



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Redegørelse for Christiansfeld

Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2013

Titel:	Redegørelse for Christiansfeld - Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2013
Emneord:	Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning, geologisk kortlægning, grundvandsmagasin, grundvandsbeskyttelse, grundvandskemi, nitrat, indvinding, vandværk, geofysik, potentialeforhold, strømningsretning, indvindingsopland, boringer, arealanvendelse, forureningskilde, Områder med Særlige Drikkevandsinteresser, nitratfølsomme indvindingsområder, indsatsområder
URL:	www.nst.dk
ISBN:	978-87-7091-467-3
Udgiver:	Miljøministeriet Naturstyrelsen
Udgiverkategori:	Statslig
År:	2013
Prototype:	Denne redegørelse er udarbejdet på grundlag af Naturstyrelsens prototype version 3. juni 2013
Sprog:	Dansk
Copyright:	Må citeres med kildeangivelse. Miljøministeriet, Naturstyrelsen
Grundmateriale:	Copyright ©Geodatastyrelsen

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	1
2. Sammenfatning	5
3. Vandindvindingsstruktur	7
3.1 Vandforsyninger og kildepladser	7
3.2 Andre vandindvindinger	8
4. Grundvandsressourcen	11
4.1 Gennemførte undersøgelser.....	11
4.2 Grundvandsmagasiner og dæklag	15
4.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold	15
4.2.2 Geologisk og hydrostratigrafisk model.....	19
4.2.3 Grundvandsmagasiner	20
4.2.4 Dæklag	23
4.3 Hydrologiske forhold	25
4.3.1 Overfladerecipienter.....	25
4.3.2 Vandbalance og potentialeforhold.....	26
4.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande	29
4.4 Grundvandskvalitet	33
4.4.1 Naturlige stoffer.....	33
4.4.2 Vandtype	37
4.4.3 Pesticider.....	39
4.4.4 Nitratfront og nitratreduktion	41
4.5 Grundvandsressurens nitratsårbarhed.....	43
4.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen.....	46
5. Arealanvendelse og forureningskilder	47
5.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold	47
5.1.1 Byer og råstofområder.....	48
5.1.2 Beskyttede naturtyper	49
5.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL.....	50
5.2 Landbrugsforhold.....	53
5.2.1 Landbrugsbedrifter.....	53
5.2.2 Potentiel nitratudvaskning.....	54
5.3 Forureningskilder.....	56
5.3.1 Kortlagte jordforureninger.....	56
5.3.2 Øvrige forureningskilder	59
6. Områdeafgrænsning	61
6.1 Indvindingsoplande	61
6.2 Område med særlige drikkevandsinteresser.....	62
6.3 Nitratfølsomme indvindingsområder.....	63
6.4 Indsatsområder	66
7. Sammenfatning af de grundvandsmæssige problemstillinger	67
7.1 Problemstillinger i OSD og indvindingsoplande.....	67
7.1.1 Nitrat.....	67
7.1.2 Sprøjtemidler	67

7.1.3	Andre stoffer	67
7.1.4	Øvrige problemstillinger	68
7.2	Problemstillinger ved specifikke vandværker	68
7.2.1	Sammenfattende beskrivelse ved Christiansfeld Vandværk.....	69
7.2.2	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Christiansfeld Vandværk.....	73
7.2.3	Sammenfattende beskrivelse ved Frørup Vandværk	75
7.2.4	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Frørup Vandværk.....	80
7.2.5	Sammenfattende beskrivelse ved Aller Vandværk.....	82
7.2.6	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Aller Vandværk	87
7.2.7	Sammenfattende beskrivelse ved Taps Vandværk.....	88
7.2.8	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Taps Vandværk	92
7.2.9	Sammenfattende beskrivelse ved Sjølund Vandværk	93
7.2.10	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Sjølund Vandværk	97
7.2.11	Sammenfattende beskrivelse ved Mosvig Vandværk.....	98
7.2.12	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Mosvig Vandværk	102
7.2.13	Sammenfattende beskrivelse ved Hejls Vandværk	103
7.2.14	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hejls Vandværk.....	107
7.2.15	Sammenfattende beskrivelse ved Hejlsminde Vandværk.....	109
7.2.16	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hejlsminde Vandværk.....	113
8.	Referencer.....	114

1. Indledning

Denne redegørelse er udarbejdet af Naturstyrelsen som led i den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning i Christiansfeld Kortlægningsområde. Redegørelsen skal danne grundlaget for Kolding 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.

Christiansfeld Kortlægningsområde blev sammen med en række andre kortlægningsområder oprindeligt udpeget af det tidligere Sønderjyllands Amt i Regionplan 2005-2016 som ramme for kortlægning af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD. OSD blev udpeget, jf. vejledningen "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser" /a/, i hele landet i Regionplan 1997-2005.

Grundvandskortlægning og indsatsplanlægning til beskyttelse af grundvand til drikkevand var fra 1998 og frem til strukturreformen hjemlet i vandforsyningsloven /b/ og blev varetaget af de daværende amter. Grundvandskortlægningen er i dag hjemlet i vandforsyningslovens §§ 11 og 11 b /c/. Grundvandskortlægningen varetages af staten (Naturstyrelsen), mens den efterfølgende indsatsplanlægning er hjemlet i vandforsyningslovens § 13 /c/ og varetages af kommunerne.

I vandforsyningsloven står således, at:

§ 11: Miljøministeren kortlægger

- 1) områder med særlige drikkevandsinteresser og
- 2) indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for områderne i nr. 1).

§ 11 b: Miljøministeren fastsætter regler, hvorved der udpeges:

- 1) områder med drikkevandsinteresser,
- 2) områder med særlige drikkevandsinteresser,
- 3) delområder inden for de områder, der er nævnt i § 11, 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
- 4) delområder inden for de følsomme indvindingsområder, jf. nr. 3, 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).

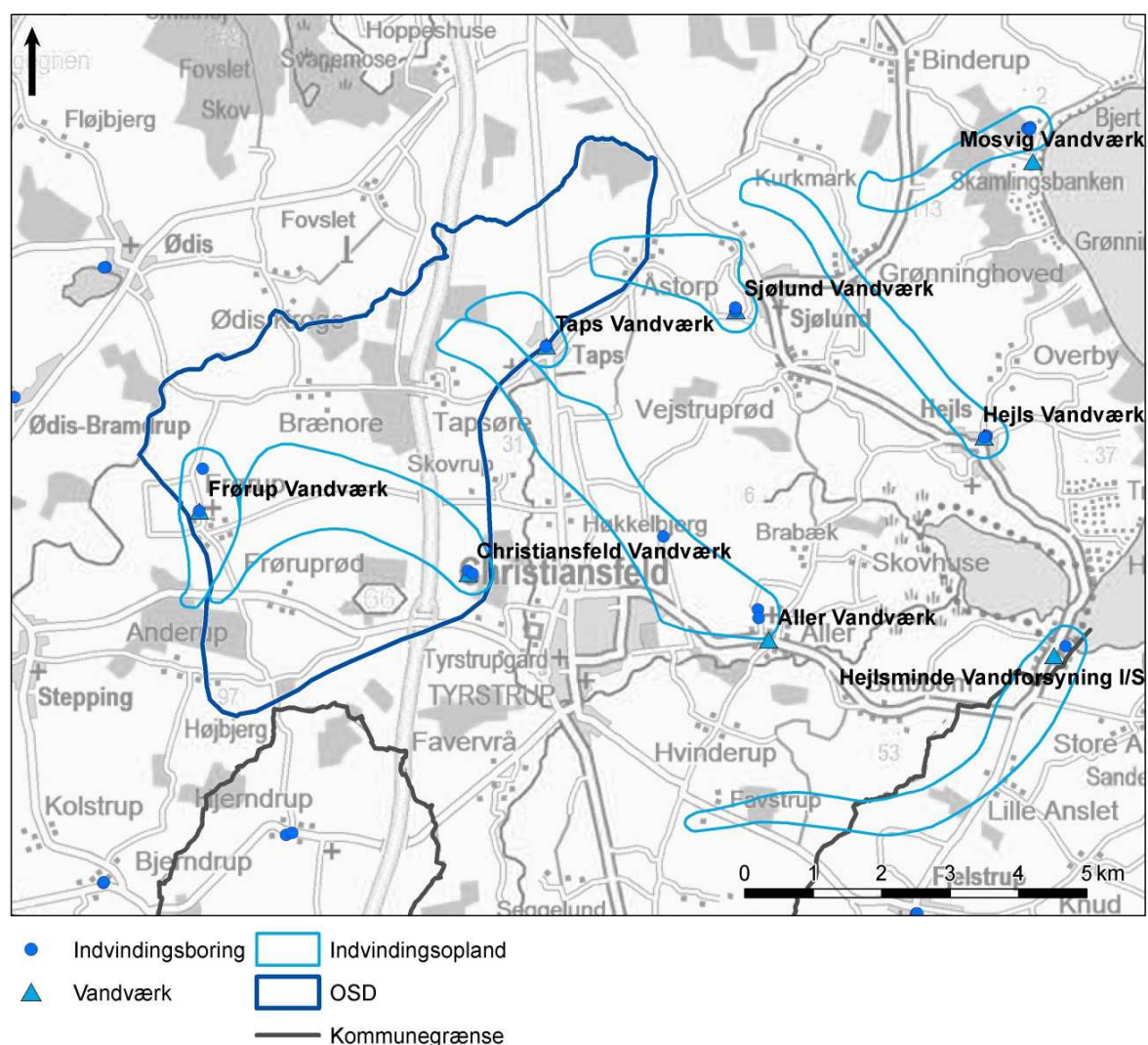
Der er derfor i perioden 2010 til 2013 lavet en række undersøgelser i Christiansfeld Kortlægningsområde. Denne redegørelse sammenfatter resultaterne fra undersøgelserne, herunder grundvandsressourcens beliggenhed, kvalitet, naturlige beskyttelse, arealanvendelse og forureningskilder. Endvidere er der i denne redegørelse foretaget en revision af indvindingsoplande og nitratfølsomme indvindingsområder. Der er som led i

kortlægningen foretaget en justering af OSD. Endelig er der inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder.

Områdeudpegningerne er først formelt gyldige, når de via en bekendtgørelse har været i offentlig høring og er vedtaget med hjemmel i vandforsyningsloven. Herefter skal kommunerne udarbejde en indsatsplan for indsatsområderne. Områderne vises på Danmarks Miljøportal. Denne redegørelse bliver ikke opdateret i forhold til eventuelle ændringer som følge af høring af bekendtgørelsen.

Kortlægningsområdet er beliggende nordvest og nord for Christiansfeld og udgør i alt 43 km², heraf udgør OSD 28,5 km². Kortlægningsområdet består af OSD samt indvindingsoplandene til Mosvig Vandværk, Sjølund Vandværk, Taps Vandværk, Hejls Vandværk, Aller Vandværk og Hejlsminde Vandværk beliggende udenfor OSD. Indenfor OSD er følgende vandværker beliggende: Frørup Vandværk og Christiansfeld Vandværk.

På figur 1.1 er vist OSD og indvindingsoplandene til vandværkerne. På figur 1.1, og på de efterfølgende figurer i redegørelsen, vises OSD og indvindingsoplande, som de fremtræder, efter de er tilpasset kortlægningsresultaterne. Se også kapitel 4.



Figur 1.1 Kortlægningsområdets afgrænsning som ramme for OSD og indvindingsoplande i Kolding Kommune. Aktive vandværker og vandværksboringer samt kommuneegrænse er også vist på figuren.

Redegørelsen er opbygget således, at kapitel 2 består af en sammenfatning af redegørelsen, som giver et hurtigt overblik over problemstillinger i kortlægningsområdet. Kapitel 3 beskriver vandindvindingsstrukturen i

området, mens kapitel 4 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over områdets geologi og grundvandsforhold i bred forstand. Kapitel 5 redegør for arealanvendelsen og forureningskilderne, mens kapitel 6 omhandler de forskellige områdefrænsninger og -justeringer. Endelig er der i kapitel 7 givet en sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger i området.

Referencerne til baggrundsmaterialet, lovgivningen og de respektive vejledninger fremgår af kapitel 8. 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. Sammenfatning

Der er udarbejdet en redegørelse for de grundvandsmæssige forhold, herunder grundvandsressourcens beliggenhed og naturlige beskyttelse samt arealanvendelse og forureningskilder, i Christiansfeld Kortlægningsområde. Redegørelsen skal danne grundlag for Kolding Kommunes indsatsplanlægning efter vandforsyningsloven.

Kortlægningsområdet består af et OSD og en række indvindingsoplande. I OSD er indvindingsoplandene til Christiansfeld Vandværk og Frørup Vandværk og delvist Taps Vandværk beliggende. Uden for OSD findes 5 indvindingsoplande til vandværkerne: Aller, Sjølund, Hejls, Hejlsminde og Mosvig.

Der er i kortlægningsområdet i 2013 tilladt en samlet indvinding på 1,4 mio. m³. En opgørelse af seneste indberetning, som er fra 2012 viser, at der blev indvundet 1 mio. m³, heraf udgjorde indvindingen til de almene vandværker omkring 700.000 m³. Indvindingen til Christiansfeld Vandværk og Sjølund Vandværk udgør ca. halvdelen af den samlede indvinding til vandværkerne i området.

Der er i kortlægningsområdet gennemført forskellige kortlægningsaktiviteter. Således er der bl.a. indsamlet geofysiske data i form af SkyTEM samt udført undersøgelsesboringer og indsamlet grundvandskemiske data og pejledata. Der er opstillet en hydrostratigrafisk model og en hydrologisk model for området. Sidstnævnte er bl.a. brugt til at beregne indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til områdets vandværker.

Kortlægningsområdets landskab er dannet under sidste istid, og de terrænnære jordlag består for en stor del af moræneler, med mindre partier med smeltevandssand og ferskvandstørv. Det primære grundvandsmagasin består af smeltevandssand. Grundvandsmagasinet er som udgangspunkt beskyttet af et tykt sammenhængende lerlag, hvilket betyder, at grundvandsmagasinet kun i mindre områder er sårbart overfor forurening.

Det er beregnet, at der sker grundvandsdannelse til det primære magasin i en meget stor del af området, men især langs ådalene er der opadrettet grundvandsstrømning, og dermed ingen grundvandsdannelse.

Den grundvandskemiske kortlægning har vist, at det primære magasin kun i begrænset omfang er påvirket af nitrat. Sulfatindholdet er forhøjet (over 50 mg/l) i en del boringer. Dette tyder på, at der i kortlægningsområdet sker en pyritoxidation som følge af nitratreduktion eller som følge af vandspejlssænkninger i forbindelse med vandindvinding. Der er gjort en del pesticidfund i området, men kun i få tilfælde i vandværkernes nuværende indvindingsboringer.

Arealanvendelsen i kortlægningsområdet består primært af landbrug og i mindre grad af skov-, natur- og byarealer. I OSD og inden for indvindingsoplandene er den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning beregnet til 52 mg/l, hvilket er forholdsvis lavt. I nogle af indvindingsoplandene er der enkelte forurenede grunde, som er kortlagt efter jordforureningsloven. Disse findes primært i byområderne.

På baggrund af kortlægningsresultaterne har Naturstyrelsen vurderet, at der ikke er behov for at justere udstrækningen af OSD ved Christiansfeld. Det tidligere indvindingsopland til Mosvig Vandværk har været udpeget som OSD. Efter beregning og optegning af et nyt indvindingsopland til vandværket udgår OSD ved Mosvig.

Inden for OSD og i indvindingsoplandene uden for OSD er også afgrænsningen af nitratfølsomme indvindingsområder justeret. Nitratfølsomme indvindingsområder er udpeget, hvor det primære grundvandsmagasin har nogen eller stor nitratsårbarhed, og hvor der samtidig sker grundvandsdannelse til magasinet. Det primære grundvandsmagasin er det grundvandsmagasin hvorfra hovedparten af de almene vandforsyninger indvinder.

Indenfor de afgrænsede nitratfølsomme indvindingsområder er der på baggrund af en vurdering af arealanvendelse, forureningstrusler og naturlig beskyttelse afgrænset indsatsområder.

3. Vandindvindingsstruktur

I dette kapitel beskrives den nuværende vandindvinding i kortlægningsområdet, herunder fordelingen af indvindingstyper og vandmængder. Der er særlig fokus på de almene vandforsyningers indvinding.

Indvindingsstrukturen har betydning i forhold til arealanvendelse og sårbarhed, specielt i de områder, hvor indvindingen anvendes til drikkevand. Indvindingsstrukturen har endvidere betydning for, hvordan grundvandsressourcen belastes.

Der er i kortlægningsområdet tilladt en samlet vandindvinding på 1,4 mio. m³. Der blev i 2012 indvundet i alt 1,0 mio. m³, heraf udgjorde indvindingen til de almene vandforsyninger omkring 700.000 m³.

3.1 Vandforsyninger og kildepladser

I kortlægningsområdet er der 8 almene vandforsyninger. Den tilladte indvindingsmængde og den aktuelle indvinding i 2012 for hver vandforsyning fremgår af tabel 3.1

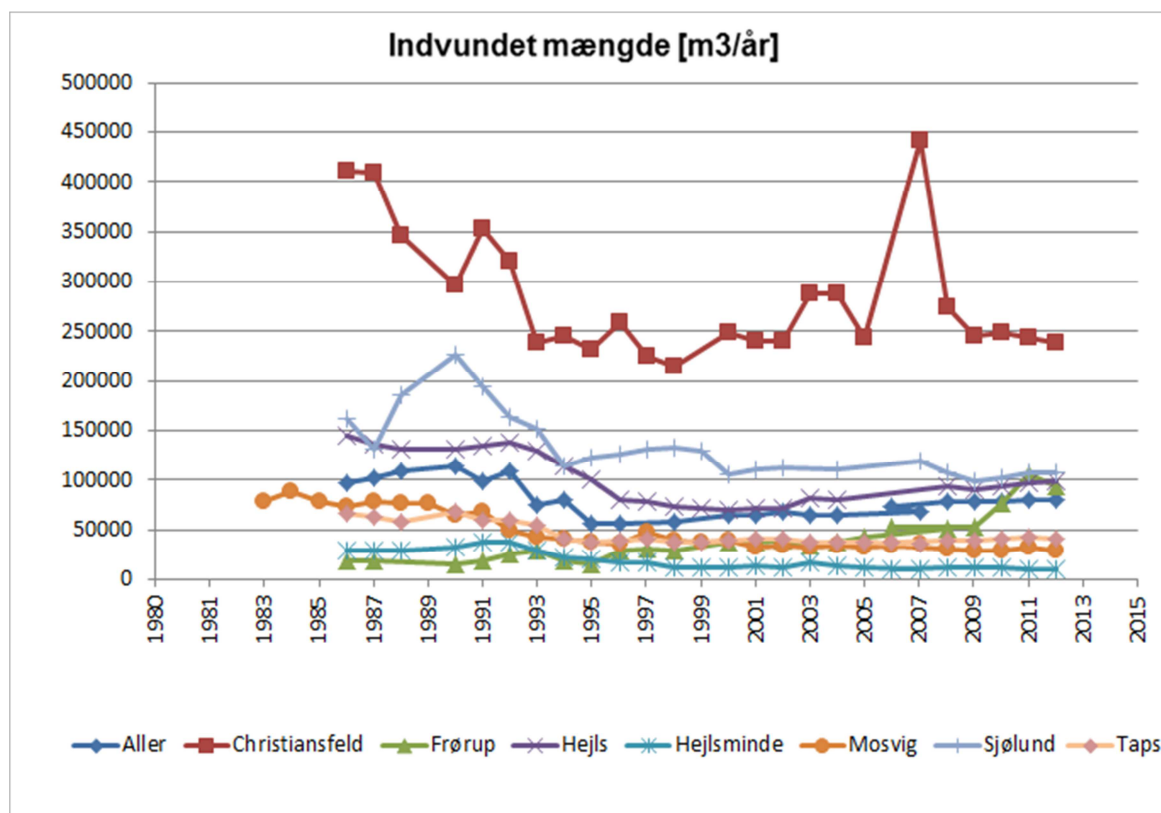
Vandforsyning	Aktive boringer (DGU nr.)	Tilladt indvinding (m ³)	Indvinding i 2012 (m ³)
Christiansfeld Vandværk	142.893 142.919	300.000	239.000
Aller Vandværk	143.137 143.427 143.430	65.000	80.569
Taps Vandværk	142.918 142.951	43.000	40.052
Sjølund Vandværk	143.253 143.352 143.380	110.000	106.613
Mosvig Vandværk	134.386 134.630 134.731	45.000	29.745
Hejls Vandværk	143.515 143.267 143.272	100.000	99.180
Frørup Vandværk	142.635 142.984	130.000 ¹	92.995
Hejlsminde vandværk	143.349	20.000	10.805
I alt		723.000	698.959

¹Tilladelse øget fra 40.000 m³/år til 130.000 m³/år i maj 2013.

Figur 3.1 Vandværkernes tilladte og aktuelle indvinding (2012).

Hovedparten af vandforsyningerne indvinder under 100.000 m³ årligt, mens Christiansfeld Vandværk og Sjølund Vandværk indvinder hhv. omkring 240.000 m³ og 106.000 m³. Vandindvindingen til disse to vandforsyninger udgør ca. halvdelen af den samlede vandindvinding til de almene vandforsyninger i området. Hejlsminde Vandværk er det vandværk som, med en årlig indvinding på knap 11.000 m³/år, indvinder den mindste mængde grundvand.

Udviklingen i de almene vandforsyningers indvinding de sidste 25 år er vist på figur 3.2.



Figur 3.2 Årlige indvindingsmængder for vandværkerne i kortlægningsområdet.

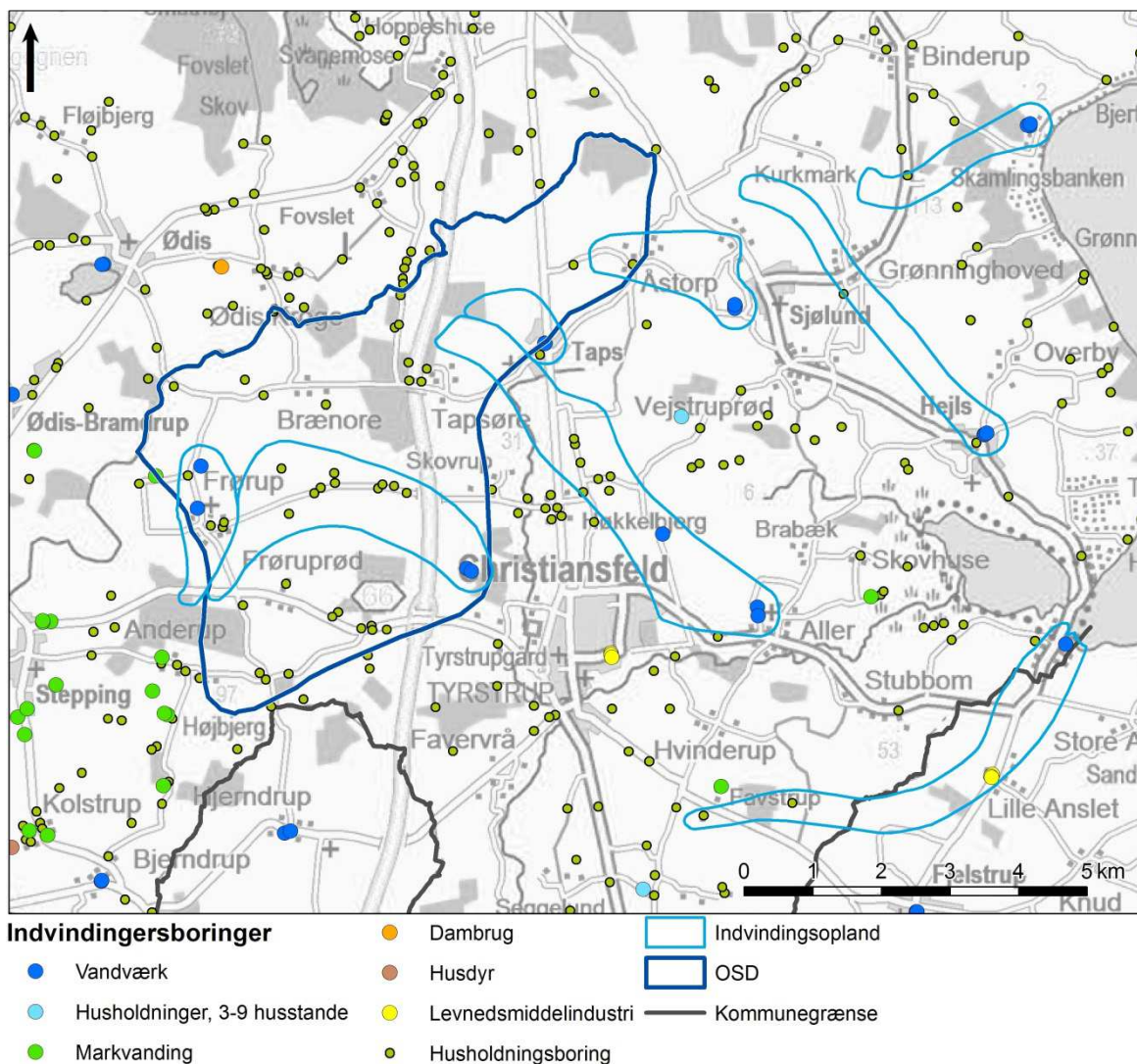
Siden slutningen af 1980'erne er vandforbruget faldet og har i en lang årrække været rimeligt stabilt. De seneste år er der en svag stigende tendens ved et par af vandværkerne. Faldet i vandforbruget svarer til den landsdækkende tendens, hvor faldet indtræder efter indførelse af vandmålere hos forbrugerne, grønne afgifter og vandsparekampagner.

Indvindingen ved Frørup Vandværk har markant stigende de seneste år. Dette hænger sammen med at vandværket fra 2010 har leveret vand til Stepping Vandværk.

De almene vandforsyningers placering fremgår af figur 3.3 i afsnit 3.2.

3.2 Andre vandindvindinger

Ud over indvinding af grundvand til almene vandforsyninger, er der i kortlægningsområdet indvinding af vand til bl.a. industriformål, markvanding og gartneri. Beliggenhed af indvindingsboringerne er vist på figur 3.3. Oplysningerne stammer fra Jupiter databasen samt supplerende oplysninger fra Kolding Kommune.

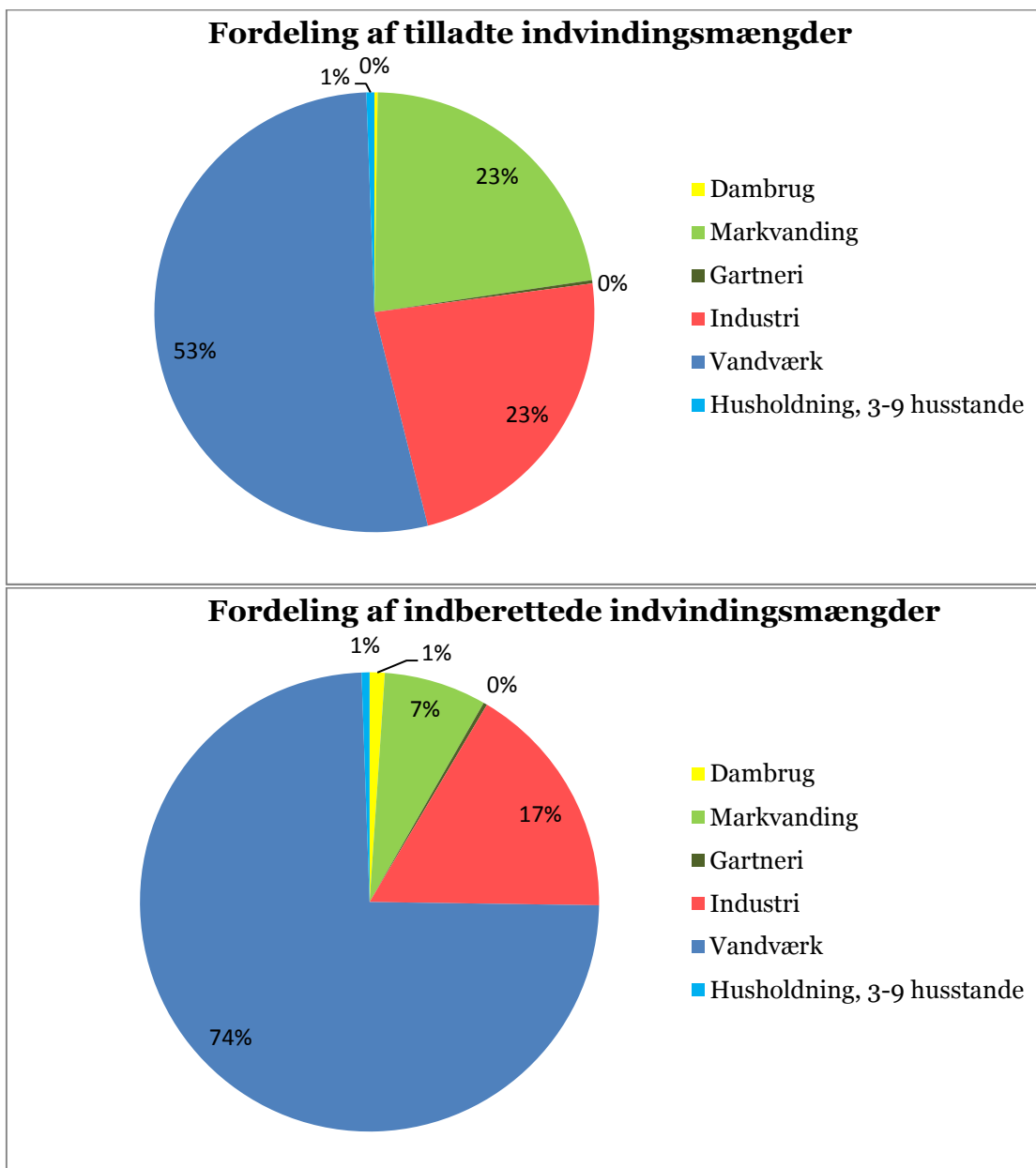


Figur 3.3 Beliggenhed af indvindingsboringer til forskellige indvindings typer. Husholdningsboringer tilhørende enkeltindvindere er GIS-tema udleveret af Kolding Kommune.

Indenfor OSD og indvindingsoplande er der stor set ikke anden indvinding end til vandværkerne, dog er der i oplandet til Hejlsminde Vandværk tilladte en indvinding på 80.000 m³ til levnedsmiddelindustri. Vest for OSD er der en del markvandingssanlæg.

Enkeltindvindere, der er vandindvinding til husholdning til enkelthusstande i det åbne land findes spredt i OSD og indvindingsoplande. Der er ikke oplysninger i Jupiter databasen om en stor del af disse anlægs placering eller indvindingsmængde. Ud fra data leveret af Kolding Kommune er beliggenheden af enkeltindvinderne vist på figur 3.3. Anlæggene er normalt ikke pligtige til at indberette vandmængder.

Fordelingen af den tilladte og faktiske indvinding, vurderet ud fra de indberettede vandmængder og fordelt på de enkelte indvindings typer er vist på figur 3.4. Data er opgjort for de indvindingsanlæg som ligger indenfor kortudsnittet på figur 3.3 undtagen de små husholdningsanlæg.



Figur 3.4 Fordelingen af den tilladte og de indberettede indvindingsmængder mellem de forskellige indvindingsstyper. De indvundne mængder er primært de indberettede mængder fra 2012.

Lidt over halvdelen af den tilladte indvindingsmængde er givet til vandværkerne, mens markvanding og indvinding til industri udgør hver knap en fjerdedel. Af den faktiske indvinding i 2012 udgjorde indvindingen til vandværkerne dog 74 %, mens indvindingen til markvanding kun udgjorde 7 % og til industri udgjorde indvindingen 17 %.

Som det fremgår af figur 3.3 foregår der udover de i figur 3.4 nævnte indvindinger også indvinding til enkeltindvindere i kortlægningsområdet. Disse husholdningsanlæg indvinder i størrelses orden 100 til 200 m³ årligt og den samlede indvinding fra disse anlæg er minimal i forhold til den øvrige indvinding i området.

4. Grundvandsressourcen

Kapitel 4 er en gennemgang og sammenstilling af de eksisterende kortlægningsresultater. Der tages udgangspunkt i følgende emner:

- Grundvandsmagasiner og dæklag
- Hydrologiske forhold
- Grundvandskvalitet

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

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

4.1 Gennemførte undersøgelser

Denne redegørelse bygger på en lang række nye og tidligere data og undersøgelser. Her er kort beskrevet om 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 "Digitale data og kort" og efterfølgende valg af "Database med grundvandsrapporter").

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

www.GEUS.dk (fanebladet "Digitale data og kort" og efterfølgende valg af "National geofysisk database" eller valg af "National boringsdatabase").

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

www.GEUS.dk (fanebladet "Digitale data og kort" og efterfølgende valg af "Modeldatabase").

Geofysiske kortlægninger

I og omkring kortlægningsområdet er der udført TEM /8/, SkyTEM /9/, MEP /10/ og PACES /11/ der er fladedækkende geofysiske undersøgelser, heraf udgør SkyTEM kortlægningen i Christiansfeld Kortlægningsområde /9/en af de væsentligste kortlægninger. Fladedækkende undersøgelser er valgt for at forbedre den geologiske forståelse og som bidrag til en hydrostratigrafiske model for området, herunder kortlægning af dæklag, magasiner og magasinbund. SkyTEM er en vigtig kortlægningsmetode, hvor data fra store arealer indsamles ned til en dybde på ca. 200 m. MEP er mere nøjagtig i de øvre lag end SkyTEM. PACES giver et detaljeret billede af de øverste ca. 20 m., og der derfor god til kortlægning af dæklag. Alle metoderne giver fordelingen af sand og ler.

Der er også gennemført en seismisk undersøgelse (Seismik Vonsild) i den nordlige del af kortlægningsområdet, hvor der blev lavet i alt 10 seismiske linjer /12/. Syd for Kortlægningsområde Christiansfeld er udført endnu en seismisk undersøgelse ved Sommersted, hvor der blev lavet i alt to seismiske linjer /13/. Seismikken er udført for at kaste lys over eventuelle strukturer, aflejningsmønstre eller erosion af sedimenterne i undergrunden og som en støtte til den geologiske/hydrostratigrafiske model.

Omkring Aller Vandværk er udført en MEP kortlægning /10/. MEP projektet er udført af Rambøll. Data er downloadet fra GERDA databasen d. 2. november 2012 (dk.sja.grundvand-Aller-MEP).

Desuden er der udført logs i en række boringer til nærmere belysning af lagskift og lithologi etc. For de nye undersøgelsesboringer, se nedenfor, har logs understøttet filtersætningerne.

Undersøgelsesboringer

Der er lavet tre dybe boringer ved henholdsvis Sjølund, DGU nr. 134.1547, Tapsøre, DGU nr. 142.1138, og Seggelund, DGU nr. 142.1135 i forbindelse med kortlægningen. Boringerne supplerer den sparsomme viden om de dybere jordlag i området, idet de giver viden om lithologi, stratigrafi og vandkemi. Tillige er der udført biostratigrafi i boringerne DGU nr. 134.1547 og 142.1138.

Kemiske undersøgelser

Indenfor Kortlægningsområdet Christiansfeld m.fl. (dækkende både OSD Christiansfeld og OSD Bramdrup) er der i alt udtaget 14 kemianalyser fra en række eksisterende boringer og 12 kemianalyser fra de 3 undersøgelsesboringer /14/. Det bemærkes, at nogle af boringerne er beliggende ved OSD Bramdrup. Kemianalyserne har til formål at vurdere grundvandskvaliteten og ikke mindst vurdere en eventuel udvikling i kvaliteten i forhold til tidligere analyser.

Geologisk og hydrostratigrafisk model

Der er opstillet en geologisk forståelsesmodel for kortlægningsområderne Christiansfeld og Bramdrup /15/. Den geologiske forståelsesmodel sammenfatter de geologiske forhold i området. Med udgangspunkt i den geologiske forståelsesmodel er der ligeledes opstillet en hydrostratigrafisk model for området /15/. For at den hydrostratigrafiske tolkning kan anvendes til en efterfølgende hydrologisk strømningsmodel, strækker den hydrostratigrafiske model sig ud over kortlægningsområdernes afgrænsning, se figur 4.1b.

Med den hydrostratigrafiske model har det bl.a. været muligt at afgrænse grundvandsmagasinerne og beregne dæklagene (lertykkelseskort).

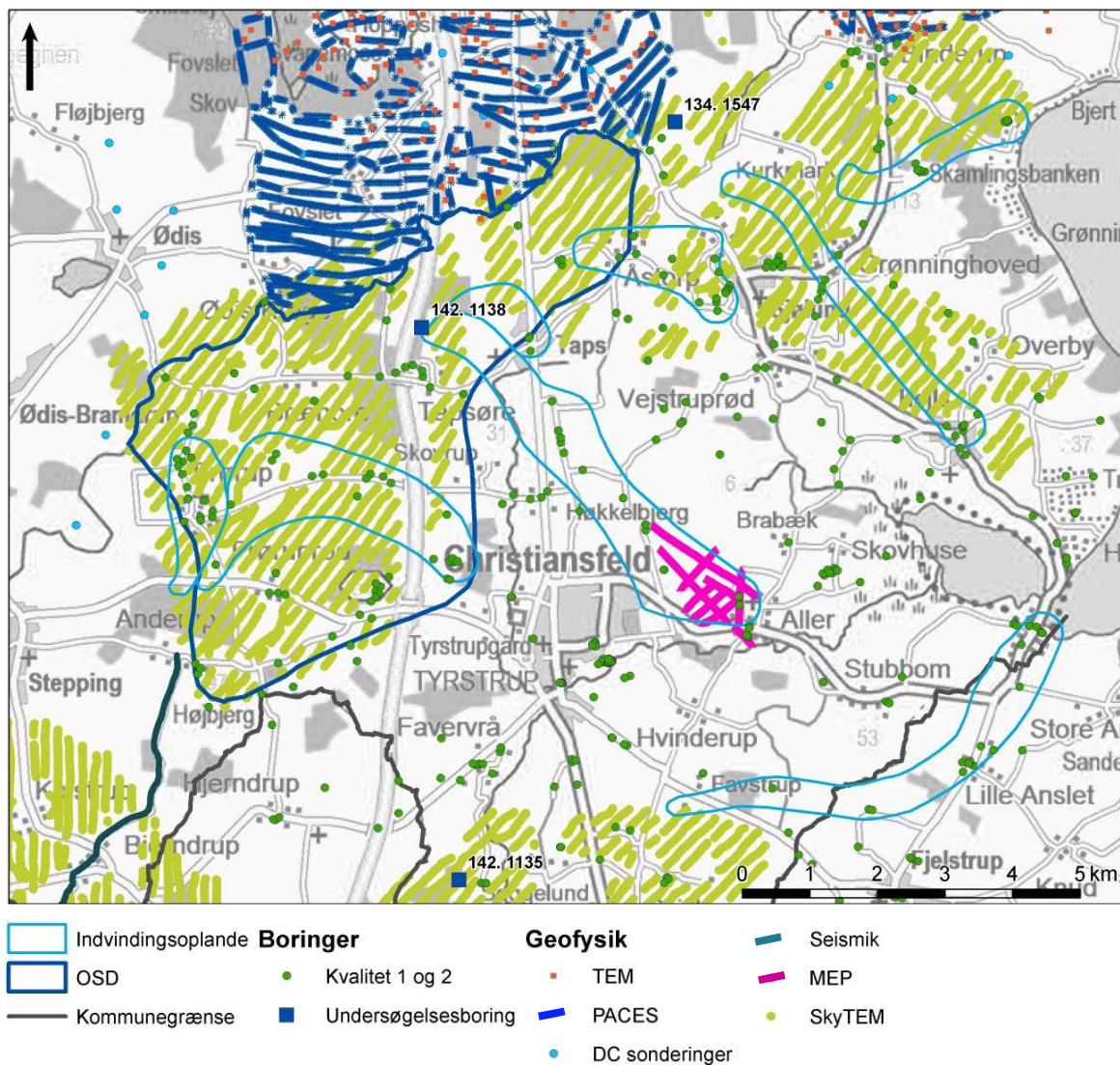
Hydrologisk strømningsmodel

På baggrund af den hydrostratigrafiske model er der opstillet en hydrologisk model i værktøjet GMS /16/. Modellen er bl.a. anvendt til at bestemme indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, gradientforhold samt strømnings- og potentialeforhold i det enkelte grundvandsmagasin mv. Den hydrologiske model dækker både Kortlægningsområde Christiansfeld og Kortlægningsområde Bramdrup.

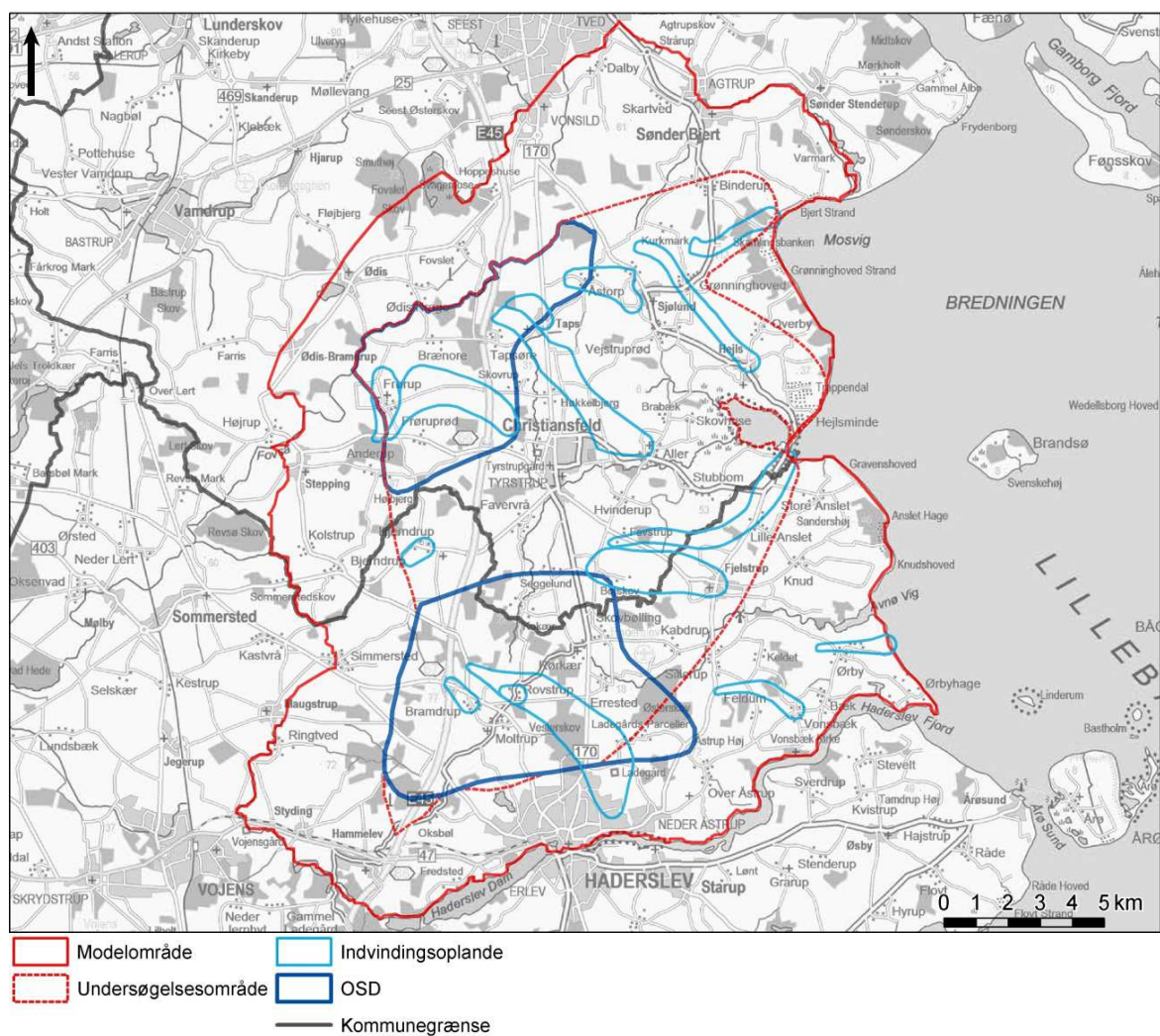
Modelafgrænsningen går fra kysten i øst og langs Haderslev Fjord i syd til Vojens via Dybdalsbæk, St. Kærbæk, Fovs Å og Gundebæk til Ødis-Bramdrup i vest. Herefter følger modelranden vinkelret på potentialelinjerne til Svanemose til Seest Mølleå og videre langs Dalby Mølleå, Binderup Mølleå i nord og langs Solkær ud til kysten. Modelområdet dækker et areal på 384 km².

Datagrundlaget for så vidt angår undersøgelsesboringer og geofysik fremgår af figur 4.1a, mens modelområdet for den hydrostratigrafiske model og den hydrologiske model fremgår af figur 4.1b. På figur 4.1b ses endvidere afgrænsningen af det undersøgelsesområde indenfor hvilket der har været fokus på at indsamle og vurdere data for de to kortlægningsområder Christiansfeld og Bramdrup.

Af figur 4.1a fremgår at stort set hele kortlægningsområdet er dækket af geofysik, herunder selvfølgelig primært SkyTEM. På kortet er endvidere vist boringer af kvalitet 1 eller 2, som de er vurderet i den hydrostratigrafiske model /15/. Alle boringerne i modelområdet er opdelt i fire kvalitetskategorier efter omfanget af de geologiske beskrivelser, boreddybde og boremetode. Kvalitet 1 og 2 er bl.a. de boringer, som er ”geolog-bedømte” og dybere end 20 m.



Figur 4.1a Kortet viser de geofysiske undersøgelser der er udført i kortlægningsområdet samt boringer af kvalitet 1 og 2. Boringer med DGU nr. er undersøgelsesboringer.



Figur 4.1b Modelområdet for den hydrostratigrafiske model og den hydrologiske strømningsmodel.

4.2 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 den hydrostratigrafiske model, der er opstillet for Kortlægningsområdet Christiansfeld m.fl. i 2013 /15/.

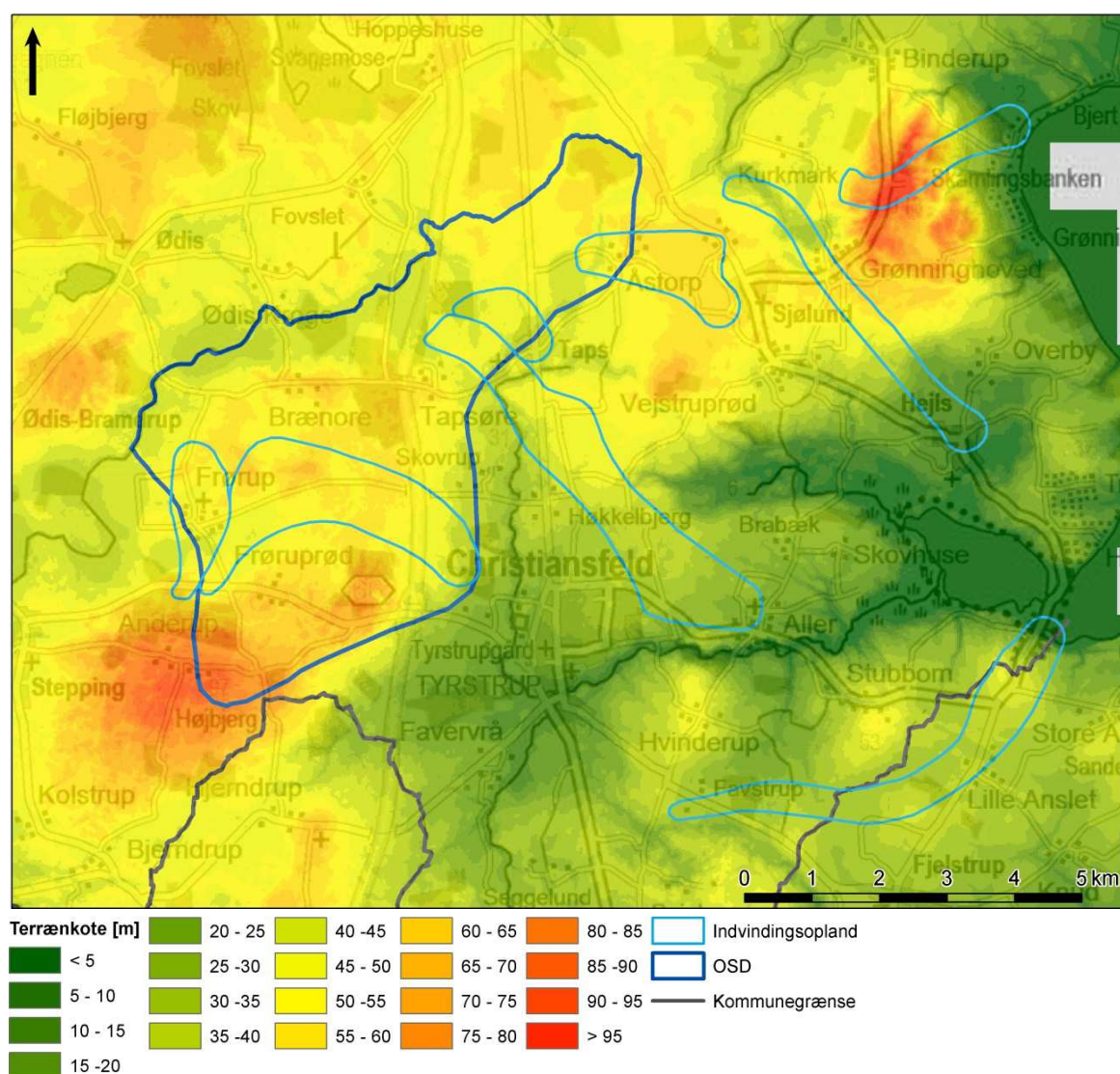
4.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold

De geologiske aflejringer af sand og ler udgør kortlægningsområdets grundvandsmagasiner og beskyttende dæklag. Derfor er kendskab til aflejringerens 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 vandkemi.

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.

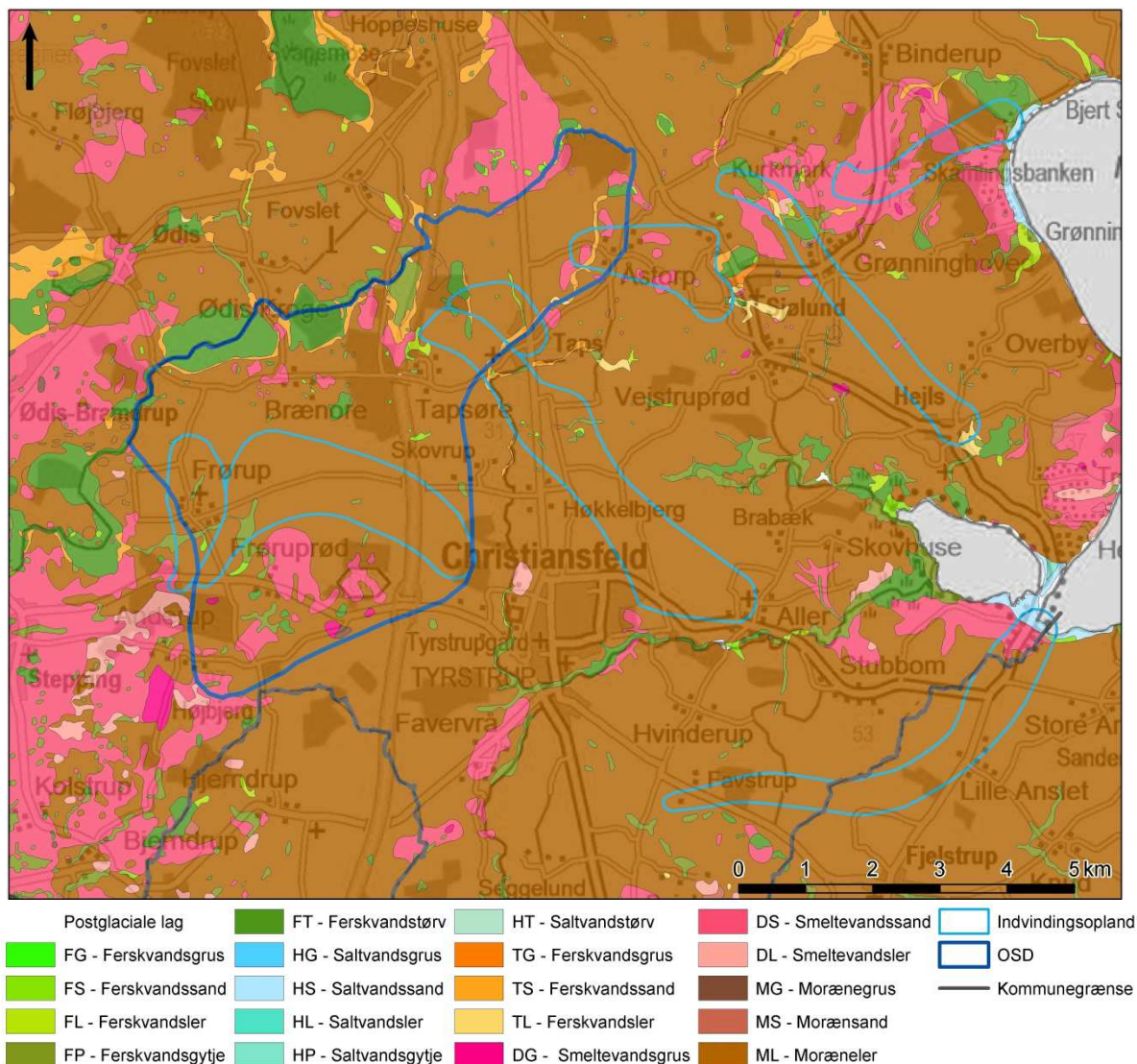
Landskabet og de terrænnære jordlag

På figur 4.2 er vist terrænoverfladen. Der er tale om et kuperet terræn som overordnet falder fra den nordlige og vestlige del ned mod den centrale og østlige del, hvor en række vandløb, herunder Taps Å og Aller Å, løber i retning mod Hejls Nor og videre til Kattegat. Karakteristisk for området er to markante højdedrag i terrænet ved hhv. Højbjerg i vest og Skamlingsbanken i øst. Sidstnævnte når op over kote 110 m.



