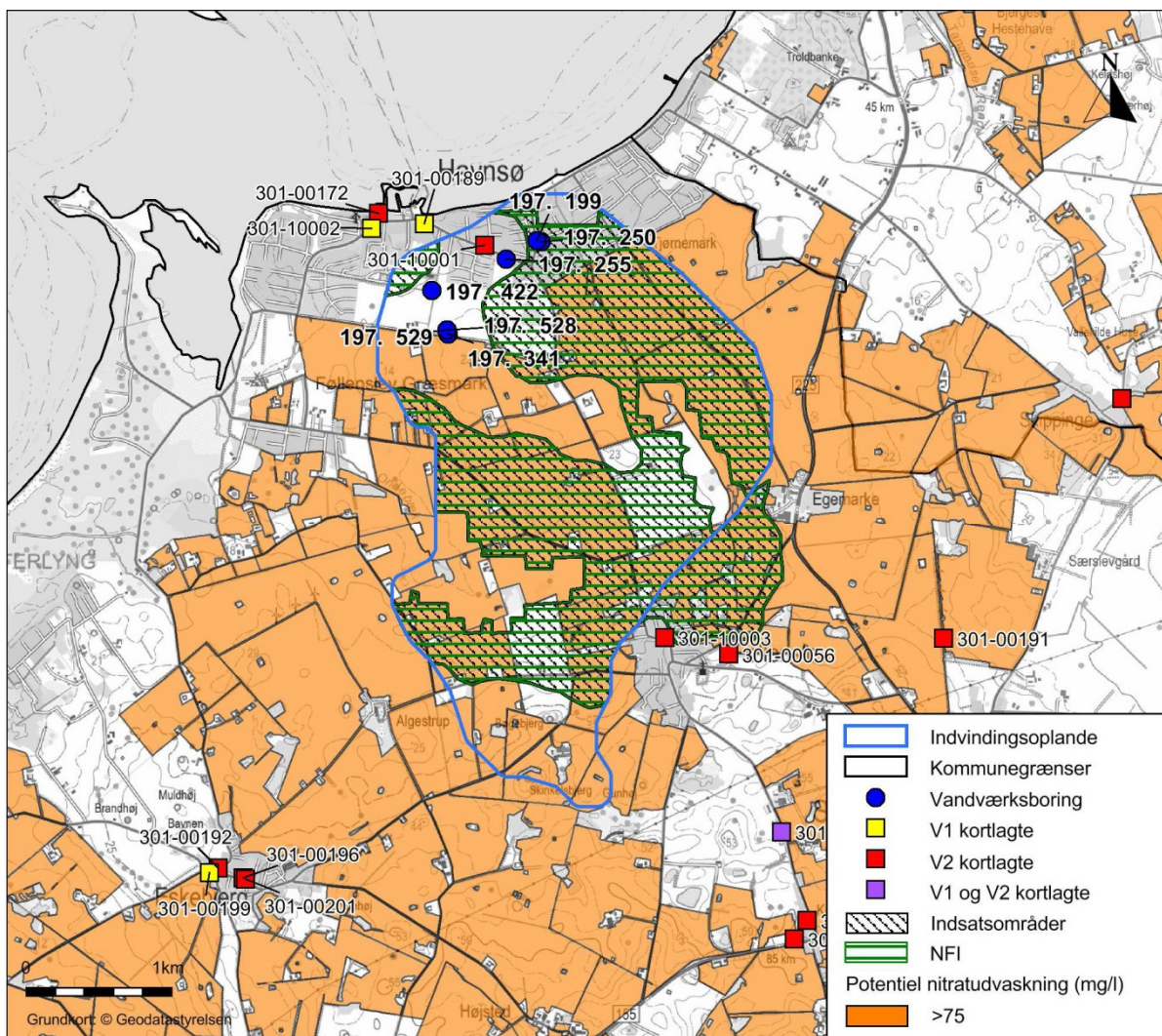
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
301-10001	Havnsø Auto, Følenslev	Privat oplag af villaolietank	V2	Olie-benzin i jord	Videregående undersøgelse af olie i grundvand

Figur 6-61 Forureningskortlagte lokaliteter inden for indvindingsoplandet til Havnsø Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-62 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 76,9 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-62 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Havnsø Vandværk samt af grænsning af indsatsområder.

6.2.22 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Havnsø Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i dele af indvindingsoplandet har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

I DGU nr. 197.199 er der siden første analyse i 1999 påvist BAM i grundvandet. Indtil 2002 var samtlige fund over drikkevandskravet, med et maksimum på 1,9 µg/l, mens alle efterfølgende fund har været under drikkevandskravet, senest 0,014 µg/l i 2014. I 1999 og igen i 2010 er der påvist små mængder BAM (0,011-0,018 µg/l) i vandværkets afgangvand, mens alle analyser her i mellem samt efterfølgende har været uden detektioner.

Miljøfremmede stoffer

I DGU nr. 197.199 er der i perioden 1992-1999 flere gange påvist olierester med koncentrationer på 5-12 µg/l i grundvandet og i afgangsvandet blev der påvist 13 µg/l olie i råvandet i 2004. Før dette var mindre mængder de-

tekteret, men den efterfølgende analyse i 2006 viste ingen detektion på olieprodukter. I 2000 blev der fundet koncentrationer af ethylbenzen, benzen, toluen og M+P- samt o-xylen i DGU nr. 197.199 og 197.250. Koncentrationerne på 0,02-0,05 µg/l er alle under drikkevandskravet, og ingen af stofferne er efterfølgende verificeret.

Der er ikke fundet miljøfremmede stoffer i de øvrige boringer.

Naturligt forekommende stoffer

Arsenindholdet er over drikkevandskravet i det oppumpede grundvand fra DGU nr. 197.528, men i det udpumpede vandværksvand overholdes grænseværdien. Grundet saltpåvirkning af grundvandet i indvindingsboringen DGU nr. 197.422, overskrides drikkevandskravene for klorid og natrium i grundvandet. Indvindingsboring DGU nr. 197.341 er ligeledes væsentlig saltpåvirket, men dog med koncentrationer under drikkevandskravet. I det udpumpede vandværksvand overholdes grænseværdien.

DGU nr. 197.422 er ikke analyseret for bor, men det formodes at grundvandet i boringen indeholder en stor mængde bor. DGU nr. 197.341 har indhold tæt ved grænseværdien, og indholdet af bor i vandværkets afgangsvand har flere gange ligget på drikkevandskravet, dog uden at overskride de 1000 µg/l.

6.2.23 Sammenfattende beskrivelse ved Hellesklint Vandværk

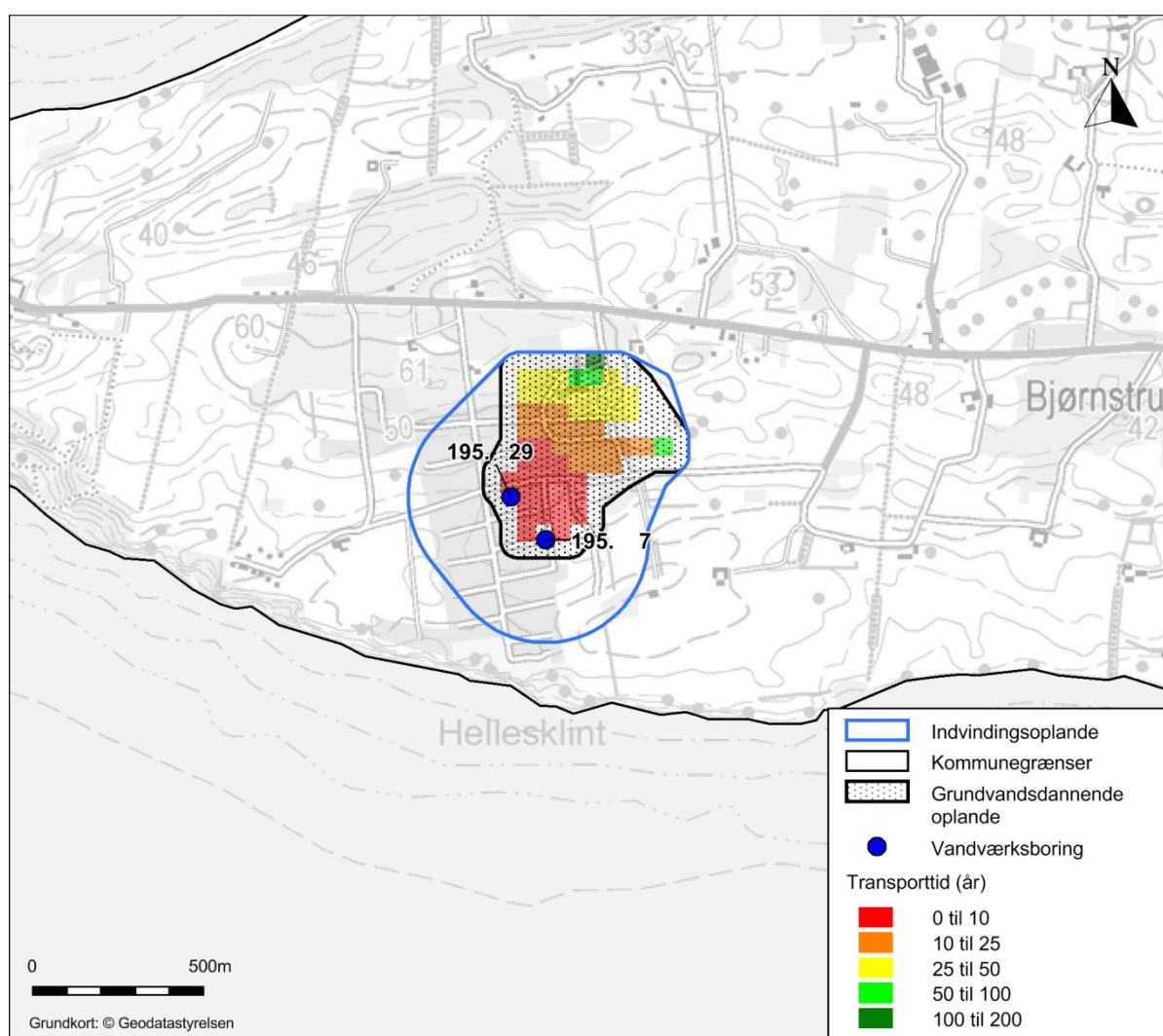
Hellesklint Vandværk har 2 aktive borer, hvor af DGU nr. 195. 7 indvinder fra det primære grundvandsmagasin KS2 og boring 195. 29 indvinder fra KS3. Lerlagstykkelsen over det øverste grundvandsmagasin, KS2, er under 5 m i den nordlige del af indvindingsoplandet og imellem 15 og 40 m i den sydlige del. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 8,4 m u.t. Grundvandet er reduceret i KS2 og oxideret i KS3. Der er på Figur 6-63 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Hellesklint Vandværk.

Figur 6-63 Forståelsesmodel for Hellesklint Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 21.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-64.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-64 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-64 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 50 år.



Figur 6-64 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet i boring DGU nr. 195.7 med indtag i KS2 er af den reducerede vandtype C1 med et sulfatindholdet på 44 mg/l, mens det i DGU nr. 195.29 med indtag i KS3 overraskende er den oxiderede vandtype B med et forhøjet sulfatindhold på 120 mg/l. Det reducerede grundvand er nitratfrit, mens det oxiderede grundvand har et nitratindhold på 22 mg/l. Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk, men vandværket har haft gentagne overskridelser for ammoniak/ammonium og nitrit, hvilket tyder på, at iltningen af råvandet på vandværket ikke er effektiv nok. Det er også muligt, at ændret filtrering kan afhjælpe problemerne. Det bemærkes at opblanding af reduceret og oxideret grundvand kan medføre problemer med nitrit.

Med ionbytningsforhold på 1,1-1,4 er grundvandet svagt til væsentligt ionbyttet, hvilket hænger sammen med grundvandsdannelse igennem lerede og til dels også organiske aflejringer. I DGU nr. 195.7, hvor grundvandet er mest ionbyttet, ses der grønsand i boreprofilet, som generelt har en høj ionbytningskapacitet. Med et klorid indhold på 86 mg/l er denne boring svagt saltpåvirket, hvilket formentlig skyldes marint residualvand. DGU nr. 195.29 har normalt indhold af klorid på 45 mg/l og er ikke saltpåvirket.

Grundvandet er kalkmættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

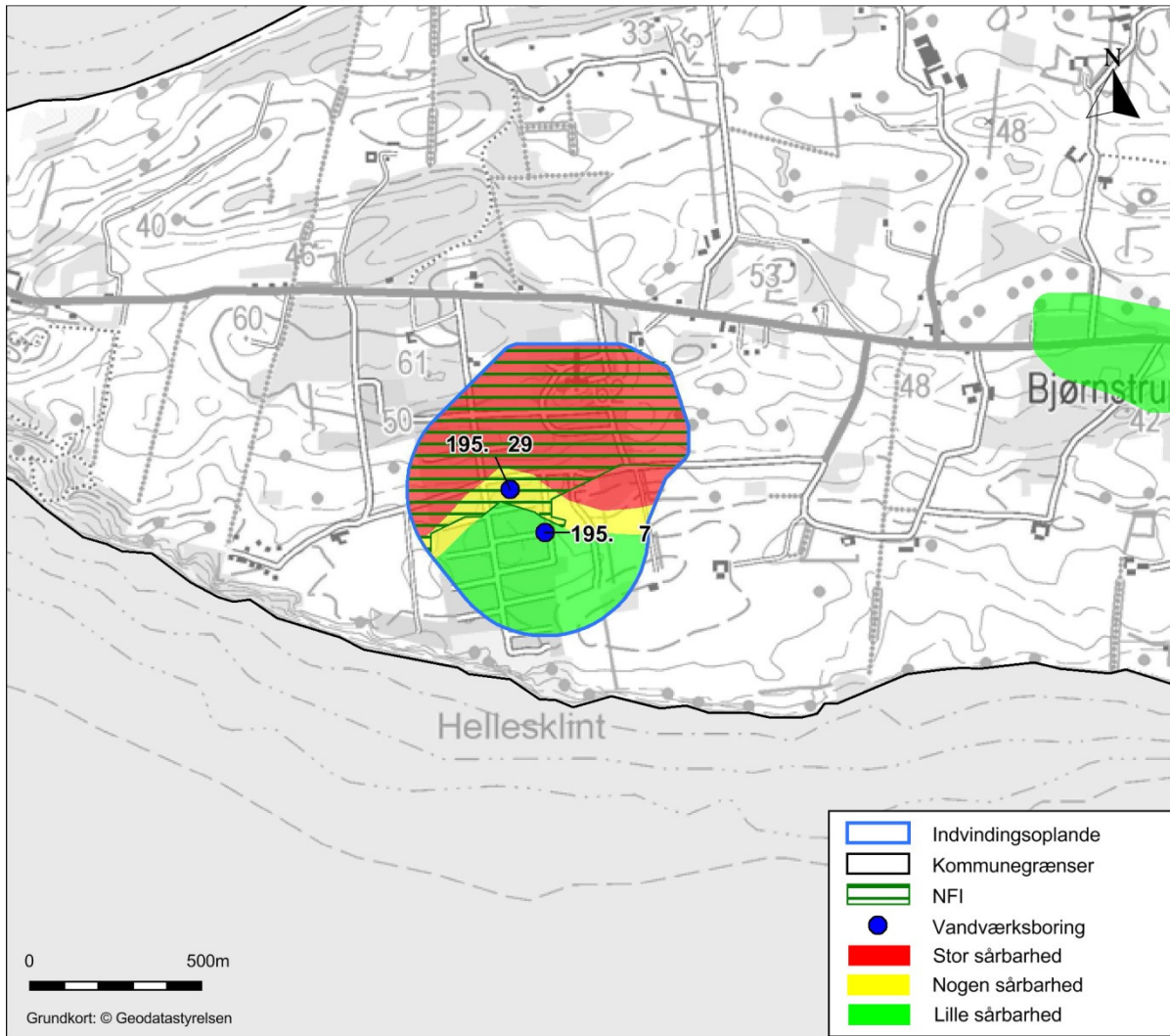
Grundvandet i DGU nr. 195.7 indeholder 5,3 mg/l opløst organisk stof (NVOC), hvilket er over drikkevandskravet på 4 mg/l. Vandværkets anden indvindingsboring indeholder dog kun 1,9 mg/l NVOC, og der har ikke været overskridelser af drikkevandskravet i vandværkets afgangsvand.

Vandværkets afgangsvand og de to indvindingsboringer er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. Afgangsvandet er desuden analyseret for BTEXN-komponenter og klorerede kulbrinte forbindelser, ligeledes uden detektioner.

Den tidlige udvikling i kloridindholdet er stabil i begge boringer, mens der er en svagt faldende tendens i koncentrationen af sulfat i DGU nr. 195.7, mens sulfatkoncentrationen er svagt stigende i DGU nr. 195.29. I sidstnævnte boring er der samtidig en let stigning i nitrat.

Sårbarhed

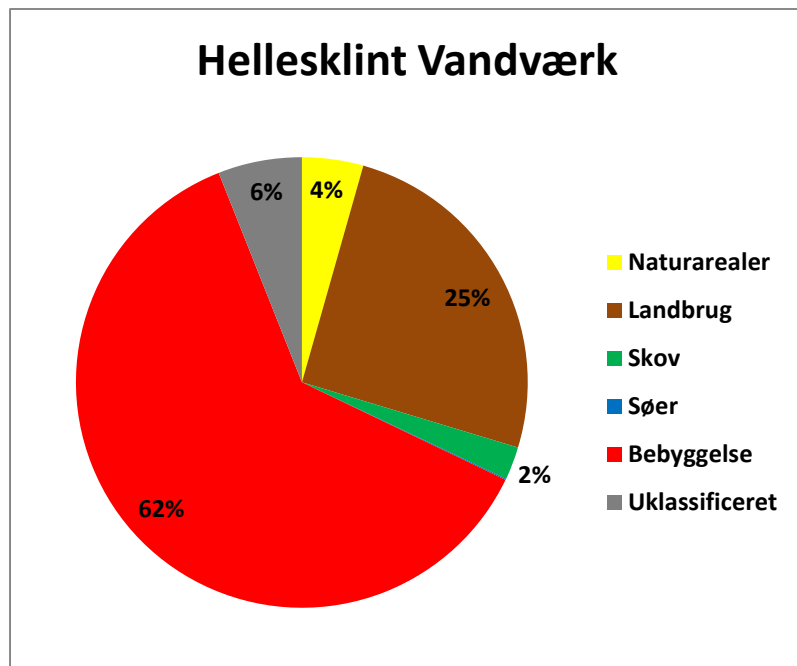
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS2) er lille i den sydlige del af oplandet, mens der er nogen eller stor nitratsårbarhed nord herfor. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen og stor nitratsårbarhed, hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse, se Figur 6-65.



Figur 6-65 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Hellesklint Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært bebyggelse (62 %), landbrug (25 %) og uklassificeret areal (6 %), se Figur 6-66.



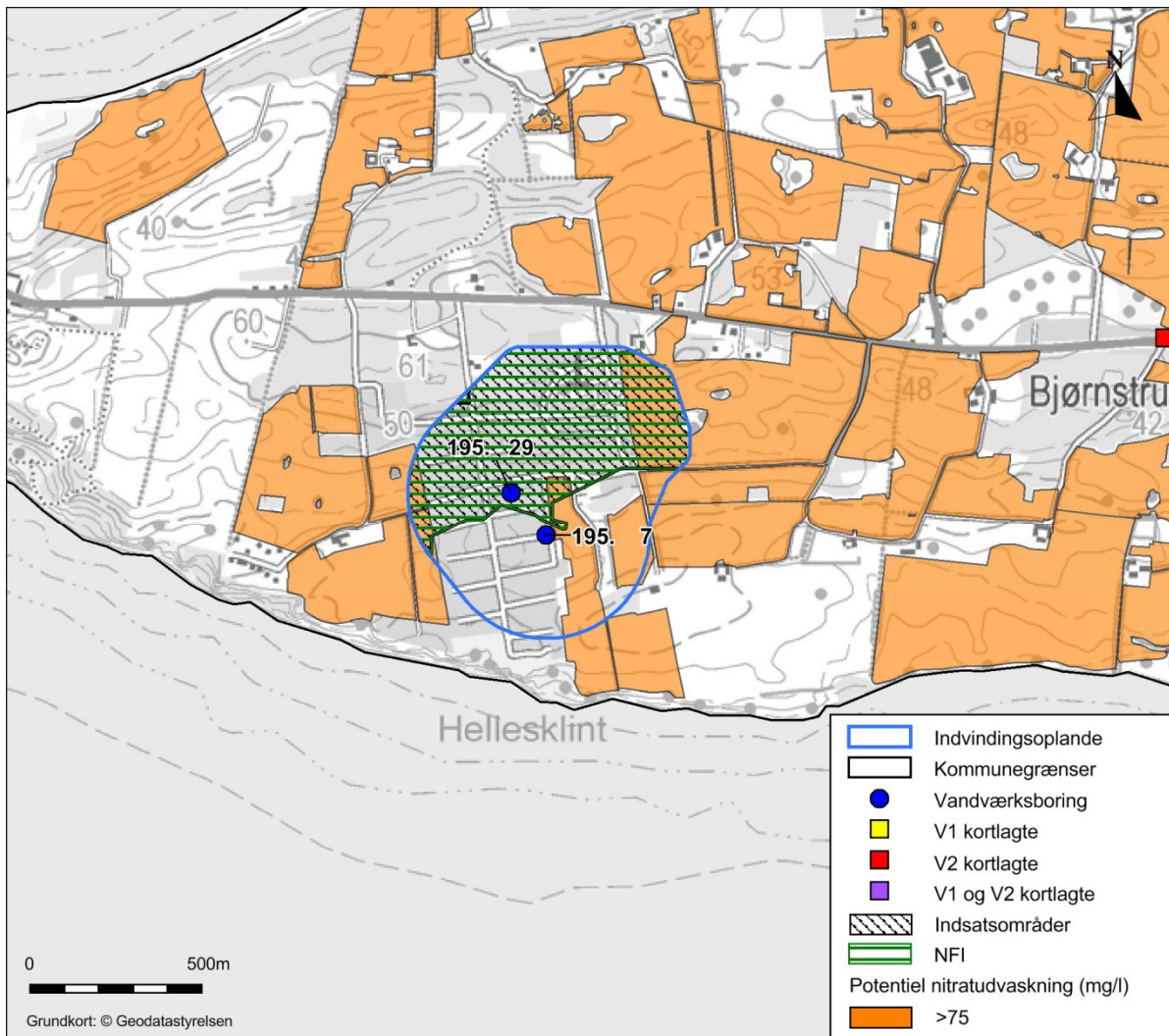
Figur 6-66 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Helleslint Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for indvindingsoplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På figur 6-67 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 27,3 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-67 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Hellesklint Vandværk samt af grænsning af indsatsområder.

6.2.24 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hellesklint Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i dele af indvindingsoplandet har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet i DGU nr. 195.7 har forhøjet indhold af NVOC (5,3 mg/l), men vandværket overholder drikkevandskravet.

6.2.25 Sammenfattende beskrivelse ved Hjorthøj Vandværk

Hjorthøj Vandværk har 5 aktive boringer. DGU nr. 196.360, der ligger NV for de øvrige boringer, indvinder fra KS2. DGU nr. 196.342 indvinder ligeledes fra KS2, mens de øvrige boringer, DGU nr. 196.316, 196.328 og 196.355, indvinder fra KS3. DGU nr. 196.360 har et separat indvindingsopland og grundvandsdannede opland. Lerdæklagstykkelsen over det øverste grundvandsmagasin KS2, i det nordvestlige opland, er for langt størstedelen af indvindingsoplandet under 5 m. I det sydøstlige opland er der ligeledes under 5 m ler over KS2 i størstedelen af oplandet. Redoxgrænsen i de to oplande ligger som gennemsnit 3,8 m u.t. Grundvandet er oxideret. Der er på Figur 6-68 og Figur 6-69 optegnet profilsnit i indvindingsoplandene til Hjorthøj Vandværk.

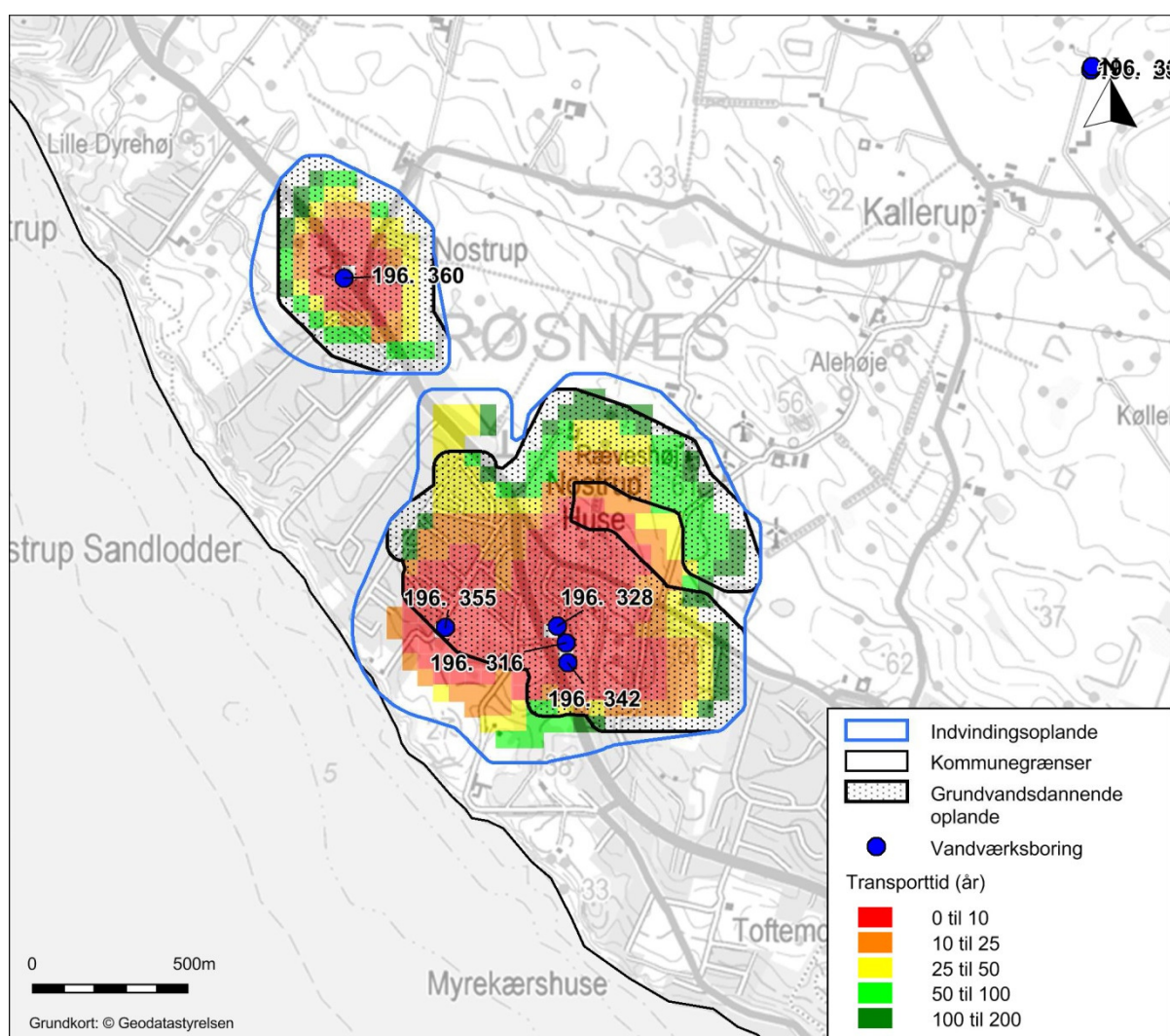
Figur 6-68 Forståelsesmodel for Hjorthøj Vandværk, boring DGU nr. 196.360.

Figur 6-69 Forståelsesmodel for Hjorthøj Vandværk, sydøstlig kildeplads..

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 175.000 m³/år er indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande til vandværkets boringer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandene er de dele af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod boringerne. De grundvandsdannende oplande er de dele af indvindingsoplandene, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er vist på Figur 6-70.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-70 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-70 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 25 år.



Figur 6-70 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er oxideret og med nitratindhold på 3,9-23 mg/l og forhøjede sulfatkoncentrationer på 91-180 mg/l. DGU nr. 196.316 indvinder grundvand af redoxvandtype A, mens de øvrige borerer indvinder grundvand af redoxvandtype B. De forhøjede sulfatindhold viser, at der fortsat resterer en vis reduktionskapacitet i dæklag og/eller magasin. Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk, og vandværket har heller ikke haft væsentlige problemer med overskridelser de senere år. Der har dog været enkelte problemer med at overholde minimumskravet til iltindhold i afgangsvandet, hvilket tyder på, at der kan være behov for en grundigere iltning af råvandet.

Med ionbytningsforhold på 0,65-0,9 er grundvandet ikke ionbyttet til let omvendt ionbyttet, hvilket stemmer overens med et meget begrænset lerdæklag, samt forhøjede kloridindhold i flere af borerne. De to borer med den højeste ionbytningsgrad (0,88-0,90) har normalt kloridindhold på 43-49 mg/l, mens de øvrige borer er let saltpåvirkede med koncentrationer på 76-160 mg/l.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ikke detekteret aggressiv CO₂.

Boringen tilknyttet Golfklubben Kildekærgård er ikke analyseret for miljøfremmede stoffer, men DGU nr. 196.360 og 196.355 er analyseret for pesticider og miljøfremmede stoffer uden detektioner. I boring DGU nr. 196.316, 196.328 og 196.342 har der været fund af BAM på 0,011-0,082 µg/l. I de to sidstnævnte borer har der dog ikke været nogen detektioner af BAM ved de seneste analyser, og i førstnævnte boring er koncentrationen af BAM faldet til 0,016 µg/l i seneste analyse fra 2013.

Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, samt BTEXN og klorerede kulbrinte-forbindelser. Siden 2000 er der detekteret BAM i afgangsvandet og på trods af, at koncentrationerne af BAM i grundvandet tilsyneladende er faldet gennem tiden, er det målte indhold i afgangsvandet ved seneste analyse (2014) på 0,082 µg/l, hvilket er den hidtil højeste koncentration. Koncentrationen af BAM må derfor antages ligeledes at være steget i en eller flere borer efter de seneste boringskontroller. I afgangsvandet er der desuden påvist benzen, toluen og xylener i perioden 2002-2008. Benzen er målt til 0,03 µg/l, mens de øvrige stoffer er fundet i koncentrationer på 0,03-0,3 µg/l. Der er således tale om koncentrationer langt under drikkevandskravene.

