



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

# Redegørelse for indvindingsoplande uden for OSD Syddjurs

Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning  
2015

**Titel:**

Redegørelsesrapporter for indvindingsoplande uden for OSD, Syddjurs

**Redaktion:**

*Lennart Straarup, Niels Peter Arildskov og Anders Refsgaard*

**Udgiver:**

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø  
[www.nst.dk](http://www.nst.dk)

**År:**

2015

**Kort:**

Copyright © Geodatastyrelsen

**Prototype:**

4. udgave, version 2, april 2015

**ISBN nr. : 978-87-93353-05-3**

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1. Indledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Vandindvindingsstruktur .....</b>	<b>8</b>
2.1 Vandforsyninger og kildepladser .....	8
2.2 Andre vandindvindinger .....	9
<b>3. Grundvandsressourcen .....</b>	<b>10</b>
3.1 Gennemførte undersøgelser .....	10
3.2 Grundvandsmagasiner og dæklag .....	13
3.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold .....	13
3.2.2 Hydrostratigrafisk model .....	19
3.2.3 Grundvandsmagasiner .....	19
3.2.4 Dæklag .....	22
3.3 Hydrologiske forhold .....	24
3.3.1 Overfladerecipienter .....	24
3.3.2 Vandbalance og potentialeforhold .....	25
3.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande .....	29
3.4 Grundvandskvalitet .....	31
3.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed .....	32
3.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen .....	36
<b>4. Arealanvendelse .....</b>	<b>38</b>
4.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold .....	38
4.1.1 Byer og råstofområder .....	39
4.1.2 Beskyttede naturtyper .....	39
4.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL .....	40
4.2 Landbrugsforhold .....	42
4.2.1 Landbrugsbedrifter .....	43
4.2.2 Potentiel nitratudvaskning .....	44
4.3 Forureningskilder .....	45
4.3.1 Kortlagte forureninger .....	45
4.3.2 Øvrige forureningskilder .....	46
<b>5. Områdeafgrænsning .....</b>	<b>48</b>
5.1 Indvindingsoplande .....	48
5.2 Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og områder med drikkevandsinteresser (OD) .....	49
5.3 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) .....	49
5.4 Indsatsområder (IO) .....	51
<b>6. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger .....</b>	<b>54</b>
6.1 Problemstillinger i fokusområdet .....	54
6.1.1 Nitrat .....	54
6.1.2 Sprøjtemidler .....	54
6.1.3 Andre stoffer .....	54
6.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker .....	56
6.2.1 Sammenfattende beskrivelse ved Helgenæs Vand Vandværk .....	57

6.2.2	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Helgenæs Vand Vandværk.....	61
6.2.3	Sammenfattende beskrivelse ved Helgenæs Pumpestation Vandværk .....	63
6.2.4	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Helgenæs Pumpestation Vandværk	68
6.2.5	Sammenfattende beskrivelse ved Andelselskabet Skødshoved Vandværk .....	70
6.2.6	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Skødshoved Vandværk.....	74
6.2.7	Sammenfattende beskrivelse ved Dejret Vandværk .....	76
6.2.8	Grundvandsmæssige problemstillinger ved Dejret Vandværk .....	80
<b>7.</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>82</b>



# 1. Indledning

Denne redegørelse er udarbejdet af Naturstyrelsen som led i den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning i kortlægningsprojektet indvindingsoplande uden for OSD, Midtjylland. Redegørelsen skal danne grundlaget for Syddjurs Kommunes efterfølgende udarbejdelse af indsatsplan til beskyttelse af grundvand til drikkevand.

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

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

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

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

§ 11 a. Miljøministeren fastsætter regler, hvorved der udpeges

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

Der er i 2014-2015 gennemført nogle få undersøgelser i fokusområdet, mens der i nærliggende områder er udført en række undersøgelser. Denne redegørelse sammenfatter resultaterne fra undersøgelserne, herunder grundvandsressourcens beliggenhed, kvalitet, naturlige beskyttelse, arealanvendelse og forureningskilder. Endvidere er der i denne redegørelse foretaget en afgrænsning af indvindingsoplande og nitratfølsomme indvindingsområder.

Sprøjemiddelfølsomme indvindingsområder (SFI) afgrænses for sandjorde inden for OSD og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD. Afgrænsningen af SFI er dog ikke en del af nærværende rapport. Baggrunden for afgrænsningen findes i Naturstyrelsens rapporter fra februar 2015: Sandjordens følsomhed over for udvaskning af sprøjemidler og Indsatsområder inden for sprøjemiddelfølsomme indvindingsområder. Rapporterne kan findes på Naturstyrelsens hjemmeside [www.nst.dk](http://www.nst.dk) (fanebladet "Vandmiljø > Vand i hverdagen" og

efterfølgende valg af ”Drikkevand > Initiativer til rent drikkevand > Bedre beskyttelse af følsomme sandjorde mod sprøjtemidler”).

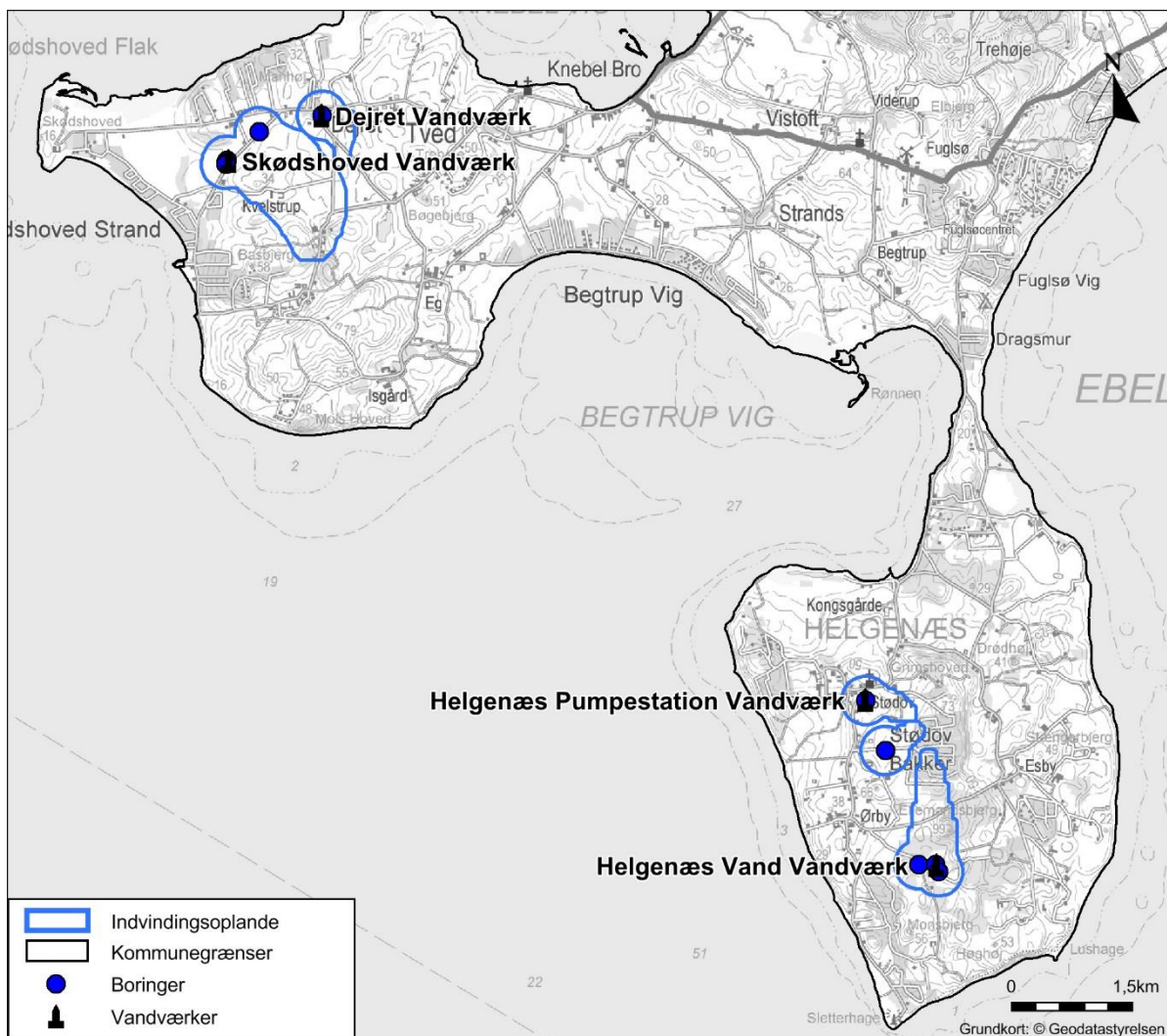
Områdefrænsningerne er først formelt gyldige, når de er udpeget i en bekendtgørelse med hjemmel i vandforsyningsloven. Forud for vedtagelsen skal bekendtgørelsen offentliggøres i 8 uger.

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

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

Kortlægningsprojektet består af indvindingsoplande til 4 vandværker i Syddjurs kommune, nemlig Dejret Vandværk, Skødshoved Vandværk, Helgenæs Pumpestation og Helgenæs Vand Vandværk. Denne redegørelse omfatter udelukkende de tilhørende 5 indvindingsoplande beliggende uden for OSD.

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



Figur 1-1 Fokusrådets afgrænsning som ramme for indvindingsoplande. På kortet er vandværkernes placering endvidere vist.

Redegørelsen er opbygget således, at kapitel 2 beskriver vandindvindingsstrukturen i området, mens kapitel 3 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over områdets geologi og grundvandsforhold i bred forstand. Kapitel 4 er en redegørelse for arealanvendelsen inden for oplandene herunder nitratbelastningen og punktkilder. Kapitel 5 omhandler de grundlæggende forudsætninger for de forskellige områdeafgrænsninger og justeringer. Endelig er der i kapitel 6 givet en sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger ved de enkelte indvindingsoplande.

Referencerne til baggrundsmaterialet, lovgivningen og de respektive vejledninger fremgår af kapitel 7. Referencerne for baggrundsmaterialet i form af de forskellige kortlægninger og undersøgelser er nummeret fortløbende med tal, mens referencerne for lovgivning og vejledninger er angivet med et bogstav.

## 2. Vandindvindingsstruktur

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

Der er ved de 4 vandværker tilladt en samlet vandindvinding på 120.000 m<sup>3</sup>/år. Der blev i 2013 indvundet i alt 82.250 m<sup>3</sup>.

### 2.1 Vandforsyninger og kildepladser

Redegørelsen omfatter 4 almene vandforsyninger; Skødshoved Vandværk, Dejret Vandværk, Helgenæs Vand Vandværk og Helgenæs Pumpestation Vandværk.

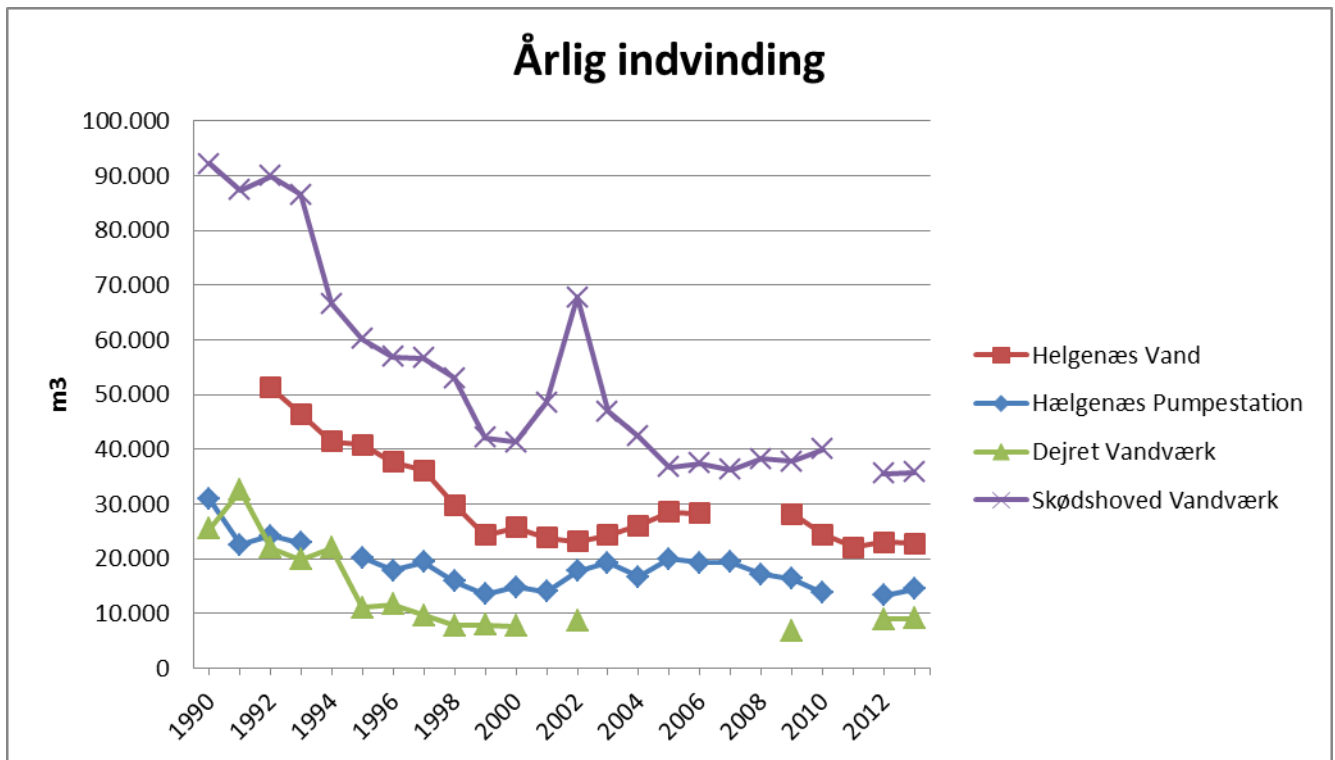
Den tilladte indvindingsmængde og den aktuelle indvinding for hver vandforsyning/kildeplads i 2013 fremgår af figur 2-1.

Vandforsyning/kildeplads	Aktive boringer	Tilladt indvinding (m <sup>3</sup> )	Indvinding i 2013 (m <sup>3</sup> )
Skødshoved Vandværk	4	43.000	35.831
Dejret Vandværk	2	12.000	9.123
Helgenæs Vand Vandværk	3	43.000	22.801
Helgenæs Pumpestation Vandværk	2	22.000	14.495

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

Alle 4 vandværker har tilladt indvinding på 50.000 m<sup>3</sup> årligt eller derunder, og vandværkerne overholder alle tilladelsen.

Udviklingen i de almene vandforsyningers indvinding de sidste 25 år er vist på figur 2-2. Der er sket et relativt stort fald vandindvindingen i perioden 1990-2000 til alle vandværker i området.



Figur 2-2 Årlige indvindingsmængder for vandværkerne i fokusområdet.

De almene vandforsyningers og kildepladsernes placering fremgår af figur 1-1.

## 2.2 Andre vandindvindinger

Der er ikke anden indvinding end indvinding af grundvand til almene vandforsyninger indenfor indvindingsoplandene.

# 3. Grundvandsressourcen

Kapitel 3 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.

## 3.1 Gennemførte undersøgelser

Denne redegørelse bygger på en nye og nogle få 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](http://www.GEUS.dk) (fanebladet "Data og kort" og efterfølgende valg af "Database med grundvandsrapporter").

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

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

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

[www.GEUS.dk](http://www.GEUS.dk) (fanebladet "Data og kort" og efterfølgende valg af "Modeldatabasen").

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

### Geofysiske kortlægninger

Der er udført en MEP kortlægning, /10/, og en enkelt borehulslogging på Skødshoved, /11/, i forbindelse med den gebyrfinansierede grundvandskortlægning i indvindingsoplande uden for OSD. MEP-kortlægningen er udført for at få en bedre bestemmelse af lertykkelser over grundvandsmagasinerne tilhørende Dejret Vandværk og Skødshoved Vandværk. I GKO Syddjurs, som grænser op til er der udført en del geofysiske undersøgelser, se f.eks. /12/. Den arealmæssige udbredelse af de geofysiske kortlægninger fremgår af figur 3-1 øverst.

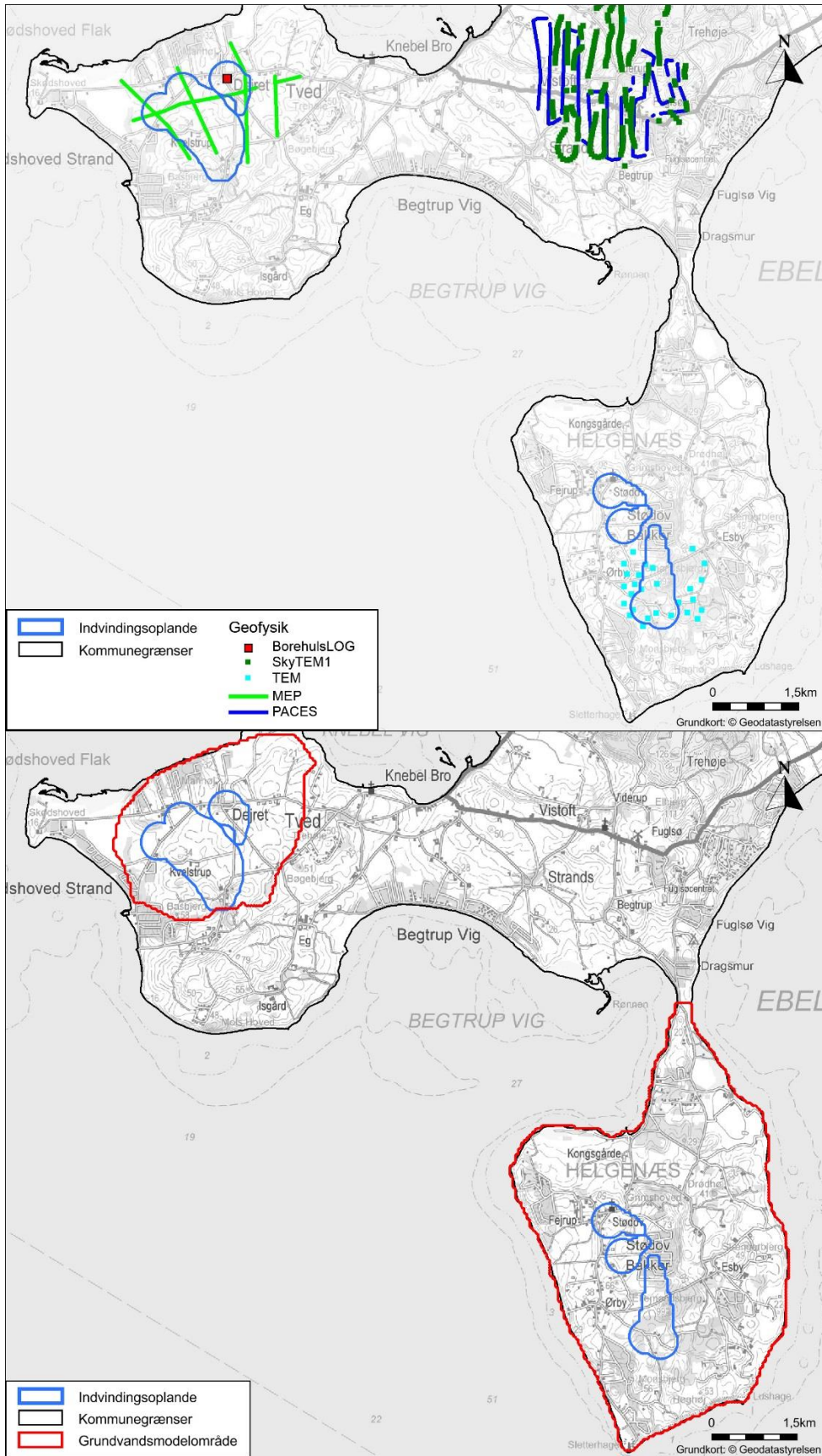
### Hydrologisk strømningsmodel

Der er opstillet simple hydrostratigrafiske modeller på udtræk fra DK-modellen, som har dannet grundlag for opstilling af 2 hydrologiske modeller i værktøjet GMS, /8/ og /9/. Med den hydrostratigrafiske model har det også været muligt at afgrænse grundvandsmagasinerne og vurdere dæklagene (lertykkelseskort). Modellerne, som dækker henholdsvis vandværkerne på Skødshoved og på Helgenæs, er bl.a. anvendt til at bestemme indvin-

dingsoplande og grundvandsdannende oplande, gradientforhold samt strømnings- og potentialeforhold i de tilstedeværende grundvandsmagasiner. Der er fokuseret på de 4 vandværker, der er behandlet i denne redegørelse. Desuden har modellen bidraget med information om grundvandsdannelse til de forskellige grundvandsmagasiner, der udnyttes til indvinding af grundvand til drikkevand.