Figur 4.2 Højderelief ved Christiansfeld Kortlægningsområde /1/.

På figur 4.3 ses de terrænnære jordlag, som de er tolket af GEUS /2/. Hovedparten af de terrænnære jordlag udgøres af moræneler. Der forekommer dog spredte forekomster af især smeltevandssand i de mere kuperede områder. Dette ses bl.a. i den vestlige del af området, relateret til randmorænelandskaberne, samt ferskvandsaflejringer som gytje og tørv i små afløbsløse lavninger i dødislandskabet ligeledes i den vestlige del af modelområdet og langs å-løbene.

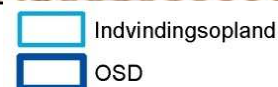


Figur 4.3 Jordartskortet (1:25.000) for Christiansfeld Kortlægningsområde /2/.

Kortlægningsområdet er beliggende i et kuperet og overvejende leret morænelandskab fra Weichsel istiden, se figur 4.4. Morænefladen gennemskæres af flere dybe øst-vest gående tunneldale, dannet under isen af smeltevandsflodernes erosion i forbindelse med smeltevandets afstrømning på vej mod isranden. De to største tunneldale løber fra Lillebælt og ind til Christiansfeld. Aller å har i dag sit løb i den sydligste af disse dale. I den vestlige del af området ses randmorænelandskab, herunder bl.a. i den syd-vestligste del af Christiansfeld OSD. Også Skamlingsbanken mod nordøst er tolket som en randmoræne. De nævnte landskabselementer er vist på figur 4.4, der er et udsnit af Per Smeds "Landskabskort over Danmark" /3/.



Figur 4.4 Uddrag af Per Smeds landskabskort over Danmark /3/.

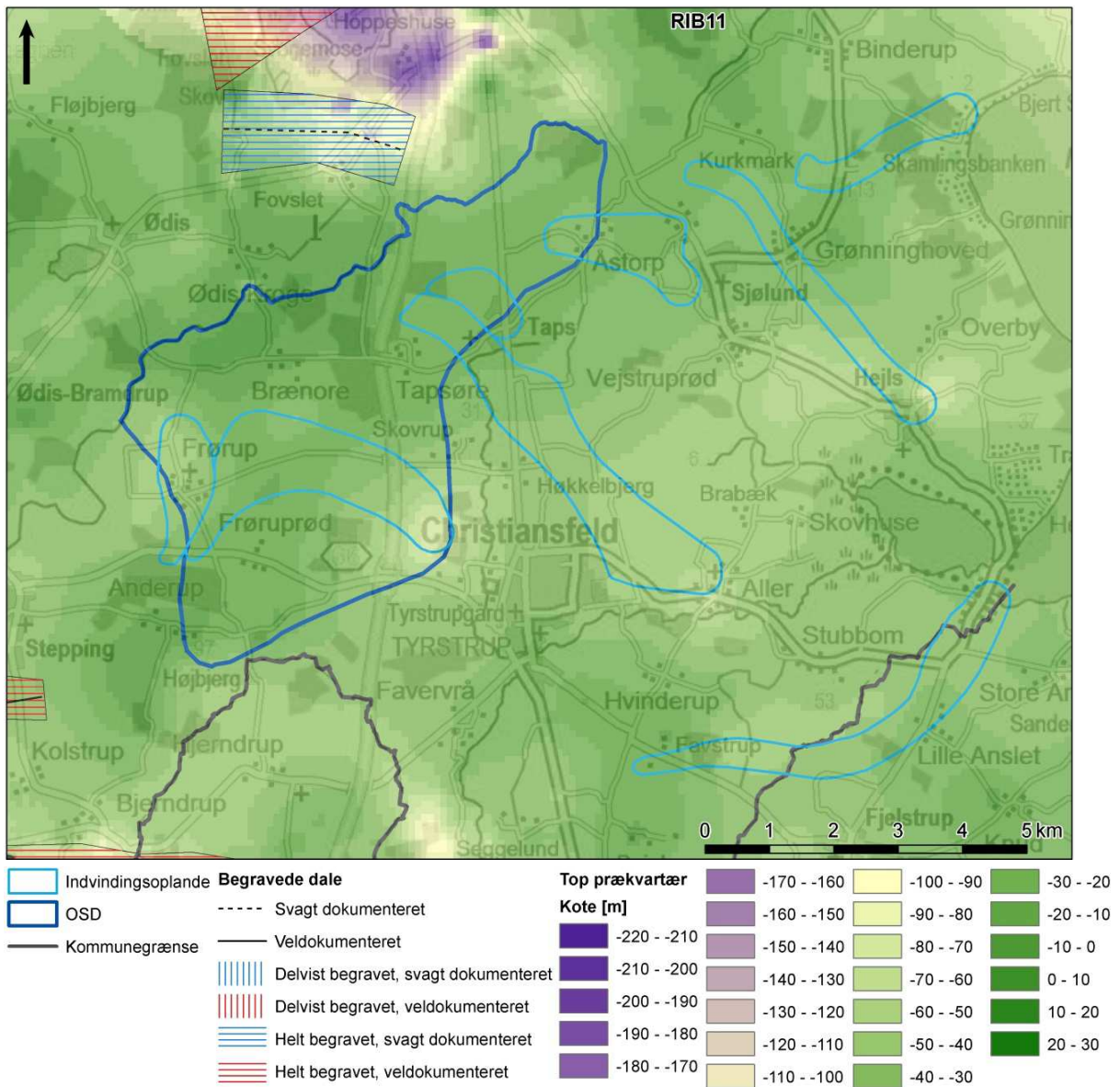


Prækvartæret

De prækvartære lag der har betydning for grundvandet i kortlægningsområdet, er fra den geologiske periode "Neogen". Derover følger de yngre lag fra perioden "Kvartær", der består af aflejringer fra istider og mellemistider. Grænsefladen mellem Neogen og Kvartær kaldes prækvartæroverfladen. Prækvartæroverfladen er vist på figur 4.5. Det skal dog bemærkes, at den viste flade reelt er bunden af et kvartært sandlag, som det er tolket i den hydrostratigrafiske model /15/. Den prækvartære overflade i bunden af de begravede dale vil derfor i nogle tilfælde ligge lidt dybere, såfremt der eventuelt er kvartært ler i bunden af dalene. Det overordnede forløb af fladen vurderes dog både at afspejle prækvartæroverfladens kotemæssige forløb og de begravede dale, som de er beskrevet i /4/.

Generelt er der i prækvartæroverfladen nedskåret nogle dybe dalstrukturer som er opfyldt med kvartære sedimente. Der ses på figur 4.5 bl.a. nogle dalstrukturer nord for Christiansfeld OSD. Indenfor Christiansfeld OSD og indvindingsoplandene er der dog ingen af disse dalstrukturer og prækvartæroverfladen er rimelig stabil omkring kote -40 til -20 m. Der er dog en lavning i området vest for Christiansfeld by. Generelt falder prækvartæroverfladen fra Christiansfeld OSD og ned mod Aller og Hejls.

Den prækvartære overflade består overvejende af nedre til mellem miocæne aflejringer i form af glimmerler, glimmersilt, glimmersand, kvartssand og repræsenteres i området dels af Odstrup og Arnum Formationerne og dels af Klintinghoved og Bastrup Formationerne.



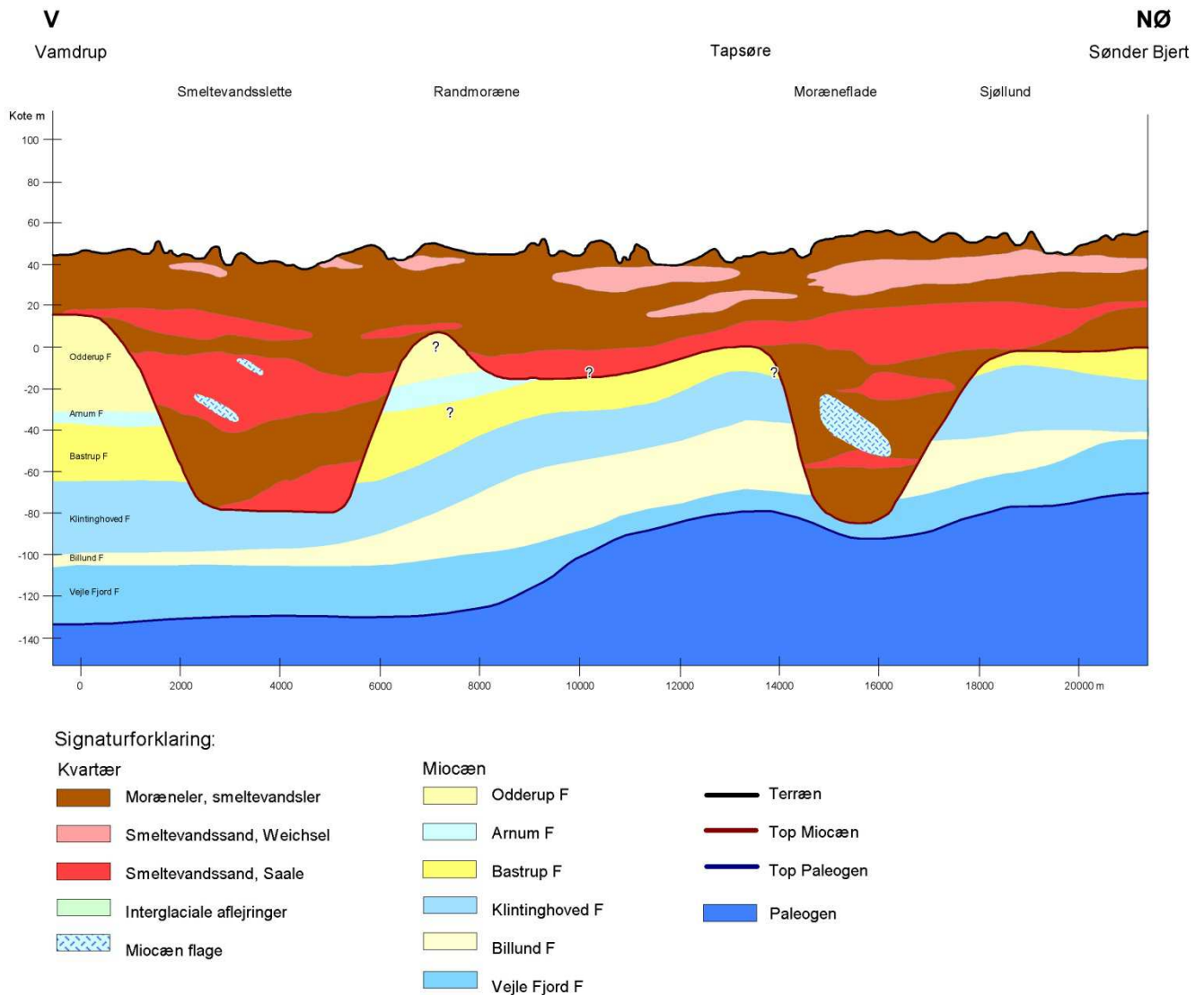
Figur 4.5 Prækvartæroverfladen og begravede dale i kortlægningsområdet /4/.

Kvartæret

De kvartære aflejringer i Christiansfeld Kortlægningsområdet udgøres hovedsageligt af tykke lag af moræner med indslag af smeltevandssand. Der kan overordnet erkendes 2 til 3 lag af smeltevandssand og -grus samt dybe sandlag relateret til de begravede dale. Det vurderes på baggrund af de spredte forekomster af Eem Interglacial, at de øverste kvartære sandlag kan korreleres til aflejringer afsat af Weichsel isen, mens det nederste sandlag samt sandlagene i de dybe, begravede dale kan korreleres til aflejringer afsat af Saale isen eller ældre isfremstød.

De kvartære lag er præget af glaciale begivenheder som randmorænebakkedannelser i forbindelse med Nordøstisens fremrykning til Hovedopholdslinjen, det Ungbaltiske Isfremstød til Den Østjyske Israndslinie og endelig fra Bælthavs Isstrømmen. De kvartære lag må på den baggrund mange steder beskrives som forstyrrede med skråtstillede lag osv.

Overordnet kan de geologiske lag i området beskrives ud fra nedenstående principskitse i figur 4.6. Det skal bemærkes at de dybe nedskårne dalstrukturer, der er vist på skitsen, ikke ses indenfor OSD og indvindingsoplande, men bl.a. er til stede umiddelbart vest og nord for OSD.



Figur 4.6 Geologisk principskitse for de geologiske lag i området. Figuren er fra /15/.

4.2.2 Geologisk og hydrostratigrafisk model

Med udgangspunkt i den geologiske forståelsesmodel er der opstillet en 3D model af de geologiske lag, der har betydning for grundvandets strømning /15/. Modellen er en hydrostratigrafisk model, som er opbygget med gennemgående lag, der mere tager sigte på at skelne mellem lagenes hydrauliske egenskaber end på den geologiske dannelse af de enkelte lag. Modelområdet dækker både Christiansfeld Kortlægningsområde og Bramdrup Kortlægningsområde og udgør et areal på 710 km².

Den hydrostratigrafiske model for Christiansfeld og Bramdrup er inddelt i 10 lag fordelt på tre magasinlag i kvartæret og to magasinlag i prækvartæret. Nedenstående figur 4.7 viser opdelingen og den lithologiske definition af lagene.

Periode	Hydrostratigrafiske lag	Lithologi
Kvartæret	Ler 1	Moræneler, smeltevandsler, post- og senglacialt ferskvandsler. Mulighed for flager af glimmerler og –silt
	Kvartær Sand 1	Smeltevandsand og –grus, morænesand, sen- og postglacial sand. Mulighed for flager af glimmersand
	Ler 2	Moræneler, smeltevandsler, smeltevandssilt. Mulighed for flager af glimmersand, -silt, -ler
	Kvartær Sand 2	Smeltevandsand og –grus, morænesand, indslag af moræneler. Mulighed for flager af glimmersand
	Ler 3	Moræneler, smeltevandsler, smeltevandssilt. Mulighed for flager af glimmersand, -silt, -ler
	Kvartær Sand 3 (dalsand)	Smeltevandsand og –grus, morænesand, indslag af moræneler. Mulighed for flager af glimmersand, -silt og –ler.
Miocænet	Ler 4	Glimmerler, glimmersilt og moræneler/smeltevandsler i zoner med begravede dalstrukturer
	Miocæn Sand 1	Glimmersand, kvartssand
	Ler 5	Glimmerler, glimmersilt
	Miocæn Sand 2	Glimmersand, kvartssand
Bund af model	Vejle Fjord Formationen og paleogen ler	

Figur 4.7 De tolkede hydrostratigrafiske flader.

De kvartære sandlag består af øverste af "Kvartær Sand 1", der ses spredt i modelområdet. Sandenheden, som primært består af smeltevandssand, vurderes ikke at være regionalt sammenhængende. "Kvartært Sand 2" ses udbredt i stort set hele modelområdet og er hovedsageligt bestående af glacialt smeltevandssand, og i mindre grad smeltevandsgrus og morænesand og -grus. "Kvartær Sand 3" er den nederste kvartære sandenhed, der primært ses som dalfyld i de begravede dalstrukturer i området.

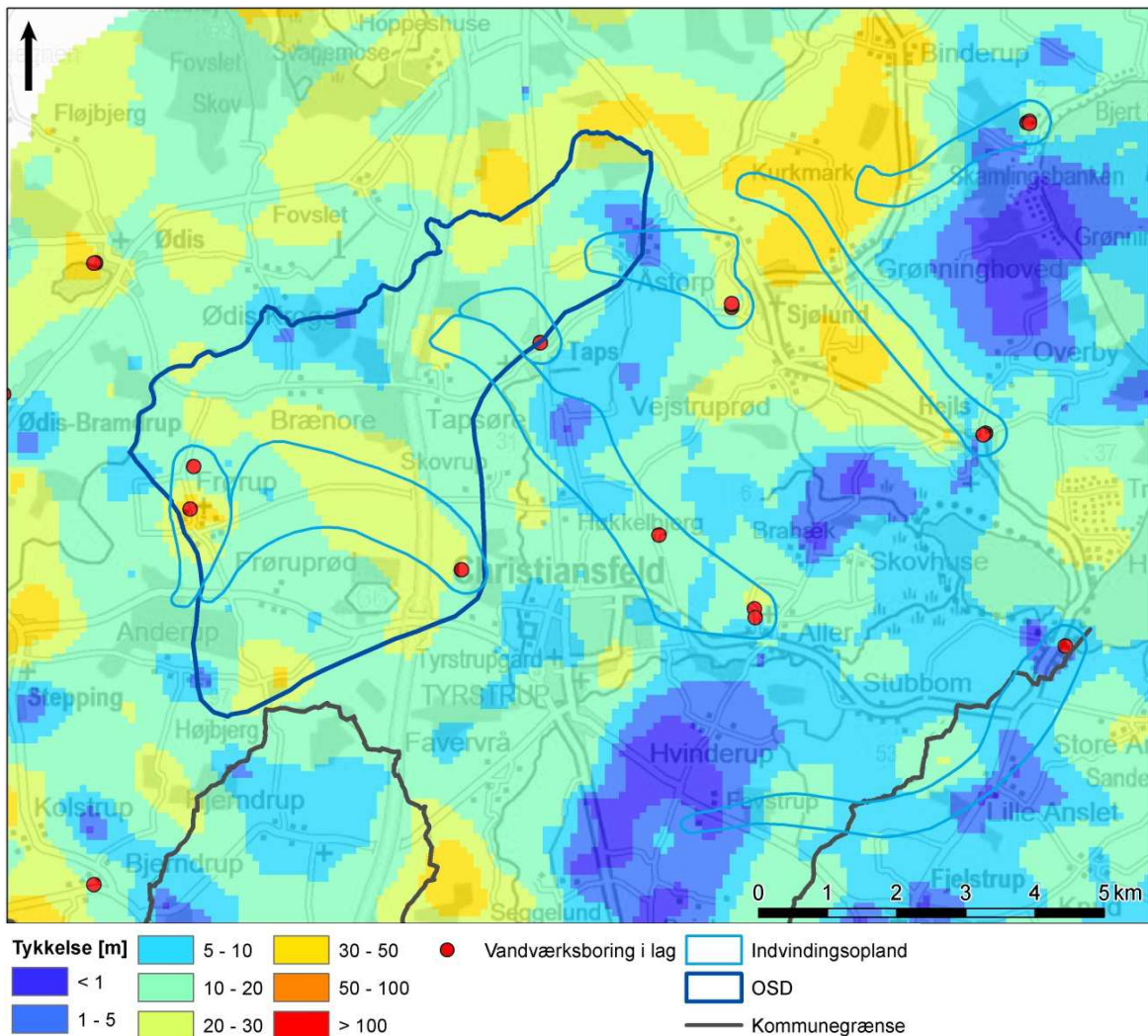
De prækvartære sandlag består af enhederne "Miocæn Sand 1" og "Miocæn Sand 2".

4.2.3 Grundvandsmagasiner

Med udgangspunkt i lagene fra den hydrostratigrafiske model (se figur 4.7) er udbredelsen af de primære grundvandsmagasiner her nærmere gennemgået og præsenteret.

"Kvartær Sand 1" udgør ikke et primært grundvandsmagasin, men laget er nogle steder forholdsvis tykt og der foregår indvinding til husholdning og markvanding fra den del af laget der ligger under grundvandsspejlet. De største tolkede mægtigheder af "Kvartær Sand 1" ses i OSD Christiansfeld og ved Sjølund med tykkelser i intervallet 15-30 meter.

Det øverste primære grundvandsmagasin er "Kvartær Sand 2", og er tolket til en udbredelse i stort set hele modelområdet, dog i flere områder med beskedne mægtigheder. Laget er generelt tolket i koteintervallet +10 m til -30 - -40 m. Sandenheden er typisk tolket til tykkelser på 10-30 m, mens der også ses mindre områder, bl.a. ved Hvinderup i enden af indvindingsoplandet til Hejlsminde Vandværk, hvor "Kvartær Sand 2" er under 5 m tykt. De største tolkede tykkelser af "Kvartær Sand 2" ses i et område nord for Sjølund med tykkelser på over 30 m. På figur 4.8 ses udbredelsen (tykkelsen) af grundvandsmagasinet.

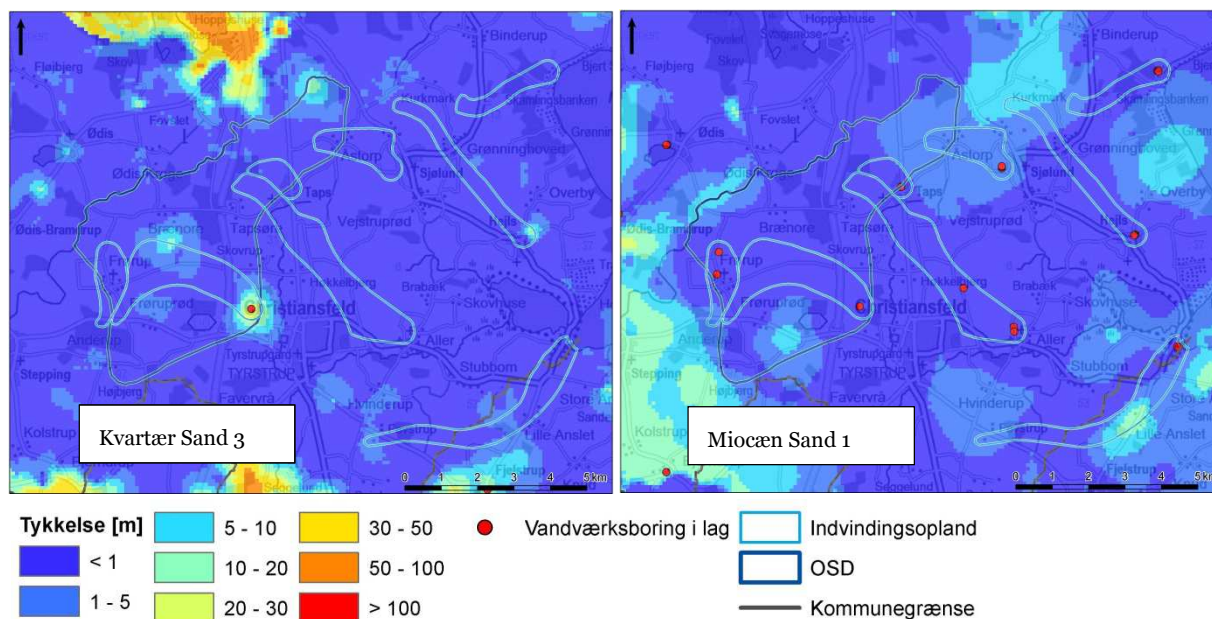


Figur 4.8 Udbredelse og tykkelse af magasinet "Kvartær Sand 2". Vandværksboringer som indvinder fra magasinet er endvidere angivet.

Fra "Kvartær Sand 2" sker der indvinding til alle områdets vandværker. Christiansfeld Vandværk indvinder dog kun delvist fra magasinet, idet vandværkets to indvindingsboringer indvinder fra hhv. "Kvartær Sand 2" og "Kvartær Sand 3".

Modellaget "Kvartær Sand 3" er tolket som sandet/gruset dalfyld i de tolkede og kortlagte begravede dalstrukturer. Som det fremgår af figur 4.9 er der kun en begrænset udbredelse af laget i det aktuelle kortlægningsområde. Christiansfeld Vandværk indvinder, som tidligere nævnt, fra magasinet. Der synes dog kun at være tale om en forholdsvis lokal udbredelse af magasinet her.

Af figur 4.9 fremgår endvidere udbredelse af det miocæne magasin "Miocæn Sand 1". Som det ses er laget fraværende eller meget tyndt indenfor OSD og indvindingsoplandene. Umiddelbart vest for OSD optræder det miocæne magasin som et mere sammenhængende og tykkere magasin, hvilket også passer godt med den generelle forståelse af geologien, idet der er sket en større erosion af de miocæne aflejringer i den østlige del af området.



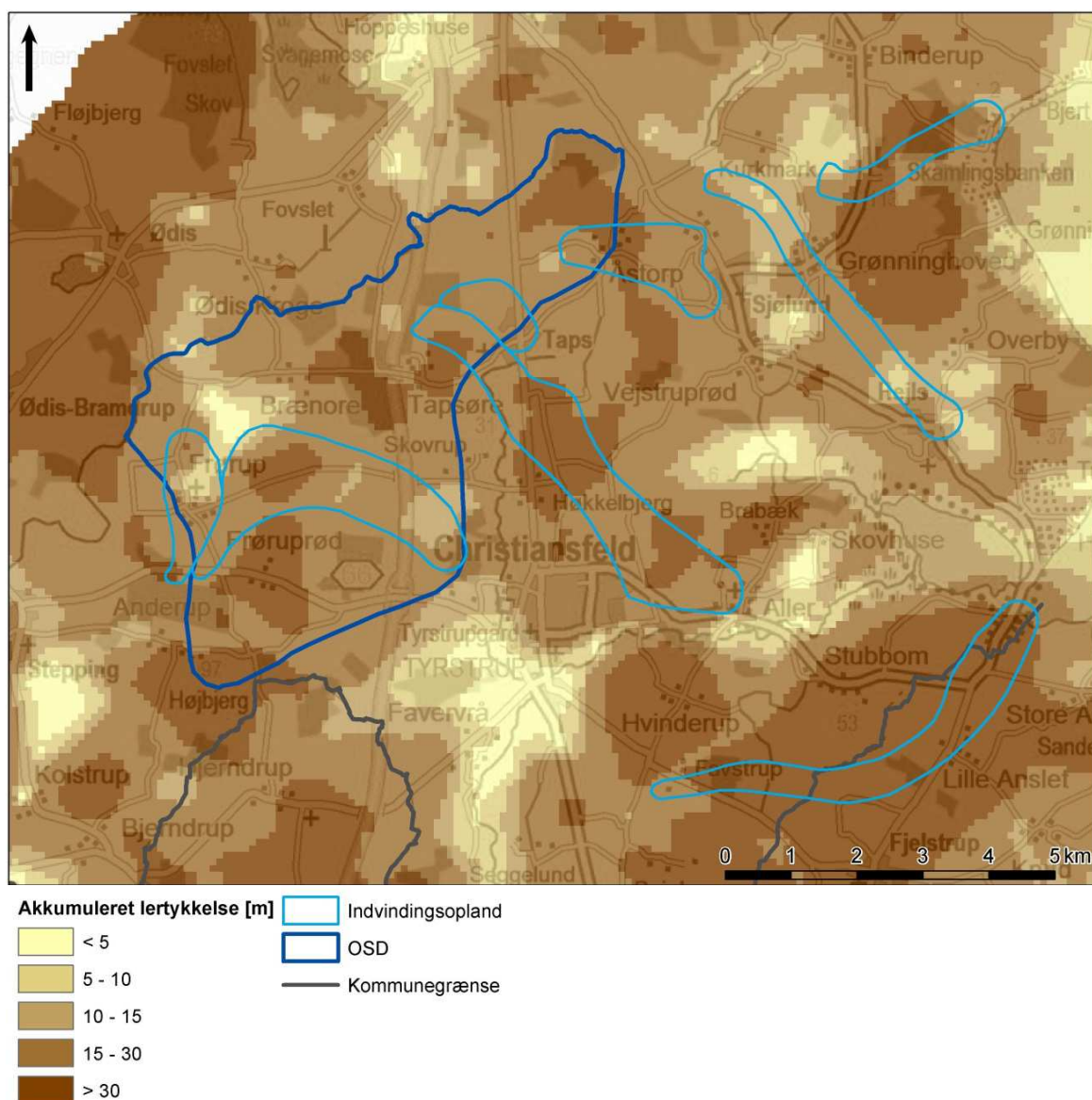
Figur 4.9 Udbredelse af det kvartære magasin "Kvartær Sand 3" og det miocæne magasin "Miocæn Sand 1"

"Miocæn Sand 2" er ikke vist på en figur, men er ligeledes meget tyndt eller helt fraværende indenfor OSD og indvindingsoplandene, men er udbredt i den sydvestlige del af området samt mere mod nord ved Tapsøre og nord for Sjølund.

4.2.4 Dæklag

Med udgangspunkt i modellagene fra den hydrostratigrafiske model er udbredelsen og tykkelsen af dæklagene over grundvandsmagasinerne beskrevet og præsenteret.

Det øverste primære grundvandsmagasin udgøres af "Kvartær Sand 2". Dæklagene over dette magasin udgøres af lerlagene "Ler 1" og "Ler 2" samt "Sand 1". I forhold til grundvandsbeskyttelsen af magasinet er det de lerede dæklag, der er de væsentligste. På figur 4.10 er vist den akkumulerede lertykkelse over "Kvartær Sand 2", som er en sum af "Ler 1" og "Ler 2". Der er ved beregningen ikke taget hensyn til hvorvidt dele af lerlaget er opsprækket og iltet.



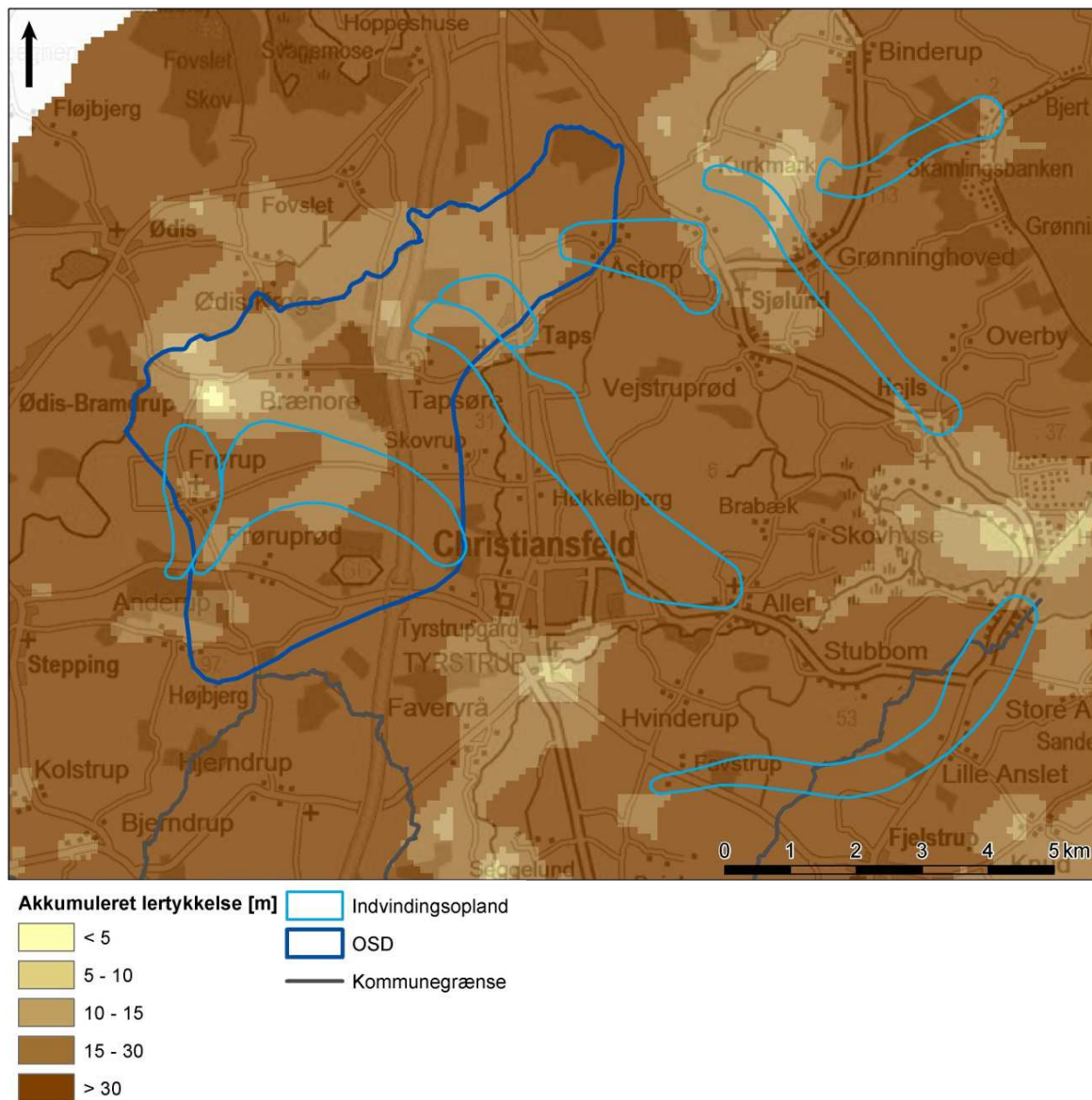
Figur 4.10 Akkumuleret lertykkelse over "Kvartær Sand 2".

Som det ses af figur 4.10, er der i hovedparten af kortlægningsområdet mere end 10 m akkumuleret ler over laget "Kvartær Sand 2". Indenfor OSD og til dels indvindingsoplandene ses overvejende lertykkelser på mere end 15 m, dog er der i indvindingsoplandet til Hejls Vandværk enkelte delområder med 5-10 m dæklag. Indenfor OSD ses nord for Frørup et område med et lerdække på under 5 m.

Det kvartære sandmagasin "Kvartær Sand3" udgør det næste af de primære grundvandsmagasiner efter "Sand 2". Beskyttelsen af grundvandsmagasinet udgøres af den akkumulerede lertykkelse over "Kvartær Sand 2"

plus tykkelsen af "Ler 3". "Ler 3" repræsenterer det nederste kvartære lerlag og består primært af moræner, smeltevandsler, smeltevandssilt. Der er generelt tolket mægtigheder af "Ler 3" på over 15 m i kortlægningsområdet, hvorfor den akkumulerede lertykkelse bliver mere end 15 m og mange steder mere end 30 m tyk. Det skal bemærkes, at der heller ikke ved denne beregning er taget hensyn til hvorvidt dele af lerlaget er opsprækket og iltet.

På figur 4.11 ses den akkumulerede lertykkelse over "Kvartær Sand 3".



Figur 4.11 Akkumuleret lertykkelse over "Kvartær Sand 3".

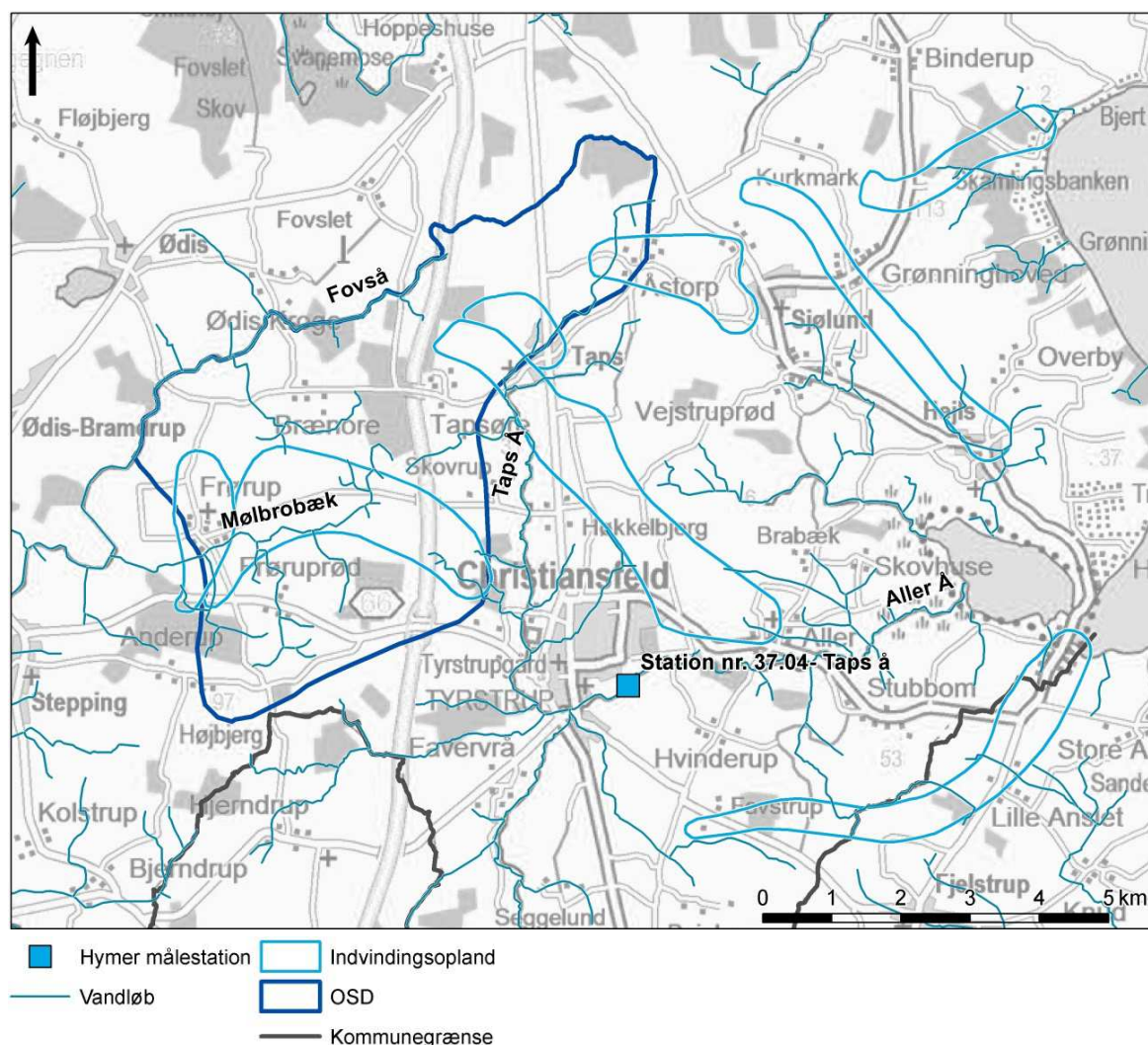
4.3 Hydrologiske forhold

Beskrivelsen af de hydrologiske forhold i området omfatter en beskrivelse af overfladerecipienterne, herunder navnlig vandløbene, samt en beskrivelse af de potentiale- og strømningsmæssige forhold i grundvandsmagasinerne. Beskrivelsen bygger på Jupiter data, Orbicons HYMER-database med bl.a. vandløb og målestationer og ikke mindst på den grundvandsmodel, der er opstillet for området.

4.3.1 Overfladerecipienter

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

Vandløbenes beliggenhed fremgår af figur 4.12. OSD Christiansfeld gennemskæres af et nord-sydgående vandskel. Således afvander vandløbene i den østlige del af kortlægningsområdet til Lillebælt, mens vandløbene i den vestlige del af området generelt løber mod vest. Vandløbene i den vestlige og centrale del af OSD, hhv. Mølbrobæk ved Frørup og Fovså, som løber langs OSD's nordlige grænse, løber begge til Nørreå, som udenfor området bliver til Gram Å, som fortsætter mod vest. Taps Å løber fra Taps og sydpå sydvest om Christiansfeld by, og fortsætter mod øst, syd om Aller by, for at udmunde i Hejls Nor ved Hejlsminde.



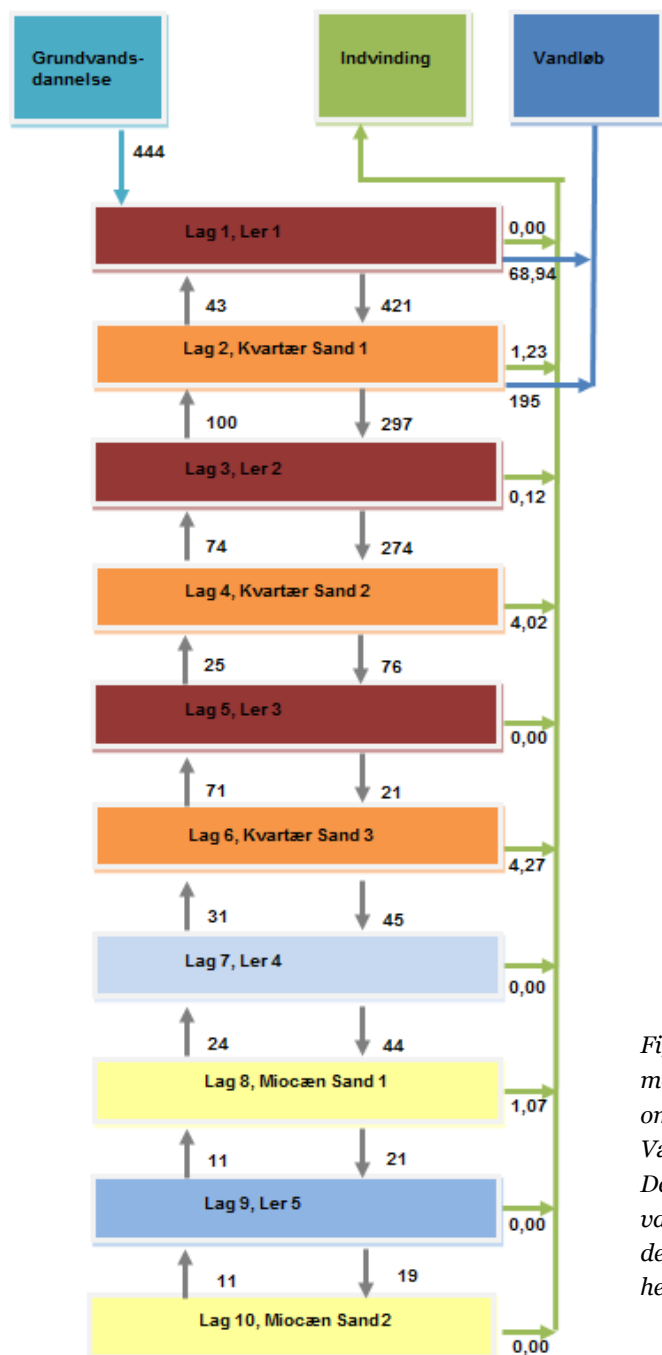
Figur 4.12 Vandløb, søer og målestationer i kortlægningsområdet.

4.3.2 Vandbalance og potentialeforhold

Med udgangspunkt i den opstillede hydrostratigrafiske model, jf. afsnit 4.2, er der opstillet en grundvandsmodel i området /16/. Grundvandsmodellen dækker hele Kortlægningsområde Christiansfeld samt Kortlægningsområde Bramdrup, beliggende syd herfor, og dækker et areal på i alt 384 km². Modelområdet fremgår af figur 4.1b.

Den gennemsnitlige nettonedbør i modelområdet er vurderet til 444 mm/år. Grundvandsmodellens beregninger viser, at nettonedbøren for en stor dels vedkommende afstrømmer fra området via vandløb og dræn, mens kun en mindre del foregår som direkte udstrømning til kysten.

På figur 4.13a ses vandbalancen for den hydrologiske model.

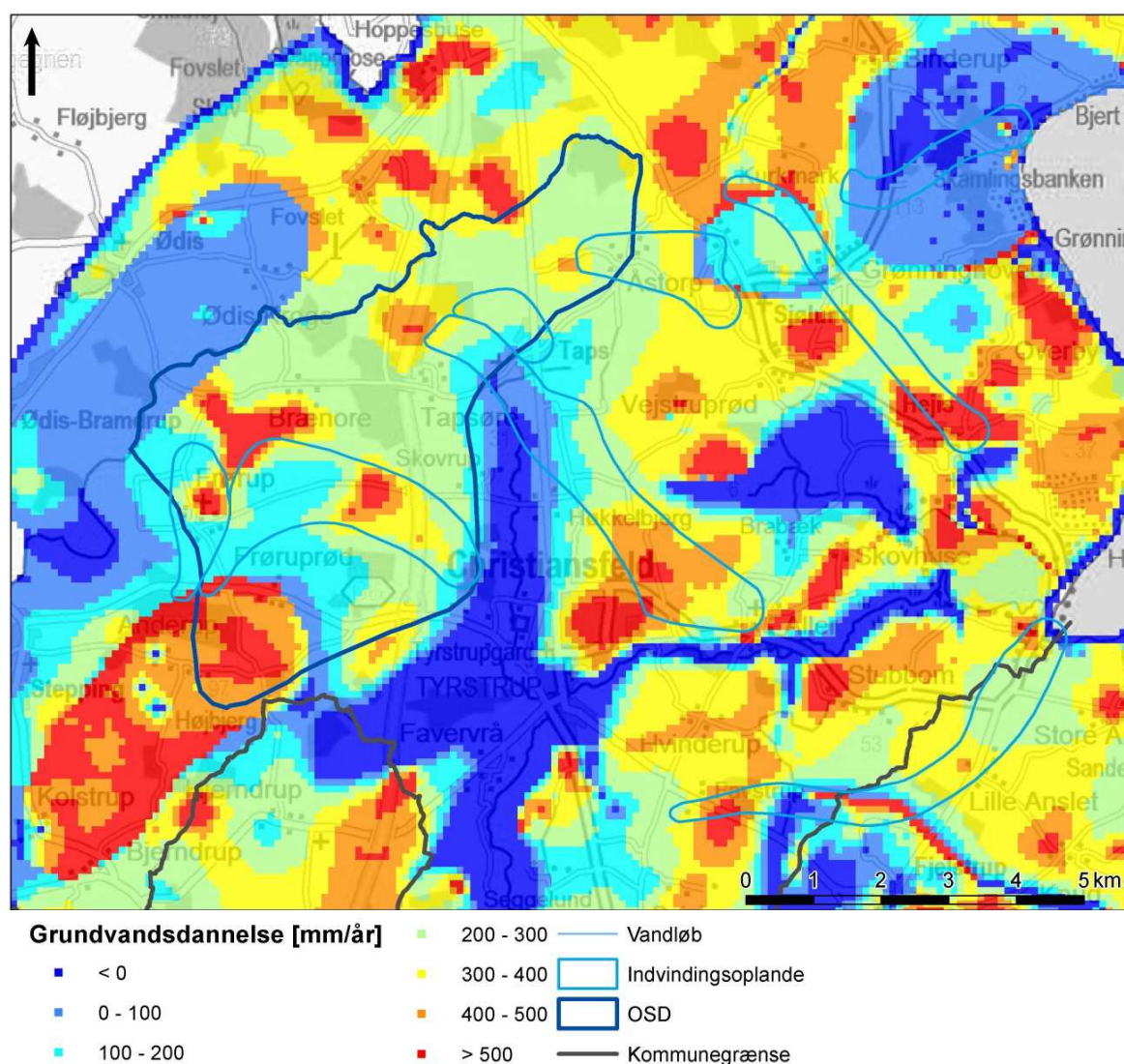


Figur 4.13a Vandbalance for den hydrologiske model dækkende både Bramdrup Kortlægningsområde og Christiansfeld Kortlægningsområde. Værdierne er opgivet i enheden mm/år. Det skal bemærkes, at der også foregår en vandbevægelse over modelranden. Størrelsen af denne vandmængde er ikke vist på figuren. Der henvises til grundvandsmodellen /16/.

Infiltrationen til grundvandsmagasinerne indenfor det hydrologiske modelområde reduceres med dybden fra nettonedbørens 444 mm/år til det øverste terrænnære lag, 421 mm/år til "Kvartær Sand 1", 274 mm/år til "Kvartær Sand 2", 21 mm/år til "Kvartær Sand 3", 44 mm/år til "Miocæn Sand 1" og 19 mm/år til "Miocæn Sand 2". Inden for OSD Christiansfeld, som udgør 28,5 km², svarer dette til en årlig grundvandsdannelse på 12 mio. m³ til det øverste magasin "Kvartær Sand 1" og 7,8 mio. m³ til "Kvartær Sand 2". Den årlige grundvandsdannelse er betydelig i forhold til den samlede vandindvinding, der foregår indenfor OSD, jf. kapitel 3.

Det skal bemærkes, at baggrunden for at grundvandsdannelsen til lag 8, "Miocæne Sand 1" er større end til lag 6, "Kvartær Sand 3" bl.a. hænger sammen med at der sker grundvandsstrømning ind over modelranden, men også at "Kvartær Sand 3" kun har en forholdsvis begrænset udbredelse.

På figur 4.13b ses fordelingen af grundvandsdannelsen til magasinet "Kvartær Sand 2".

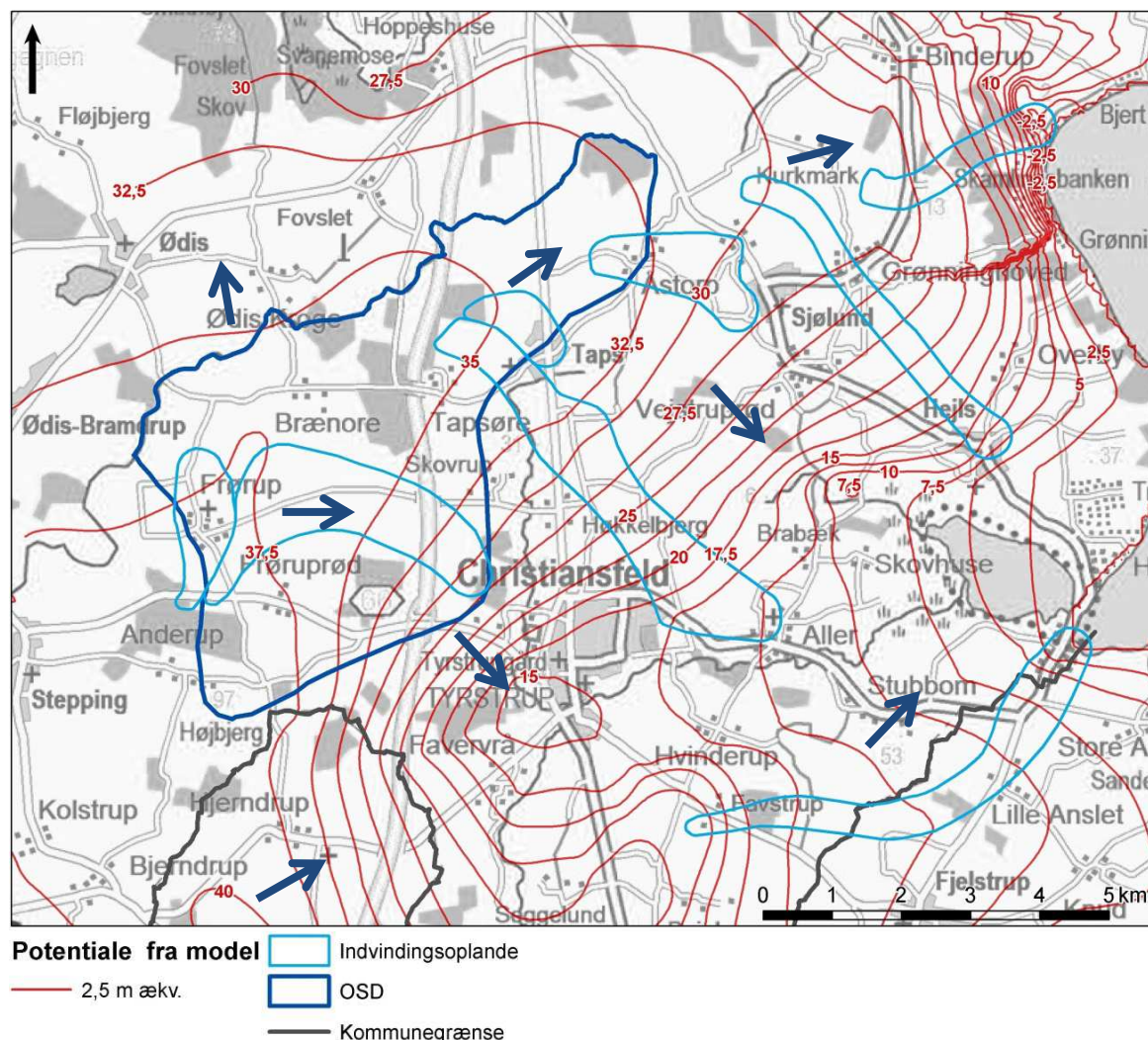


Figur 4.13b Grundvandsdannelse til "Kvartær Sand 2". Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser ingen grundvandsdannelse og opadrettet grundvandsstrømning.