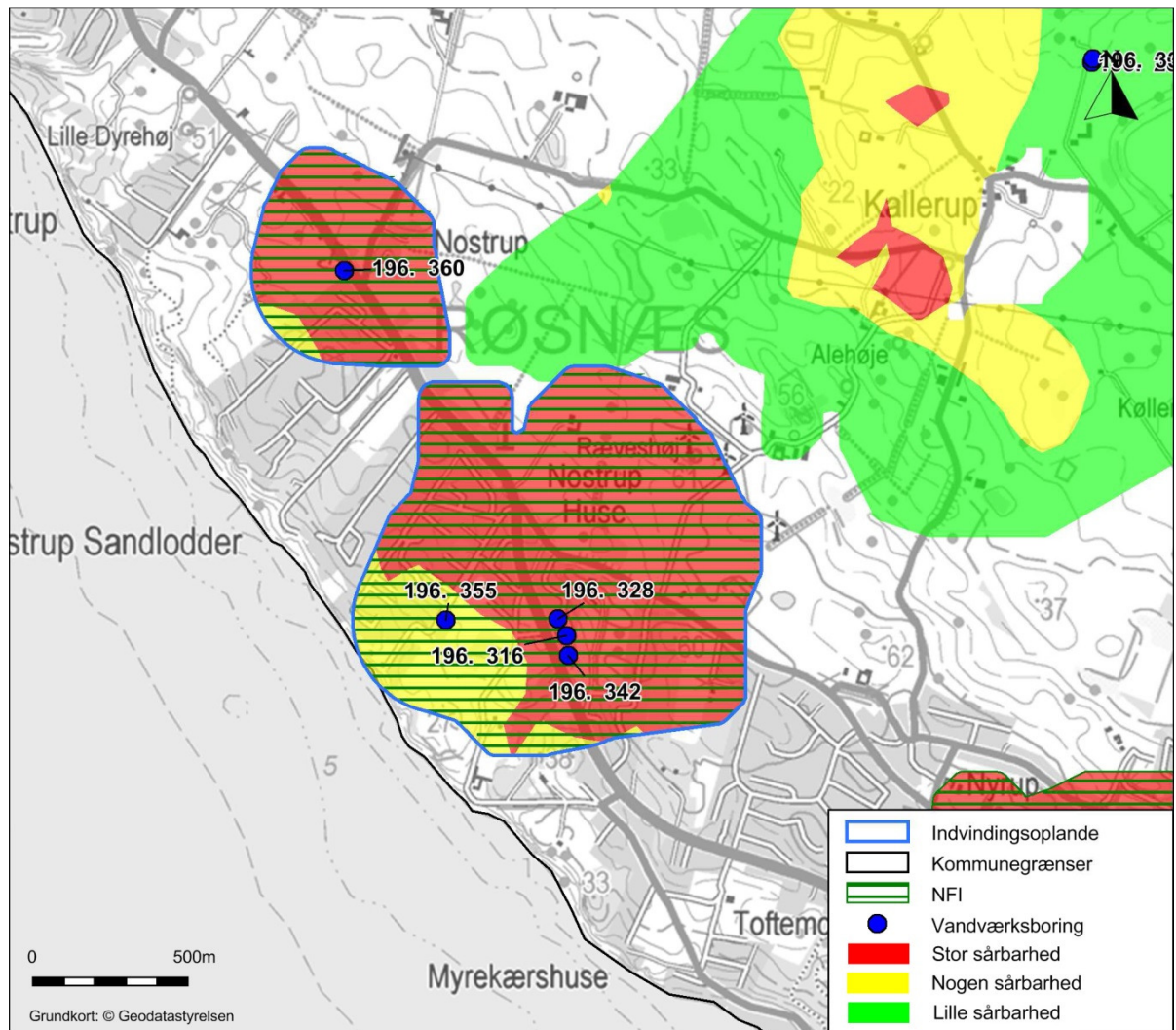
Den tidlige udvikling i borerne har generelt været meget ustabil, sandsynligvis grundet ujævn oppumpning. Dette ses primært i DGU nr. 196.342, 196.328 samt 196.316. I DGU nr. 196.342 var der en kraftig stigning i klorid før 2001, hvorefter indholdet er faldet svagt. I samme periode har der været et kraftigt fald i sulfat, mens nitratindholdet har været forholdsvis stabilt. I både DGU nr. 196.328 og 196.316 har der tidligere har voldsomme stigninger i sulfatindholdet op til 463-638 mg/l, men efter hhv. 2001 og 2004 er sulfatindholdet faldet markant ned til det nuværende niveau på 160-180 mg/l. I samme periode ses en kraftig stigning i kloridindholdet i begge borer, mens nitratindholdet er faldet i DGU nr. 196.328 og i den seneste periode er steget kraftigt i DGU nr. 196.316 efter flere års faldende tendens.

Den tidlige tendens for grundvandskvaliteten i DGU nr. 196.355 er forholdsvis stabil og det samme gør sig gældende i DGU nr. 196.360, dog med undtagelse af kloridindholdet som stiger.

I golfklubbens boring ses en stigning i klorid, et forholdsvis stabilt sulfatindhold og et fald i koncentrationen af nitrat.

Sårbarhed

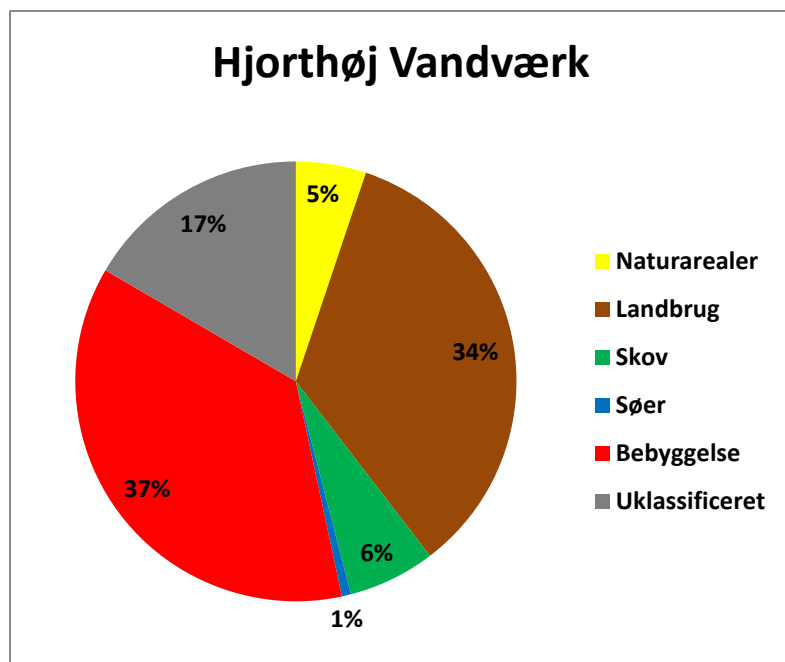
Det er vurderet, at der er nogen eller stor nitratsårbarhed i hele oplandenes udstrækning. Der er afgrænset NFI i områder, hvor der samtidig er nogen eller stor grundvandsdannelse og i et enkelt område med meget begrænset udbredelse, hvor der er en opadrettet grundvandsstrømning og dermed ingen grundvandsdannelse, se Figur 6-71 og Figur 5-2.



Figur 6-71 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandene til Hjorthøj Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter bebyggelse (37 %), landbrug (34 %) og uklassificeret areal (17 %), se Figur 6-72



Figur 6-72 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Hjorthøj Vandværk.

Der er kortlagt 2 forureningslokaliteter på V2 niveau inden for oplandene til vandværket, jf. Figur 6-73. Det drejer sig om to tidligere lossepladser, hvor der på den ene er konstateret forurening med olie i jorden og med perkolat i både jord og grundvand. På den anden lokalitet er der ikke oplysninger om eventuelle stoffund.

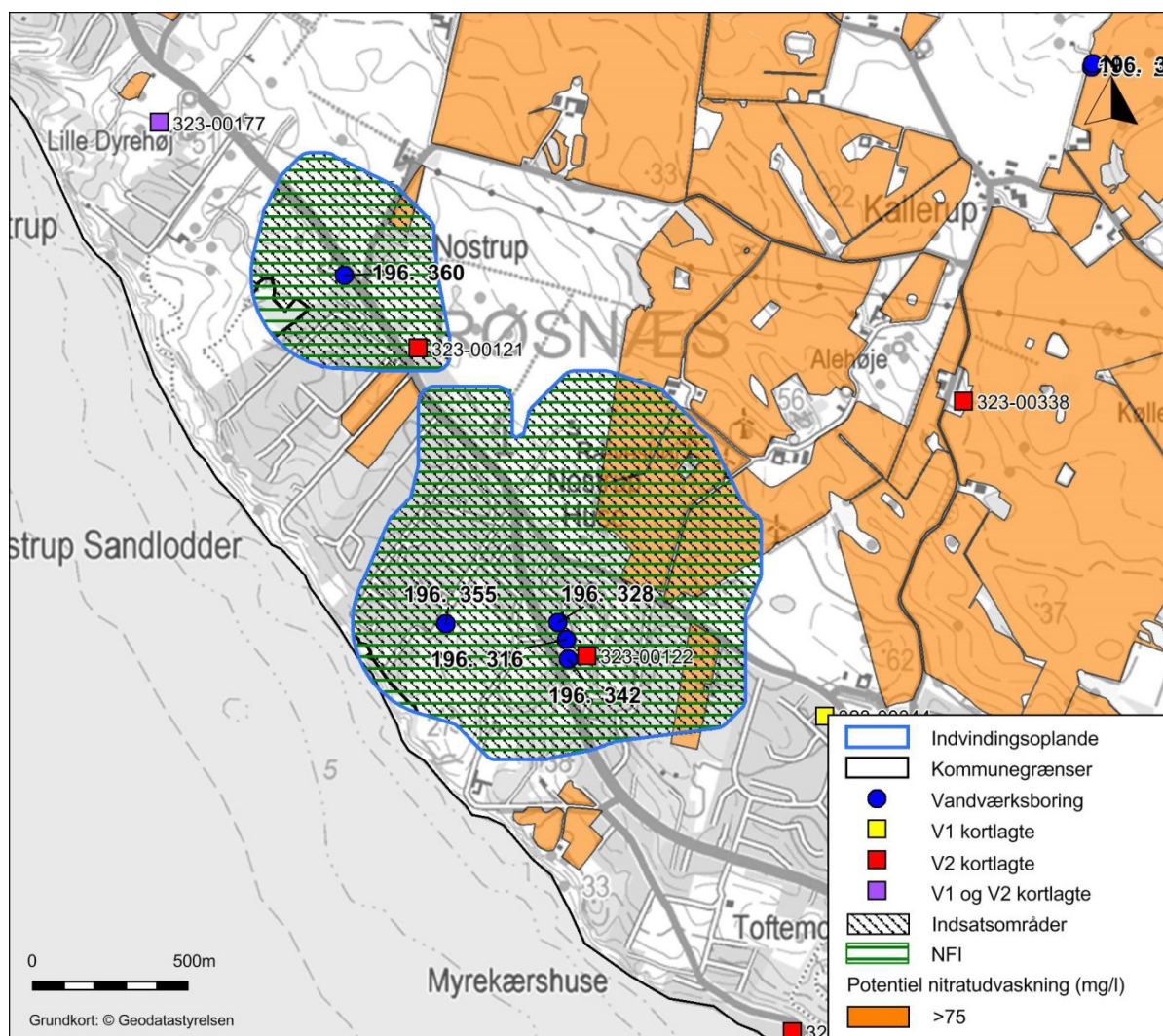
Lokalitet nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00121	Losseplads, Nustrup	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2		Ikke omfattet af offentlig indsats
323-00122	Losseplads, Hjorthøj, Nyrup	Aktiviteter vedr. jord og affald	V2	Olie i jord Lossepladsperkolat i grundvand og jord	Lossepladsperkolat, videregående undersøgelse

Figur 6-73 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Hjorthøj Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-74 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandene ligger samlet set på ca. 27,2 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-74 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandene til Hjorthøj Vandværk samt af grænsning af indsatsområder.

6.2.26 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hjorthøj Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i indvindingsoplandene har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

I boring DGU nr. 196.316, 196.328 og 196.342 har der været fund af BAM på 0,011-0,082 µg/l. I de to sidstnævnte borer har der ikke været detektioner af BAM ved de seneste analyser, og i førstnævnte boring er koncentrationen af BAM faldet til 0,016 µg/l ved seneste analyse fra 2013. I vandværkets afgangsvand er der detekteret BAM siden 2000, ved seneste analyse (2014) 0,082 µg/l, hvilket er den hidtil højeste koncentration. Koncentrationen af BAM må derfor antages ligeledes at være steget i en eller flere indvindingsboringer efter de seneste boreringskontroller.

Miljøfremmede stoffer

På den V2-kortlagte lokalitet i det sydøstlige opland er der fundet lossepladsperkolat i grundvandet. Lokaliteten er beliggende i umiddelbar nærhed af borerne. Det kan ikke udelukkes, at der er en risiko for forurening fra lokaliteten.

I afgangsvandet er der påvist benzen, toluen og xylener i perioden 2002-2008. Alle koncentrationer har ligget langt under grænseværdierne.

Naturligt forekommende stoffer

Der forekommer ingen øvrige potentielle grundvandskemiske problemparametre.

6.2.27 Sammenfattende beskrivelse ved Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A

Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A, har 3 aktive indvindingsboringer. To af boringerne (DGU nr. 196.284 og 196.278) indvinder fra grundvandsmagasinet KS2, mens den tredje boring, DGU nr. 196.349, er filtersat i KS3 og indvinder fra et separat opland i forhold til de to øvrige boringer, se Figur 6-75. Lertykkelsen over det øverste grundvandsmagasin, KS2, er visse steder inden for oplandet til boringerne 196.284 og 196.278 under 5 m og i et mindre område over 15 m tykt. Dæklagstykkelsen over grundvandsmagasinet Ks3, er inden for indvindingsoplandet til DGU nr. 196.349 primært over 15 m og i den nordlige del op til 50 m tykt. Redoxgrænsen i de to oplande ligger som gennemsnit 8,4 m u.t. Grundvandet er oxideret i KS2 og reduceret i de dybere magasiner. Der er på Figur 6-75 og Figur 6-76 optegnet profilsnit i indvindingsoplandene til Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A.

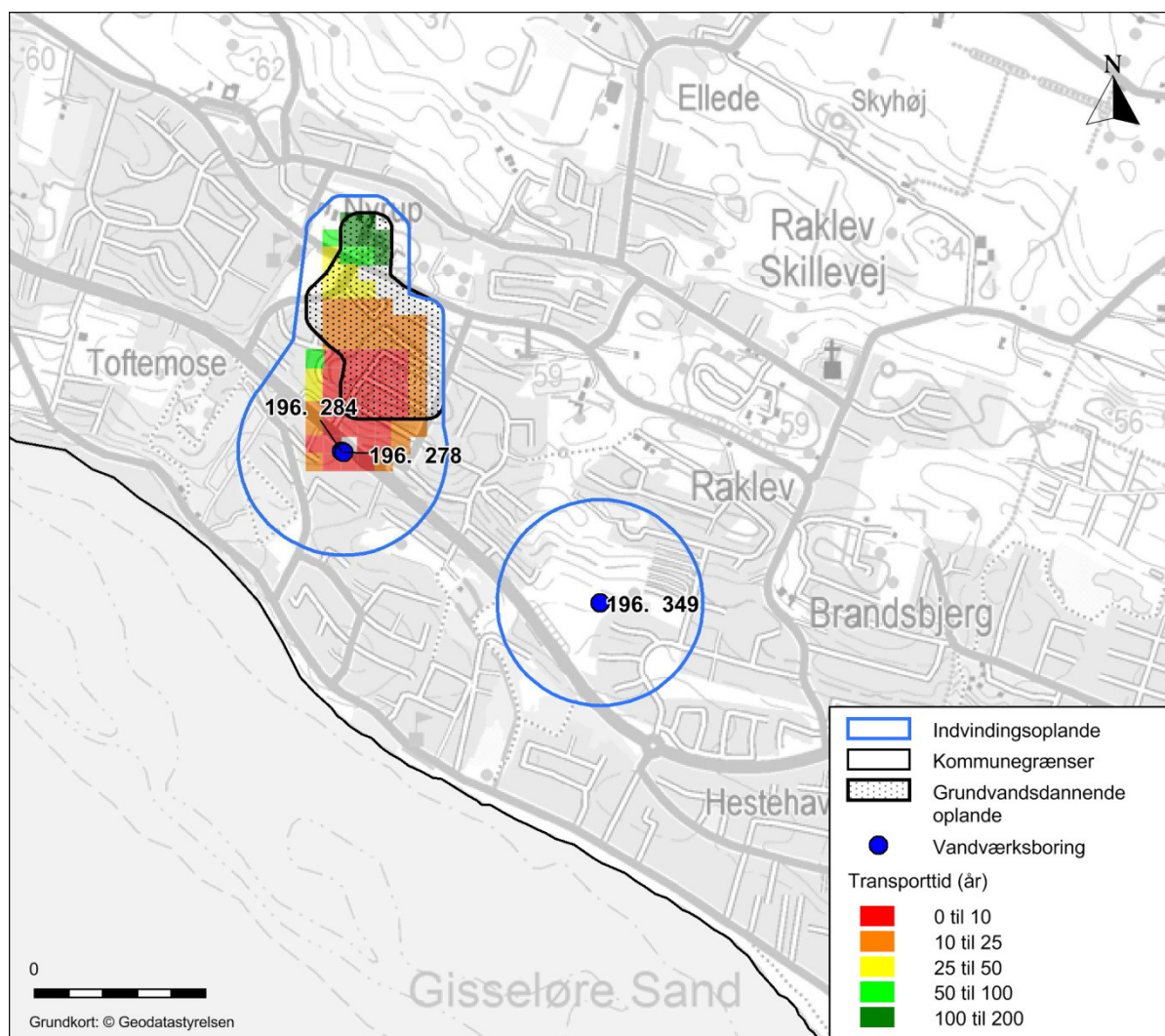
Figur 6-75 Forståelsesmodel for Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A, nordvestlig kildeplads.

Figur 6-76 Forståelsesmodel for Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A, sydøstlig kildeplads.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 35.000 m³/år er indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande til vandværkets boringer beregnet og optegnet. Indvindingsoplande er de del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod boringerne. De grundvandsdannende oplande er de dele af indvindingsoplandene, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er vist på figur 6-77. Boring DGU nr. 196.349 ligger 10 m fra Brandsbjerg Vandværks boring 196.336, og de er derfor placeret i samme celle i grundvandsmodellen. Det betyder, at de deler grundvandsdannende opland og transporttiderne i forhold til boring DGU nr. 196.349 svarer til de, der er vist for boring 196.336, se Figur 6-19.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringerne. Figur 6-77 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-77 ses indvindingsoplandene til boringerne og transporttid til indvindingsboringerne (inden for det nordvestlige opland) i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 25 år.



Figur 6-77 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

De tre indvindingsboringer til Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A, indvinder svagt reduceret grundvand af redoxvandtype C2 (DGU nr. 196.349) og oxideret vand af vandtype B (DGU nr. 196.284 og 196.278). De fem øvrige boringer i oplandet tilknyttet bl.a. hhv. Hjorthøj Vandværk, Brandsbjerg Vandværk indvinder hhv. stærkt reduceret vand af vandtype D (196.307 med indtag i KS4), svagt reduceret vand af vandtype C2 (DGU nr. 196.368 og 196.336), oxideret vand af vandtype B (DGU nr. 196.331) samt blandingsvand af vandtype BCX (DGU nr. 196.203). De tre boringer med grundvand klassificeret som vandtype B, samt boringen indeholdende blandingsvand har koncentrationer af nitrat mellem 2,5 og 8,9 mg/l. Med undtagelse af Brandsbjerg Vandværks boring DGU nr. 196.336, der indvinder svagt reduceret grundvand med 0,47 mg/l nitrat, er de øvrige boringer nitratfri.

Det stærkt reducerede grundvand i DGU nr. 196.307 indvindes fra en dyb boring med indtag i KS4 og indeholder blot 4 mg/l sulfat. Grundvandet i de resterende boringer indeholder forhøjede koncentrationer af sulfat på 87-220 mg/l, og er i mange af boringerne dermed stærkt påvirket af pyritoxidation. Den ene indvindingsboring DGU nr. 196.349, indeholder med de 220 mg/l det højeste indhold af sulfat og har som følge af den kraftige pyritoxidation ligeledes et højt indhold af jern på 3,4 mg/l. Jernindhold over 3 mg/l kan potentielt udgøre et problem, da det kan være vanskeligt at nedbringe tilfredsstillende ved normal vandbehandling. I Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A har der dog ikke været problemer med at overholde drikkevandskravet for jern i de seneste år. Der har tidligere været gentagne overskridelser af drikkevandskravene for især sulfat og mangan, men i dag har vandværket generelt ikke problemer med at overholde grænseværdierne i afgangsvandet.

Grundvandet i den dybe boring, DGU nr. 196.307, er let ionbyttet med en ionbytningsgrad på 1,26. Magasinet har ca. 60 m dæklag, men grundvandet har ligeledes en kloridkoncentration på 380 mg/l og er dermed saltpåvirket. På baggrund af det lave sulfatindhold, og den forholdsvis høje ionbytningsgrad formodes det, at saltpåvirkningen skyldes marint residualvand. Saltpåvirkning ses ligeledes i mindre grad i de øvrige boringer, der har kloridkoncentrationer på 71-120 mg/l. Mens grundvandet i DGU nr. 196.349 og 196.203 har ionbytningsforhold på 1,09-1,24 og dermed er svagt ionbyttet, er det i boringerne DGU nr. 196.368, 196.336, 196.331, 196.284 og 196.278 ikke ionbyttet til svagt omvendt ionbyttet med ionbytningsgrader på 0,69-0,85.

Grundvandet er stort set i kalkligevægt, og der er ikke påvist aggressiv CO₂.

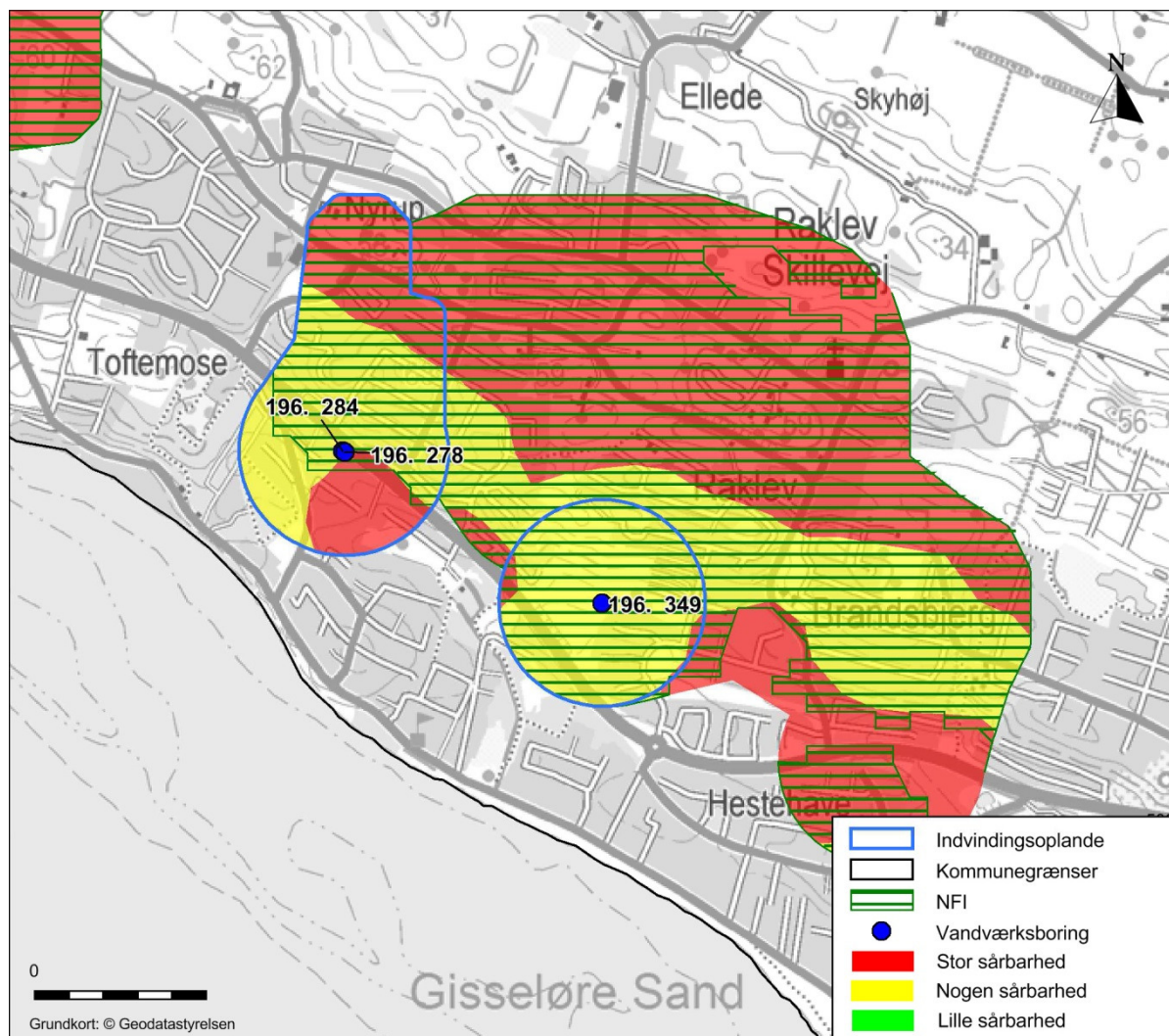
Der er aldrig fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i den dybe boring DGU nr. 196.307 med indtag i KS4, og DGU nr. 196.203, der tilhører Kysthospitalet, er aldrig blevet analyseret for miljøfremmede stoffer. I alle de øvrige boringer er der påvist BAM, som i vandværkets to indvindingsboringer DGU nr. 196.284 og 196.278, samt DGU nr. 196.368 har overskredet grænseværdien med indhold på op til hhv. 0,22, 0,39 og 0,13 µg/l. I DGU nr. 196.278 er koncentrationen dog faldende og indholdet er i seneste analyse fra 2013 faldet til under grænseværdien. I indvindingsboringen 196.349 blev der i 2005 fundet 0,024 µg/l BAM, men der har ikke været fund af BAM i boringen siden. I de to øvrige boringer, DGU nr. 196.336 og 196.331 har det været fund op til hhv. 0,047 og 0,054 µg/l. I sidstnævnte boring har indholdet af BAM udvist et stabilt fald siden første detektion, og der blev ved seneste analyse i 2013 ikke påvist BAM i grundvandet.

Vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt BTEXN og klorerede kulbrinteforbindelser. I afgangsvandet er der ligeledes påvist BAM, første gang med 0,14 µg/l i 2000, og senest med 0,087 µg/l i 2014. Indholdet af BAM i afgangsvandet har været svingende, og oversteg i perioden 2000-2008 drikkevandskravet i halvdelen af analyserne, med det højeste indhold i 2002 på 0,37 µg/l. Efterfølgende har indholdet ligger under grænseværdien i samtlige analyser. I 2010 blev der desuden fundet 0,08 µg/l 2,4-D i afgangsvandet, men dette stof er ikke fundet i de efterfølgende analyser.

Den tidlige udvikling for klorid udviser generelt en stigende tendens i DGU nr. 196.307, 196.284, 196.278 og 196.368, mens indholdet er forholdsvist stabilt i de øvrige boringer. Sulfatindholdet har en stigende tendens i DGU nr. 196.368, mens det har en faldende tendens i 196.349. I de øvrige boringer er den tidlige udvikling for koncentrationerne af sulfat mere stabil, selvom indholdet i flere af boringerne har haft større udsving igennem årene. I DGU nr. 196.203 kan den tidlige tendens ikke beskrives grundet manglende data.

Sårbarhed

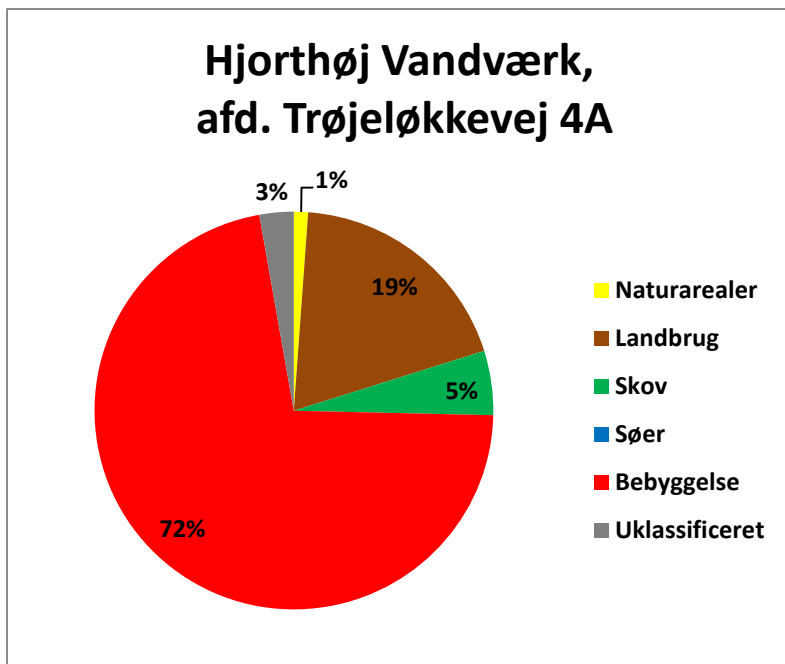
I det nordvestlige opland er der nogen eller står nitratsårbarhed i hele oplandets udstrækning. I det sydøstlige opland er boringen filtersat iKS3, men hele oplandet er samtidigt en del af indvindingsoplandet til Brandsbjerg Vandværk, for hvilket nitratsårbarhedsvurderingen foretages for KS2, og derfor er det nitratsårbarheden for KS2, der vises på Figur 6-78, da KS2 er det øverste primære magasin i området. Der er afgrænset NFI, hvor der dannes grundvand.



Figur 6-78 Nitratsårbarhed og nitratsfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandene er domineret af bebyggelse (72 %), landbrug (19 %) og skov (5 %), se Figur 6-79.