Af figur 3-1 fremgår, at kun en mindre del af Skødshoved er dækket af geofysik i form af MEP.





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



## 3.2 Grundvandsmagasiner og dæklag

Et af de væsentligste resultater fra den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning er afgrænsningen af grundvandsmagasinerne og deres dæklag. Vurderingerne bygger i høj grad på de hydrostratigrafiske modeller, der er opstillet for fokusområdet omfattende oplandene til de 4 vandværker samt MEP-kortlægningen på Skødshoved, /8/, /9/ og /10/.

### 3.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold

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

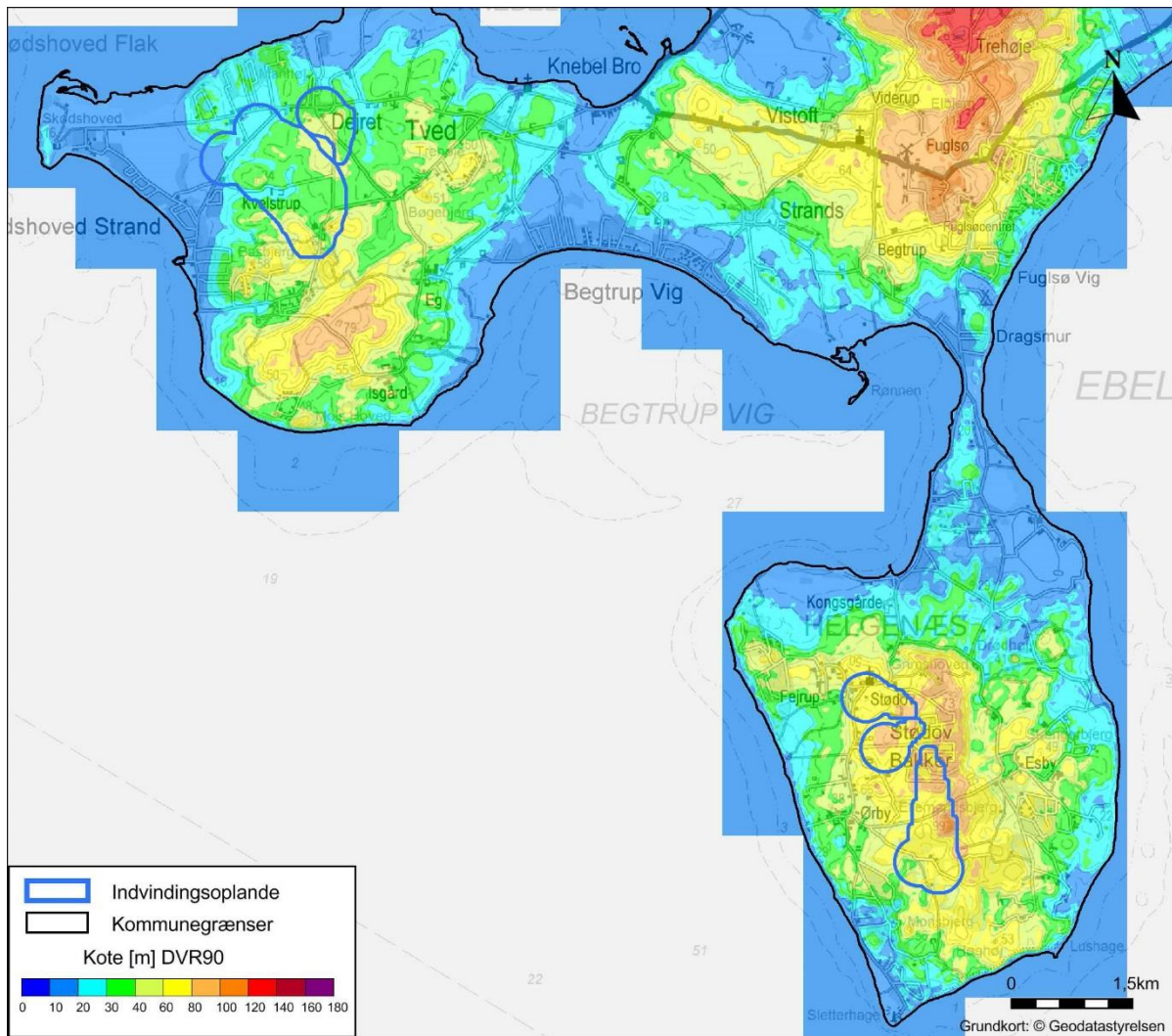
Ud over den nuværende opbygning er det vigtigt at kende lagenes dannelseshistorie, da det kan forklare hydrologiske og vandkemiske problemstillinger. Ligeledes er forståelsen af de dybereliggende strukturer i aflejringerne væsentlig, da disse i høj grad har medvirket til udformningen af grundvandsmagasiner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

#### Landskabet og de terrænnære jordlag

Fokusområdet ligger i Det Danske Bassin, som mod syd afgrænses af Ringkøbing-Fyn Højderyggen og mod nord af Skagerak-Kattegat Platformen. Langs den nordøstlige rand af Det Danske Bassin løber en bred deformationszone, Sorgenfrei-Tornquist Zonen, der har været tektonisk aktiv i flere tidsfaser. Zonen danner overgangen fra Det Baltiske Grundfjeldsskjold, der er stabilt, til de store sedimentbassiner, der strækker sig langt ned i Europa og hvortil Det Danske Bassin hører.

De fire vandværker ligger på to halvøer nemlig Skødshoved og Helgenæs. Selv om der er tale om relativt små halvøer findes der markante højdedrag og toppe. På Skødshoved hæver landskabet sig op til kote 79 i den sydøstlige del ved Trehøj. Helgenæs består af et dramatiske bakkelandskab, og der findes en næsten 100 m høj bakke (Ellemandsbjerg) i den sydlige del omgivet af småbakkede sletter. Landskabet blev skabt ved sidste istids slutning, hvor store istunger fra syd formede landskabet og aflejrede store mængder sten, ler og sand.

Betragtes kortet over terrænkoten i figur 3-2 femtræder de høje bakker og det småbakkede landskab tydeligt. Langs kysterne er der naturligt nok koter tæt på havniveau.

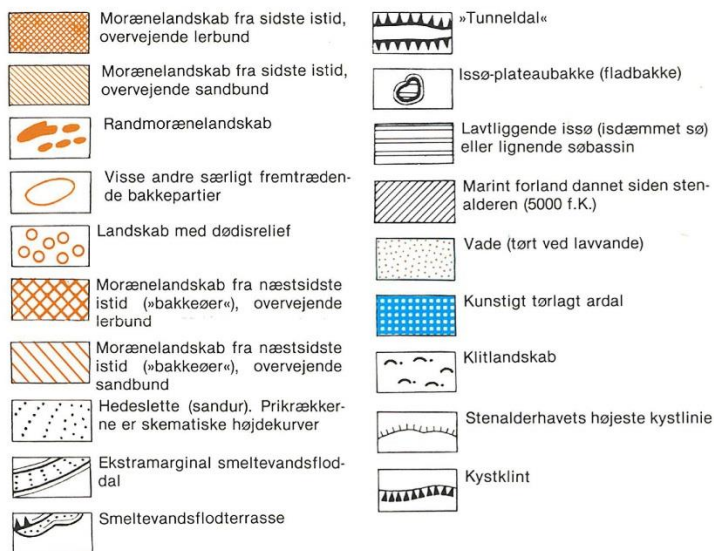
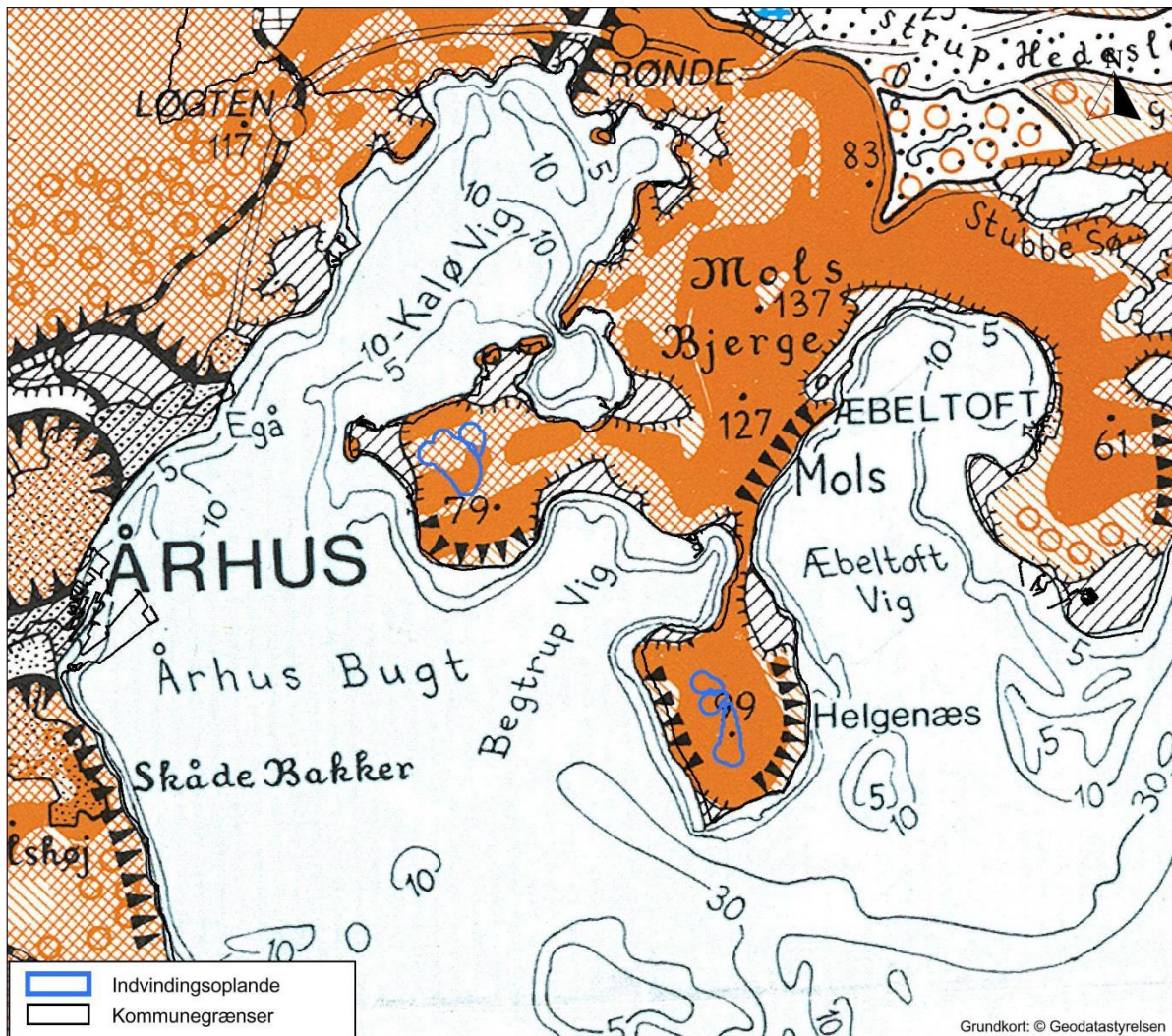


Figur 3-2 Højderelief i og omkring fokusområdet. Fra Danmarks Digitale Højdemodel /1/.

På figur 3-3 ses de terrænnære jordlag, som de er tolket af GEUS, /2/. På figuren kan det ses, at de terrænnære aflejringer på Skødshoved domineres af smeltevandssand, men med mange områder med moræneler og indslag af smeltevandssler, ferskvandssand samt saltvandssand og -grus. På Helgenæs domineres de terrænnære jordlag i endnu større udstrækning af smeltevandssand, men der er indslag af moræneler, smeltevandssler og ferskvandssand samt saltvandssand og -grus i kystnære områder.







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

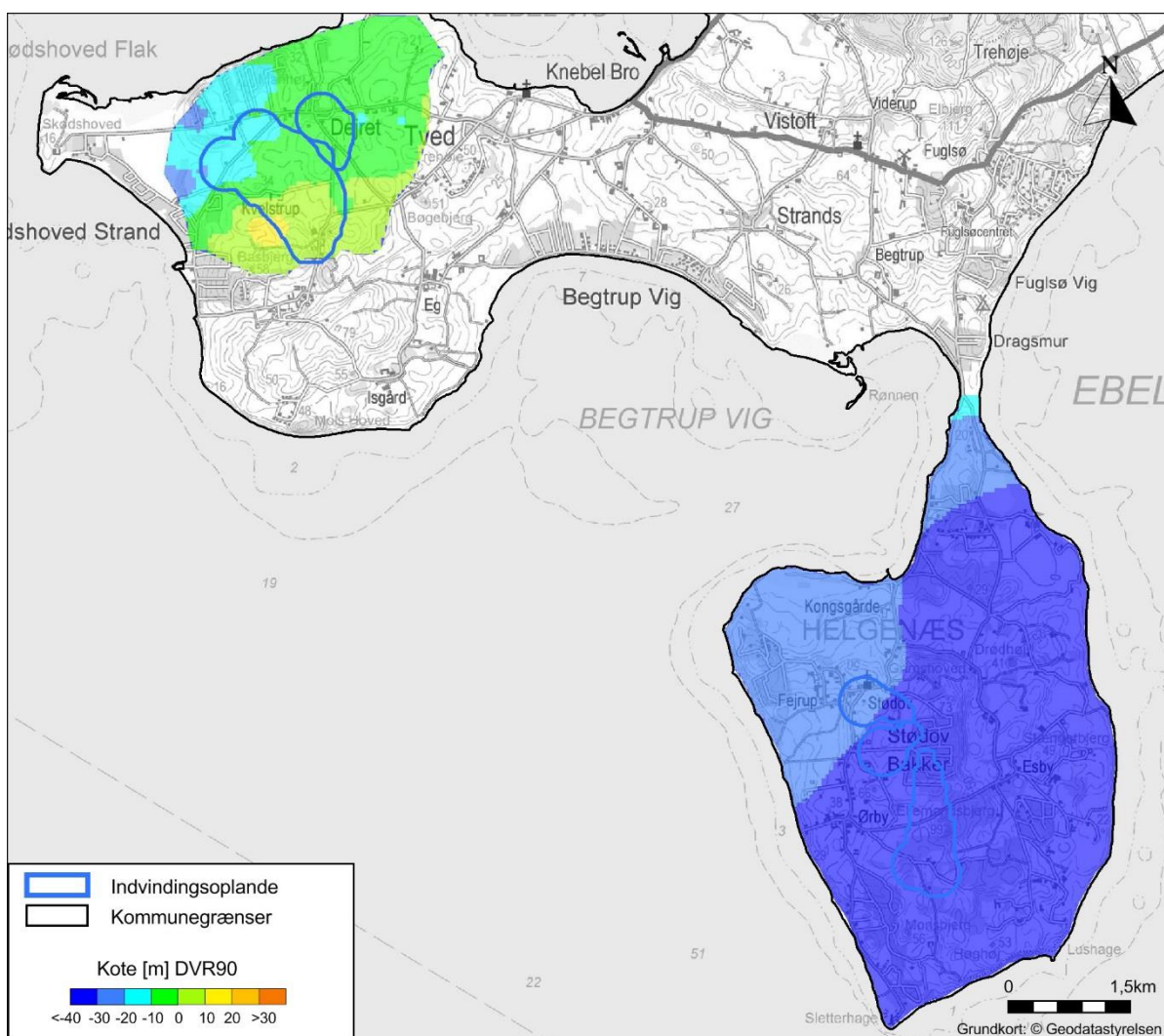
## Prækvaltæret

De prækvartære lag, der typisk har stor betydning for grundvandet, er fra perioderne Miocæn og Palæogen, men disse lag udnyttes ikke til vandindvinding i dette område. Derover følger de yngre lag fra perioden Kvartær, der består af aflejringer fra istider og mellemistider. Grænsefladen mellem Palæogen og Kvartær kaldes prækvartæroverfladen.

Der er dog ifølge trin 1 kortlægningen ikke grundvandsmagasiner fra perioderne Kridt, Palæogen og Neogen. De prækvartære aflejringer i fokusområdet udgøres af ler fra Eocæn (i visse områder moler).

I Eocæn (56-34 mio. år) aflejres der tykke lag af meget fedt ler som havaflejringer. Der finder ligeledes en del vulkansk aktivitet sted uden for Danmarks nuværende område i tidlig Eocæn, hvilket findes som askelag i overgangen mellem Eocæne og Paleocæne aflejringer.

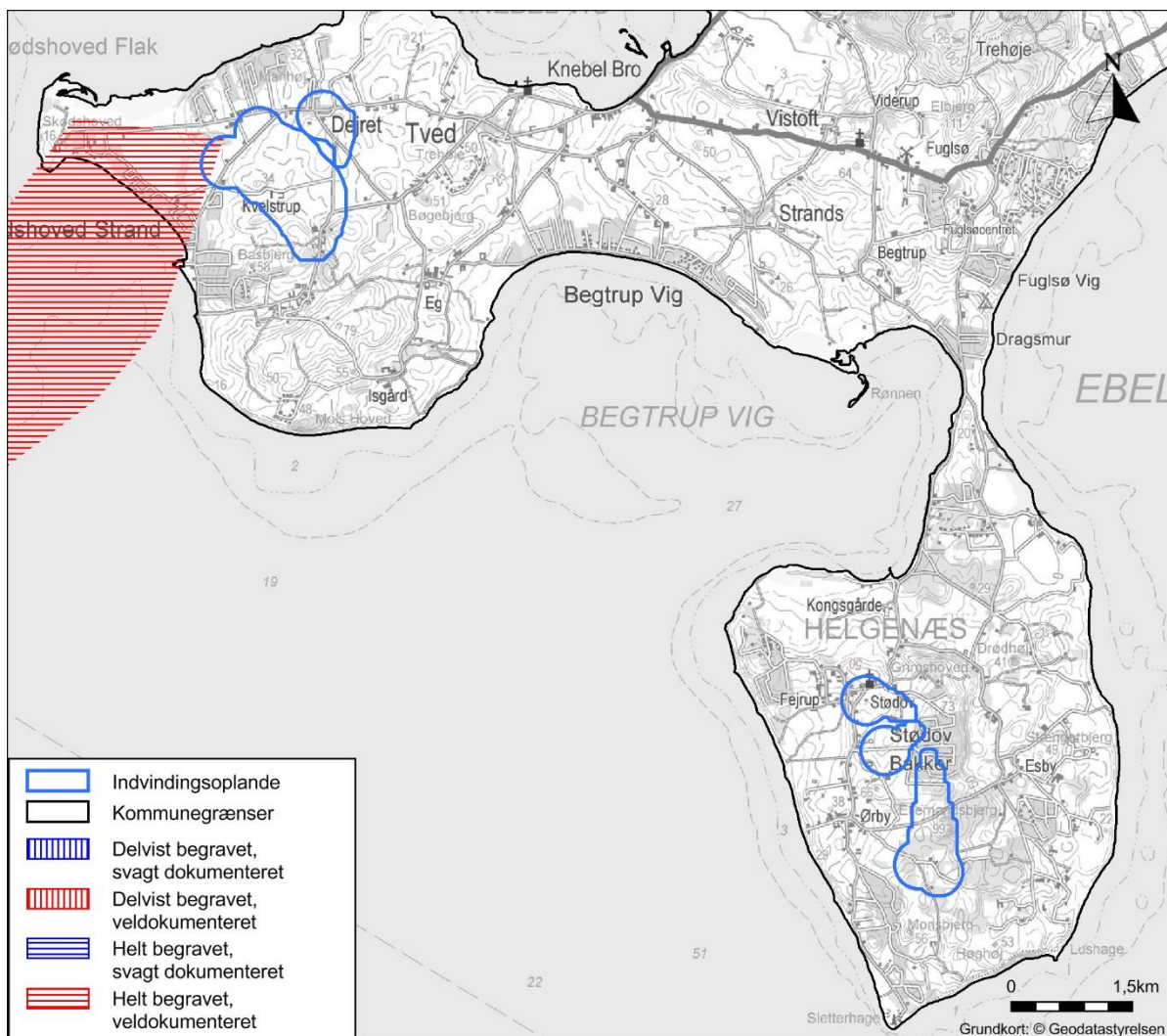
På figur 3-5 ses et kort over prækvartæroverfladens topografi. Generelt ligger overfladen i kote -20 til +20 m.o.h. på Skødshoved, mens den ligger fra under kote -40 til -20 m.o.h. på Helgenæs.