Grundvandsdannelsen er ikke jævnt fordelt i hele kortlægningsområdet, således er grundvandsdannelsen generelt størst i den sydvestlige del af OSD samt omkring Hejls og Christiansfeld.

Grundvandsdannelsen til det primære grundvandsmagasin – ”Kvartær Sand 2” er i høj grad styret af overfladevandssystemet. Således er der opadrettet gradient nær vandløb og drænede områder, f.eks. langs Taps Å, dvs. der sker ingen grundvandsdannelse her.

Vha. grundvandsmodellen er potentialet (vandtrykket) i det primære grundvandsmagasin ”Kvartær Sand 2”, beregnet. Det simulerede potentiale for ”Kvartær Sand 2” fremgår af figur 4.14.



Figur 4.14 Simuleret potentiale i ”Kvartær Sand 2”. Pilene angiver den overordnede strømningsretning.

Det ses af figur 4.14, at potentialet er højest i den sydvestlige del af kortlægningsområdet og har toppunkt syd for OSD Christiansfeld ved Bjerndrup. Potentialet når, indenfor kortlægningsområdet, op omkring kote 38 m. Potentialet falder mod kysten, dvs. mod øst samt mod sydøst, og er således omkring kote 25 m ved Sjølund og kote 12,5 m ved Aller. Et vandskel deler OSD Christiansfeld i en linje gående mellem Frørup og Binderup. Således strømmer vandet i den nordlige del af OSD Christiansfeld mod nord-nordvest, mens grundvandet i den nordøstlige samt sydlige del af OSD strømmer i øst-sydøstlig retning.

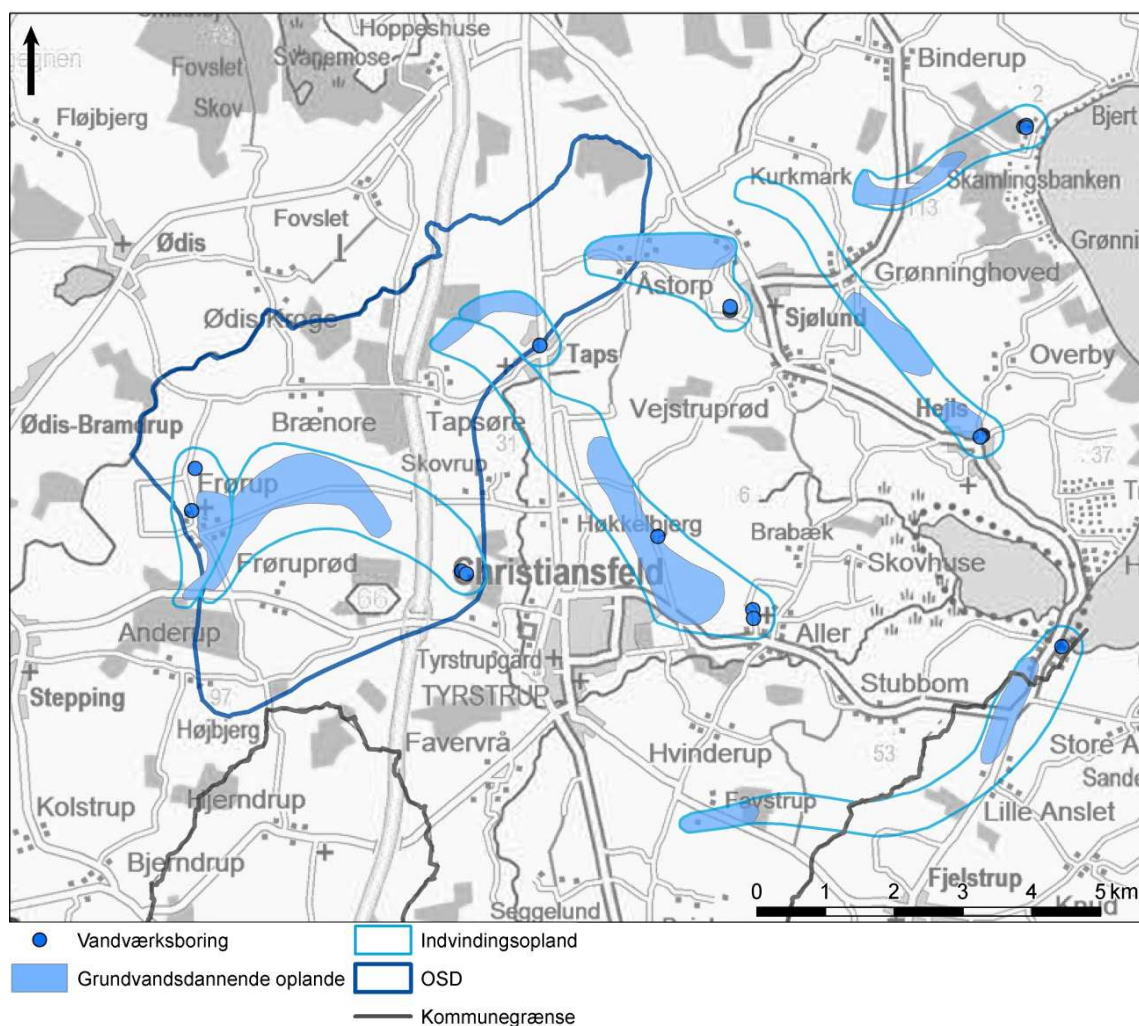
4.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande

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

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

Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er beregnet ved "backwards tracking" af "partikler" fra indvindingsboringerne. I hver beregningscelle med indvindingsboringer er der indlagt 294 partikler. Partiklerne er derefter fulgt baglæns ved partikeltracking til grundvandsspejlet nær terræn. Der er udført en usikkerhedsvurdering på 200 års indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande fra den kalibrerede model. Usikkerhedsvurderingen er baseret på en stokastisk beregningsrutine, hvor alle horisontale hydrauliske ledningsevner er varieret. Hermed opnås en vifte af forskellige partikelbaner, og der kan i hver beregningscelle beregnes sandsynlighed for at cellen "rammes" af en partikelbane.

De endelige indvindingsoplande er en kombination af partikelbanerne fra den kalibrerede model efter 200 år med en buffer på 100 meter, en 300 m zone omkring de aktive vandværksboringer og de celler hvor 80 % af partikelbanerne fra den stokastiske analyse rammer. Der er ved optegningen taget udgangspunkt i anbefalingerne i Geo-Vejledning nr. 2 /f/. Resultatet fremgår af figur 4.15.

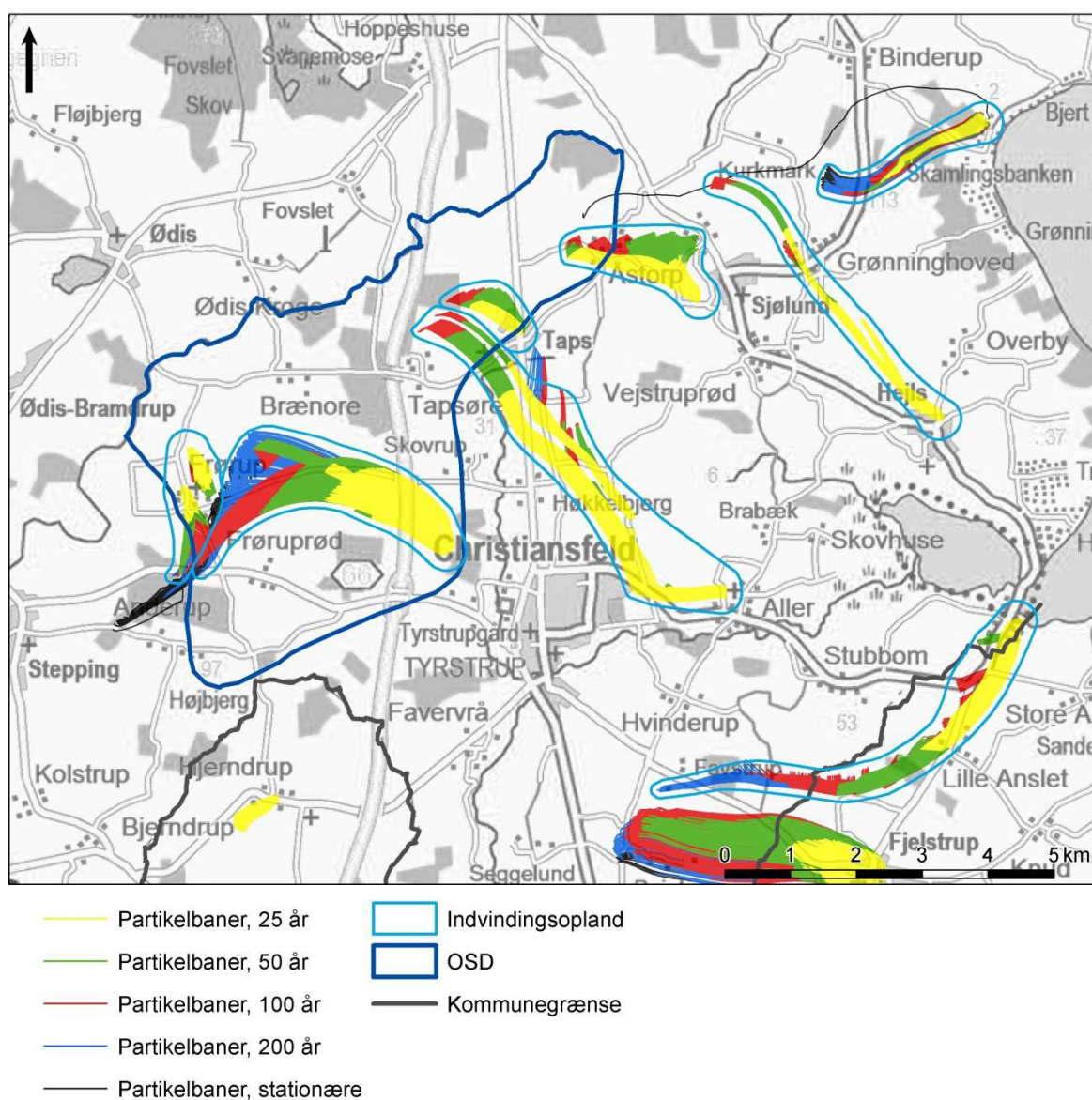


Figur 4.15 Indvindingsoplande og grundvandsdannende områder /16/.

Indvindingsoplandene følger potentialet på figur 4.14, der viser trykforholdene i det primære grundvandsmagasin "Kvartær Sand 2" indenfor området.

De grundvandsdannende oplande der fremgår af figur 4.15 er de områder, hvor vandpartiklerne ender ved grundvandsspejlet nær terræn, når grundvandsmodellen modelteknisk "trækker" vandpartiklerne baglæns fra borerne og op til der, hvor vandet siver ned. Partikelbanerne er ved afgrænsningen af disse områder ikke standset ved 200 år, men løber indtil de når grundvandsspejlet nær terræn. Også ved de grundvandsdannende oplande er der foretaget en række stokastisk kørsler, og ved de optegnede grundvandsdannende oplande er det sikret, at de grundvandsdannende oplande indeholder de celler, hvor 80 % af de stokastiske kørsler ender.

Der er udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser, hvor mange år vandpartiklerne er undervejs til borerne. Aldersfordelingen viser kun antal år som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke medregnet. Under alle omstændigheder bør aldersfordelingen ikke antages eksakt, men giver en god indikation om hvorvidt 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 figur 4.16.



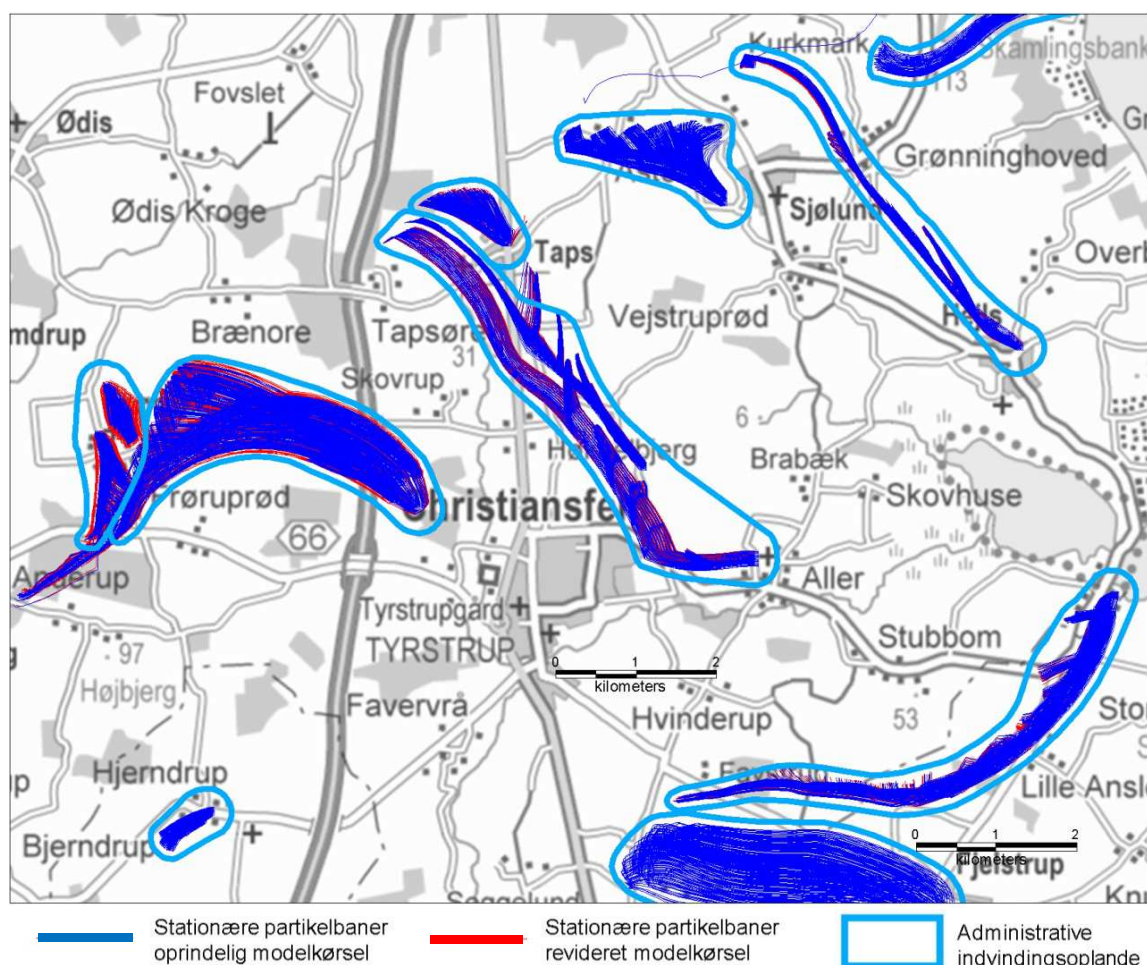
Figur 4.16 Indvindingsoplande og aldersfordelingen indenfor disse.

Indvindingsoplandenes afgrænsning er en smule anderledes end afgrænsningen af aldersfordelingen. Dette hænger sammen med at resultaterne af de stokastiske oplandsberegninger og 300 meter zonen omkring vandværksboringerne indgår i indvindingsoplandenes afgrænsning.

Ændret indvindingstilladelse

Der er ved beregning af indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande taget udgangspunkt i den tilladte indvindingsmængde for hvert vandværk, jf. tabel i figur 3.1 i kapitel 3. Tilladelsen til Frørup Vandværk var således på 40.000 m³, da partikelbanesimuleringerne blev gennemført i forbindelse med opstillingen af grundvandmodellen /16/. Da Kolding Kommune i maj måned 2013 har givet Frørup Vandværk en markant højere indvindingstilladelse på 130.000 m³, er der i forbindelse med udarbejdelsen af denne redegørelsesrapport gennemført partikelbanesimuleringer med den nye indvindingstilladelse. Langt hovedparten af partikelbanerne holder sig indenfor de allerede beregnede partikelbaner, men oplandet blev en smule bredere i den østlige del af oplandet, dvs. over mod indvindingsoplandet for Christiansfeld Vandværk, end ved den tidligere modelkørsel. Ved de oplande som fremgår af figur 4.16, og på figurene i rapporten i øvrigt, er der taget hensyn til en indvindingstilladelse på 130.000 m³.

Da Kolding Kommune planlægger at tildele en række af vandværkerne nye indvindingstilladelser i den nærmeste fremtid, er det i forbindelse med denne redegørelse vurderet, hvilken betydning de forventede ændrede indvindingstilladelser har på partikelbanerne og dermed på indvindingsoplandene. Tilladelsen til Christiansfeld Vandværk er i grundvandsmodellen ændret fra 300.000 til 330.000 m³. Tilladelsen til Aller Vandværker er ændret fra 65.000 til 95.000 m³. Tilladelsen til Taps Vandværk er ændret fra 43.000 til 50.000 m³. Tilladelsen til Hejls Vandværk er ændret fra 100.000 til 115.000 m³ og tilladelsen for Frørup Vandværk er ændret fra 40.000 til 130.000 m³. På figur 4.17 ses partikelbanerne før og efter de ændrede tilladte mængder.



Figur 4.17 Partikelbaner ved ændrede tilladte indvindingsmængder.

Som det fremgår af figur 4.17 har ændringerne til den tilladte mængde kun beskednen betydning for udbredelsen af partikelbanerne. Størst betydning ses ved Frørup Vandværk, som jo også har den mest markante ændring i tilladt indvindingsmængde, men der er, som tidligere nævnt, taget hensyn til dette ved afgrænsningen af de administrative indvindingsoplande.

4.4 Grundvandskvalitet

Grundvandets kemiske sammensætning er et produkt af alle de påvirkninger, vandet har været udsat for på vejen fra terrænoverfladen til indtagsfiltret. Den kemiske sammensætning af en vandprøve afspejler derved indirekte vandets alder, dæklagenes beskaffenhed og det geokemiske miljø generelt.

Nedenfor beskrives de væsentligste hovedstoffer, herunder de hovedstoffer og miljøfremmede stoffer, der kræver opmærksomhed i forhold til grundvandskvaliteten.

Beskrivelsen bygger på rapport om de grundvandskemiske forhold /14/. Dataene er Jupiter data udtrukket i april måned 2013.

4.4.1 Naturlige stoffer

Nitrat

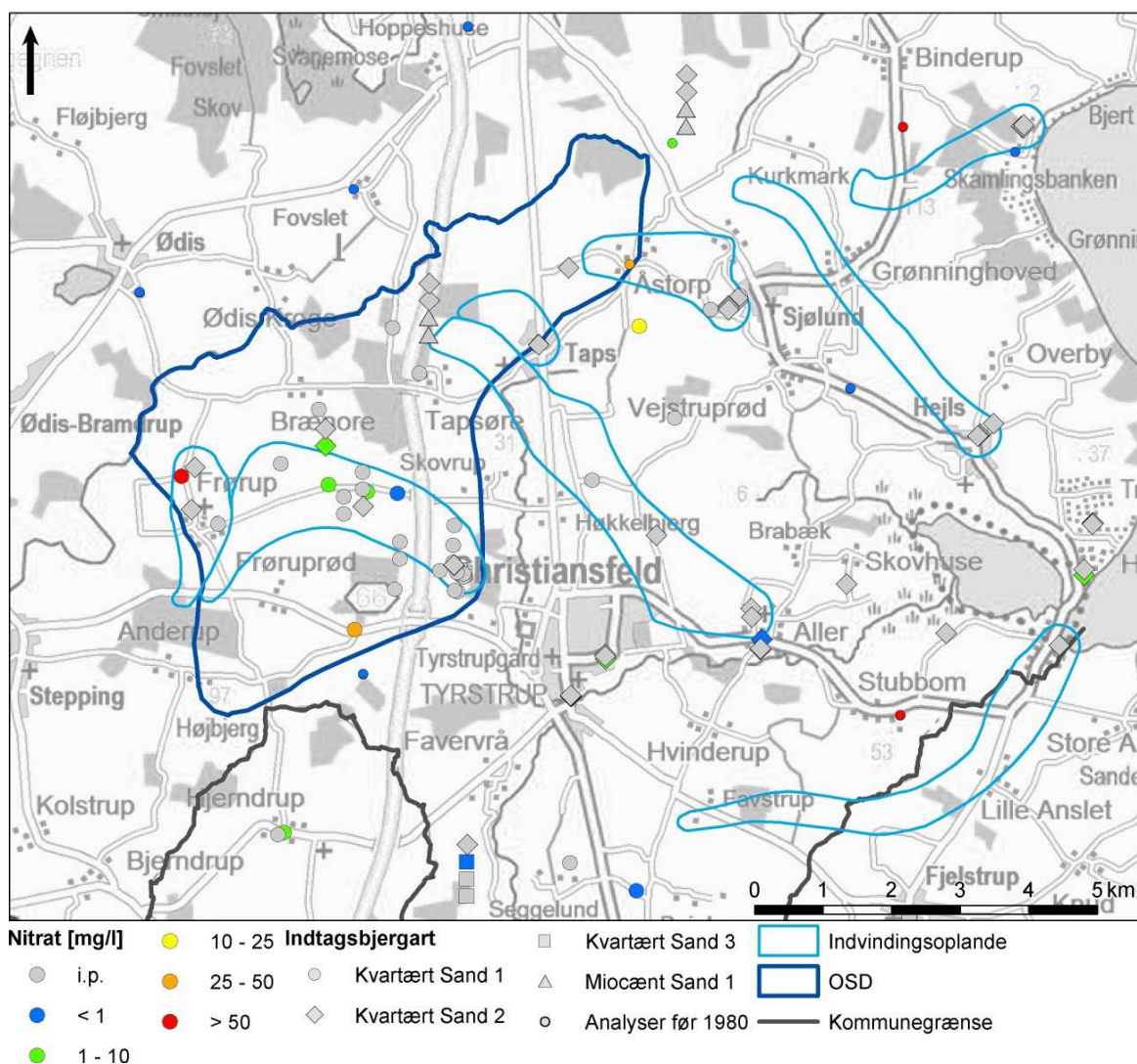
Nitrat er væsentligt i forhold til at vurdere grundvandskvaliteten og grundvandsmagasinet's sårbarhed. Grænseværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l.

Er der målt nitrat i grundvandet, kan grundvandsmagasinet karakteriseres som sårbart overfor påvirkninger fra overfladen, hvilket kan betyde at magasinet også kan være sårbart overfor andre stoffer som f.eks. miljøfremmede stoffer.

Nitrat stammer fra gødningen, som spredes på landbrugsarealerne, men der vil også under naturarealer ske en udvaskning af nitrat i forbindelse med nedbrydningen og omsætningen af det organiske stof i jordbunden. Udvaskningen under naturarealer er dog betydeligt mindre end under landbrugsarealer.

Hvorvidt den nedsivende nitrat når grundvandsmagasinet, afhænger af jordens evne til at nedbryde og omsætte nitraten. Såfremt jordlagene har tilstrækkelig med reduktionskapacitet, i form af bl.a. pyrit, vil nitraten blive nedbrudt længe før, det når grundvandsmagasinet.

På figur 4.18 er vist nitrattindholdet i borerne.



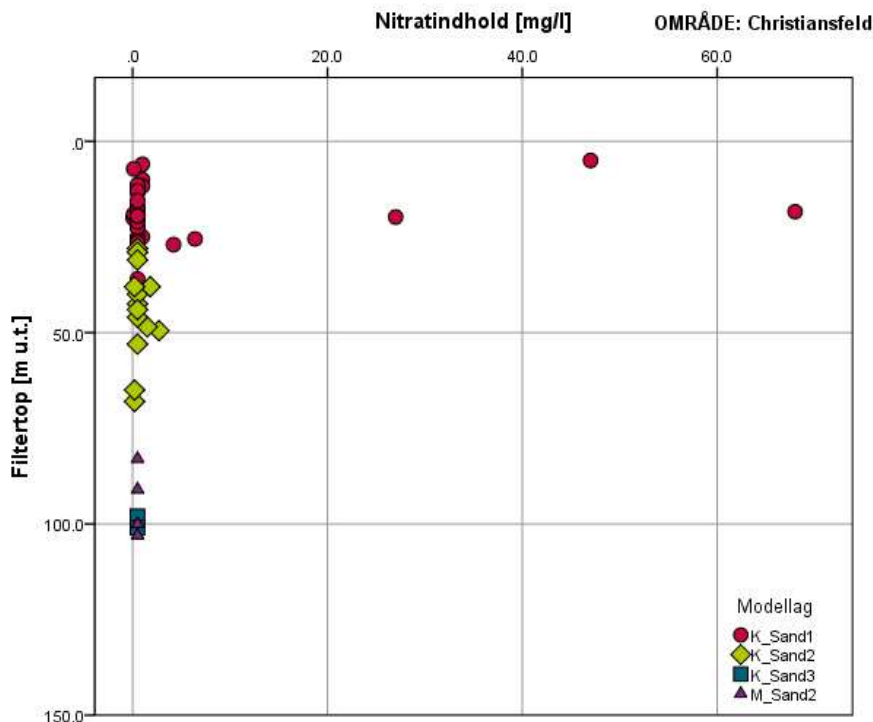
Figur 4.18 Nitratindhold i borerne i de respektive grundvandsmagasiner i kortlægningsområdet.

Det er primært i de to øverste kvartære magasiner, "Kvartær Sand 1" og Kvartær Sand 2", der er påvist indhold af nitrat, mens der i det nederste kvartære sandmagasin "Kvartær Sand 3" samt i "Miocænt Sand 1" ikke er fundet nitrat indenfor OSD og indvindingsoplande.

De højeste koncentrationer er fundet i den sydvestlige del af OSD Christiansfeld. Den højeste koncentration på 68 mg/l er fundet i DGU nr. 142.569 (privat husholdningsboring) beliggende ved Frørup indenfor OSD og indenfor indvindingsoplandet til Frørup Vandværk. Denne boring er den eneste i hele kortlægningsområdet, hvor nitratindholdet overskrider grænseværdien på 50 mg/l. Indholdet af nitrat i grundvandet vurderes at være lavt i kortlægningsområdet som helhed.

En indvindingsboring tilhørende et vandværk har et nitratindhold i råvandet over 1 mg/l. Der er tale om boring DGU nr. 142.918 tilhørende Taps Vandværk, hvor råvandet ved seneste analyse havde et nitratindhold på 1,8 mg/l. I den forrige analyse indeholdt råvandet ikke nitrat. Det skal bemærkes at boringen og dermed nitratindholdet ikke kan ses på figur 4.18, da boringen er "skjult" under vandværkets anden boring DGU nr. 142.951, som er uden nitrat. De 1,8 mg/l nitrat kan muligvis skyldes omsat ammonium i forbindelse med vandprøvetagningen.

På figur 4.19 er nitratindholdet sammenholdt med dybden til filtertop indenfor OSD. Data er inddelt efter magasinlag. De højeste nitratkoncentrationer er fundet i "Kvartær Sand 1". I Christiansfeld OSD området er påvist nitrat over 1 mg/l i otte borer.



Figur 4.19 Nitratindhold sammenholdt med filtertop.

Det fremgår af figuren, at der i enkelte borer er trængt nitrat ned til ca. 30 mut., i nogle få borer er der fundet et minimalt nitratindhold ned til 50 mut. Der er dog mange borer højere i lagserien, hvor der ikke er fundet nitrat. Der er således ikke tale om, at nitratfronten er trængt 30 mut. eller 50 mut., men lokalt kan dette altså være tilfældet, fx som følge af skråtstillede lag som kan give en skorstenseffekt. Umiddelbart vurderet ligger nitratfronten generelt indenfor de øverste 5-10 mut.

Der er ikke tilstrækkeligt med data til at vurdere den tidlige udvikling i nitratindholdet for nogle af de borer som indeholder nitrat.

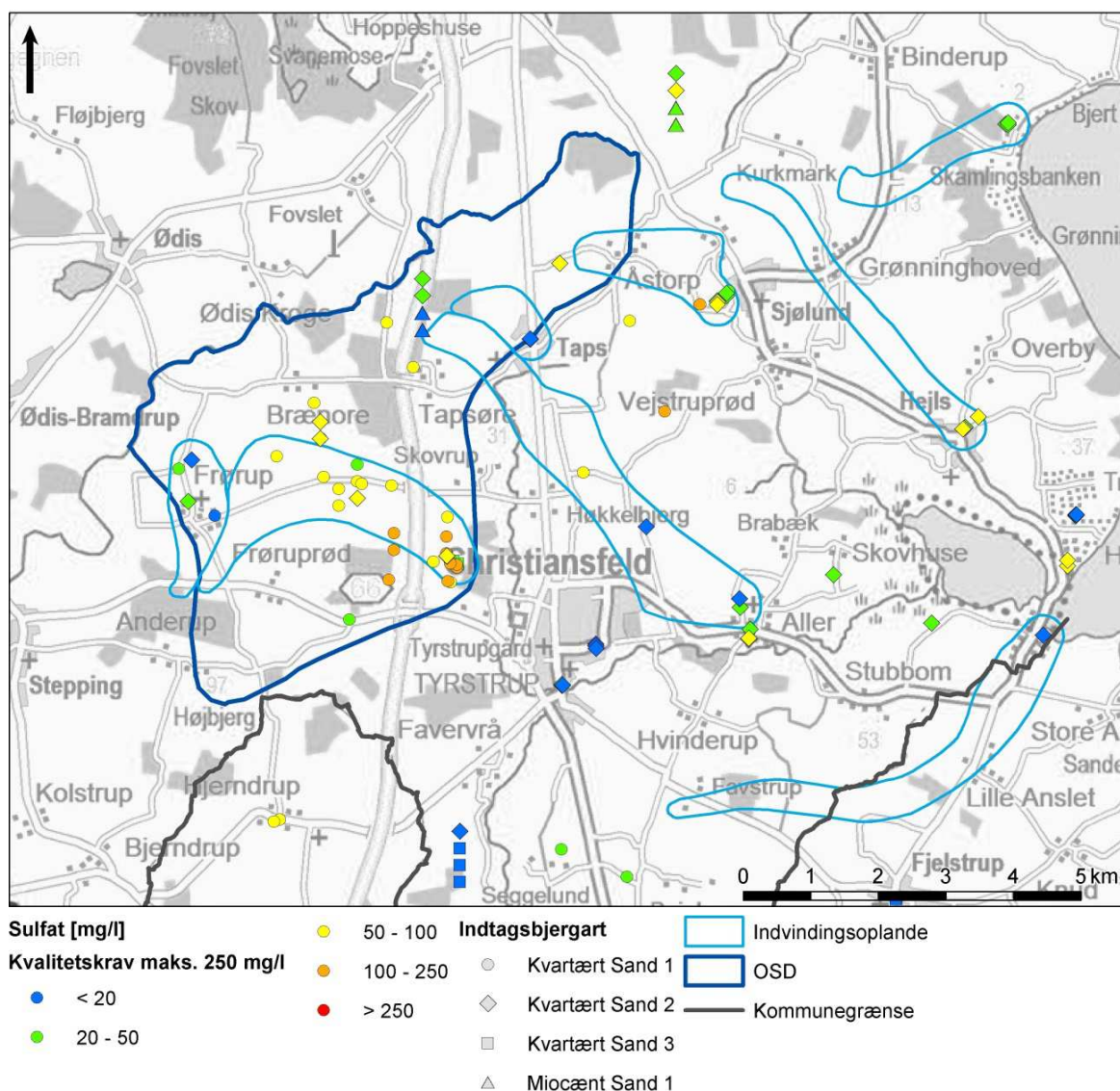
Sammenfattende for nitrat kan det konkluderes, at der generelt ikke er nitrat i grundvandsmagasinerne og der hvor nitrat er til stede er der primært tale om lave koncentrationer. I enkelte borer, primært i området omkring Frørup, er dog påvist et forhøjet indhold af nitrat. Nitrat bør lokalt kræve opmærksomhed i forhold til drikkevandsindvindingen, men er ikke et generelt opmærksomhedspunkt.

Sulfat

Et sulfatindhold over 50 mg/l indikerer, at der er tilført mere sulfat til grundvandet, end der naturligt er indeholdt i det nedsivende vand. Kilden vil ofte være pyritoxidation. Pyritoxidation finder sted, når atmosfærisk ilt eller nitratholdigt vand passerer jordlag med indhold af pyrit (FeS_2). Pyritoxidationen reducerer ilt- og nitratindholdet under dannelse af bl.a. sulfat. Et højt sulfatindhold kan derfor skyldes, at grundvandsmagasinet og/eller de overliggende jordlag er belastet med nedsivende nitrat eller, at vandspejlet, som følge af grundvandssænkning, ligger lavt således, at der kan trænge atmosfærisk ilt dybt ned i jordlagene. Grænseværdien for sulfat i drikkevand er 250 mg/l.

Et lavt indhold af sulfat under 20 mg/l indikerer, at der er tale om sulfatreducerende forhold i magasinet, hvor sulfat omdannes til sulfid og svovlbrinte.

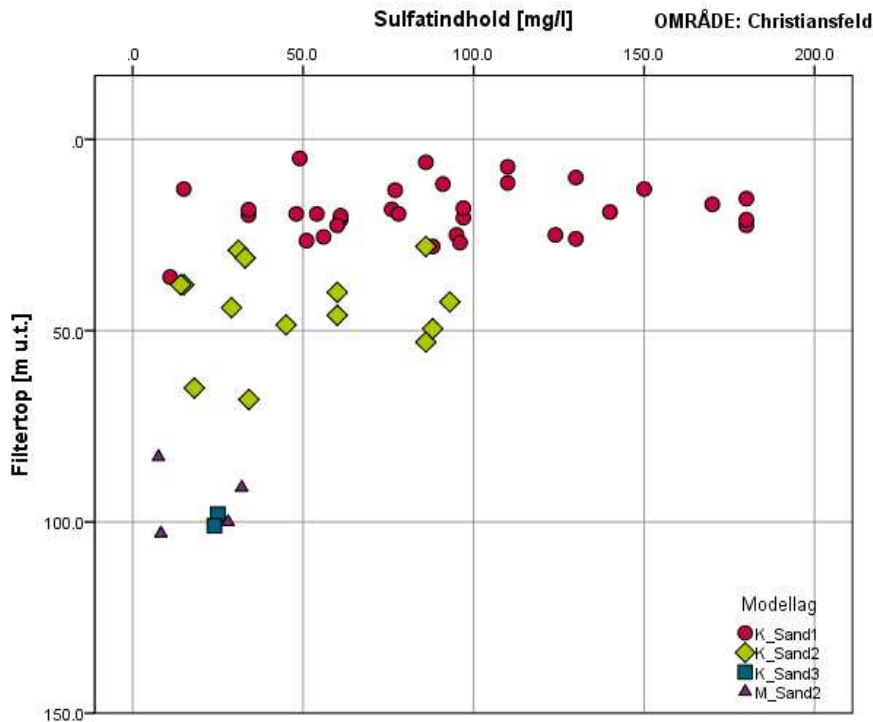
På figur 4.20 ses fordelingen af sulfatindholdet i borerne.



Figur 4.20 Sulfatindhold i borerne i de respektive grundvandsmagasiner i kortlægningsområdet.

Der er i en stor del af borerne påvist forhøjet indhold af sulfat over 50 mg/l. De højeste sulfatkoncentrationer er påvist i OSD. De forhøjede sulfatkoncentrationer tyder på, at der i kortlægningsområdet sker en øget pyritoxidation, som følge af nitratreduktion eller som følge af vandspejlsænkninger i forbindelse med vandindvinding. Ved Christiansfeld Vandværk skyldes de høje sulfatkoncentrationer dog, at vandværket foretager en såkaldt in situ iltning, hvor der sendes ilt ned i magasinet, således at jern og mangan udfældes i magasinet. Dette betyder dog også, at der vil foregå en pyritoxidation, som bevirker et forhøjet sulfatindhold.

På figur 4.21 er sulfatindholdet sammenholdt med dybden til filtertop inden for OSD Christiansfeld.



Figur 4.21 Sulfatindhold sammenholdt med filtertop.

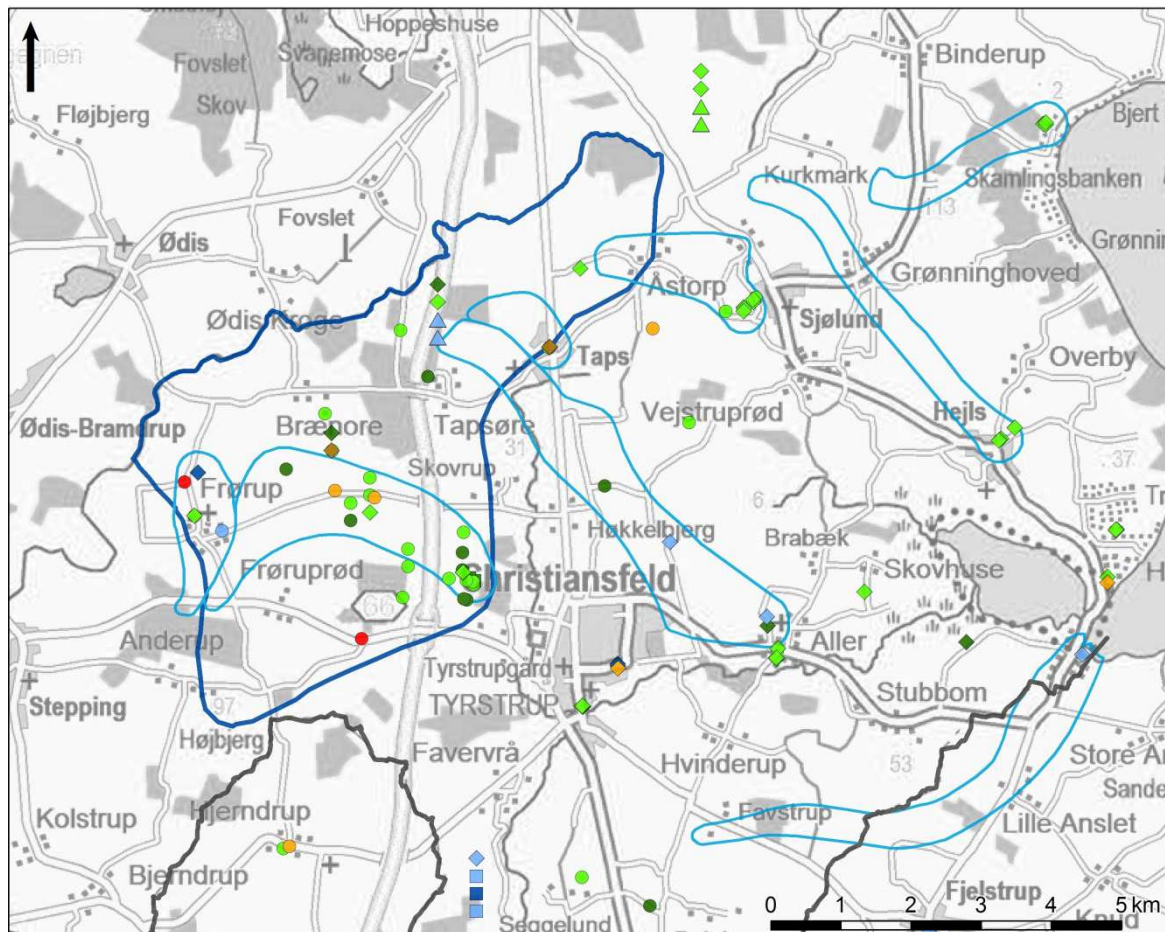
Som det fremgår af figur 4.21, er der en god sammenhæng mellem dybde og sulfatindhold. Således er der fundet sulfat i høje koncentrationer inden for de øverste godt 50 meter. Overvejende indeholder de dybe kvartære og prækvartære borer (”Kvartær Sand 3” og ”Miocæn Sand 2”) meget lidt sulfat, mens der i borerne filtersat i de to øvre kvartære lag (”Kvartær Sand 1” og ”Kvartær Sand 2”) ses en større spredning på sulfatkoncentrationerne.

I rapport om de grundvandskemiske forhold /14/ er den tidlige udvikling i sulfatindholdet vurderet. Generelt synes indholdet at være rimeligt stabilt i grundvandsmagasinet, også i de borer der har et højt indhold af sulfat. Enkelte vandværksboringer, herunder Sjølund Vandværks DGU nr. 143.352 udviser en svag stigende tendens, fra 37 mg/l i 1999 til 53 mg/l i 2012.

Der er generelt ikke forhøjede værdier af andre naturlige stoffer i grundvandet i Christiansfeld Kortlægningsområde. Der er således ikke forhøjede kloridkoncentrationer eller høje koncentrationer af arsen.

4.4.2 Vandtype

Ud fra en række af de redoxfølsomme hovedstoffer og beregnede parametre: Ilt, nitrat, sulfat, jern, metan og forvittringsgrad, har Miljøstyrelsen opstillet en klassifikation i 4 vandtyper /d/. På figur 4.22 er vist fordelingen af disse vandtyper i kortlægningsområdet.



Vandtype	● C	Indtagsbjergart	□ Indvindingsoplande
● A	● Cx	○ Kvartært Sand 1	□ OSD
● B	● D	◇ Kvartært Sand 2	— Kommunegrænse
● Bx	● Dx	■ Kvartært Sand 3	
	▲	▲ Miocænt Sand 1	

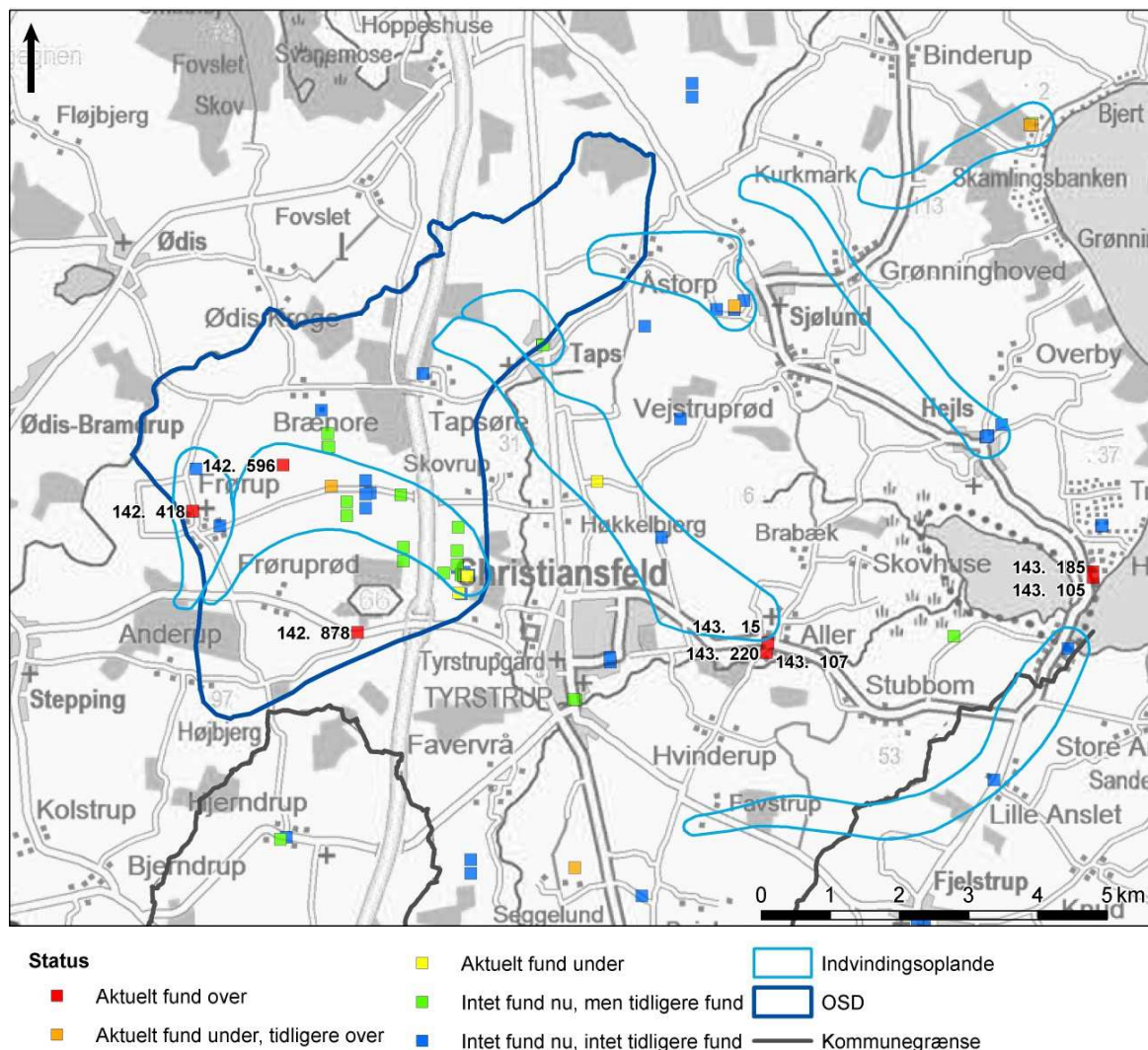
Figur 4.22 Vandtyper i kortlægningsområdet.

Vandtype "x" betyder at der er et modsætningsforhold i vandanalysen der ligger til grund for vandtypebestemmelsen. "Bx" betyder således, at der er jernindhold i vandprøven samtidig med at der er nitrat i vandet. "Cx" betyder omvendt, at der ikke er jern i en ellers reduceret vandprøve. "Dx" kan være fordi vandprøven er forvitret (en forvitningsgrad > 1). Dette burde ikke være tilfældet i en meget reduceret vandprøve.

I hovedparten af borerne i området er vandtypen bestemt til enten C, Cx, D eller Dx, der alle indikerer et mere beskyttet grundvandsmagasin. Boringer med vandtype C og Cx er overvejende tilknyttet hhv. "Kvartært Sand 1" og "Kvartært Sand 2", mens boringer med vandtype D og Dx primært er tilknyttet hhv. "Kvartært Sand 2", "Kvartært Sand 3" og "Miocænt Sand 1". Inden for OSD findes en række borer med vandtyper A eller B, som alle tilhører "Kvartært Sand 1". Boringerne er beliggende i den sydlige del af OSD, primært inden for indvindingsoplandene til hhv. Christiansfeld Vandværk og Frørup Vandværk. Vandtyperne i området viser generelt, at områdets primære grundvandsmagasiner er velbeskyttede fra påvirkninger fra overfladen.

4.4.3 Pesticider

På figur 4.23 er vist fordelingen af boringer, der er analyseret for pesticider. På kortet er endvidere angivet, hvorvidt der er fund eller ej.



Figur 4.23 Fordelingen af pesticidfund.

Inden for OSD og indvindingsoplände er der analyseret 56 boringer, hvoraf der i de 11 boringer er der fund i seneste analyse. De 11 boringer ud af 56 svarer til en fundprocent på 20 % af de analyserede boringer, hvilket er lidt under fundprocenten på landsplan, der i 2009 var på 23 % /5/. Det skal dog bemærkes, at medregnes de boringer hvor der tidligere har været fund er der i alt 29 boringer, hvor der er fund eller har været fund af pesticider.

Det er primært BAM, atrazin og atrazins nedbrydningsprodukter, der er fundet i boringerne. Der har dog også været enkelte fund af hexazinon, diuron, dichlobenil, simazin m.fl.

I figur 4.24 ses en tabel indeholdende boringer beliggende indenfor OSD og /eller indvindingsoplände med pesticidfund i seneste analyse.

Boring DGU nr.	Indhold [µg/l] ¹	Stof	Status for stoffet	Dato for seneste fund	Antal prøver med fund af stoffet
134.386 Mosvig VV	0,021	Hexazinon	Forbudt 1995	28-10-2010	3
134.630 Mosvig VV	0,025	2,4,5-trichlorphenol		04-07-2000	1
142.228 GRUMO (sløjfet)	0,06	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	09-10-2002	7
142.418 Frørup VV (sløjfet)	0,89	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	01-11-2001	1
	0,028	Atrazin	Forbudt 1994	01-11-2001	1
	0,055	Atrazin, desethyl	Atrazin forbudt 1994 ³	01-11-2001	1
	0,024	Atrazin, desisopropy	Atrazin forbudt 1994 ³	01-11-2001	1
142.549 (husholdn)	0,021	2,4-D	Tilladt	18-10-2001	1
	0,1	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	18-10-2001	2
	0,011	Atrazin	Forbudt 1994	18-10-2001	2
142.554 Christiansfeld VV (sløjfet)	0,021	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	23-11-2000	2
142.596 (husholdn)	1,4	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	18-10-2001	2
142.613 Christiansfeld VV	0,011	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	23-11-2000	2
142.878 (husholdn)	0,49	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	18-10-2001	2
	1,2	Atrazin	Forbudt 1994	18-10-2001	2
	0,59	Atrazin, desethyl	Atrazin forbudt 1994 ³	18-10-2001	2
	0,67	Atrazin, desisopropy	Atrazin forbudt 1994 ³	18-10-2001	2
	0,031	Dichlobenil	Dichlobenil forbudt 1997	18-10-2001	2
	0,08	Diuron	Udgået	18-10-2001	2
	0,26	Simazin	Forbudt 2005	18-10-2001	2
	0,027	Terbut.azin.desethyl	Forbudt 1994	18-10-2001	2
143.286 (husholdn)	0,06	BAM	Dichlobenil forbudt 1997 ²	21-09-2012	1
143.380 Sjølund VV	0,01	Alachlor		04-02-1997	1
	0,02	Aldicarb		04-02-1997	1

¹Indhold over grænseværdien på 0,1 µg/l for enkelt pesticid er markeret med **fed**, mens borerer hvor summen af pesticider overskrider grænseværdien for sum af pesticider på 0,5 µg/l er angivet med kursiv.

²Moderstof til BAM

³Moderstof til bl.a. atrazin, desethyl og atrazin, desisopropy

Figur 4.24 Oversigt over borerer beliggende indenfor indvindingsoplade og/eller OSD med pesticidfund i seneste analyse. Der er ikke taget stilling til om borererne stadig er aktive.

I kortlægningsområdet er der fund af pesticider over grænseværdien i tre borerer, DGU nr. 142.418, 142.596 og 142.878. Alle tre borerer er beliggende indenfor OSD. Der er tale om en nu sløjfet boring tilhørende Frørup Vandværk, mens de to sidste er borerer, som hhv. står angivet med boringsanvendelsen "sløjfet" og "brønd", er husholdningsboringer jf. Jupiterdatabasen.

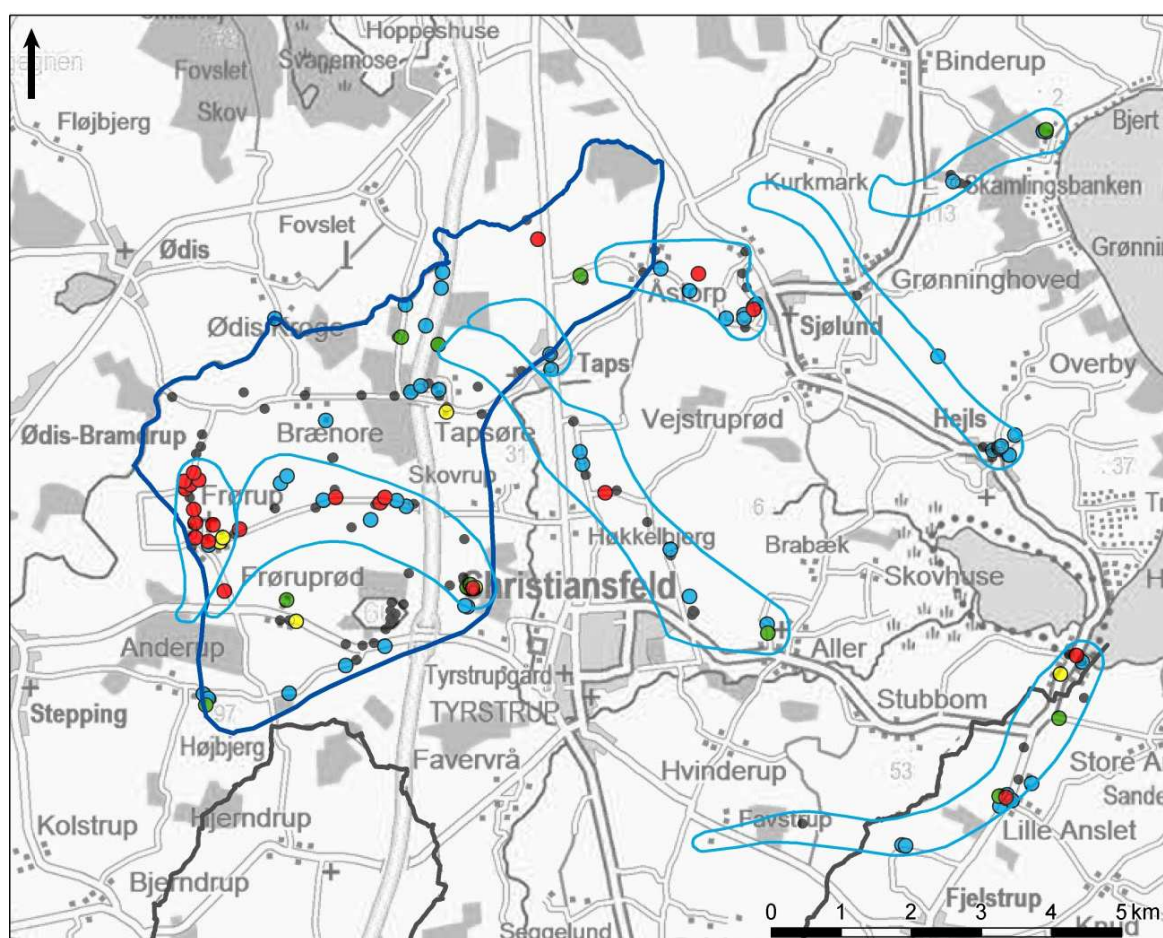
I Aller Vandværks tidligere indvindingsboringer har der ligeledes været fund af pesticider. Borererne er i dag sløjfet (én anvendes dog som reserveboring), og da de lå udenfor OSD og de nuværende indvindingsoplade, fremgår de ikke af tabellen i figur 4.24.