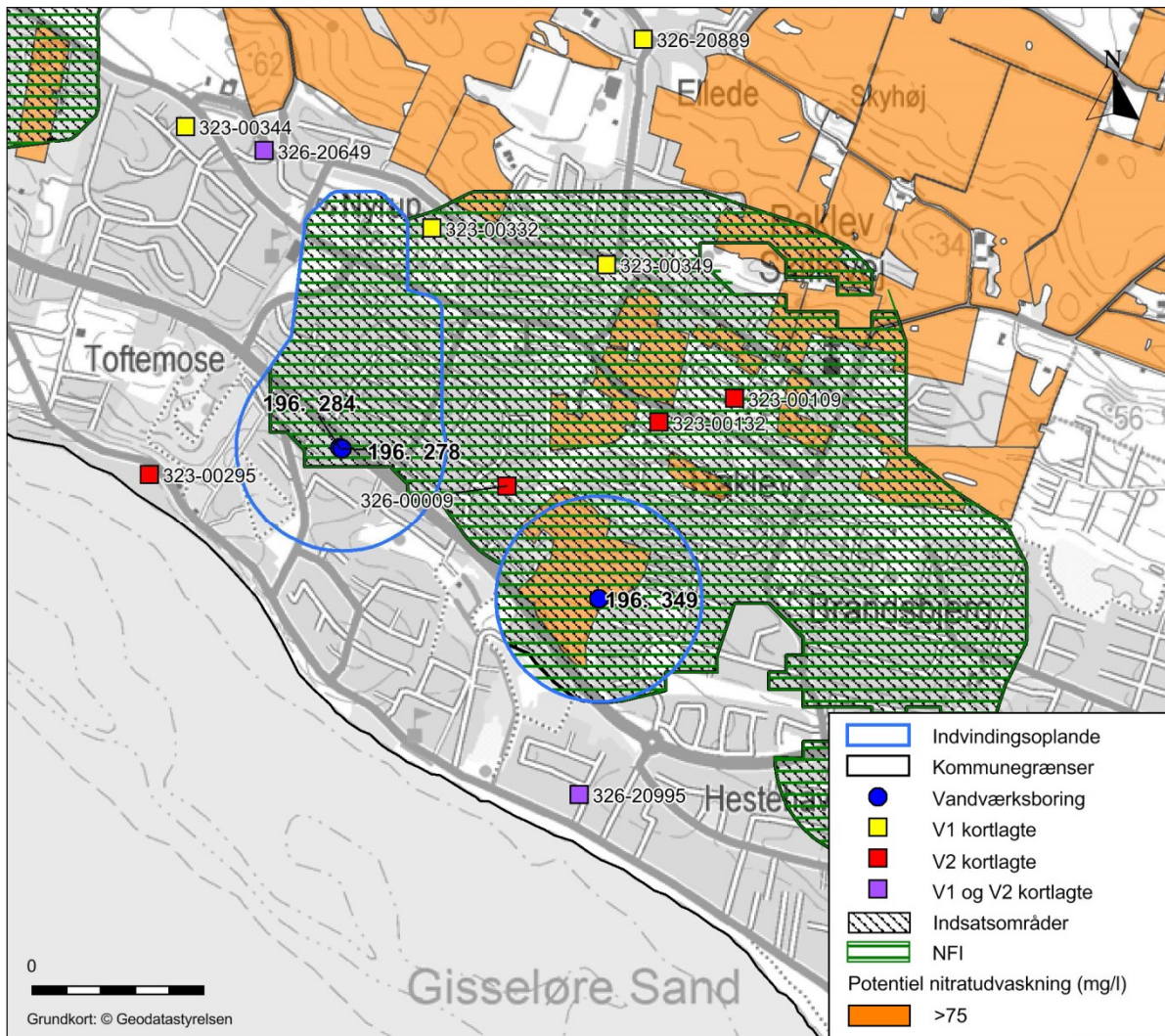
Figur 6-79 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokalitet inden for indvindingsoplandene til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-80 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandene samlet set ligger på ca. 15,4 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandene til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-80 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.28 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hjorthøj Vandværk, afd. Trøjeløkkevej 4A



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i begge indvindingsoplandene har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvanddannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er påvist BAM i alle vandværkets indvindingsboringer, og med maksimumskoncentrationer på 0,22-0,39 µg/l har der været overskridelser af grænseværdien i DGU nr. 196.284 og 196.278. Ved seneste analyse er koncentrationen i DGU nr. 196.278 faldet til under grænseværdien. I DGU nr. 196.349 er der ikke fundet BAM siden 2005.

BAM blev fundet i afgangsvandet for første gang i 2000 (0,14 µg/l), og koncentrationen blev senest målt til 0,087 µg/l i 2014. I perioden 2000-2008 oversteg koncentrationen af BAM i afgangsvandet drikkevandskravet i halvdelen af analyserne med det højeste indhold i 2002 på 0,37 µg/l.

Efterfølgende har indholdet ligget under grænseværdien i samtlige analyser. I 2010 blev der desuden fundet 0,08 µg/l 2,4-D i afgangsvandet, men dette stof er ikke fundet i de efterfølgende analyser.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke påvist øvrige miljøfremmede stoffer i hverken grundvand eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Der forekommer ingen øvrige potentielle grundvandskemiske problemparametre.

6.2.29 Sammenfattende beskrivelse ved Hvide Klint Vandværk

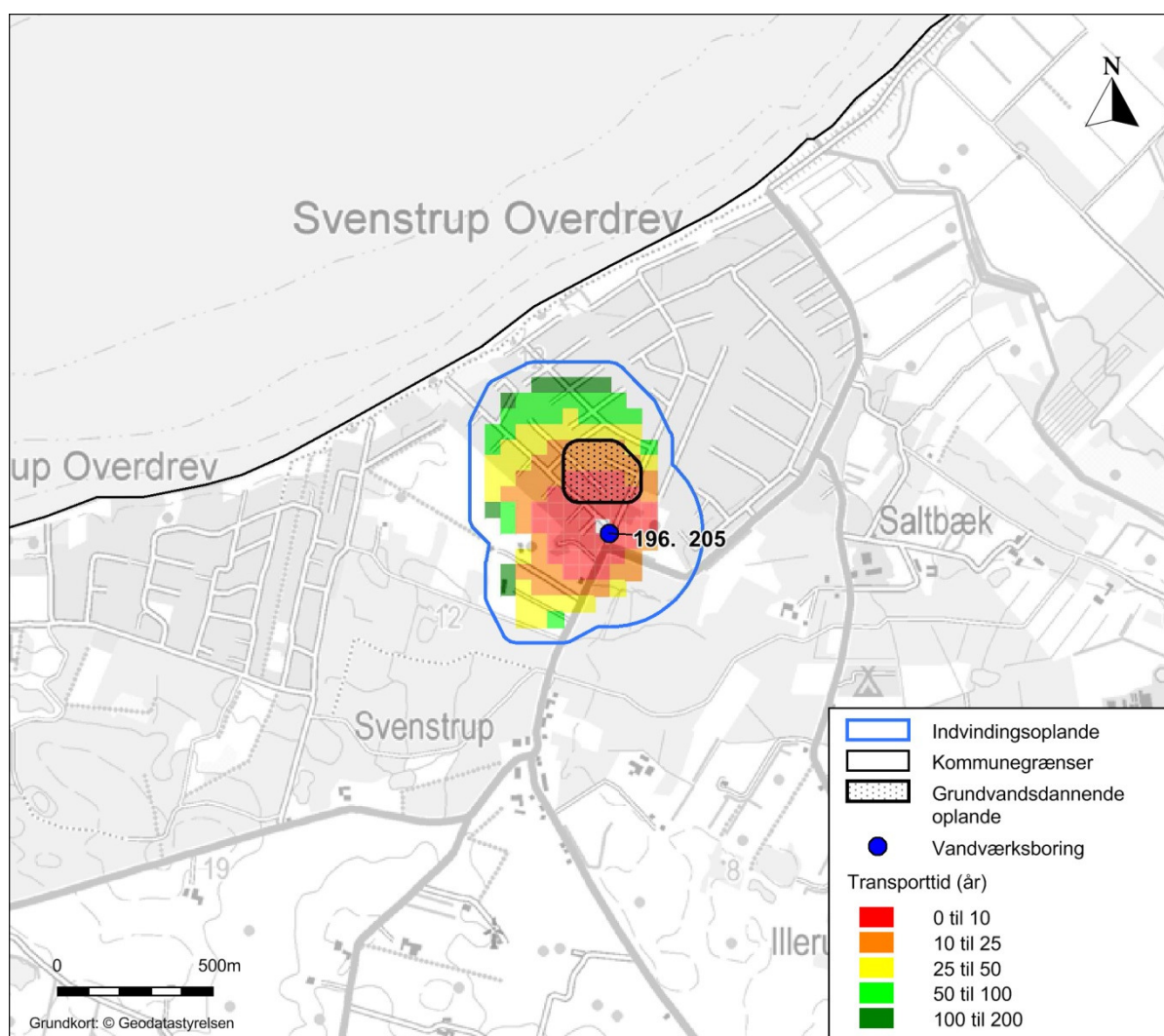
Hvide Klint Vandværk har én aktiv boring, DGU nr. 196.205, som er filtersat i KS4. Tykkelsen af lerlaget over magasinet er inden for indvindingsoplandet generelt imellem 15 og 20 m. Baseret på dybdeintervaller i to boringer foreslås anvendt 5,0 m som dybde til redoxgrænsen. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på figur 6-81 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Hvide Klint Vandværk.

Figur 6-81 Forståelsesmodel for Hvide Klint Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 8.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borerer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-81.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boreren. Figur 6-82 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-82 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger nogenlunde jævnt fordelt imellem 0 og 200 år.



Figur 6-82 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er stærkt reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Sulfatindholdet er 7,1 mg/l, og grundvandet er klassificeret som redoxvandtype D. Jernindholdet i grundvandet er 3 mg/l, hvilket er på grænsen til, hvad der typisk kan nedbringes tilfredsstillende ved normal vandbehandling. Vandværket har dog generelt ikke problemer med at overholde grænseværdien for jern i afgangsvandet, og det samme gælder for de øvrige redoxparametre med undtagelse af nitrit. Siden 2001 har størstedelen af rentvandsanalyserne vist overskridelser af nitrit i afgangsvandet.

Med ionbytningsforhold på 1,35 er grundvandet væsentligt ionbyttet, hvilket tyder på grundvandsdannelse igennem lerede og/eller organiske aflejringer. Dette stemmer overens med den tilsyneladende store mægtighed af ler over magasinet samt den stærkt reducerede vandtype. Med en koncentration af klorid på 86 mg/l er grundvandet svagt saltpåvirket, hvilket formentlig skyldes marint residualvand.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ingen detektioner af aggressiv CO₂.

Grundvandets indhold af NVOC ligger på 5,6 mg/l, hvilket er over drikkevandskravet på 4 mg/l. Da NVOC ikke kan nedbringes ved normal vandbehandling har vandværket overskridelser af drikkevandskravet i samtlige analyser foretaget på afgangsvandet. Det høje indhold af NVOC formodes at være geologisk betinget.

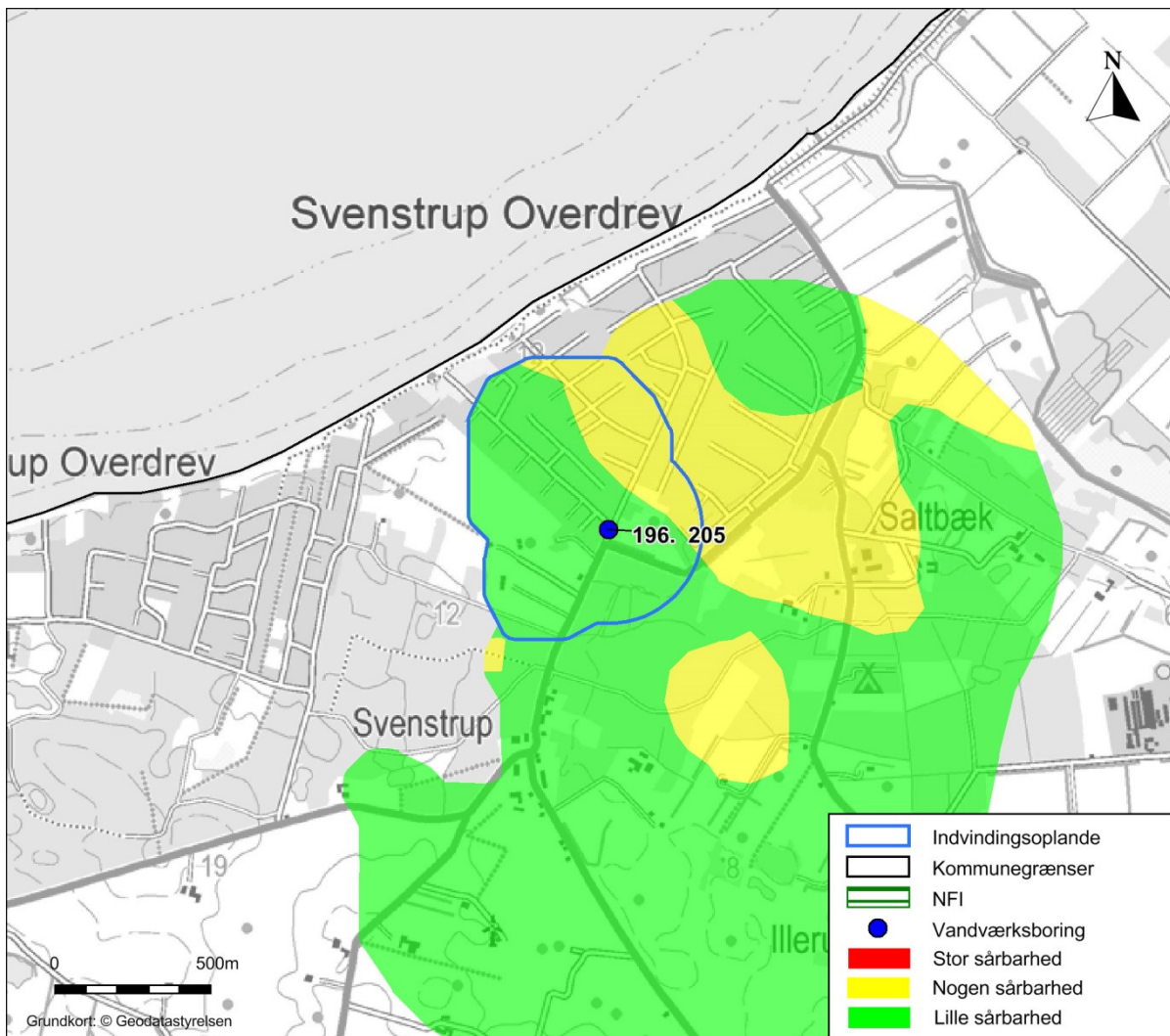
Med et indhold af fosfor på 0,32 mg/l overskrider råvandet ligeledes grænseværdien på 0,15 mg/l, men eftersom grundvandet indeholder opløst jern, udfældes en stor del af råvandets fosforindhold sammen med jernet. Således er der aldrig målt fosfor over drikkevandskravet i vandværkets afgangsvand.

Grundvandet i DGU nr. 196.205 samt vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt BTEXN og klorerede kulbrinte forbindelser uden detektioner.

Grundvandskvalitetens tidlige udvikling i boring DGU nr. 196.205 er meget stabil.

Sårbarhed

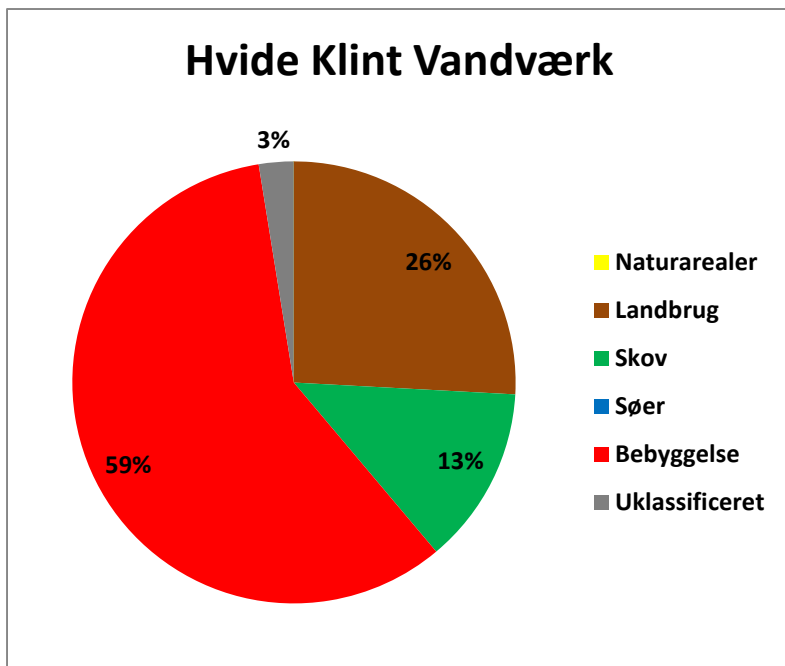
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet KS4 er nogen eller lille i hele oplandet, se Figur 6-83. Der er ikke afgrænset NFI i områder med nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse på grund af vandtypen med lavt og stabilt sulfatindhold.



Figur 6-83 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Hvide Klint Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter landbrug (59 %), landbrug (26 %) og skov (13 %), se Figur 6-84.



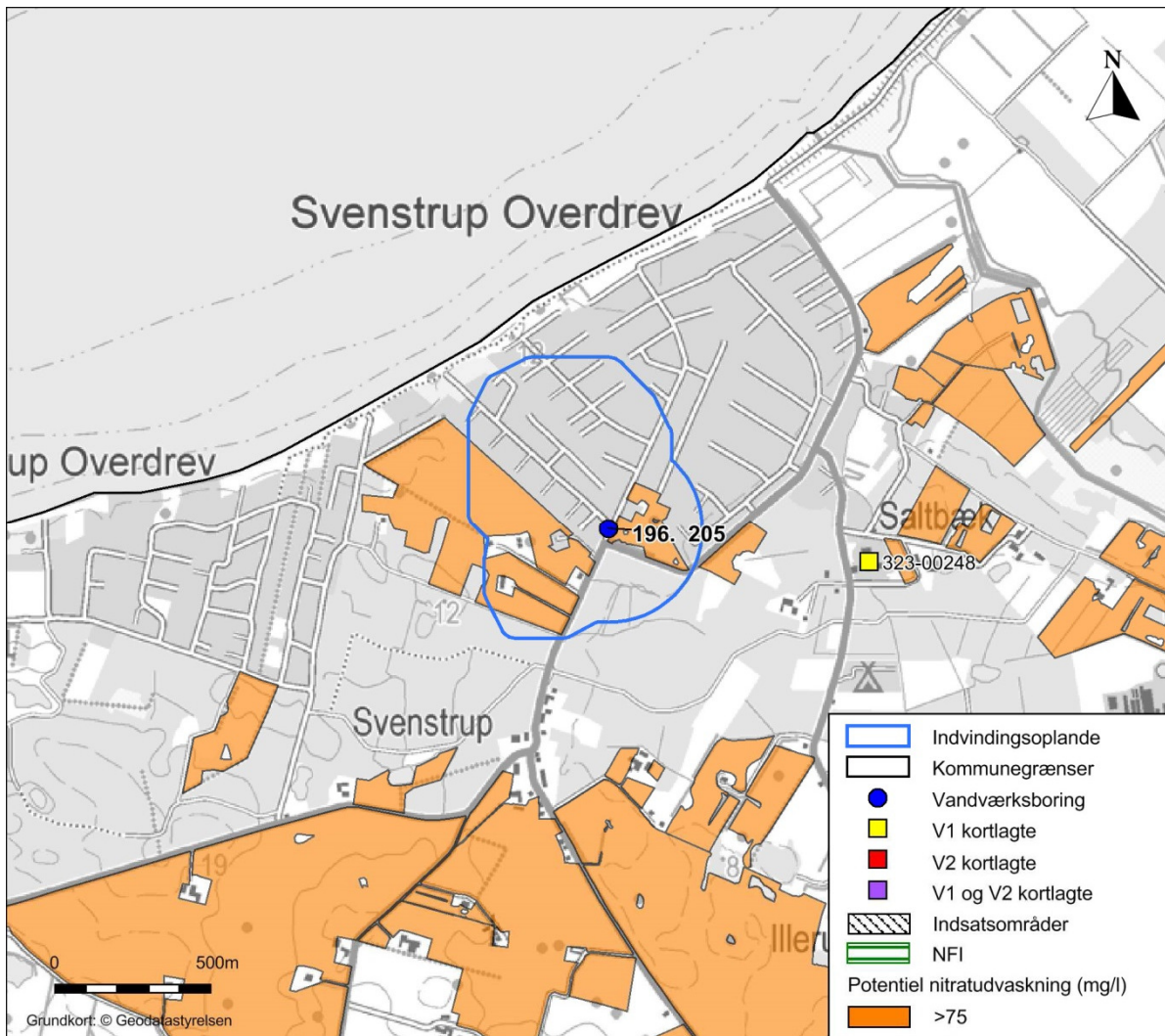
Figur 6-84 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Hvide Klint Vandværk.

Der ikke kortlagt forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-85 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 22,3 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-85 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Hvide Klint Vandværk.

6.2.30 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hvide Klint Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS4 i indvindingsoplandet har lille eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er ikke afgrænset nitrattfølsomme indvindingsområder på grund af den stærkt reducerede vandtype D, der findes i magasinet, og således heller ikke indsatsområder.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i grundvand eller vandværksvand.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet har forhøjet fosforindhold (0,32 mg/l), som dog nedbringes i tilfredsstillende omfang i forbindelse med vandbehandlingen. Grundvandets indhold af NVOC på 5,6 mg/l overskrider ligeledes drikkevandskravet (4 mg/l), og vandværket kan ikke overholde drikkevandskravet på 4 mg/l i afgangsvandet. Det høje indhold af NVOC formodes at være geologisk betinget.

6.2.31 Sammenfattende beskrivelse ved Katstrup Hovedgård

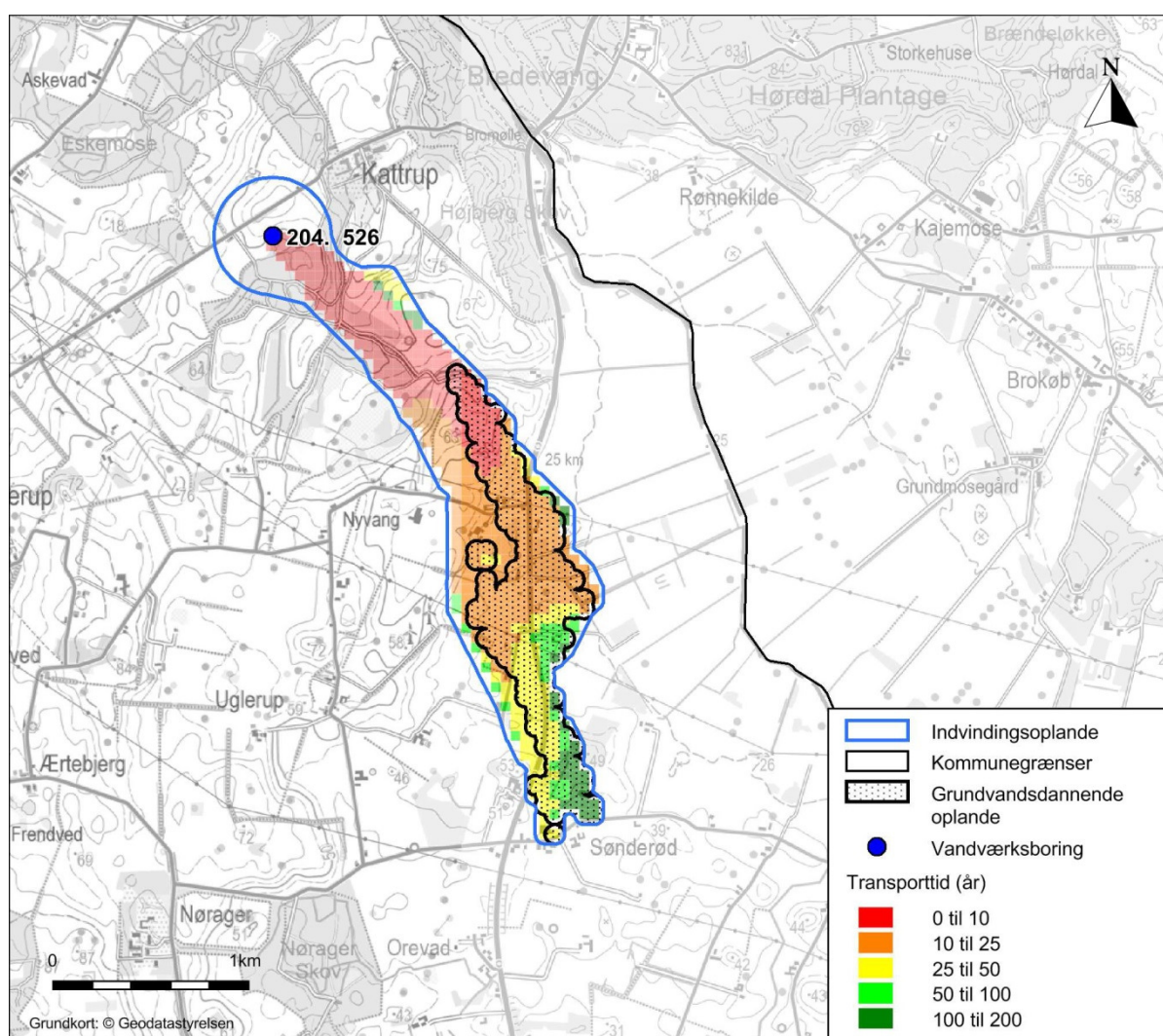
Katstrup Hovedgård har en enkelt aktiv indvindingsboring, DGU nr. 204.526, som er filtersat i KS2. Inden for indvindingsoplandet er lerlagstykkelsen over grundvandsmagasinet KS2 primært varierende mellem 15 og 40 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 4,5 m u.t. Grundvandet er reduceret. Der er på Figur 6-86 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Katstrup Hovedgård.

Figur 6-86 Forståelsesmodel for Katstrup Hovedgård.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 9.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borerer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-86.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boreren. Figur 6-87 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-87 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 25 år.



Figur 6-87 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I Katstrup Hovedgårds indvindingsboring, DGU nr. 204.526, samt den sløjfede boring DGU nr. 204.233 er grundvandet af den svagt reducerede vandtype C2, med forhøjede sulfatindhold på 110-116 mg/l. Koncentrationer af redoxparametrene virker uproblematisk, og med kun enkeltstående overskridelser af drikkevandskravene, har vandværket generelt ikke problemer med at overholde grænseværdierne i afgangsvandet.

Med ionbytningsforhold på 0,76-0,82 er grundvandet svagt omvendt ionbyttet, hvilket er påfaldende taget de overliggende tykke lerlag i betragtning. Koncentrationerne af klorid er 43-49 mg/l og er således normale for ikke saltpåvirket grundvand, mens de lave ionbytningsgrader, samt de forhøjede sulfatindhold tyder på at grundvandet i borerne er påvirket af yngre og mere sårbart grundvand. Dette skyldes formentlig inhomogen geologi med vekslende lerdække eller skråtstillede lerlag opstrøms for borerne.

Grundvandet er stort set i kalkligevægt i indvindingsboringen DGU nr. 204.526, mens der i den sløjfede boring var svag kalkovermætning. I indvindingsboringen er der påvist 3 mg/l aggressiv kuldioxid. Dette er under den nugældende detektionsgrænse på 5 mg/l, som gælder når grundvandets indhold af hydrogencarbonat ligger over 100 mg/l, og da magasinet er kalkholdigt og hverken kalkmætningsgrad, pH eller koncentrationerne af hydrogencarbonat og calcium tyder på kalkaggressivt grundvand, formodes detektionerne at være en såkaldt falsk positiv.

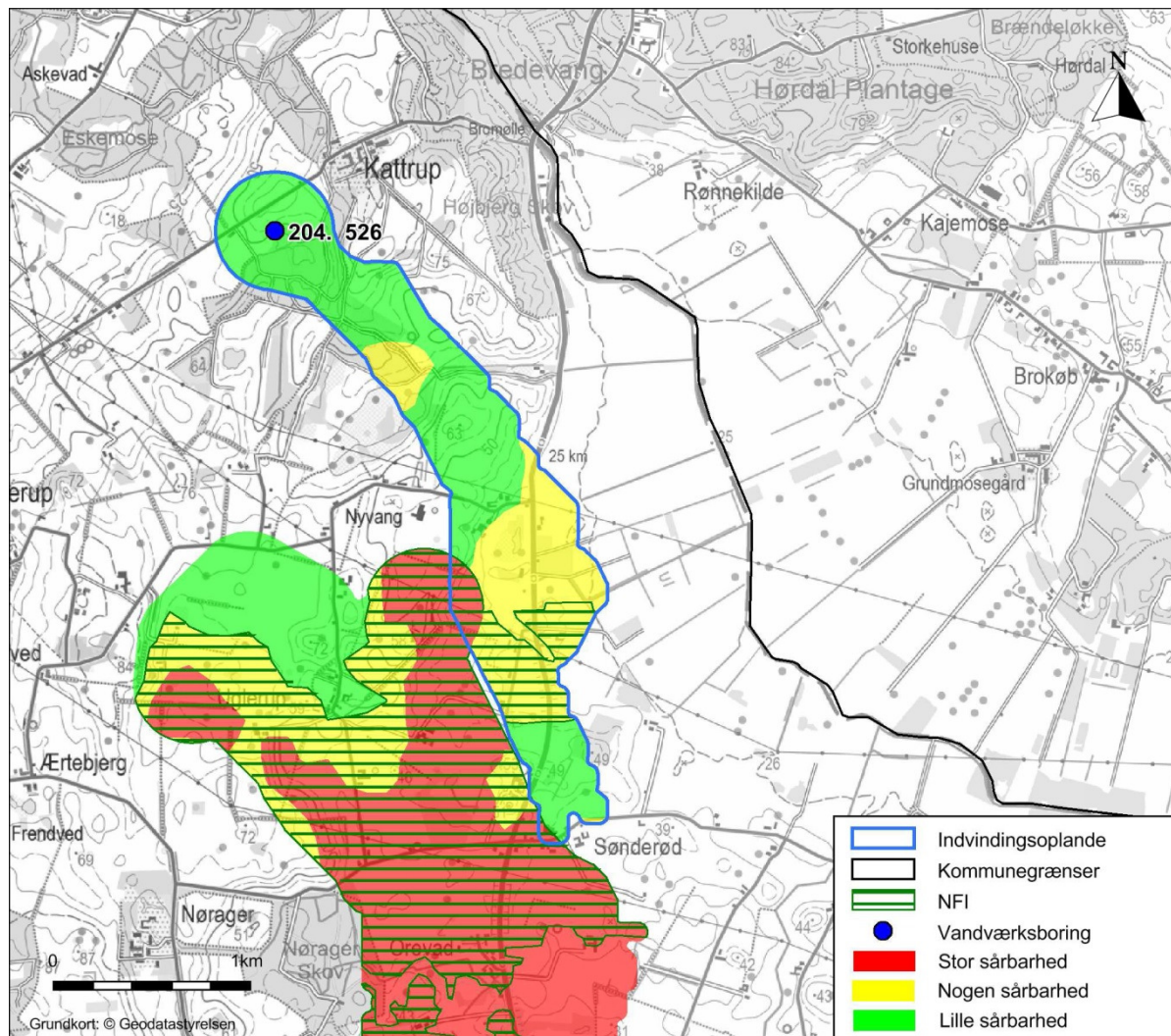
Med en koncentration på 4,5 µg/l ligger indholdet af arsen i indvindingsboringen tæt på drikkevandskravet på 5 µg/l. I den sløjfede boring var koncentrationen på 6,7 µg/l. Arsen udfældes i væsentligt omfang sammen med jern ved normal vandbehandling, og vandværket har aldrig haft problemer med for høje indhold af arsen i afgangsvandet.