Figur 3-5 Prækvartæroverfladen fra den hydrostratigrafiske model, /8/og /9/

Ifølge/4/ er der beskrevet en veldokumenteret, helt begravet dal i den sydvestligste del af Skødshoved, som strækker sig ud i Aarhus Bugt mod Aarhus Havn. Dalen har mindre eller ingen betydning for vandindvindingen til de vandværker på Skødshoved, som omfattes af denne redegørelse.





Figur 3-6 Begravede dale i fokusområdet Syddjurs.

### Kvartæret

Kvartærperioden præges af gentagne kuldeperioder, hvor tilvækst i den skandinaviske iskappe betyder hel eller delvis nedisning af det danske område. Kuldeperioderne er afbrudt af varmemperioder med isfrie forhold. Randmorænelandskabet vidner om et ganske rodet aflejningsmiljø formentlig med meget begrænsede grundvandsmagasiner og risiko for skrånstillede lag og dermed "vinduer" fra terrænen ned til grundvandsmagasinerne.

Fra Weichsel istiden kendes isfremstød fra tre retninger i fokusområdet; fra nord (norsk is), fra nordøst (svensk is) og fra øst (Baltiske is). Fra Tidlig Weichsel kendes isfremstød hørende under det gammelbaltiske isfremstød og den senere Ristinge nedisning for 50-45.000 år siden. Ved disse isfremstød nåede isen længere mod vest end hovedstilslandslinjen, og herved dannes en række israndslinier i den vestlige del af Jylland. Ved det Norske fremstød for ca. 29.000 år siden nåede isen frem nordfra til den nordlige grænse af den efterfølgende Hovedstilslandslinje. Ved det følgende nordøst-fremstød for ca. 23.000 år siden (Hovedfremstødet) nåede isen frem til det centrale Jylland, hvorved hovedstilslandslinjen og smeltevandssletterne vest herfor dannedes. Under hovedfremstødet var der flere genfremstød.

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

### 3.2.2 Hydrostratigrafisk model

Der er opstillet to relativt simple 3D hydrostratigrafiske modeller for henholdsvis Skødshoved og Helgenæs. Modellerne er baseret på DK-modellens hydrostratigrafi, men justeret i forhold til vandværksboringernes tolkede geologi og til dels den gennemførte MEP kortlægning.

Den kvartære lagserie på Skødshoved udgøres af fem lag bestående af henholdsvis tre vandstandsende lag (moræneler, smeltevandsler) og to vandførende lag (smeltevandssand- og grus). Derudover er det palæocene ler fra Eocæn truffet i flere boringer og medtaget i grundvandsmodellen selv om det formentlig ikke har nogen betydning for strømningsmønstret i området. Den samlede lagserie på Skødshoved består således af i alt 6 lag.

Den kvartære lagserie på Helgenæs udgøres ligeledes af fem lag bestående af henholdsvis to vandstandsende lag (moræneler, smeltevandsler) og tre vandførende lag (smeltevandssand- og grus). Derudover er det palæocene ler fra Eocæn truffet i flere boringer og medtaget i grundvandsmodellen selv om det formentlig ikke har nogen betydning for strømningsmønstret i området. Endvidere er der medtaget et lag kalk i bunden af modellen selv om der ikke sker nogen grundvandsindvinding i dette lag. Den samlede lagserie på Helgenæs består således af i alt 7 lag.

De hydrostratigrafiske modeller danner udgangspunkt for opstillingen af de hydrologiske modeller for henholdsvis Skødshoved og Helgenæs, som er anvendt til at beregne indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de 4 vandværker. Grundvandsmodellerne er bygget op af samme antal lag, som er medtaget i den hydrostratigrafiske model, se figur 3-7. Det betyder, at hvert af de hydrostratigrafiske lag udgør et beregningslag i grundvandsmodellerne.

ID/geologisk lag	Hydrostratigrafisk lag - Skødshoved	Hydrostratigrafisk lag - Helgenæs	Lithologi	Beskrivelse	Krono-stratigrafi
KL1	H1	H1	DL, ML	Smeltevandsler og moræneler	Weichsel – Nordøst is
KS1	H2	H2	DS, DG, S, G	Smeltevandssand og –grus	Weichsel – Nordøst is
KL2	H3	H3	ML, MS, MG, MI, DL, DI, L, I	Moræneler og smeltevandsler	Weichsel – Nordøst is
KS2	H4	H4	DS, DG, S, G	Smeltevandssand og –grus	Weichsel – Nordøst is
KL3	H5	Ikke til stede	ML, MS, MG, MI, DL, DI, L, I	Moræneler og smeltevandsler	Weichsel – Norske is
KS3	Ikke til stede	H5	DS, DG, S, G	Smeltevandssand og –grus,	Weichsel – Norske is
PL1	H6	H6	GL, GI, L, ML	Eocæn ler (moler)	Palæocen
Kalk	Ikke truffet	H7	BK	Kalk	Kridt

Figur 3-7 Oversigt over beregningslag i grundvandsmodellen sammenholdt med tolkede lag i den hydrostratigrafiske model.

### 3.2.3 Grundvandsmagasiner

Skødshoved Vandværk indvinder fra 4 boringer, som alle er vurderet filtersat i KS2. Boring 90.61 er 28 m dyb med filter i et tyndt sandlag i intervallet 23,2 til 26,9 m under terræn. Boring 90.71 er 27 m dyb og indvinder fra

11 til 27 m under terræn, boring 90.146 er 112 m dyb og indvinder i vekslende lag af sand og ler fra 21 til 112 m under terræn. Boring 90.147 er kun 19 m dyb og indvinder fra 12 til 17 m under terræn.

Dejret Vandværk indvinder fra 2 boringer, som begge er vurderet filtersat i KS1. Boring 90.130 og 90.142 er begge 29 m dybe med filter i et sandlag 20 til 26 m under terræn. Det primære magasin ved Dejret Vandværk er således tolket til at være KS1.

Helgenæs Vand Vandværk indvinder fra tre boringer DGU nr. 90.135, 90.123 og 90.124. Boring 90.135 er 82,5 m dyb med indtag i tre dybder nemlig 45,5 til 57,5 m under terræn, 59,5 til 62,5 m under terræn og 74,5 til 77,5 m under terræn, i magasiner karakteriseret som smeltevandssand. Boring 90.123 er 78 m dyb og har ligeledes indtag i tre dybder, nemlig 47 til 60 m under terræn, 62 til 65 m under terræn og 69 til 71 m under terræn, i magasiner karakteriseret som smeltevandssand. Boring 90.124 er 81 m dyb og har ligeledes indtag i tre dybder, nemlig 44 til 47 m under terræn, 60 til 75 m under terræn og 75 til 78 m under terræn, i magasiner karakteriseret som smeltevandssand. Boringerne er tolket at tilhøre den hydrostratigrafiske enhed KS2, som således udgør det primære magasin i oplandet til dette vandværk. Det skal bemærkes, at der i flere boringer er flere filtre, og indvindingen sker i vekslende lag af sand, grus og ler, hvilket gør det vanskeligt at vurdere det primære magasins beliggenhed.

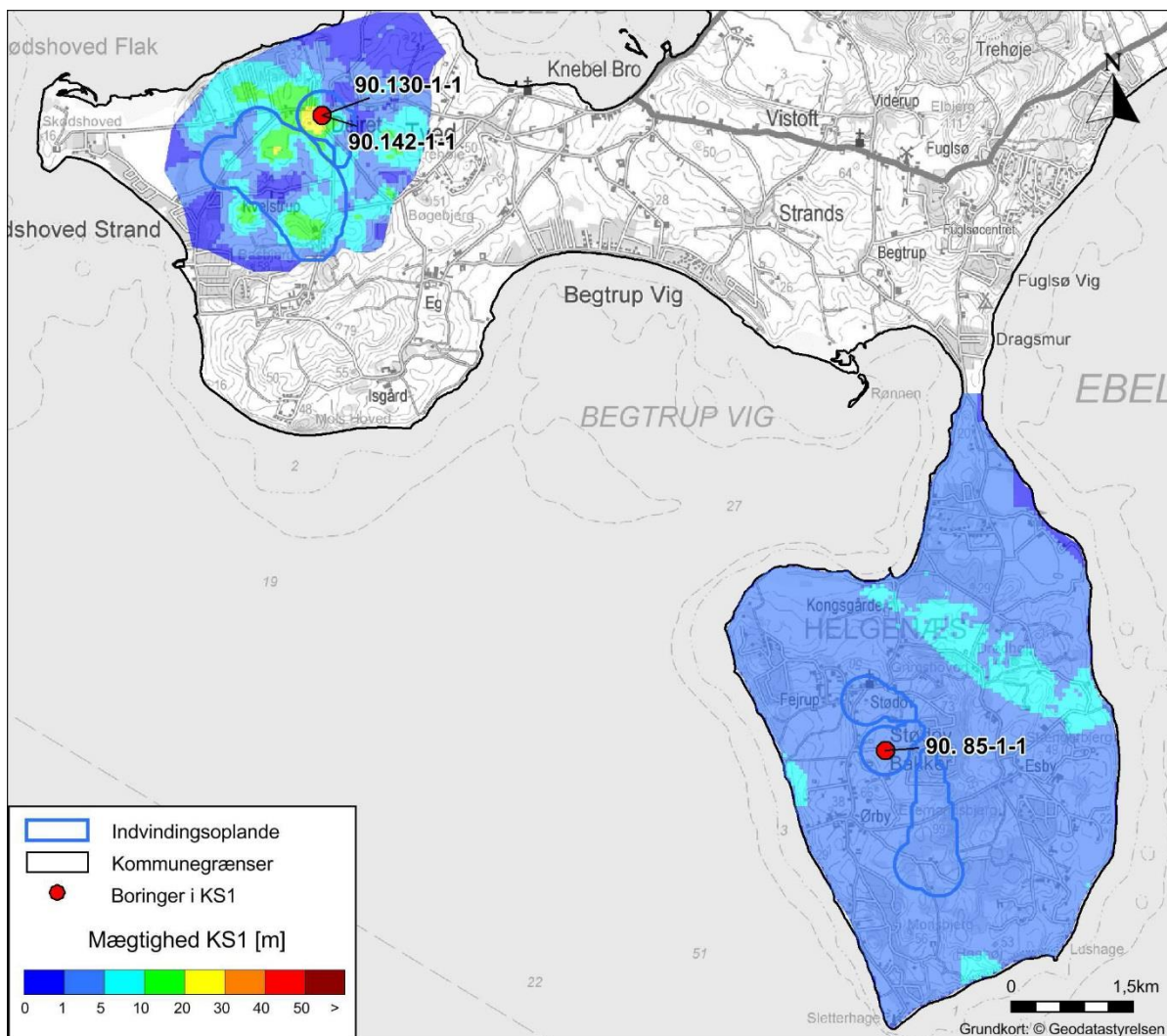
Helgenæs Pumpestation Vandværk indvinder fra 2 boringer DGU nr. 90.85 og 90.113. Boring 90.85 er kun 15 m dyb og er filtersat i et sandlag karakteriseret som glacialt smeltevandssand i 12,4 til 14,4 m under terræn. Magasinet er tolket at være et øvre sekundært sandlag. Det skal bemærkes, at dette sandlag ikke indgår i den hydrostratigrafiske model, da det formentlig er med lille udbredelse og tykkelse. I resten af redegørelsen betegnes laget dog KS1, men i forbindelse med sårbarhedsvurderingerne og områdeudpegningerne er der taget hensyn til magasinets terrænnære beliggenhed. Boring 90.113 er 68 m dyb med indtag 60 til 65 m under terræn i smeltevandssand. Magasinet er tolket at være KS2.

Det øvre primære grundvandsmagasin i fokusområdet udgøres af "KS1", et kvartært sandlag. Laget er defineret som en regional sandenhed bestående primært af mellem- til grovkornede sandede smeltevandsaflejringer med enkelte grusindslag. Enheden tolkes til at være aflejret af smeltevandsfloder i forbindelse med nordøstisen i Sen Weischel.

KS1 er udbredt næsten i hele fokusområdet, men har lille mægtighed på op til 5 m på det meste af Helgenæs. På Skødshoved findes der – specielt omkring Dejret Vandværk – mægtigheder på 20-30 m og der er i det hele taget større variation i lagets tykkelse på Skødshoved. På figur 3-8 ses udbredelsen (tykkelsen) af grundvandsmagasinet samt de vandværksboringer, der er filtersat i KS1. Grundvandsmagasinet udnyttes til indvinding af grundvand af Dejret Vandværk og Helgenæs Pumpestation Vandværk boring DGU nr. 90.85.

Inden for indvindingsoplandene ses de største mægtigheder af KS1 omkring indvindingsoplandet til Dejret Vandværk med tykkelser op til 30 m, men også i Skødshoved Vandværks indvindingsopland findes der tykkelser op mod 20 m.



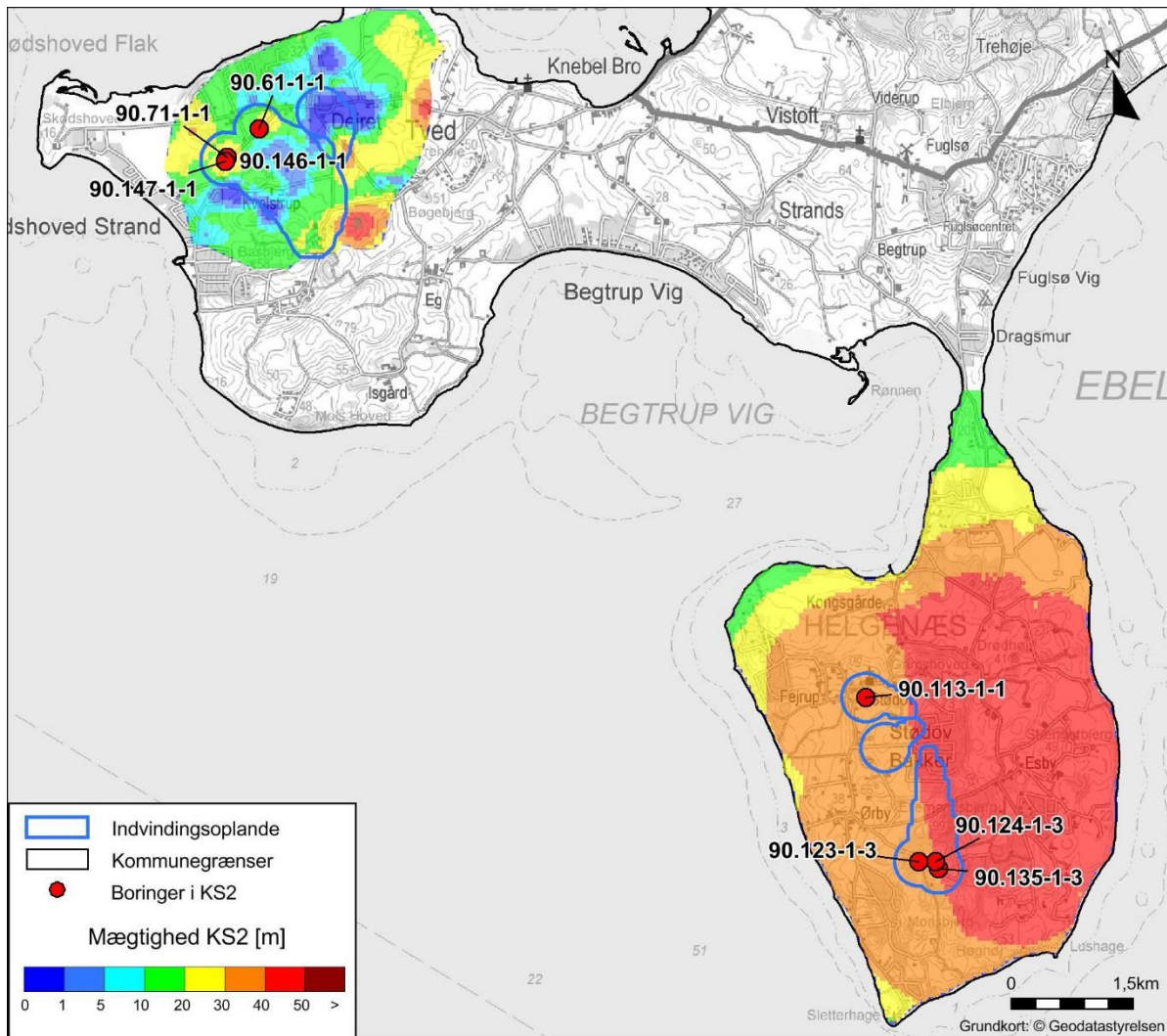


Figur 3-8 Udbredelse og tykkelse af KS1 i fokusområde. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS1.

Det nedre, kvartære grundvandsmagasin er benævnt "KS2", et glacialt sandlag. KS2 består af usorteret, gruset sand. Enheden er karakteriseret som smeltevandssand og -grus, og er tolket til at være en smeltevandsaflejring, aflejret af smeltevandsfloder i forbindelse med nordøstisen i Sen Weischel.

Enheden har generelt en varierende mægtighed på 0 m på Skødshoved til >40 m på den østlige del af Helgenæs. Variationen er generelt meget større på Skødshoved, hvor der også findes mindre områder med mere end 50 m aflejret. På figur 3-9 ses udbredelsen og tykkelsen af KS2 samt de vandværksboringer, der er filtersat i KS2.

Grundvandsmagasinet udnyttes af Skødshoved Vandværk, Helgenæs Pumpestation Vandværk og Helgenæs Vand Vandværk til indvinding.



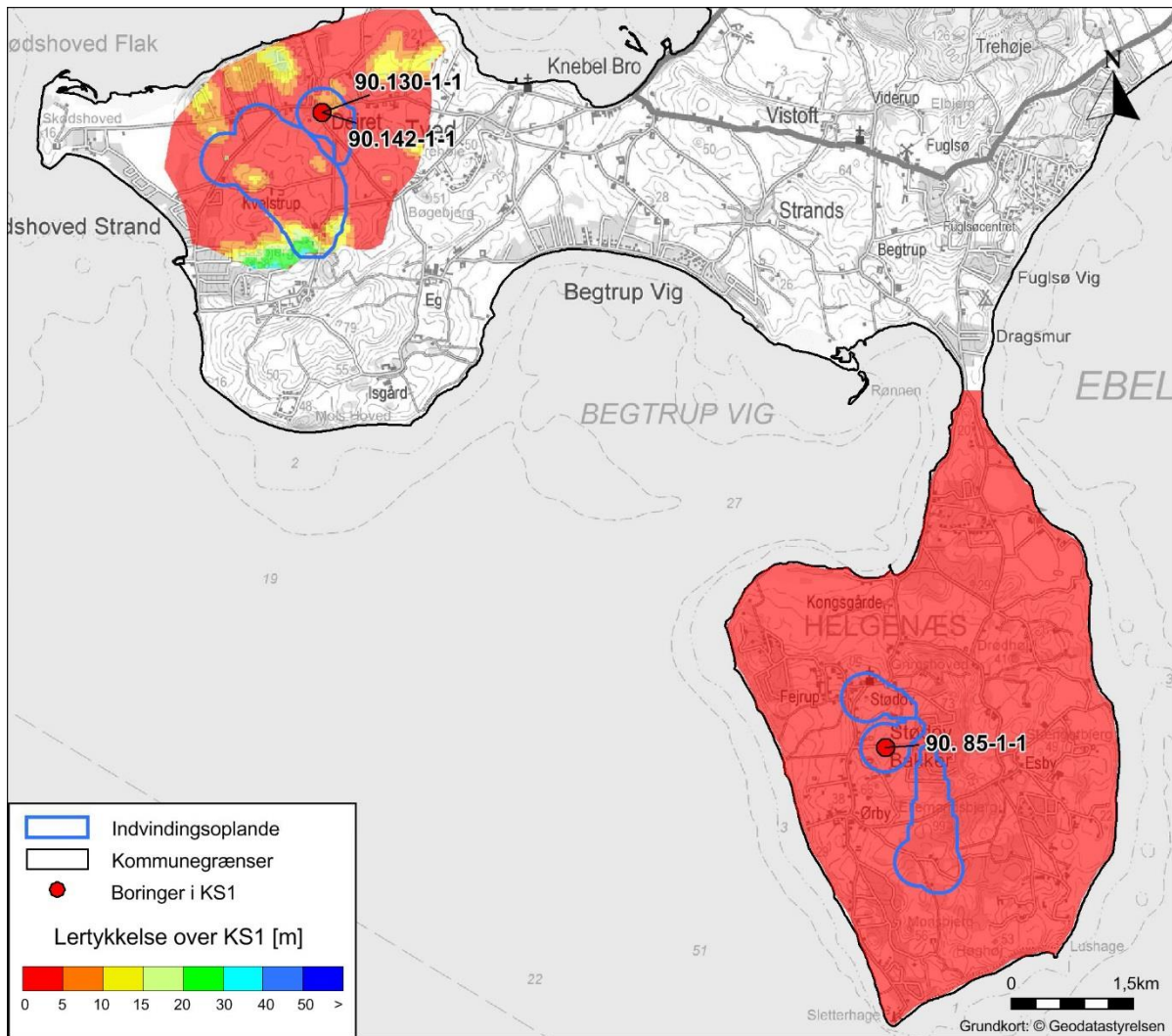
Figur 3-9 Udbredelse og tykkelse af KS2 i fokusområde. På kortet er endvidere vist vandværksboringer filtersat i KS2.