Selvom der er fundet pesticider og nedbrydningsprodukter fra disse i kortlægningsområdet vurderes omfanget, og de stoffer som er fundet, ikke at kræve stor opmærksomhed i forbindelse med indvindingen af drikkevand. Der bør dog generelt være opmærksomhed på pesticider.

4.4.4 Nitratfront og nitratreduktion

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 bedømt i 211 borer ind for OSD og indvindingsoplandenes afgrænsning og er bestemt som den dybde, hvor der sker et farveskift i jordlagene fra gullige, røde og brune farvenuancer til grålige, sorte, grønne og grå farvenuancer. Der tages udgangspunkt i det øverste farveskift. Fastlæggelsen af farveskiftet er foretaget ved en manuel gennemgang af alle borejournaler. I en del borer kan farveskiftet ikke identificeres, fordi farvebeskrivelserne er mangelfulde eller tvetydige, således er der kun bestemt et farveskift i 103 borer. Figur 4.25 viser bedømmelsen af dybden til redoxgrænsen i området.



Figur 4.25 Dybden til redoxgrænsen bestemt ved farveskift i borer.

Som det fremgår af figuren ligger redoxgrænsen for de fleste boringer i indvindingsoplandene udenfor OSD indenfor de øverste 5 m af lagserien, med enkelte boringer som undtagelser, bl.a. i indvindingsoplandet til Hejlsminde Vandværk. Også i OSD ligger redoxgrænsen i mange boringer indenfor de øverste 5 m af lagserien, her er der dog også en del boringer, hvor redoxgrænsen optræder mellem 5 og 10 m eller mellem 10 og 15 m under terræn. I området mellem Christiansfeld Vandværk og Frørup Vandværk er der endvidere mange boringer, hvor redoxgrænsen ligger dybere end 15 m.

4.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed

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

I Christiansfeld Kortlægningsområde består det primære grundvandsmagasin af "Kvartære sand 2", og sårbarheden er således vurderet i forhold til det "Kvartære sand 2". Alle vandværker indvinder således fra dette magasin. Christiansfeld Vandværk har dog også en enkelt boring der er filtersat i et dybere magasin.

Vurderingen af sårbarheden bygger på zoneringsvejledningens principper for fastlæggelse af nitratsårbarhed, der bl.a. bygger på dæklagegenskaberne (lertykkelser) og vandkvaliteten /d/, se figur 4.26.

Nitrat-sårbarhed	Egenskaber for dæklag og grundvandsmagasin	Grundvandskvalitet
Lille	<ul style="list-style-type: none"> • 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 methanzonen og fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C og D
Nogen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

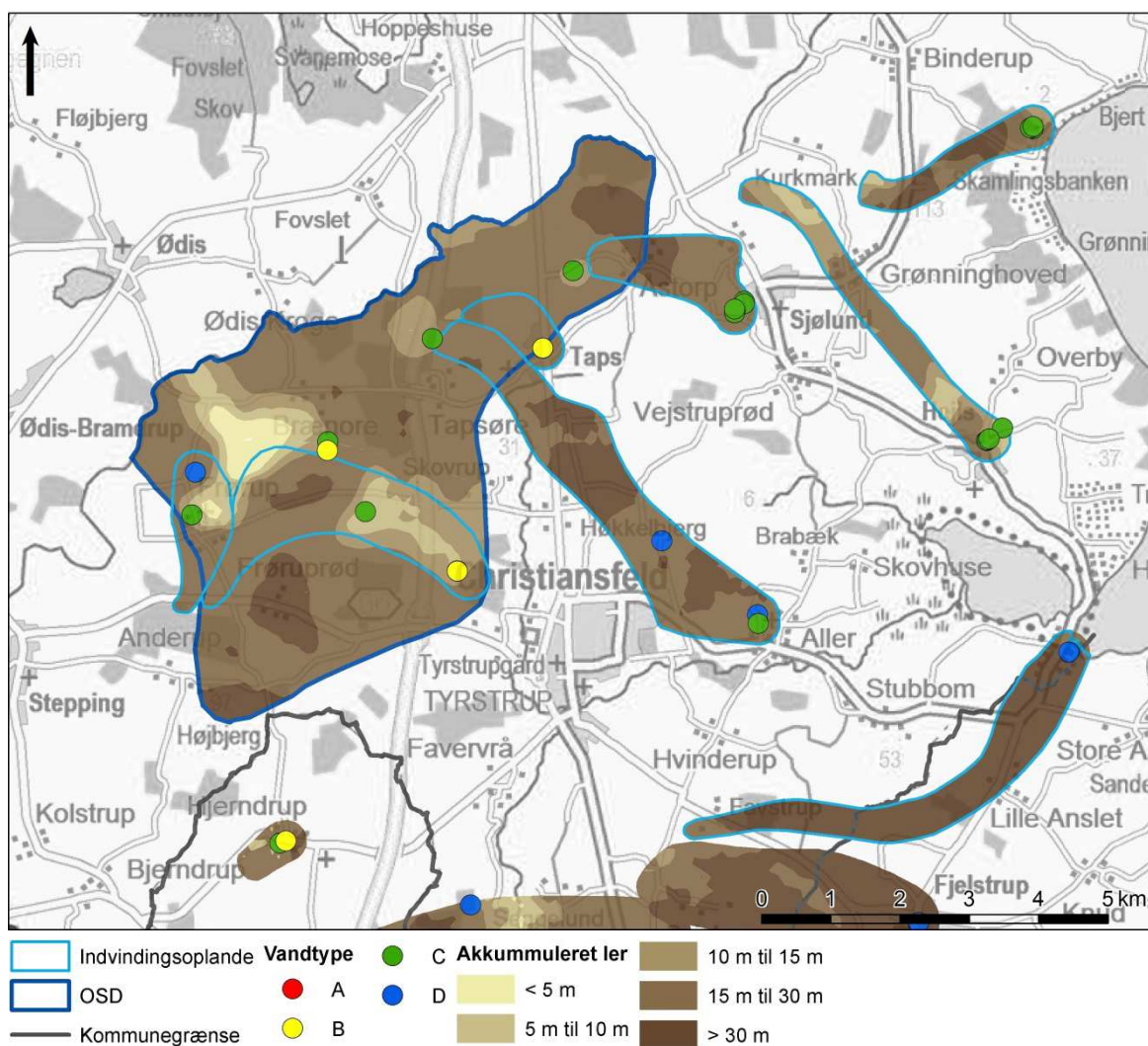
Figur 4.26 Kriterier for nitratsårbarhedszoneringen. Opstillet ud fra zoneringsvejledningen /d/.

Det "Kvartære sand 2" er i Christiansfeld Kortlægningsområde dækket af to lerlag, det øverste terrænnære "lerlag 1" og det kvartære "lerlag 2".

For så vidt angår det øverste terrænnære lerlag er dette lag opsprækket og iltet til varierende dybder, hvilket betyder, at ikke hele lerlaget yder en beskyttelse overfor nitrat.

Med henvisning til afsnit 4.4.4, hvor redoxgrænsen er nærmere vurderet i kortlægningsområdet, er der taget udgangspunkt i at redoxgrænsen er beliggende i forskellige dybder. I indvindingsoplandene udenfor OSD er redoxgrænsen vurderet at være beliggende ca. 5 meter nede i det øverste lerlag. I den nordlige og sydlige del af OSD, er det antaget at redoxgrænsen er beliggende ca. 10 m under terræn, mens redoxgrænsen i et bånd på tværs af OSD, fra Christiansfeld Vandværk i øst til Frørup Vandværk i vest, er vurderet at ligge ca. 15 m under terræn.

Dybden til redoxgrænsen er modregnet i tykkelsen af det terrænnære lerlag, og det akkumulerede lerdæklag over det primære grundvandsmagasin består således alene af reduceret ler fra det terrænnære ler 1 og af ler 2. Det akkumulerede lerlag fremgår af figur 4.27.



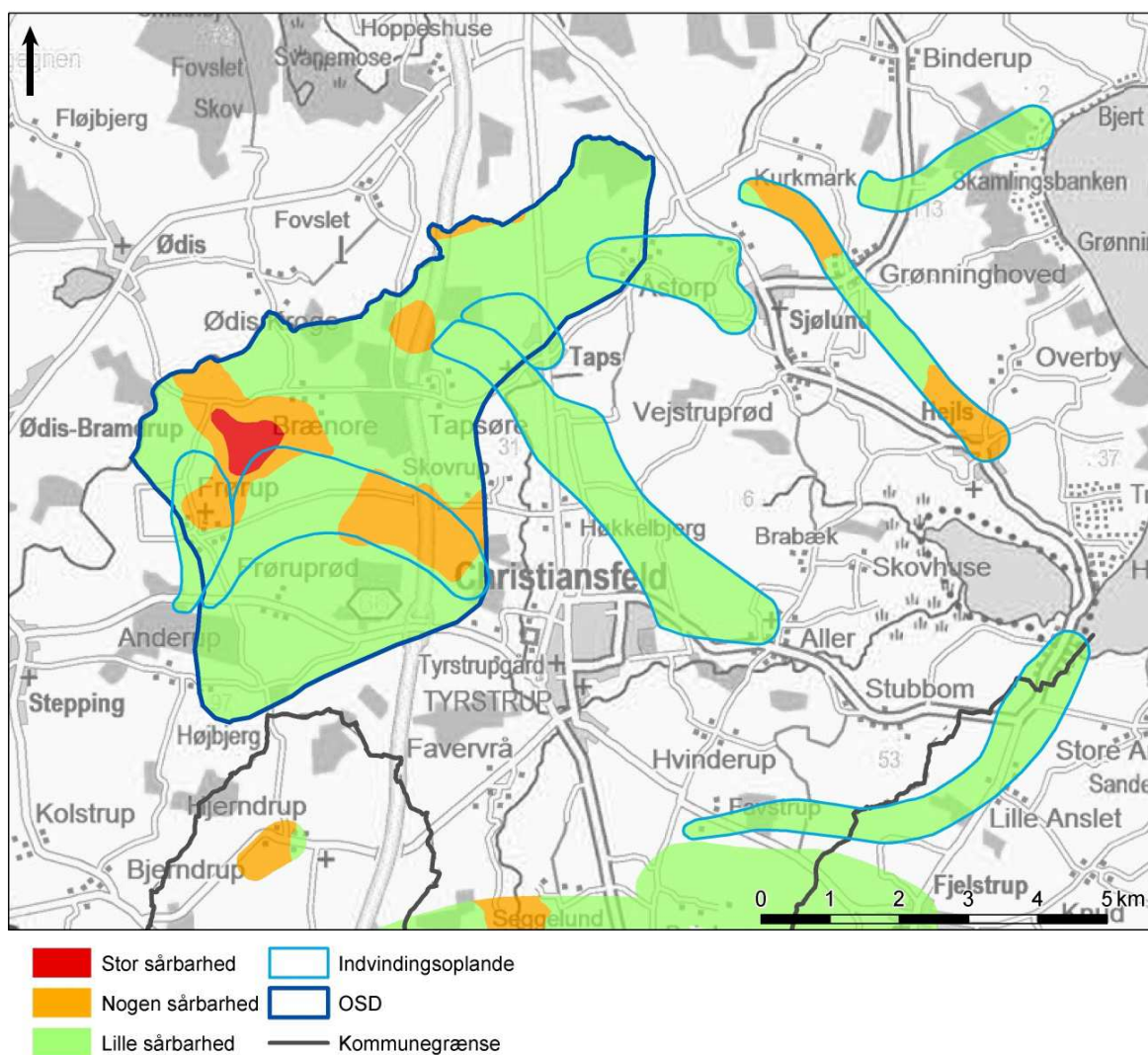
Figur 4.27 Akkumuleret tykkelse af reduceret ler samt vandtypen.

Som det fremgår, er der i store dele af såvel OSD som i indvindingsoplandene mere end 15 m beskyttende ler over magasinet. Der er dog i OSD og i oplandet til Hejls Vandværk mindre områder med mindre end 15 m ler og i OSD endda områder med mindre end 5 m ler over magasinet.

På figur 4.27 er også vist vandtyperne i de primære magasiner (Kvartær Sand 2 og Kvartær Sand 3). De vandkemiske forhold underbygger, at der generelt er et godt beskyttende lerlag i området. I et filter centralt i OSD er der dog konstateret knap 3 mg/l nitrat og sulfatindholdet er forhøjet på omkring 90 mg/l. I forhold til den efterfølgende sårbarhedsudpegning er området omkring boringen udpeget til nogen sårbarhed.

To andre borer er kortlagt til vandtype B, jf. figur 4.27. Den ene boring tilhører Taps Vandværk, hvor der i seneste analyse er fundet 1,8 mg/l nitrat. Den anden er en GRUMO boring DGU nr. 142.677, hvor der i seneste analyse er fundet 1,5 mg/l. I ingen af de to borer har der tidligere været nitrat i vandet. Sulfatindholdet i de to borer er i øvrigt ikke forhøjet. Der er på den baggrund ikke taget hensyn til de lave fund af nitrat ved disse to borer i den efterfølgende sårbarhedsvurdering.

Ud fra kriterierne i figur 4.26 er nitratsårbarheden i kortlægningsområdet, som vist på figur 4.28.



Figur 4.28 Sårbarhedszonering i forhold til nitrat.

Store dele af grundvandsmagasinet har kun en lille sårbarhed overfor nitrat. Der er dog et par store arealer i OSD, bl.a. ved oplandet til Christiansfeld Vandværk og oplandet til Frørup Vandværk, hvor magasinet har nogen eller stor sårbarhed overfor nitrat.

Det skal bemærkes, at en del af oplandet til Hejls Vandværk er afgrænset til nogen sårbarhed overfor nitrat. Dette gælder bl.a. inde omkring borerne. Dette er i overensstemmelse med de grundvandskemiske forhold ved vandværket. Der er ikke fundet nitrat, men et stigende sulfatindhold i vandværkets ene boring (DGU nr. 143.267), mens indholdet er højt, over 80 mg/l, i den anden boring (DGU nr. 143.96). I vandværkets tredje boring er indholdet af sulfat stabilt omkring 40 mg/l.

4.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen

Grundvandsressourcen ved Christiansfeld Kortlægningsområde kan karakteriseres ved, at der primært er tale om et samlet udbredt magasin i smeltevandssand. Der findes dybereliggende magasiner, som dog er af mere lokal udbredelse.

Det primære grundvandsmagasin er overordnet godt beskyttede af lerede dæklag. Der er dog mindre områder, hvor dæklaget er tyndt eller fraværende, og hvor magasinet er sårbart.

Der er generelt tale om en god grundvandskvalitet i det primære magasin. Der er kun et begrænset antal boringer med nitrat, men sulfatindholdet er ofte forhøjet, hvilket indikerer, at der sker en ikke ubetydelig nitratreduktion i jordlagene. Der er fundet pesticider i området, men kun i begrænset omfang i vandværkernes nuværende boringer. Dog har eller har haft såvel Frørup Vandværk, Mosvig Vandværk og Sjølund Vandværk fund af pesticider i råvandet. Aller Vandværk har haft fund af pesticider i tidligere indvindingsboringer.

5. Arealanvendelse og forureningskilder

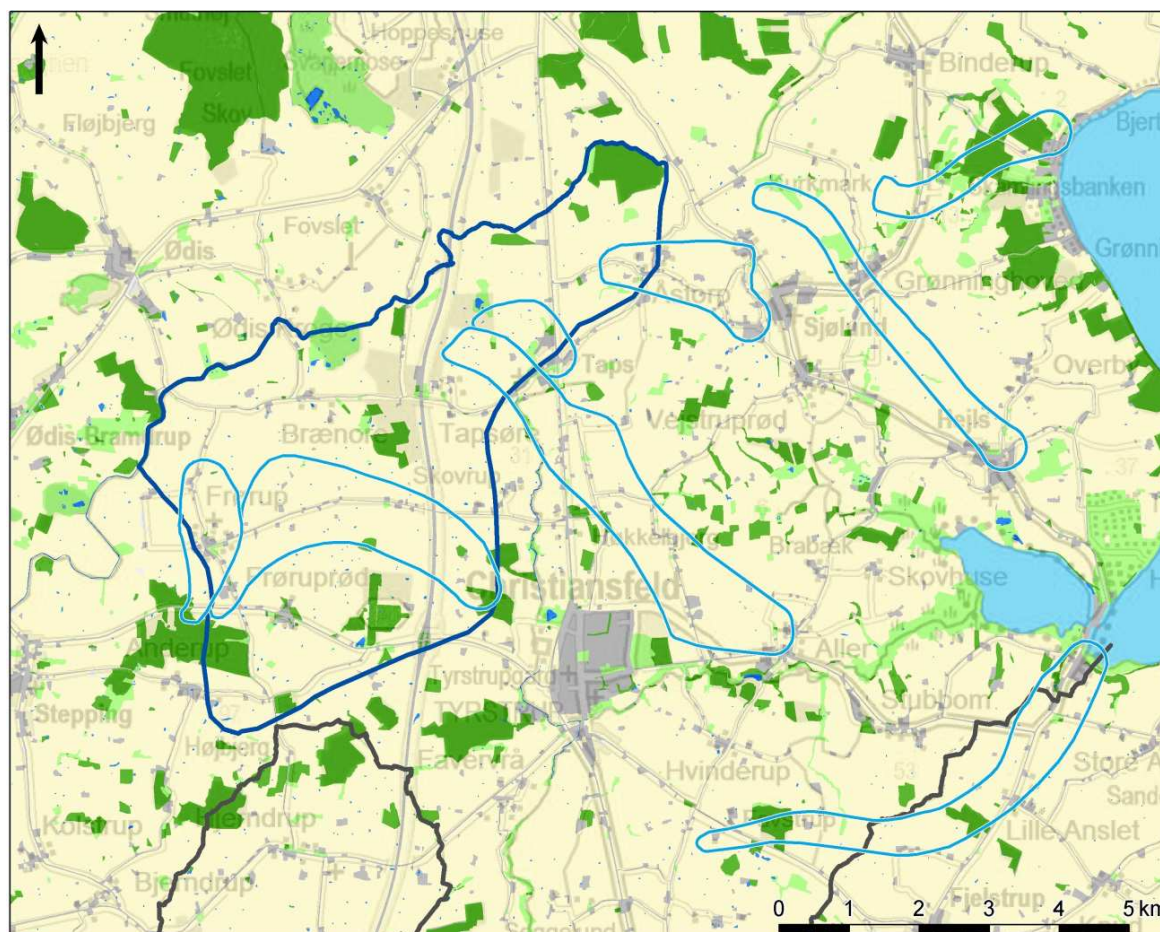
I dette kapitel redegøres der for arealanvendelsen og de potentielle forureningskilder i kortlægningsområdet.

Redegørelsen indgår sammen med resultaterne fra den øvrige kortlægning i en sammenfatning af problemstillinger i forhold til at beskytte grundvandet.

5.1 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 hele kortlægningsområdet består primært af landbrug og i mindre grad af skov, bebyggelse og andet (fx veje, åben bebyggelse mv.). Der er kun få og relativt små naturarealer i kortlægningsområdet, se figur 5.1.

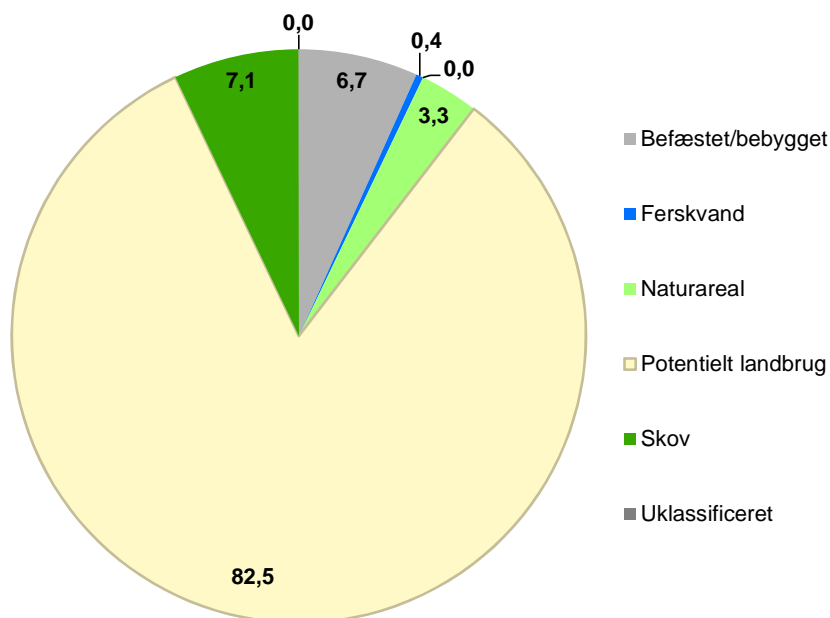


Figur 5.1 Arealanvendelsen i kortlægningsområdet.



Langt hovedparten af arealanvendelsen indenfor OSD og indvindingsoplandene udgøres af landbrugsarealer. Således udgør landbrugsarealer 82,5 % af arealanvendelsen, mens befæstede/bebyggede områder udgør knap 7 %. Skovarealer og naturområder udgør tilsammen ca. 10 %. De største skovarealer indenfor kortlægningsområdet findes i den nordlige samt sydvestlige del af OSD og indenfor indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk.

Fordelingen af arealanvendelsen kan også illustreres, som angivet på figur 5.2.



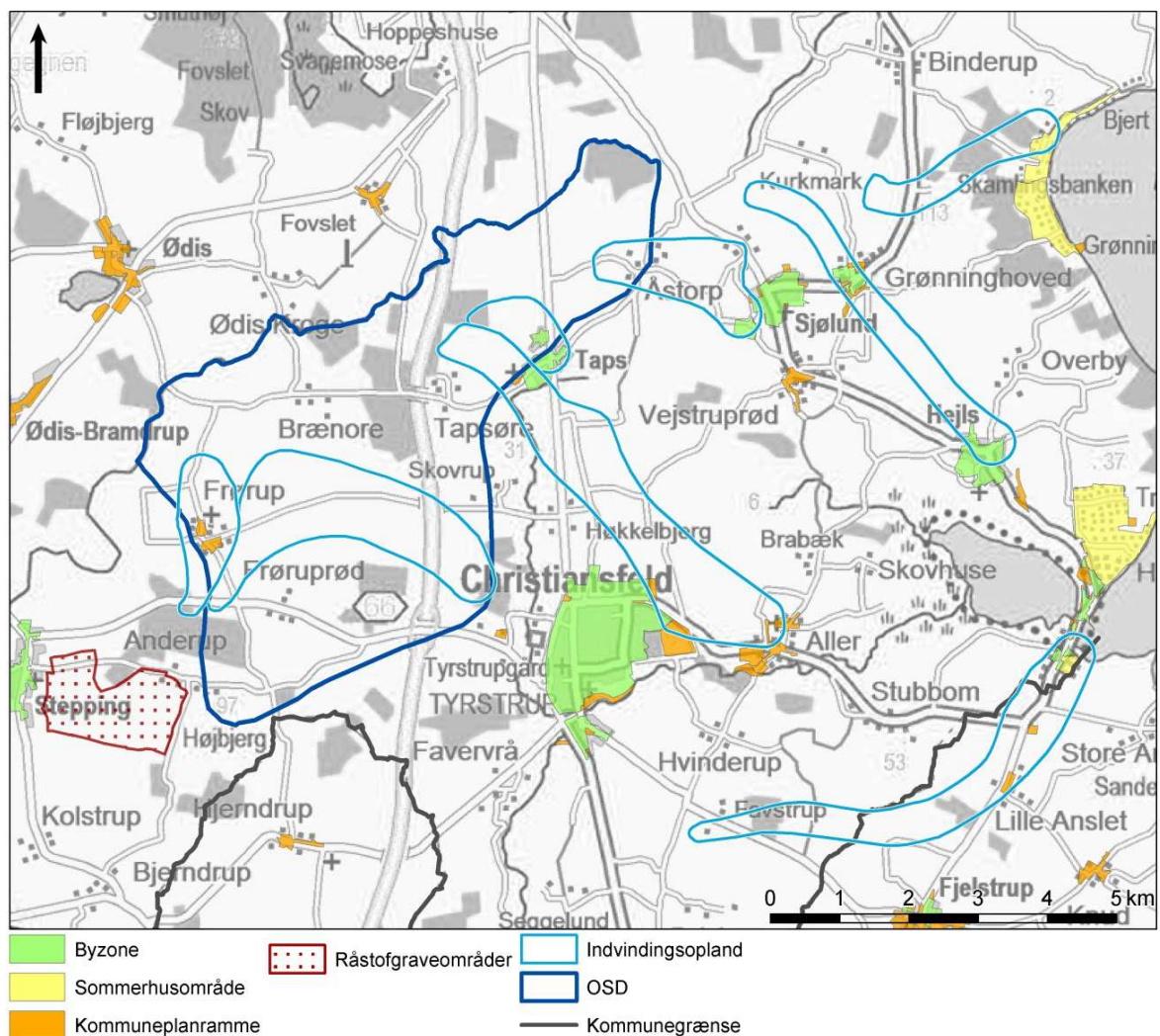
Figur 5.2 Fordelingen af arealanvendelsen indenfor OSD og indvindingsoplande.

5.1.1 Byer og råstofområder

Byområder kan udgøre en potentiel forureningstrussel i forhold til grundvandet. Det er anvendelsen, opbevaringen og håndteringen af pesticider, olie og kemikalier samt eventuel udsivning fra kloaker, der udgør de største trusler overfor grundvandet.

Råstofområder kan ligeledes udgøre en trussel overfor grundvandet, navnlig 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 Syddanmark der udarbejder råstofplaner i dette område.

På figur 5.3 er vist de nuværende byzoner, sommerhusområder og kommuneplanrammer, som hovedsageligt omfatter arealer planlagt til forskellige byformål. På figuren er endvidere vist råstofgraveområder. Der er hverken udlagt råstofinteresse- eller råstofgraveområder i kortlægningsområdet. Dataene er fra "Plansystem.dk" samt Kolding Kommune.

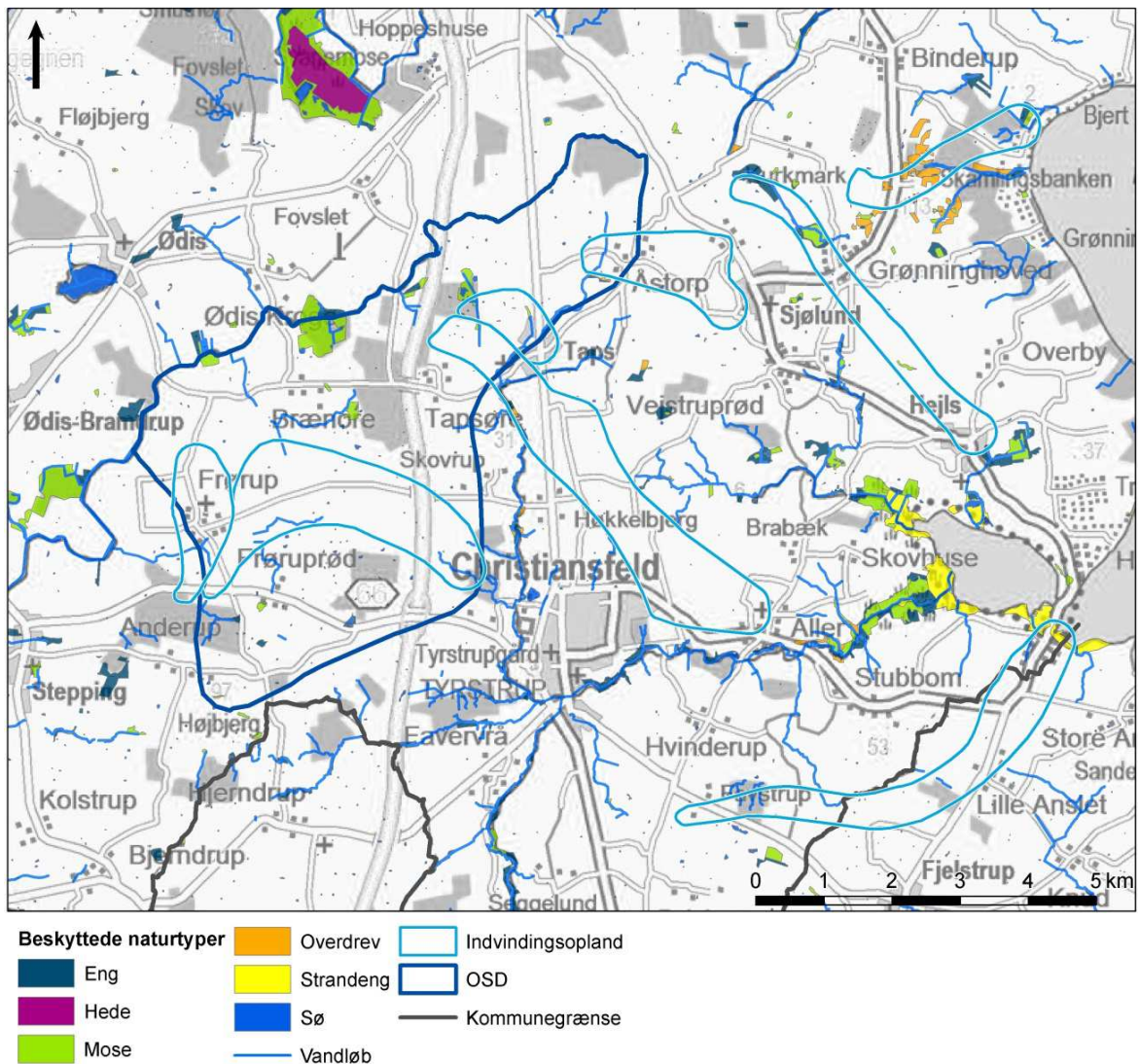


Figur 5.3 By, sommerhusområde, kommuneplanrammer samt råstofgraveområde.

5.1.2 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 pesticider.

Figur 5.4 viser, hvor der findes beskyttede naturtyper indenfor kortlægningsområdet. Dataene er fra "Danmarks Miljøportal" august 2013.



Figur 5.4 Beskyttede naturtyper.

Der ses kun relativt små og spredte beskyttede naturområder i OSD og indvindingsoplande uden for OSD. Det være sig især arealer med eng, mose og overdrev samt små søer. Ved Hejlsminde ses endvidere mindre områder med strandeng. De beskyttede naturområder er fortrinsvis knyttet til arealerne langs med vandløbene.

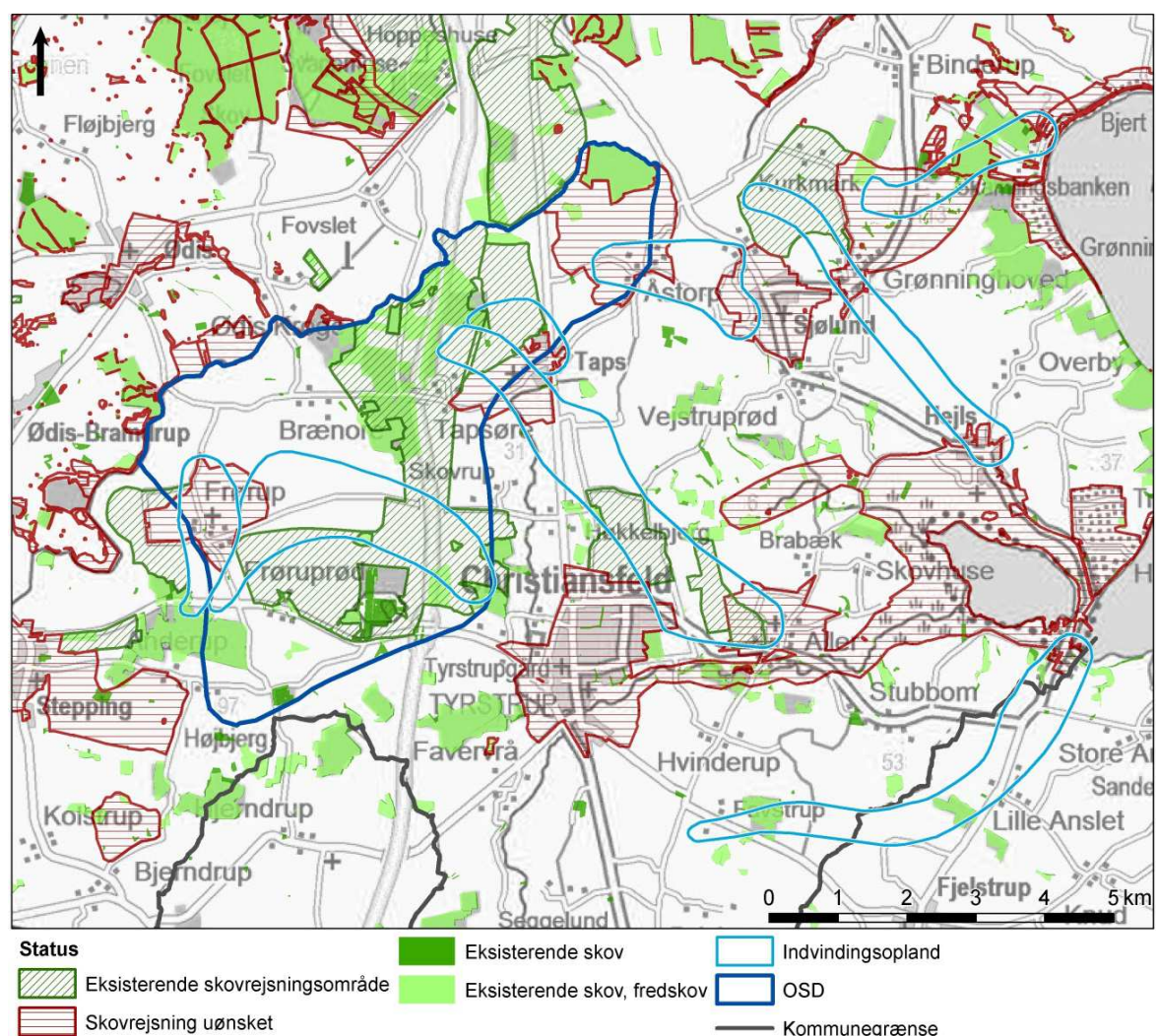
5.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL

Skovarealer, bortset fra juletræskulturer, giver som udgangspunkt en god og langsigtet beskyttelse af grundvandet. Skovrejsningsområderne er derfor vigtige i forhold til indsatsplanlægningen.

Det er muligt at få tilskud til skovrejsning. Der kan gives tilskud til private ejere af landbrugsjord til at anlægge og pleje skov. Landbrugsjorden skal ligge i skovrejsningsområde eller område, hvor skovrejsning er mulig. Hvis landbrugsjorden er beliggende i et område, hvor skovtilplantning er uønsket, kan kommunen i særlige tilfælde give dispensation til skovrejsning.

I forbindelse med tilskud til skovrejsning vil arealet blive pålagt fredskovspligt. Naturstyrelsen administrer tilskudsordninger til skovrejsning. For yderligere oplysninger henvises til Naturstyrelsens hjemmeside "Naturstyrelsen.dk".

På figur 5.5 ses eksisterende skov og skovrejsningsområder. Områder hvor skovrejsning er ønsket og uønsket er udleveret af Kolding Kommune i maj 2013.



Figur 5.5 Eksisterende skovområder, skovrejsningsområder og områder hvor skovrejsning er uønsket.

Et større sammenhængende område indenfor OSD, løbende nord-syd, er udpeget som skovrejsningsområde. Endvidere er der udpeget skovrejsningsområder i dele af indvindingsoplandene til hhv. Taps Vandværk, Aller Vandværk og Hejls Vandværk. Der er ikke udpeget skovrejsningsområder i indvindingsoplandene til Hejlsminde Vandværk og Mosvig Vandværk. Ved indvindingsoplandet til sidste nævnte vandværk er der dog allerede en del eksisterende skov.

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 uønsket.

Skovrejsning er uønsket omkring hhv. Frørup by og Tapsø by, beliggende indenfor OSD samt i den nordøstlige del af OSD. I indvindingsoplandene udenfor OSD ses områder hvor skovrejsning er uønsket omkring Sjølund, i store dele af indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk samt ved indvindingsoplandene til Hejls Vandværk og Hejlsminde Vandværk. Indenfor indvindingsoplandet til Aller Vandværk ved hhv. Aller by og Christiansfeld by ses ligeledes områder, hvor skovrejsning er uønsket.

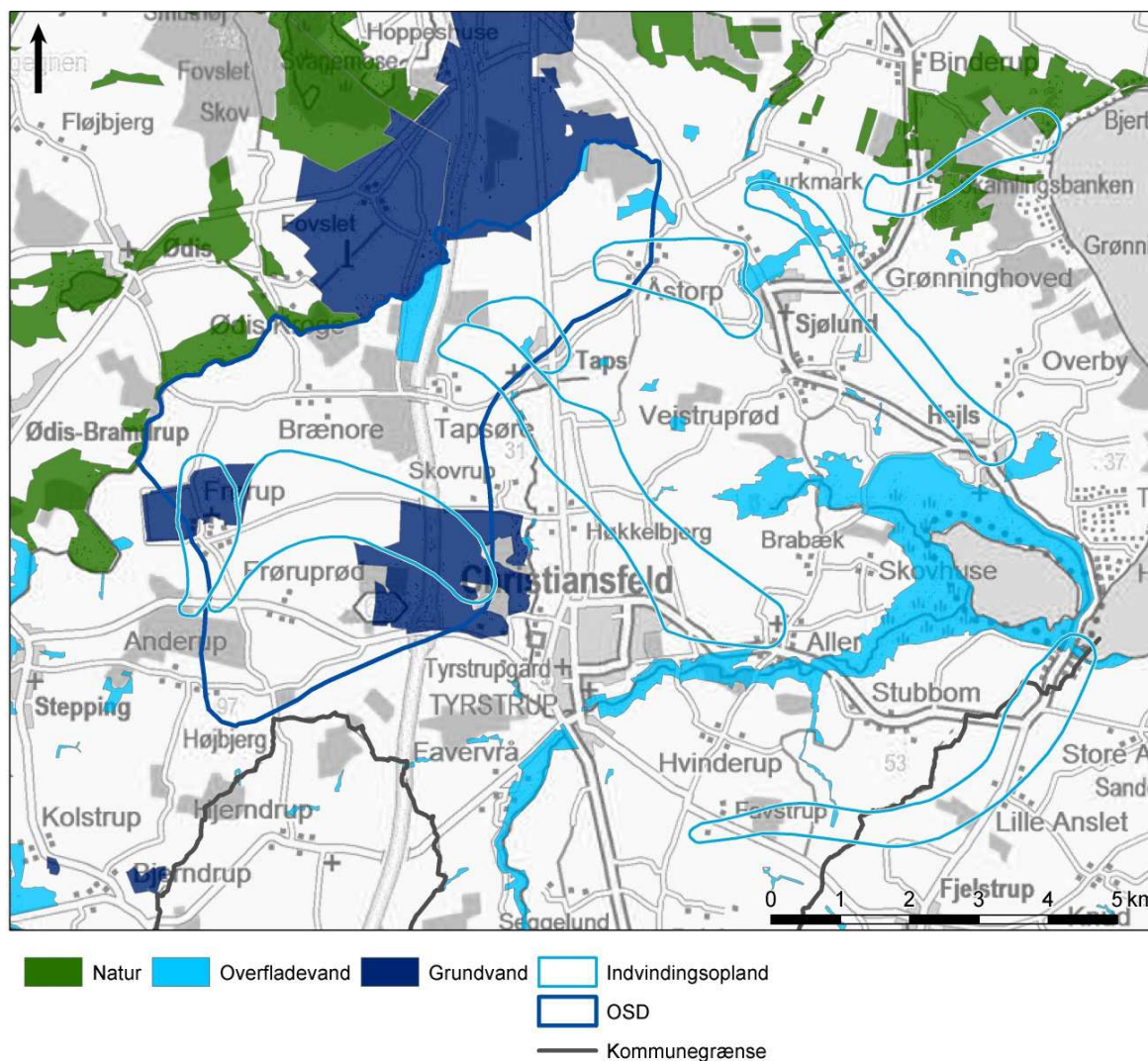
De Særligt Følsomme Landbrugsområder (SFL) er udpeget af de tidligere amter, hvor ekstensiv og miljøvenlig landbrugsdrift i særlig grad vil være til gavn for miljøet og naturen. Inden for disse områder var det til og med

2006 muligt at få tilskud til en række miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger (MVJ). De sidste tilsagn til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger udløber i 2023.

Indenfor de Særligt Følsomme Landbrugsområder er MVJ ordningen erstattet af en række andre muligheder for at opnå støtte til en række miljøvenlige dyrkningsmuligheder. SFL har derfor en betydning i forhold til de virkemidler, der kan anvendes i indsatsplanlægningen.

Mht. støttemulighederne indenfor SFL, og i øvrigt også indenfor Natura 2000 og de §3 beskyttede naturtyper, henvises til Fødevarerhvervs hjemmeside "www.fvm.dk".

På figur 5.6 ses de Særligt Følsomme Landbrugsområder. Dataene er hentet fra "miljøportalen.dk".



Figur 5.6 Særligt Følsomme Landbrugsområder (SFL).

I selve kortlægningsområdet er der udpeget SFL for både natur, overfladevand og grundvand. SFL udpeget i forhold til grundvand er primært beliggende ved indvindingsoplandene til Frørup Vandværk og Christiansfeld Vandværk, indenfor OSD, samt ved den nordlige OSD-grænse. Umiddelbart nord for OSD ses et stort sammenhængende område hvor SFL er udpeget i forhold til grundvand. SFL udpeget i forhold til natur udelukkende i indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk ved Skamlingsbanken. De udpegede SFL i forhold til overfladevand er primært beliggende udenfor OSD, på nær et større område beliggende nord for Tapsøre samt tre mindre områder ved Taps og nord for Åstorp, i den nordlige del af OSD.

5.2 Landbrugsforhold

Dette afsnit indeholder en overordnet beskrivelse af landbrugsforholdene i kortlægningsområdet. Beskrivelsen bygger på landbrugsdata fra det generelle landbrugsregister (GLR), det centrale husdyrregister (CHR) og Gødningsregnskabet. Landbrugsdataene er som udgangspunkt registerdata fra år 2010. For beregningen af den potentielle nitratudvaskning er der dog tale om registerdata for perioden 2007-2010. De benyttede landbrugsdata er fra Conterra udleveret af Naturstyrelsen /6/.

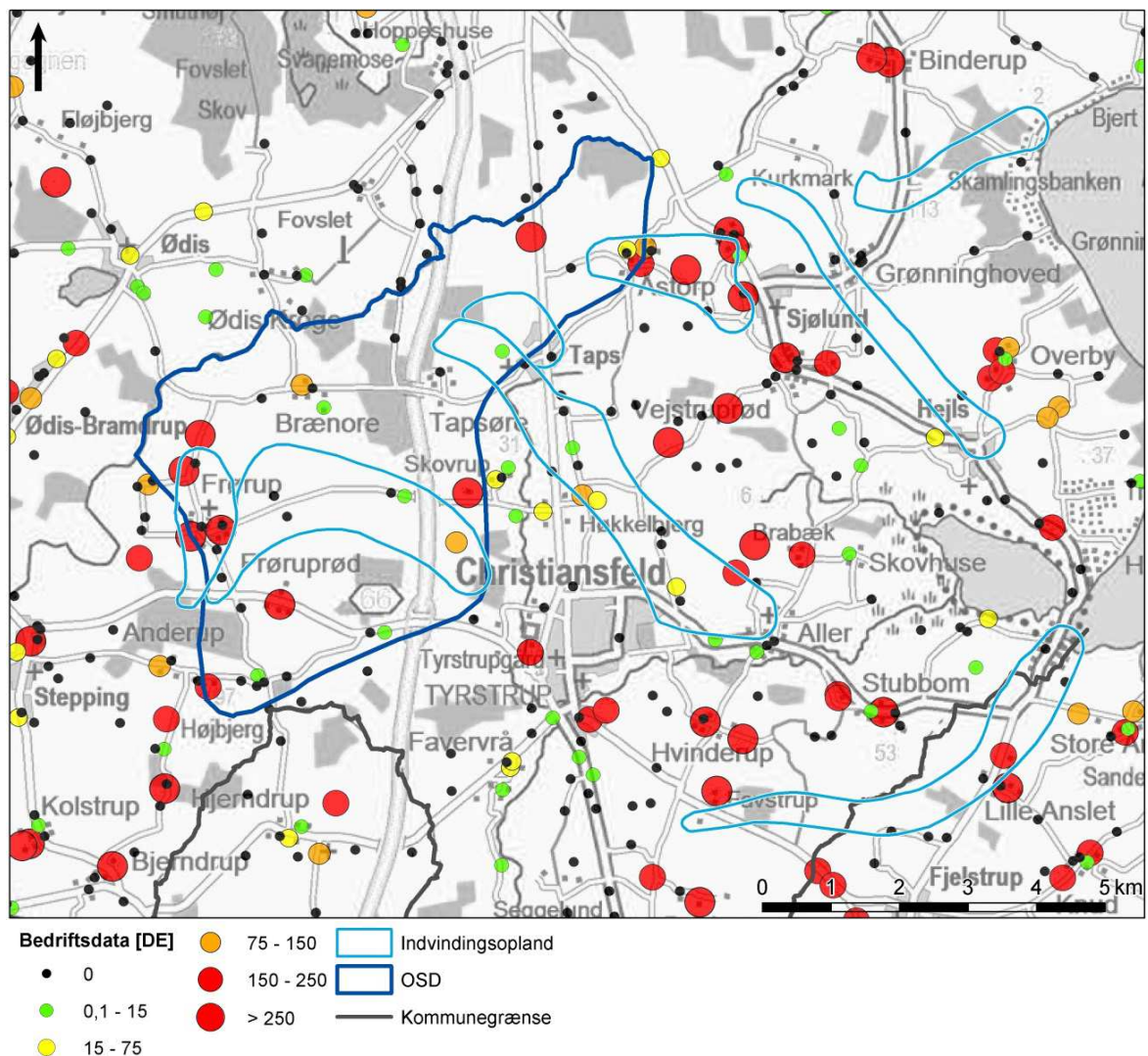
Landbrugsdata er dels koblet til en bedrift, det vil sige en punktplacering, dels til markblokke. Markblokke er en opdeling af landbrugsarealer i blokke, bestående af en eller flere marker. Grænserne følger typisk faste grænser i landskabet, som f.eks. hegn og vandløb. I en markblok kan der være marker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

5.2.1 Landbrugsbedrifter

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

På figur 5.7 er vist fordelingen af de forskellige eksisterende landbrugsbedrifter i området. Bedrifter med ingen "dyreenheder" (DE) vil være planteavlbrug eller små, ekstensive landbrugsbedrifter. Anvendelsen af pesticider vil dog 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 udenfor kortlægningsområdet. Ligeledes kan bedrifter, der ligger udenfor kortlægningsområdet, have dyrkningsarealer indenfor området.

Som det ses af figur 5.7 varierer husdyrtrykket betydeligt indenfor kortlægningsområdet. Det er navnlig i den vestlige del af OSD samt inden for indvindingsoplandet til Sjølund Vandværk at der er store husdyrbedrifter. Der ses flere bedrifter over 250 DE. Det er væsentligt at være opmærksom på, at der på store husdyrbedrifter ofte findes andre forureningskilder som eksempelvis opbevaringsfaciliteter til husdyrgødning.

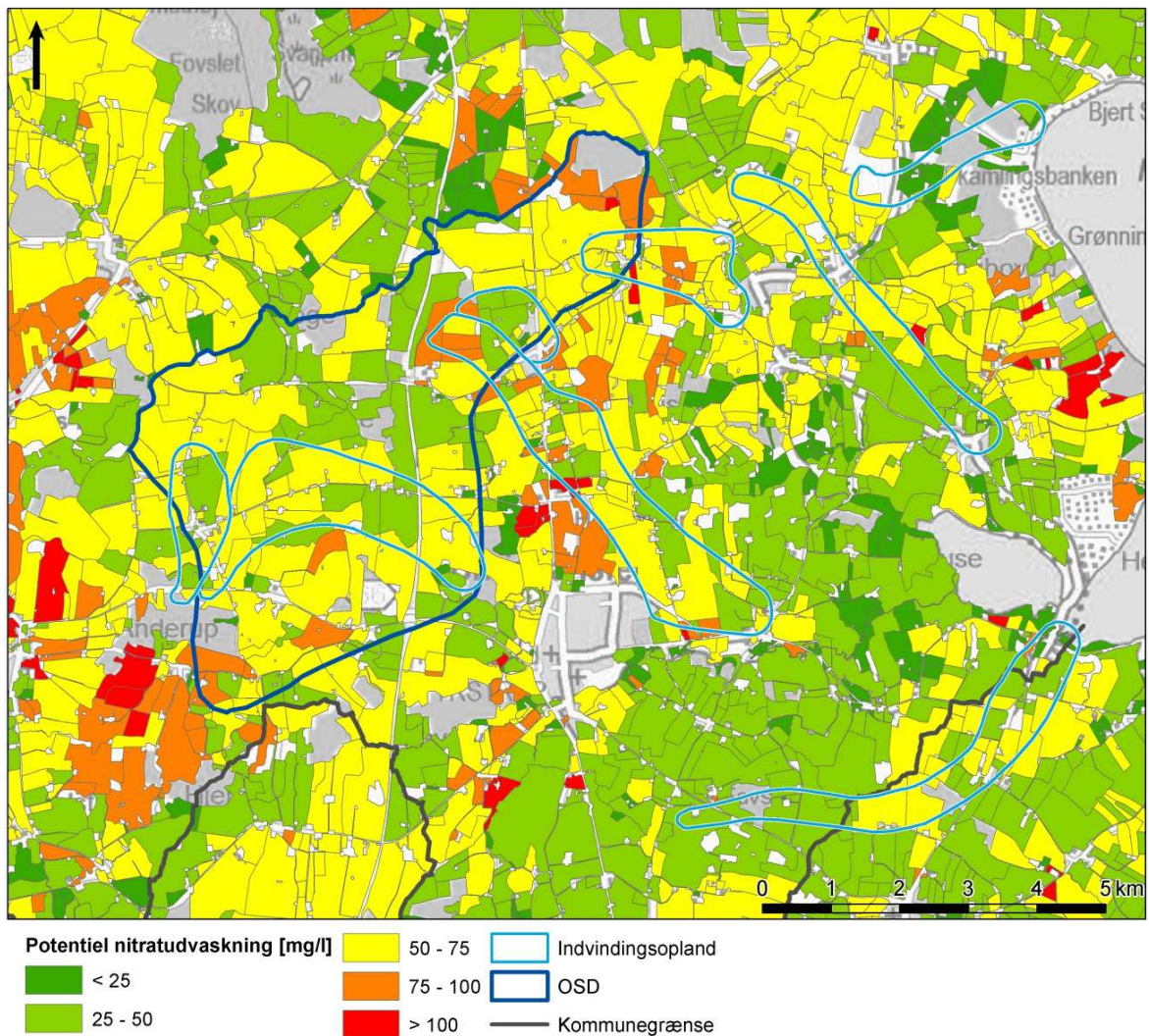


Figur 5.7 Placeringen af eksisterende landbrugsbedrifter samt antal dyreenheder (DE) ved hver bedrift.

5.2.2 Potentiel nitratudvaskning

Den potentielle nitratudvaskning er den mængde nitrat, der med udgangspunkt i kvælstofoverskuddet og nettonedbøren 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 indenfor de enkelte markblokke er beregnet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Resultatet fremgår af figur 5.8.