Begge borer er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, og mens der ikke har været fund i den sløjfede boring, er der i DGU nr. 204.526 detekteret bentazon. Der er kun udført en enkelt analyse i 2011, hvori koncentrationen af bentazon var 0,12 µg/l og dermed over drikkevandskravet på 0,1 µg/l. I vandværkets afgangsvand blev bentazon første gang detekteret i 2008 med et indhold på 0,053 µg/l, hvorefter indholdet er steget og således har overskredet grænseværdien i de to seneste analyser, senest med 0,13 µg/l i 2014. I 2012 havde vandværket desuden en overskridelse af glyphosat med 0,22 µg/l i afgangsvandet. Glyphosat blev igen påvist i afgangsvandet i 2014, men her dog under drikkevandskravet. Ydermere blev der i 2010 påvist 0,012 µg/l MCPA i afgangsvandet. De beskrevne pesticidfund understøtter i høj grad formodningen om, at yngre vand tilstrømmer fra mere sårbare områder opstrøms for vandværkets indvindingsboring. Vandværkets afgangsvand er desuden analyseret for BTEXN-komponenter og klorerede kulbrinte-forbindelser uden detektioner.

Grundvandskvalitetens tidlige udvikling i indvindingsboringen DGU nr. 204.526 kan ikke belyses grundet manglende data, men umiddelbart har udviklingen i den sløjfede boring været forholdsvis stabil.

Sårbarhed

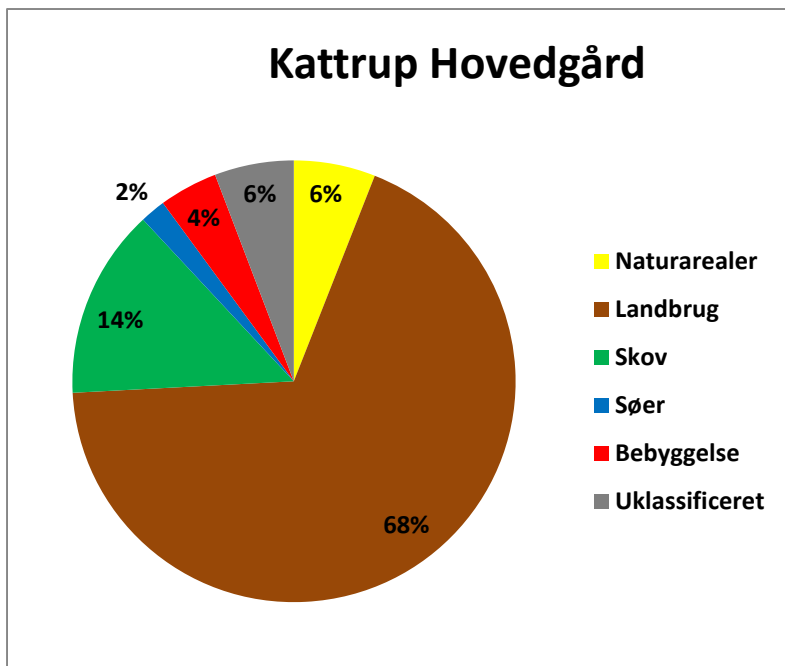
Det er vurderet, at nitratsårbarheden af grundvandsmagasinet (KS2) er lille i den nordlige og sydlige del af oplandet, mens der er nogen nitratsårbarhed i den centrale del af oplandet. Området med stor nitratsårbarhed er vurderet i forhold til KS1, da der her er overlap mellem oplandet for Buerup-Løgtved Vandværk (hvor øverste primære magasin er KS1) og Katstrup Hovedgård Vandværk. Der er afgrænset NFI på arealerne med nogen og stor nitratsårbarhed, hvor der samtidigt sker grundvandsdannelse, se figur 6-88.



Figur 6-88 Nitratsårbarhed og nitratsfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Katstrup Hovedgård.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter landbrug (68 %), skov (14 %), naturarealer (6 %) og uklassificeret arealer (6 %), se Figur 6-89.



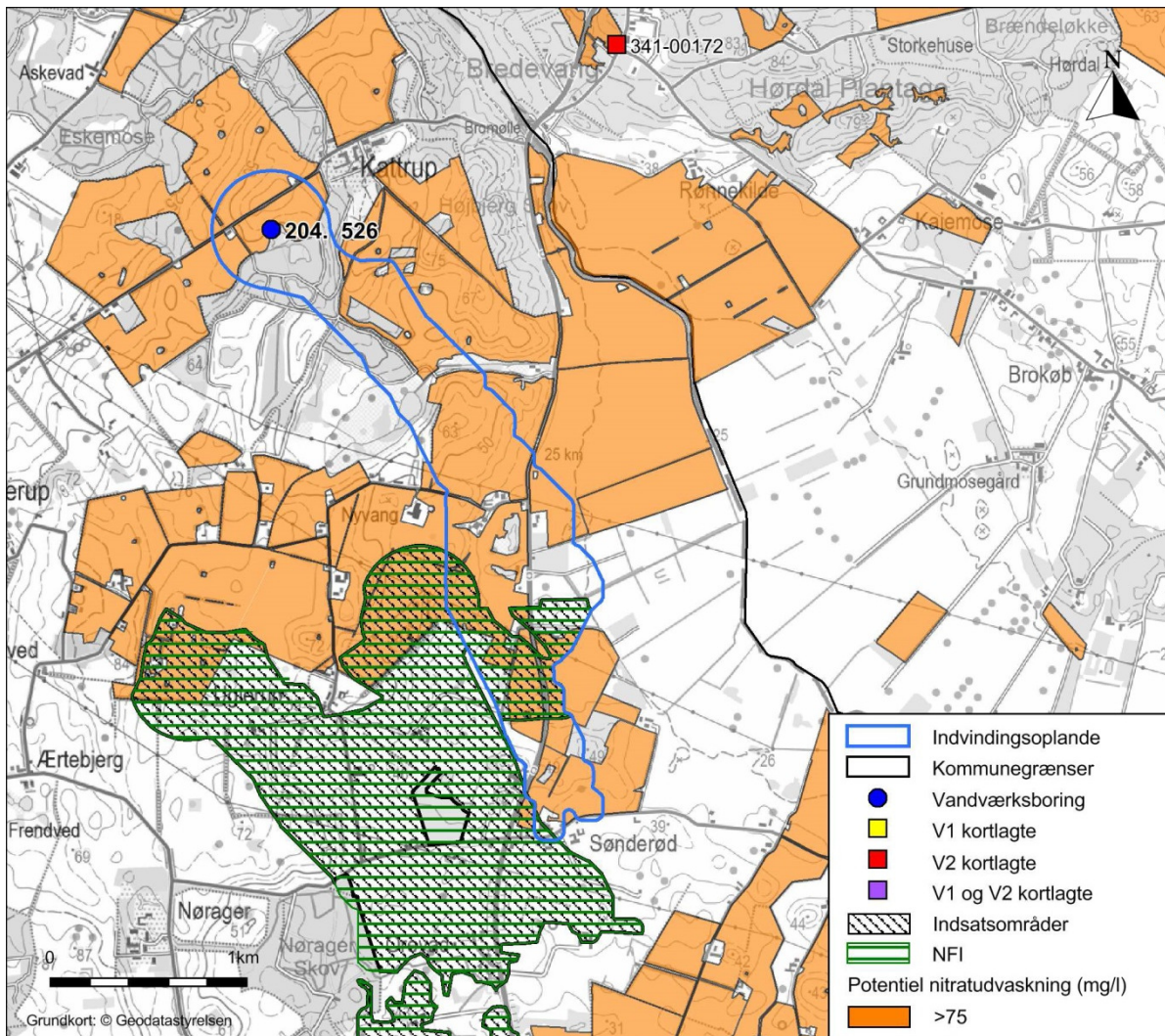
Figur 6-89 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Kattrup Hovedgård.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-90 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 58,7 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-90 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Katstrup Hovedgård samt af grænsning af indsatsområder

6.2.32 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Katstrup Hovedgård



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i dele af indvindingsoplandet har nogen eller lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et relativt tykt beskyttende lerlag over magasinet. I de dele af oplandet, hvor der er overlap mellem oplandene for Buerup-Løgtved Vandværk (hvor øverste primære magasin er KS1) og Katstrup Hovedgård Vandværk er der stor nitratsårbarhed. De steder, indenfor områder med stor eller nogen nitratsårbarhed, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitrattfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitrattfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtmidler

Der er påvist 0,12 µg/l bentazon i DGU nr. 204.526 i 2011 og samt 0,053-0,13 µg/l i afgangsvandet i perioden 2008-2014, og drikkevandskravet for bentazon har to gange været overskredet i vandværkets afgangsvand. I 2012 havde vandværket desuden en overskridelse af glyphosat med 0,22 µg/l i afgangsvandet. Glyphosat blev igen påvist i afgangsvandet i 2014, men her dog under drikkevandskravet. Ydermere blev der i 2010 påvist 0,012 µg/l MCPA i afgangsvandet.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret øvrige miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Der er ingen naturligt forekommende potentielle grundvandskemiske problemparametre.

6.2.33 Sammenfattende beskrivelse ved Kærby Vandværk

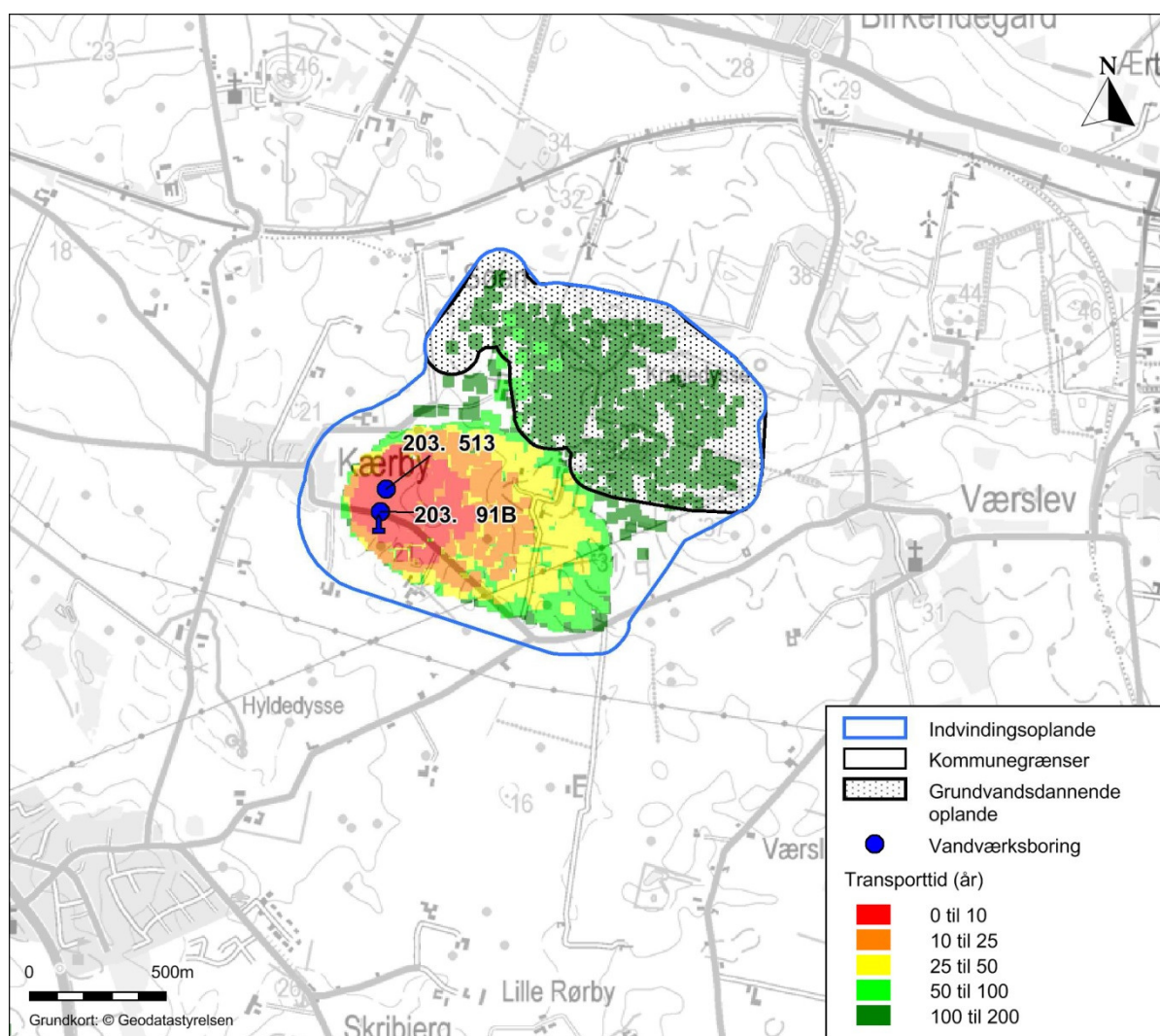
Kærby Vandværk har to aktive borer, DGU nr. 203.513 og 203.91B, der begge indvinder fra grundvandsmagasinet KS3. Lerlagstykkelsen over magasinet KS3 er inden for indvindingsoplandet varierende mellem ca. 20 og 50 m. Redoxgrænsen ligger omkring terrænniveau. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-91 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Kærby Vandværk.

Figur 6-91 Forståelsesmodel for Kærby Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 28.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-91.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-92 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-92 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 100 og 200 år.



Figur 6-92 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er stærkt reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. Begge borerer indeholder redoxvandtype D, med sulfatindhold på 1,3-19 mg/l. Koncentrationen af jern i borererne er forholdsvis høj og ligger på 2,7-3,3 mg/l. Op til ca. 3 mg/l kan typisk nedbringes tilfredsstillende ved normal vandbehandling, hvormed råvandets indhold potentielt kan være problematisk, og det har også vist sig, at vandværket flere gange har haft overskridelser af netop jern. Koncentrationerne af de øvrige redoxparametre virker generelt uproblematisk, men ikke desto mindre har vandværket gentagne gange haft overskridelser af både ammoniak/ammonium, mangan og nitrit. Dette tyder samlet på, at vandbehandlingen på vandværket ikke er effektiv nok.

Med ionbytningsforhold på 1,02-1,14 er grundvandet ikke ionbyttet til svagt ionbyttet, hvilket umiddelbart ikke stemmer overens med de tykke dæklag. Dette indikerer at en del af grundvandet dannes gennem tyndere lerdække, hvilket kan skyldes inhomogen geologi længere opstrøms i indvindingsoplandet. Kloridindholdet på 41-61 mg/l er normalt til svagt forhøjet, men der er ikke tegn på væsentlig saltpåvirkning af grundvandet.

Grundvandet er kalkmættet, og der er som forventet ikke detekteret aggressiv CO₂.

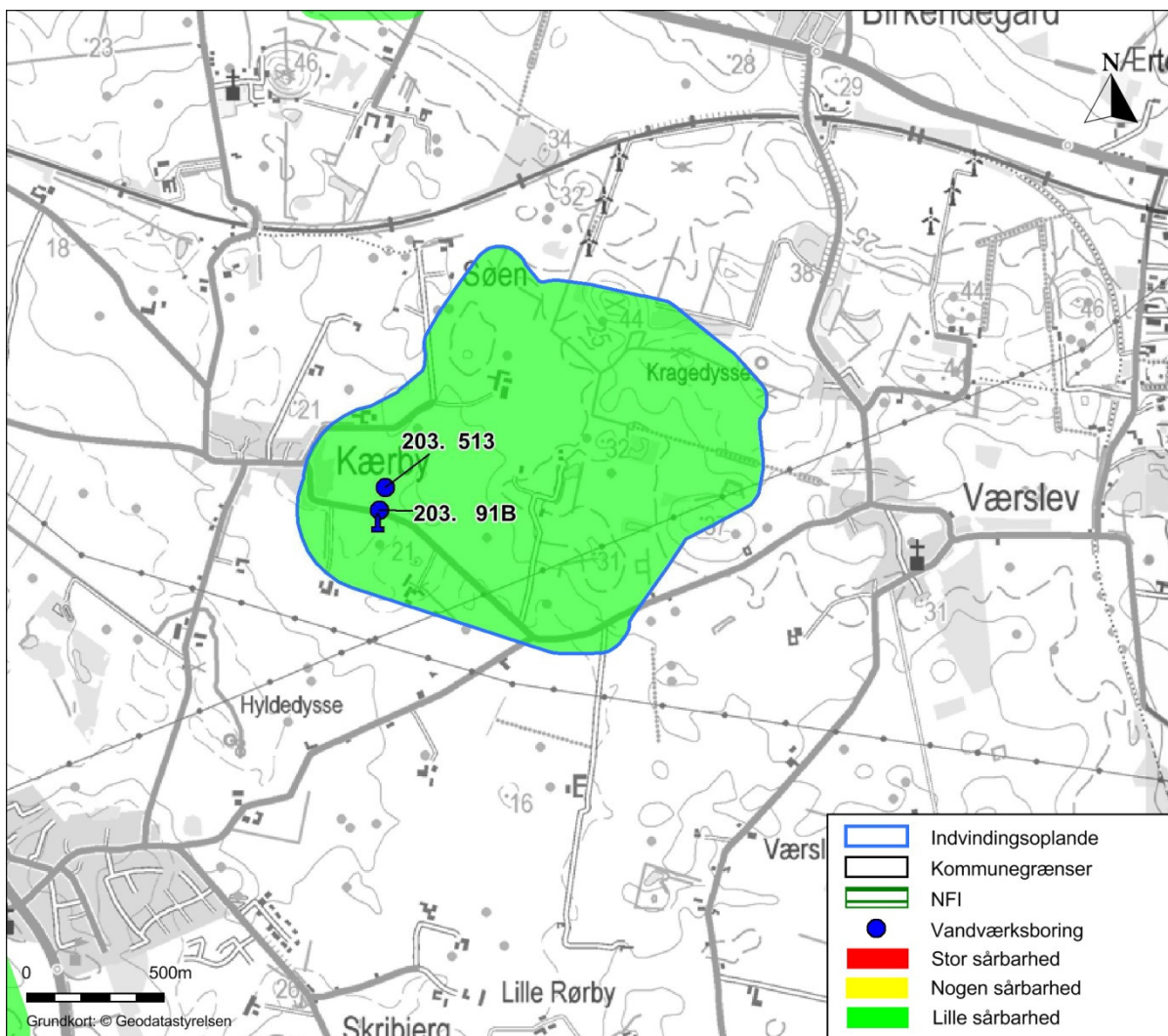
Med koncentrationerne på 0,14-0,16 mg/l ligger indholdet af fosfor i grundvandet lige omkring drikkevandskravet. Dette er dog ingenlunde problematisk, grundet råvandets betydelige jernindhold, idet størstedelen af råvandets fosforindhold udfældes sammen med jern ved normal vandbehandling.

De to borerer samt vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, og mens der ikke har været fund i afgangsvandet og DGU nr. 203.91B er der både detekteret dichlorprop samt nedbrydningsproduktet 4-CPP i DGU nr. 203.513. Dichlorprop er fundet i 2008 og 2013 i koncentrationer på 0,029 µg/l og 0,021 µg/l, mens der i 2013 blev fundet 0,018 µg/l 4-CPP. Alle koncentrationer er dermed under drikkevandskravet, men ikke desto mindre er det atypisk at finde pesticider og nedbrydningsprodukter i stærkt reduceret grundvand under et tilsyneladende tykt lerdække. Årsagen hertil er formentlig, ligesom den lave ionbytningsgrad, inhomogene geologiske forhold i området.

Grundvandskvalitetens tidlige udvikling i de to indvindingsboringer er generelt forholdsvis stabil uden væsentlige udsving. Den eneste vedvarende tendens, er en meget svag, men forholdsvis konsistent, stigning i kloridindholdet i DGU nr. 203.513.

Sårbarhed

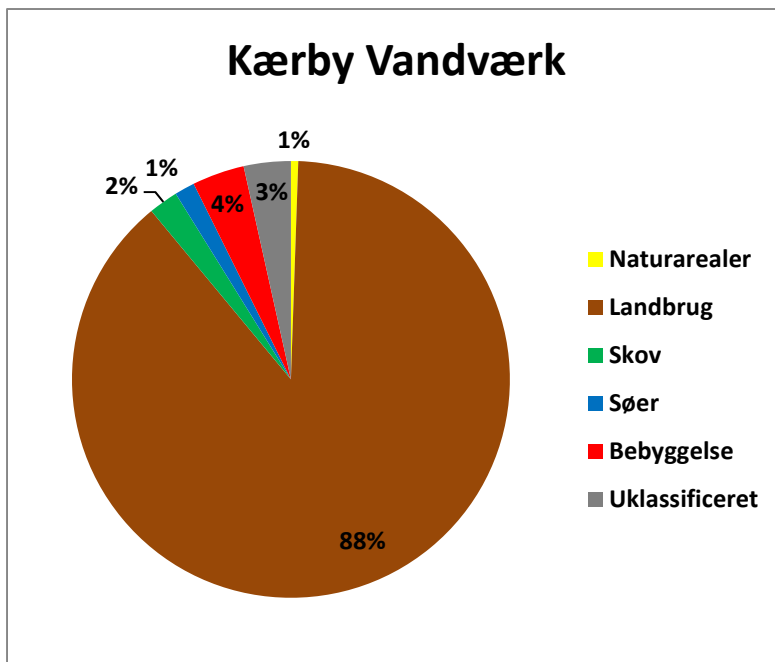
I indvindingsområdet vurderes grundvandet at have lille nitratsårbarhed på baggrund af stærkt reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler på over 15 m. Der er således ikke afgrænset NFI i området, jf. Figur 6-93.



Figur 6-93 Nitratsårbarhed i indvindingsområdet til Kærby Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er overvejende domineret af landbrug (88 %) og i mindre omfang bebyggelse (4 %) og uklassificeret areal (3 %), se Figur 6-94.



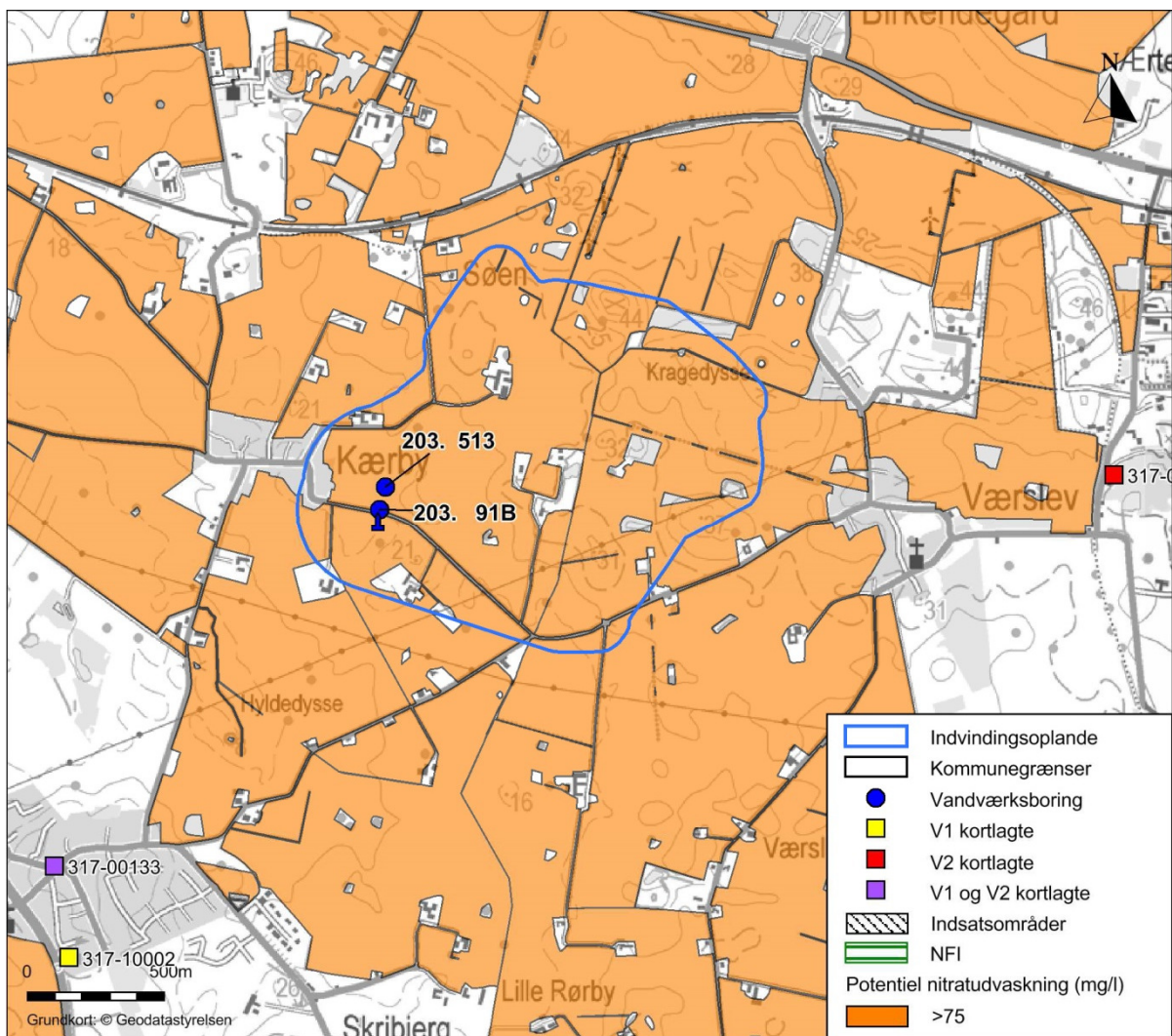
Figur 6-94 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Kærby Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-95 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 92,8 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-95 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Kærby Vandværk.

6.2.34 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Kærby Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 har lille nitratsårbarhed i hele indvindingsoplandet, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i oplandet.

Sprøjtemidler

I DGU nr. 203.513 er der detekteret dichlorprop samt nedbrydningsproduktet 4-CPP. Dichlorprop er fundet i 2008 og 2013 i koncentrationerne 0,029 µg/l og 0,021 µg/l, mens der i 2013 blev fundet 0,018 µg/l 4-CPP. Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkets anden indvindingsboring eller afgangsvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret øvrige miljøfremmede stoffer i grundvandet eller vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

I grundvandet overskrides drikkevandskravet for fosfor (total-P), men dette giver ingen kvalitetsproblemer for vandværket. Der er ingen øvrige potentielle grundvandskemiske problemparametre.

6.2.35 Sammenfattende beskrivelse ved Mineslund og Asnæsgården

Mineslund og Asnæsgården har én aktiv indvindingsboring, DGU nr. 203.508, med indtagsdybde 41-47 m u.t. i et ukendt sandmagasin. Indtaget er overlejret af 41 m moræneler, og redoxgrænsen ligger i 4 meters dybde. Grundvandet er reduceret. Der er på Figur 6-96 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Mineslund og Asnæsgården.

Figur 6-96 Forståelsesmodel for Mineslund og Asnæsgården Vandværk.

Der er ikke beregnet et indvindingsopland til Mineslund og Asnæsgården, idet Asnæs ikke er omfattet af hverken en geologisk model eller en grundvandsmodel udover den regionale Sjællandsmodel. Der er derfor skønnet et indvindingsopland med en radius på 300 m omkring indvindingsboringen. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Der er ikke beregnet et grundvandsdannende opland for vandværket.

Grundvandskemi

Grundvandet er i begge borer klassificeret som den reducerede redoxvandtype C1 og har et ret lavt sulfatindhold på 20,6-24 mg/l. Koncentrationen af jern i grundvandet er 4,8 mg/l og er dermed grænsende til, hvad der typisk kan nedbringes tilfredsstillende ved normal vandbehandling. Denne problematik giver udslag i vandværkets afgangsvand, hvor jernindholdet gentagne gange har overskredet drikkevandskravet. Det samme gør sig gældende for mangan, ammoniak/ammonium og nitrit. Vandværket har dermed store problemer med at overholde drikkevandskravet for flere af redoxparametrene. Det er muligt at ændret pumpestrategi, iltning eller filtrering kan afhjælpe problemerne.

Med ionbytningsforhold på 0,98-1,02 er grundvandet ikke ionbyttet, hvilket ellers ville være forventeligt grundet mægtigheden af det overliggende lerlag. Dette tyder på, at grundvandsdannelsen primært sker igennem sandede sedimentter, og det må derfor formodes, at geologien i det grundvandsdannende opland er inhomogen med veksellende lerdække og/eller skrånstillede jordlag. Grundvandet er svagt saltpåvirket med kloridindhold på 84,9-90 mg/l. Kilden til de forhøjede koncentrationer af klorid er formentlig marint residualvand.

Grundvandet er kalkmættet i begge borer, men i den sløjfede boring DGU nr. 203.32 er der alligevel detekteret 3 mg/ aggressiv kuldioxid. Koncentrationen er dog under den nugældende detektionsgrænse på 5 mg/l, som gælder, når grundvandets indhold af hydrogencarbonat ligger over 100 mg/l, og da ingen af de øvrige parametre indikerer kalkundermætning, formodes der at være tale om en falsk positiv.