### 3.2.4 Dæklag

Med udgangspunkt i modellene fra de hydrologiske modeller er udbredelsen og tykkelsen af dæklagene over grundvandsmagasinerne beskrevet og præsenteret.

Det øverste primære grundvandsmagasin udgøres af KS1. Dæklagene over dette magasin udgøres af de øvre jordlag samt lerlaget "KL1". I forhold til grundvandsbeskyttelsen af magasinet er det de lerede dæklag, der er de væsentligste. På figur 3-10 er vist lertykkelsen over "KS1". Dæklaget udgøres primært af moræneler, men der er også medregnet smeltevandsler.

Det fremgår af figur 3-10, at der generelt er meget lille dæklagstykkelse også i de oplande, hvor grundvandsindvindingen foregår fra KS1. I Dejret Vandværks indvindingsopland er de 0-5 m ler i store dele og 5-10 m i et mindre område nordøst for indvindingsboringen. Ved Helgenæs Pumpestation Vandværks ene indvindingsopland, som har indvindingsboring i KS1, er der mindre end 5 m lerdæklag.

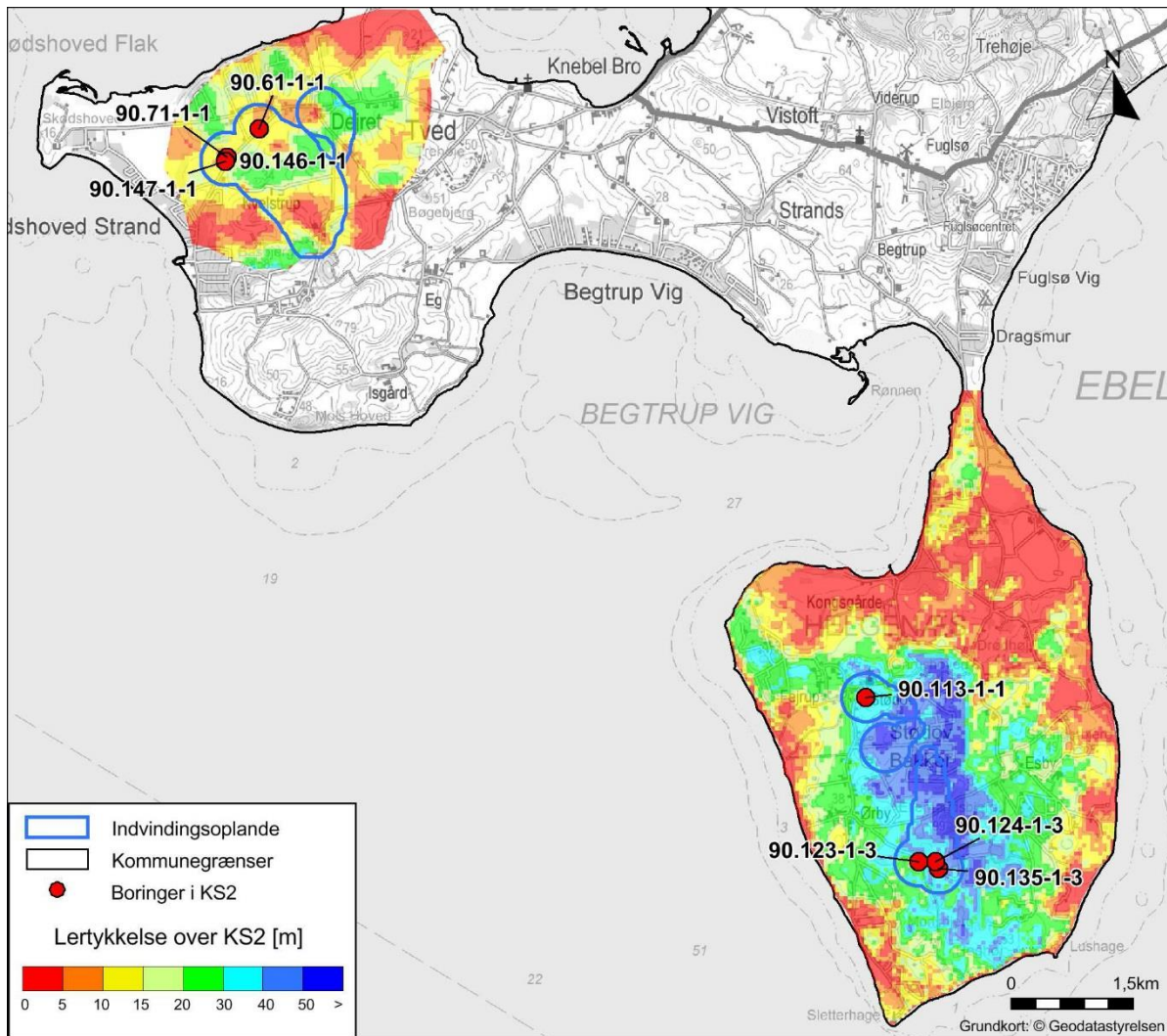


Figur 3-10 Akkumuleret lertykkelse over KS1.

Det nederste kvartære grundvandsmagasin, der udnyttes til vandindvinding, udgøres af KS2. Dæklagene over dette magasin udgøres af KL1 og KL2, som beskrives overvejende som siltet, sandet og svagt gruset moræneler med enkelte indslag af smeltevandsler og silt. På figur 3-11 er vist den akkumulerede lertykkelse over "KS2".

Det fremgår af figur 3-11, at der i mindre dele af indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk er tolket mindre end 5 m akkumuleret ler over KS2, men der er også områder med op til 30 m lerdæklag. Lertykkelsen over KS2 i indvindingsoplandene til Helgenæs Vand Vandværk og Helgenæs Pumpestation Vandværk er typisk mere end 30 m, men der er mindre områder med begrænset lertykkelse specielt i den sydlige del.





Figur 3-11 Akkumuleret lertykkelse over KS2.

### 3.3 Hydrologiske forhold

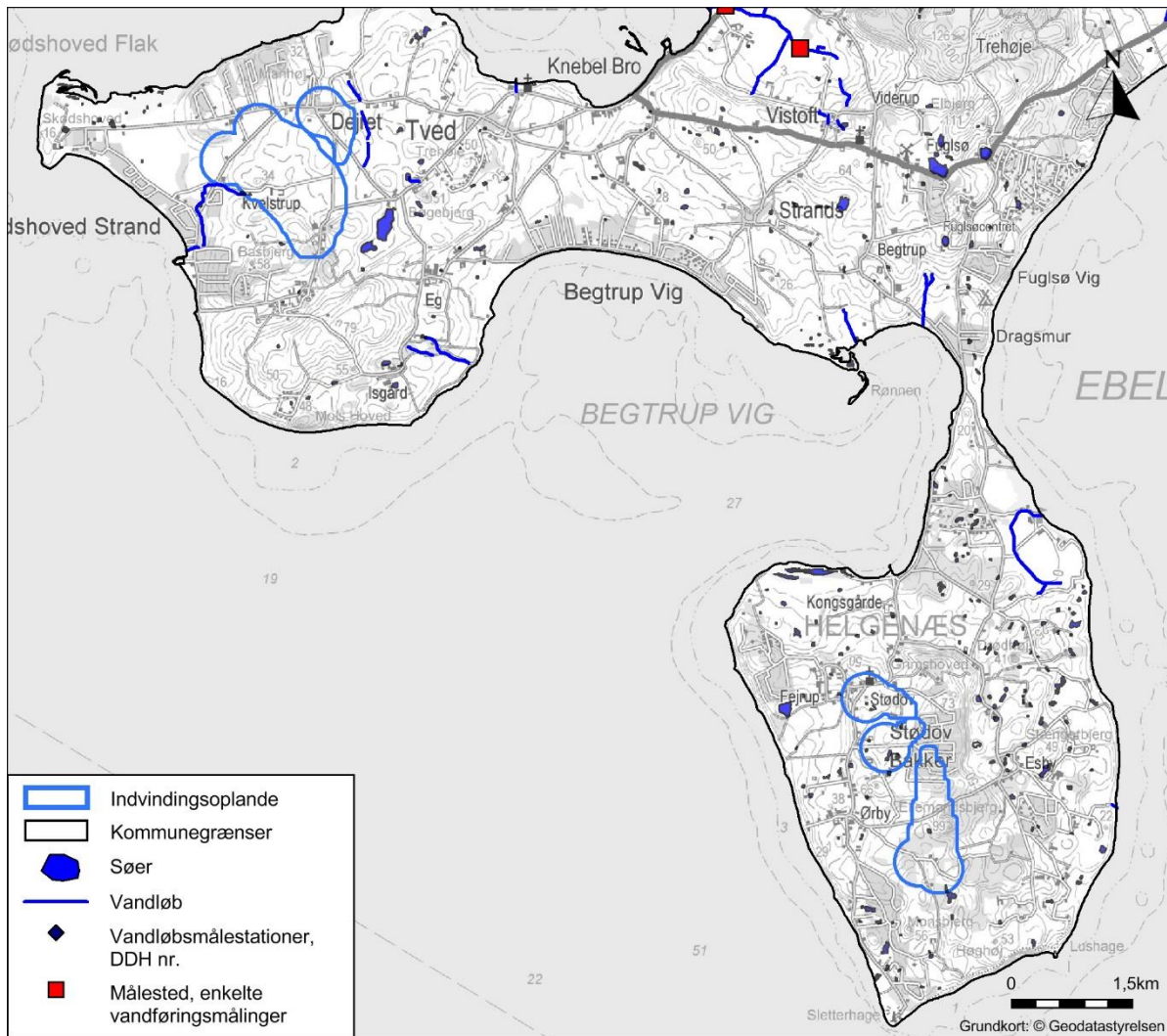
Beskrivelsen af de hydrologiske forhold i området omfatter en beskrivelse af overfladerecipienterne, herunder navnlig vandløbene, samt en beskrivelse de potentiale- og strømningsmæssige forhold i grundvandsmagasinerne. Beskrivelsen bygger på Jupiter data, Naturstyrelsens temakort med bl.a. vandløb og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

#### 3.3.1 Overfladerecipienter

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

Vandløbenes, søers og vådområders beliggenhed fremgår af figur 3-12. Der er i praksis ingen vandløb af betydning i eller tæt på indvindingsoplandene. Mindre afløb eksisterer dog på Skødshoved, men der er ikke nogen tydelig drænende effekt af disse på grundvandspotentialer.

Der findes en del meget små vandhuller på Helgenæs, men de formodes ikke at have kontakt med grundvandssystemet og må være uden betydning for de hydrologiske forhold i det hele taget.

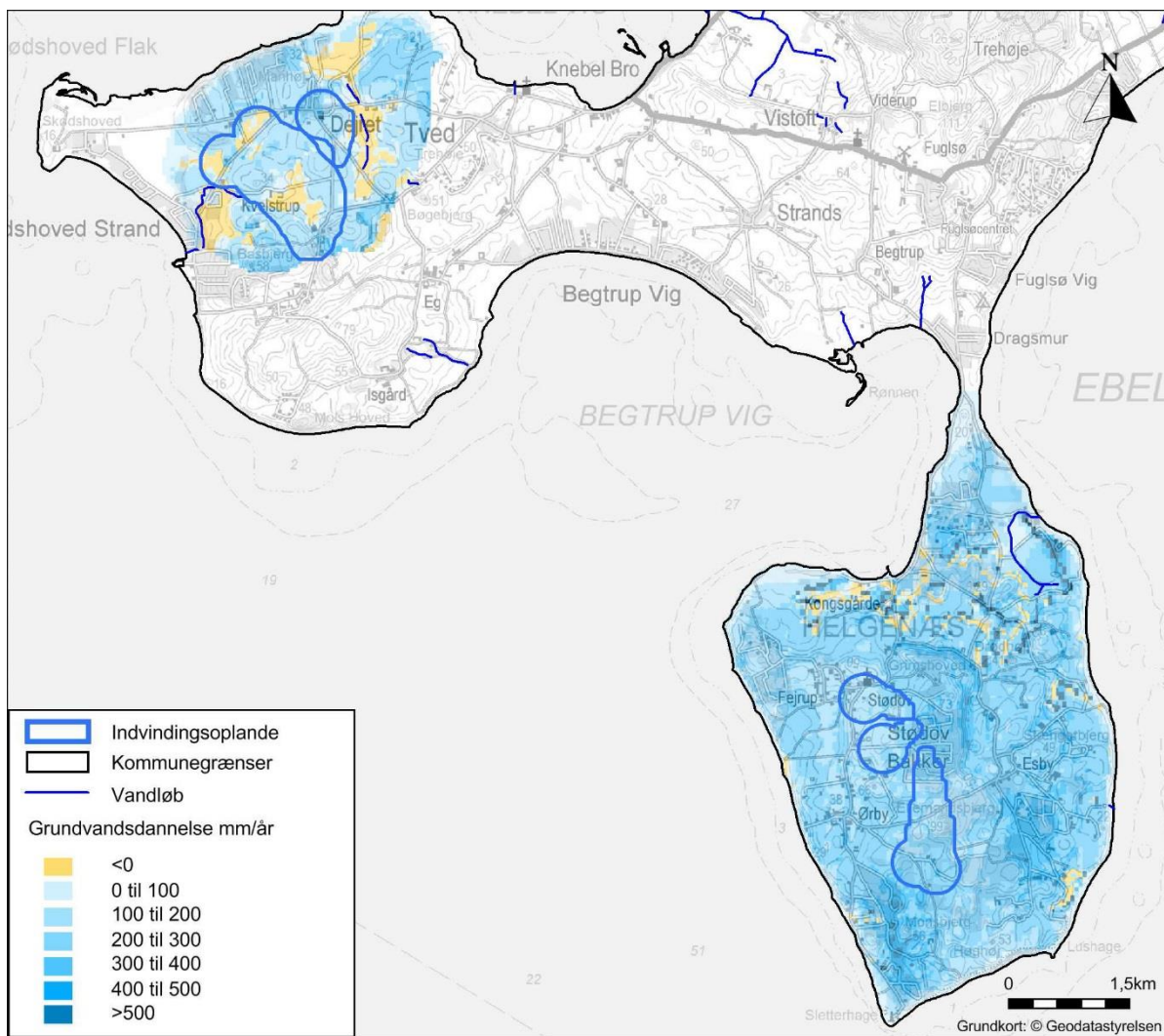


Figur 3-12 Vandløb, søer og målestationer i fokusområdet. Vandløb og vandløbsdata fra Orbicon, mens temaet med søer er hentet fra Miljøportalen.

### 3.3.2 Vandbalance og potentialeforhold

Med udgangspunkt i DK-modellens hydrostratigrafiske model er der opstillet to grundvandsmodeller i området, dels grundvandsmodellen for Skødshoved, /8/, dels grundvandsmodellen for Helgenæs, /9/. Grundvandsmodellerne dækker de 4 vandværker og deres indvindingsoplande og dækker et areal på henholdsvis 8 km<sup>2</sup> og 22 km<sup>2</sup>.

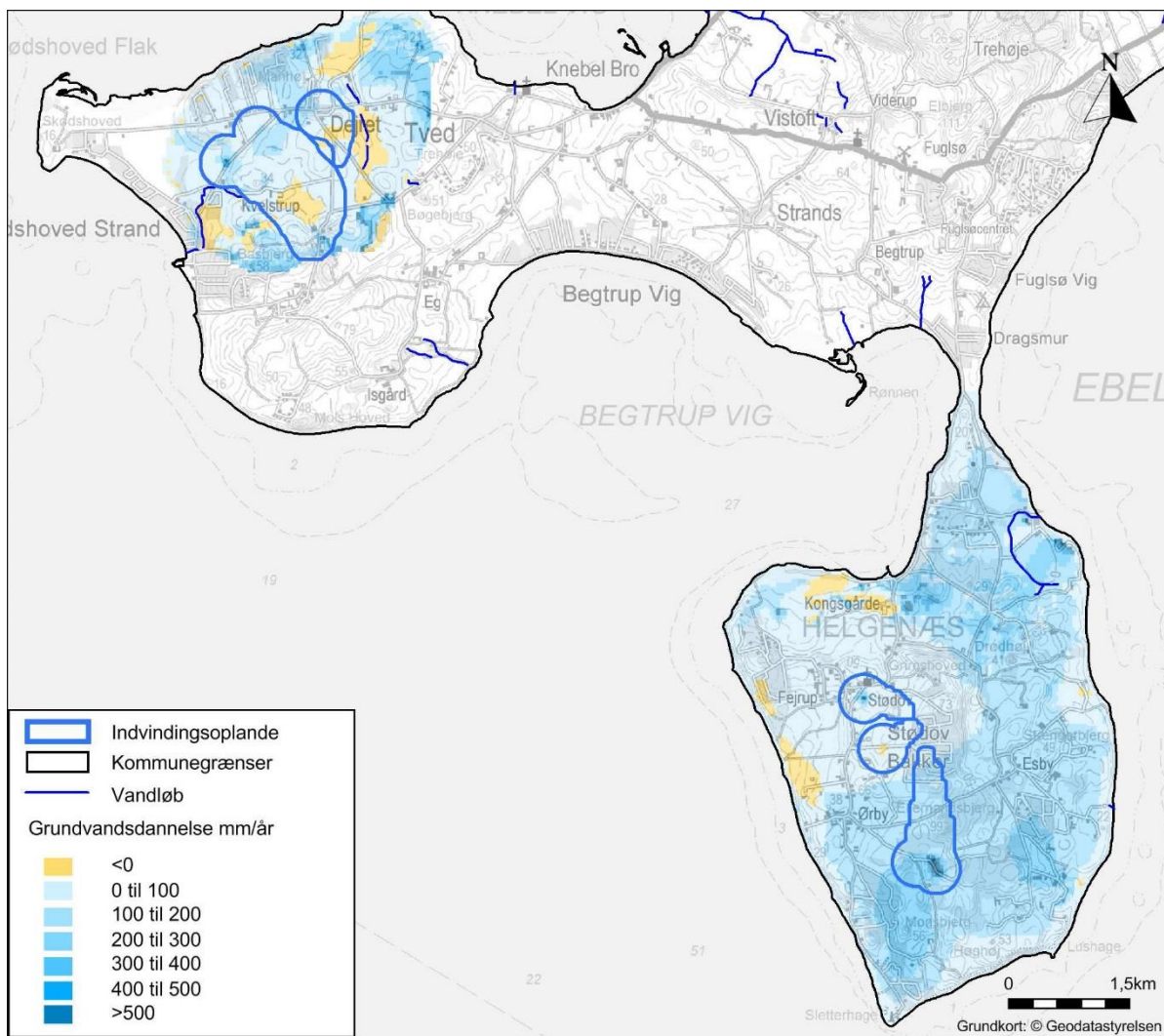
Grundvandsdannelsen til KS1 er vist på figur 3-13. Inden for indvindingsoplandene på Skødshoved er grundvandsdannelsen typisk mellem 100 og 300 mm/år. Der findes mindre områder, hvor der er opadrettet gradient og derfor findes der negativ grundvandsdannelse. På Helgenæs varierer grundvandsdannelsen til KS1 ikke særlig meget og er generelt mellem 100 og 300 mm/år.



Figur 3-13 Grundvandsdannelse til KS1. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Figur 3-14 viser grundvandsdannelsen til KS2. Inden for indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk er grundvandsdannelsen i det meste af området mellem 0 og 100 mm/år. De findes mindre områder, hvor der er opadrettet gradient med negativ grundvandsdannelse. Den mindre grundvandsdannelse til KS2 skyldes det overordnede gennemgående ovenliggende lerlag, KL2. På Helgenæs er grundvandsdannelsen til KS2 ligeledes typisk mellem 0 og 100 mm/år i de indvindingsoplande, hvor indvindingen sker fra KS2, men der er også områder med 100-200 mm/år.