Figur 5.8 Den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning opgjort på markblokniveau for 2007-2010.

Den potentielle nitratudvaskning varierer meget indenfor området, fra under 25 mg/l til over 100 mg/l. Der ses dog en overvægt i markblokke med en potentiel nitratudvaskning på mellem 25 og 75 mg/l. I den nordøstlige samt i den sydvestlige del af OSD ses flere markblokke med en højere udvaskning af nitrat end i den resterende del af området. Således ses i disse områder en overvægt i markblokke med en nitratudvaskning på 75 mg/l eller derover (orange og røde farver). Den gennemsnitlige udvaskning fra markblokkene indenfor OSD og indvindingsoplande, beregnet ud fra markblokkenes areal, er 52 mg/l, hvilket er forholdsvis lavt sammenlignet med landsgennemsnittet. Den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning omfatter kun de arealer, som dyrkes landbrugsmæssigt. Den gennemsnitlige nitratudvaskning fra alle arealer inklusiv skov og naturarealer vil være lavere.

Den potentielle nitratudvaskning på figur 5.8 bygger, som nævnt, på gennemsnitdata fra 2007-2010. Der kan således i dag lokalt være ændrede forhold, som giver ændret udvaskning af nitrat. I forhold til denne redegørelsesrapport og det efterfølgende indsatsplanarbejde bruges kortet primært som en screening, der viser områder med intensivt dyrkede landbrugsarealer og dermed arealer, hvor der er en potentiel risiko for stor nitratudvaskning.

5.3 Forureningskilder

I nærværende afsnit beskrives forureningskilderne i kortlægningsområdet primært med udgangspunkt i de kortlagte jordforureninger. En række øvrige mulige forureningskilder er dog også berørt.

5.3.1 Kortlagte jordforureninger

Tidligere tiders brug af miljø- og sundhedsskadelige kemikalier, håndtering af affald mv. betyder, at der på en række lokaliteter inden for Christiansfeld Kortlægningsområde er forurenede grunde, hvorfra der sker eller kan ske udvaskning af forurenende stoffer til grundvandet. Inden for kortlægningsområdet er det Region Syddanmark, der ifølge jordforureningsloven prioriterer kortlægning, undersøgelse og oprensning af punktkilder inden for kortlægningsområderne.

Undersøgelserne og afværgeindsatserne i forhold til grundvand vil blive prioriteret af Region Syddanmark i forhold til den vurderede forureningsrisiko. Fremdriften i grundvandskortlægningen og kommunernes indsatsplaner for grundvand vil også være af væsentlig betydning for Region Syddanmark prioritering af indsatsen til sikring af grundvandsressourcen. Regionen kan også inddrage anden potentiel forureningspåvirkning samt udnyttelsesgraden og kvaliteten af grundvandsressourcen i sin prioritering.

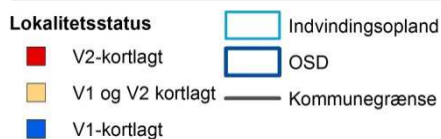
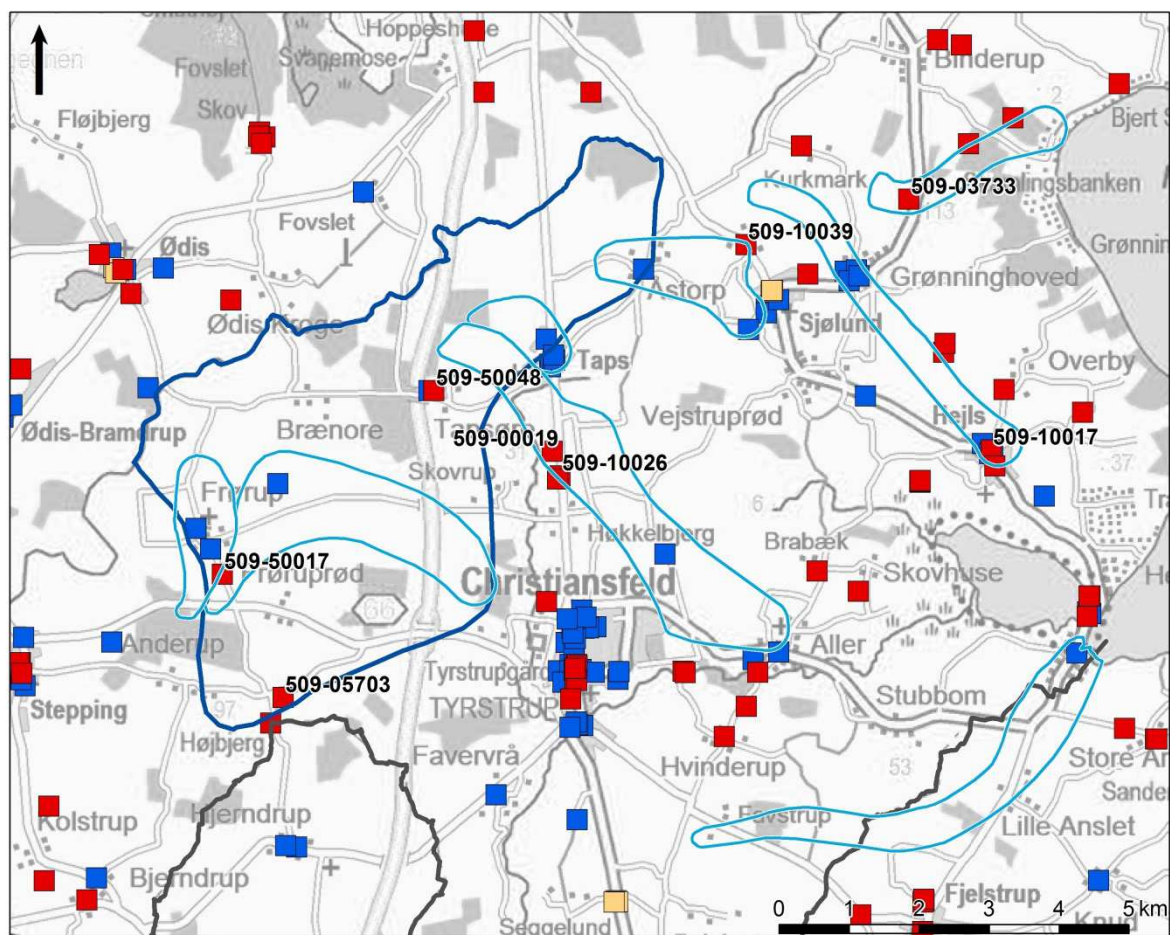
Jordforureningskortlægningen foregår på to niveauer. Vidensniveau 1 (V1) betyder, at der har været aktiviteter, som kan have medført forurening. Vidensniveau 2 (V2) betyder, at der er konstateret forurening, som kan udgøre en miljø- og sundhedsmæssig risiko.

Region Syddanmark har på nuværende tidspunkt ikke afsluttet kortlægningen af lokaliteter i Kolding Kommune. I de tilfælde, hvor regionen ikke har undersøgt eller afværget kendte forureninger i et kortlægningsområde, vil 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 Syddanmark den 24. maj 2013, findes der i tilknytning til Kortlægningsområde Christiansfeld, dvs. OSD og indvindingsoplande 32 lokaliteter, som er omfattet af jordforureningskortlægningen. Placeringen af lokaliteterne er angivet på figur 5.9.



Figur 5.9 Kortlagte forureningslokaliteter.

Indenfor OSD og indvindingsoplande til vandværker beliggende udenfor OSD er 12 lokaliteter V2-kortlagte mens 20 lokaliteter er V1-kortlagte. Ingen lokaliteter er både kortlagt som V1 og V2.

I tabellen i figur 5.10 ses status pr. 24. maj 2013 for de kortlagte V2 lokaliteter indenfor kortlægningsområdet, dvs. OSD og indvindingsoplande, som udgør eller kan udgøre en risiko for grundvandsressourcen.

Lokalitetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Evt. konstateret forurening (stofgr.) (J=jord,G=grund-vand, P=poreluft)	Forventet grundvandsrettet indsats	Vandværk og OSD
509-00019	Olieforurening - Koldingvej 69	Forurening fra villaolie-tank, Fyldplads, dep. af jord og bygningsaffald	Fyringsolie (J, G), Olieprodukter (P), Benzen (P)	Risikovurdering pga. nyt opland	Aller VV
509-03733	Tidl. Fyld- og losseplads	Drift af affaldsbehandlingsanlæg, Udlejning af entreprenørmateriel m. betjeningspersonale	Lossepladsperkolat (J)	Risikovurdering pga. nyt opland	Mosvig VV
509-05703	Anderup	Drift af affaldsbehandlingsanlæg; Losseplads	Lossepladsperkolat (J)	undersøgelse, videregående	OSD
509-10017	Smedie med benzinsalg	Servicestationer uden kiosksalg. Smed med benzinsalg	Fyringsolie (J), Olie (G, J)	Risikovurdering pga. nyt opland	Hejls VV
509-10018	Tidl. benzinsalg, herefter maskinværksted	Maskinværksted, salg af benzin og olie	Tjære (J), Olieprodukter (P, G)	Indsats, ingen, pga. undersøgelse	Hejls VV
509-10025	Tidl. benzinsalg - Koldingvej 51	Servicestationer. Benzin og olie	Olie-benzin (G, J)	Risikovurdering pga. nyt opland	Aller VV
509-10026	Tidl. benzinsalg	Servicestationer. Benzin og olie	Olie-benzin (G, J)	Indsats, ingen, pga. undersøgelse	Aller VV
509-10039	Tidl. benzinsalg og smedeværksted	Servicestationer. Anden bearbejdning af jern og stål i øvrigt. Villaolietank	Tungmetaller (J), Olie-benzin (G, J), Olieprodukter (P), Xylen (P), Benzen (P), Fyringsolie (G)	Indsats, ingen, pga. risikovurd.	Sjølund VV
509-50017	Tidl. Andelsmejeri og vognmandsvirksomhed	Vognmandsvirksomhed; Benzin og olie. Fremstilling af mejeriprodukter.	Olie (J)	Undersøgelse, videregående, kontaktrisiko	Christiansfeld VV + OSD
509-50048	Tidl. vognmandsforretning	Vognmandsvirksomhed; Benzin og olie, Udlejning af entreprenørmateriel	Olieprodukter (G, J)	Risikovurdering.	OSD
621-00548	Slagger ved Binderup Strandvej	Slagge fra affaldsforbrænding, tilført/udlagt	-	Indsats, ingen offentlig, ikke omfattet	Mosvig VV
621-00554	Slagger ved Binderup Strandskov, Binderup Strandvej	Slagge fra affaldsforbrænding, tilført/udlagt	-	Indsats, ingen offentlig, ikke omfattet	Mosvig VV

Figur 5.10 Kortlagte forurenede lokaliteter (V2) i OSD eller indvindingsopland.

5.3.2 Øvrige forureningskilder

Udover 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 området ledes til de kommunale renseanlæg. Spildevandsledninger fra huse til renseanlæg kan give forurening med miljøfremmede stoffer og bakterier, hvis ledningerne er gamle og utætte. I det åbne land har flere ejendomme nedslivningsanlæg. Der er risiko for, at miljøfremmede stoffer og bakterier herfra ender i grundvandet. Især hvor der er flere nedslivningsanlæg i et område, kan der være risiko for grundvandsforurening.

Pesticider

I landzonen kan der være risiko for udvaskning af pesticider og nedbrydningsprodukter heraf fra fladekilder og især punktkilder i form af vaske- og fyldpladser. U hensigtsmæssig indretning af fyld- og vaskepladser kan resultere i spild af pesticider. Herudover har gartnerier, frugtplantager og planteskoler ofte et meget stort forbrug af pesticider. Gårdspladser udgør med stor sandsynlighed en forureningsrisiko, da der ofte har været anvendt ukrudtsmidler, ligesom det flere steder har været normen at anvende gårdspladserne som fyld- og vaskeplads. Dette gælder såvel ved eksisterende som tidligere landbrug.

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

Som tidligere nævnt er der fundet pesticidrester eller nedbrydningsprodukter i enkelte borer i området. Der er i mange tilfælde tale om nu forbudte stoffer og nedbrydningsprodukter heraf, men der er også fund af stoffer som stadig anvendes. Der er ikke her foretaget en nærmere kortlægning af kilderne til disse forurenin-ger.

Vejsalt

Vejsaltning kan påvirke kloridindholdet i grundvandet. I GEUS rapport fra 2009 /7/ anføres, at vejsaltning sandsynligvis påvirker grundvandets kvalitet i borer omkring byer og langs trafikintensive veje, men at der ud fra det eksisterende datamateriale i Jupiter, kun er et meget begrænset antal borer, hvor vejsalt har medført en kloridkoncentration i grundvandet over drikkevandskriteriet. Vejsalt kan lokalt kræve opmærksomhed i større byer og langs trafikintensive veje, der saltets intensivt.

Motorvej E45, som gennemløber OSD Christiansfeld i nord-sydgående retning, er den mest trafikintensive vej i Kortlægningsområde Christiansfeld. Der er ikke påvist forhøjede koncentrationer af klorid, hverken omkring motorvejen eller generelt i kortlægningsområdet.

Ubenyttede borer og brønde

Brønde og borer, 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 derfor en særlig risiko.

6. Områdeafgrænsning

Oprindeligt blev OSD/OD og NFI udpeget i en amtslig regionplan ud fra daværende eksisterende data. Den nu udførte kortlægning har tilvejebragt ny viden i forhold til den oprindelige udpegning.

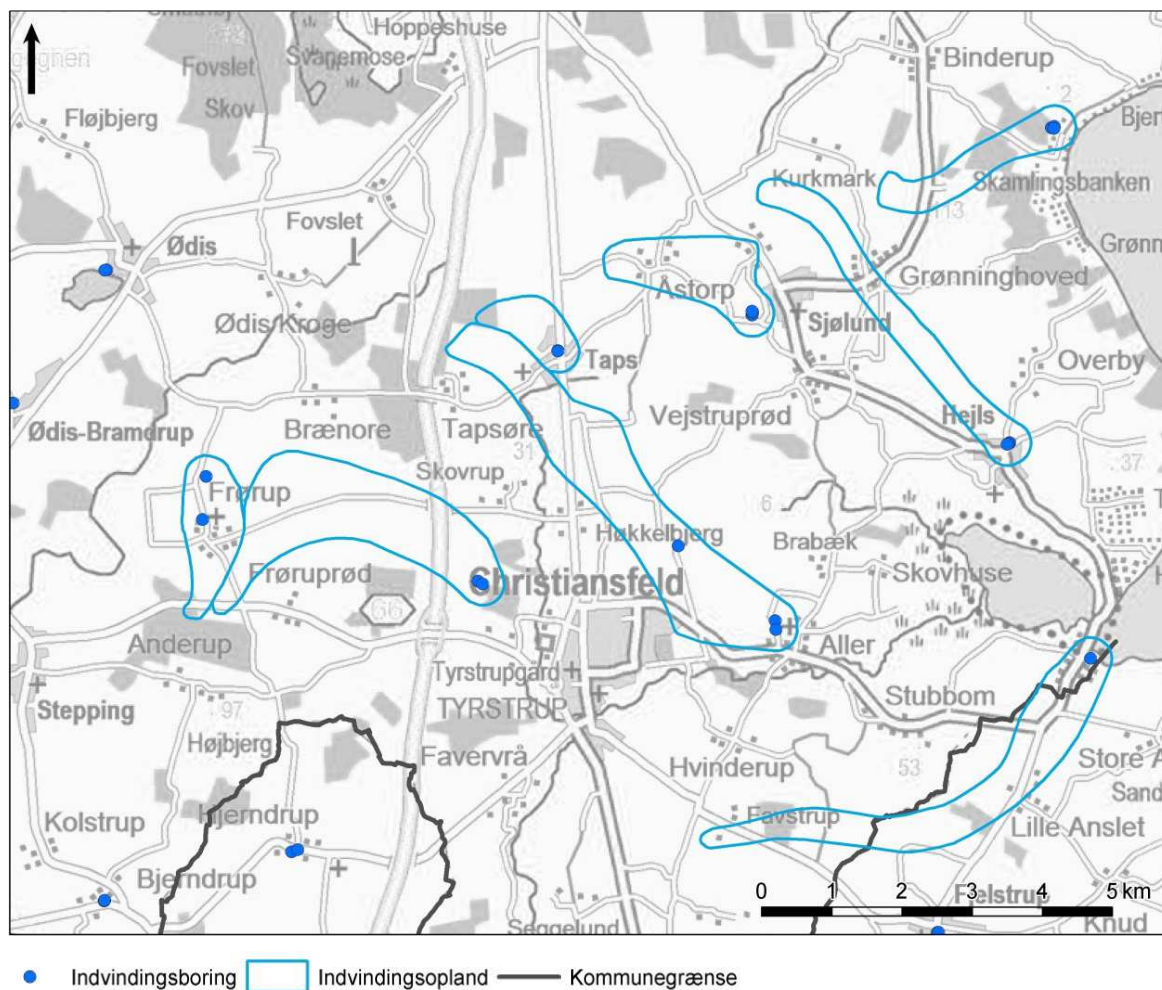
I dette kapitel vurderes afgrænsningen af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD). Endvidere præsenteres de reviderede indvindingsoplande til de almene vandforsyninger. Der udpeges nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) på baggrund af vurderingen af grundvandsmagasinerne nitratsårbarhed i OSD og indvindingsoplandene udenfor OSD, og endelig udpeges indsatsområder (IO).

De ændrede områdeafgrænsninger træder i kraft, når de formelt er udpeget i en vedtaget bekendtgørelse med hjemmel i vandforsyningsloven. Områdeudpegningerne vil herefter kunne findes på miljøportalen for så vidt angår OSD, OD, NFI og IO.

6.1 Indvindingsoplande

Med udgangspunkt i den opstillede grundvandsmodel, se afsnit 4.3.3, er indvindingsoplandene til vandværkerne beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er det område, indenfor hvilket grundvandet strømmer hen til den givne indvindingsboring.

I grundvandsmodellen er der gennemført en partikelbanesimulering, hvor partikler placeret i indvindingsboringerne er sporet baglæns til grundvandsspejlet nær terræn. Indvindingsoplandene er efterfølgende optegnet som yderkanten af partikelbanerne tillagt en buffer på 100 m. Endvidere er vandværksboringerne 300 m zone medtegnet i oplandet. For de nærmere detaljer om optegningen af indvindingsoplandene henvises til afsnit 4.3.3. Indvindingsoplandene fremgår af figur 6.1.



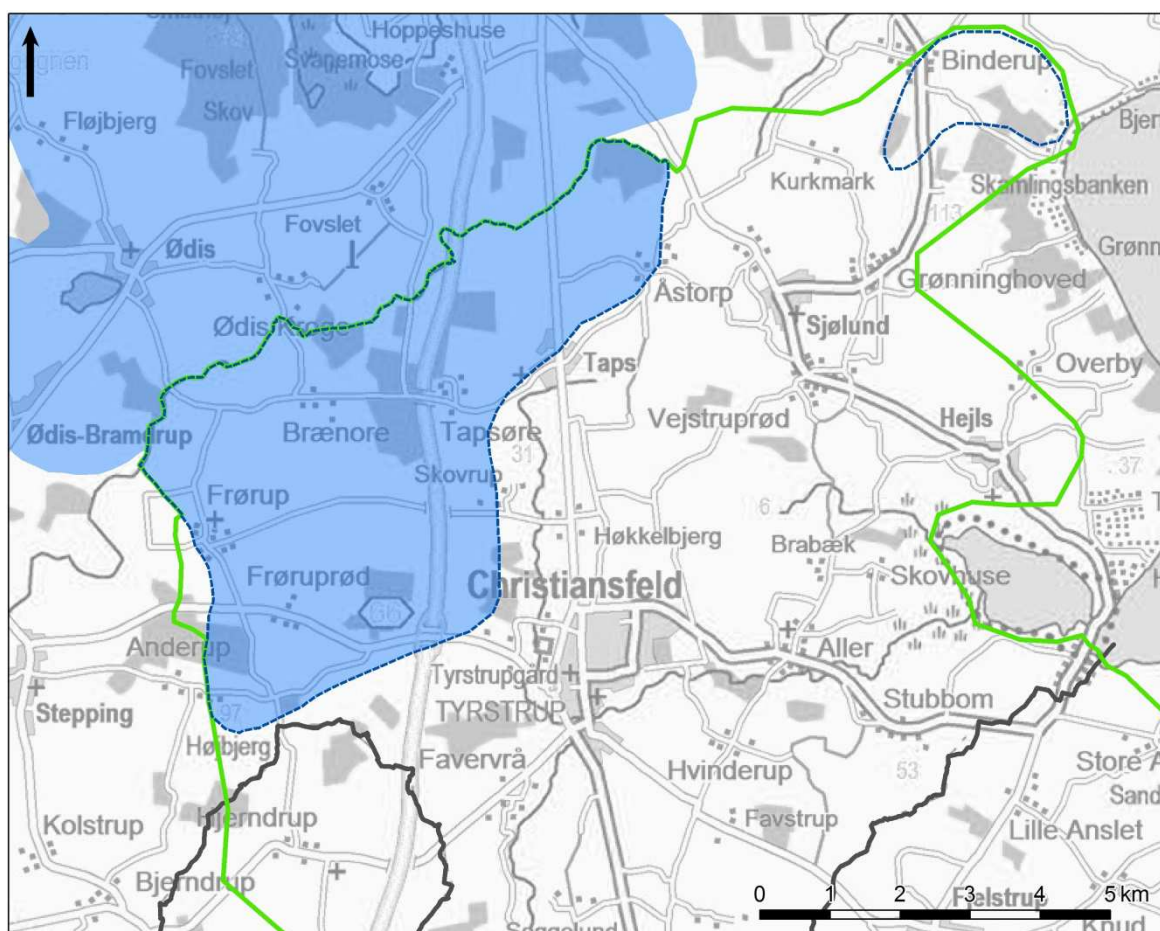
Figur 6.1 Indvindingsoplande for vandværkerne i Christiansfeld Kortlægningsområde.

Der er samtidig med beregningen af indvindingsoplandene foretaget en beregning af de grundvandsdannende oplande til vandværkerne vha. den opstillede grundvandsmodel, se afsnit 4.3.3, der nærmere redegør for grundvandsmodellen og disse beregninger.

6.2 Område med særlige drikkevandsinteresser

I forbindelse med kortlægningen i Christiansfeld Kortlægningsområde er der opnået en større viden om området og områdefrænsningerne er vurderet i forhold til den nye viden. Der er dog ikke fundet begrundelser til at ændre ved den nuværende OSD udpegning ved Christiansfeld, som fortsat udgør et areal på ca. 28,5 km². Indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk var tidligere udpeget som OSD. Efter revision af indvindingsoplandets afgrænsning, se figur 6.1, udgår det tidligere opland som OSD. Den fremtidige grundvandsbeskyttelse tager udgangspunkt i det beregnede indvindingsopland.

På figur 6.2 er vist OSD og det tidligere OSD. Endvidere ses den afgrænsningspolygon, indenfor hvilken OSD er vurderet.



Tidligere OSD
 OSD
 Afgrænsningspolygon
 Kommunegrænse

Figur 6.2 OSD ved Christiansfeld Kortlægningsområde.

6.3 Nitratfølsomme indvindingsområder

Nitratfølsomme indvindingsområder udpeges, hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD og indenfor almene vandforsynings indvindingsoplande udenfor OSD.

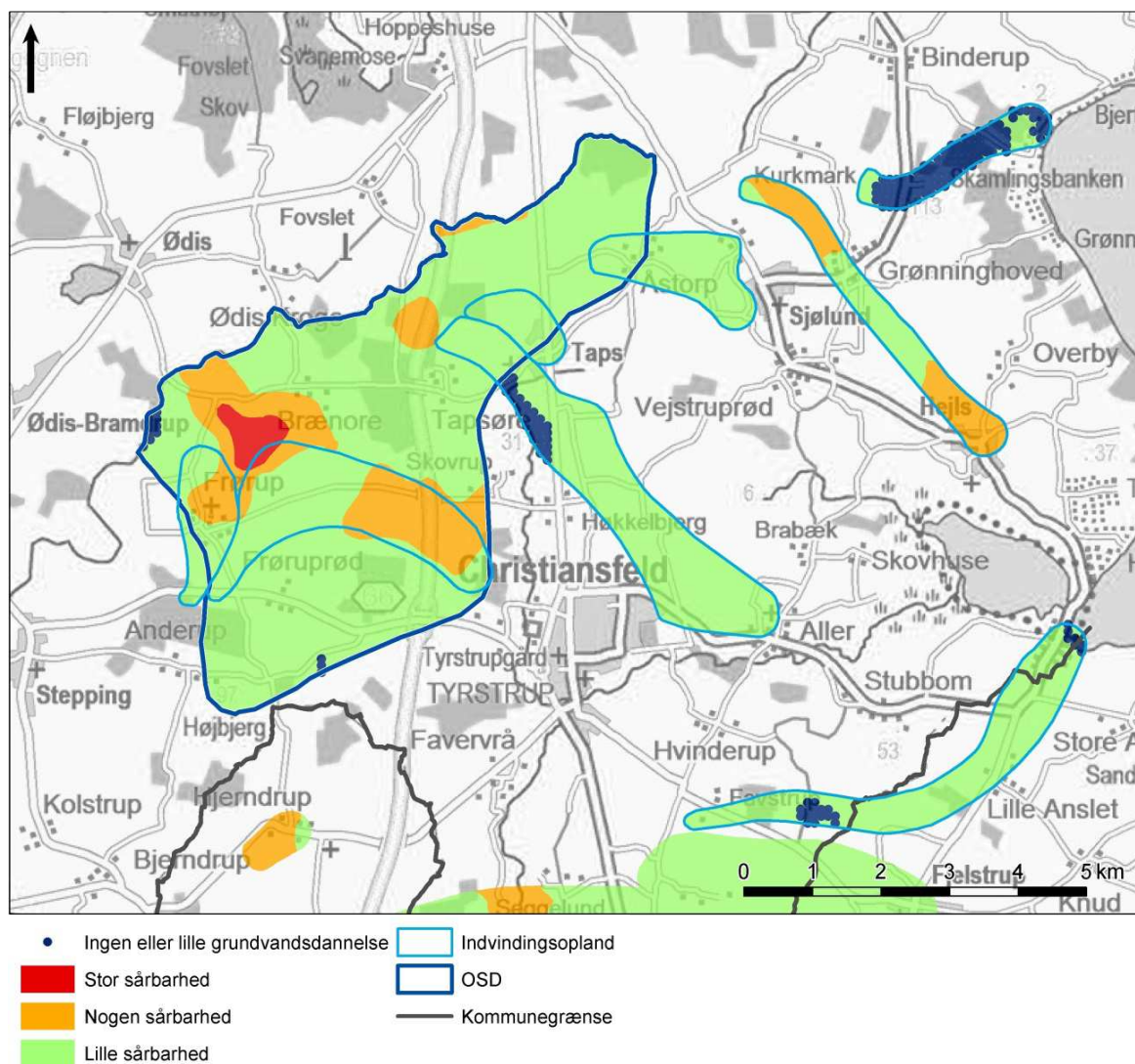
Med udgangspunkt i den detaljerede kortlægning er udpegningen som nitratfølsomt indvindingsområde og sårbarheden vurderet nærmere.

Udpegningen af nitratfølsomme indvindingsområder tager udgangspunkt i Miljøstyrelsens zoneringsvejledning /d/, og er en udbygning af vurderingen af grundvandsmagasinerne nitratsårbarhed.

Nitratfølsomme indvindingsområder udpeges, 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 udpeges som udgangspunkt nitratfølsomme indvindingsområder, men der foretages dog en konkret vurdering af behovet for udpegning. Der udpeges ikke nitratfølsomme indvindingsområder hvor grundvandsmagasinet har lille nitratsårbarhed, uanset størrelsen af grundvandsdannelsen.

Områder med grundvandsdannelse er vurderet og afgrænset i kapitel 4, afsnit 4.3 (hydrologiske forhold). Endelig er der i kapitel 4, afsnit 4.5 foretaget en sårbarhedszonerings af de primære magasiner jf. /d/.

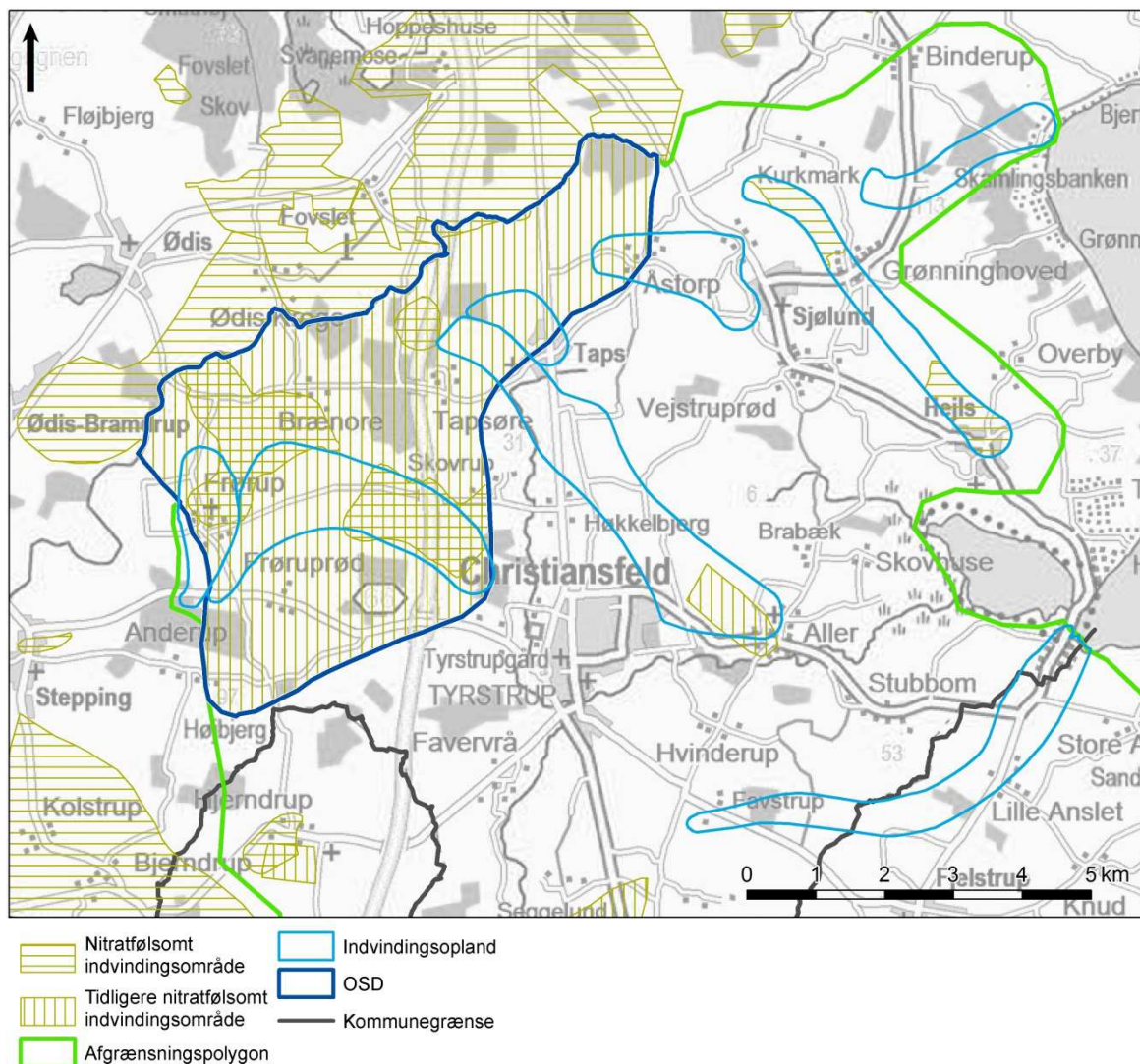
På figur 6.3 er vist sårbarhedszoneringsen overfor nitrat sammen med områder med ingen eller lille grundvandsdannelse.



Figur 6.3 Sårbarhedszonering og områder med ingen eller lille grundvandsdannelse.

Som tidligere nævnt udpeges der ikke nitratfølsomme indvindingsområder i områder med lille eller ingen grundvandsdannelse /d/. De områder med lille eller ringe grundvandsdannelse, der er til stede i området, er alle beliggende i områder med lille sårbarhed. Grundvandsdannelsen eller rettere den manglende grundvandsdannelse får således ingen betydning for udpegningen af nitratfølsomme indvindingsområder.

På figur 6.4 er vist de reviderede nitratfølsomme indvindingsområder, når der tages udgangspunkt i sårbarhedszoneringsen i områder med grundvandsdannelse. NFI er revideret indenfor den afgrænsningspolygon der er angivet på figuren. På figur 6.4 er endvidere vist de tidligere nitratfølsomme indvindingsområder.



Figur 6.4 Nitratfølsomt indvindingsområde og tidligere nitratfølsomt indvindingsområde.

Store dele af OSD var tidligere udpeget som nitratfølsomt indvindingsområde, mens NFI efter denne revision kun udgør en mindre del af OSD. Dette hænger sandsynligvis sammen med at NFI tidligere har været udpeget i forhold til det mere terrænnære magasin, mens vi efter den detaljerede kortlægning nu ved, at det primære magasin udgøres af det dybereliggende "Kvartære sand 2", som ikke er så sårbart.

I forhold til tidligere er der nu afgrænset et nitratfølsomt indvindingsområde i forbindelse med Hejls Vandværks indvindingsopland, herunder inde omkring kildepladsen. Ved Aller Vandværk er der fjernet et tidligere NFI som var udpeget i forhold til vandværkets tidligere indvindingsboringer.

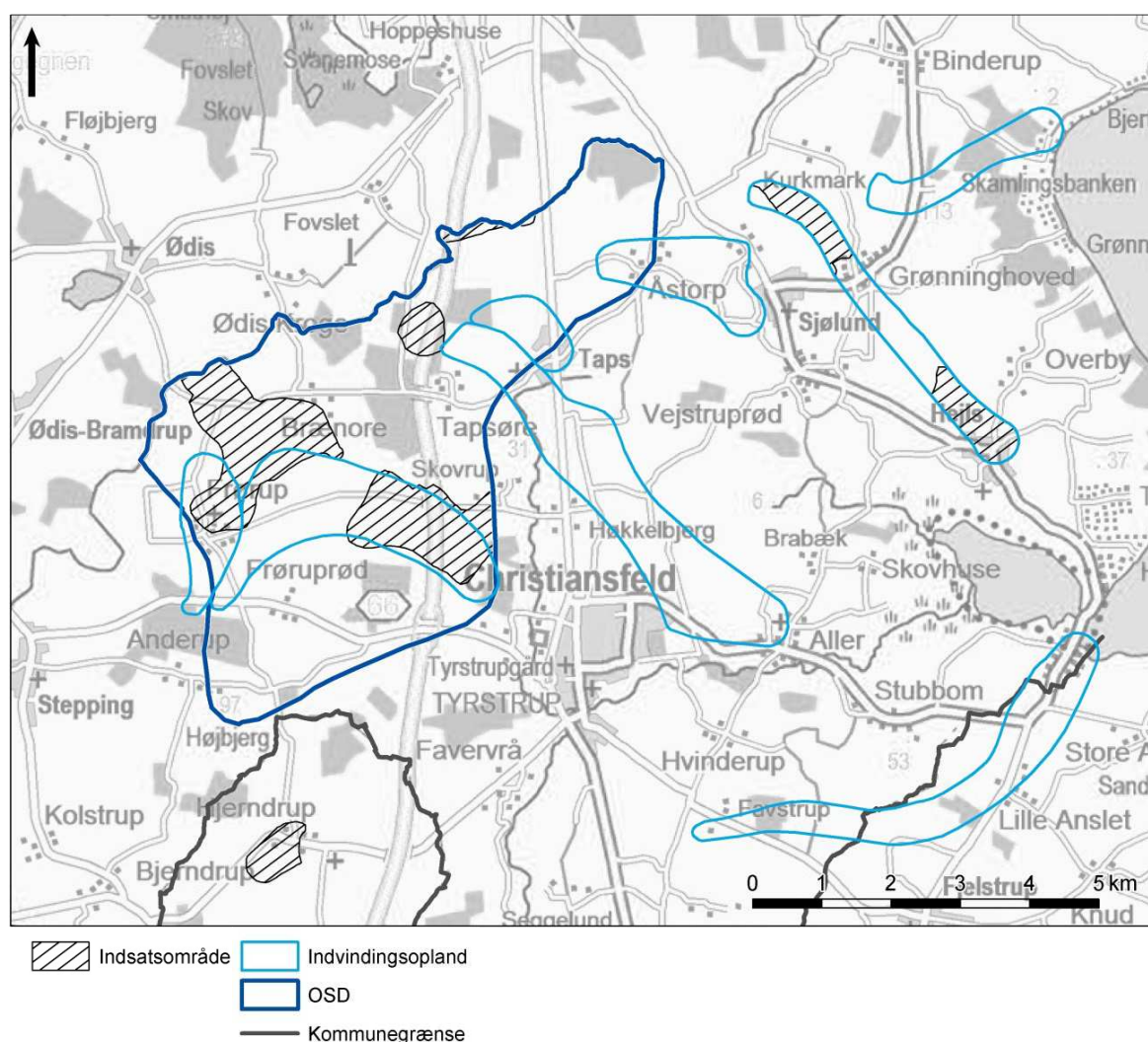
6.4 Indsatsområder

Indsatsområder udpeges indenfor de nitrutfølsomme indvindingsområder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet. Udpegningen sker på baggrund af en konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af grundvandsressourcerne.

De udpegede indsatsområder er de dele af de nitrutfølsomme indvindingsområder, hvor der er et dokumenteret behov for en særlig indsats for at begrænse nitratudvaskningen. Større sammenhængende områder med skov, mose, fredning og vådområde, hvorfra der som udgangspunkt kun sker en begrænset nitratudvaskning, udpeges ikke som indsatsområder. Hvis arealanvendelsen eller forureningstruslen senere ændres, vil arealerne dog kunne få et indsatsbehov.

Arealanvendelsen er vurderet i kapitel 5. Heraf fremgår, at der kun i begrænset omfang er større skov- og naturarealer, mens hovedparten af arealanvendelsen udgøres af landbrugsdrift. Hele det nitrutfølsomme indvindingsområde afgrænses på den baggrund som indsatsområde.

Vurderet ud fra sårbarheden og arealanvendelsen i området afgrænses indsatsområderne som vist på figur 6.5.



Figur 6.5 Indsatsområder (IO), OSD og indvindingsoplande.

7. Sammenfatning af de grundvandsmæssige problemstillinger

I dette kapitel sammenfattes problemstillinger, som grundvandskortlægningen har belyst i OSD og indvindingsoplande udenfor OSD. For almene vandforsyninger er der specifikt givet en sammenfatning i kapitel 7.2. Til det videre brug af kortlægningens resultater i forbindelse med indsatsplanlægning henvises til "Vejledning om indsatsplaner" /g/. I vejledningens afsnit om foranstaltninger og retningslinjer findes inspiration til valg af indsatser.

7.1 Problemstillinger i OSD og indvindingsoplande

7.1.1 Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin kun i nogle få områder 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 indsats overfor nitrat, se figur 6.6. Indsatsens indhold og omfang fastlægges i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Kortlægningen har desuden vist, at det primære grundvandsmagasin i store dele af OSD og i store dele af indvindingsoplandene ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for denne del af OSD og indvindingsoplandene ikke er afgrænset indsatsområder.

7.1.2 Sprøjtemidler

Kortlægningen har vist, at der er konstateret fund af sprøjtemidler i form af pesticider og nedbrydningsprodukter fra pesticider både over og under grænseværdien i det primære grundvandsmagasin. Fundene relaterer sig primært til den sydlige del af OSD og til enkelte indvindingsoplande.

7.1.3 Andre stoffer

Miljøfremmede stoffer

Der er i OSD og i indvindingsoplandene en lang række V2 kortlagte forureningslokaliteter. De i grundvandet konstaterede forureningskomponenter fra de nævnte lokaliteter er forskellige, men består dog primært af olie relaterede produkter.

Naturligt forekommende stoffer

I mange borer er sulfatindholdet forhøjet, der dog generelt ikke tale om stigende koncentrationer.

I flere vandværksboringer er der konstateret aggressiv kuldioxid, om end i små koncentrationer.

Arsen er ligeledes fundet i nogle vandværksboringer, men kun i koncentrationer umiddelbart over grænseværdien for drikkevand.

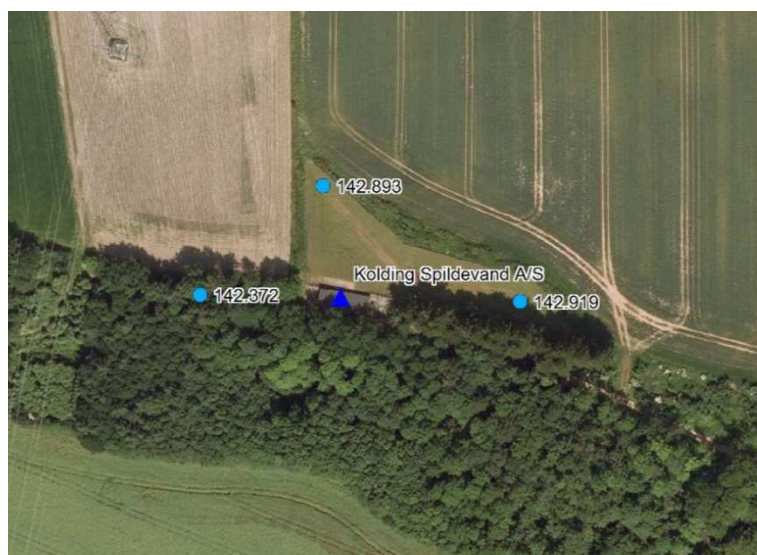
7.1.4 Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en række V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor OSD og indvindingsoplandene. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

7.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker

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

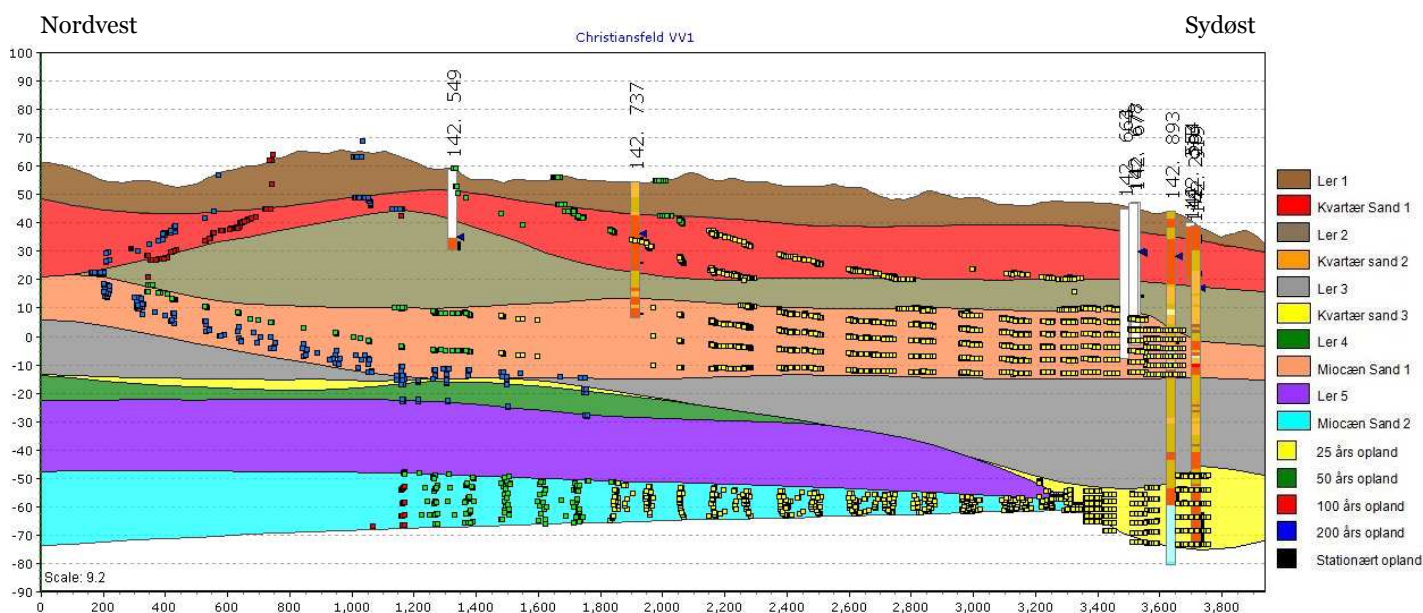
7.2.1 Sammenfattende beskrivelse ved Christiansfeld Vandværk



Figur 7.1 Luftfoto med Christiansfeld Vandværks borer og vandværk.

Vandværket, der drives af Kolding Spildevand A/S, anvender DGU nr. 142.893 og 142.919, mens DGU nr. 142.372 indgår som reserveborer. Vandværket indvinder omkring 250.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra vest mod øst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets borer og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerne.



Figur 7.2 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerne. Vandværkets borer er placeret i den højre side (vest) af profilet.

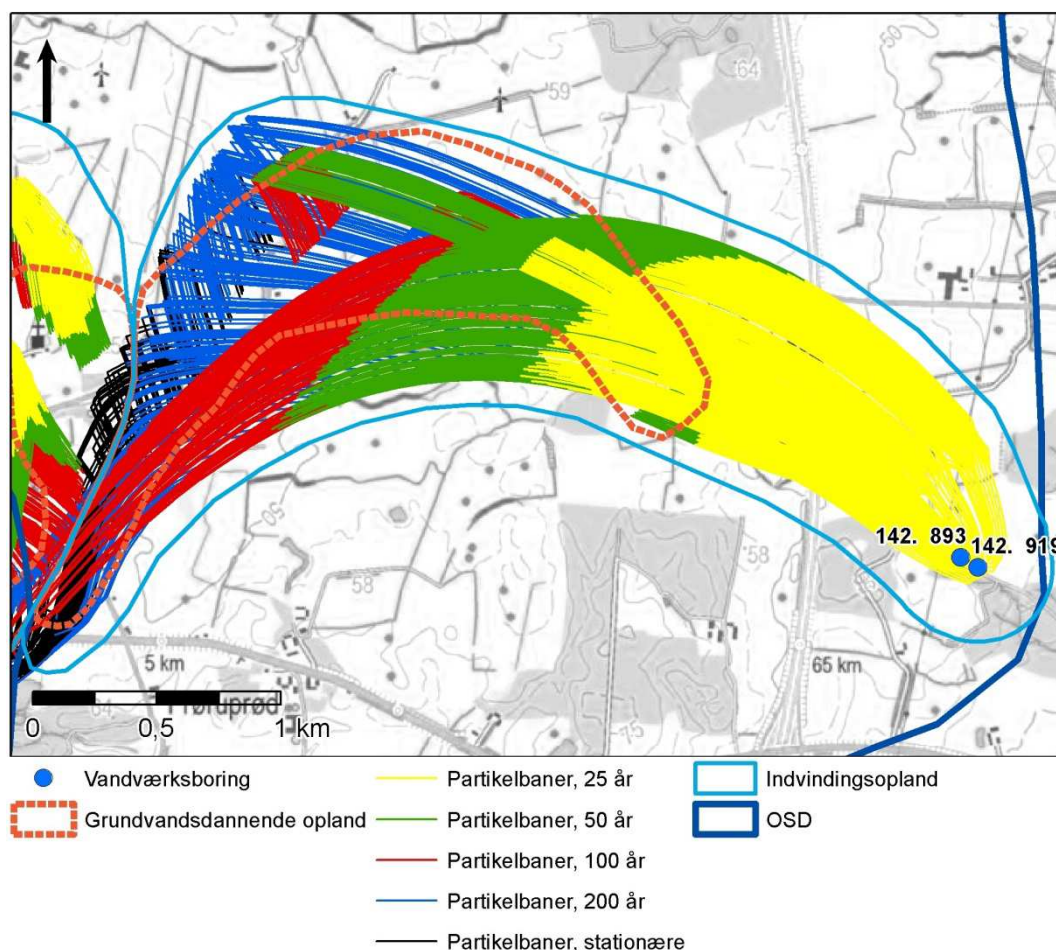
Vandværkets borer indvinder dels fra det "Kvartære sand 2" dels fra det "Miocæne sand 1". Mens det miocæne sandmagasin er overlejret af et tykt lerlag er det kvartære sand magasin overlejret af et mere moderat lerlag, som inde omkring borerne er op til 20 m tykt, men som bliver tyndere (10 m) ude i oplandet. Bemærk det mere terrænnære kvartære sand magasin ("Kvartære sand 1") er forholdsvis tykt i området, nogle steder endda over 20 m tykt. Der kan indvindes fra magasinet, om end det er sårbart i forhold til påvirkninger fra overfladen.

Råvandet fra de to borerer indeholder ingen nitrat og sulfatindholdet er forholdsvis lavt med indhold omkring 25 mg/l. Kloridindholdet svarer til det naturligt forekommende. Begge indvindingsboringer er kategoriseret som vandtype Cx, da iltindholdet er over 1 mg/l, samtidig med at råvandet ikke indeholder nitrat. Reserweboringen DGU nr. 142.372, som er filtersat i det øverste magasin ("Kvartære sand 1") har et meget højt sulfatindhold på 150-170 mg/l. Vandværket foretager en in situ iltning, hvor der sendes ilt ned i magasinet. Dette bevirker at der naturligvis sker en pyritoxidation, hvilket er årsagen til det meget høje sulfatindhold

I rentvandsprøver har sulfatindholdet fluktueret mellem ca. 100 og 150 mg/l fra 1981 til 2004, og mellem 25 og 110 mg/l fra 2004 til 2012. Seneste analyser viser indhold omkring 60 mg/l sulfat.

Da vandværket sender ilt ned i magasinet er det vanskeligt at tolke og vurdere de grundvandskemiske forhold ved vandværket.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 300.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.3. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne.

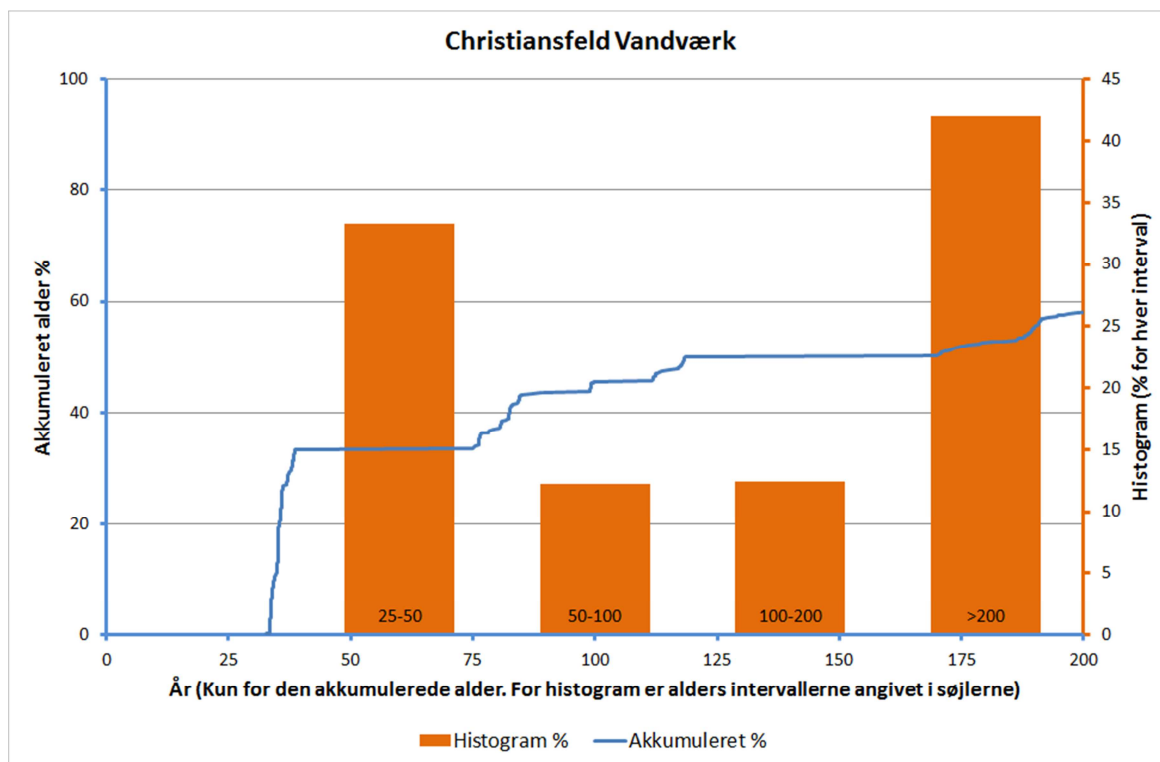


Figur 7.3 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Christiansfeldt Vandværk. Til venstre på figuren ses dele af indvindingsoplandet til Frørup Vandværk.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den halvdel af oplandet der ligger længst væk fra borerne. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i den vestlige del af oplandet. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der nede i grundvandsmagasinet strømmer mod borerne. Som det ses, er

der en forholdsvis stor spredning på transporttiden, således er vandet indenfor det grundvandsdannende opland alder fra op til 50 år til mere end 200 år undervejs til borerne.