Grundvandets indhold af NVOC er 4,3 mg/l i den sløjfede boring og 6,1 mg/l i indvindingsboringen. I begge borer, og i særdeleshed i indvindingsboringen, er koncentrationen således over drikkevandskravet. Da NVOC typisk kun i ringe grad nedbringes ved normal vandbehandling, er dette problematisk for vandværket, der som forventet har mange overskridelser af grænseværdien på 4 mg/l i afgangsvandet. De forhøjede indhold af NVOC vurderes at være geologisk betingede.

Både borer og vandværkets afgangsvand er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. Vandværkets afgangsvand er desuden analyseret for BTEXN samt klorerede kulbrinte forbindelser, hvilket i 2008 gav en detektion på 0,04 µg/l m+p-xylen. Dette fund er dog ikke blevet verificeret, da alle analyser siden hen har været negative.

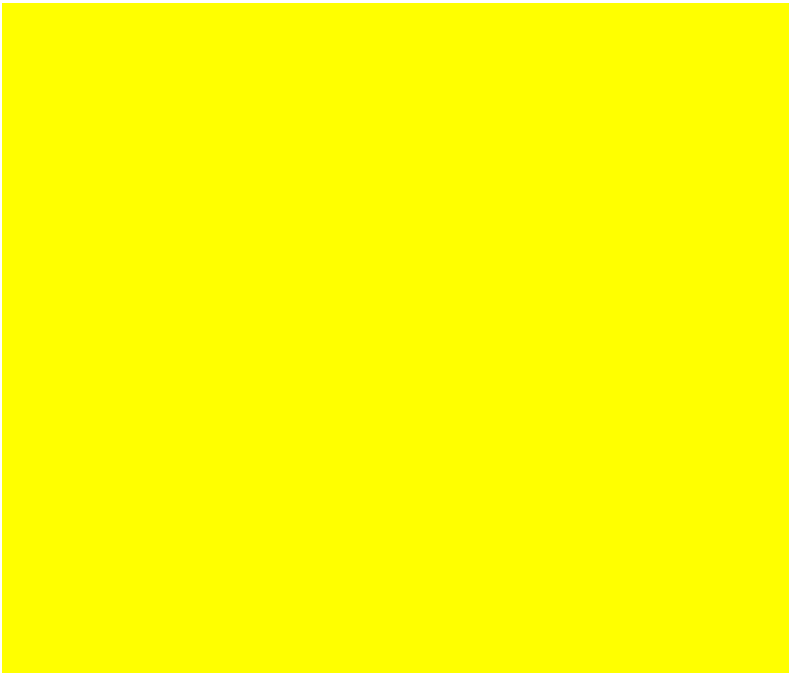
Da der kun er foretaget én boringskontrol i indvindingsboringen, er det ikke muligt at belyse den tidlige udvikling i denne boring, men den grundvandskemiske udvikling i den sløjfede boring var stabil.

Sårbarhed

I indvindingsoplandet til Mineslund og Asnæsgården er der på baggrund af de geologiske lag i Sjællandsmodellen samt data fra boringen vurderet lille nitratsårbarhed. I boringen findes over 30 m ler over grundvandsmagasinet, og de akkumulerede lerlag i Sjællandsmodellen er på over 20 m. Dybden til redoxgrænsen ligger 4 m u.t. og intet i vandkemien (vandtype C1) tyder på overfladepåvirkning. Der er derfor heller ikke afgrænset NFI i oplandet.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter bl.a. landbrug (71 %) og bebyggelse (16 %), se Figur 6-97.



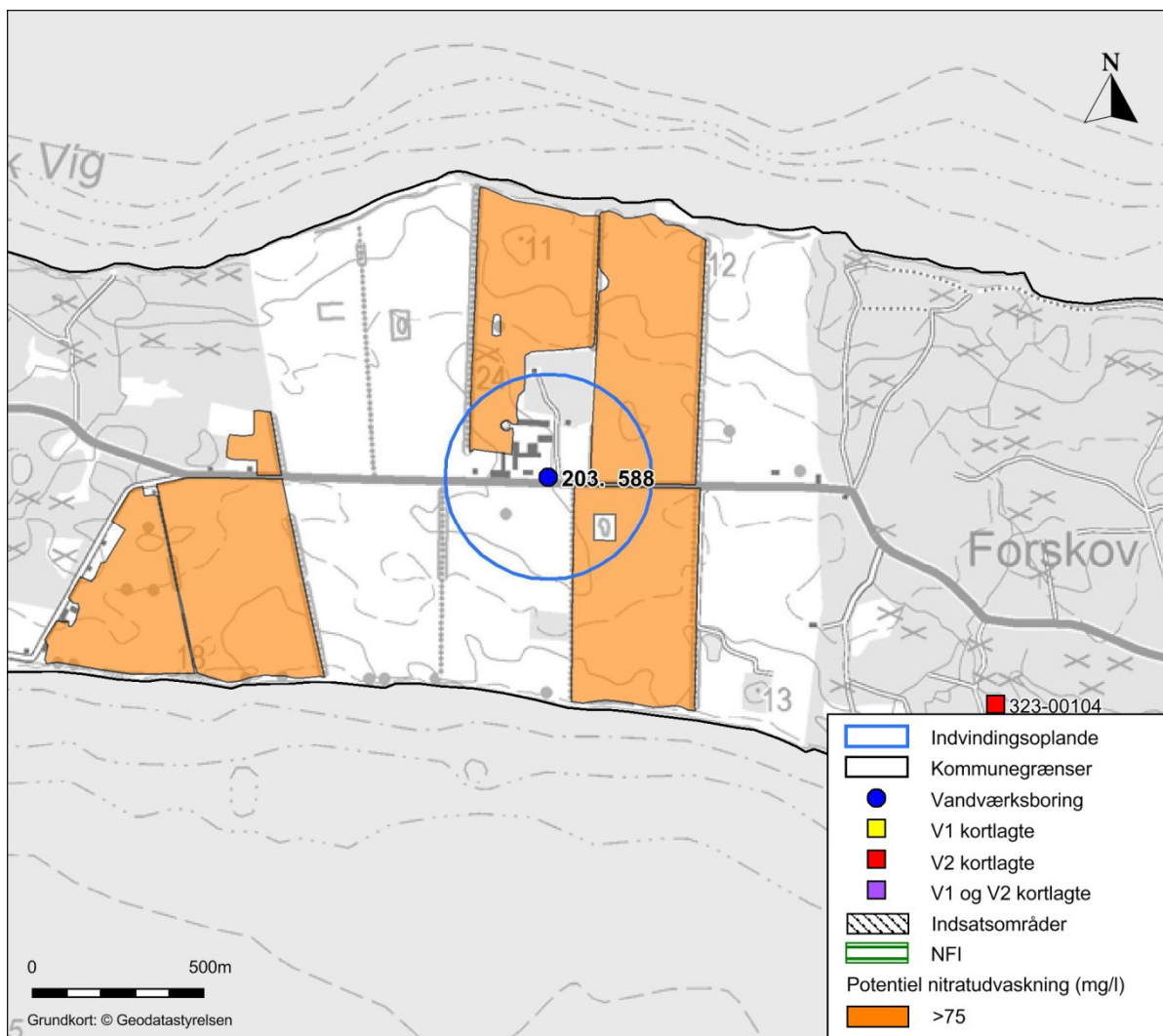
Figur 6-97 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Mineslund og Asnæsgården.

Der er ikke kortlagt forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-98 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 48 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-98 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Mineslund og Asnæsgården Vandværk.

6.2.36 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Mineslund og Asnæsgården



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet har lille nitratsårbarhed i hele indvindingsoplandet, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i oplandet.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Med undtagelse af en ikke verificeret detektion af m+p-xylene fra 2008 er der ingen detektioner af miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Indholdet af NVOC er med 6,1 mg/l over drikkevandskravet i det oppumpede grundvand, hvilket forårsager gentagne overskridelser af grænseværdien på 4 mg/l i afgangsvandet.

6.2.37 Sammenfattende beskrivelse ved Rugtved-Forsinge Vandværk

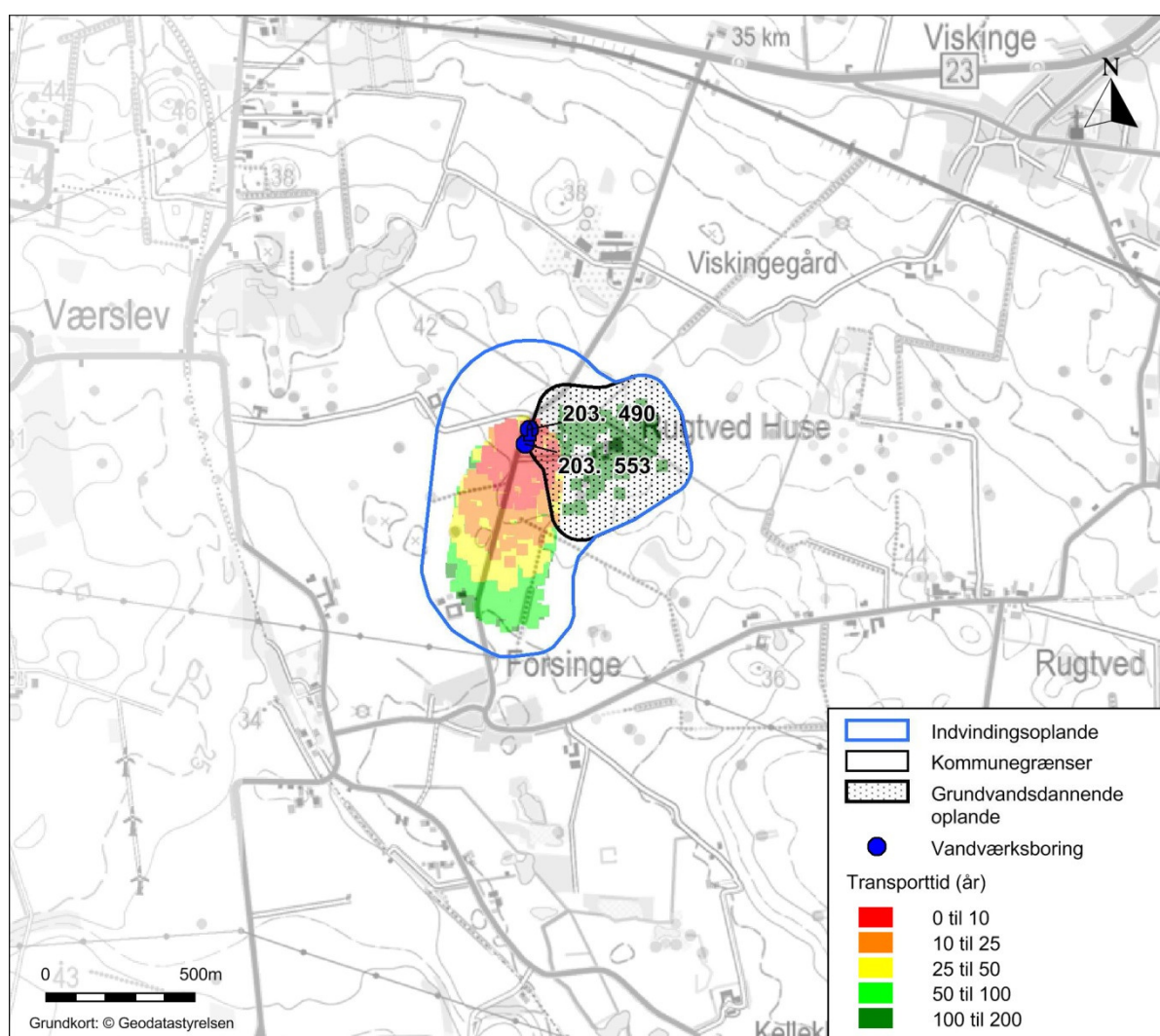
Rugtved-Forsinge Vandværk har 2 aktive borer, DGU nr. 203.490 og 203.553, der begge er filtersat i grundvandsmagasinet KS4. Magasinet er inden for indvindingsoplandet beskyttet af 30-50 m ler. Redoxgrænsen antages at ligge 5,0 m u.t. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-99 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Rugtved-Forsinge Vandværk.

Figur 6-99 Forståelsesmodel for Rugtved-Forsinge Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 20.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-99.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-100 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-100 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger overvejende imellem 0 og 50 år.



Figur 6-100 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er stærkt reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt og desuden har lavt sulfatindhold (5,6-6,7 mg/l). Grundvandet er således af den stærkt reducerede redoxvandtype D. Råvandets indhold af redoxparametre virker i øvrigt uproblematisk, og vandværket har i de senere år kun haft enkelte overskridelser af drikkevandskravene for nitrit og mangan.

Med ionbytningsforhold på 1,38 – 1,65 er grundvandet stærkt ionbyttet, hvilket stemmer overens med den store mægtighed af ler over magasinet samt de stærkt reducerede vandtyper. Grundvandets kloridindhold er let forhøjet til forhøjet (88-126 mg/l). Årsagen hertil vurderes at være udskylning af marint residualvand.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ingen detektioner af aggressiv CO₂.

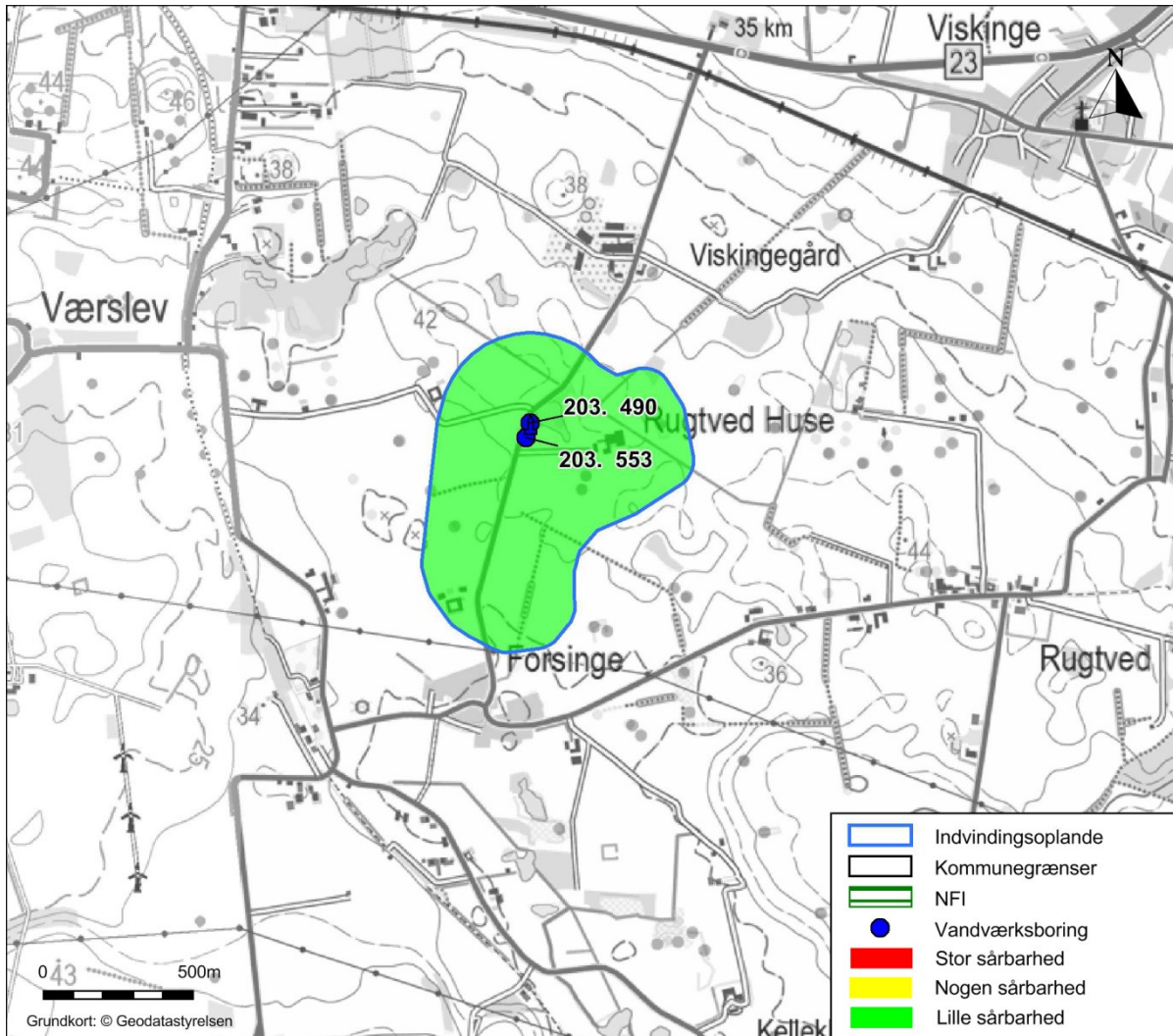
Grundvandets indhold af arsen ligger på 7,6 – 8,6 µg/l, hvilket er over drikkevandskravet på 5 µg/l, men eftersom grundvandet indeholder væsentlige mængder opløst jern, udfældes en stor del af råvandets arsenindhold sammen med jernet, og vandværket har ingen problemer med at overholde drikkevandskravet. Det samme gælder for det kemisk nært beslægtede fosfor (total-P), som ligeledes er forhøjet i grundvandet. De forhøjede indhold af både arsen og fosfor vurderes at være geologisk betingede.

Grundvandets kloridindhold er lidt ustabil, men ellers er der ingen væsentlig tidlig udvikling i grundvandskvaliteten.

Grundvandet er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, chlorerede kulbrinte-forbindelser og BTEXN-komponenter uden detektioner. Der er heller ingen fund af pesticider og nedbrydningsprodukter eller andre miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Sårbarhed

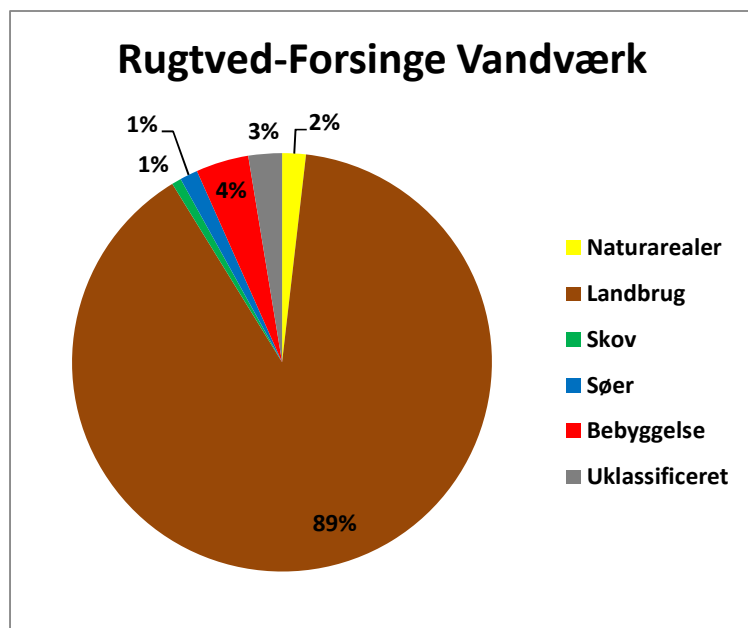
Grundvandet vurderes at have lille nitratsårbarhed på baggrund af stærkt reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler, som overstiger 15 m. Der er derfor ikke afgrænset NFI i området, jf. Figur 6-101.



Figur 6-101 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Rugtved-Forsinge Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (89 %) og i mindre omfang af bebyggelse (4 %) og uklassificeret areal (3 %), se Figur 6-102.



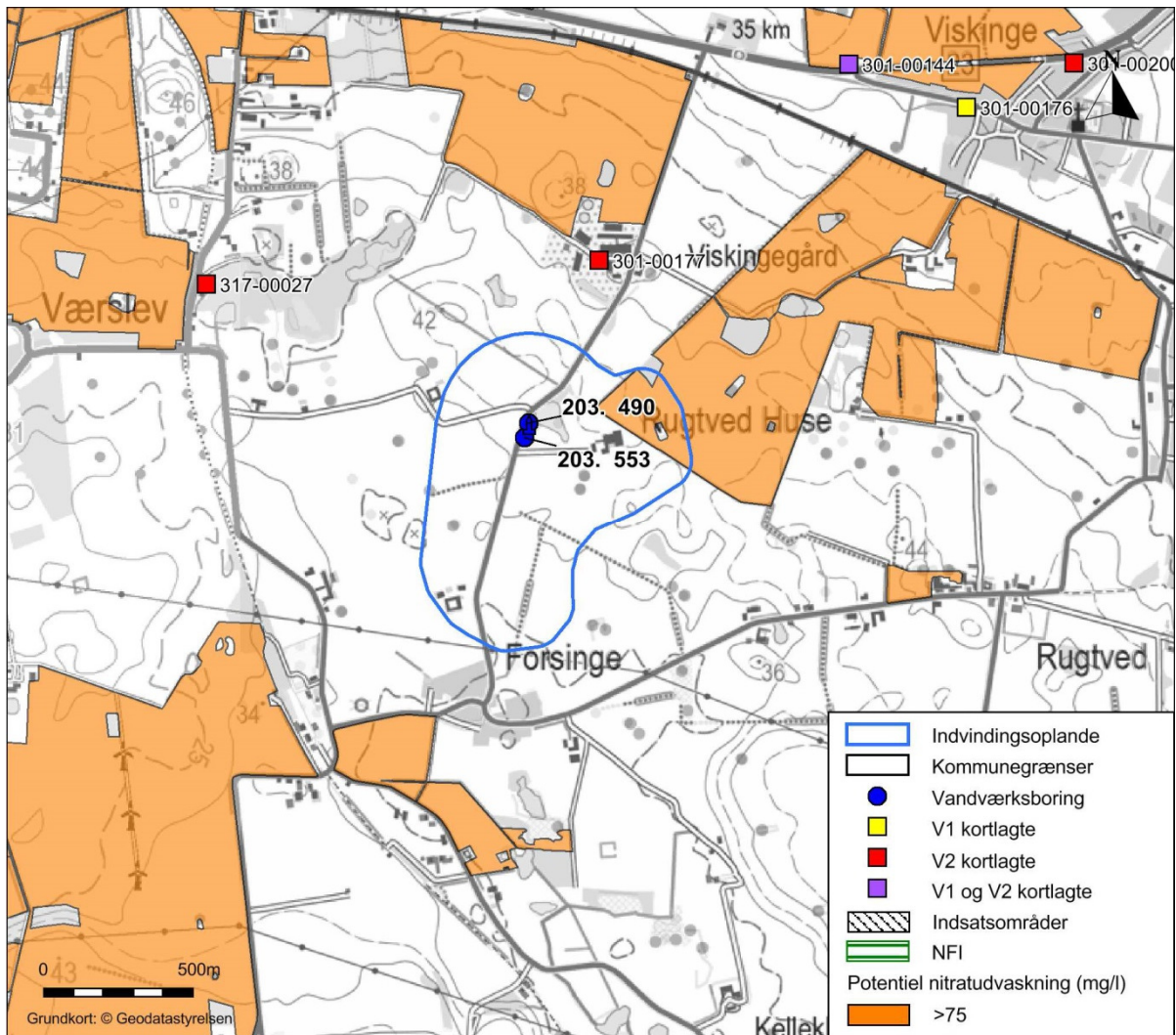
Figur 6-102 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Rugtved-Forsinge Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-103 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 45,7 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-103 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Rugtved-Forsinge Vandværk.

6.2.38 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Rugtved-Forsinge Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS4 har lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i indvindingsoplandet.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer, eller i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Arsenindholdet er over drikkevandskravet i det oppumpede grundvand (7,6-8,6 µg/l), men i det udpumpede vandværksvand overholdes grænseværdien. Et tilsvarende geologisk betinget forhøjet fosforindhold nedbringes ligeledes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

6.2.39 Sammenfattende beskrivelse ved Rørby-Årby Vandværk I/S

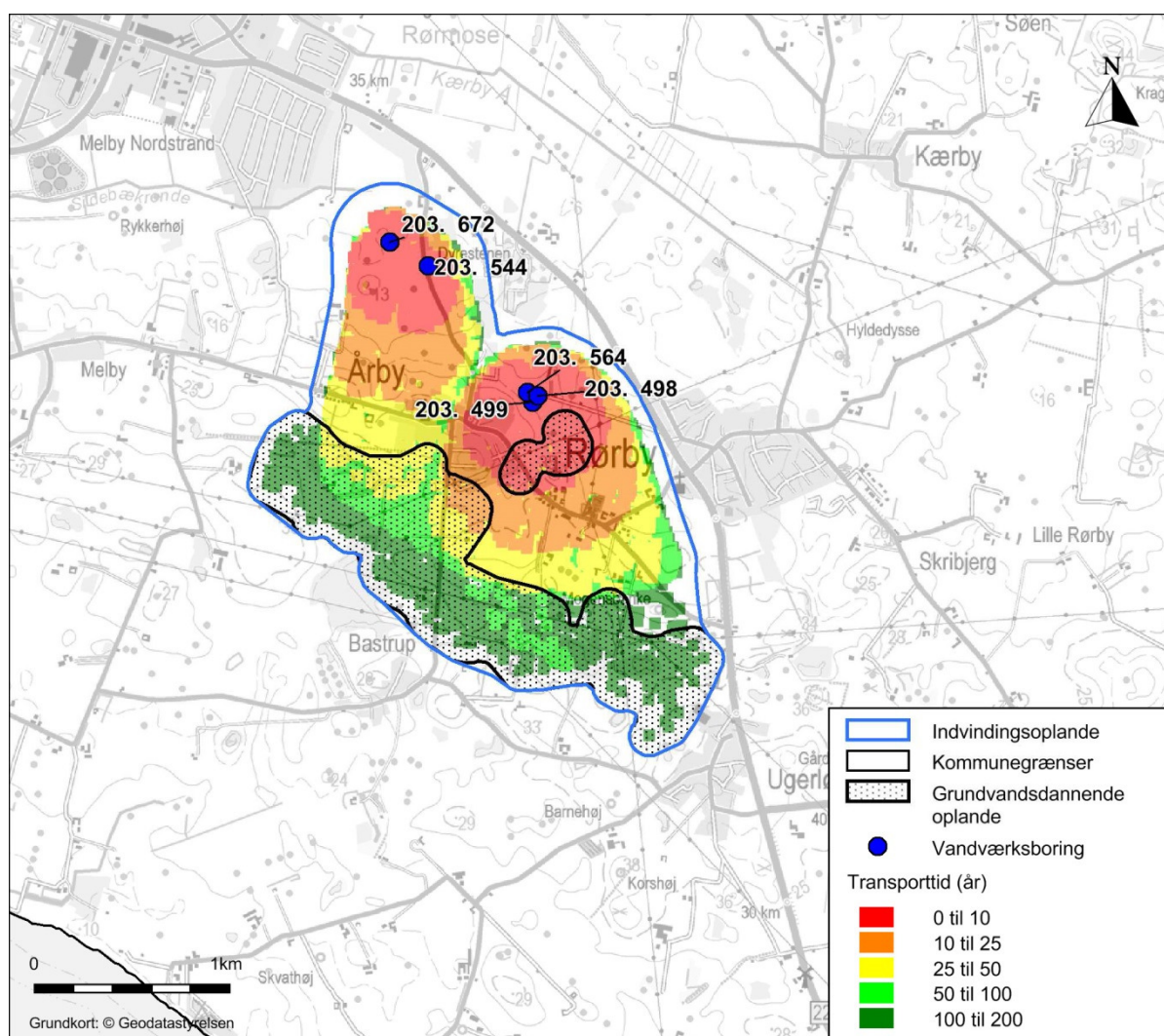
Rørbæk-Årby Vandværk I/S har 4 aktive borer, som alle er filtersat i grundvandsmagasinet KS3. Inden for størstedelen af indvindingsoplandet er magasinet beskyttet af imellem 15 og 40 m ler. I et mindre område, omkring to af borerne lokaliseret i den nordvestlige del af oplandet, er lerlagstykkelsen mellem ca. 10 og 15 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,1 m u.t. Grundvandet er reduceret. Der er på Figur 6-104 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Rørby-Årby Vandværk I/S.

Figur 6-104 Forståelsesmodel for Rørby-Årby Vandværk I/S.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 100.000 m³/år er indvindingsoplandet og de grundvandsdannende oplande til vandværkets boringer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod boringerne. De grundvandsdannende oplande er de dele af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og de grundvandsdannende oplande er vist på Figur 6-105.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-105 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-105 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger jævnt fordelt imellem 0 og 200 år.



Figur 6-105 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Der foreligger kemidata fra de 4 aktive indvindingsboringer samt 3 nu sløjfede boringer tilknyttet vandværket. De 2 af disse (DGU nr. 203.499 og 203.555) havde ligesom de aktive boringer indtag i KS3. Den sidste, DGU nr. 203.24B var en meget kort boring med indtag 7-10 m u.t. i KS1. Denne boring indeholdt den oxiderede redoxvandtype A, men trods ringe geologisk beskyttelse (<5 m reduceret ler) blev der ikke fundet pesticider. I de øvrige boringer til KS3 er grundvandet reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. De fleste boringer indeholder den reducerede redoxvandtype C1, men i DGU nr. 203.544 er sulfatindholdet over 70 mg/l, hvorfor der er tale om den svagt reducerede type C2. I den sløjfede DGU nr. 203.499, var der tale om den stærkt reducerede type DX. Koncentrationer af redoxparametrene virker generelt uproblematisk, men vandværket har i de senere år haft enkelte overskridelser af drikkevandskravene for mangan, ammonium/ammoniak og nitrit. Dette tyder på, at iltningen af råvandet på vandværket ikke fungerer optimalt. Det er også muligt, at ændret filtrering kan afhjælpe problemerne.

Med ionbytningsforhold på 0,85 – 1,23 er grundvandet ikke ionbyttet til let ionbyttet i KS3, hvilket tyder på, at grundvandsdannelsen kun i begrænset omfang foregår igennem lerede og/eller organiske aflejringer. Grundvandets kloridindhold er 47-89 mg/l og dermed normalt til let forhøjet. Kilden til forhøjet klorid er formentlig marint residualvand.

Grundvandet er generelt kalkmættet og i overensstemmelse hermed er der ingen detektioner af aggressiv CO₂.