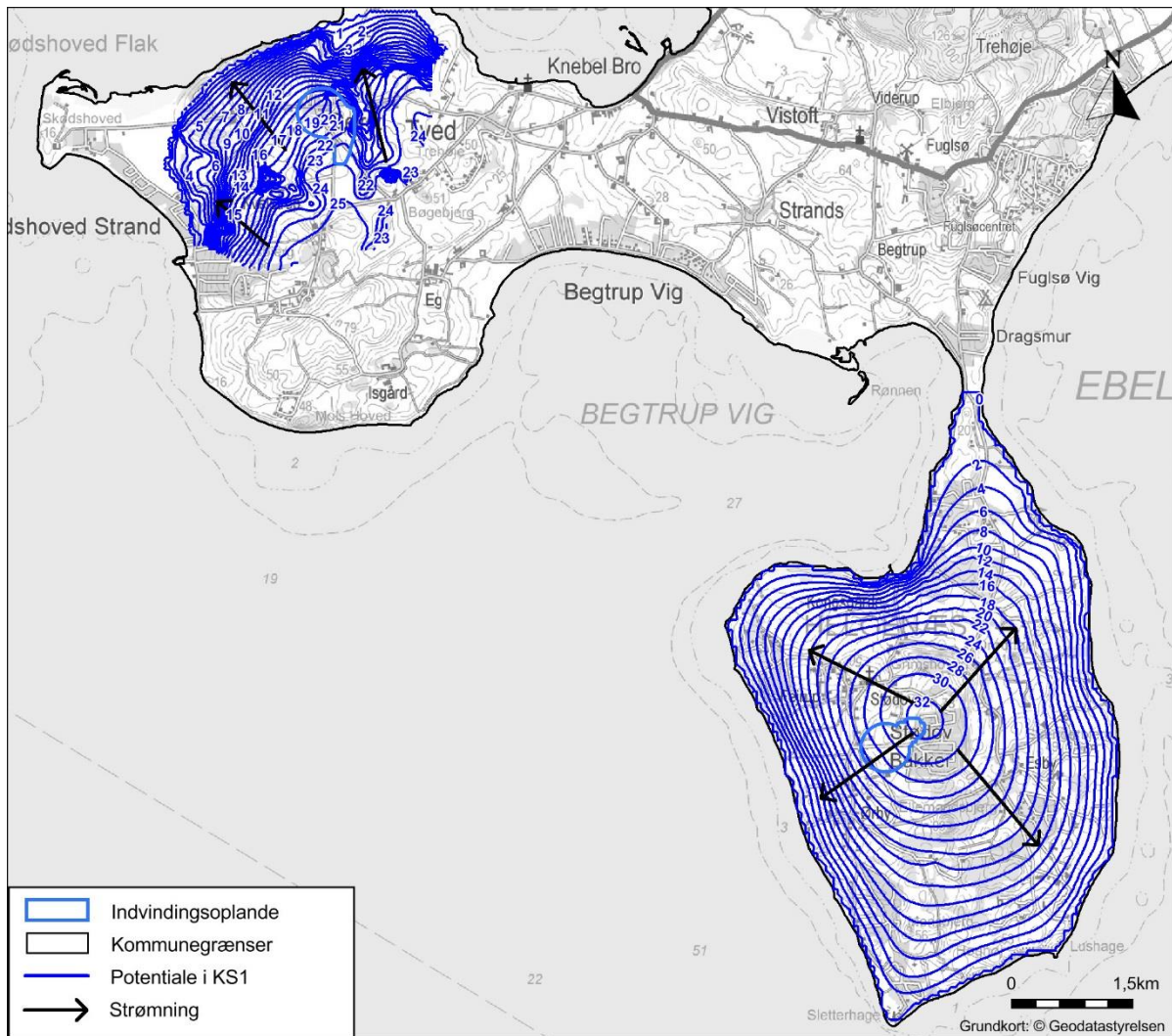




Figur 3-14 Grundvandsdannelse til KS2. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Grundvandpotentialet (trykniveau) for de to kvartære grundvandsmagasiner er beregnet med grundvandsmodellen og fremgår af figur 3-15 og figur 3-16.

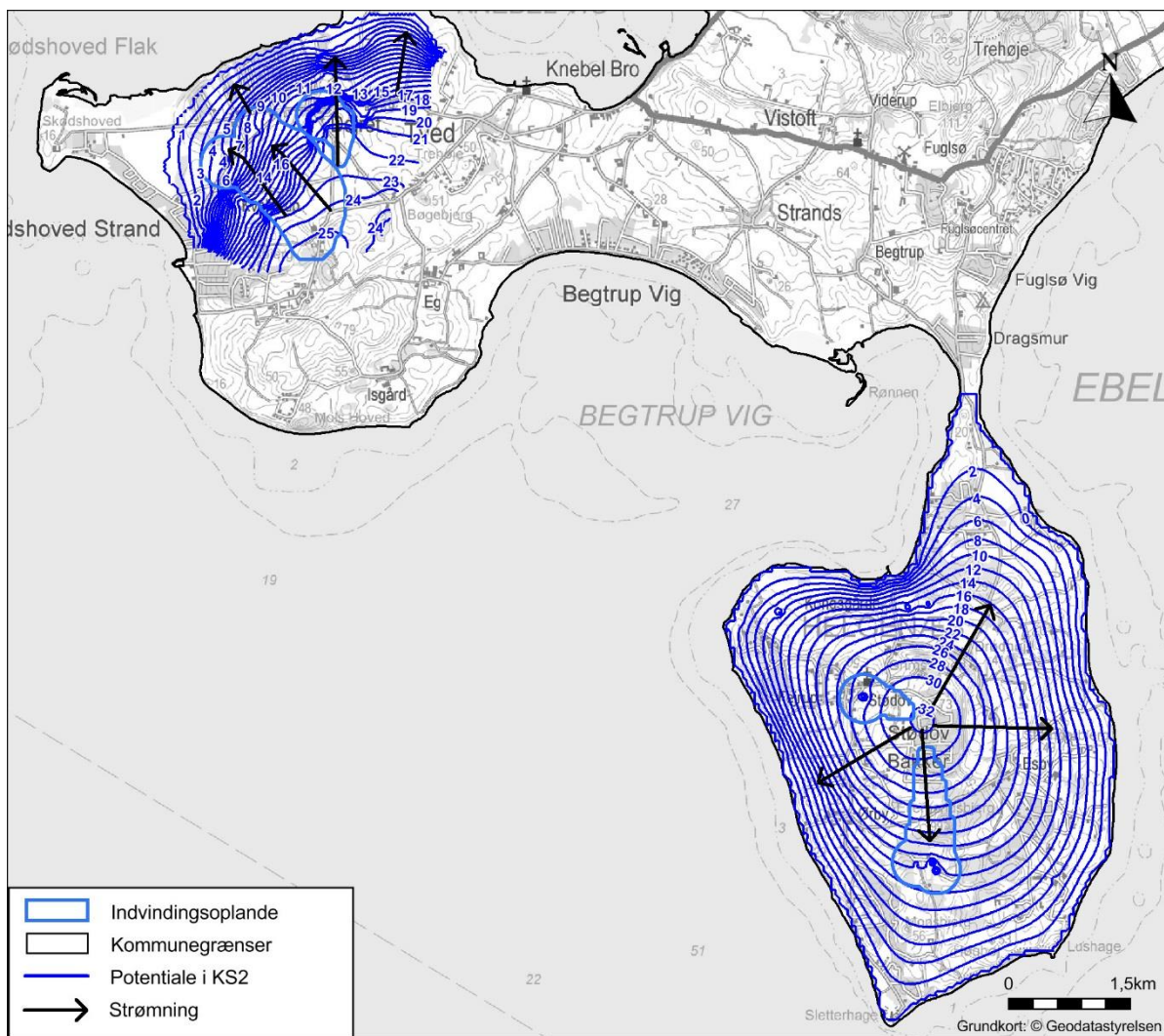
Figur 3-15 viser grundvandspotentialet i KS1 indenfor området. På begge halvøer sker der typisk en strømning af grundvand fra centrale dele ud mod kysten. Specielt grundvandspotentialet på Helgenæs viser et "roligt" forløb som forventet med den relativt beskedne grundvandsindvinding. På Skødshoved er der større variationer i magasintykkelse, hvilket giver sig udslag i et noget mere varieret potentialebillede. På Helgenæs er det højeste grundvandspotentiale godt 32 m, mens det er godt 25 m på Skødshoved.



Figur 3-15 Simuleret grundvandspotentiale i KS1

Figur 3-16 viser grundvandspotentialet i KS2 indenfor de to områder, hvor der er opstillet grundvandsmodeller. De overordnede strømningsskemaer svarer til strømningsskemaet i KS1, og der er ikke nogen synlig påvirkning fra indvindingen i KS2.





Figur 3-16 Simuleret grundvandspotentiale i KS2.

### 3.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande

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

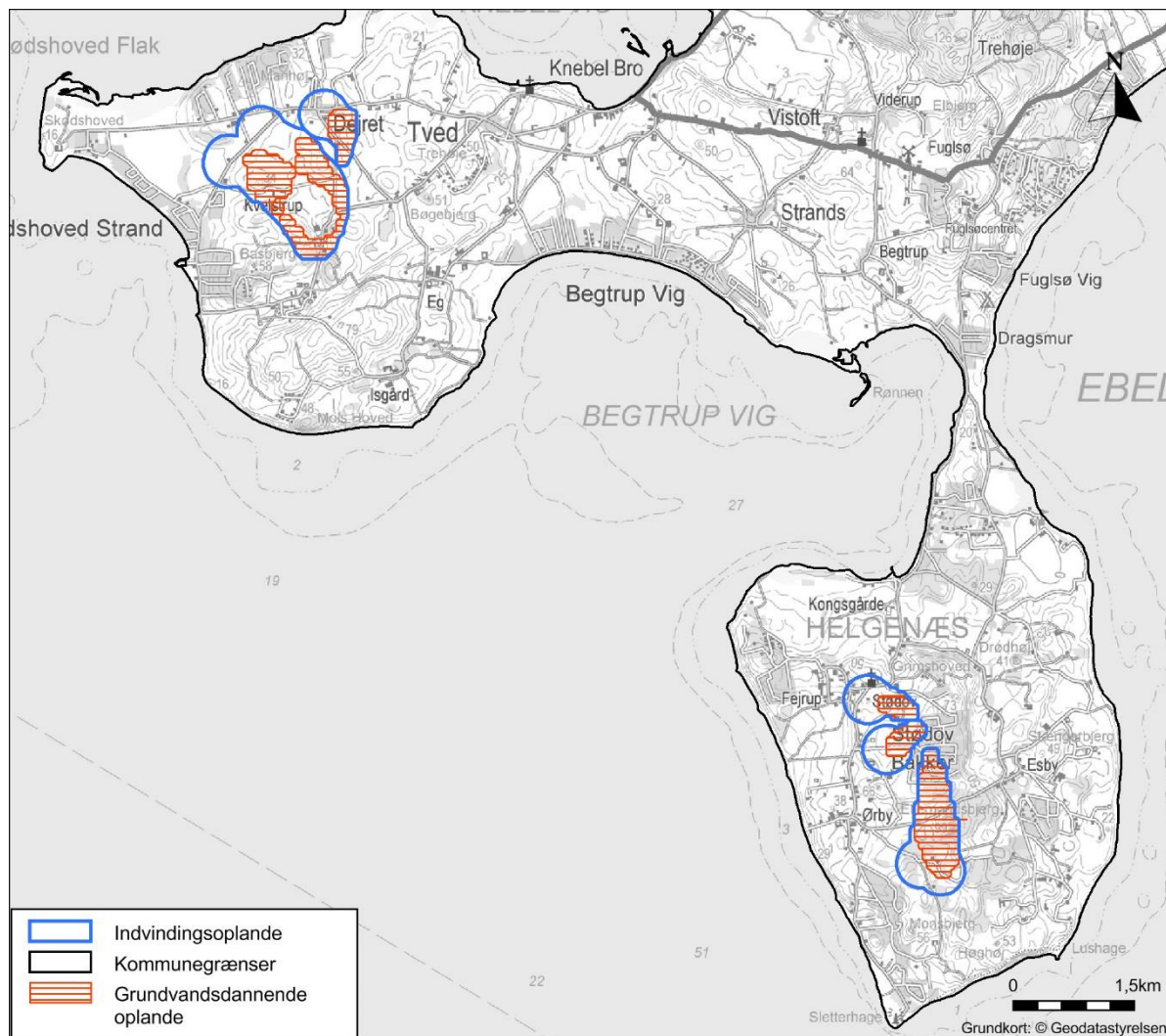
Indvindingsoplandene omfatter de arealer, hvor modellen viser, at der strømmer grundvand til vandværkernes indvindingsboringer. De grundvandsdannende oplande er de infiltrationsområder, hvor der siver vand ned fra de terrænnære lag og strømmer til indvindingsboringerne. Størrelsen af såvel indvindingsoplandene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

Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er beregnet ved "backward tracking" af "partikler", som er fordelt i celler med indvindingsboringer og derefter er deres strømningsvej fulgt tilbage til grundvandspejlet. Modellen er kørt i 200 år.

Det administrative indvindingsopland er en afgrænsning af det fuldt udviklede indvindingsopland ved max. 200 års transporttid for de vandpartikler, der strømmer i de vandmættede jordlag hen mod boringerne tillagt en bufferzone på 300 m omkring indvindingsboringerne og 50 m (svarende til grundvandsmodellens beregningsnet) i de øvrige dele af oplandet jf. GeoVejledning nr. 2 /g/. Til sidst er der sket en udjævning af indvindingsoplandets afgrænsning. Begrebet administrativt indvindingsopland og grundvandsdannende opland er indført for at sikre

en robust udpegning af indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland, der med relativt stor sikkerhed dækker over de virkelige oplande. Resultatet fremgår af figur 3-17.

Oplandene strækker sig alle mod "centrum" af de to halvøer. Dette er som forventet og i overensstemmelse med potentialeforholdene i de to grundvandsmagasiner.



Figur 3-17 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande, /8/ og /9/

Der er ligeledes udtrukket data fra grundvandsmodellen, der viser, hvor mange år vandpartiklerne er undervejs til borerne. Transporttiden viser kun antal år, som vandpartiklerne strømmer i de vandmættede jordlag. Infiltrationstiden fra terræn til det øverste vandmættede jordlag er ikke indregnet. Figuren med transporttiden giver en god indikation af, hvorvidt der generelt er tale om "ungt vand", dvs. vand fra de sidste 50 år eller "gamelt vand" der er hundrede år eller mere. Transporttiden fremgår af figur 3-18.

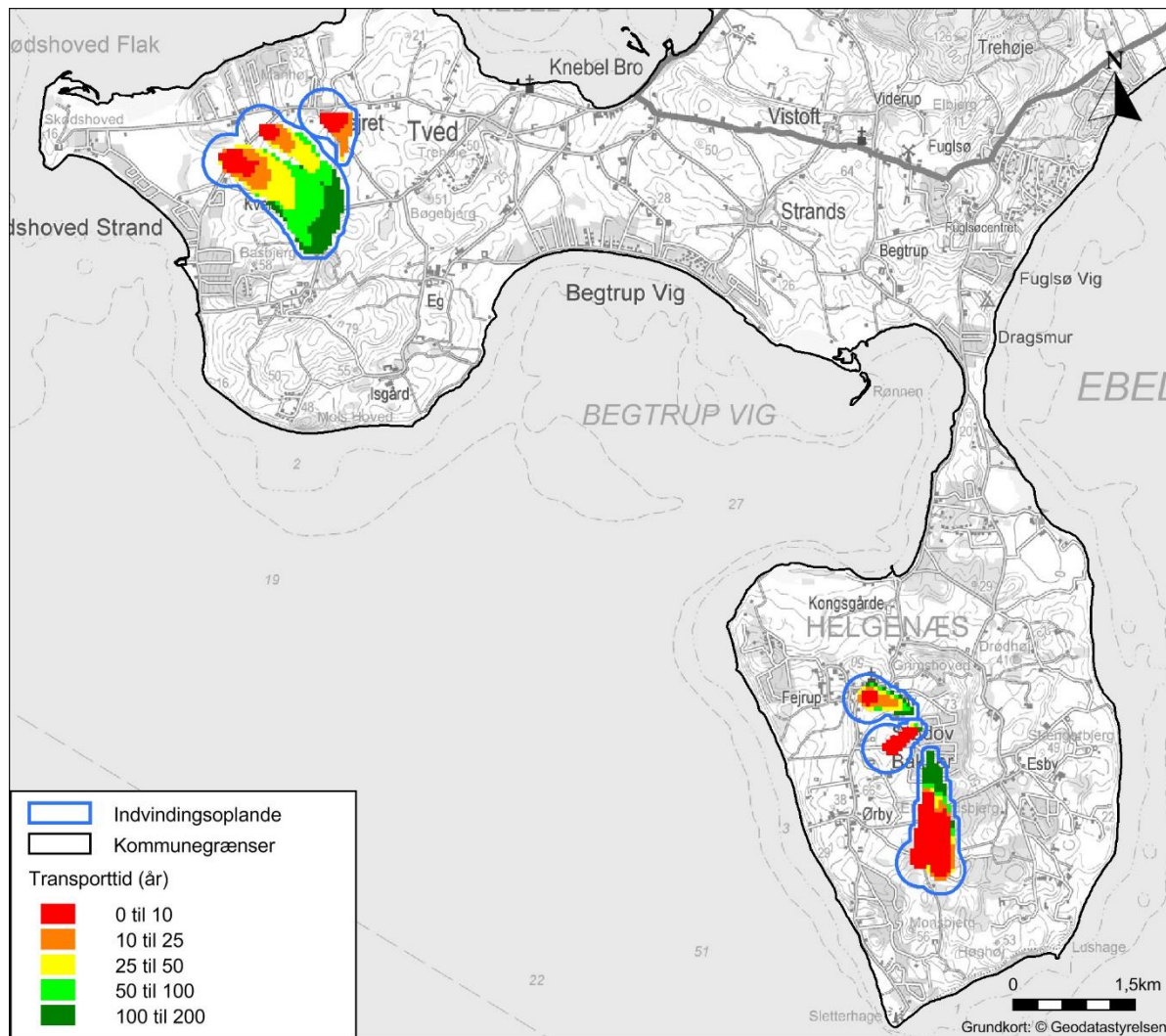
Indvindingsoplandet til Dejret Vandværk ligger primært syd for indvindingsboringerne. Dets udstrækning er ca. 1 km mod syd i en bredde af ca. 0,5 km. Det grundvandsdannende opland breder sig syd for indvindingsboringerne og har en udbredelse svarende til ca. 0,4 km. Transporttider fra områder i indvindingsoplandet til varierer mellem 0 og 25 år.

Indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk ligger sydøst for vandværket, hvor de højeste grundvandstrykkniveauer findes. Oplandet strækker sig godt 2 km væk fra borerne med en bredde på ca. 1,5 km. Det grundvandsdannende opland udbreder sig umiddelbart sydøst for borerne, men der findes et område med negativ

grundvandsdannelse i den centrale, sydlige del af det indvindingsoplandet, som således ikke tilhører det grundvandsdannende opland. Transporttider fra områder i indvindingsoplandet varierer mellem 0 og 200 år.

Oplandene til Helgenæs Pumpestations Vandværk ligger primært øst for indvindingsboringerne og strækker sig mod toppunktet af grundvandspotentialiet midt på halvøen. Oplandene er ca. 600 m brede ved indvindingsboringerne og tynder ud mod spidsen ca. 700 m opstrøms indvindingsboringerne.

Oplandet til Helgenæs Vand Vandværk ligger primært nord for indvindingsboringerne. Oplandet er ca. 800 m bredt ved kildepladsen og tynder ud mod spidsen ca. 1,5 km nord for kildepladsen.