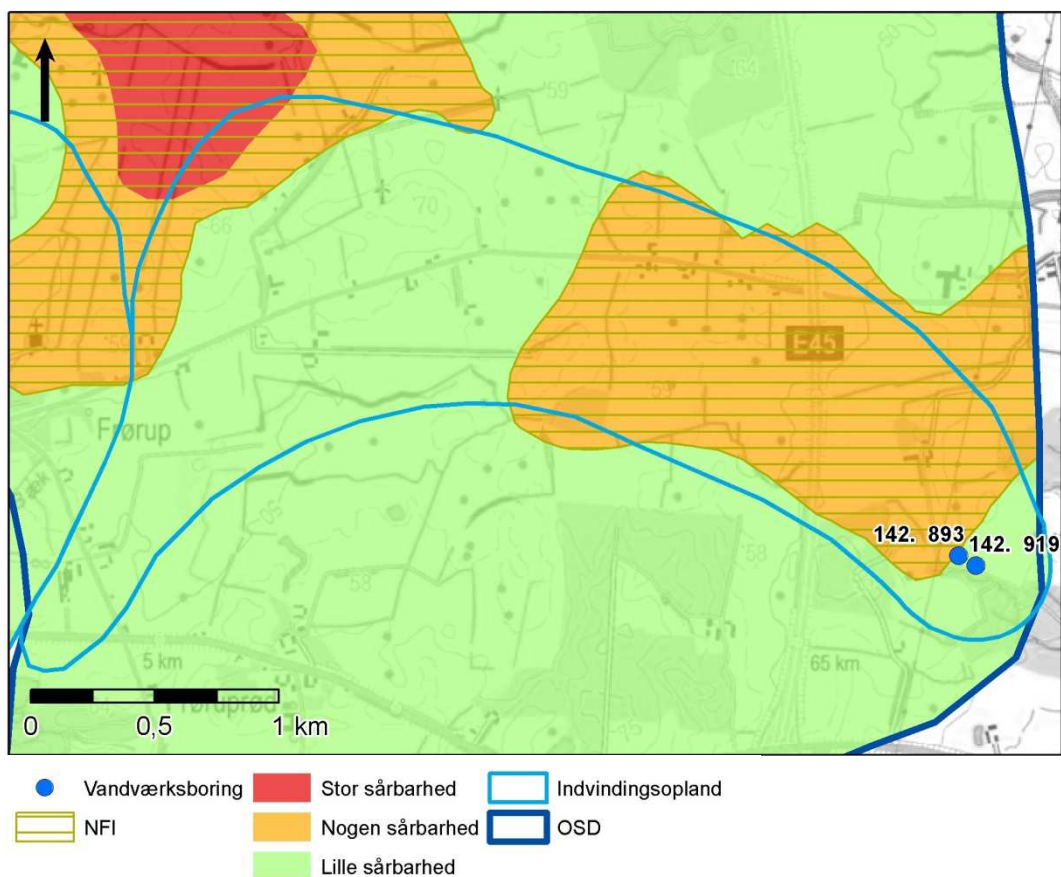
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.3a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (det grundvandsdannende opland) og hen til borerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.8a Akkumuleret aldersfordeling og histogram. Den akkumulerede alder er kun vist til 200 år.

Som det fremgår af figuren er lidt over 40 % af partiklerne mere end 200 år undervejs gennem den umættede zone og ned til borerne. Ca. 35 % er dog kun mellem 25 og 50 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszonerings er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszonerings er vist på figur 7.4 sammen med NFI.



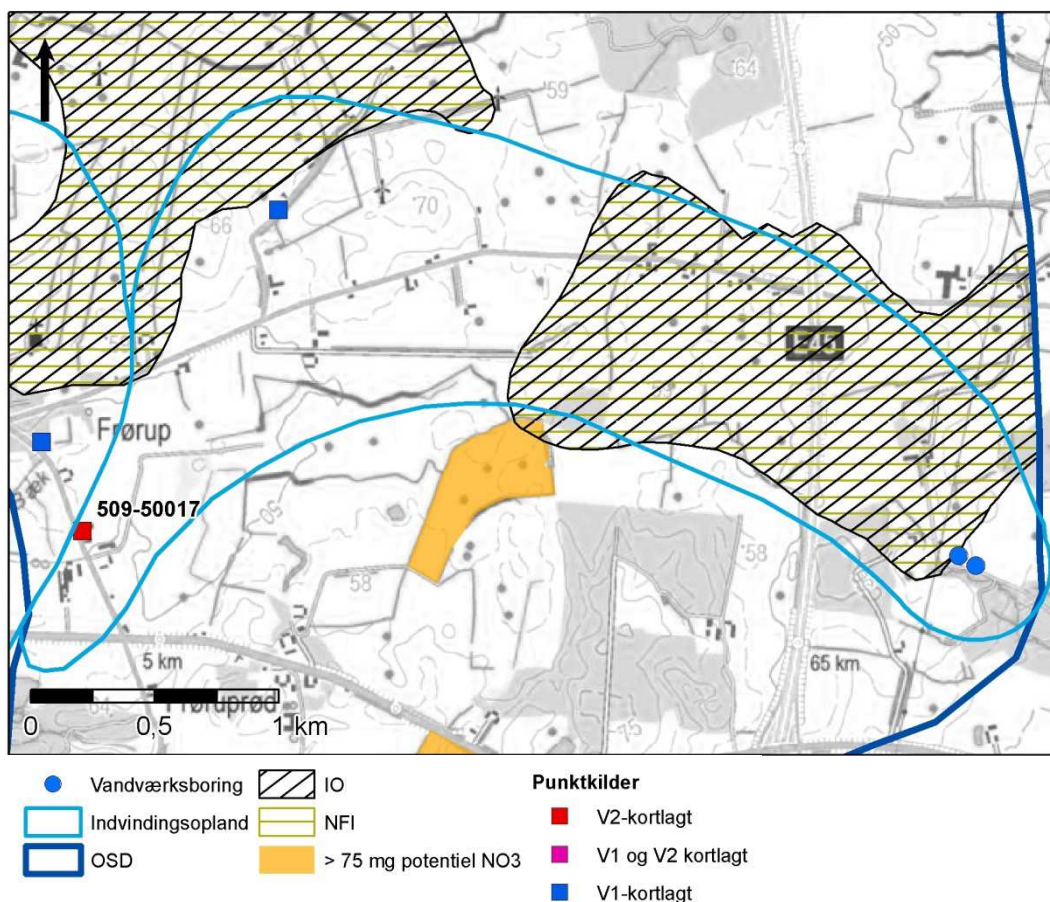
Figur 7.4 Sårbarhedszonering og nitratfølsomme indvindingsområder.

Hovedparten af magasinet indenfor oplandet er kortlagt til lille eller nogen sårbarhed overfor nitrat. Der er dog et mindre område i det nordvestlige hjørne af indvindingsoplandet, som er kortlagt til stor sårbarhed.

Arealanvendelsen i oplandet er primært landbrug og i mindre omfang skov og naturområder. Med udgangspunkt i arealanvendelsen er hele NFI afgrænset som indsatsområde (IO).

På figur 7.5 er vist NFI, IO og forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Som det ses af figuren, er der ingen markblokke med en potentiel nitratudvaskning på over 75 mg/l indenfor indvindingsoplandet.

Inden for indvindingsoplandet til Christiansfeld Vandværk er der kortlagt to forureningslokaliteter på hhv. V1 og V2 niveau. Den V2-kortlagte lokalitet er nr. 509-50017, et tidligere andelsmejeri og vognmandsvirksomhed, hvor der er påvist en jordforurening med olie.



Figur 7.5 Potentiel nitratudvaskning, NFI, IO og forureningslokaliteter.

7.2.2 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Christiansfeld Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i ca. halvdelen af indvindingsoplandet beliggende nær ved indvindingsboringerne har nogen nitratsårbarhed, mens der i den nordvestlige del af oplandet er en mindre del af indvindingsoplandet som har nogen og stor nitratsårbarhed. Begge områder er nitratsårbare bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne og fordi der er fundet nitrat i nogle borer indenfor indvindingsoplandet. Da der sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet indenfor hele indvindingsoplandet, er de nitratsårbare områder afgrænset som 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 overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Kortlægningen har vist, at der er fund af pesticider og nedbrydningsprodukter fra pesticider både over og under grænseværdien i en række borer i indvindingsoplandet. I en del borer har der tidligere været fund af pesticider.

Andre stoffer

Miljøfremmede stoffer

Der er en kortlagt V2 lokalitet i den vestligste del af oplandet. Der er ved lokaliteten konstateret en olieforurening i jorden.

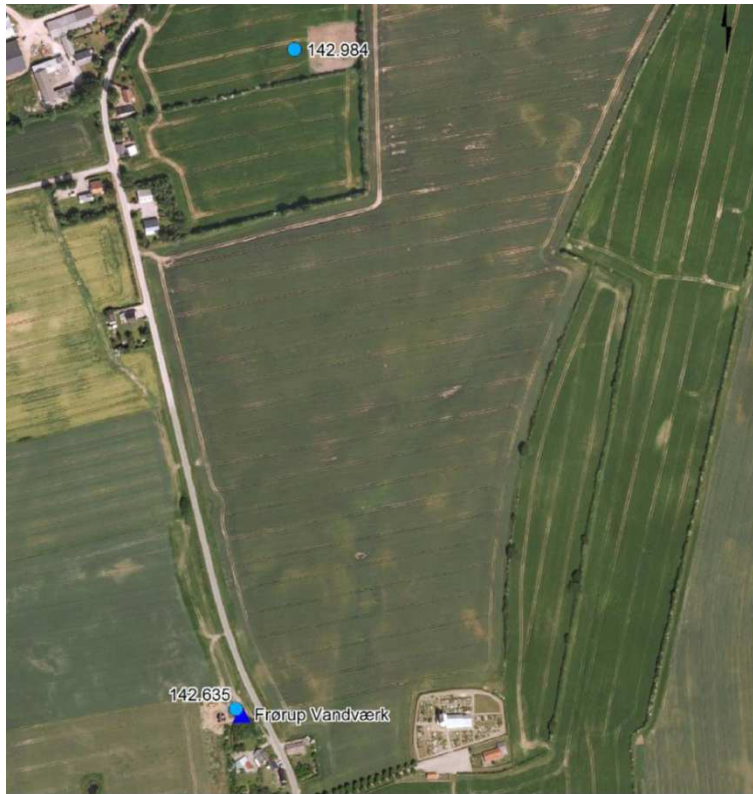
Naturligt forekommende stoffer

Der er i vandværkets reserveboring som er filtersat mere terrænnært end de øvrige boringer konstateret et meget højt sulfatindhold. Det skal bemærkes, at da vandværket, som en del af vandbehandlingen, sender ilt ned i magasinet er det vanskeligt at tolke og vurdere de grundvandskemiske forhold ved vandværket.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en V1-kortlagte forureningslokalitet, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

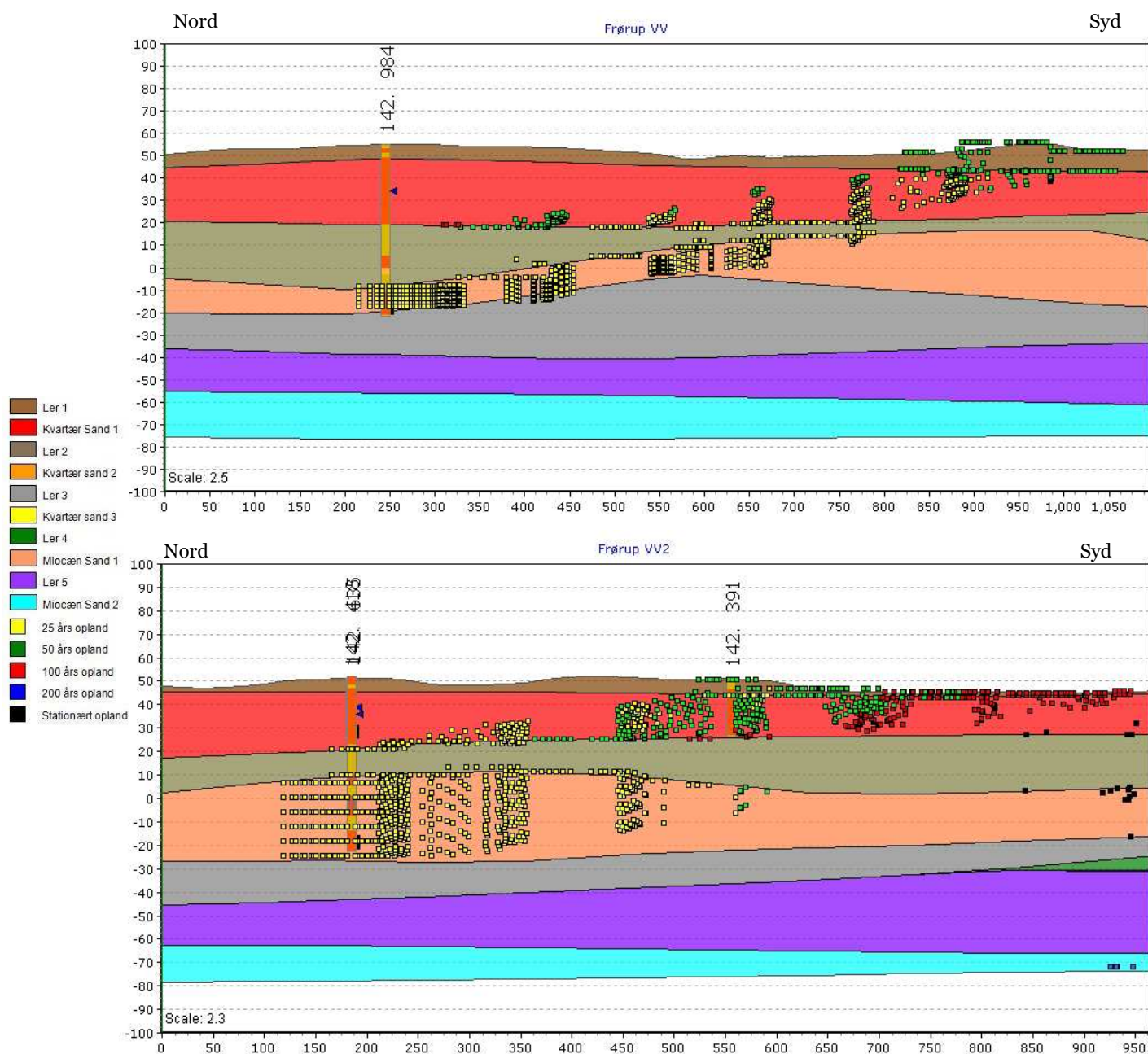
7.2.3 Sammenfattende beskrivelse ved Frørup Vandværk



Figur 7.6 Luftfoto med Frørup Vandværks boringer og vandværk.

Vandværket har to indvindingsboringer, DGU nr. 142.635 og 142.984, og indvinder knap 100.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra syd mod nord i området. På nedenstående figur er vist to overordnet geologiske profilsnit gennem vandværkets boringer og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til boringerne. Der er udarbejdet profilsnit da boringerne ligger forholdsvis langt fra hinanden.



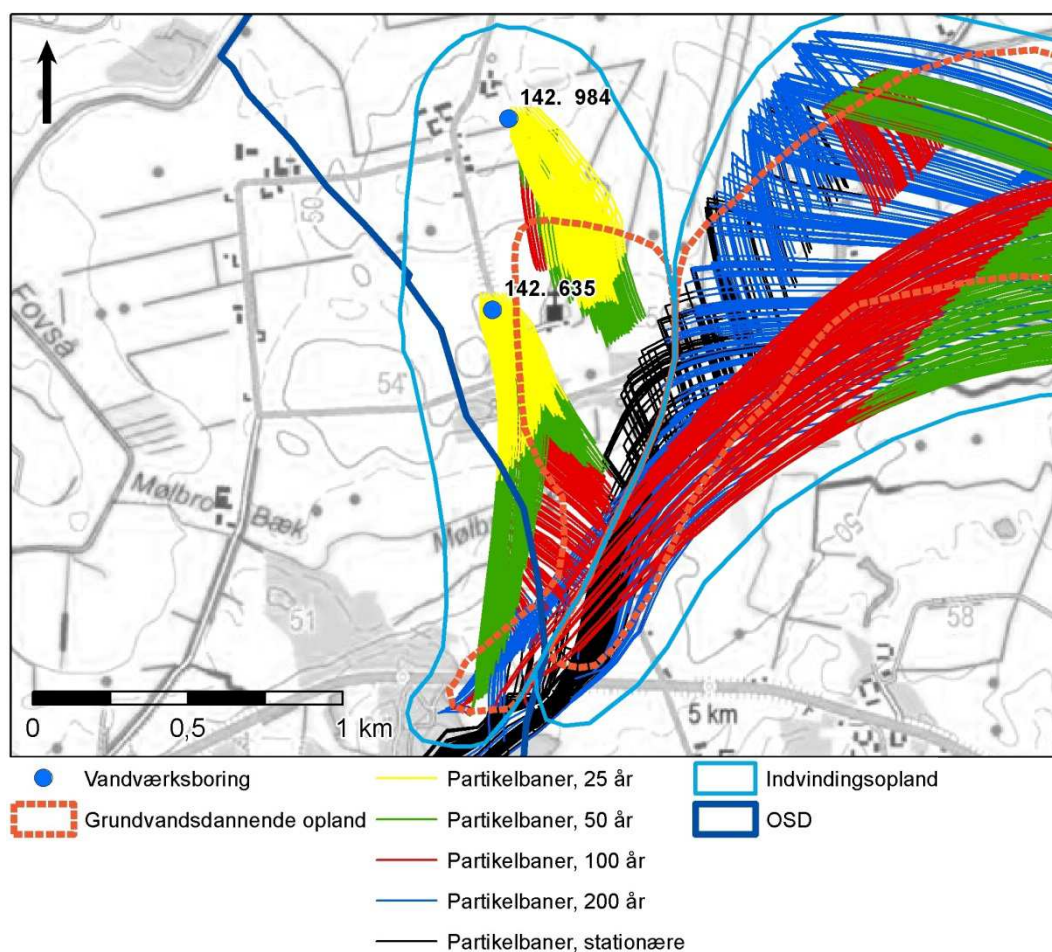
Figur 7.7 To overordnede geologiske profiler med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerne. Vandværkets borer er placeret i den venstre side (nordlige del) af profilerne.

Vandværkets borer indvinder begge fra det "Kvartære sand 2". Det kvartære sandmagasin er overlejret af et moderat lerlag, som inde omkring den nordlige boring, DGU nr. 142.984, er op til ca. 30 m tykt, men som bliver tyndere (10 m) ude i oplandet. Ved den sydlige indvindingsboring, DGU nr. 142.635, har lerlaget over det kvartære sandmagasin en mægtighed på omkring 10 meter, mens mægtigheden er større i oplandet. Det skal bemærkes, at i forhold til den geologiske beskrivelse af boring DGU nr. 142.635, ses den del af boringen som i den hydrostratigrafiske model tilhører det kvartære sandmagasin Sand 2, at indeholde varierende lag af glacialt sand, ler og grus.

Bemærk det mere terrænnære kvartære sandmagasin ("Kvartære sand 1") er forholdsvis tykt i området, nogle steder endda over 20 m tykt. Der kan indvindes fra magasinet, om end det er sårbart i forhold til påvirkninger fra overfladen.

Råvandet fra de to borerer indeholder ikke nitrat og sulfatindholdet er hhv. 34 og 18 mg/l. I DGU nr. 142.635 er der i tre tidligere analyser påvist et forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid på omkring 6 mg/l, mens indholdet i seneste analyse er <2 mg/l. I 2001 er påvist indhold af BAM i DGU nr. 142.635, mens tre efterfølgende analyser ikke viser spor af stoffet. Vandkvaliteten i borerne er kategoriseret som vandtype C og Dx. I rentvandsprøver har indholdet af aggressiv kuldioxid fluktueret med indhold op til 5 mg/l fra 1981 til seneste analyse fra 2010. De seneste to rentvandsanalyser viser indhold på 2 mg/l aggressiv kuldioxid. Der er ikke påvist indhold af BAM i rentvandet.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 130.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.8. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne.

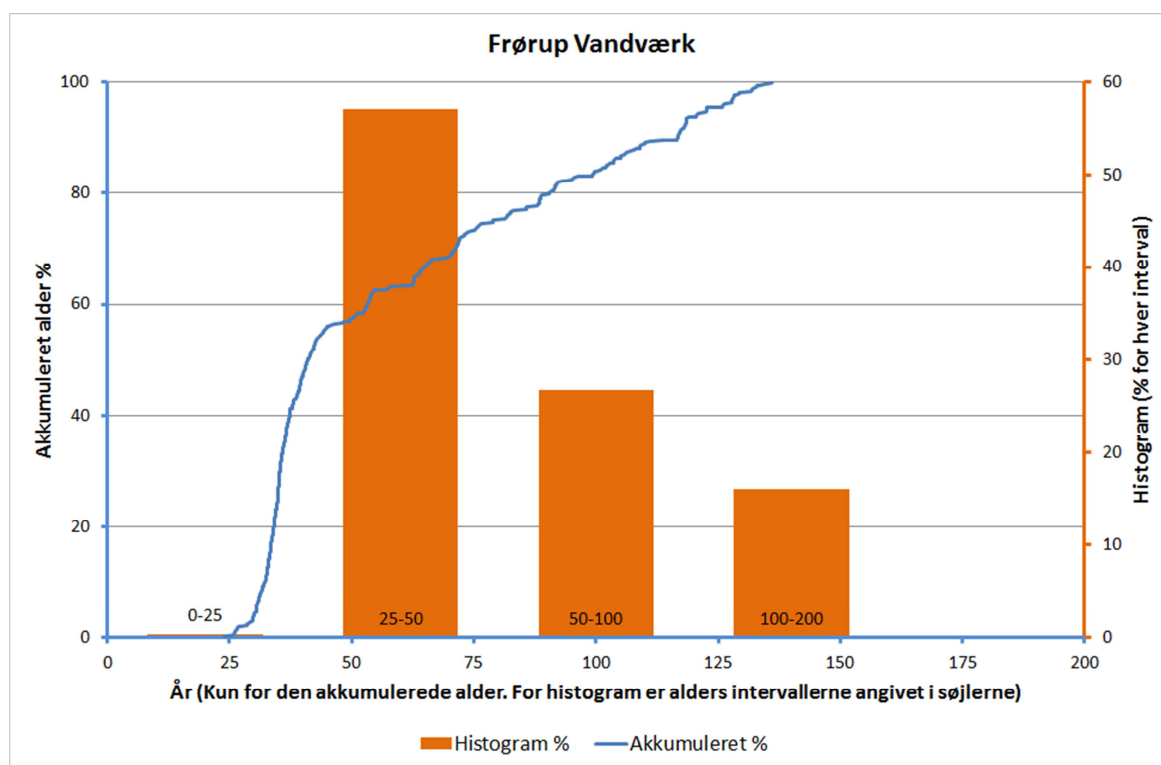


Figur 7.8 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Frørup Vandværk. Til højre på figuren ses dele af indvindingsoplandet til Christiansfeld Vandværk.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den sydøstlige del af oplandet og forholdsvis tæt på den boring, der ligger ved vandværket. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i det nævnte område. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der nede i grundvandsmagasinet strømmer hen mod borerne. Som det ses, er en forholdsvis stor del af vandet under 50 år undervejs. Længst "ude" i det grundvandsdannende opland er vandet dog op til 200 år undervejs.

Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.8a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til borerne, er

akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.

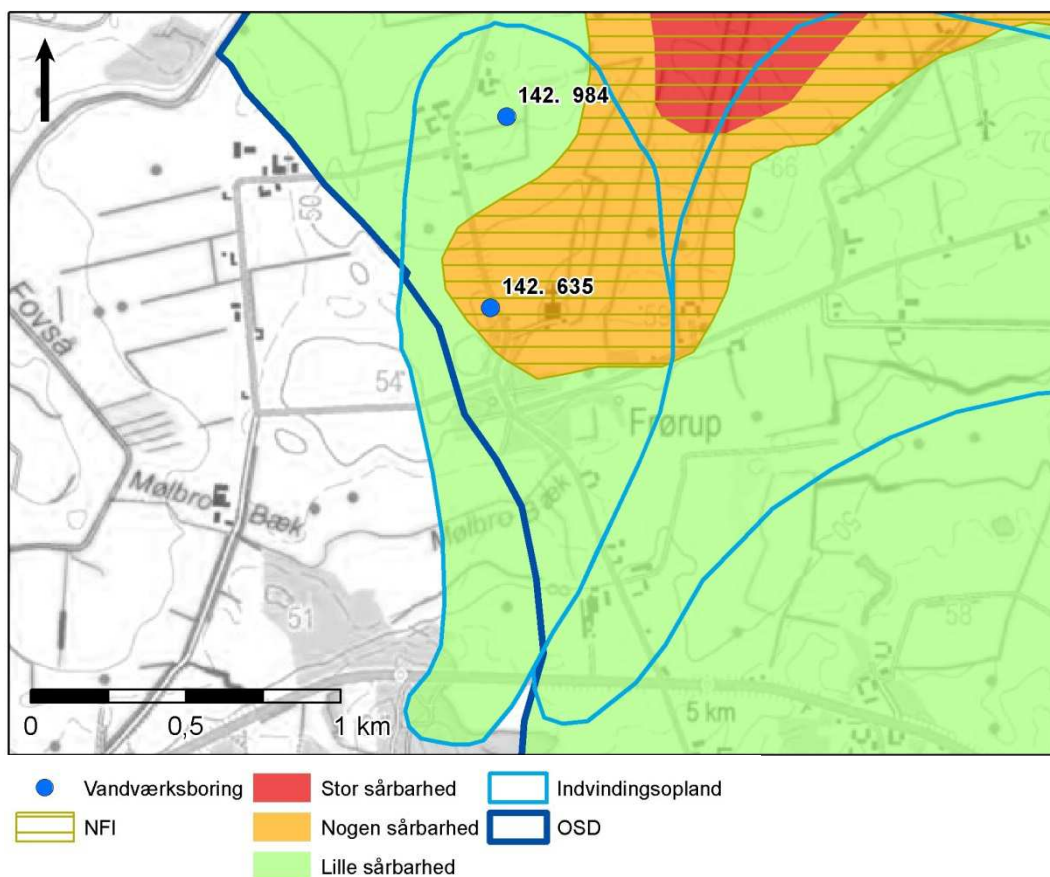


Figur 7.8a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er knap 60 % af partiklerne mindre end 50 år undervejs gennem den umættede zone og ned til borerne. Knap en tredjedel er mellem 50 og 100 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszoneringsen er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszoneringsen er vist på figur 7.9 sammen med NFI.

-



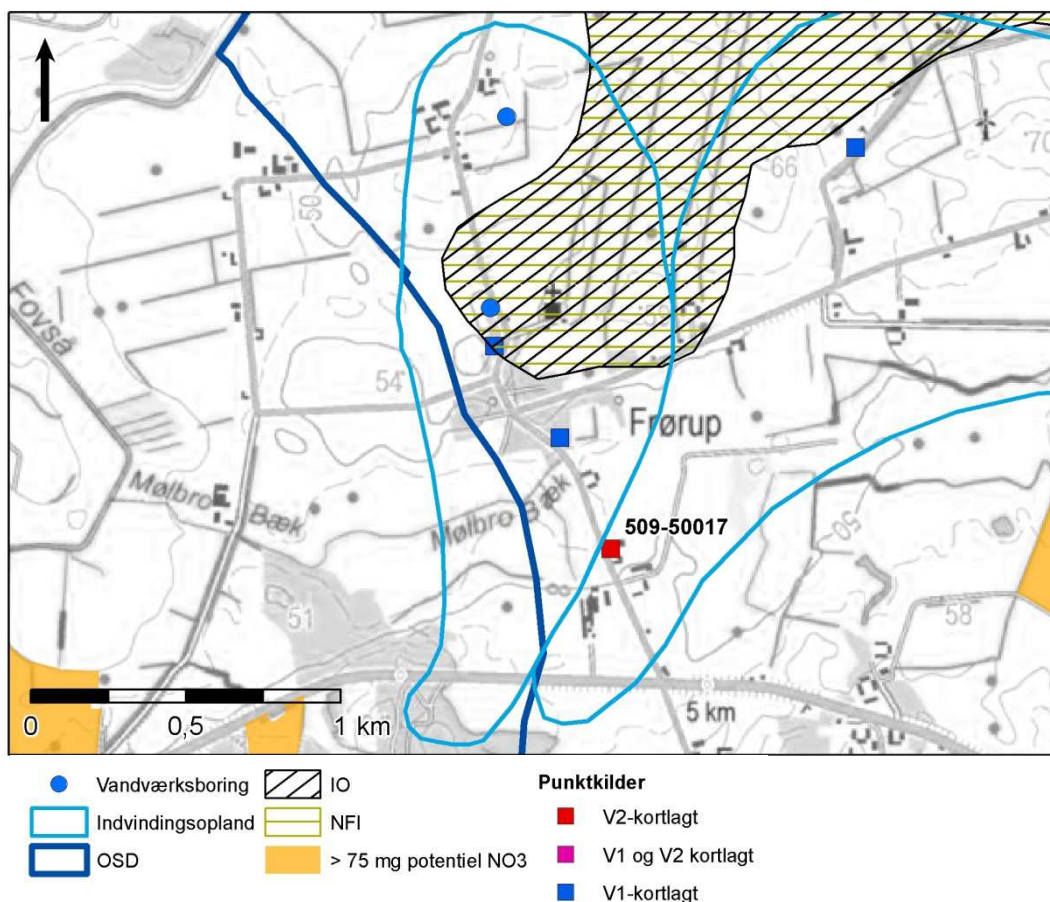
Figur 7.9 Sårbarhedszonering og nitratfølsomme indvindingsområder.

To tredjedele af magasinet indenfor oplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. Der er dog et større område nordøst for Frørup som er kortlagt til nogen sårbarhed.

Arealanvendelsen i oplandet er primært landbrug og selve Frørup by. Med udgangspunkt i arealanvendelsen er hele NFI afgrænset som indsatsområde (IO).

På figur 7.10 er vist IO og forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Der ses ikke arealer med en nitratudvaskning større end 75 mg/l indenfor indvindingsoplandet.

Inden for indvindingsoplandet er der kortlagt to forureningslokaliteter på V1 niveau, mens der ikke er kortlagt lokaliteter på V2 niveau. Umiddelbart øst for indvindingsoplandet ses en V2-kortlagt lokalitet (lokalitetsnr. 509-50017), som er et tidligere andelsmejeri og vognmandsvirksomhed med oplag af benzin og olie.



Figur 7.10 Nitratudvaskning, IO og forureningslokaliteter.

7.2.4 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Frørup Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i en del af indvindingsoplandet har nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. Da der sker nogen eller stor grundvanddannelse til magasinet indenfor hele indvindingsoplandet, er det nitratsårbare areal afgrænset som nitratfølsomt indvindingsområde. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for det nitratfølsomme indvindingsområde afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Sprøjtemidler

Kortlægningen har vist, at der tidligere har været fund af pesticider (BAM) i den ene af vandværkets nuværende borer. Fundet har været under grænseværdien.

I en tidligere vandværksboring har der været fund af flere pesticider og nedbrydningsprodukter fra pesticider, herunder BAM i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/l i drikkevand.

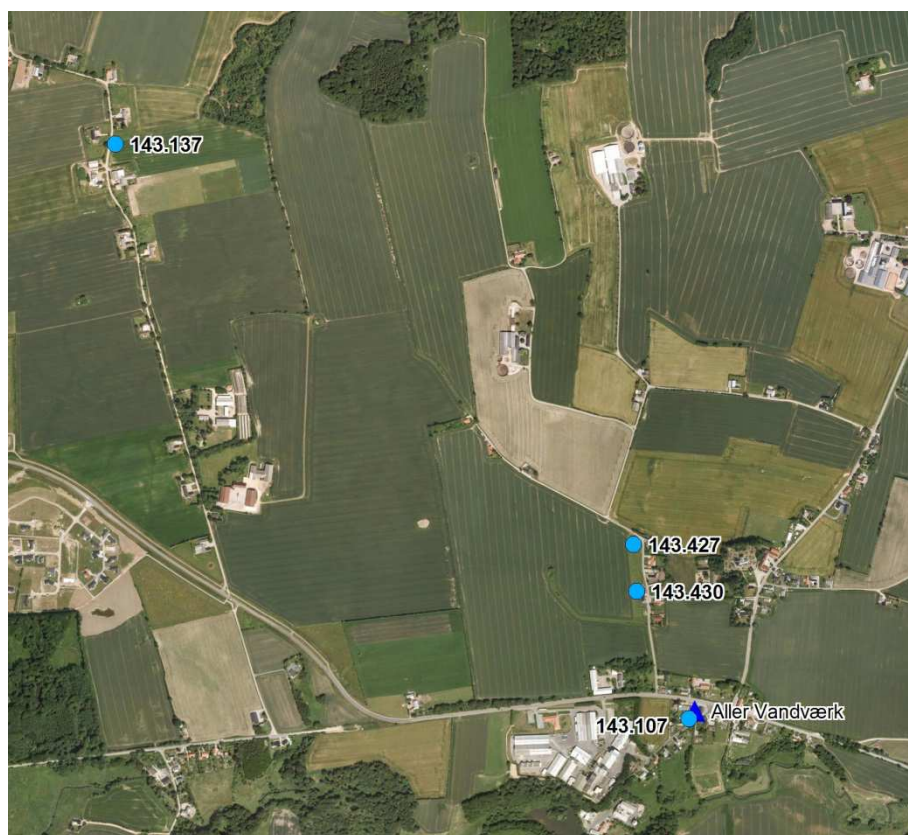
Andre stoffer

Der optræder aggressiv kuldioxid i den ene af vandværkets borer. Seneste vandprøve var dog uden indhold af aggressiv kuldioxid.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er to V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

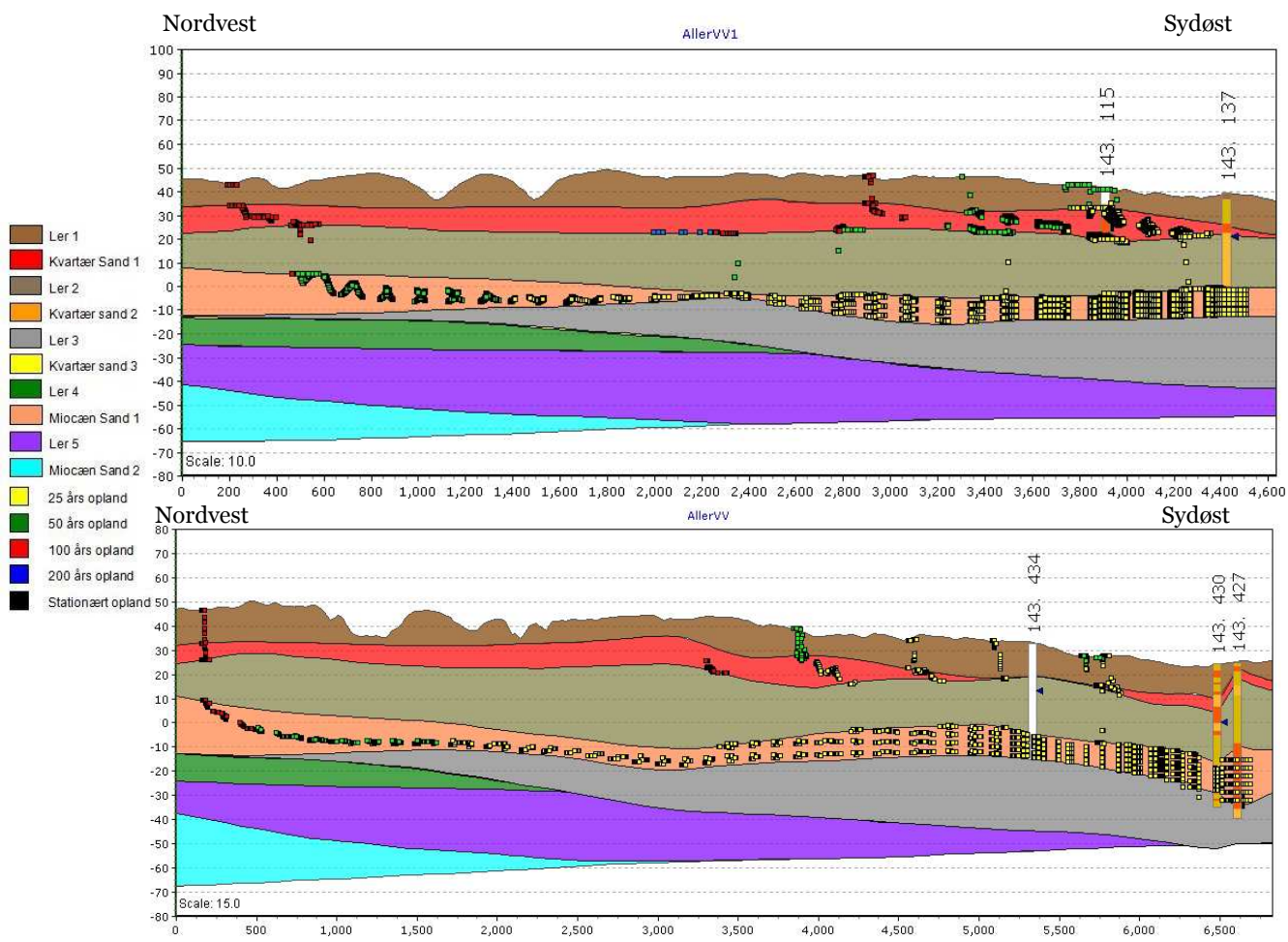
7.2.5 Sammenfattende beskrivelse ved Aller Vandværk



Figur 7.11 Luftfoto med Aller Vandværks borer og vandværk.

Aller Vandværk anvender DGU nr. 143.427 og 430 som indvindingsboringer. Da vandværket er slået sammen med Torning Vandværk anvendes boring DGU nr. 143.137 ved Torning også som forsyningsboring til Aller Vandværk og rent vand pumpes retur til Torning. Alle tre borer indgår således i driften og leverer omtrent samme mængde vand. Boring DGU nr. 143.107 anvendes som reserveboring. Vandværket indvinder omkring 80.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra nordvest mod sydøst i området. På nedenstående figur er vist to overordnede geologiske profilsnit gennem vandværkets borer og ud i oplandet, hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerne. Der er lavet to profiler, da vandværkets ene boring (DGU nr. 143.137) er placeret et godt stykke fra de to øvrige borer.



Figur 7.12 To overordnet geologiske profiler med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerne. Vandværkets borer er placeret i den højre side (sydøst) af profilerne.

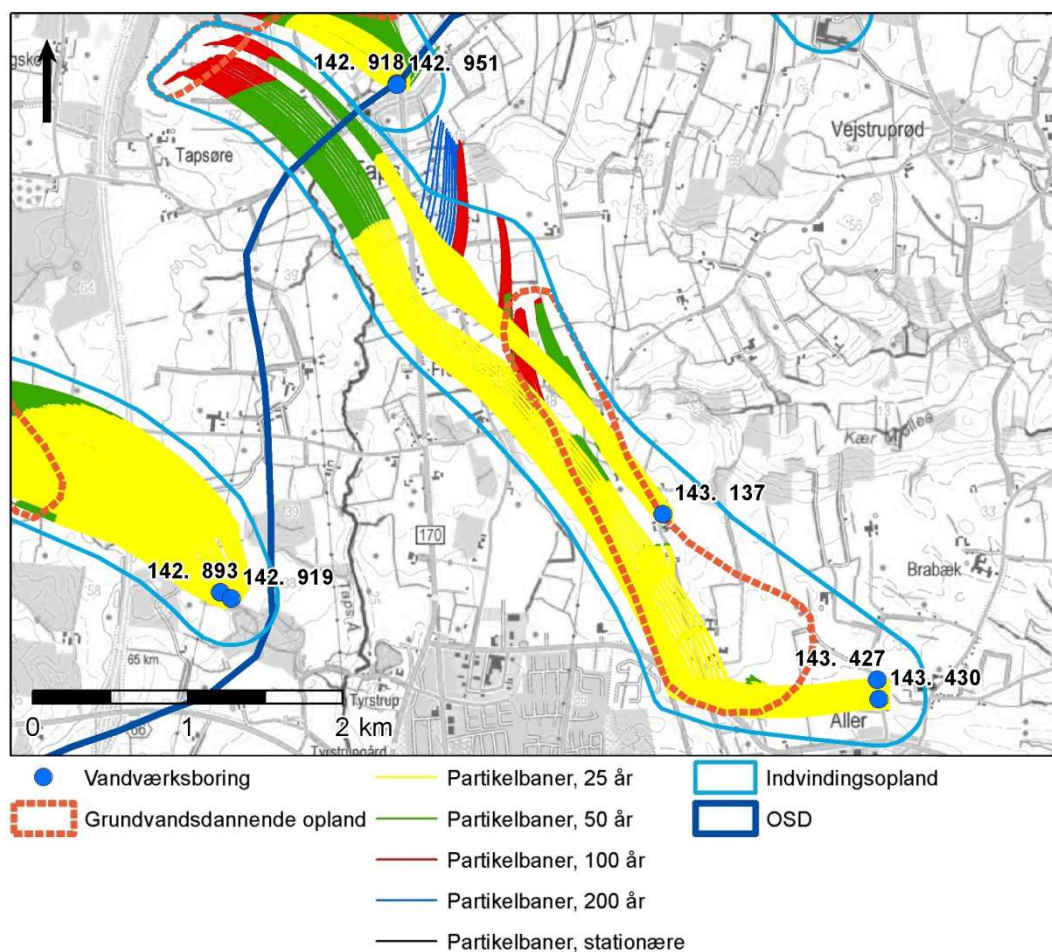
Vandværkets borer indvinder fra det "Kvartære sand 2". Det kvartære sand magasin er overlejret af et lerlag, som inde omkring borerne er omkring 20 m tykt, men som stedvist er tykkere (op til 35 m tykt) ude i oplandet.

Råvandet fra de 2 borer, DGU nr. 142.427 og 142.430, viser ingen nitrat og hhv. et meget lavt sulfatindhold på under 7 mg/l og et moderat indhold på 35 mg/l, Vandtyperne er således hhv. Cx ("x" pga. et meget lavt indhold af jern) og D. Råvandet i DGU nr. 143.137 indeholder ingen nitrat og har et lavt sulfatindhold på 13 mg/l samt et indhold af jern på 0,5 mg/l. Råvandet tilhører vandtype D. Kloridindholdet svarer i alle tre borer til et naturligt niveau. Vandværkets reserveboring DGU nr. 143.107 er BAM-forurenet.

I rentvandet ved afgang fra vandværket ligger sulfatindholdet omkring 40 mg/l, mens der ved seneste analyser er påvist 1,5 mg/l nitrat. Dette indhold kan tilskrives omdannet ammonium ved iltningen af råvandet. Indholdet af nitrit, som er et mellemprodukt i processen fra ammonium til nitrat, har i perioden fra 2003 til 2010 været over kvalitetskravet for drikkevand. I de seneste to foretagne rentvandsanalyser (begge i 2012) overholder indholdet af nitrit kvalitetskravet. Historisk er der påvist indhold af BAM i rentvandet ved afgang fra vandværket i flere på hinanden efterfølgende analyser. BAM er dog ikke påvist i de seneste to foretagne analyser fra 2011 og 2012.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 40.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.13. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdan-

nende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne.

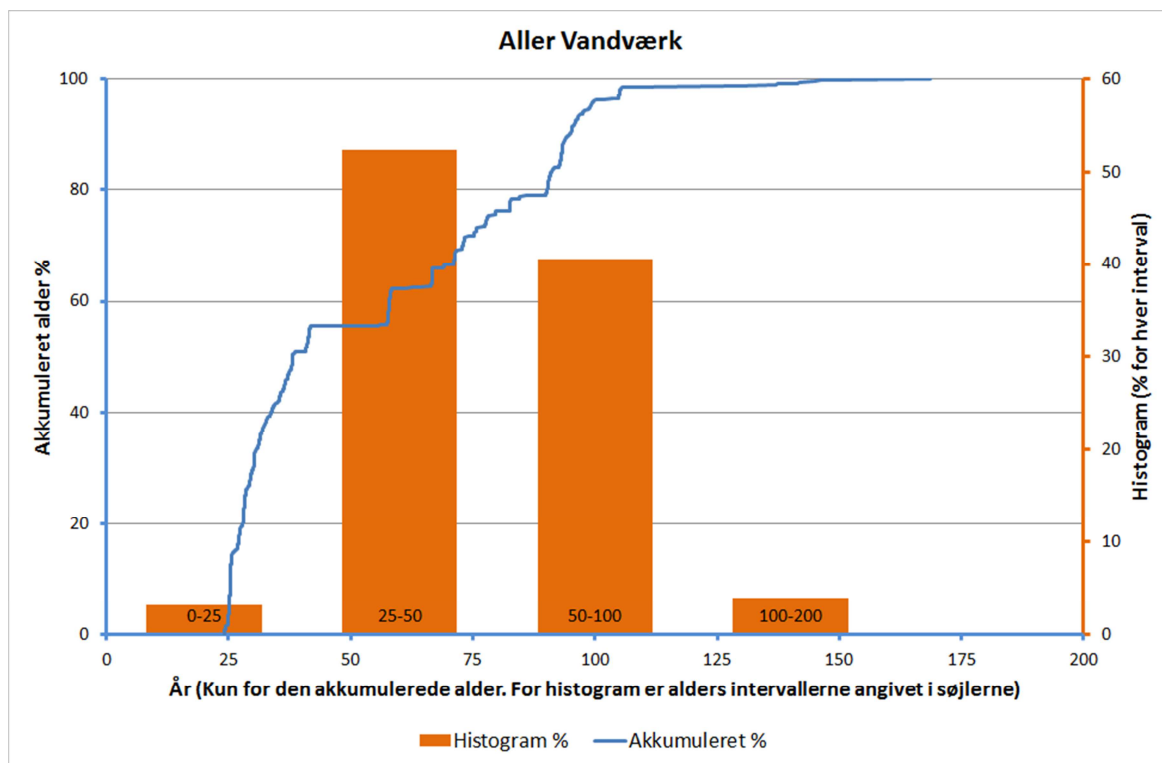


Figur 7.13 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Aller Vandværk. Nord for oplandet til Aller Vandværk ses indvindingsoplandet til Taps Vandværk, mens dele af indvindingsoplandene til hhv. Sjølund og Christiansfeld ligeledes ses på figuren.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den halvdel af oplandet der ligger tættest på vandværkets boringer, dog ikke inden omkring boringerne ved den sydligste kildeplads. Der sker også en væsentlig grundvandsdannelse længst ude i oplandet. Det skal dog understreges, at der reelt sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at en stor del af grundvandsdannelsen sker i de to nævnte områder.

På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der nede i grundvandsmagasinet strømmer hen mod boringerne. Som det ses, er der en forholdsvis stor spredning på transporttiden, således er vandet indenfor det store grundvandsdannende opland tættest på vandværkets boringer kun 25 til 50 år undervejs til boringerne. Længst ud i oplandet er vandet op til 100 år undervejs.

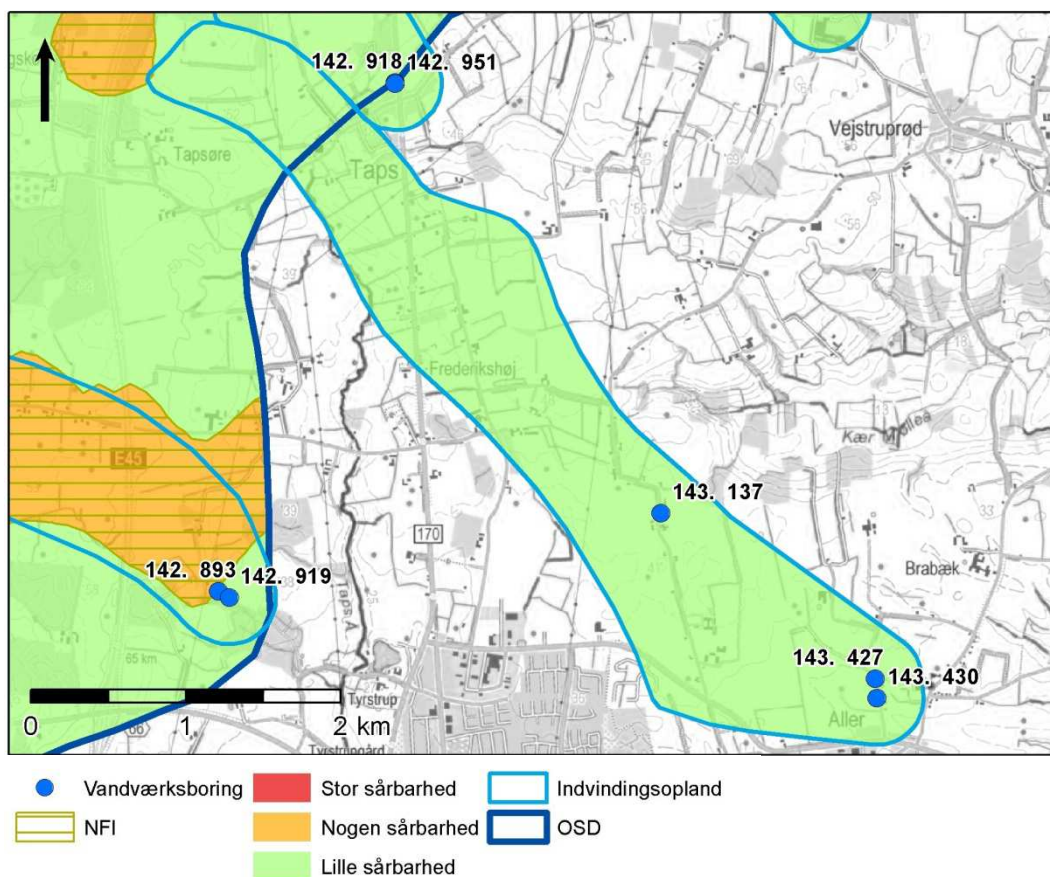
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.13a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til boringerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.13a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er over 50 % af partiklerne mindre end 50 år undervejs gennem den umættede zone og ned til boringerne. Omkring 40 % er mellem 50 og 100 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagene over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonering af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszoneringen er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszoneringen er vist på figur 7.14 sammen med NFI.



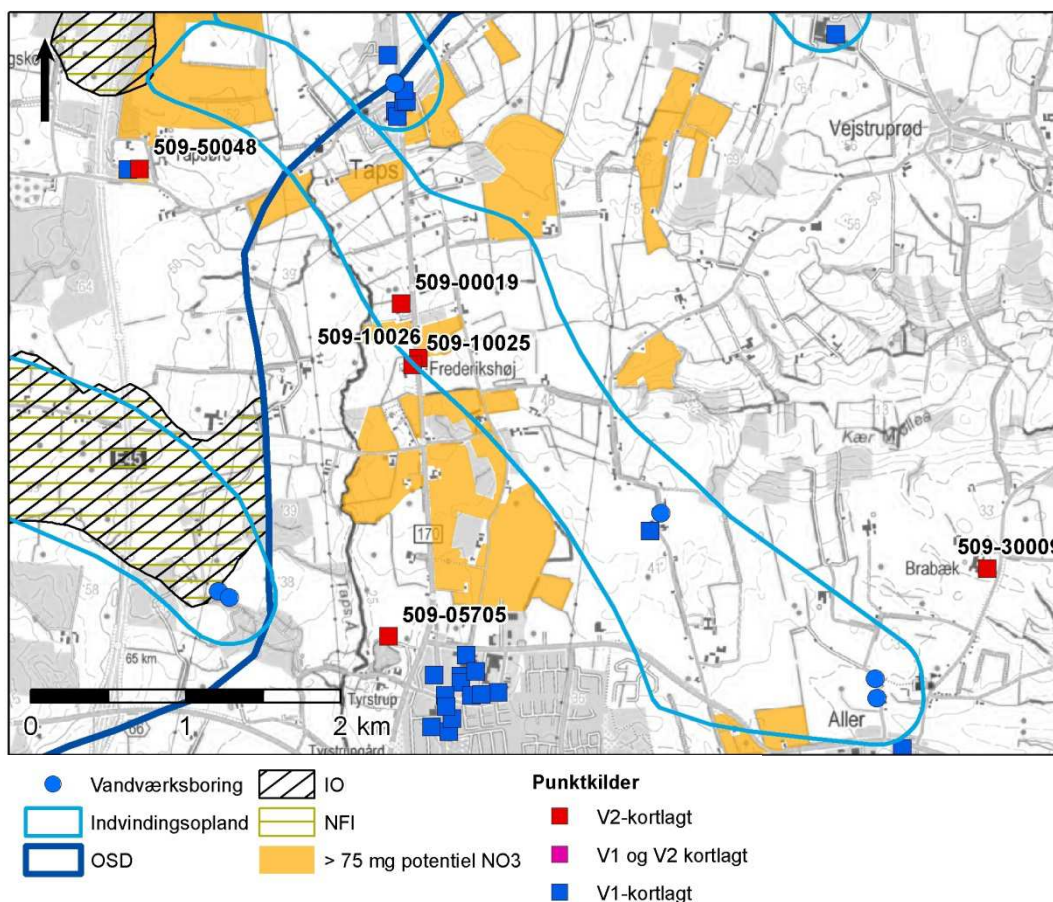
Figur 7.14 Sårbarhedszonering og nitratfølsomme indvindingsområder.