I de aktive indvindingsboringer ligger grundvandets arsenindhold fra 4,9 til 7,4 µg/l og overskrider drikkevandskravet i 3 ud af 4 tilfælde, men eftersom grundvandet indeholder opløst jern, udfældes en stor del af råvandets arsenindhold sammen med jernet, og vandværket har således ikke problemer med at overholde grænseværdien i afgangsvandet. Grundvandets indhold af fosfor (total-P) er ligeledes forhøjet (0,16-0,17 mg/l), men nedbringes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

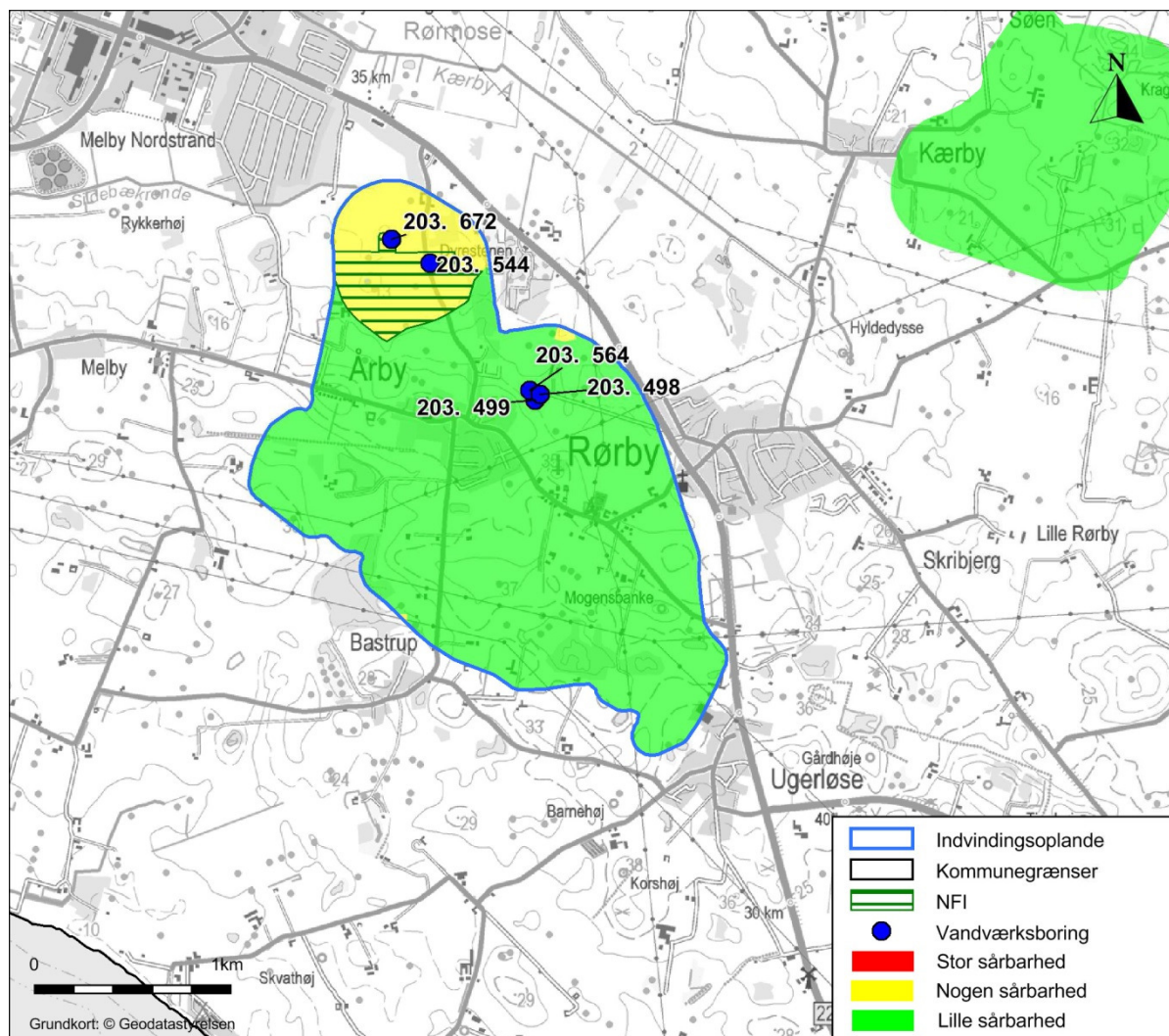
I de aktive indvindingsboringer er vandkemien stabil i DGU nr. 203.498, mens der er ustabil sulfatindhold i DGU nr. 203.544. I DGU nr. 203.564 er der ret stabile vandkemiske forhold, mens sulfatindholdet er svagt stigende i DGU nr. 203.672.

I DGU nr. 203.564 blev der fundet 0,01 µg/l atrazin i 1994, men detektionerne kunne ikke verificeres en måned senere, og stoffet er aldrig fundet siden. Herudover er der aldrig fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken indvindingsboringer eller afgangsvand.

I vandværkets afgangsvand blev der fundet flere BTEX-komponenter ved en analyse d. 9. november 2004, men stofferne er ikke fundet hverken før eller siden, og der vurderes at være tale om "falske positive". Heller ikke et fund af 0,13 µg/l chloroform d. 13. december 2006 har kunnet verificeres. Herudover er der ingen detektioner af miljøfremmede stoffer.

Sårbarhed

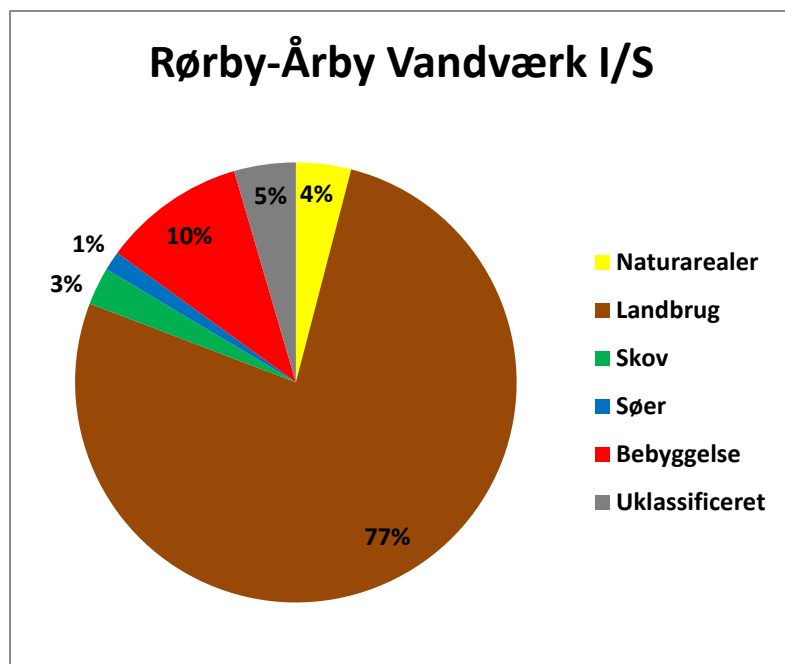
I hovedparten af indvindingsoplandet vurderes grundvandsmagasinet KS3 at have lille nitratsårbarhed på baggrund af reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler, der overstiger 15 m. I den nordvestlige del af oplandet er der imidlertid 5-15 m reduceret ler over KS3, og her vurderes grundvandet således at have nogen nitratsårbarhed. Der er afgrænset NFI i sidstnævnte område, hvor der samtidigt er grundvandsdannelse, da sulfatindholdet i boring DGU nr. 203.544 er både forhøjet og ustabil, se Figur 6-106.



Figur 6-106 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Rørby-Årby Vandværk IS.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet domineret af landbrug (77 %) og i mindre omfang bebyggelse (10 %) og uklassificeret areal (5 %), se Figur 6-107



Figur 6-107 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Rørby-Årby Vandværk I/S.

Der er kortlagt én forureningslokalitet på V2 niveau inden for oplandet til vandværket, se Figur 6-108. Det drejer sig om et tidligere autoreparationsværksted, hvor der er konstateret jordforurening med olie.

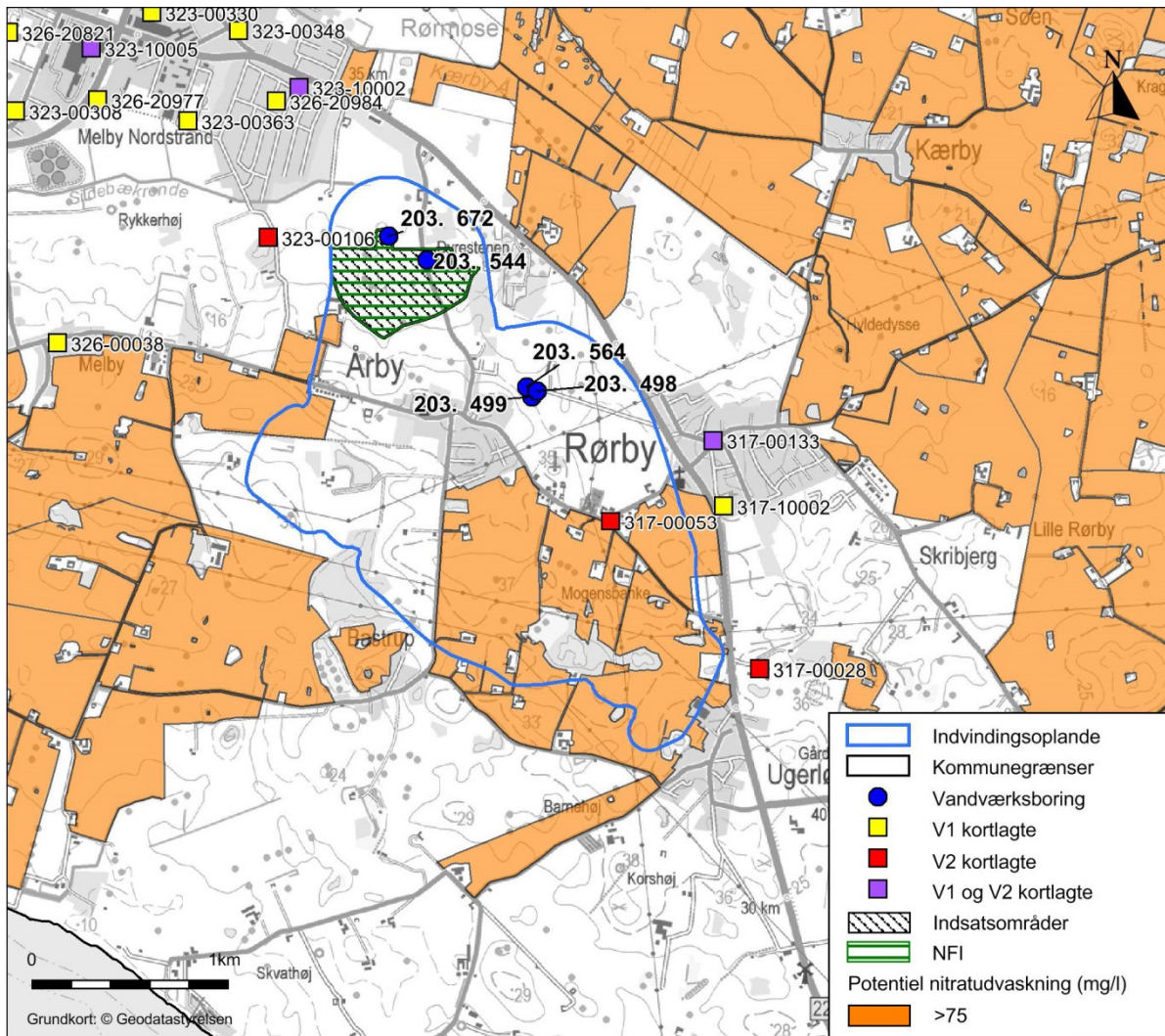
Lokalitets nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
317-00053	Møllevangens Auto ApS, Kalundborg	Erhvervsmæssigt oplag af benzín og olie	V2	Olie i jord	Aafværge AA, kronisk toksisk (kontakt)

Figur 6-108 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Rørby-Årby Vandværk I/S.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-109 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 50,6 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-109 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Rørby-Årby Vandværk IS samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.40 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Rørby-Årby Vandværk IS



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 i hovedparten af indvindingsoplandet har lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. I den nordvestlige del af oplandet er der dog områder med nogen nitratsårbarhed, og de steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Med undtagelse af et ikke verificeret fund af atrazin i 1994 er der ikke fundet hverken pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet

Der er ikke fundet pesticider i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke gjort troværdige detektioner af øvrige miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

I de aktive indvindingsboringer ligger grundvandets arsenindhold fra 4,9 til 7,4 µg/l, men det udpumpede vandværksvand overholder drikkevandskravet. Grundvandets indhold af fosfor (total-P) er ligeledes forhøjet (0,16-0,17 mg/l), men nedbringes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

6.2.41 Sammenfattende beskrivelse ved Saltbæk Strandvænge Vandværk

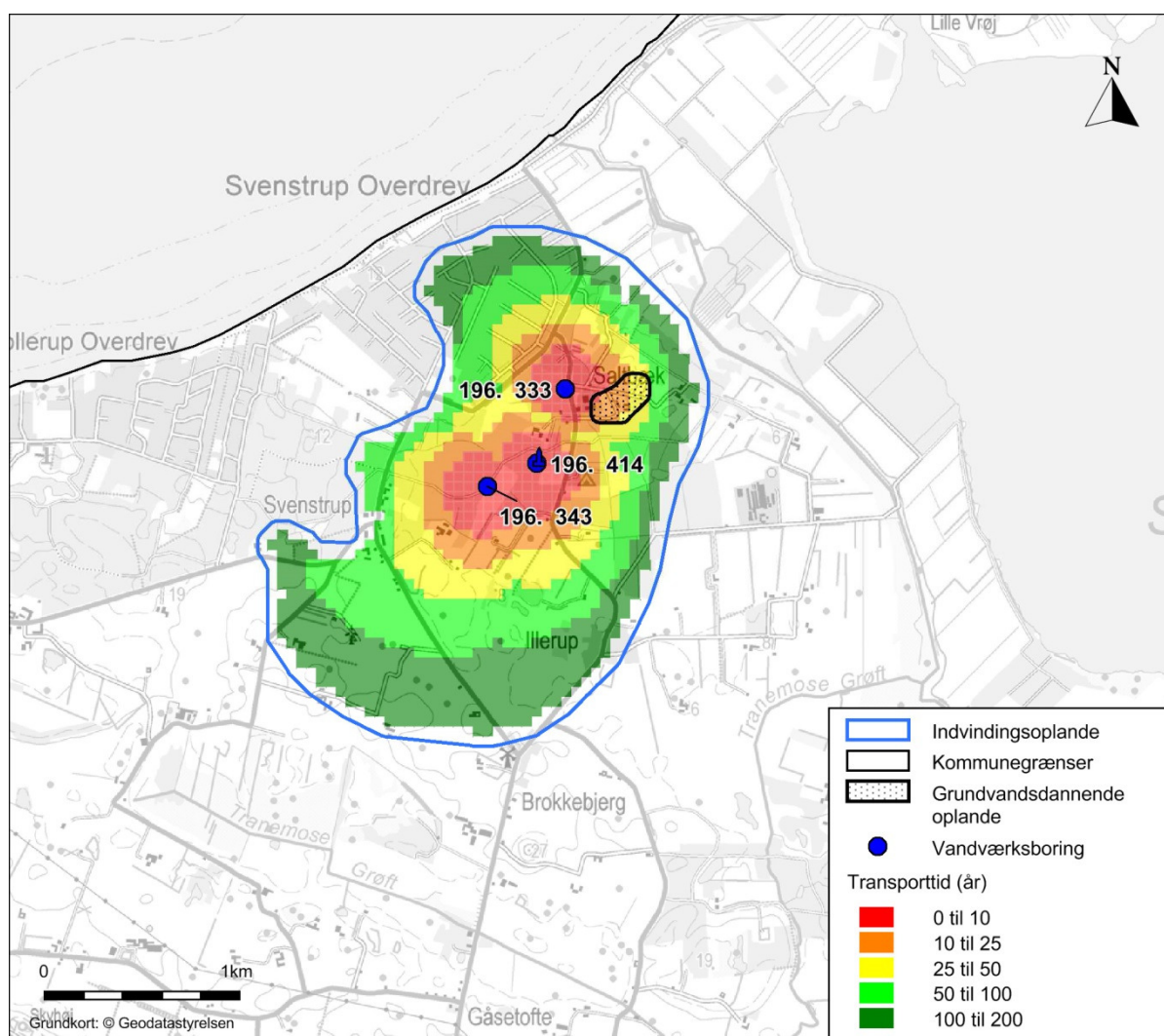
Saltbæk Strandvænge Vandværk har 3 aktive borer, DGU nr. 196.333, 196.343 og 196.414. Alle borerne er filtersat i grundvandsmagasinet KS4. Inden for indvindingsoplandet er magasinet generelt beskyttet af 15-30 m lerdæklag. Enkelte steder er dæklagstykkelsen dog ned til 10 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 3,8 m u.t. Grundvandet er svagt reduceret til reduceret. Der er på Figur 6-110 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk.

Figur 6-110 Forståelsesmodel for Saltbæk Strandvænge Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 60.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-111.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-111 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-111 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år.



Figur 6-111 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Der foreligger kemidata fra de 3 aktive indvindingsboringer samt 3 ikke aktive boringer tilknyttet vandværket, alle med indtag i KS4. Af de sidstnævnte er de 2 (196.224 og 196.290) nu sløjfede, mens DGU nr. 196.267 står registreret med "ingen anvendelse". Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I DGU nr. 196.343 og 196.414 har grundvandet normalt sulfatindhold, mens det i de øvrige boringer er forhøjet, men de forhøjede sulfatindhold skyldes primært havsalt og ikke pyritoxidation. Råvandets indhold af jern er højt (3,7-6,9 mg/l), men dette nedbringes generelt tilfredsstillende ved vandbehandlingen. Derimod har vandværket i de senere år haft mange overskridelser af drikkevandskravene for ammonium/ammoniak og nitrit samt enkelte overskridelser for mangan. Dette tyder på, at iltningen af råvandet på vandværket ikke fungerer tilfredsstillende. Det er også muligt, at ændret filtrering kan afhjælpe problemerne.

Med ionbytningsforhold på 0,54 – 0,79 er grundvandet omvendt ionbyttet. Dette stemmer overens med et kraftigt stigende indhold af havsalt i boringerne i de senere år. Ved seneste analyse ligger kloridindholdet i indvindingsboringerne på 370-460 mg/l, dvs. væsentligt over drikkevandskravet på 250 mg/l. Også natrium giver i nogle tilfælde problemer. I det udpumpede vandværksvand har kloridindholdet overskredet drikkevandskravet siden 2007 og natrium overskrides i de 2 seneste analyser. Det vil næppe være muligt, selv ved en omlægning af indvindingsstrategien, at nedbringe grundvandets saltindhold til et acceptabelt niveau.

Grundvandet er kalkmættet i alle de analyserede boringer, men der foreligger enkelte detektioner af små mængder aggressiv CO₂ i DGU nr. 196.333. Disse ligger dog alle under den nugældende detektionsgrænse på 5 mg/l, som gælder når grundvandets indhold af hydrogencarbonat ligger over 100 mg/l.

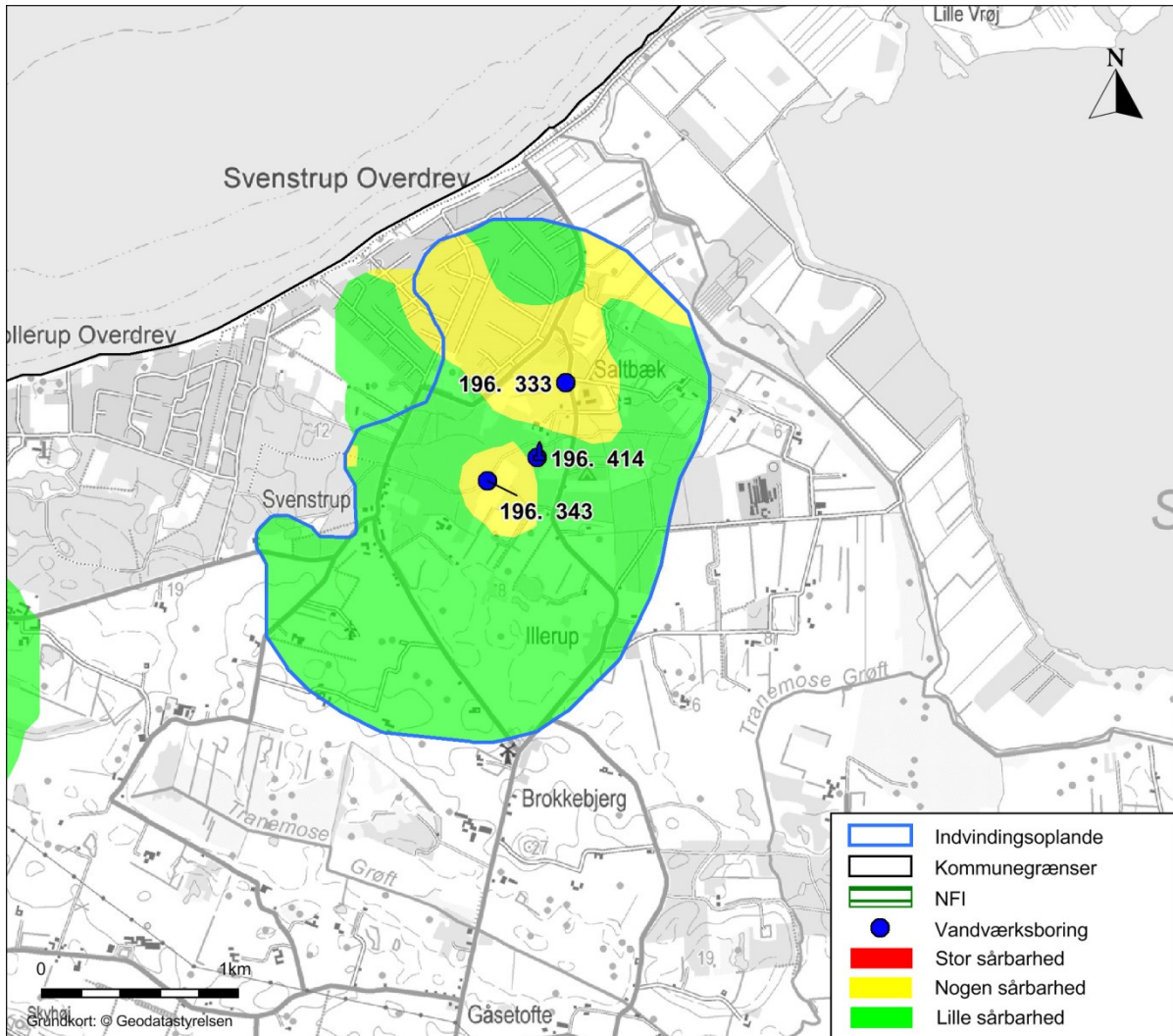
Grundvandets indhold af fosfor (total-P) er forhøjet (0,16-0,25 mg/l), men nedbringes tilfredsstillende ved udfældning sammen med jern i forbindelse med vandbehandlingen. Derimod udgør opløst organisk stof (NVOC) et stort problem for vandværket, idet indholdet på 4,8-8,2 mg/l i alle boringer overskrider drikkevandskravet på 4 mg/l. NVOC kan ikke i væsentligt omfang nedbringes ved normal vandbehandling, og med en enkelt undtagelse overskrider alle analyser på vandværkets afgangsvand da også drikkevandskravet. De forhøjede indhold af både fosfor og NVOC vurderes at være geologisk betingede.

Grundvandet har et kraftigt stigende indhold af klorid og andre havsaltrelaterede parametre (primært natrium og magnesium), men ellers er der ingen væsentlig tidslig udvikling i grundvandskvaliteten.

Grundvandet er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter uden detektioner. I vandværkets afgangsvand er der i 2012 fundet 0,29 µg/l 1,2-dichlorethan, men stoffet er ikke genfundet ved analyse i 2014. Herudover er der ingen fund af hverken pesticider og nedbrydningsprodukter eller andre miljøfremmede stoffer.

Sårbarhed

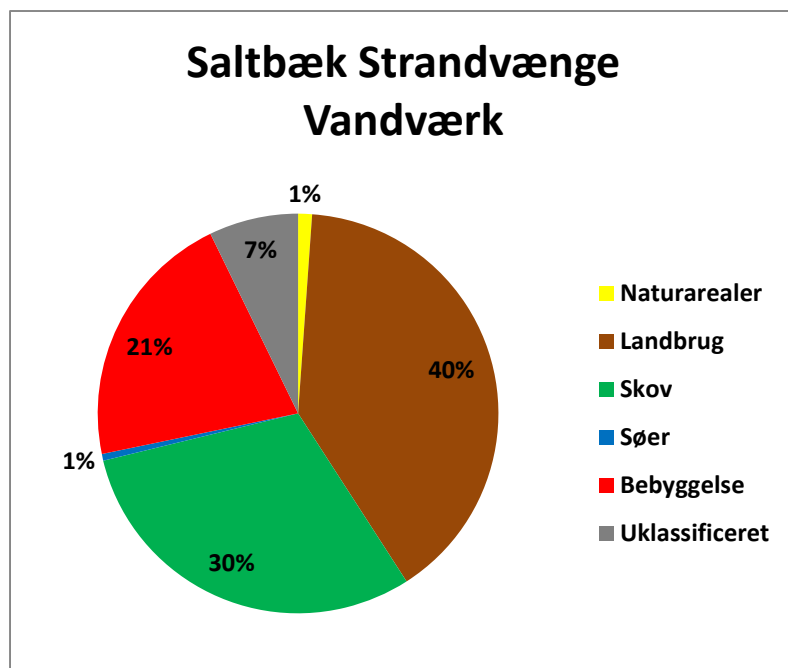
I hovedparten af indvindingsoplandet vurderes grundvandsmagasinet at have lille nitratsårbarhed på baggrund af reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler, der overstiger 15 m. Centralt og i den nordlige del af oplandet er der derimod kun 5-15 m reduceret ler over magasinet. Her vurderes grundvandet at have nogen nitratsårbarhed. Der afgrænses ikke NFI i sidstnævnte områder, da de observerede forhøjede sulfatindhold vurderes ikke at stamme fra pyritoxidation, men alene fra havvand i magasinet, se Figur 6-112.



Figur 6-112 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter primært landbrug (40 %), skov (30 %) og bebyggelse (31 %), se Figur 6-113.



Figur 6-113 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk.

Der er kortlagt en forureningslokalitet på vidensniveau V1 inden for oplandet til vandværket, se Figur 6-114. Kortlægningen er foretaget på baggrund af mistanke om forurening med benzin og olie.

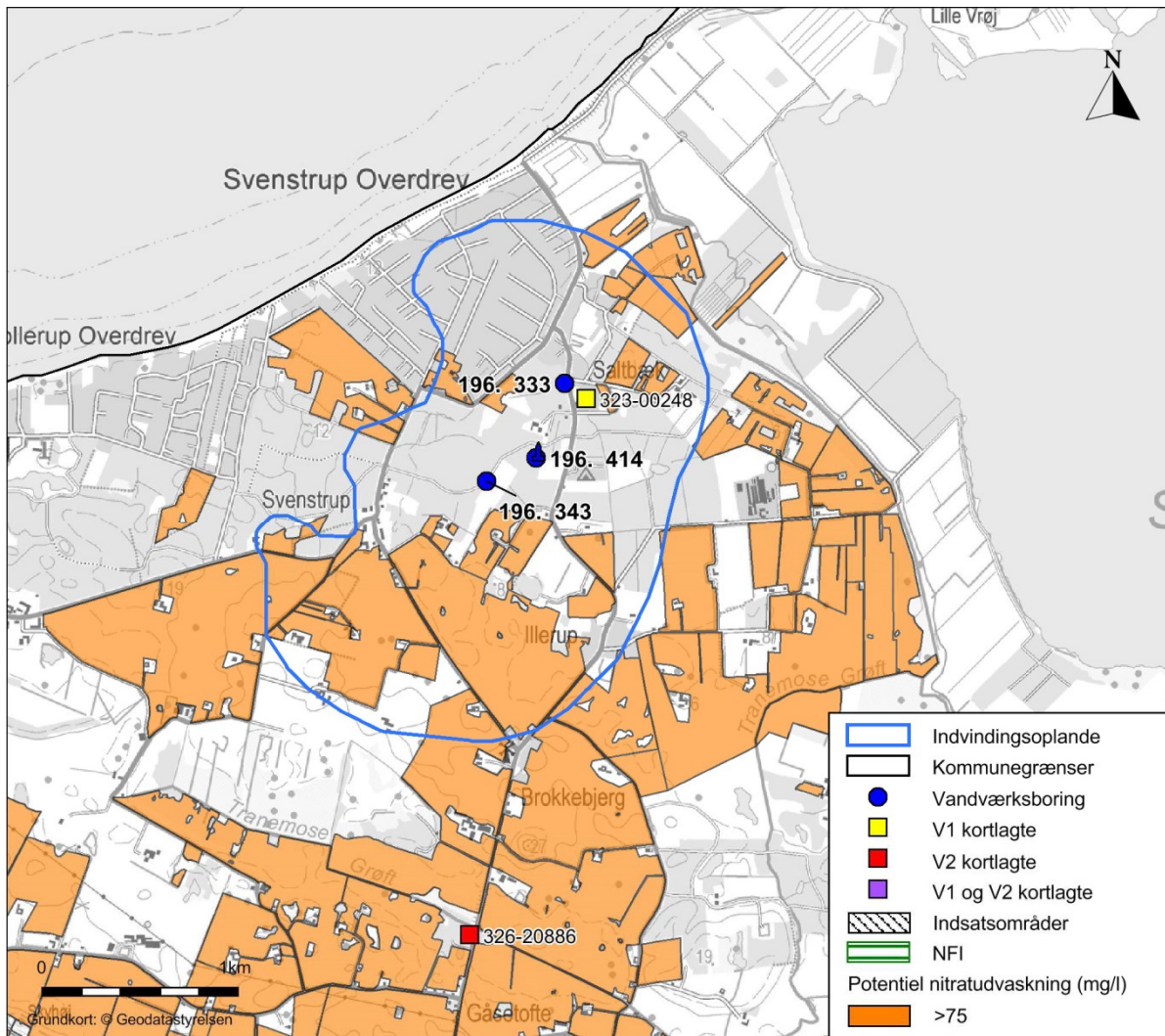
Lokalitet nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00248	Entreprenør Per Larsen	Erhvervmæssigt oplag af benzin og olie	V1		Øvrig branche/aktivitet, undersøgelse

Figur 6-114 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-115 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 46,1 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-115 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Saltbæk Strandvænge Vandværk.