Figur 3-18 Indvindingsoplande og transporttidsfordeling inden for disse

### 3.4 Grundvandskvalitet

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



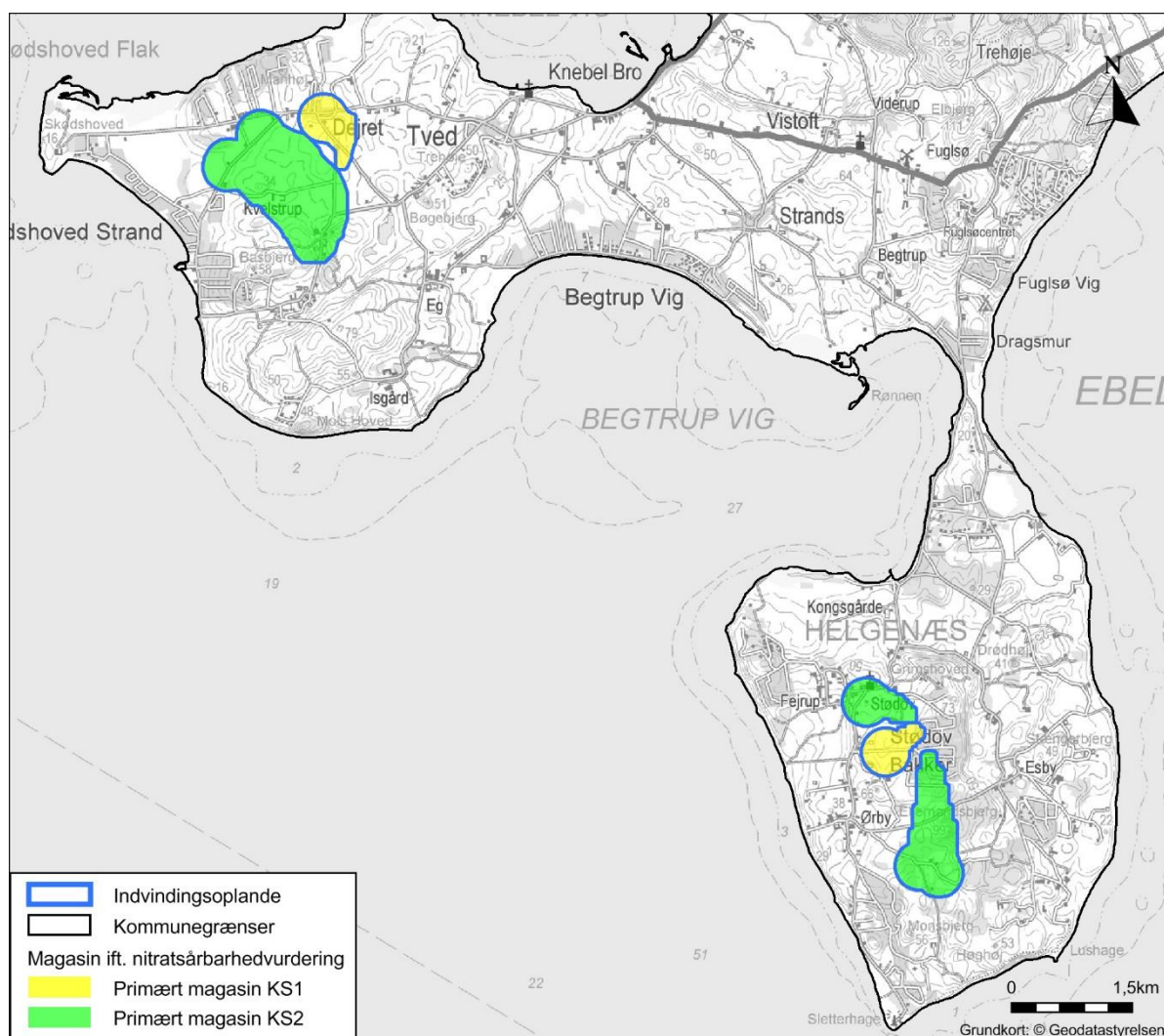
Beskrivelsen bygger dels på tolkninger udført i forbindelse med udarbejdelsen af trin 1 rapporten, /7/, og dels på en ny gennemgang af de grundvandskemiske data i de beregnede oplande, som alle har en noget anderledes udstrækning end tidligere antaget. Seneste data er Jupiter analysedata udtrukket i marts måned 2015.

### 3.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed

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

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

På figur 3-19 er vist, hvilket grundvandsmagasin, der er det primære i de forskellige oplande. Dejret Vandværk og den ene boring på Helgenæs Pumpestation Vandværk indvinder fra KS1, mens Skødshoved Vandværk og Helgenæs Vand Vandværk samt den anden boring til Helgenæs Pumpestation Vandværk indvinder fra KS2.



Figur 3-19 Primære magasiner i indvindingsoplandene.

Vurderingen af de primære magasineres sårbarhed bygger på zoneringsvejledningens principper for fastlæggelse af nitratsårbarhed, der bl.a. bygger på dæklagegenskaberne (lertykkelser) og vandkvaliteten /d/ og Naturstyrel-

sens notat om sårbarhedsvurdering og afgrænsning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder /e/, se figur 3-20.

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

Figur 3-20 Kriterier for nitratsårbarhedszoneringen. Opstillet ud fra Zoneringsvejledningen /d/.

I det følgende redegøres for nitratsårbarhedsvurderingen af KS1 og KS2 ud fra kriterierne i figur 3-20.

På figur 3-21 er det akkumulerede, reducerede lerdæklag over de to magasiner (indenfor indvindingsoplandene) vist sammen med redoxvandtype i borerne inden for indvindingsoplandene. Tykkelsen af det reducerede lerlag er fundet ved at trække mægtigheden af oxideret ler, altså ler over redoxgrænsen, fra den samlede mægtighed af lerlagene over det pågældende magasin under hensyntagen til lagernes beliggenhed i lagserien.

Der er foretaget en vurdering af redoxgrænsens beliggenhed inden for alle 5 oplande og i beskrivelserne af vandværkerne er værdien for det enkelte opland angivet. Redoxgrænsens beliggenhed inden for oplandene varierer kraftigt, og da datagrundlaget samtidig er yderst begrænset, er der foreslået typiske værdier for dybden til redoxgrænsen indenfor de relevante oplande. I oplandet til Dejret Vandværk forekommer der kun sporadiske indslag af reduceret ler, og grundvandet i KS1 er oxideret og nitratholdigt, og tykkelsen af reduceret ler er overalt mindre end 5 m i dette opland. I oplandet til Skødshoved Vandværk anvendes 7 m u.t., i de to oplande til Helgenæs Pumpestation Vandværk anvendes 10 m u.t., og samme værdi anvendes i den nordlige del af oplandet til Helgenæs Vands borerne. Syd for DGU-nr. 90.180 tyder data på en meget dybtliggende redoxgrænse, hvorfor der her anvendes 40 m u.t. Ved beregning af reduceret lertykkelse trækkes alle lerlag over disse grænser således fra den samlede lermægtighed.

Dejret Vandværk indvinder fra DGU-nr. 90.130 og 90.142, hvor redoxvandtypen er hhv. A og B. Boringerne har begge indtag i magasinet KS1 20-26 m u.t., og ifølge boreprofilerne er der ingen beskyttende lerlag. Tæt på indvindingsboringerne ligger den gamle boring DGU-nr. 90.9, hvor den visuelle redoxgrænse kan identificeres 2 m u.t., og dette medfører, at magasinet her lokalt er overlejret af 10 m reduceret ler. En gammel vandanalyse fra 1957 viste imidlertid et nitratindhold på 50 mg/l i denne boring. Alt tyder således på udbredt oxideret grundvand i KS1 og inhomogene geologiske forhold, hvor magasinet i væsentlig udstrækning er uden geologisk beskyttelse. Den geologiske model forudsiger, at der er mindre end 10 m akkumuleret lertykkelse i hele området. Magasinet bedømmes på baggrund af den oxiderede vandtype, fund af nitrat og den begrænsede lertykkelse at have stor nitratsårbarhed i hele oplandet.

Andelselskabet Skødshoved Vandværk indvinder fra de 4 boringer DGU-nr. 90.61, 90.71, 90.146 og 90.147, hvor indtagsdybderne varierer betydeligt, men alle boringer er bedømt til at have indtag i magasinet KS2. Redoxvandtyper, seneste sulfatindhold, indtagsdybder og reduceret lertykkelse er henholdsvis:

90.61: BCX, 92 mg/l, 23,2-26,9 m u.t. og 11,1 m

90.71: C1, 67 mg/l, 11-27 m u.t. og max. 6 m

90.146: C1, 65 mg/l, 21-26 m u.t. og 11 m lerblandet sand, hvor redoxgrænsens beliggenhed ikke kan fastlægges

90.147: C2, 120 mg/l, 12-17 m u.t. og 5 m

Data stemmer godt overens med en reduceret lertykkelse på 5-15 m i området omkring kildepladsen. I den centrale del af indvindingsoplandet er der områder med reduceret lertykkelse på mere end 15 m, mens der i den sydlige del af oplandet er mindre en 5 m reduceret ler over det primære magasin.

Helgenæs Vand Vandværk indvinder fra de 4 boringer DGU-nr. 90.123, 90.124, 90.135 og 90.180. Redoxvandtyper, seneste sulfatindhold, indtagsdybder og reduceret lertykkelse er henholdsvis:

90.123: C1, 61 mg/l, 44-71 m u.t. og 21 m

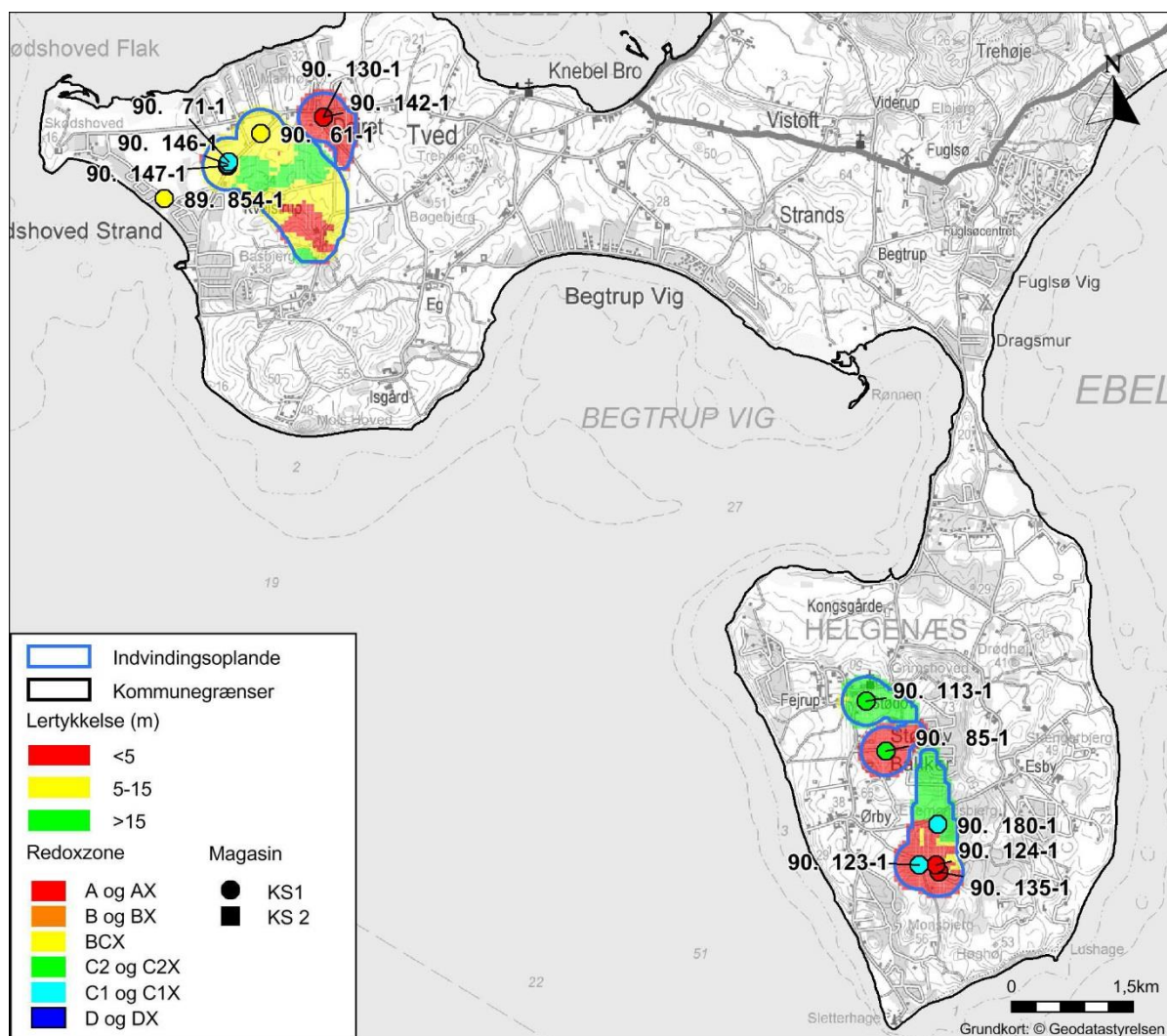
90.124: A, -, 44-78 m u.t. og 9,5 m

90.135: A, -, 45,5-77,5 m u.t. og 2,5 m

90.180: C1, 26 mg/l, 76,5-82,5 og 10 m.

Disse data stemmer godt overens med tykkelsen af reduceret ler over det primære magasin, som er større end 15 m mod nord og overvejende mindre end 5 m mod syd.

Helgenæs Pumpestation Vandværk indvinder fra DGU-nr. 90.113 mod nord og 90.85 mod syd, hvor redoxvandtypen i begge tilfælde er C2. Boringerne har indtag i hhv. magasinet KS2 60-66 m u.t. og KS1 12,4-14,4 m u.t. Der er ingen beskyttende lerlag over KS1, mens der typisk er mere end 15 m ler over KS2 i oplandene.



Figur 3-21 Tykkelse af reduceret ler over primært magasin med angivelse af vandtyper i borerne filtersat i dette magasin.

Figur 3-22 viser den resulterende nitratsårbarhed, som er vurderet ud fra tykkelsen af reduceret ler over det primære magasin i hvert indvindingsopland kombineret med redoxvandtyper inden for indvindingsoplandene.

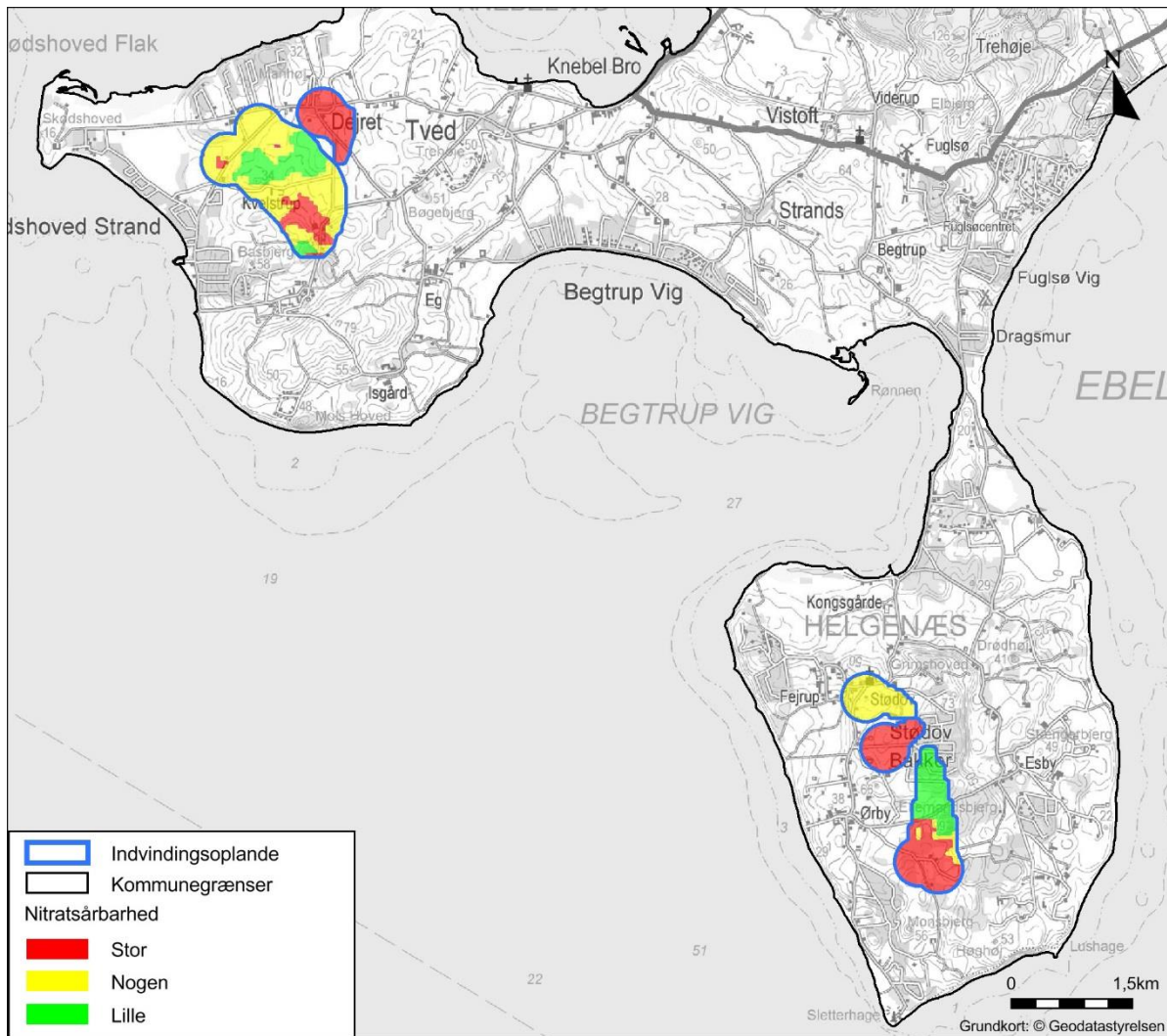
I Dejret Vandværks indvindingsopland er der mindre end 5 m reduceret lerdæklag og redoxvandtype A og B i indvindingsboringerne. Magasinet bedømmes på den baggrund at have stor nitratsårbarhed i hele oplandet.

I Skødshoved Vandværks indvindingsopland vurderes nitratsårbarheden at følge lertykkelsesfordelingen, og der er således områder med lille, nogen og stor sårbarhed i indvindingsoplandet.

I Helgenæs Pumpestations Vandværks sydlige opland, som indvinder fra KS1 er der ingen lerdæklag og magasinet vurderes at have stor nitratsårbarhed på trods af den fundne vandtype C2. I det nordlige opland er lerdæklaget over 15 m, men pga. forhøjet sulfatindhold (97 mg/l) samt et nitratindhold på netop 1 mg/l (dvs. på grænsen til redoxvandtype BCX) vurderes magasinet KS2 at have nogen nitratsårbarhed.

I Helgenæs Vand Vandværks indvindingsopland varierer nitratsårbarheden i forhold til tykkelsen af reduceret ler over KS2. Dvs. den nordlige del har primært lille nitratsårbarhed, mens der primært er stor nitratsårbarhed i den sydlige del af oplandet.





Figur 3-22 Sårbarhedsvurdering i forhold til nitrat.

### 3.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen

På Skødshoved hæver landskabet sig op til kote 79 i den sydøstlige del ved Trehøj. Helgenæs består af et dramatiske bakkelandskab, og der findes en næsten 100 m høj bakke (Ellemandsbjerg) i den sydlige del omgivet af småbakkede sletter. Landskabet blev skabt ved sidste istids slutning, hvor store istunger fra syd formede landskabet og aflejrede store mængder sten, ler og sand.

De terrænnære aflejringer på Skødshoved domineres af smeltevandssand, men med mange områder med moræneler og indslag af smeltevandsler, ferskvandssand samt saltvandssand og –grus. Der er også enkelte områder med palæocent ler. På Helgenæs domineres de terrænnære jordlag i endnu større udstrækning af smeltevandssand, men der er indslag af moræneler, smeltevandsler og ferskvandssand samt saltvandssand og –grus i kystnære områder.

Det øverste sekundære sandmagasin, KS1, er udbredt på både Helgenæs og Skødshoved og anvendes til indvinding. Herunder følger relativt tykke lerlag, som overlejrer det regionalt udbredte sandmagasin KS2, som ligeledes bruges til at indvinde fra.

Grundvandskvaliteten er generelt oxideret og nitratholdig i det øverste sandmagasin, KS1. KS2 indeholder stedvis nitrat på lokaliteter hvor tykkelsen af reducerede lerdæklag er begrænset, men ellers dominerer svagt reduce-



ret til reduceret grundvand. Grundvandet er generelt kalkmættet, og de grundvandskemiske forhold er i øvrigt uproblematisk. Der er dog forhøjet fosfor og NVOC i den nordlige del af indvindingsoplandet til Helgenæs Vand Vandværk, hvor KS2 er overlejret af et tykt lerlag, og herudover forhøjet kalium og fosfor i KS1 indenfor oplandet til Dejret Vandværk. Sidstnævnte er uden tvivl et resultat af overfladepåvirkning. Der er fundet pesticider i begge magasiner, idet BAM er det primære problemstof. Kun i oplandet til Skødshoved Vandværk er der ikke fundet pesticider i grundvandet. Pesticider findes ofte i grundvand, der samtidig indeholder nitrat.

KS1 vurderes generelt at være nitratsårbar, mens KS2 varierer mellem stor, nogen og lille nitratsårbarhed afhængig af tykkelsen af lerdæklag.