Hele magasinet indenfor indvindingsoplandet til Aller Vandværk er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. På den baggrund er der ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder indenfor indvindingsoplandet.

Med hensyn til arealanvendelsen indenfor indvindingsoplandet er denne primært landbrug.

På figur 7.15 er vist forureningslokaliteterne i området, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Der ses nogle få arealer med en høj potentiel nitratudvaskning indenfor indvindingsoplandet.

I indvindingsoplandet er der kortlagt tre forureningslokaliteter på V2-niveau og en lokalitet på V1-niveau. Lokaliteterne er beliggende i forholdsvis stor afstand fra vandværkets borer. Der er tale om V2-lokaliteterne nr. 509-00019 (villaolietank og fyldplads) samt 509-10025 og 509-10026, som begge er tidligere servicestationer. Ved lokalitetsnr. 509-00019 er påvist forurening med olieprodukter og benzen i poreluft samt med fyringsolie i jord og grundvand. På de to tidligere servicestationer er påvist forurening af jord og grundvand med olieprodukter.



Figur 7.15 Potentiel nitratudvaskning og forureningslokaliteter. På kortet er endvidere vist nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO). Der er dog ikke sådanne områder indenfor indvindingsoplandet til Aller Vandværk.

7.2.6 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Aller Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for dette område ikke er afgrænset indsatsområder.

Sprøjtemidler

Kortlægningen har vist, at råvandet fra vandværkets nuværende indvindingsboringer er uden pesticider. I vandværkets reserveboring og vandværkets tidligere indvindingsboringer (beliggende udenfor nuværende indvindingsopland) har der været fund af pesticider og nedbrydningsprodukter fra pesticider. Endda i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

Andre stoffer

Der er i indvindingsoplandet kortlagt tre V2-kortlagte forureningslokaliteter. Forureningerne omfatter primært olieprodukter, herunder fyringsolie. Der er konstateret oliekomponenter i grundvandet.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er én V1-kortlagt forureningslokalitet, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af denne lokalitet prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

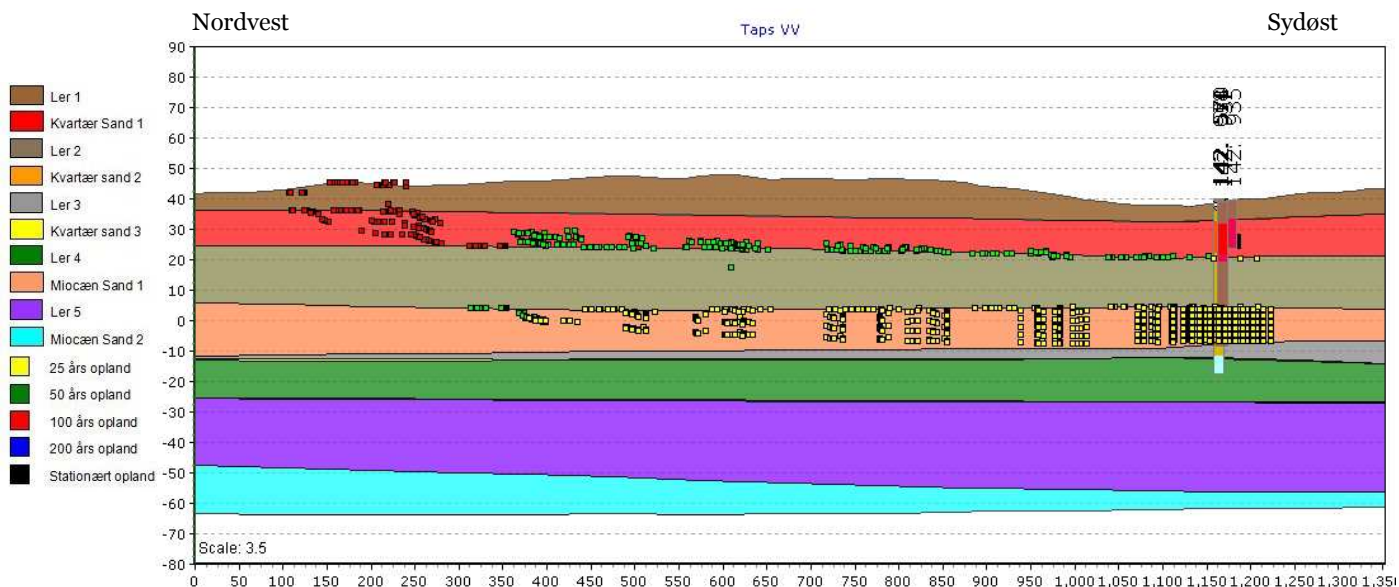
7.2.7 Sammenfattende beskrivelse ved Taps Vandværk



Figur 7.16 Luftfoto med Taps Vandværks borer og vandværk.

Vandværket anvender 2 borer til indvinding, DGU nr. 142.918/934 og 142.951. Der er ikke klarhed over boringsangivelsen for DGU nr. 142.918/934. Vandværket oplyser, at boringen har DGU nr. 142.934. I Jupiter er der dog alene et DGU nr. på denne boring og ikke andre oplysninger. Der er derfor i præsentation af de følgende data taget udgangspunkt i oplysninger fra DGU nr. 142.918. Vandværket indvinder omkring 40.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningretning er fra nordvest mod sydøst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets borer og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerne.

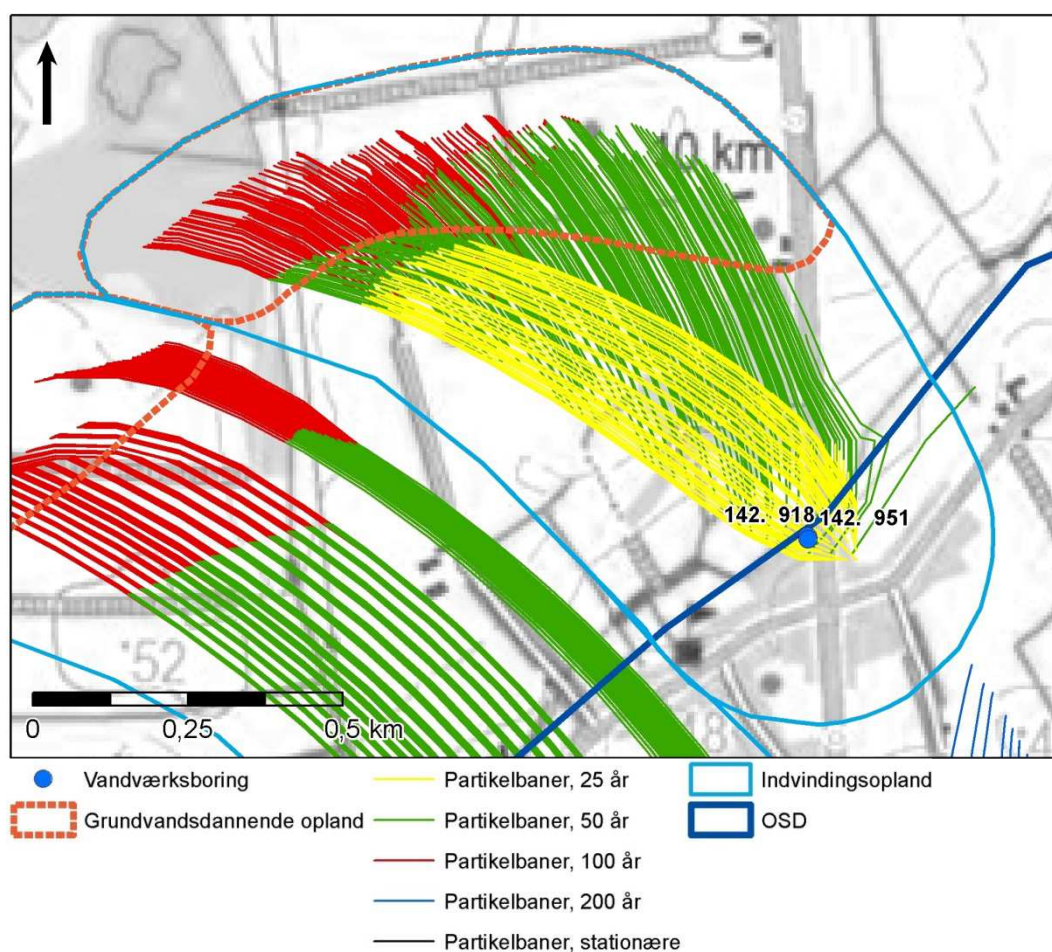


Figur 7.17 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerne. Vandværkets borer er placeret i den højre side (sydøst) af profilet.

Vandværkets borer indvinder fra det "Kvartære sand 2", som er overlejret af et moderat lerlag på op til 15-20 m tykt, både ved indvindingsboringerne og længere ude i oplandet.

Boring DGU nr. 142.918 har tidligere haft et lavt indhold af nitrat på 1,8 mg/l. Seneste analyse fra august 2013 er dog uden nitrat. Der er ikke påvist indhold af nitrat i DGU nr. 142.951. Sulfatindholdet er i begge borerne lavt med indhold omkring 15 mg/l, mens jernindholdet på omkring 1 mg/l er højt. Råvandet i borerne kategoriseres som vandtype Dx. Vandtype Dx opnås i begge borer på baggrund af det lave sulfatindhold (15 mg/l) samtidig med at der er målt et iltindhold samtidig med. Arsenindholdet er en smule over grænseværdien for drikkevand i begge borer, men under grænseværdien i rentvandet ved afgang fra vandværket. Generelt har vandværket ikke problemer med at overholde de respektive drikkevandskvalitetskrav for hovedbestanddele.

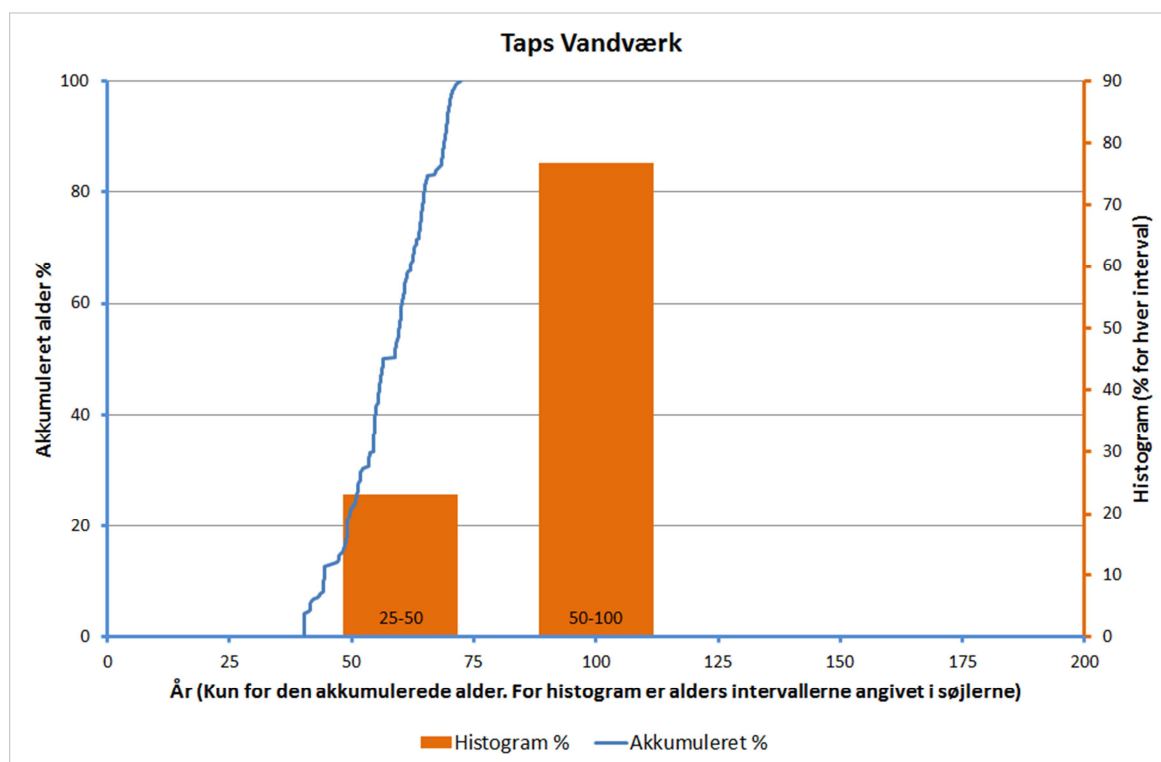
Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 43.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.18. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne.



Figur 7.18 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Taps Vandværk. Nederst på figuren ses dele af indvindingsoplandet til Aller Vandværk.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den halvdel af oplandet der ligger længst væk fra borerne del af oplandet. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i den nordlige del af oplandet. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der nede i grundvandsmagasinet strømmer hen mod borerne. Som det ses, er der en forholdsvis lille spredning på transporttiden, således er vandet indenfor det grundvandsdannende opland alder fra op til 50 år til op til 100 år undervejs til borerne.

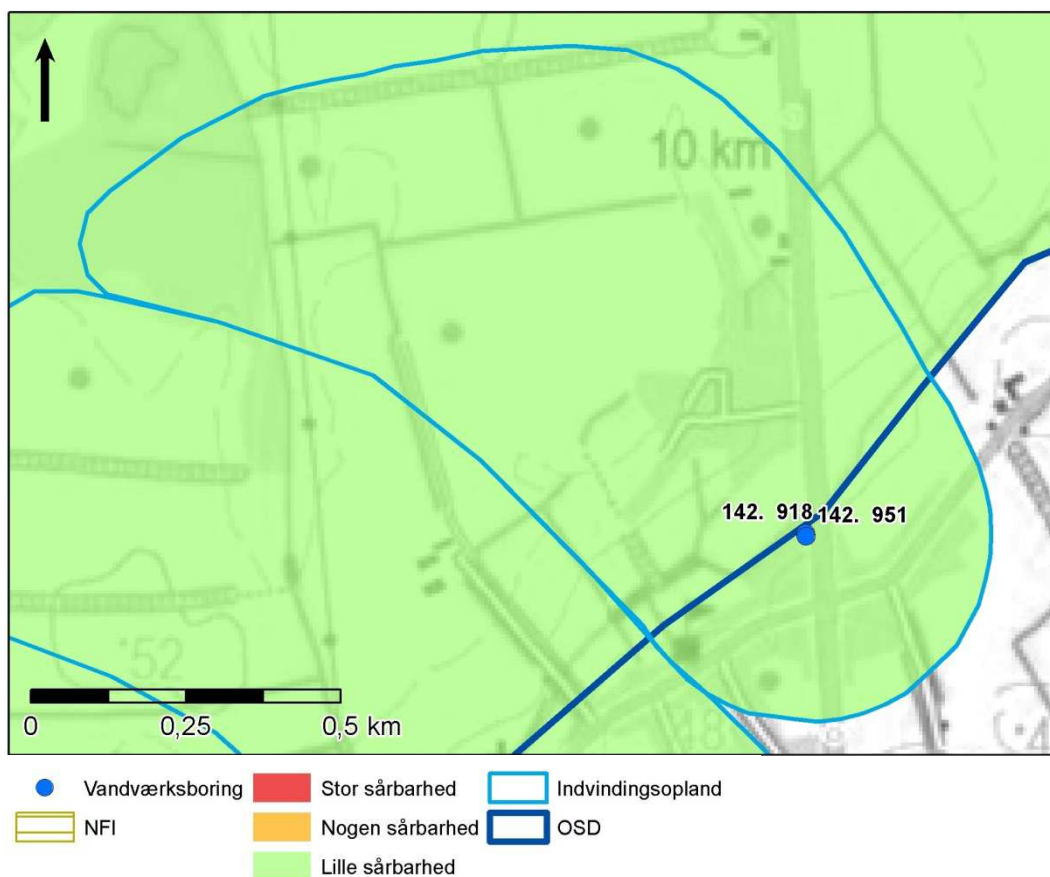
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.18a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til boringerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.18a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er ca. 75 % af partiklerne mellem 50 og 100 år undervejs gennem den umættede zone og ned til boringerne. Resten er mellem 25 og 50 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszoneringen er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszoneringen er vist på figur 7.19 sammen med NFI.

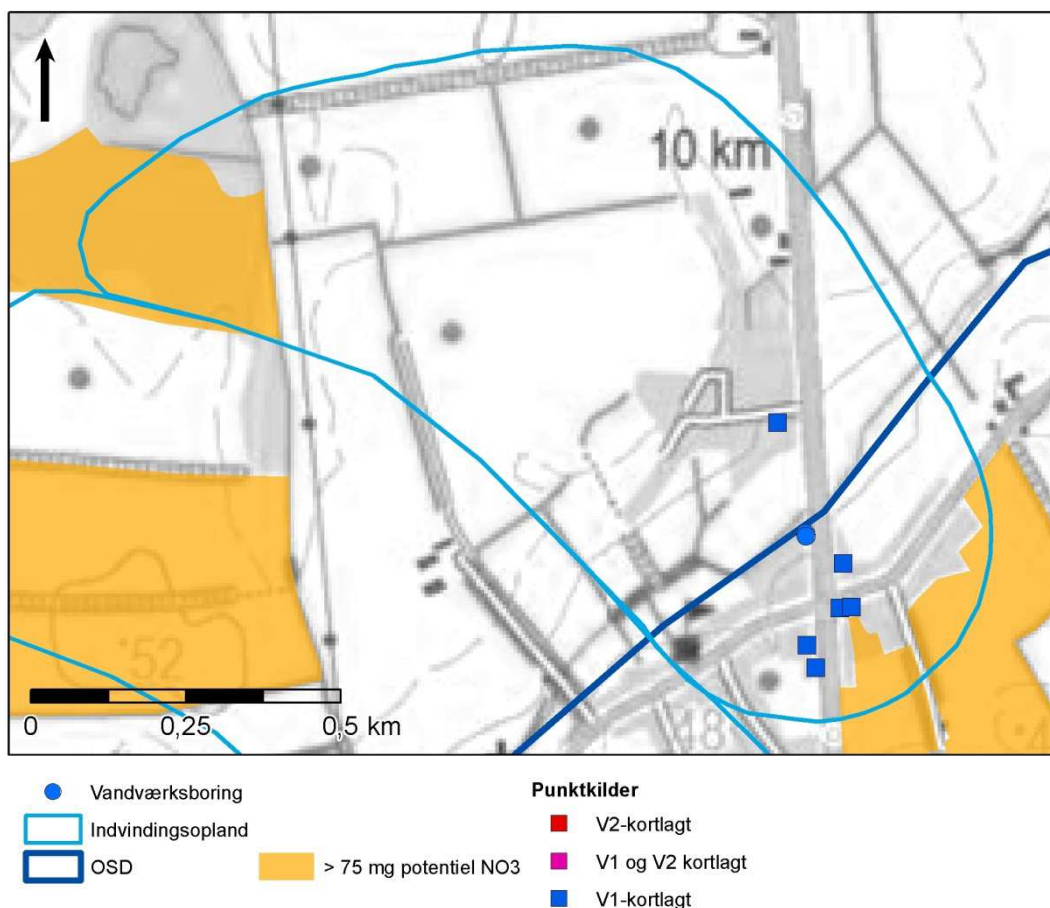


Figur 7.19 Sårbarhedszonering og nitratfølsomme indvindingsområder.

Hele magasinet indenfor oplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. Der er derfor ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder.

På figur 7.20 er forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet vist, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Kun få arealer viser en høj potentiel nitratudvaskning.

Der er ikke kortlagt forureningslokaliteter på V2 niveau indenfor indvindingsoplandet til Taps Vandværk, men seks forureningslokaliteter er V1-kortlagt.



Figur 7.20 Potentiel nitratudvaskning og forureningslokaliteter.

7.2.8 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Taps Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for dette område ikke er afgrænset indsatsområder.

Andre stoffer

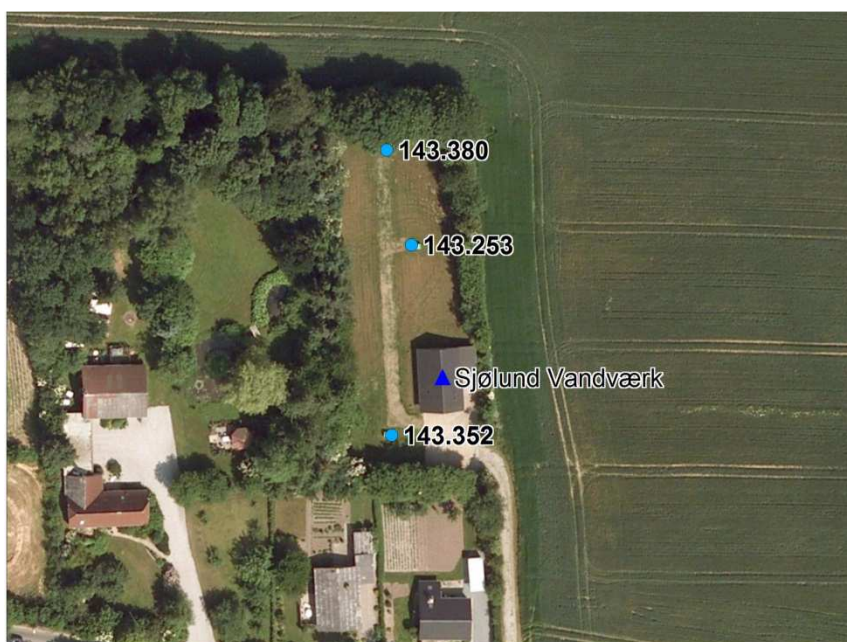
Kortlægningen har vist, at råvandet fra vandværkets borer indeholder arsen i koncentrationer umiddelbart over grænseværdien for drikkevand.

Der er tidligere målt et minimalt indhold af nitrat i vandværkets ene boring. Indholdet vurderes at stamme fra iltning af ammonium i forbindelse med vandprøvetagningen.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er seks V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

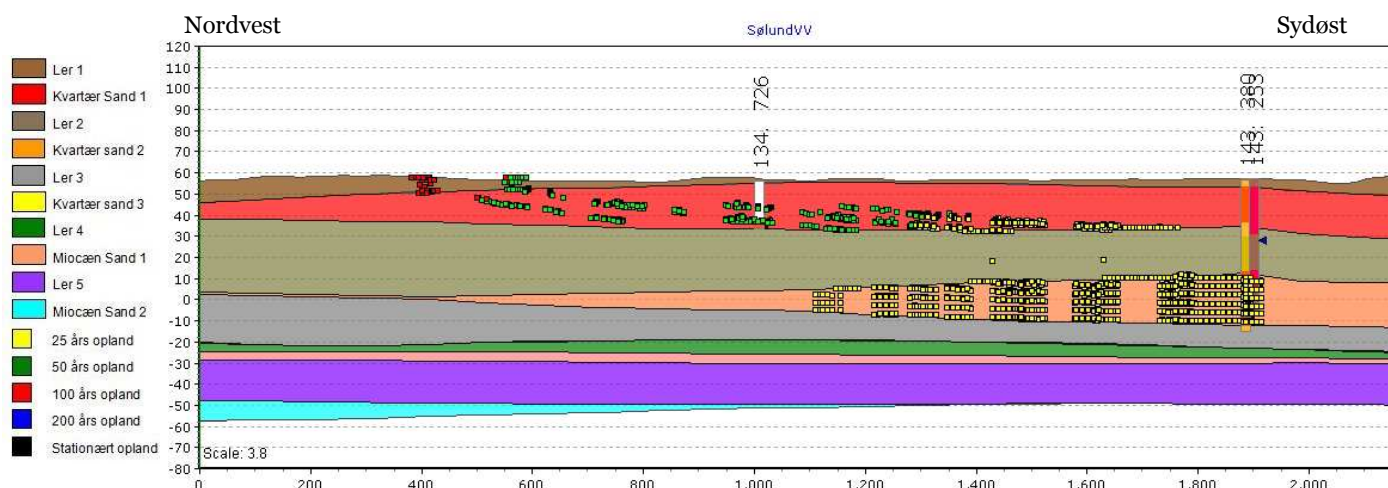
7.2.9 Sammenfattende beskrivelse ved Sjølund Vandværk



Figur 7.21 Luftfoto med Sjølund Vandværks boreriger og vandværk.

Vandværket har tre indvindingsboringer, DGU nr. 143.253, 143.352 og 143.380, og indvinder årligt omkring 105.000 m³.

Grundvandets strømningsretning er fra nordvest mod sydøst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets boreriger og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerigerne.



Figur 7.22 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerigerne. Vandværkets boreriger er placeret i den højre side (sydøst) af profilet.

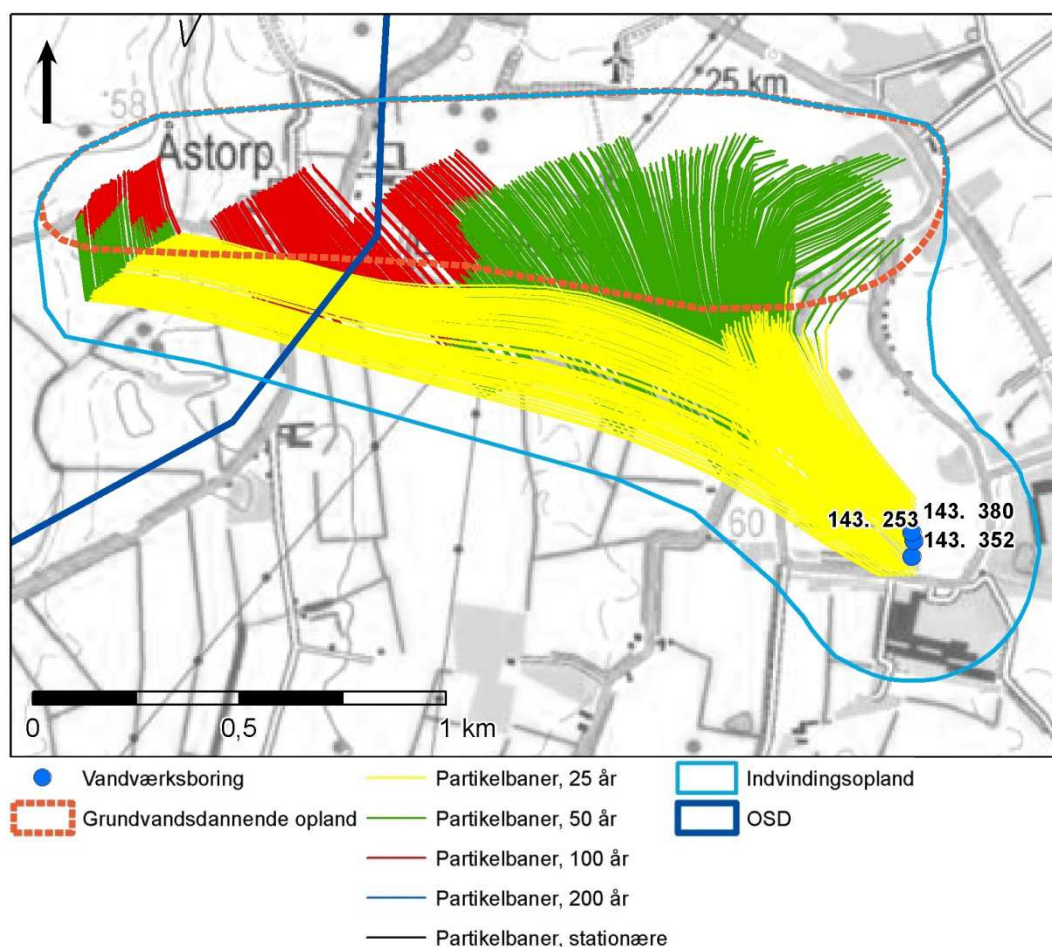
Vandværkets boreriger indvinder fra det "Kvartære sand 2", som er overlejret af et godt lerlag, som inde omkring borerigerne er ca. 20 m tykt, men som bliver tykkere ude i oplandet.

Råvandet fra de tre boreriger indeholder ingen nitrat, har et sulfatindhold omkring 50 mg/l og et jernindhold mellem 1,1 og 1,4 mg/l. Alle indvindingsboringerne har vandtype C. DGU nr. 143.253 har et forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid i råvandet på 3 mg/l, mens stoffet ikke er påvist i de resterende af vandværkets indvin-

dingsboringer. Der er påvist indhold af ethylbenzen og xylen i de to indvindingsboringer DGU nr. 143.352 og 143.380 i analyser fra 2010.

Vandværket har haft gentagne problemer med et forhøjet indhold i rentvandet af ammonium+ammoniak, aggressiv kuldioxid og mangan over drikkevandskvalitetskravet. Der er ikke gjort fund af oliestoffer, herunder ethylbenzen og xylen i rentvandsprøver fra vandværket.

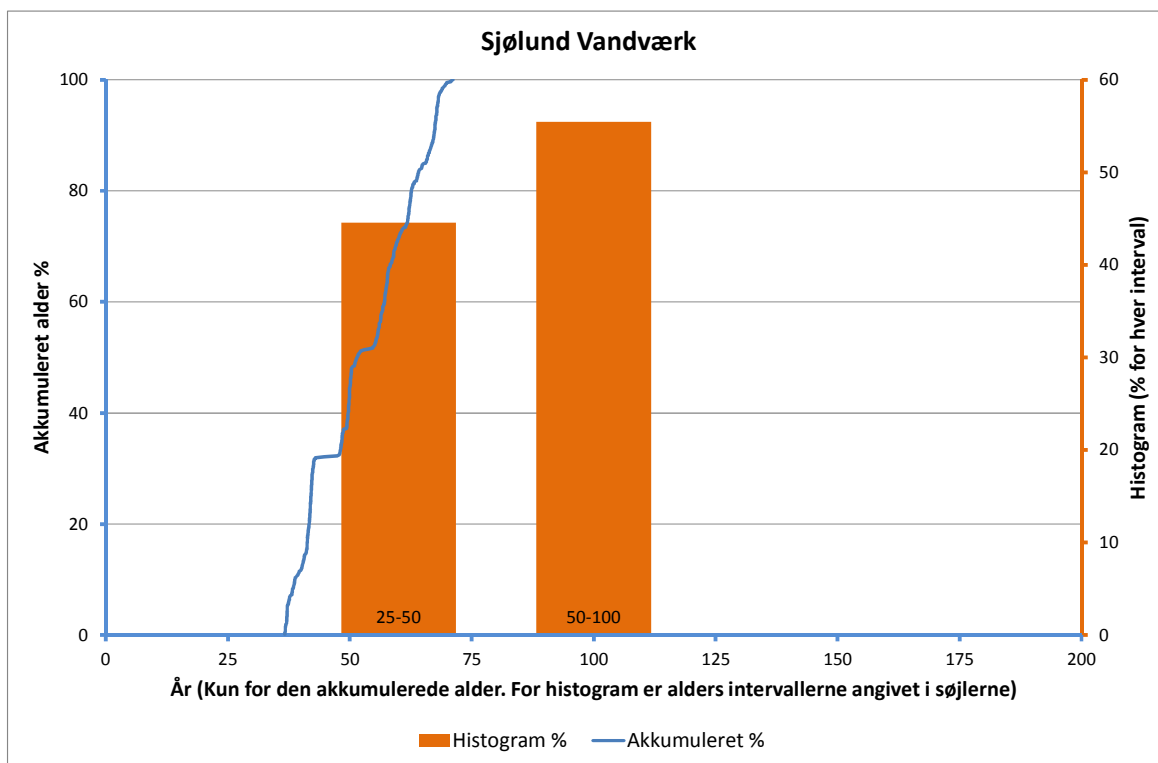
Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 110.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.23. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne.



Figur 7.23 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Sjølund Vandværk.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den halvdel af oplandet der ligger længst væk fra borerne. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i den nordlige del af oplandet. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der nede i grundvandsmagasinet strømmer hen mod borerne. Som det ses, er vandet indenfor det grundvandsdannende opland fra op til 50 år til op til 100 år undervejs til borerne.

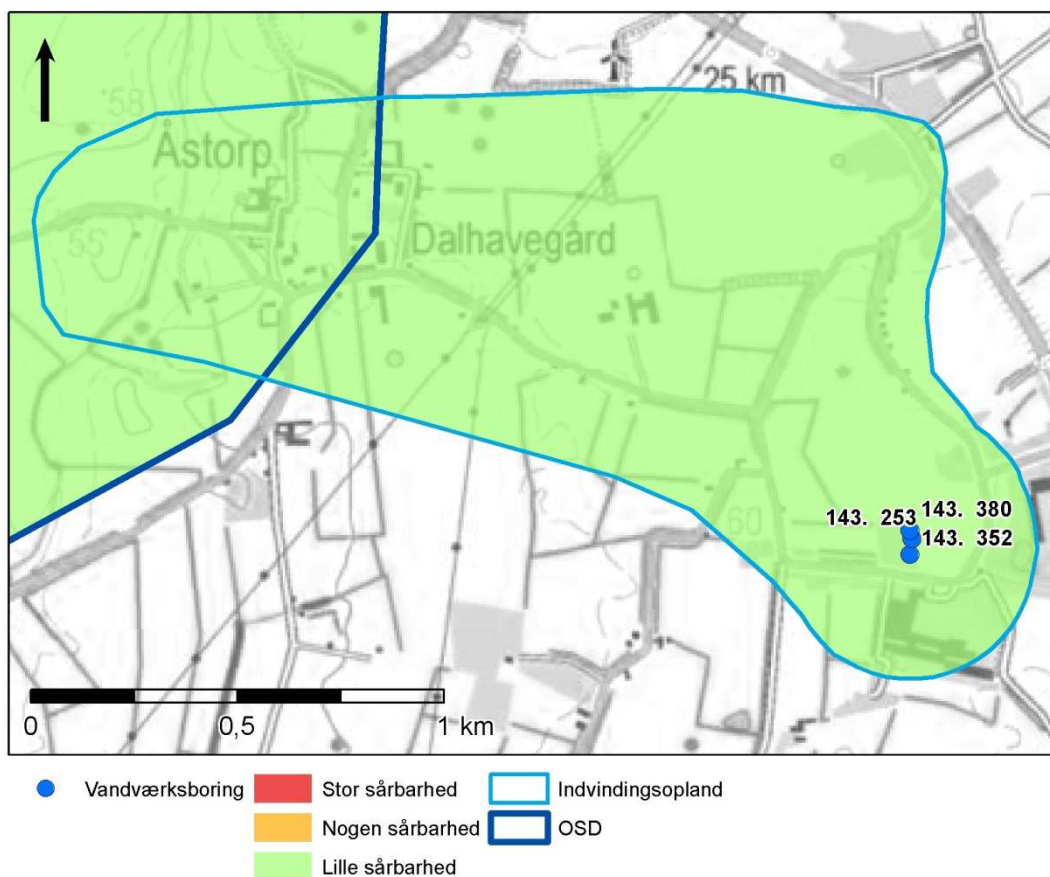
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.23a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til borerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.23a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er ca. 55 % af partiklerne mellem 50 og 100 år undervejs gennem den umættede zone og ned til boringerne. Omkring 45 % er mellem 25 og 50 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszonerings er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszonerings er vist på figur 7.24 sammen med NFI.

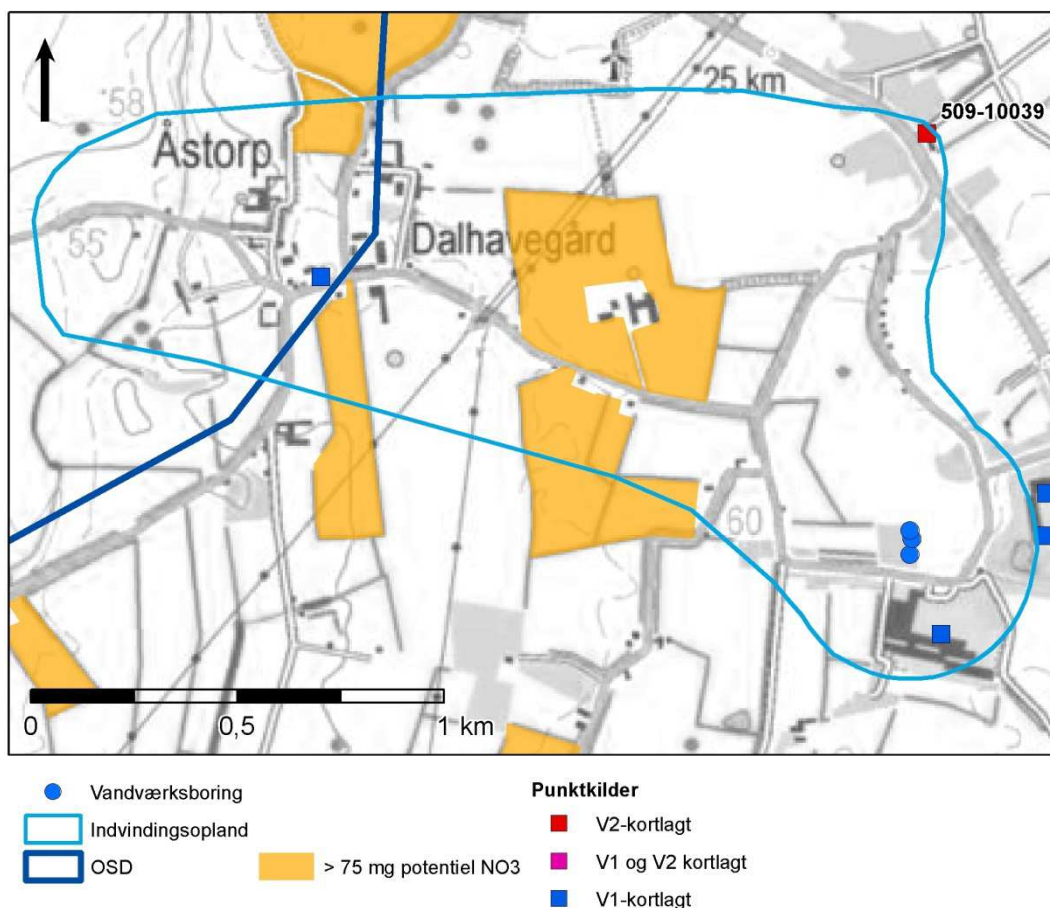


Figur 7.24 Sårbarhedszonering.

Magasinet indenfor hele indvindingsoplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. Der er på den baggrund ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder.

På figur 7.25 er vist forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l, vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Kun få arealer viser en høj potentiel nitratudvaskning.

Indenfor indvindingsoplandet til Sjølund Vandværk er der kortlagt fire forureningslokaliteter på V1-niveau og én lokalitet på V2-niveau. Der er tale om V2-lokaliteten nr. 509-10039, tidligere benzinsalg og smedeværksted. Det er påvist forurening med tungmetaller i jorden, fyringsolie i grundvandet, olie-benzin i jord og grundvand samt olieprodukter, xylen og benzen i poreluften.



Figur 7.25 Potentiel nitratudvaskning og forureningslokaliteter.

7.2.10 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Sjølund Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for dette område ikke er afgrænset indsatsområder.

Andre stoffer

Miljøfremmede stoffer

Der er én V2 kortlagt lokalitet indenfor indvindingsoplandet. Der er påvist oliekomponenter i grundvandet i forbindelse med lokaliteten.

Kortlægningen har vist, at er fundet et minimalt indhold af ethylenbenzen og xylen i to af vandværkets boringer.

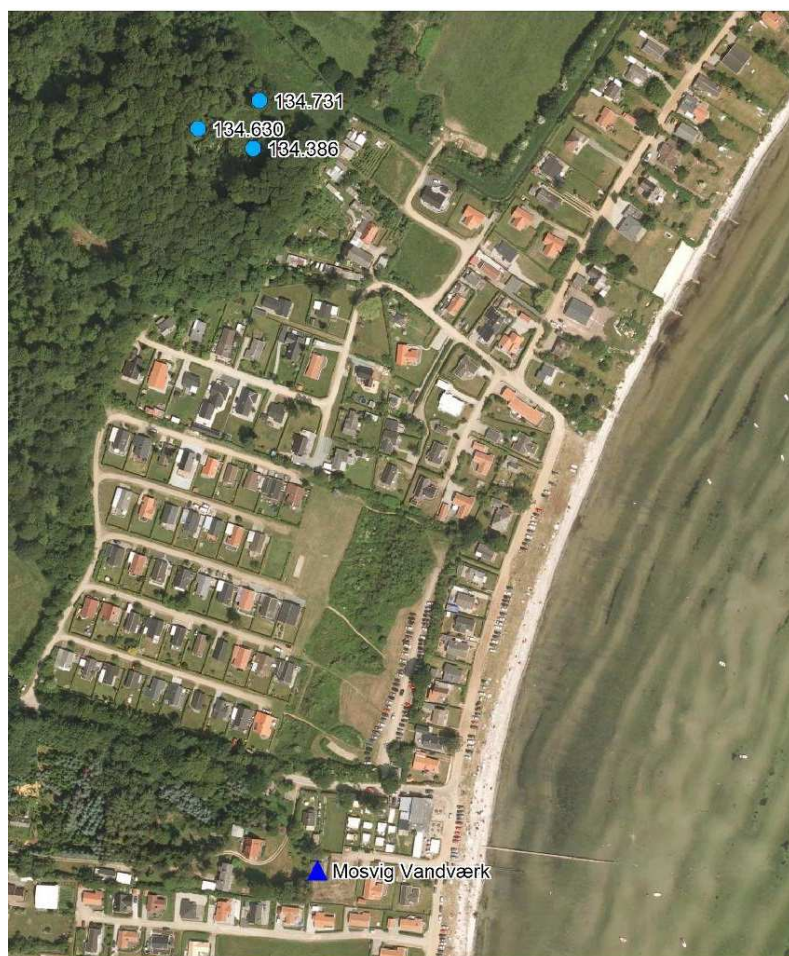
Naturlige stoffer

Der er et minimalt indhold af aggressiv kuldioxid i den ene af vandværkets boringer. Der er til tider målt aggressiv kuldioxid i rentvandet.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er fire V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

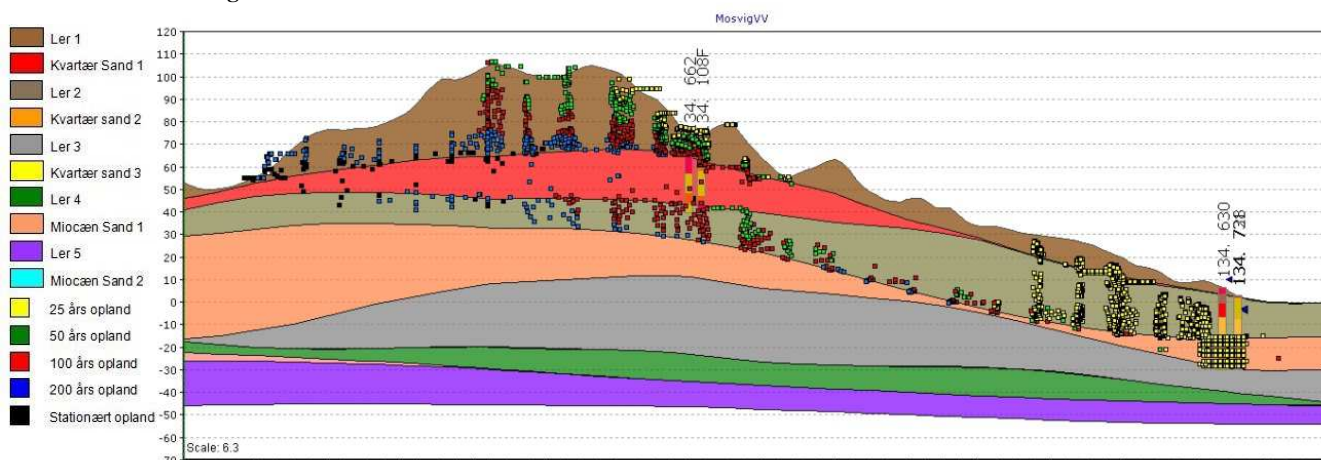
7.2.11 Sammenfattende beskrivelse ved Mosvig Vandværk



Figur 7.26 Luftfoto med Mosvig Vandværks boreriger og vandværk.

Vandværket anvender 3 boreriger, DGU nr. 134.386, 134.630 og 134.731, til indvinding. Vandværket indvinder omkring 30.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra vest mod øst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets boreriger og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerigerne.



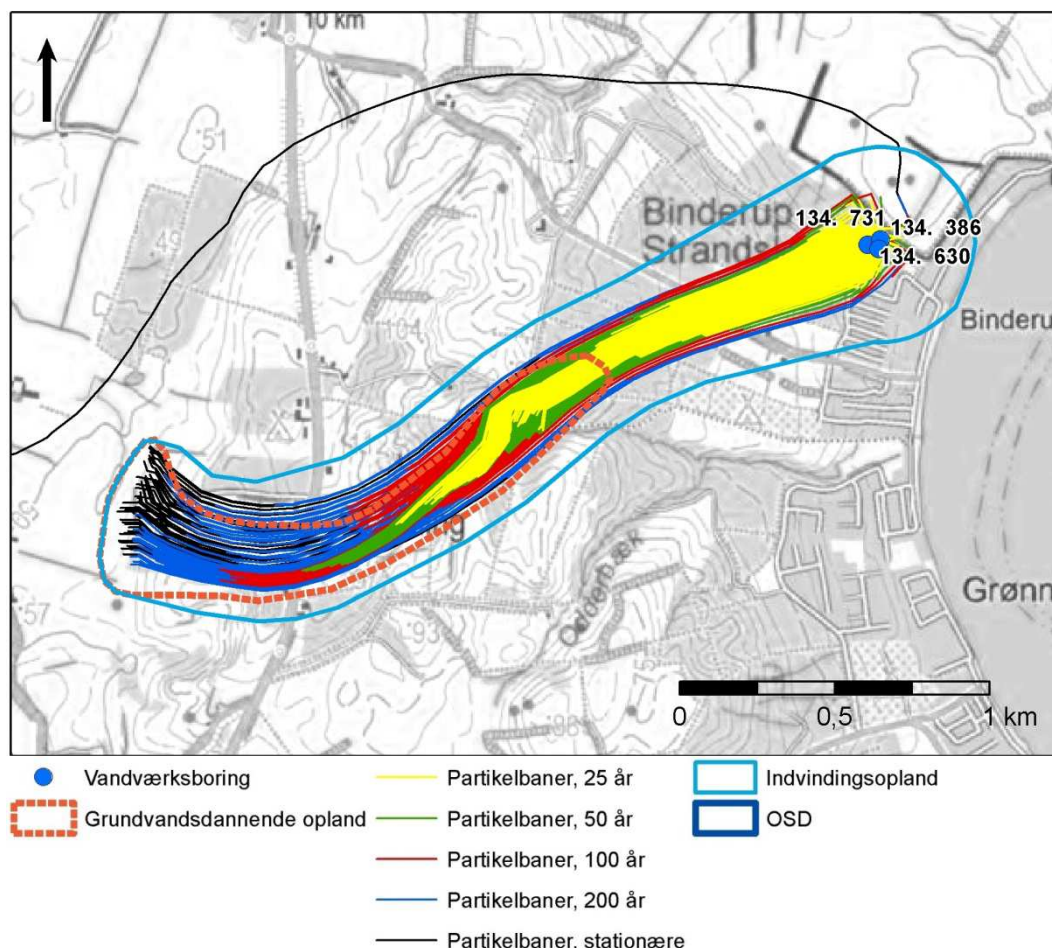
Figur 7.27 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerigerne. Vandværkets boreriger er placeret i den højre side (øst) af profilet.

Vandværkets boringer indvinder fra det "Kvartære sand 2", der er overlejret af et lerlag med en mægtighed på omkring 15 m, men som stedvist i oplandet er tykkere (op til ca. 30 m).

Råvandet fra de tre boringer indeholder ingen nitrat og sulfatindholdet er omkring 40 mg/l, svarende til et naturligt baggrunds niveau i nedsivende regnvand. Kloridindholdet er også svarende til et naturligt baggrunds niveau. DGU nr. 134.386 og 134.630 indeholder hhv. 6 og 3 mg/l aggressiv kuldioxid. Der er i de tre seneste analyser i DGU nr. 134.386 (udført i perioden 2000 til 2010) påvist indhold af hexazinon i råvandet. Der har tidligere været reduceret indvinding fra DGU 134.386 som følge af en konstateret BAM forurening. Denne forurening er nu væk (jf. seneste analyse) og driften på boringerne er nu ligelig og fordelt over døgnet så godt som det lader sig gøre.

Der har været påvist indhold af hexazinon i fire rentvandsanalyser frem til 2005. Herefter er der ikke fundet Hexazinon i rentvandet. Mht. hovedbestanddelene overholder rentvandet kvalitetskravene. Specielt bemærkes, at indholdet af aggressiv kuldioxid er mindre end 2 mg/l i de analyserede rentvandsprøver.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 45.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.28. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod boringerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne.

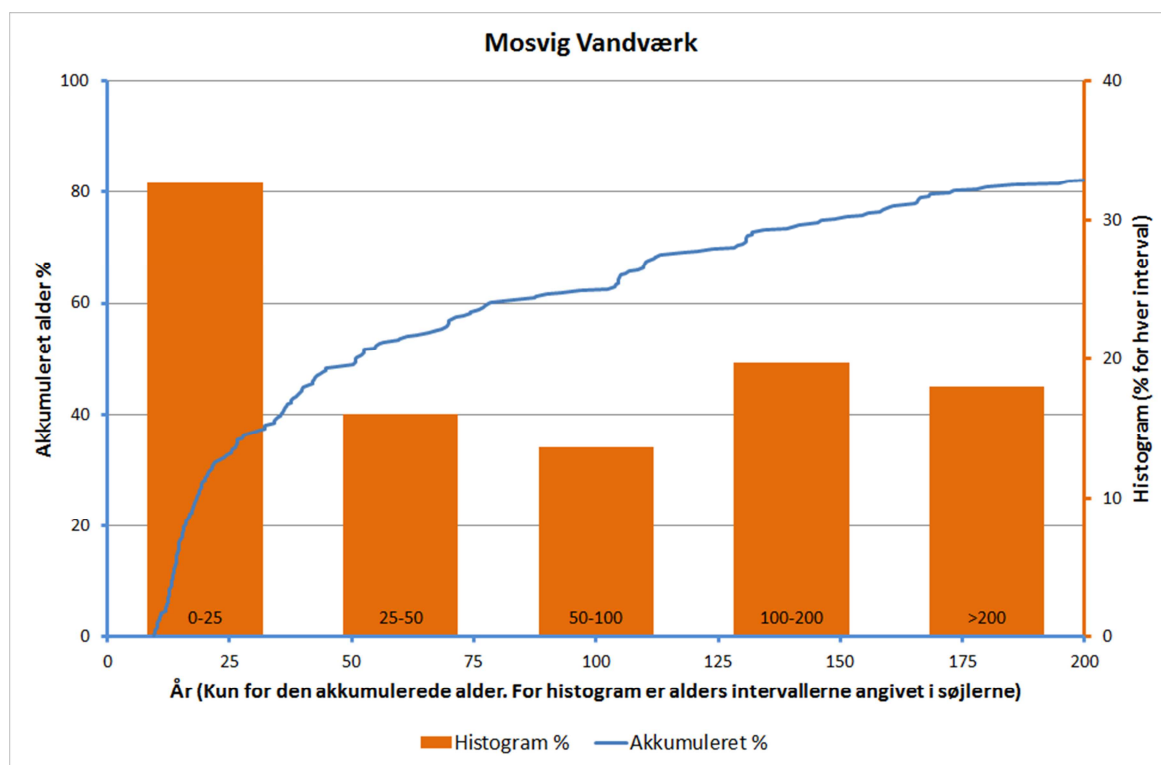


Figur 7.28 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Mosvig Vandværk.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i den halvdel af oplandet der ligger længst væk fra boringerne. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i den vestlige del af oplandet. På figuren er endvidere vist den

omtrentlige alder af det vand, der i grundvandsmagasinet strømmer hen mod boringerne. Som det ses, er der en forholdsvis stor spredning på transporttiden, således er vandet indenfor det grundvandsdannende opland alder fra op til 25 år til op til 200 år undervejs til boringerne.