6.2.42 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Saltbæk Strandvænge Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS4 i hovedparten af indvindingsoplandet har lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et betydeligt beskyttende lerlag over magasinet. Der er ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i indvindingsoplandet.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Med undtagelse af en ikke verificeret detektion af 1,2-dichlorethan fra 2012 er der ingen detektioner af miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Fosforindholdet er over drikkevandskravet i det oppumpede grundvand, men i det udpumpede vandværksvand overholdes grænseværdien. Et stigende indhold af havsalt i grundvandet medfører, at vandværket ikke kan overholde drikkevandskravene for klorid og natrium. Endvidere gør et geologisk betinget højt indhold af opløst organisk stof i grundvandet det umuligt at overholde drikkevandskravet for NVOC på 4 mg/l.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en V1-kortlagt forureningslokalitet beliggende indenfor indvindingsoplandet. Lokaliteten er prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2.43 Sammenfattende beskrivelse ved Særslev Vandværk

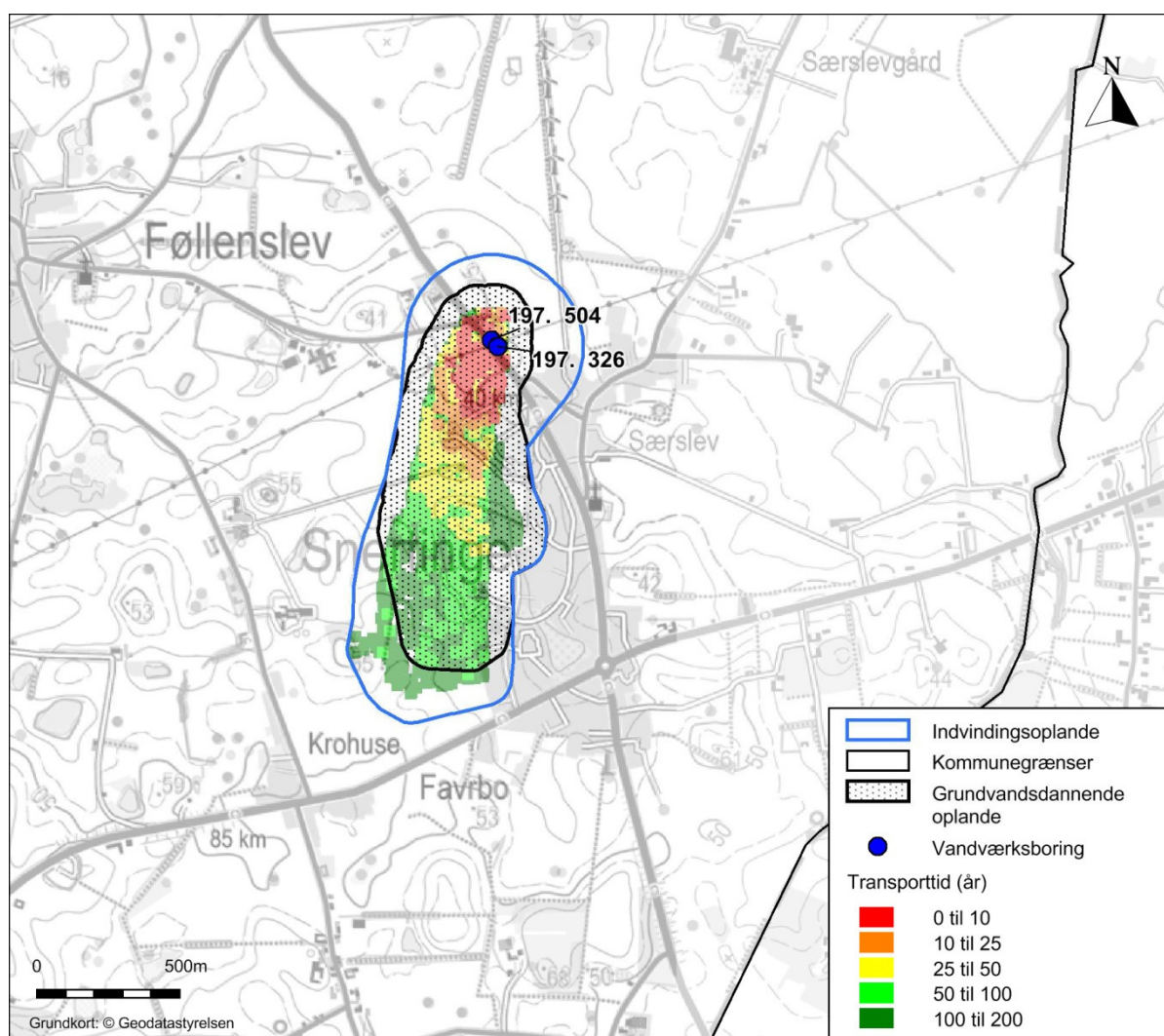
Særslev Vandværk har 2 aktive boringer, DGU nr. 197.326 og 197.504, der begge er filtersat i grundvandsmagasinet KS3, som inden for indvindingsoplandet er beskyttet af 30-60 m ler. Inden for indvindingsoplandet ligger desuden DGU nr. 197.481. Denne boring er lidt dybere, men er ligeledes filtersat i KS3. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 5,0 m u.t. Grundvandet er reduceret. Der er på Figur 6-116 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Særslev Vandværk.

Figur 6-116 Forståelsesmodel for Særslev Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 35.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-117.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-117 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-117 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år.



Figur 6-117 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I DGU nr. 197.481 er grundvandet af den stærkt reducerede vandtype D, mens sulfatindholdet er lidt højere i DGU nr. 197.326 og 197.504, hvorfor grundvandet er af den reducerede type C1. Råvandets indhold af jern er relativt højt (3,1-3,6 mg/l), men dette nedbringes generelt tilfredsstillende ved vandbehandlingen. Derimod har vandværket i de senere år haft enkelte overskridelser af drikkevandskravene for ammonium/ammoniak, nitrit og mangan. Dette tyder på, at iltningen af råvandet på vandværket ikke fungerer optimalt.

Med ionbytningsforhold på 1,20 – 1,33 er grundvandet let ionbyttet, hvilket stemmer overens med den tilsyneladende store mægtighed af ler over magasinet samt de reducerede vandtyper. Der er ingen saltpåvirkning af grundvandet i området.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ingen detektioner af aggressiv CO₂.

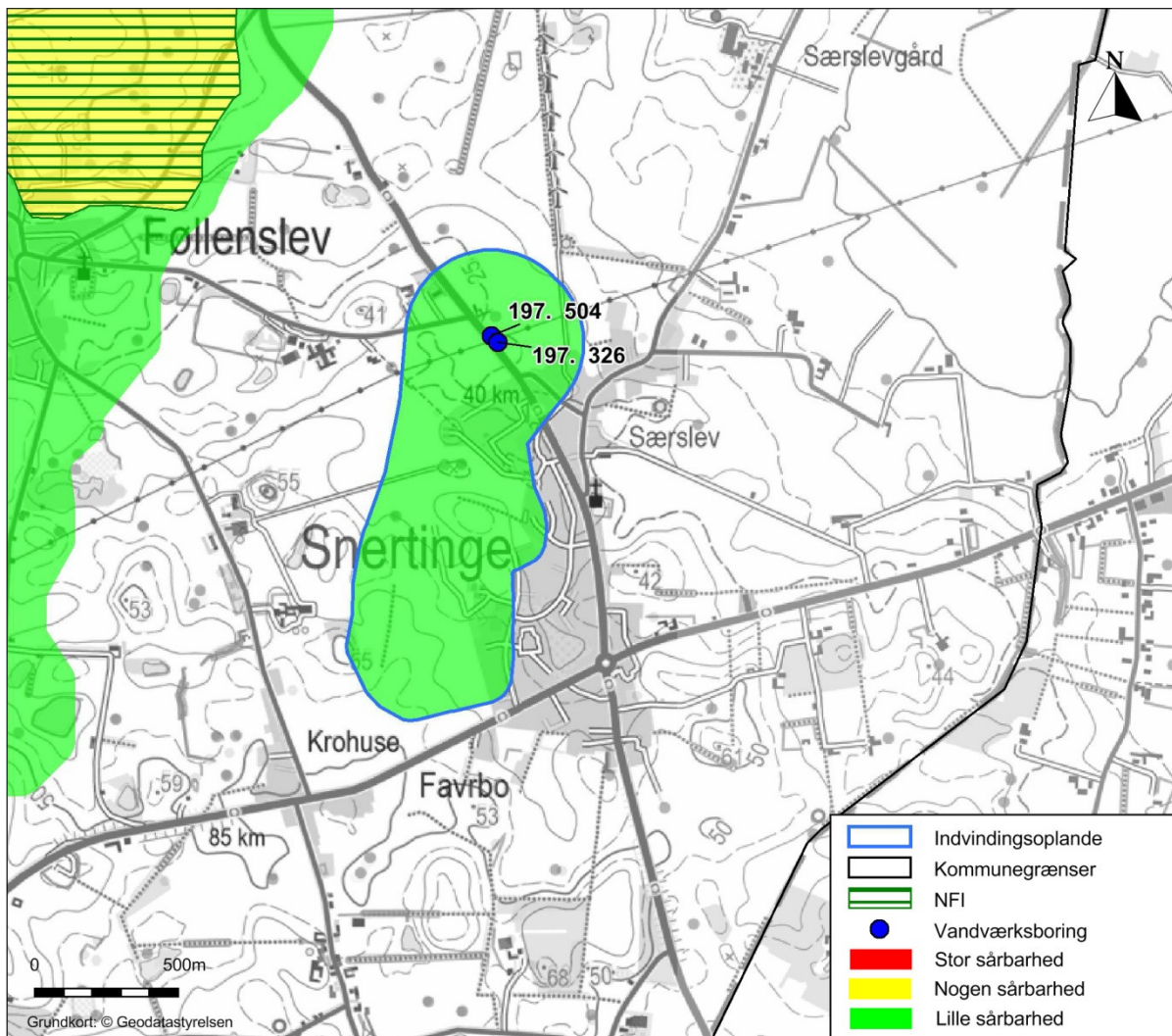
Grundvandets indhold af arsen ligger på 5,3 – 9,1 µg/l, hvilket er over drikkevandskravet på 5 µg/l, men eftersom grundvandet indeholder væsentlige mængder opløst jern, udfældes en stor del af råvandets arsenindhold sammen med jernet, og vandværket har ingen problemer med at overholde drikkevandskravet. Det samme gælder for det kemisk nært beslægtede fosfor (total-P), som ligeledes er forhøjet i grundvandet. De forhøjede indhold af både arsen og fosfor vurderes at være geologisk betingede.

Der er ingen væsentlig tidlig udvikling i grundvandskvaliteten.

Grundvandet er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter, chlorerede kulbrinte-forbindelser, BTEXN-komponenter, MTBE og phenoler uden detektioner. I vandværkets afgangsvand er der i 2003 fundet 0,61 µg/l chloroform og i 2001 0,2 µg/l o-xylen. Disse stoffer er ikke fundet i hhv. 5 og 6 senere analyser, og der vurderes mest sandsynligt at være tale om falske detektioner.

Sårbarhed

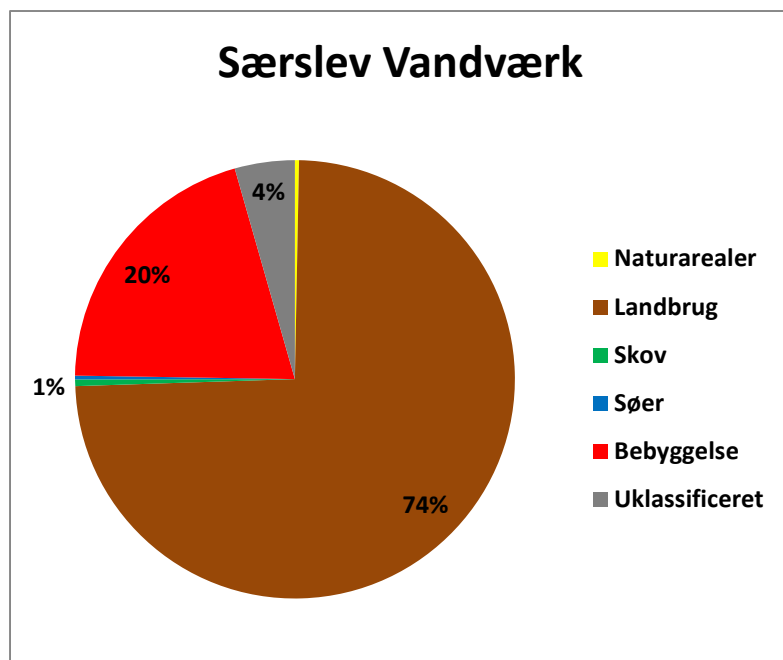
Grundvandet vurderes at have lille nitratsårbarhed på baggrund af reduceret til stærkt reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler, der overstiger 15 m. Der er derfor ikke afgrænset NFI i området, se Figur 6-118.



Figur 6-118 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Særslev Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter landbrug (74 %), bebyggelse (20 %) og uklassificeret areal (4 %), se Figur 6-119.



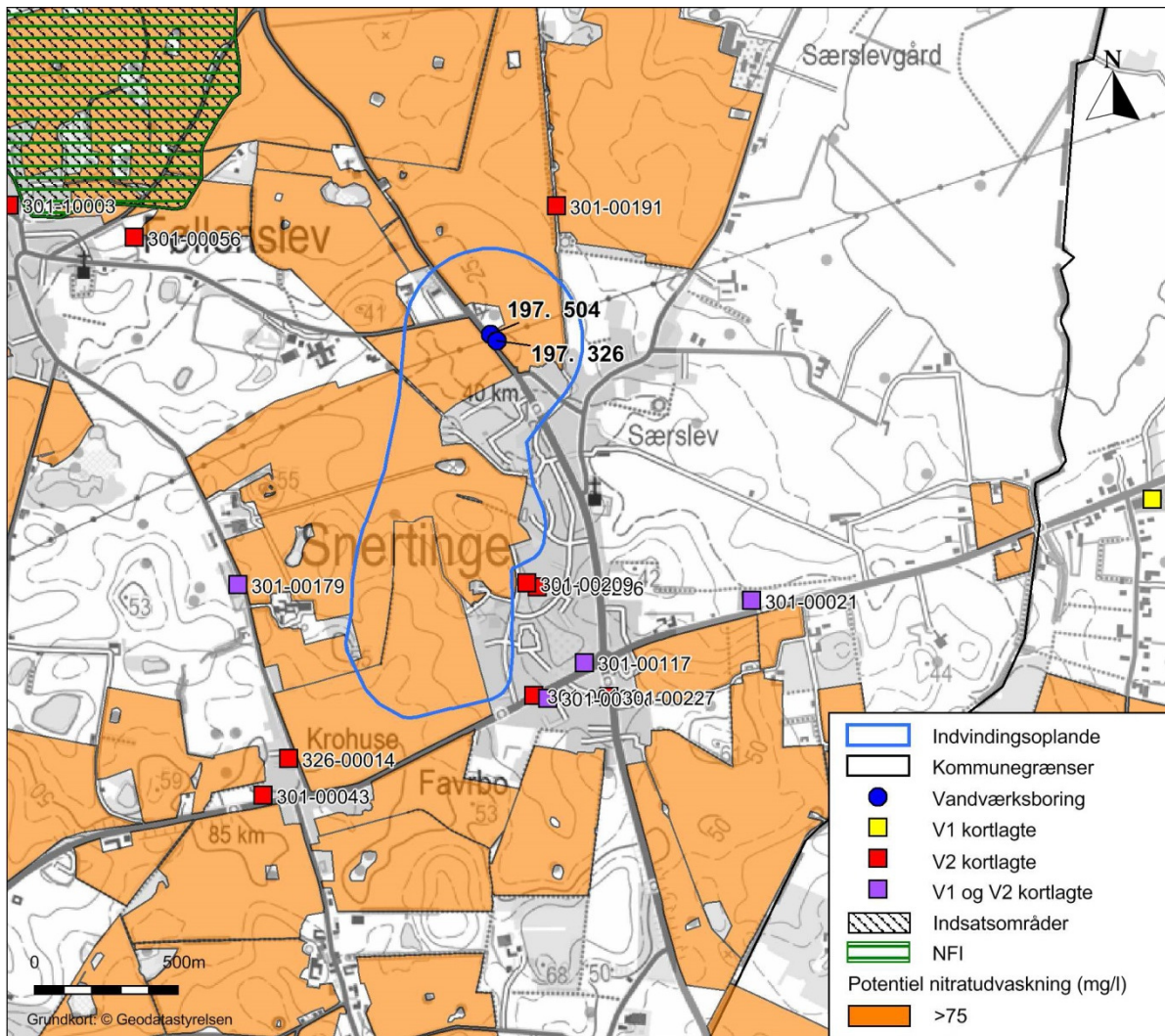
Figur 6-119 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Særslev Vandværk.

Der er ikke kortlagt nogen forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-120 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 66,3 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-120 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Særslev Vandværk.

6.2.44 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Særslev Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 har lille nitratsårbarhed, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. Der er således ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder i indvindingsoplandet.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer, og der er heller ingen troværdige detekti-
oner i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

Arsenindholdet er over drikkevandskravet i det oppumpede grundvand (5,3-9,1 µg/l), men i det udpumpede vandværksvand overholdes grænseværdien. Et tilsvarende geologisk betinget forhøjet fosforindhold nedbringes ligeledes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

6.2.45 Sammenfattende beskrivelse ved Ulstrup Vandværk I/S

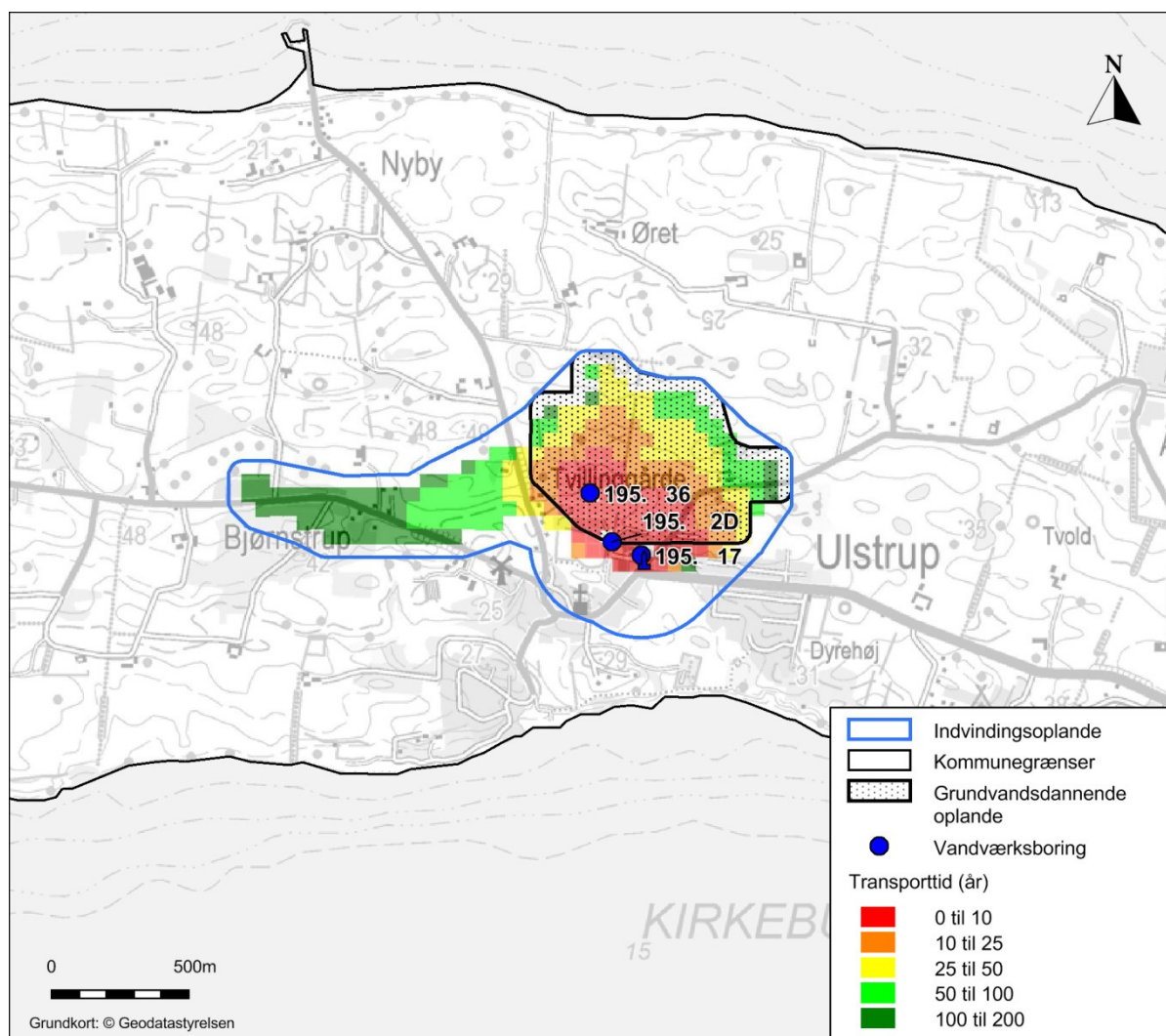
Ulstrup Vandværk I/S har 3 aktive boringer, DGU nr. 195.2D, 195.17 og 195.36. Boring 195.2D indvinder fra grundvandsmagasinet KS3, mens de to øvrige boringer indvinder fra KS4. Magasinet KS3 er inden for indvindingsoplandet beskyttet af under 5 m ler i den nordlige del af oplandet, mens lertykkelsen fra omkring Ulstrup og videre mod syd stiger til mellem 15 og 50 m. Redoxgrænsen ligger som gennemsnit 3,9 m u.t. Grundvandet er reduceret. Der er på Figur 6-121 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Ulstrup Vandværk I/S.

Figur 6-121 Forståelsesmodel for Ulstrup Vandværk I/S.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 50.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-121.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-122 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-122 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger nogenlunde jævnt fordelt mellem 0 og 200 år.



Figur 6-122 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er reduceret, dvs. at det hverken indeholder nitrat eller opløst ilt. I DGU nr. 195.2D er grundvandet af den svagt reducerede vandtype C2, mens sulfatindholdene er lidt lavere i DGU nr. 195.17 og 195.36, hvorfor grundvandet her klassificeres som den reducerede type C1. Den nu sløjfede DGU nr. 195.26, som også havde indtag i KS4, indeholdt ligeledes type C2, altså med væsentligt forhøjet sulfat (>70 mg/l). Koncentrationen af ammonium/ammoniak er især høj i DGU nr. 195.17 (1,5 mg/l). Koncentrationsniveauer for øvrige redoxparametre burde være uproblematisk, men vandværket har haft en del overskridelser for både jern, mangan, ammonium/ammoniak og nitrit. Dette tyder samlet på, at iltningen af råvandet på vandværket ikke er effektiv nok. Det er også muligt, at ændret filtrering kan afhjælpe problemerne.

Grundvandet i KS3 er ikke ionbyttet, hvilket umiddelbart er overraskende i betragtning af det tykke reducerede lerlag over magasinet, som fremgår af boreprofilen. Dette indikerer, at en betydelig del af grundvandsdannelsen foregår i den nordlige del af oplandet, hvor dæklagstykkelsen er begrænset. Kloridindholdet er svagt forhøjet (54 mg/l). Med ionbytningsforhold på omkring 1,5 er grundvandet stærkt ionbyttet i KS4, hvilket stemmer overens med den tilsyneladende store mægtighed af ler over magasinet. Grundvandet i KS4 er i et vist omfang saltpåvirket, især i DGU nr. 195.17, som indeholder 230 mg/l natrium og 240 mg/l klorid. Saltindholdet vurderes at have sin oprindelse i marint residualvand.

Grundvandet er kalkmættet, og der er ikke detekteret aggressiv CO₂.

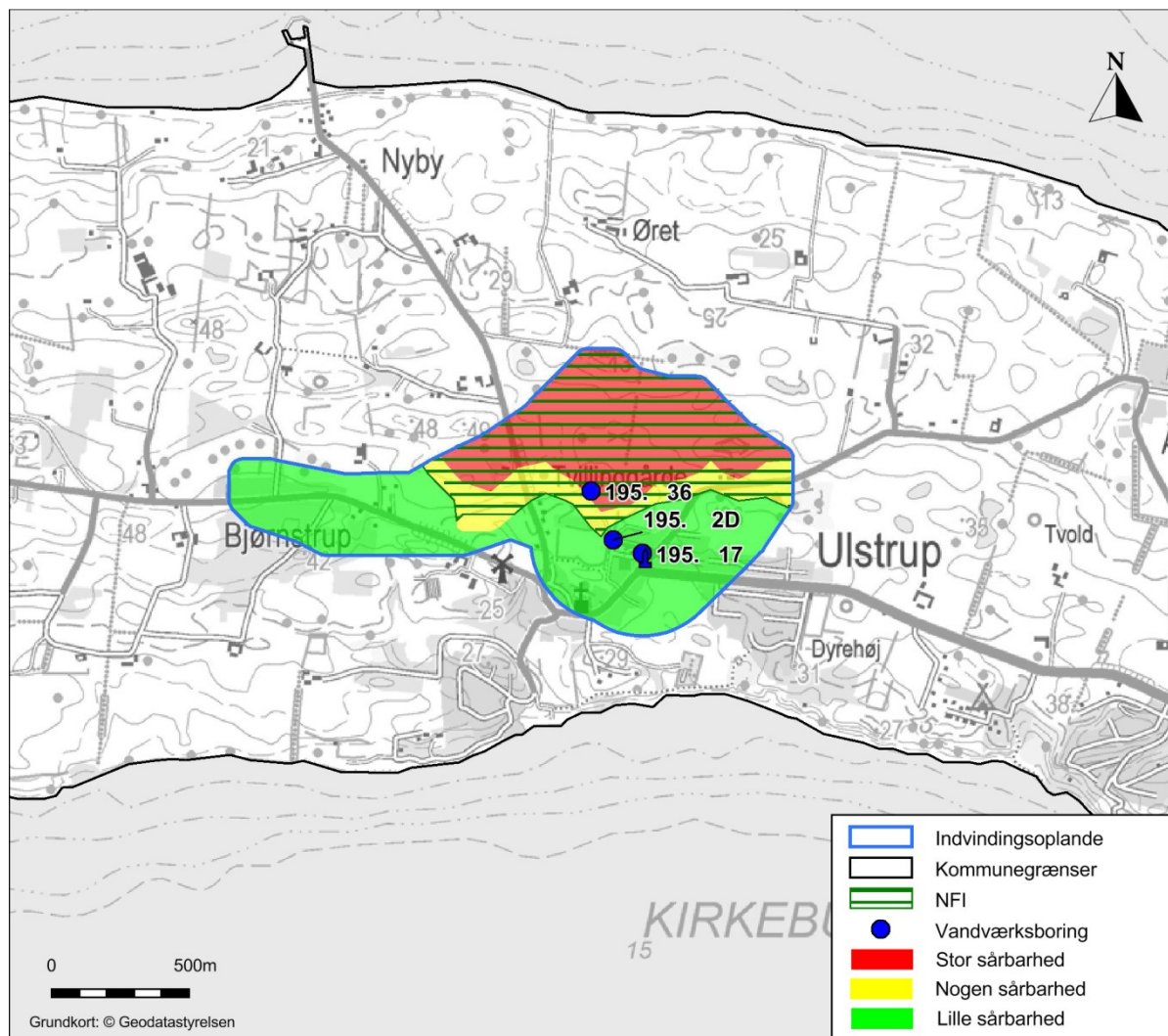
Grundvandet har forhøjet fosforindhold (0,16-0,25 mg/l) i begge magasiner, men dette nedbringes i tilfredsstillende omfang ved udfældning sammen med jern i forbindelse med vandbehandlingen. NVOC og natrium overskrider drikkevandskravene i DGU nr. 195.17, mens NVOC ligeledes er forhøjet i de øvrige borer til KS4. Vandværket har dog aldrig haft overskridelser for NVOC i afgangsvandet.

I indvindingsboringen til KS3 er der faldende sulfatindhold, men let stigende NVOC. I KS4 har vandkemi i de senere år været ret stabil i DGU nr. 195.17, dog med let stigende NVOC. I DGU nr. 195.36 er der derimod stigende sulfatindhold, men let faldende NVOC.

Der er aldrig detekteret pesticider eller øvrige miljøfremmede stoffer i vandværkets indvindingsboringer. I afgangsvandet er der heller ingen fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter, men derimod er der flere fund af små mængder BTEXN-komponenter (senest i 2014). I 2004 blev der gjort en enkelt detektion af 0,02 µg/l 1,1,1-trichlorethan, men stoffet er ikke fundet i senere analyser.

Sårbarhed

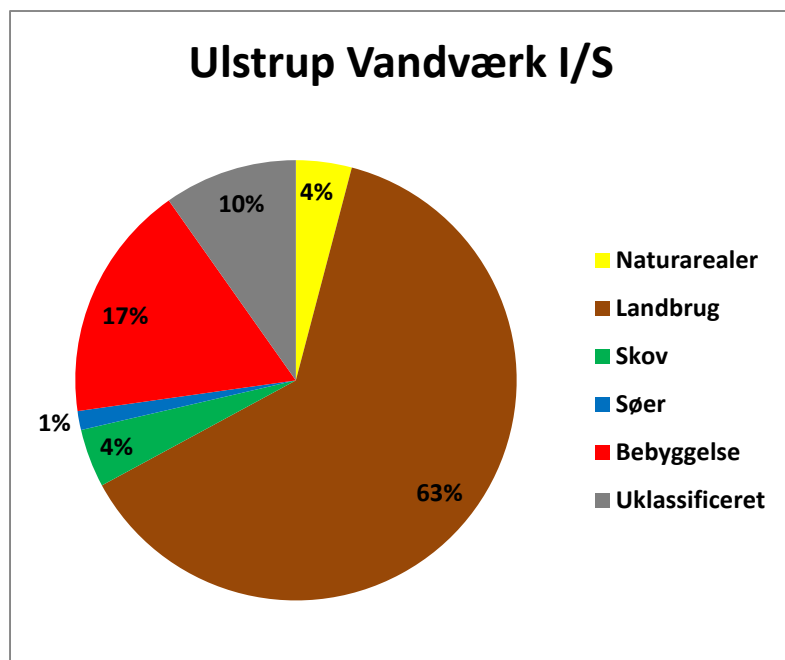
Magasinet KS3 vurderes på baggrund af tykkelsen af reducerede lerdæklag at have nogen til stor nitratsårbarhed i den nordlige del af oplandet, mens der er lille sårbarhed længere mod syd. Der er afgrænset NFI i førstnævnte område, hvor der sker grundvandsdannelse, på baggrund af det forhøjede sulfatindhold i boringen filtersat i KS3, se Figur 6-123.