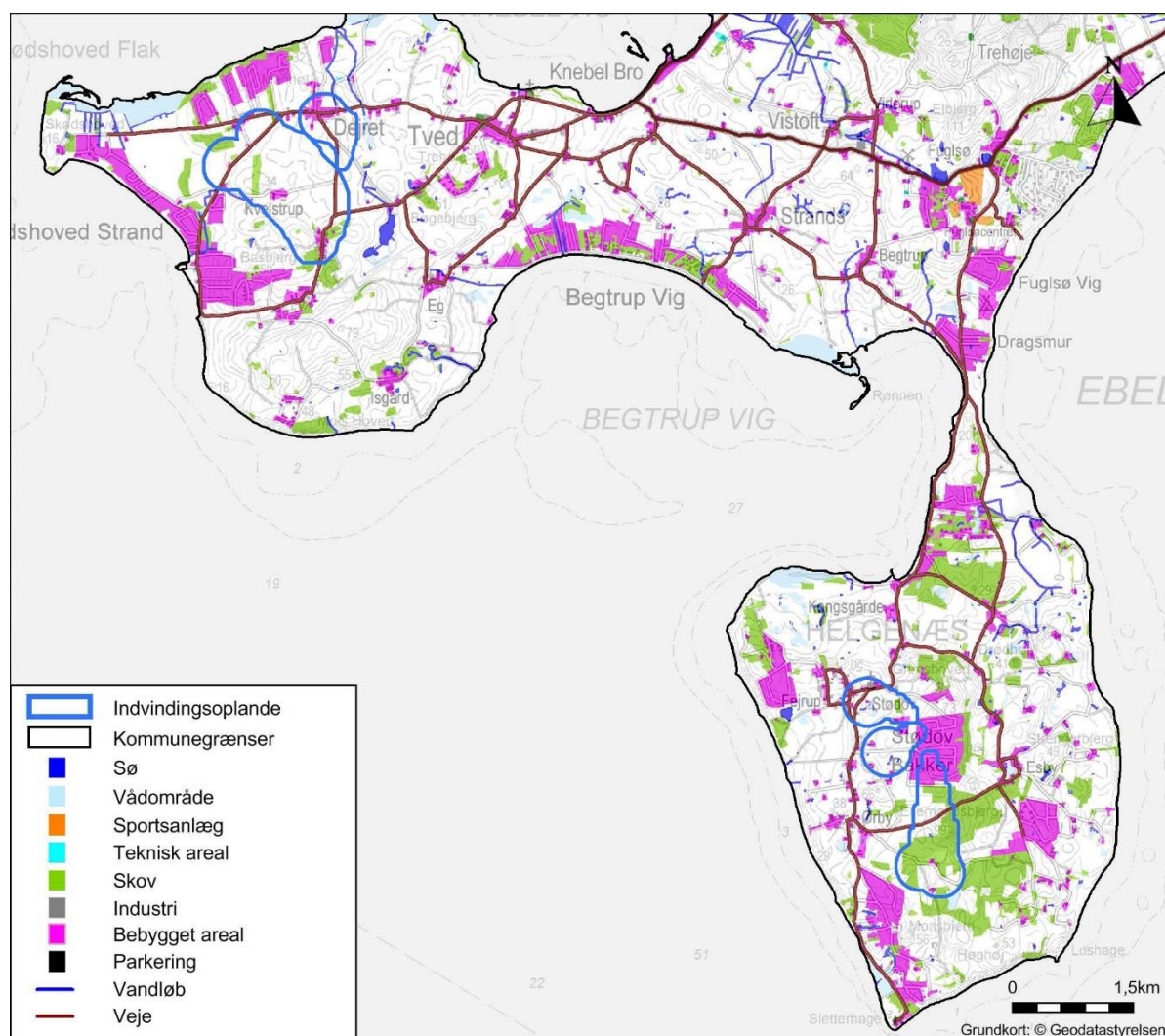
# 4. Arealanvendelse

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

## 4.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold

Arealanvendelsen på landbrugsarealer og i byområder kan udgøre en forureningstrussel i forhold til grundvandet, mens skov- og naturarealer oftest vil medføre en god beskyttelse af grundvandet.

Arealanvendelsen i fokusområdet består primært af landbrug og i mindre grad af bebyggelse herunder områder med fritidshuse, skov, områder med overfladevand (søer, moser og vandløb) og andet (eks. veje, åben bebyggelse og mv.), se figur 4-1.

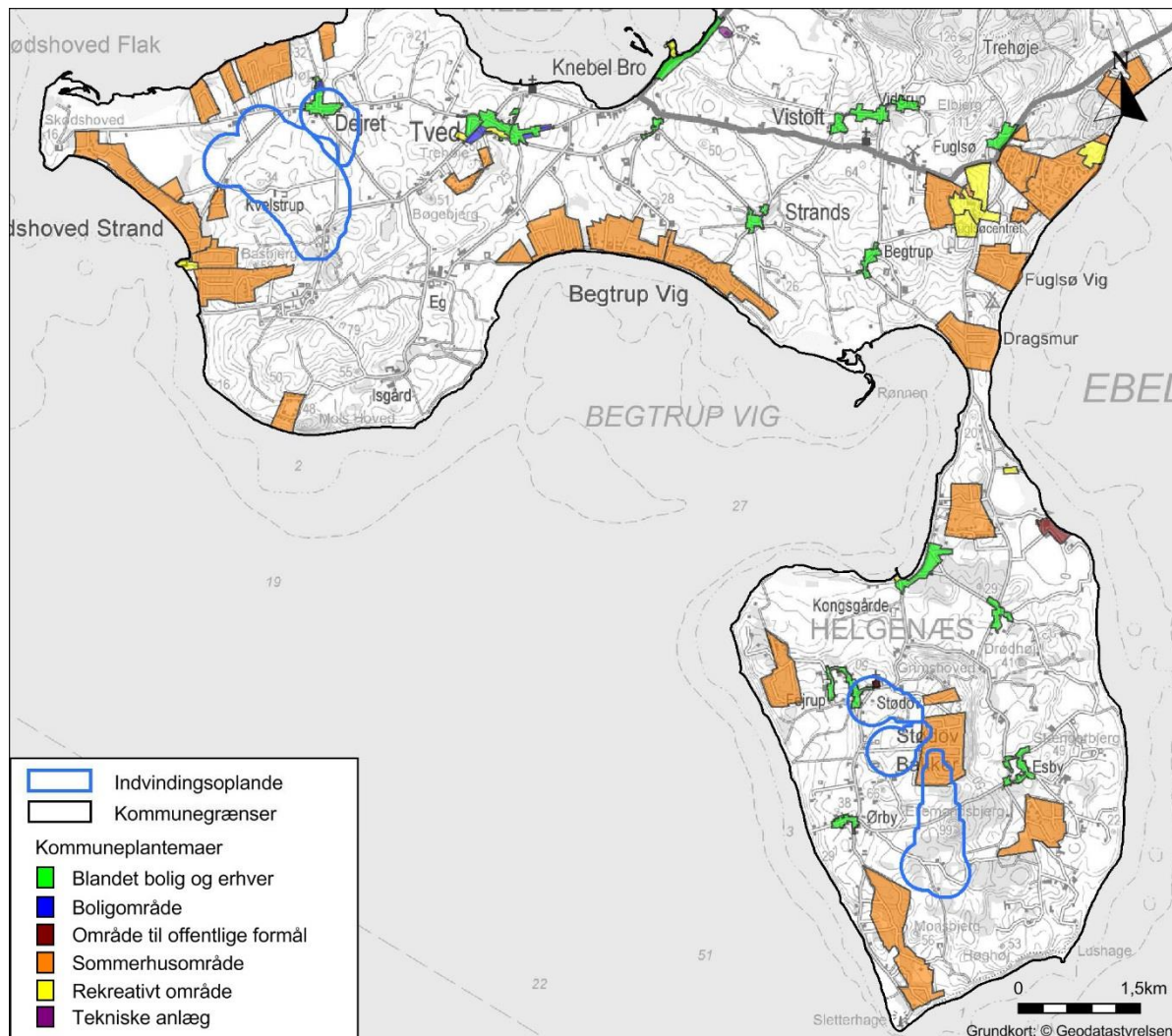


Figur 4-1 Arealanvendelsen i fokusområdet. Kort10-data fra Geodatastyrelsen.

#### 4.1.1 Byer og råstofområder

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

På figur 4-2 er vist de nuværende byzoner i fokusområdet.



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

Der findes kun mindre bysamfund og spredt bebyggelse i indvindingsoplandene. Småbyerne Stødov og Stødov Bakker ligger inden for indvindingsoplandet til Helgenæs Pumpestation Vandværk, mens småbyerne Kvelstrup og Dejret ligger inden for indvindingsoplandene til henholdsvis Skødshoved Vandværk og Dejret Vandværk.

Der findes ingen områder med råstofinteresser inden for fokusområdet.

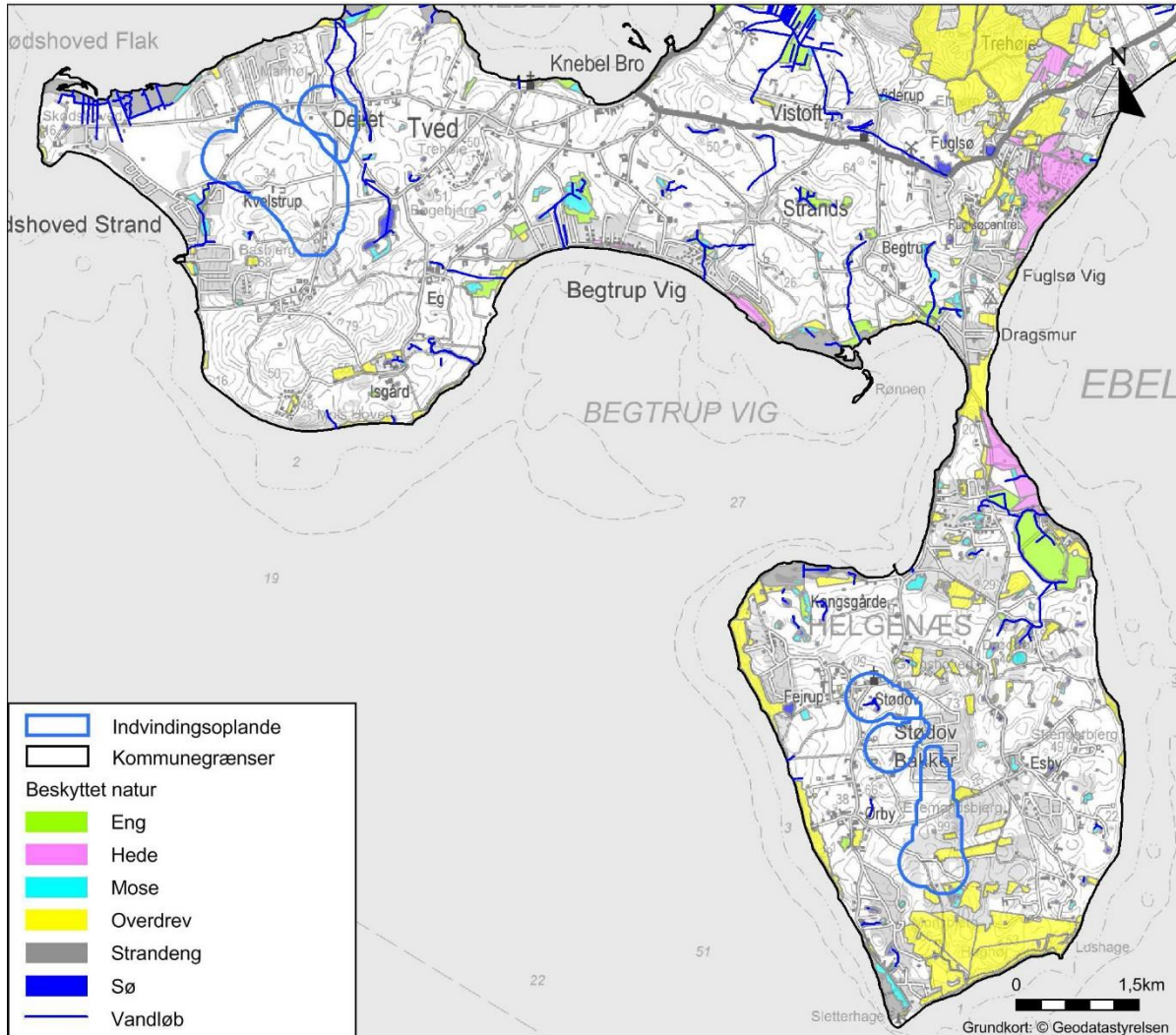
#### 4.1.2 Beskyttede naturtyper

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



Figur 4-3 viser, hvor der findes beskyttede naturtyper inden for fokusområdet.

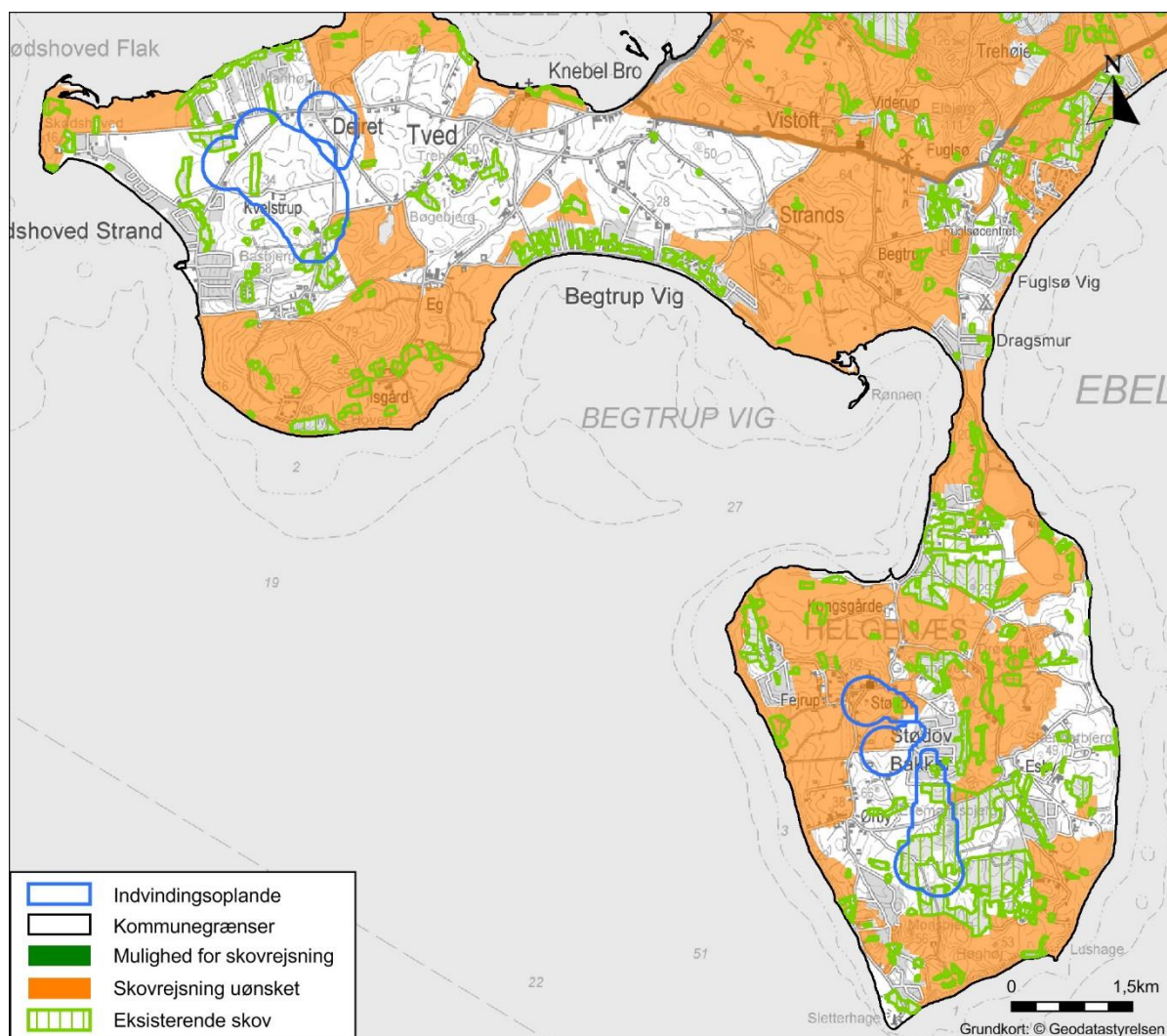
Der er kun meget små arealer med beskyttede naturområder inden for indvindingsoplandene på Skødshoved og disse består kun af vandløb. På Helgenæs er der et meget lille vandløb i det nordlige indvindingsopland til Helgenæs Pumpestation Vandværk mens der findes et mindre område med beskyttet natur kategoriseret som overdrev i Helgenæs Vand Vandværks indvindingsopland.



Figur 4-3 Beskyttede naturtyper. Data fra Miljøportalen.

#### 4.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL

Skovarealer, bortset fra juletræskulturer, giver som udgangspunkt en god og langsigtet beskyttelse af grundvandet. Skovrejsningsområderne er derfor vigtige i forhold til indsatsplanlægningen. Naturstyrelsen administrer tilskudsordninger til skovrejsning. For yderligere oplysninger henvises til Naturstyrelsens hjemmeside [www.nst.dk](http://www.nst.dk) På figur 4-4 ses eksisterende skov og skovrejsningsområder. Der er ikke udpeget skovrejsningsområder i fokusområdet eller i indvindingsoplandene. Derimod er der udpeget store arealer, hvor skovrejsning er uønsket både på Skødshoved og Helgenæs.



Figur 4-4 Eksisterende skov, skovrejsningsområder og områder hvor skov er uønsket. Kort10-data fra Geodatastyrelsen (eksisterende skov) og Plansystem.dk (skovrejsning).

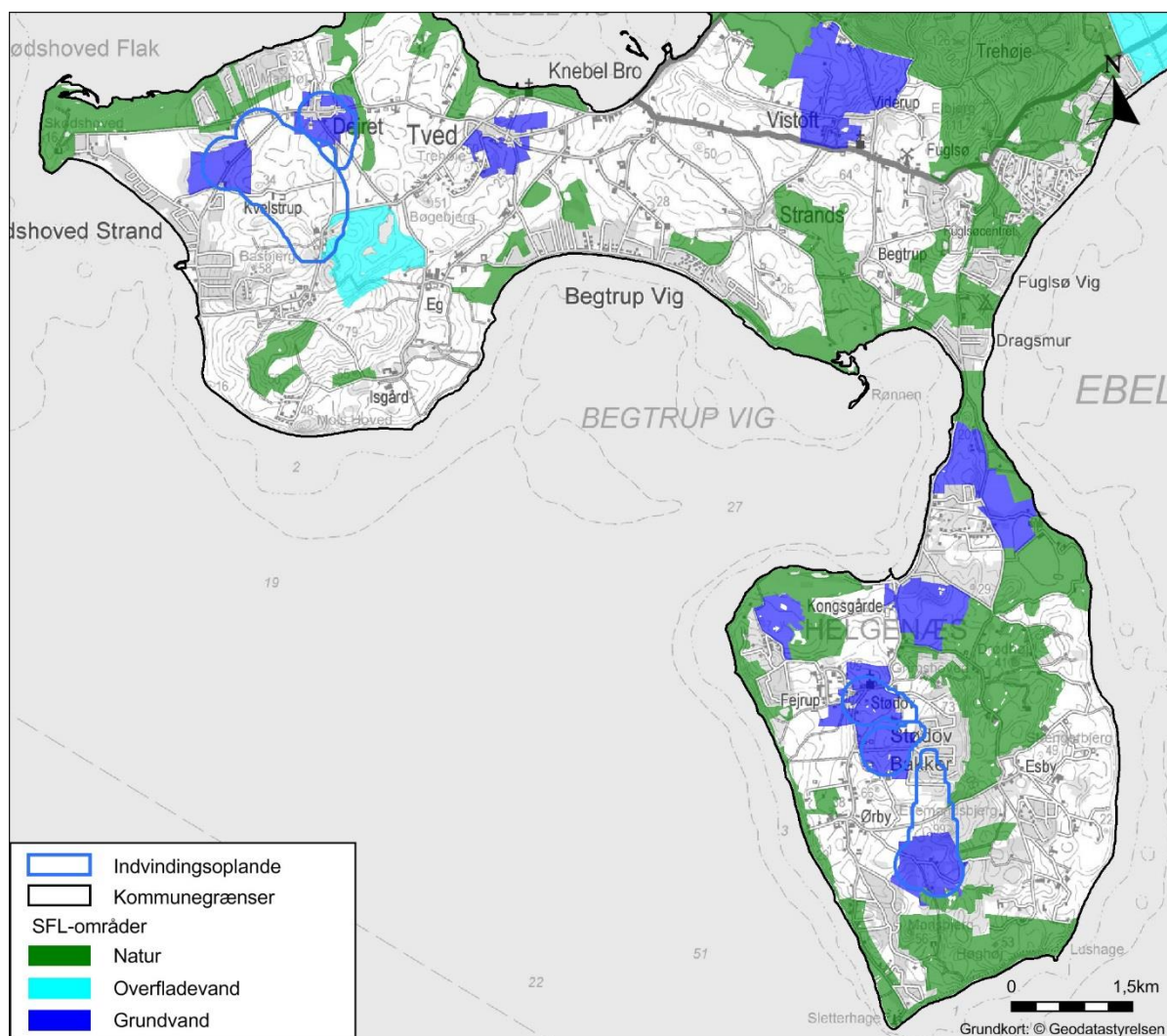
Områder, hvor skovrejsning er uønsket, er udpeget på baggrund af eksempelvis naturmæssige, kulturhistoriske, geologiske og landskabelige interesser, råstof-, vindmølle- og byudviklingsområder samt vejtekniske anlæg, der ikke er forenelige med skovrejsning. Skovrejsning i disse områder er derfor ikke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

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

Inden for de Særligt Følsomme Landbrugsområder er MVJ ordningen erstattet af en række andre muligheder for at opnå støtte til en række miljøvenlige dyrkningsmuligheder. For oplysning om støttemulighederne indenfor SFL, og i øvrigt også indenfor Natura 2000 og de § 3 beskyttede naturtyper, henvises til Fødevarerhvervstyrelsens hjemmeside "naturerhverv.dk/".