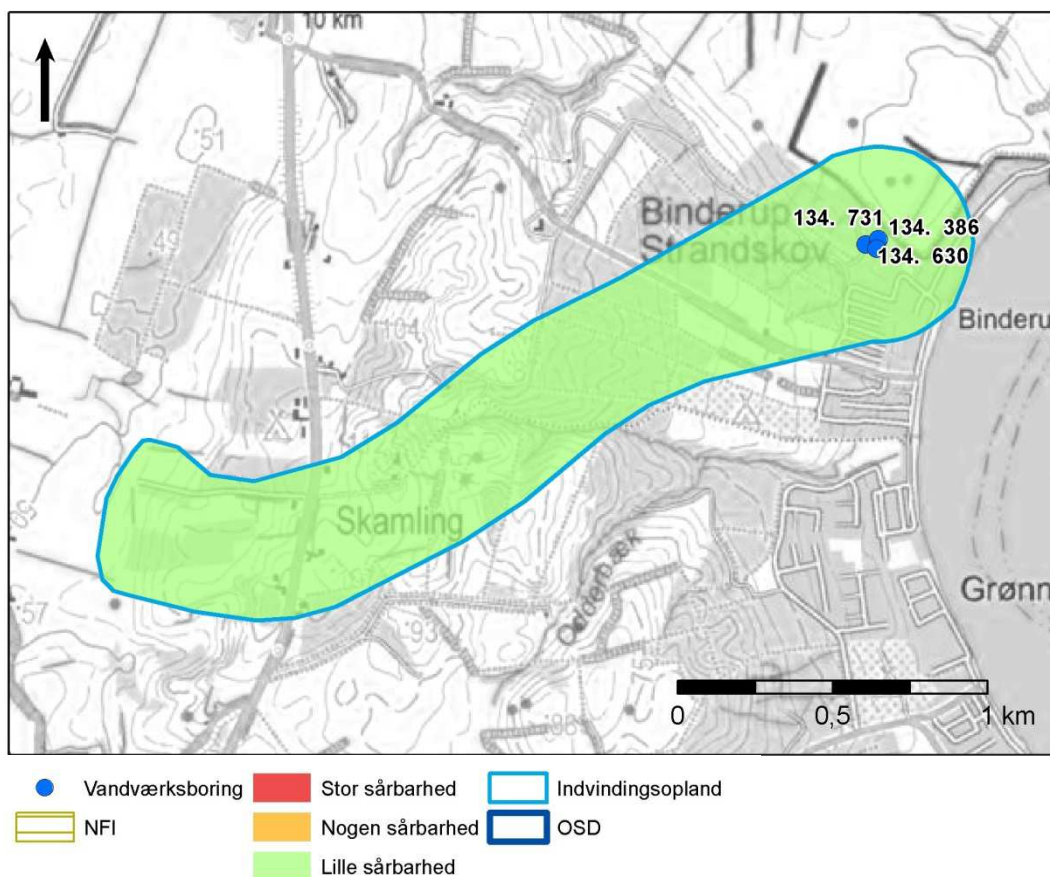
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.28a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til boringerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.28a Akkumuleret aldersfordeling og histogram. Den akkumulerede alder er kun vist til 200 år.

Som det fremgår af figuren er ca. en trediedel af partiklerne mindre end 25 år undervejs, mens de øvrige transporttider dækker hele intervallet fra 25 år til mere end 250 år.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszonerings er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszonerings er vist på figur 7.29 sammen med NFI.

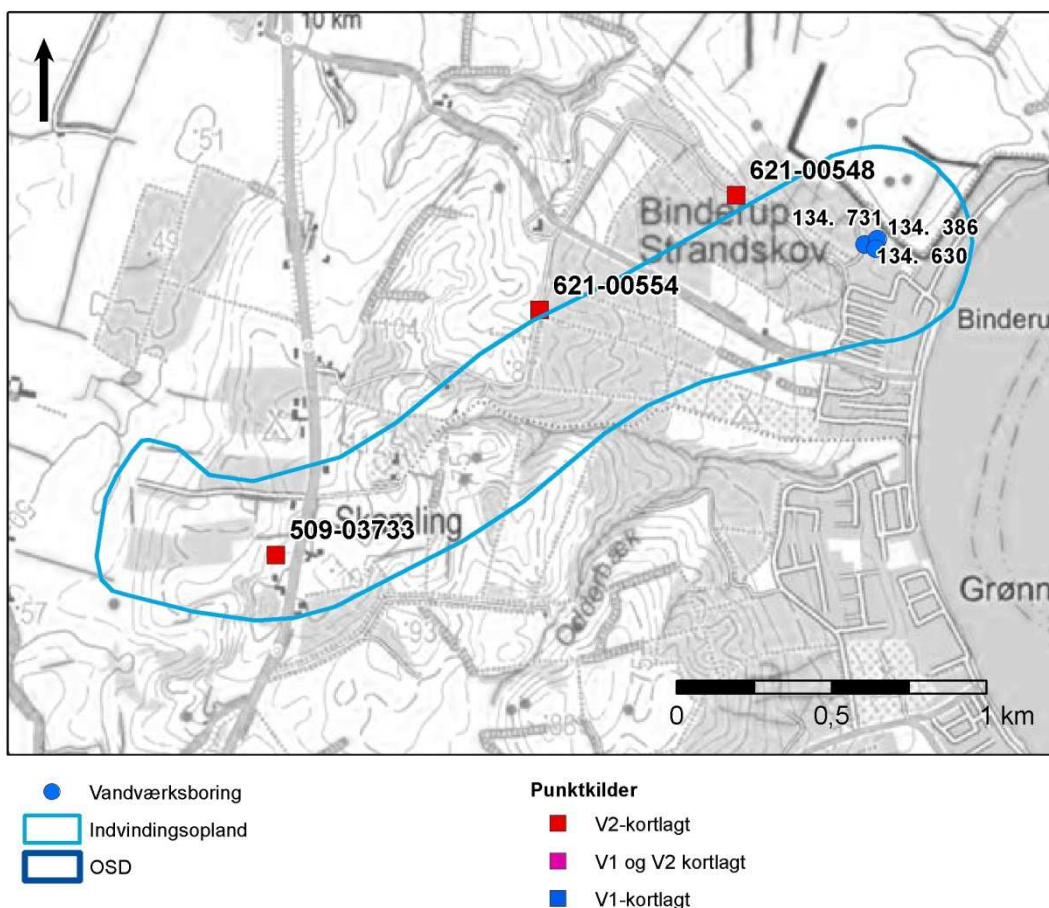


Figur 7.29 Sårbarhedszonering.

Magasinet indenfor hele indvindingsoplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. Der er på den baggrund ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder.

Med hensyn arealanvendelsen er denne primært skov og sommerhusområde. Der er således indenfor indvindingsoplandet ikke arealer, hvor den potentielle nitratudvaskning er over 75 mg/l, vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. På figur 7.30 er vist forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet.

Der er kortlagt tre forureningslokaliteter på V2-niveau indenfor indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk. Der er tale om lokaliteterne nr. 621-00548 og 621-00554, som begge er lokaliteter hvor der er udlagt slagge fra forbrændingsanlæg under veje. Det bemærkes, at lokaliteterne strækker sig ind i indvindingsoplandet, selv om punkterne på figur 7.30 ligger udenfor indvindingsoplandet. Det er ikke nærmere angivet hvilke stoffer, der er fundet. Den tredje V2-kortlagte lokalitet har lokalitetsnr. 509-03733 og er en tidligere fyld- og losseplads, hvor der er påvist jordforurening med lossepladsperkolat.



Figur 7.30 Forureningslokaliteter.

7.2.12 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Mosvig Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for dette område ikke er afgrænset indsatsområder.

Sprøjtemidler

Der er gentagne gange fundet pesticider (hexazinon) i en af vandværkets borer. Indholdet er under grænseværdien. I samme boring har der tidligere også været fund af BAM.

Andre stoffer

Miljøfremmede stoffer

Der er tre V2 kortlagte lokaliteter indenfor indvindingsoplandet. Der er ikke umiddelbart fundet forureningskomponenter i grundvandet i forbindelse med lokaliteterne.

Naturlige stoffer

Der er et minimalt indhold af aggressiv kuldioxid i to af vandværkets borer.

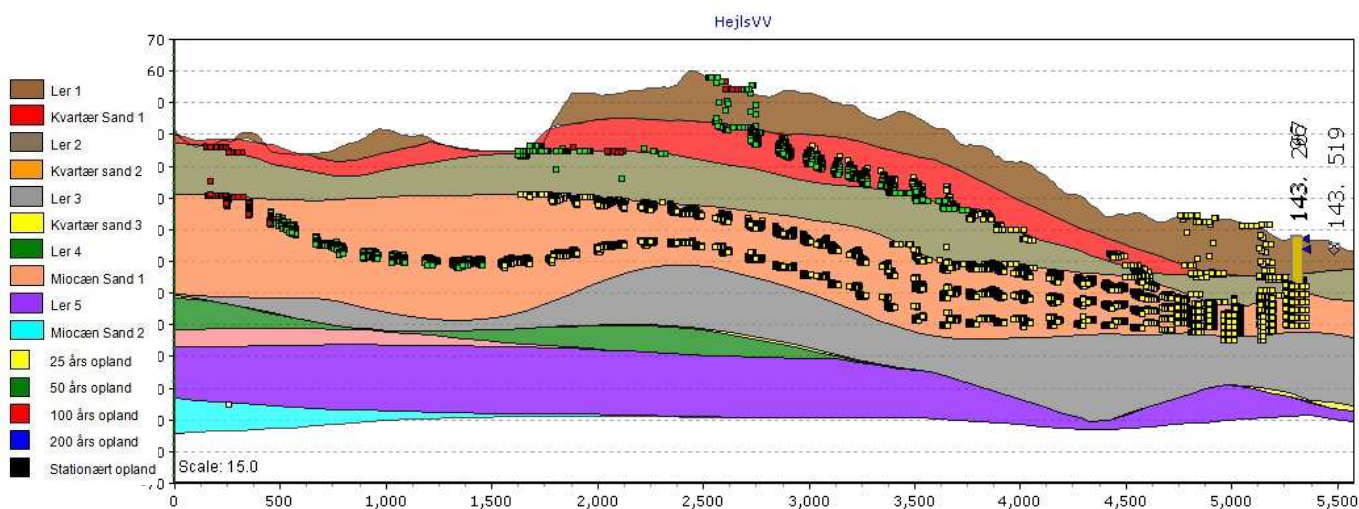
7.2.13 Sammenfattende beskrivelse ved Hejls Vandværk



Figur 7.31 Luftfoto med Hejls Vandværks borer og vandværk.

Vandværket, anvender DGU nr. 143.267, 143.272 og 143.515 (erstattede DGU nr. 143.96 i sommeren 2012). Vandværket indvinder omkring 100.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra nordvest mod sydøst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets borer og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerne.



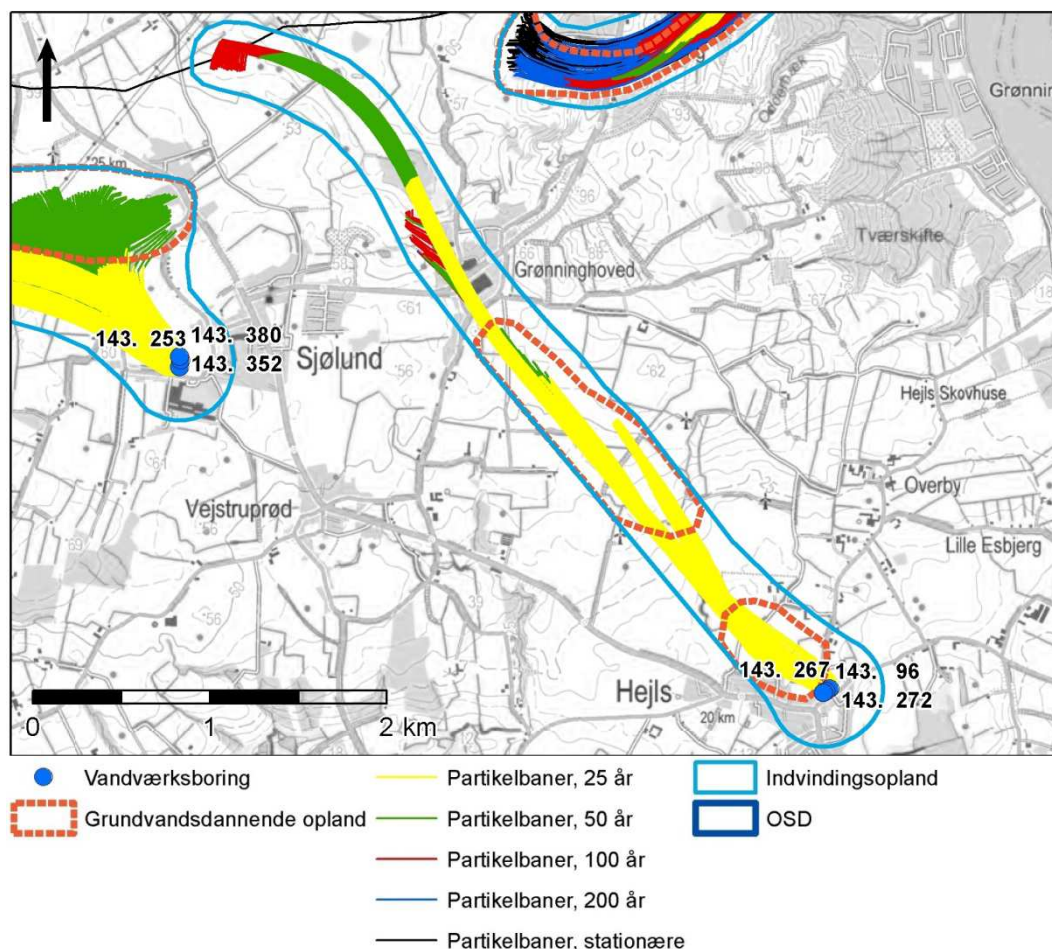
Figur 7.32 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerne. Vandværkets borer er placeret i den højre side (sydøst) af profilet.

Vandværkets borer indvinder fra det "Kvartære sand 2", der er overlejret af moderat lerlag, som inde omkring borerne er op til 10 m tykt, men som stedvist bliver hhv. tykkere og tyndere ude i oplandet.

Jupiterdatabasen indeholder ingen kemianalyser for den nye boring, DGU nr. 143.515. Råvandet fra de tre borer, DGU nr. 143.272, 143.267 og 143.96, indeholder ingen nitrat. Sulfatindholdet er forhøjet i DGU nr. 143.96 med et indhold over 80 mg/l, mens indholdet i de to øvrige borer, DGU nr. 143.272 og 143.267, er hhv. omkring 40 og 50 mg/l sulfat. Indholdet i sidstnævnte er stigende. De tre borer har alle vandtype C.

Råvandet i de tre boreriger har et arsenindhold tæt på grænseværdien på 5 µg/l i drikkevand. Indholdet af sulfat i rentvandet ved afgang fra vandværket ligger stabilt omkring 60 mg/l, mens arsenindholdet ligger mellem 2,5 og 3 µg/l. Der ses i rentvandet enkelte historiske overskridelser med hensyn til indhold af nitrit og ammonium. Der er ikke påvist miljøfremmede stoffer, herunder pesticider eller oliestoffer i rentvandsprøver fra afgang vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 100.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.33. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerigerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerigerne.

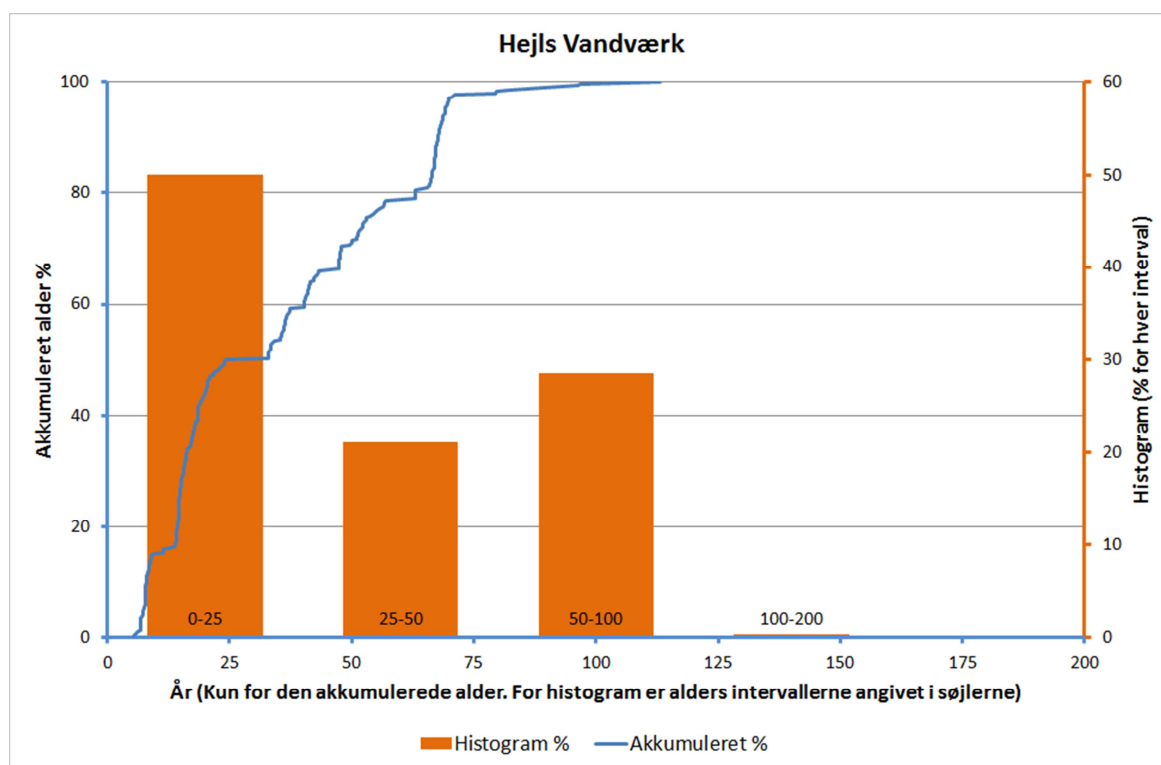


Figur 7.33 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Hejls Vandværk. Til venstre på figuren ses dele af indvindingsoplandet til Sjølund Vandværk, mens dele af indvindingsoplandet til Mosvig Vandværk ses øverst.

En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker dels forholdsvis tæt ved borerigerne dels i et langstrakt område centralt i vandværkets lange indvindingsopland. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i de nævnte områder. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der i grundvandsmagasinet strømmer hen mod borerigerne. Som det ses, er der en forholdsvis lille spredning på transporttiden, således har vandet indenfor de grundvandsdannende oplande en alder fra op til 25 år til op til 50 år undervejs til borerigerne.

Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.33a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til borerigerne, er

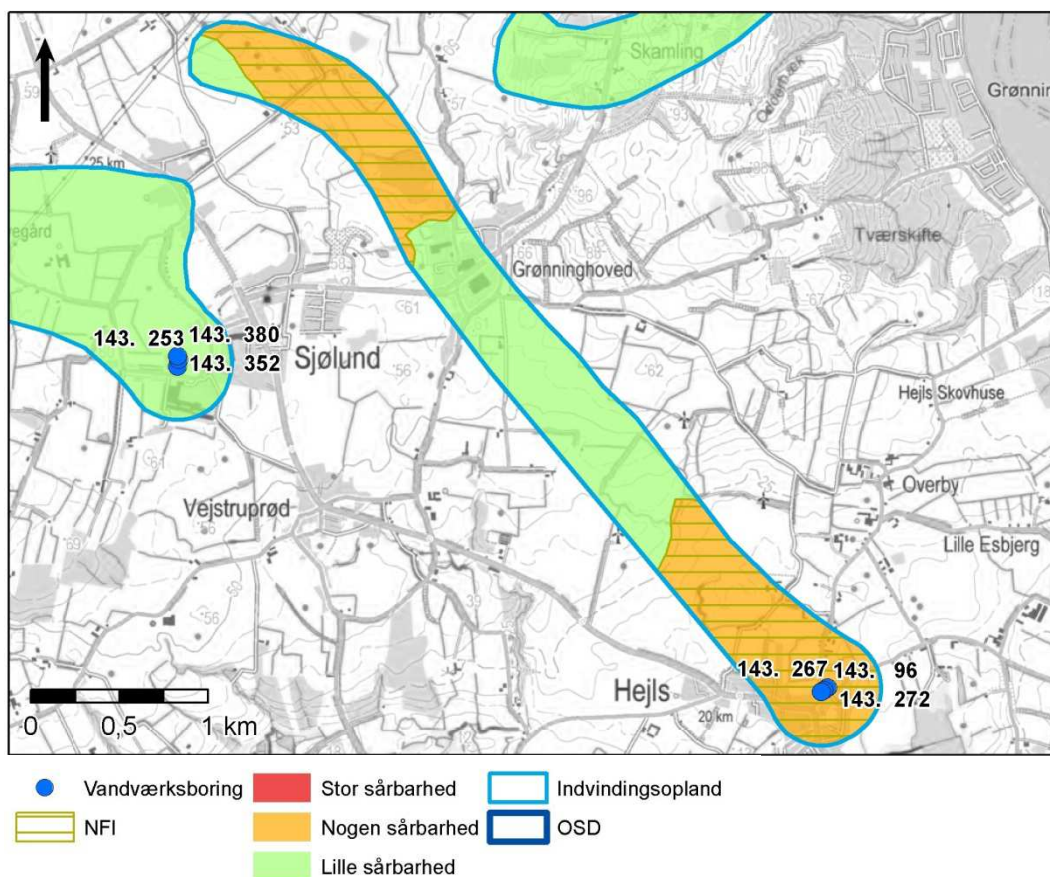
akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.33a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er ca. halvdelen af partiklerne mindre end 25 år undervejs. Omkring 30 % af partiklerne er dog mellem 50 og 100 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonerings af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszoneringen er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszoneringen er vist på figur 7.34 sammen med NFI.



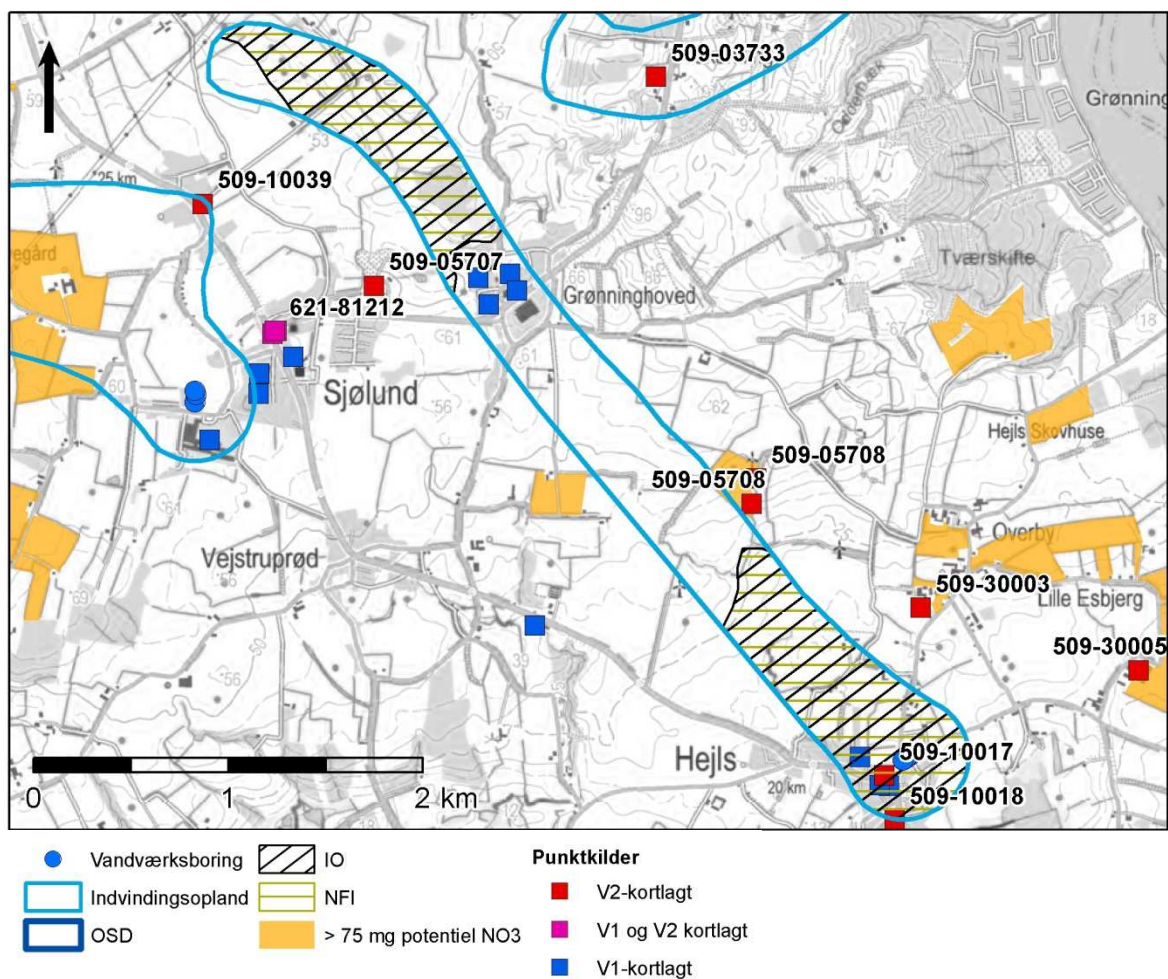
Figur 7.34 Sårbarhedszonering og nitratfølsomme indvindingsområder.

Knap halvdelen af magasinet indenfor oplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat, mens godt halvdelen er kortlagt til nogen sårbarhed. Da der foregår grundvandsdannelse indenfor hele indvindingsoplandet, er de nitratsårbare områder afgrænset som nitratfølsomme indvindingsområder (NFI).

Med hensyn til arealanvendelsen er denne i oplandet primært landbrug og i mindre omfang byområde i forbindelse med Hejls by. Med udgangspunkt i arealanvendelsen er hele NFI afgrænset som indsatsområde (IO).

På figur 7.35 er vist NFI, IO og forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Der er dog ingen markblokke med stor potentiel nitratudvaskning indenfor indvindingsoplandet.

Der er kortlagt syv forureningslokaliteter på V1-niveau og to lokaliteter på V2-niveau indenfor indvindingsoplandet til Hejls Vandværk. Der er tale om V2 lokaliteterne nr. 509-10017 (Smedie med benzinsalg) og 509-10018 (Tidligere benzinsalg, herefter maskinværksted). Ved lokalitet nr. 509-10017 er påvist forurening af jord med fyringsolie og af jord og grundvand med olieprodukter. Ved lokalitet nr. 509-10018 er påvist forurening af jord med tjære og af poreluft og grundvand med olieprodukter.



Figur 7.35 Potentiel nitratudvaskning, NFI, IO og forureningslokaliteter.

7.2.14 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hejls Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i to område, der samlet svare til ca. halvdelen af indvindingsoplandet, har nogen nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. Da der sker nogen eller stor grundvanddannelse til magasinet indenfor hele indvindingsoplandet, er det nitratsårbare areal afgrænset som nitratfølsomt indvindingsområde. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for det nitratfølsomme indvindingsområde afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

Andre stoffer

Miljøfremmede stoffer

Der er to V2 kortlagte lokaliteter indenfor indvindingsoplandet. Der er i forbindelse med begge lokaliteter konstateret oliekomponenter i grundvandet.

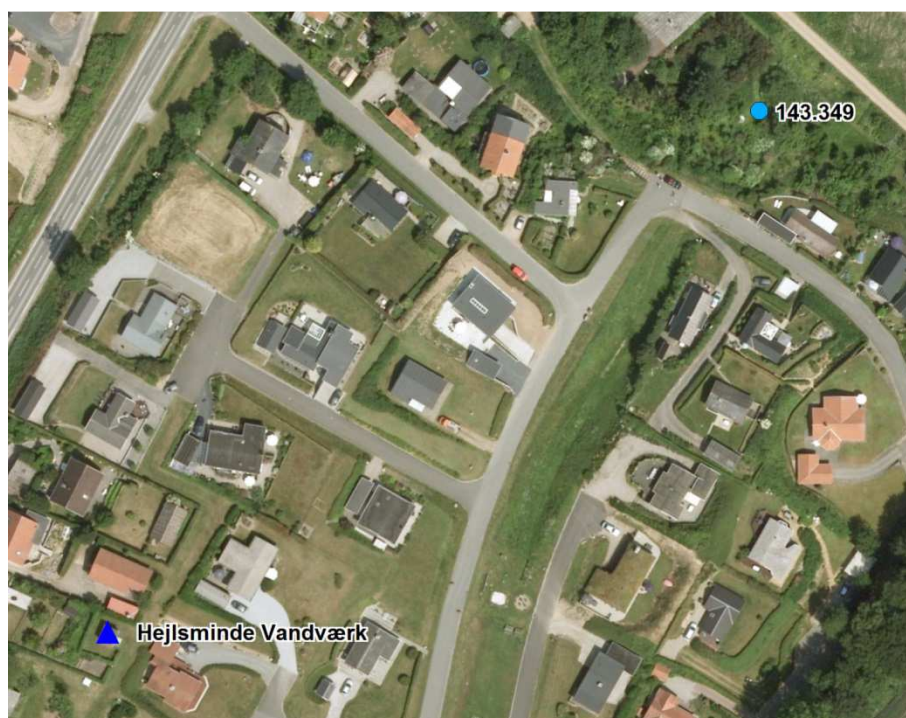
Naturlige stoffer

Der er et stigende sulfatindhold i vandværkets ene boring (DGU nr. 143.267), mens indholdet er højt (80-90 mg/l) i den anden boring (DGU nr. 143.96). I vandværkets tredje boring er indholdet af sulfat stabilt omkring 40 mg/l.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er syv V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af disse lokaliteter prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

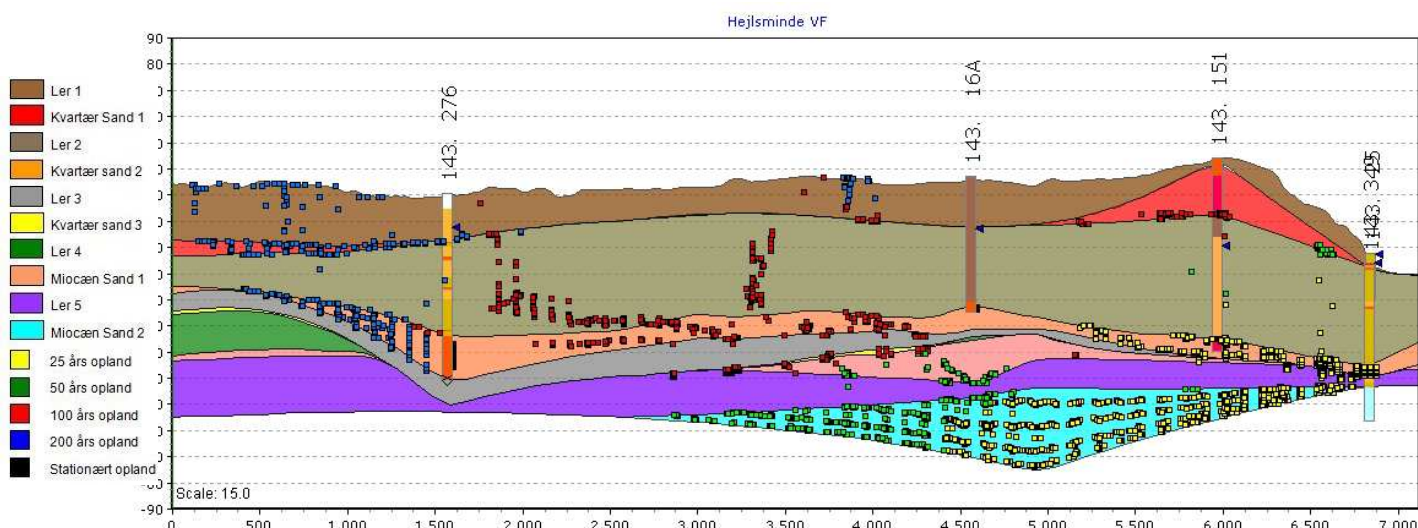
7.2.15 Sammenfattende beskrivelse ved Hejlsminde Vandværk



Figur 7.36 Luftfoto med Hejlsminde Vandværks boreriger og vandværk.

Vandværket indvinder fra en enkelt indvindingsboring, DGU nr. 143.349, og indvinder omkring 10.000 m³ årligt.

Grundvandets strømningsretning er fra sydvest mod nordøst i området. På nedenstående figur er vist et overordnet geologisk profilsnit gennem vandværkets boreriger og ud i oplandet hvorfra vandet siver ned og strømmer hen til borerigerne.

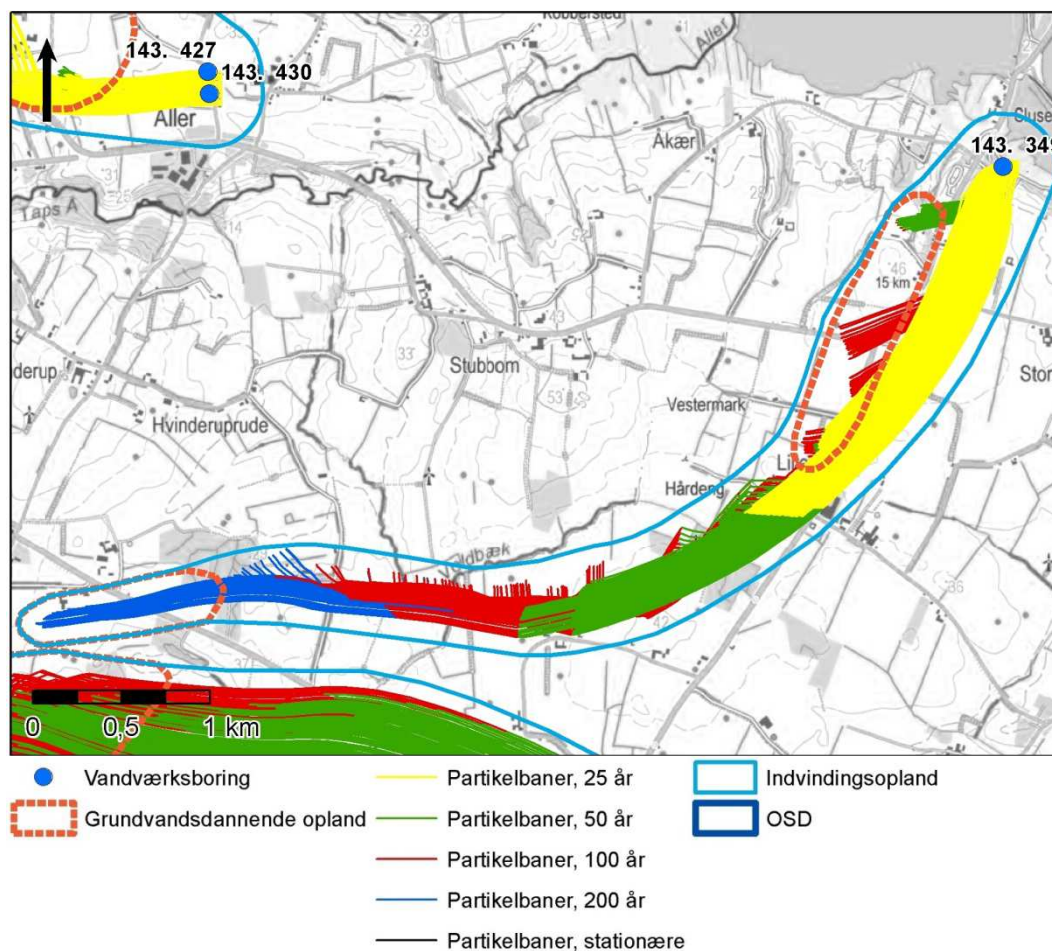


Figur 7.37 Overordnet geologisk profil med "vandpartiklernes" transporttid hen mod borerigerne. Vandværkets boreriger er placeret i den højre side (øst) af profilet.

Vandværkets boring indvinder fra det kvartære magasin "Kvartær Sand 2", der er overlejret af et tykt lerlag med over 30 meters mægtighed, både ved boringen og i oplandet.

Råvandet har vandtype D og indeholder ingen nitrat, har et lavt indhold af sulfat (17 mg/l) og et indhold af jern på 1,4 mg/l. Kloridindholdet er 20 mg/l og således ikke forhøjet til trods for den forholdsvis kystnære beliggenhed. Råvandet har et forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid på 4 mg/l. Rentvandet har i en del af de udførte rentvandsanalyser indeholdt nitrit, mangan og ammonium over kvalitetskravet for drikkevand. I de seneste tre foretagne rentvandsanalyser (fra 2011/2012) overholdes kvalitetskravene dog for alle tre stoffer.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 20.000 m³/år er der beregnet og optegnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland til vandværket, se figur 7.38. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er det område, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne.



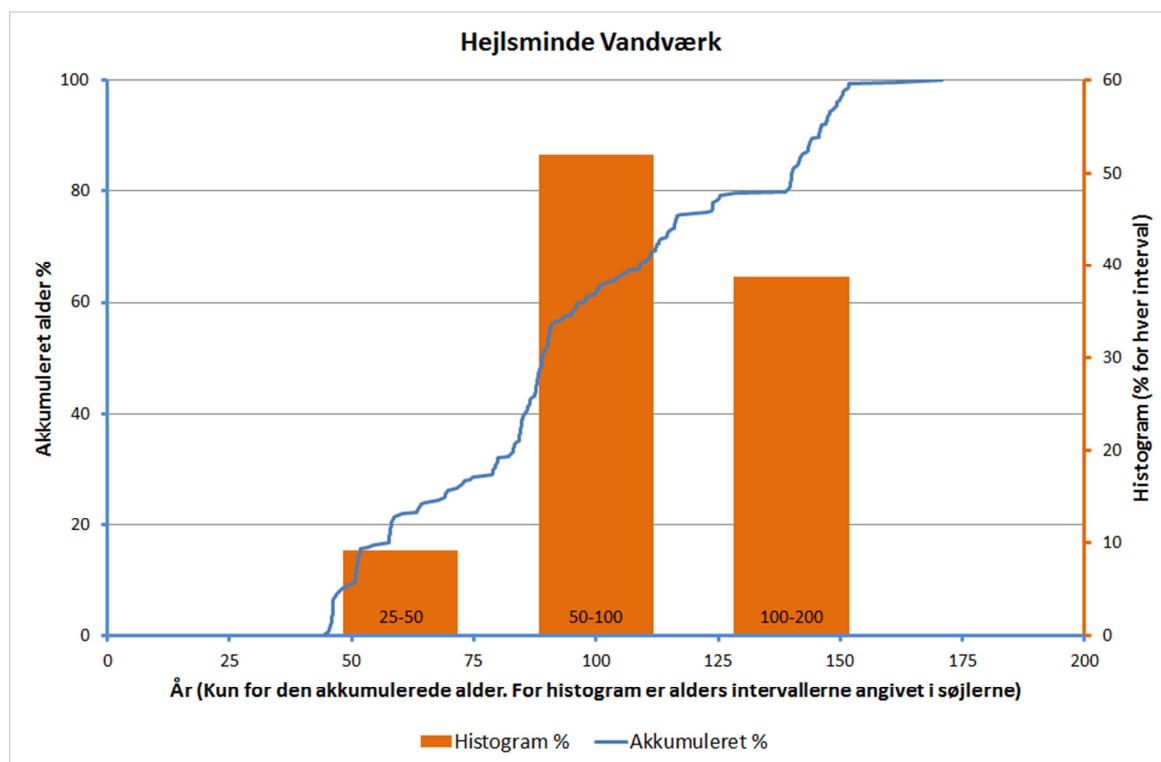
Figur 7.38 Indvindingsopland, grundvandsdannende opland og transporttid ved Hejlsminde Vandværk. I øverste venstre hjørne på figuren ses dele af indvindingsoplandet til Aller Vandværk, mens der i det nederste venstre hjørne ses en del af indvindingsoplandet til Fjelstrup Vandværk I/S, beliggende i Haderslev Kommune.

Indvindingsoplandet til Hejlsminde Vandværk er meget langstrakt da magasinet er overlejret af tykke lerlag, hvorfor vandet lettere og hurtigere kan bevæge sig horisontalt ned i magasinet fremfor at strømme gennem de tykke dæklag af ler.

Hejlsminde Vandværk har to grundvandsdannende oplande, beliggende hhv. i spidsen af indvindingsoplandet længst væk fra indvindingsboringen, samt i et område tættere på indvindingsboringen. En stor del af grundvandsdannelsen til vandværket sker i disse to områder. Det skal dog understreges, at der sker grundvandsdannelse i hele indvindingsoplandet, men at hovedparten af grundvandsdannelsen sker i de grundvandsdannende oplande. På figuren er endvidere vist den omtrentlige alder af det vand, der i grundvandsmagasinet

strømmer hen mod boringerne. Som det ses, er der en forholdsvis stor forskel på transporttiden mellem de to grundvandsdannende oplande. I det grundvandsdannende opland beliggende længst væk fra indvindingsboringen er vandet op til 200 år undervejs til boringerne, mens vandet indenfor det grundvandsdannende opland som er beliggende tættest op boringen har en alder fra op til 25 år til op til 100 år undervejs til boringerne.

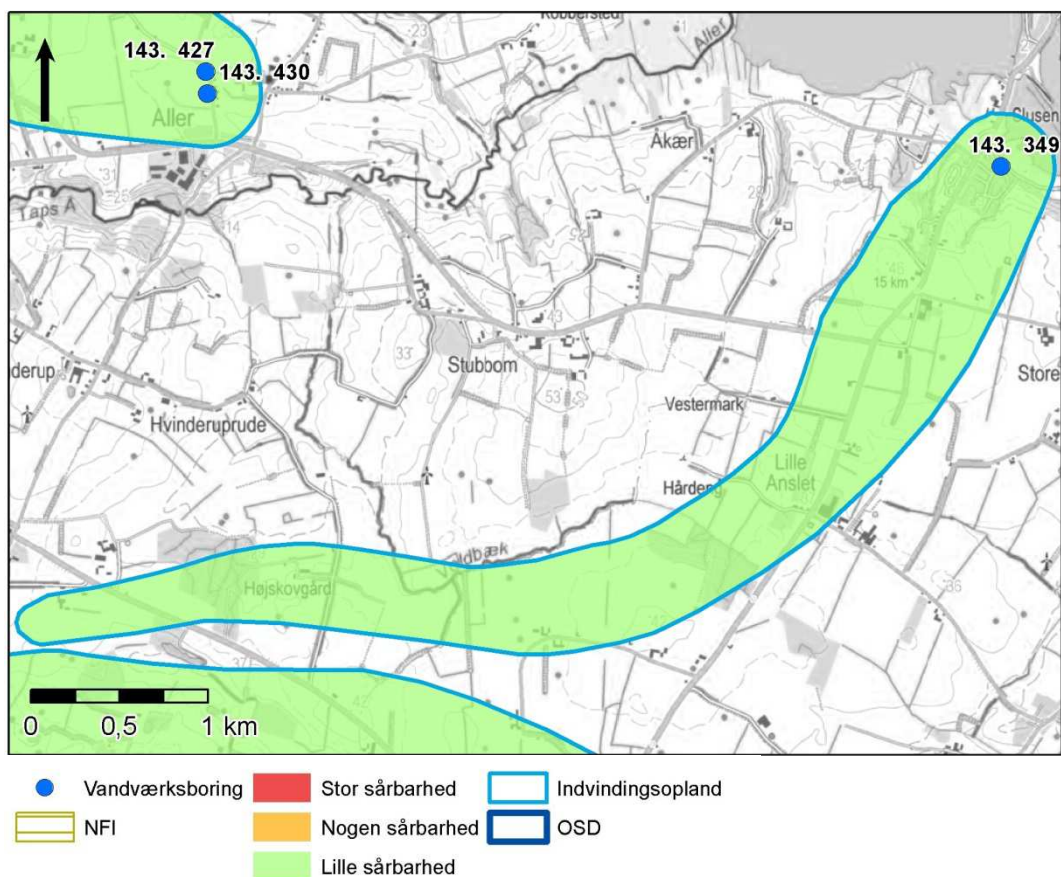
Aldersfordelingen for vandet fra det grundvandsdannende opland ses på figur 7.383a, hvor partiklernes transporttid, fra toppen af den mættede zone (indenfor det grundvandsdannende opland) og hen til boringerne, er akkumuleret, og hvor der samtidig er angivet den procentvise mængde af partikler i bestemte transporttids intervaller.



Figur 7.38a Akkumuleret aldersfordeling og histogram.

Som det fremgår af figuren er ca. halvdelen af partiklerne mellem 50 og 100 år undervejs, mens knap 10 % er mellem 25 og 50 år undervejs. Endelig er en stor del af partiklerne mellem 100 og 200 år undervejs.

Med udgangspunkt i lerdæklagen over grundvandsmagasinet og de grundvandskemiske forhold er der lavet en sårbarhedszonering af magasinet i forhold til nitrat. Ud fra sårbarhedszoneringen er der i områder med grundvandsdannelse (nedadrettet gradient) foretaget en afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) således, at der afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder over magasiner, der er kortlagt til at have stor eller nogen sårbarhed over for nitrat. Sårbarhedszoneringen er vist på figur 7.39 sammen med NFI.

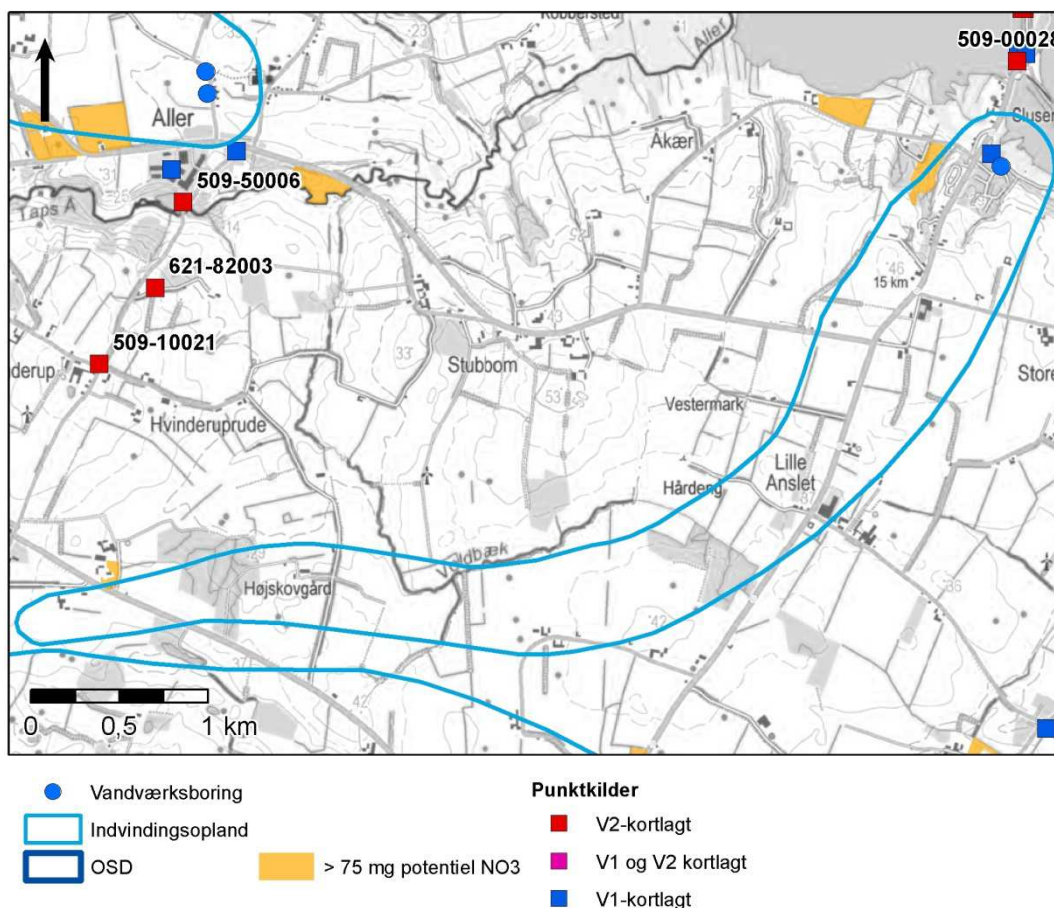


Figur 7.39 Sårbarhedszonering.

Magasinet indenfor oplandet er kortlagt til lille sårbarhed overfor nitrat. Der er på den baggrund ikke afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder eller indsatsområder indenfor indvindingsoplandet.

Arealanvendelsen indenfor oplandet er primært landbrug. På figur 7.40 er vist forureningslokaliteterne indenfor indvindingsoplandet, ligesom der er vist de markblokke, hvor den potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l vurderet som et gennemsnit for perioden 2007-2010. Stort set ingen arealer indenfor indvindingsoplandet viser en høj potentiel nitratudvaskning.

Der er kortlagt en forureningslokalitet på V1 niveau indenfor indvindingsoplandet til Hejlsminde Vandværk. Der er tale om lokalitet nr. 621-81194, et smedie- og maskinværksted.



Figur 7.40 Potentiel nitratudvaskning og forureningslokaliteter.

7.2.16 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Hejlsminde Vandværk

Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet ikke er sårbart overfor nitrat, bl.a. fordi der er et tykt beskyttende lerlag over magasinerne. Dette betyder, at der inden for dette område ikke er afgrænset indsatsområder.

Andre stoffer

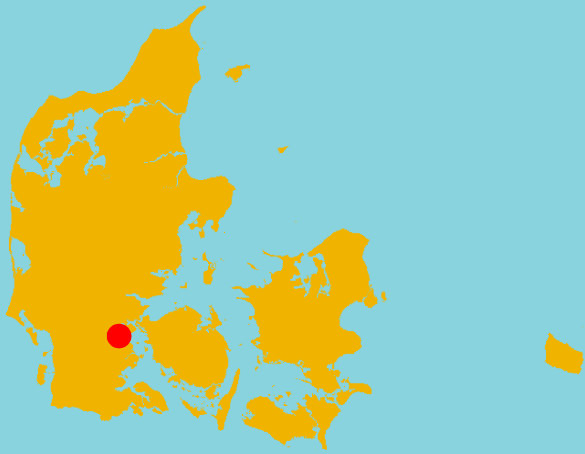
Der er et minimalt indhold af aggressiv kuldioxid i vandværkets boring.

Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er én V1-kortlagt forureningslokalitet, beliggende indenfor indvindingsoplandet. Eventuel nærmere undersøgelse eller oprydning af denne lokalitet prioriteres og iværksættes af Region Syddanmark.

8. Referencer

 Lovgivning og vejledninger 	
/a/	Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 1995 ”Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser”.
/b/	Lov nr. 479 af 01/07/1998 om ændring af lov om vandforsyning mv. lov om miljøbeskyttelse og lov om planlægning (Beskyttelse af drikkevandsressourcer og vandforsyning). Lovændringerne ses sammenskrevet i Lovbekendtgørelse nr. 130 af 26/02/1999 om vandforsyning mv.
/c/	Lovbekendtgørelse af 22/12/2013 om vandforsyning mv.
/d/	Miljøstyrelsen, Nr. 3, 2000. Zonering. Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen
/e/	GEUS, Kemisk grundvandskortlægning. Geo-Vejledning nr. 6.
/f/	GEUS, Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande. Geo-Vejledning nr. 2
/g/	Naturstyrelsen, Vejledning om indsatsplaner, 2013
 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/	GEUS. Grundvandsovervågnings 2011. Status og udvikling 1989-2010.
/6/	Naturstyrelsen, GIS fil med landbrugsdata, 2010. Conterra
/7/	GEUS, Vurdering af danske grundvandsmagasiners sårbarhed overfor vejsalt, 2009
/8/	Vejle Amt, TEM ved Vonsild, Watertech, 2002
/9/	Naturstyrelsen, Kortlægningsområde Christiansfeld-Bramdrup m.fl., Processering og tolkning af SkyTEM data, Orbicon, august 2012
/10/	Sønderjyllands Amt, MEP ved Aller Vandværk, Rambøll 2006
/11/	Vejle Amt, PACES ved Vonsild, Rambøll 2004-2005
/12/	Vejle Amt, Seismisk kortlægning ved Vonsild, rapport, Rambøll, september 2006
/13/	GEUS, Modtagne seismiske tolkninger af Sommersted seismik, dataoverlevering, efteråret 2012.
/14/	Naturstyrelsen, Kortlægningsområde Christiansfeld m.fl., Trin 2 – Grundvandskemisk tolkning, Orbicon 2013
/15/	Naturstyrelsen, Christiansfeld, Bramdrup m.fl. Geologisk og hydrostratigrafisk model, Orbicon 2013
/16/	Naturstyrelsen, Kortlægningsområde Christiansfeld og Bramdrup, Hydrologisk model, Orbicon, 2013



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53
DK – 2100 København Ø
Tlf.: (+45) 72 54 30 00

WWW.NST.dk