Figur 6-123 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Ulstrup Vandværk I/S.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter landbrug (63 %), bebyggelse (17 %) og uklassificeret areal (10 %), se Figur 6-124.



Figur 6-124 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Ulstrup Vandværk I/S.

Der er kortlagt 4 forureningslokaliteter inden for indvindingsoplandet til vandværket, se Figur 6-125. Det omfatter lokaliteter som alle har opbevaret eller fortsat opbevarer olie og benzin. To af lokaliteterne er kortlagt på vidensniveau 2. Der er fundet olie i jorden på begge lokaliteter.

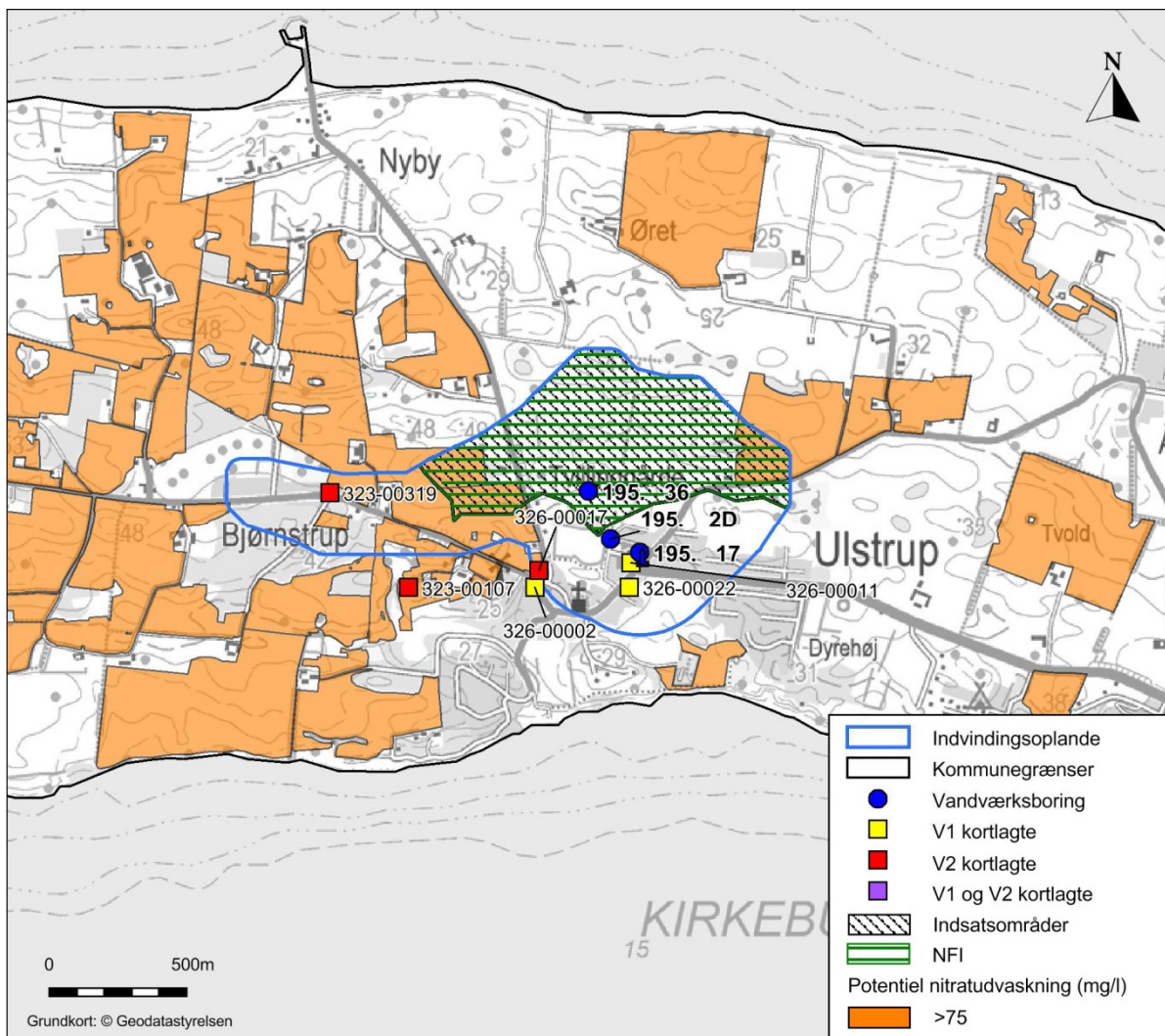
Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00319	Røsnæs Materielplads - asfaltoplag, saltoplag, Kalundborg	Erhvervsmæssigt oplag af benzin og olie	V2	PAH komponenter i jord Olie i jord	Ikke omfattet af offentlig indsats
326-00011	Røsnæs Skole, Kalundborg	Erhvervsmæssigt oplag af benzin og olie	V1		Øvrig branche/aktivitet, undersøgelse
326-00017	Læk olietank, Kalundborg	Privat oplag af villaolietank	V2	Fyringsolie i jord	Videregående undersøgelse af olie i grundvand
326-00022	Rutebilejer K. Boll-Nielsen, Kalundborg	Salg af benzin og olie	V1		Øvrig branche/aktivitet, undersøgelse

Figur 6-125 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Ulstrup Vandværk I/S.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-126 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca.44,8 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Med udgangspunkt i arealanvendelse og retningslinjerne i /e/ er dele af oplandet til vandværket afgrænset som indsatsområde (IO), hvor der er brug for en særlig indsats overfor nitrat.



Figur 6-126 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Ulstrup Vandværk I/S samt afgrænsning af indsatsområder.

6.2.46 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Ulstrup Vandværk I/S



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS3 i dele af indvindingsoplandet har stor eller nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i det udpumpede vandværksvand.

Miljøfremmede stoffer

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer. Derimod er der flere fund af små mængder BTEXN-komponenter og et enkelt fund af 1,1,1-trichlorethan i afgangsvandet.

Naturligt forekommende stoffer

Grundvandet har forhøjet fosforindhold (0,16-0,25 mg/l) i begge magasiner, som dog nedbringes i tilfredsstillende omfang i forbindelse med vandbehandlingen. NVOC og natrium overskrider drikkevandskravene i DGU nr. 195.17, mens NVOC ligeledes er forhøjet i de øvrige boringer til KS4.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er 2 V1-kortlagte forureningslokaliteter beliggende indenfor indvindingsoplandet. Lokaliteterne er prioriteret til undersøgelse og evt. oprydning af Region Sjælland.

6.2.47 Sammenfattende beskrivelse ved Vollerup Strand Vandværk

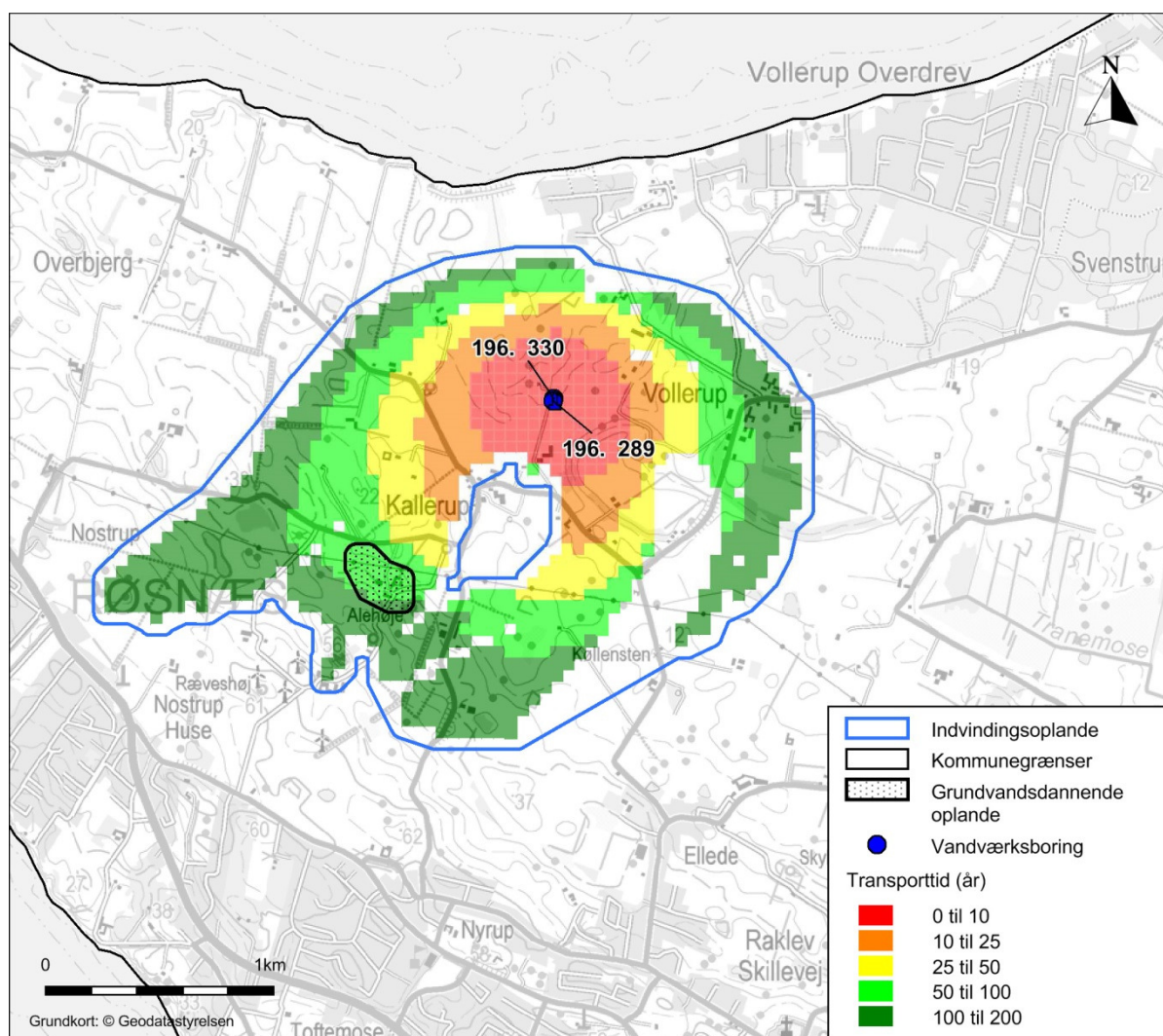
Vollerup Strand Vandværk har to aktive borer, DGU nr. 196.289 og 196.330, der begge er filtersat i grundvandsmagasinet KS4. Lertykkelsen over magasinet er hovedsageligt mellem 15 og 50 m, dog er lerlaget lokalt vest for Kallerup under 15 m tykt. Redoxgrænsen antages at ligge 6,0 m u.t. Grundvandet er stærkt reduceret. Der er på Figur 6-127 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk.

Figur 6-127 Forståelsesmodel for Vollerup Strand Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 50.000 m³/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på Figur 6-127.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser transporttiden fra forskellige dele af indvindingsoplandet frem til boringen. Figur 6-128 viser således det antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag, hvilket ikke direkte er et udtryk for vandets alder, men dog giver en indikation af, om der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand som fra de sidste 50 år, eller "gammelt vand", der er hundrede år eller mere. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet, da dette ikke simuleres med modellen.

På Figur 6-128 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen. Transporttiden ligger imellem 0 og 200 år med en stor vægt lagt på tider mellem 50 og 200 år. Der er ikke beregnet transporttider i en del af det østlige opland, da det sent i kortlægningen blev oplyst at Vollerup Vandværk var nedlagt og det var netop i det område vandværkets indvinding foregik og derfor blev beregningerne foretaget i forhold til Vollerup Vandværk.



Figur 6-128 Fordeling af partikler i beregning af transporttiden for det indvundne vand. Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den nuværende indvindingstilladelse.

Grundvandskemi

Grundvandet er stærkt reduceret, dvs. at det ikke indeholder nitrat eller opløst ilt og sulfat kun i meget lave koncentrationer. Typisk for meget stærkt reduceret grundvand er der et højt indhold af opløst ammonium/ammoniak, som giver vandværket problemer med at overholde drikkevandskravene for både ammonium/ammoniak og mellemproduktet i nitrifikationen, nitrit. Nitrifikationen foregår i sandfiltrene, så det er muligt, at ændret filtrering kan afhjælpe problemerne. Koncentrationer af øvrige redoxparametre virker generelt uproblematisk. Der gøres opmærksom på, at sulfid og metan skal indgå i boringskontrollen for den stærkt reducerede vandtype.

Med ionbytningsforhold på 1,4 – 1,7 er grundvandet stærkt ionbyttet i indvindingsboringerne til Vollerup Strand Vandværk, hvilket tyder på grundvandsdannelse igennem lerede og/eller organiske aflejringer. Dette stemmer overens med den tilsyneladende store mægtighed af ler over magasinet samt den stærkt reducerede vandtype. Grundvandet er let saltpåvirket med 100 mg/l klorid. Kilden hertil er efter al sandsynlighed udvaskning af marint residualvand.

Grundvandet er kalkmættet og i overensstemmelse hermed er der ingen detektioner af aggressiv CO₂.

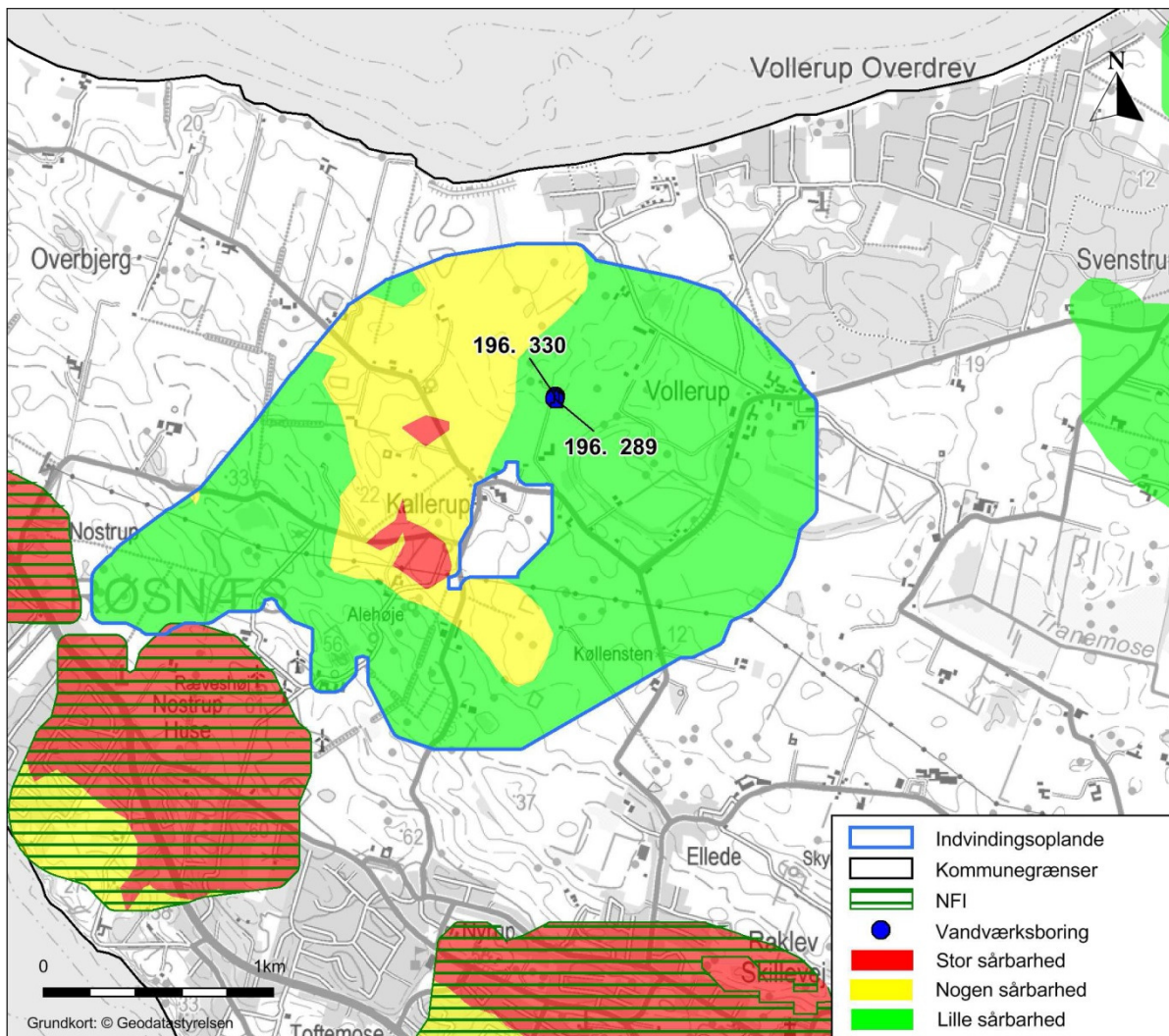
Grundvandet indeholder fosfor (total-P) over grænseværdien, men fosfor udfældes i fornødent omfang sammen med jern ved vandbehandlingen. Grundvandets indhold af opløst organisk stof (NVOC) ligger lige omkring grænseværdien på 4 mg/l – ved seneste analyse endog 4,2 mg/l i DGU nr. 196.289. Der har aldrig været overskridelser af grænseværdien for NVOC i vandværkets afgangsvand, men ved seneste analyse ligger koncentrationen netop på grænseværdien. NVOC kan ikke nedbringes væsentligt ved normal vandbehandling og er således en potentiel problemparameter. De forhøjede indhold af fosfor og NVOC er geologisk betingede.

Grundvandets indhold af NVOC er let stigende i begge boringer, mens vandkemien i øvrigt er ret stabil.

I DGU nr. 196.330 blev der fundet 0,013 µg/l af pesticidnedbrydningsproduktet 4-chlor-2-methylphenol i maj 2011. Boringen er ikke siden analyseret for pesticider. Der er imidlertid aldrig fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkets afgangsvand. Derimod er der fundet BTEX-komponenter i en analyse fra 2008, men da disse stoffer aldrig er detekteret hverken før eller siden, vurderes der at være tale om falske detektioner.

Sårbarhed

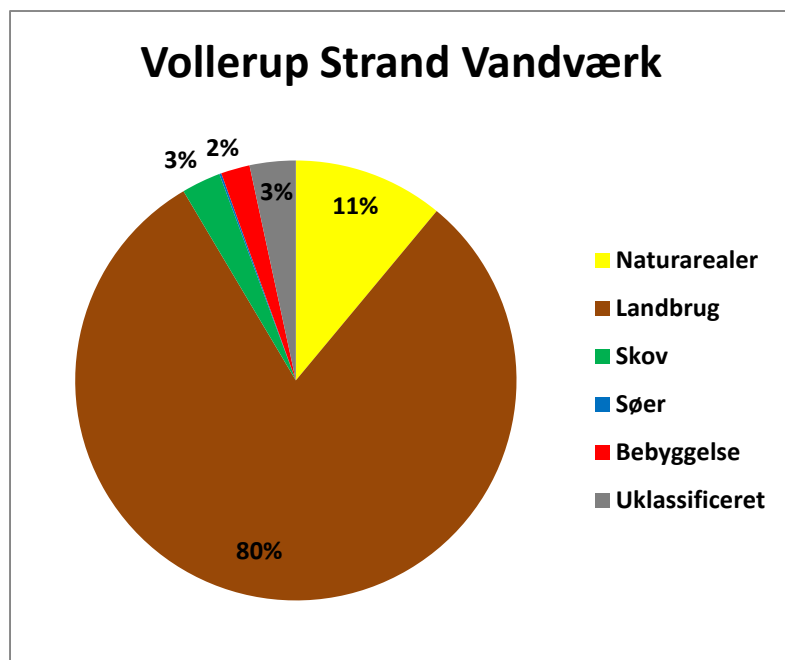
I den vestlige og den østlige del af oplandet har grundvandsmagasinet KS4 lille nitratsårbarhed, mens der centralt i oplandet er områder med både stor og nogen nitratsårbarhed. Der er ikke afgrænset NFI i områderne med stor nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, idet de har en udstrækning på under 5 ha, hvilket vanskeliggør administrationen af retningslinjer indenfor arealerne. Området med nogen nitratsårbarhed afgrænses ikke som NFI pga. den stærkt reducerede vandtype i magasinet, se Figur 6-129.



Figur 6-129 Nitratsårbarhed i indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk.

Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet er domineret af landbrug (80 %) og i mindre omfang naturarealer (11 %), skov (3 %) og uklassificeret areal (3 %), se Figur 6-130.



Figur 6-130 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk.

Der er kortlagt én forureningslokalitet inden for oplandet til vandværket, se Figur 6-131. Det drejer sig om en tidligere landbrugsmaskinstation, hvor der har været erhvervmæssigt oplag af benzin og olie. Der er konstateret forurening med olie i både jord og grundvand.

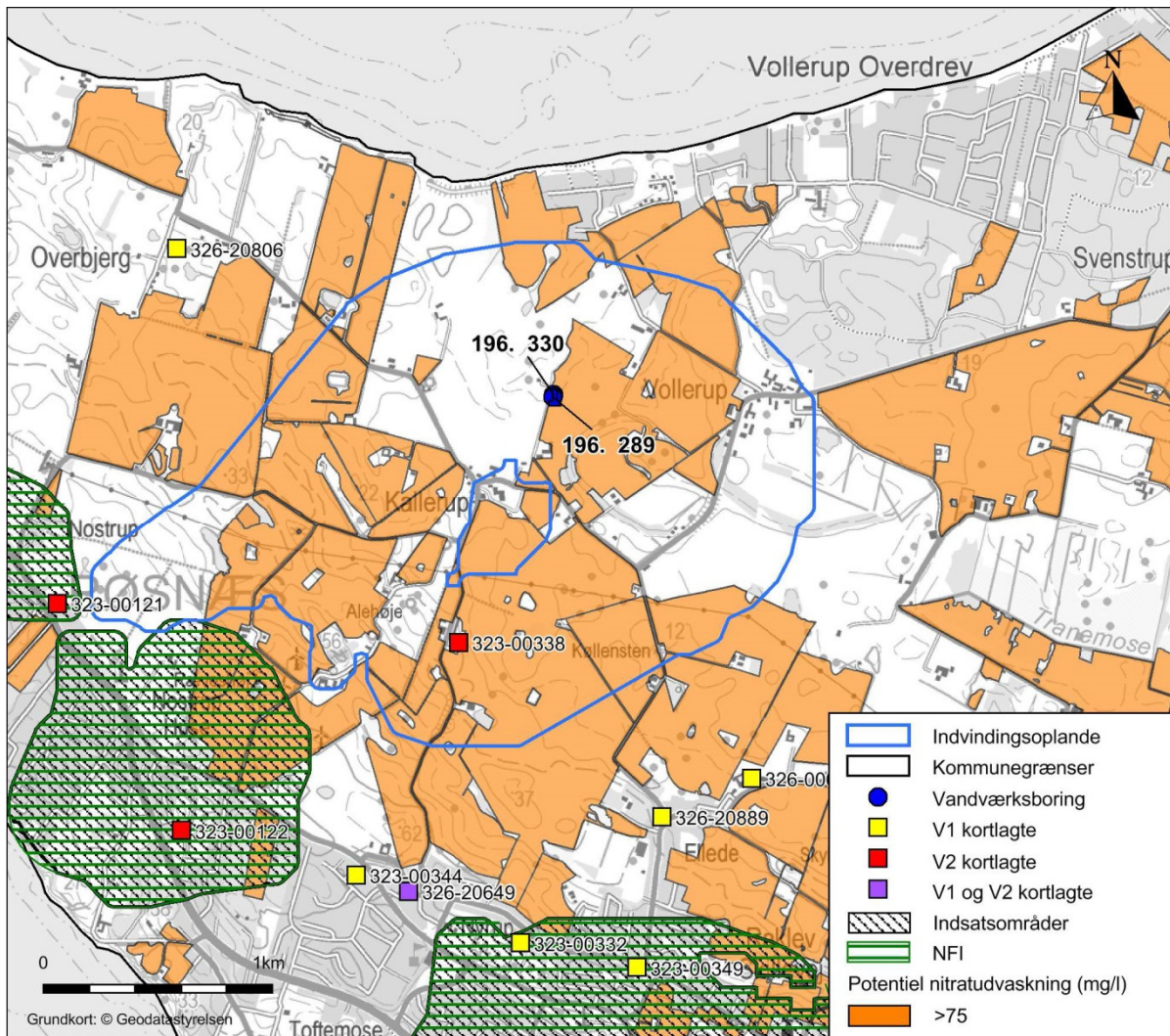
Lokalitets nr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Prioritering i forhold til hidtidige oplande
323-00338	Landbrugsmaskinstation	Erhvervmæssigt oplag af benzin og olie	V2	Fyringsolie i jord og grundvand	Videregående undersøgelse af olie i grundvand

Figur 6-131 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Vollerup Strand Vandværk.

Nitratudvaskning og indsatsområder

På Figur 6-132 ses markblokkene, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) overstiger 75 mg/l. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 74,9 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

Der er ikke afgrænset indsatsområde (IO) i indvindingsoplandet til vandværket.



Figur 6-132 Potentiel nitratudvaskning over 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Vollerup Strand Vandværk.

6.2.48 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Vollerup Strand Vandværk



Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS4 har lille nitratsårbarhed i størstedelen af indvindingsoplandet, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinet. I dele af oplandet er der nogen nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse, men her afgrænses ikke NFI på grund af den reducerede vandtype D, der findes i magasinet. Områderne med stor nitratsårbarhed og samtidig grundvandsdannelse afgrænses ikke som NFI på grund af deres begrænsede udbredelse. Der er således heller ikke afgrænset indsatsområder.

Sprøjtemidler

Der er gjort et enkelt fund af nedbrydningsproduktet 4-chlor-2-methylphenol i DGU nr. 196.330, men der er aldrig fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i det udpumpede vandværk.

Miljøfremmede stoffer

Der er konstateret forurening med fyringsolie i grundvandet ca. 1,5 km sydvest for vandværkets borer. Forureningen skønnes dog at udgøre en minimal risiko for vandværket grundet afstanden og de forurenende stoffers egenskaber.

Der er ingen troværdige detektioner af miljøfremmede stoffer i vandværkets afgangsvand.

Naturligt forekommende stoffer

NVOC ligger omkring drikkevandskravet, og indholdet er stigende. Grundvandets fosforindhold ligger over drikkevandskravet, men nedbringes tilfredsstillende ved vandbehandlingen.

Referencer

Lovgivning og vejledninger	
/a/	Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 1995 "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser".
/b/	Lovbekendtgørelse nr. 1199 af 30. september 2013 om lov om vandforsyning m.v., som ændret ved lov nr. 1631 af 26. december 2013 om ændring af lov om vandforsyning m.v., lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer og forskellige andre love. (Konsekvensændringer som følge af lov om vandplanlægning).
/c/	Bekendtgørelse om indsatsplaner. Bekendtgørelse nr. 1319 af 21. december 2011
/d/	Miljøstyrelsen, Nr. 3, 2000. Zonering. Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen.
/e/	Notat fra Naturstyrelsen, 2014. "Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO".
/f/	GEUS, Kemisk grundvandskortlægning. Geo-vejledning nr. 6, revideret udgave marts 2011.
/g/	GEUS, Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande. Geo-vejledning nr. 2, 2008.
/h/	Naturstyrelsen, Udkast til Vejledning om indsatsplaner, 2013
/i/	Naturstyrelsen, NOTAT: Præcisering af anbefalinger i GeoVejledning 2 mht. afgrænsning af indvindings- og grundvandsdannede oplande

Kortlægninger og undersøgelser	
/1/	Den digitale højdemodel. Kort- og matrikelstyrelsen
/2/	GEUS Jordartskort, 1:25.000.
/3/	Smed, P., 1978. Landskabskort over Danmark.
/4/	Jørgensen & Sandersen., 2009. Kortlægning af begravede dale i Danmark.
/5/	Naturstyrelsen, GIS fil med landbrugsdata, 2009-2012. Conterra
/6/	GEUS, Vurdering af danske grundvandsmagasiners sårbarhed overfor vejsalt, 2010
/7/	Naturstyrelsen, 2014. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 1 rapport – Kalundborg Kommune. COWI. (ID 91170)
/8/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 2 notat vedr. Digitalisering af DC-sonderinger, Vestsjælland. COWI. (ID 91564)
/9/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 2 geofysikrapport – Vestsjælland. COWI. (ID 91558)
/10/	Naturstyrelsen, 2015. Gko320601 indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland, Boringslokalisering. COWI. (ID 91555)
/11/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 2 Opfølgende grundvandskemi. COWI. (ID 91565)
/12/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 2 Geologiske og hydrostratigrafiske modelopdateringer. Holbæk, Odsherred og Kalundborg Kommuner. COWI (ID xxxxx)
/13/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Trin 2 Geologisk og hydrostratigrafisk model, Røsnæs, Kalundborg Kommune. COWI (ID xxxxx)
/14/	Miljøcenter Roskilde. Holbæk Vest Kortlægningsområde. Geologisk model og integreret grundvandsmodel. Rambøll. (ID 87394)
/15/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Grundvandsmodel for Holbæk Vest, Holbæk, Odsherred og Kalundborg kommuner. (ID xxxxx)

/16/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Grundvandsmodel for Kattrup, Kalundborg Kommune (ID 91568)
/17/	Vestsjællands Amt, 2005: Bjergsted Indsatsområde, Fase 2: Detailkortlægning, Delrapport 11: Modelopstilling og forslag til nøjagtighedskrav. Rambøll, september 2005. (ID 87252)
/18/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Grundvandsmodel for Bjergsted, Kalundborg Kommune (ID xxxxx)
/19/	Miljøcenter Roskilde, 2010. Integreret grundvandsmodel for kortlægningsområdet ved Hvidebæk. Rambøll. (ID 87031)
/20/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Grundvandsmodel for Hvidebæk, Kalundborg Kommune (ID xxxxx)
/21/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320601 Indvindingsoplande uden for OSD, Sjælland. Grundvandsmodel for Røsnæs, Kalundborg Kommune (ID 91571)

RapportID er nummer fra rapportdatabasen

Redegørelse for indvindingsoplande uden for OSD Kalundborg
Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2015



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.nst.dk