På figur 4-5 ses de Særligt Følsomme Landbrugsområder. Dataene er hentet fra [www.miljøportalen.dk](http://www.miljøportalen.dk).





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

I fokusområdet er der udpeget SFL for grundvand. Store dele af indvindingsoplandene til Helgenæs Vand Vandværks indvindingsopland og Helgenæs Pumpestation Vandværks indvindingsopland er udpeget som SFL-område for grundvand. Ligeledes er næsten hele indvindingsoplandet til Dejret Vandværk og store dele af indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk udpeget som SFL-område for grundvand.

#### 4.2 Landbrugsforhold

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

Beskrivelsen bygger på landbrugsdata fra det generelle landbrugsregister (GLR) og Gødningsregnskabet. Placeringen af de enkelte bedrifter (punktdata) stammer fra de adresser som den enkelte bedrift har meldt ind i enten det centrale husdyrregister (CHR), Register for Gødningsregnskab eller Enkeltbetalingsordningen (GLR). Landbrugsdataene er som udgangspunkt registerdata fra år 2012. For beregningen af den potentielle nitratudvaskning er der dog tale registerdata for perioden 2009-2012. De benyttede landbrugsdata er leveret til Naturstyrelsen af Conterra /5/. Ved punkttemaet er det væsentligt at være opmærksom på at hele bedriftens areal og dyrehold bliver gentaget på alle steder, hvor bedriften har aktiviteter (adresser).

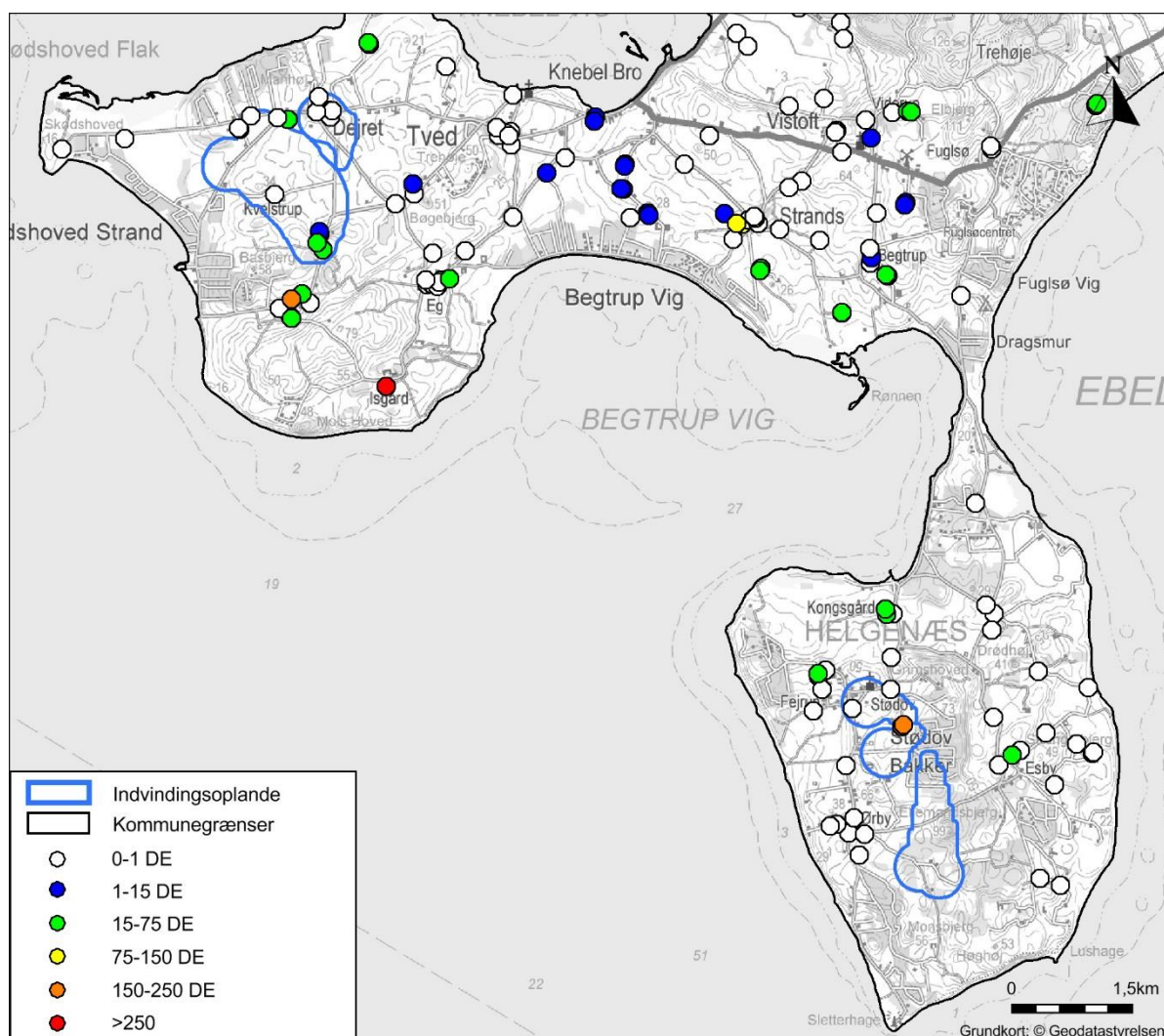
Landbrugsdata er dels koblet til en bedrift, det vil sige en punktplacering, dels til markblokke. Markblokke er en opdeling af landbrugsarealer i blokke, bestående af en eller flere marker. Grænserne følger typisk faste grænser i

landskabet, som f.eks. hegn og vandløb. Bemærk dog at det kan variere fra år til år, hvilke marker, der indgår i en markblok samt at der i en markblok kan være marker tilhørende forskellige bedrifter.

#### 4.2.1 Landbrugsbedrifter

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

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



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

Husdyrtrykket varierer inden for fokusområdet. Den overvejende del er mindre husdyrbedrifter på mindre end 15 DE og mange med 0-1 dyreenhed. I området syd for Kvelstrup i Skødshoved Vandværks indvindingsoplande ligger der 2 lidt større bedrifter med 15-75 dyreenheder. I Helgenæs Pumpstation Vandværks indvindingsoplande



ligger der en stor bedrift med 150-205 DE. Det er væsentligt at være opmærksom på, at der på store husdyrbedrifter ofte findes andre forureningskilder som eksempelvis opbevaringsfaciliteter til husdyrgødning.

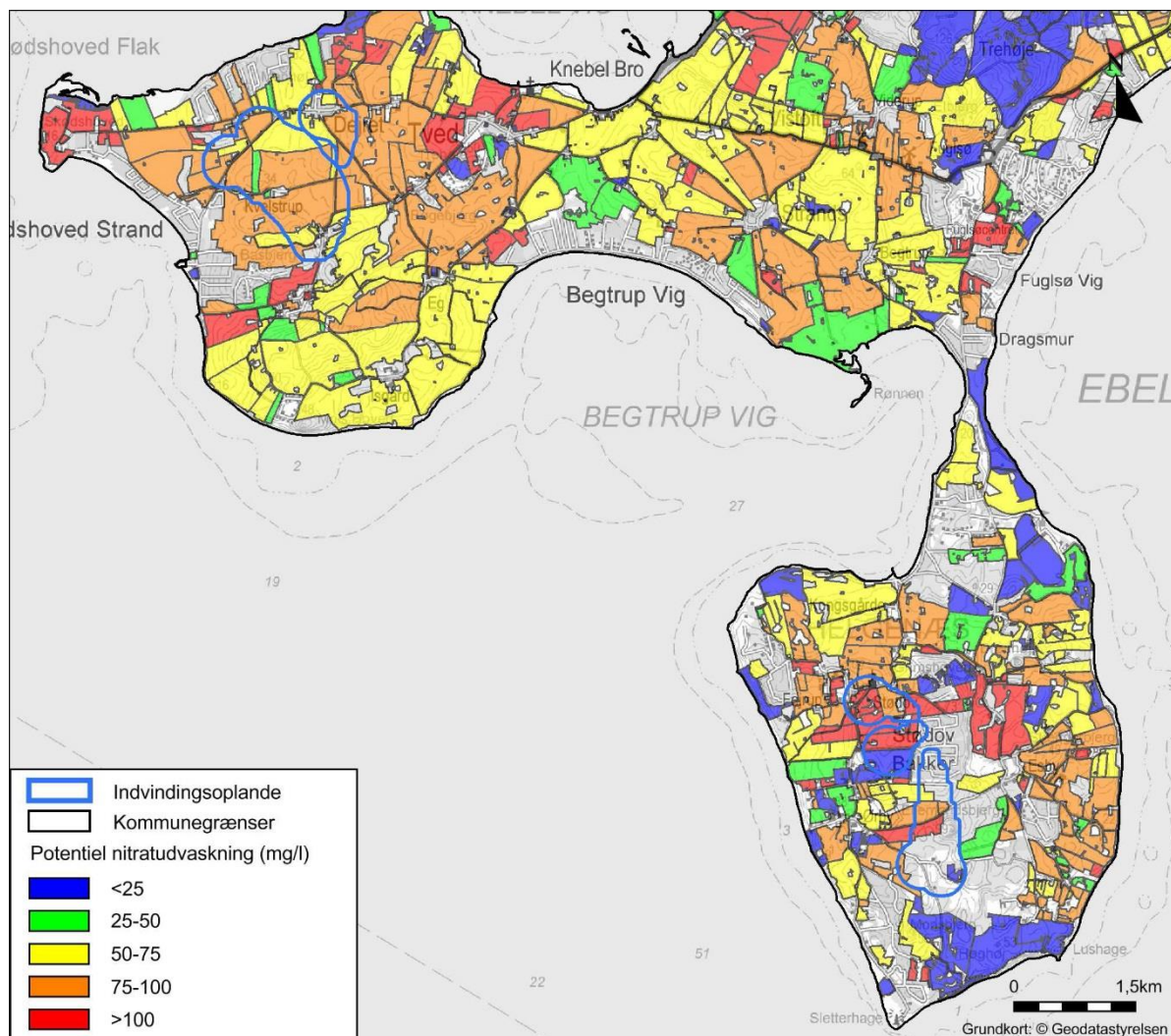
Det reelle husdyrtryk i fokusområdet kan være højere end det viste, idet der kan være hestehold i området, og heste er ikke registreret i Conterra.

#### 4.2.2 Potentiel nitratudvaskning

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

Den potentielle nitratudvaskning fra rodzonen inden for de enkelte markblokke er beregnet som et gennemsnit for perioden 2009-2012. Resultatet fremgår af figur 4-7. Den potentielle nitratudvaskning varierer meget inden for fokusområdet, fra under 25 mg/l til over 100 mg/l, men langt de fleste markblokke befinder sig inden for intervallet 25-100 mg/l med overvægt på 50-75 mg/l.

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



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



## 4.3 Forureningskilder

Forureningskilder inden for de undersøgte indvindingsoplande er beskrevet i kapitel 6 for hvert indvindingsopland. En række øvrige mulige forureningskilder er berørt i dette afsnit.

### 4.3.1 Kortlagte forureninger

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

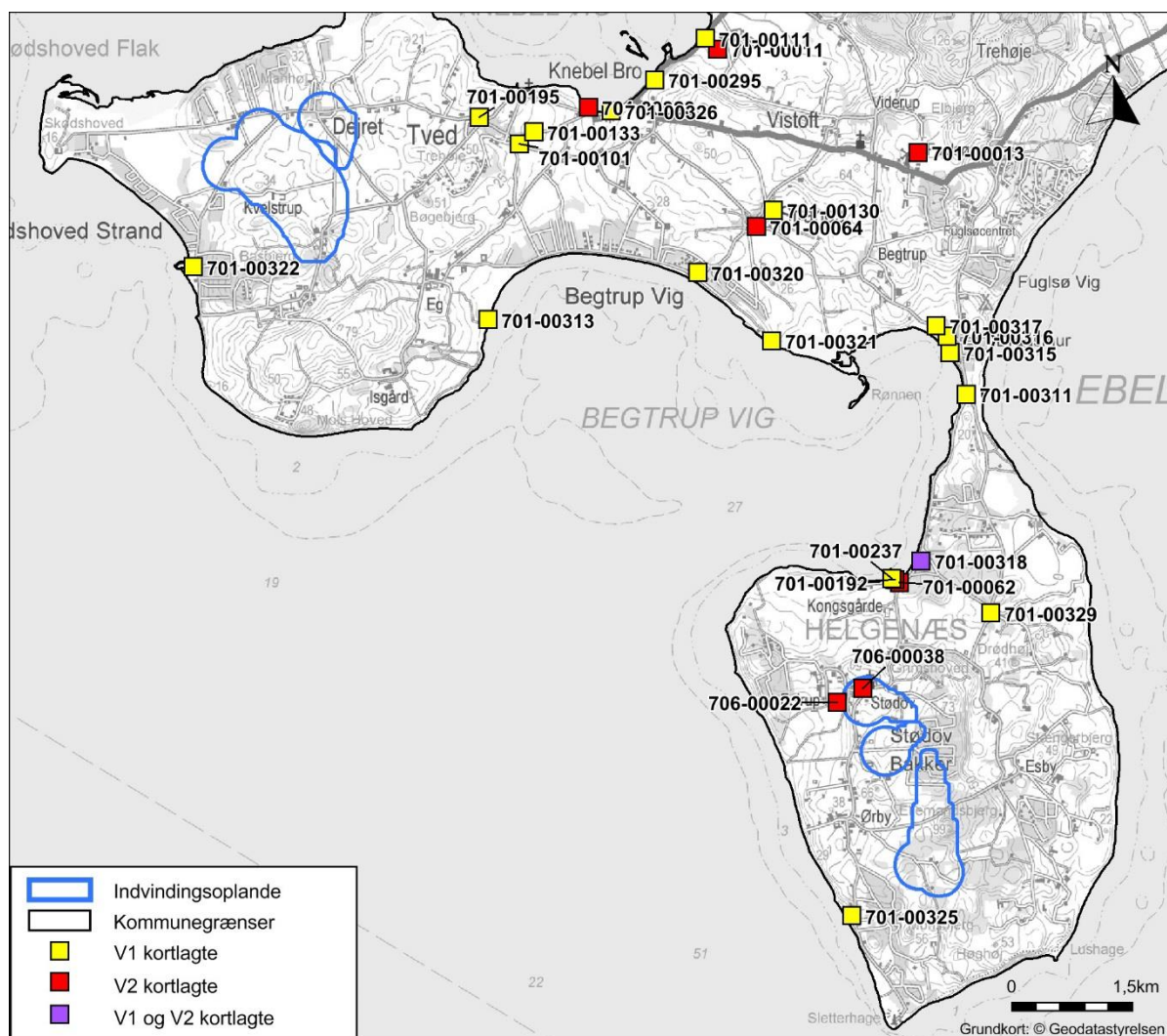
Region Midtjylland har på nuværende tidspunkt ikke afsluttet kortlægningen af alle lokaliteter i regionen. I Syddjurs Kommune, som dækker hele fokusområdet, er den indledende mistanke kortlægning (frem til V1) afsluttet for de tidligere OSD områder. V2 kortlægningen (udførelse af indledende undersøgelser) er for de tidligere OSD områder afsluttet for renserier.

Når regionen undersøger et OSD eller indvindingsopland uden for OSD, gennemgås grundlaget for kortlægningen (branche og dermed hvilke mulige stoffer) for alle V1 kortlagte ejendomme inden for det pågældende område. De ejendomme, hvor det vurderes, at der er størst risiko for, at en mulig forurening kan udgøre en trussel for grundvandet, udvælges til en forureningsundersøgelse. Formålet med undersøgelsen er at få klarlagt om der på ejendommen er forurening eller ej. Findes en forurening, V2 kortlægges forureningen. Dette arbejde mangler at blive gjort i Djurs Vest og for alle indvindingsoplande uden for OSD. Endvidere pågår arbejdet i 2015 i Syddjurs. Samtlige V2 kortlagte lokaliteter rangeres i forhold til, hvor stor en risiko den påviste forurening udgør over for grundvandet. De ejendomme, som rangeres højest undersøges først.

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

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

Med udgangspunkt i data hentet ved Region Midtjylland den 08.01. 2015, er placeringen af lokaliteterne er angivet på figur 4-8. Der er kun en lokalitet, som er kortlagt på V2 niveau inden for de aktuelle indvindingsoplande, nemlig ved Helgenæs Pumpestation Vandværks nordlige opland.



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

#### 4.3.2 Øvrige forureningskilder

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

##### Spildevandsanlæg

Spildevandsanlæg, spildevandstanke og spildevandsledninger kan udgøre en forureningsrisiko for grundvandet. Spildevandet fra de kloakerede dele af 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 nedsvivningsanlæg. Der er risiko for, at miljøfremmede stoffer og bakterier herfra ender i grundvandet. Især hvor der er flere nedsvivningsanlæg i et område, kan der være risiko for grundvandsforurening.

##### Sprøjtemidler

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

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

### **Vejsalt**

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

### **Ubenyttede boringer og brønde**

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

# 5. Områdeafgrænsning

Hele området har tidligere været udpeget som område med drikkevandsinteresse, OD. Der har ikke været udpeget NFI eller IO i fokusområdet.

Jf. retningslinjerne fra Naturstyrelsen afgrænses der ikke NFI og IO i allerede kortlagte områder indenfor OSD og indvindingsoplande udenfor OSD.

I denne redegørelse, der omfatter indvindingsoplande udenfor OSD, justeres ikke OSD.

I dette kapitel redegøres for afgrænsningen af indvindingsoplande til almene vandværker samt nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO) indenfor ikke allerede kortlagte indvindingsoplande udenfor OSD.

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

Ved præsentationen af indvindingsoplande udenfor OSD, NFI og IO er der angivet en afgrænsningspolygon, som angiver det område, justeringerne og nye afgrænsninger vil gælde indenfor, og hvor de oprindelige udpegninger samtidig vil blive erstattet. Afgrænsningspolygonerne udgøres af de administrative indvindingsoplande.

Alle de nævnte områder bortset fra indvindingsoplande til almene vandværker *inden for* OSD udpeges formelt i en bekendtgørelse om udpegning og administration af drikkevandsressourcer med hjemmel i vandforsyningsloven. Områderne vil herefter kunne ses i bekendtgørelsen og på Danmarks Miljøportal.

## 5.1 Indvindingsoplande

Med udgangspunkt i den opstillede grundvandsmodel, se afsnit 3.3.3, er indvindingsoplandene til de almene vandværker beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er det areal på jordoverfladen, hvorunder grundvandet strømmer hen til den givne indvindingsboring.

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

Indvindingsoplandene og de grundvandsdannende oplande er beregnet ved "backward tracking" af "partikler", som er fordelt i celler med indvindingsboringer og derefter er deres strømningsvej fulgt tilbage til grundvandspejlet. Modellen er kørt i 200 år.

Det administrative indvindingsopland er en afgrænsning af det fuldt udviklede indvindingsopland ved max. 200 års transporttid for de vandpartikler, der strømmer i de vandmættede jordlag hen mod boringerne tillagt en bufferzone på 300 m omkring indvindingsboringerne og 50 m i de øvrige dele af oplandet jf. GeoVejledning nr. 2 /g/. Begrebet administrativt opland er indført for at sikre en robust udpegning af indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland, der med relativt stor sikkerhed dækker over de virkelige oplande.



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

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

Der er ikke fundet anledning til at ændre på områdernes kategori i forbindelse med nærværende kortlægning.

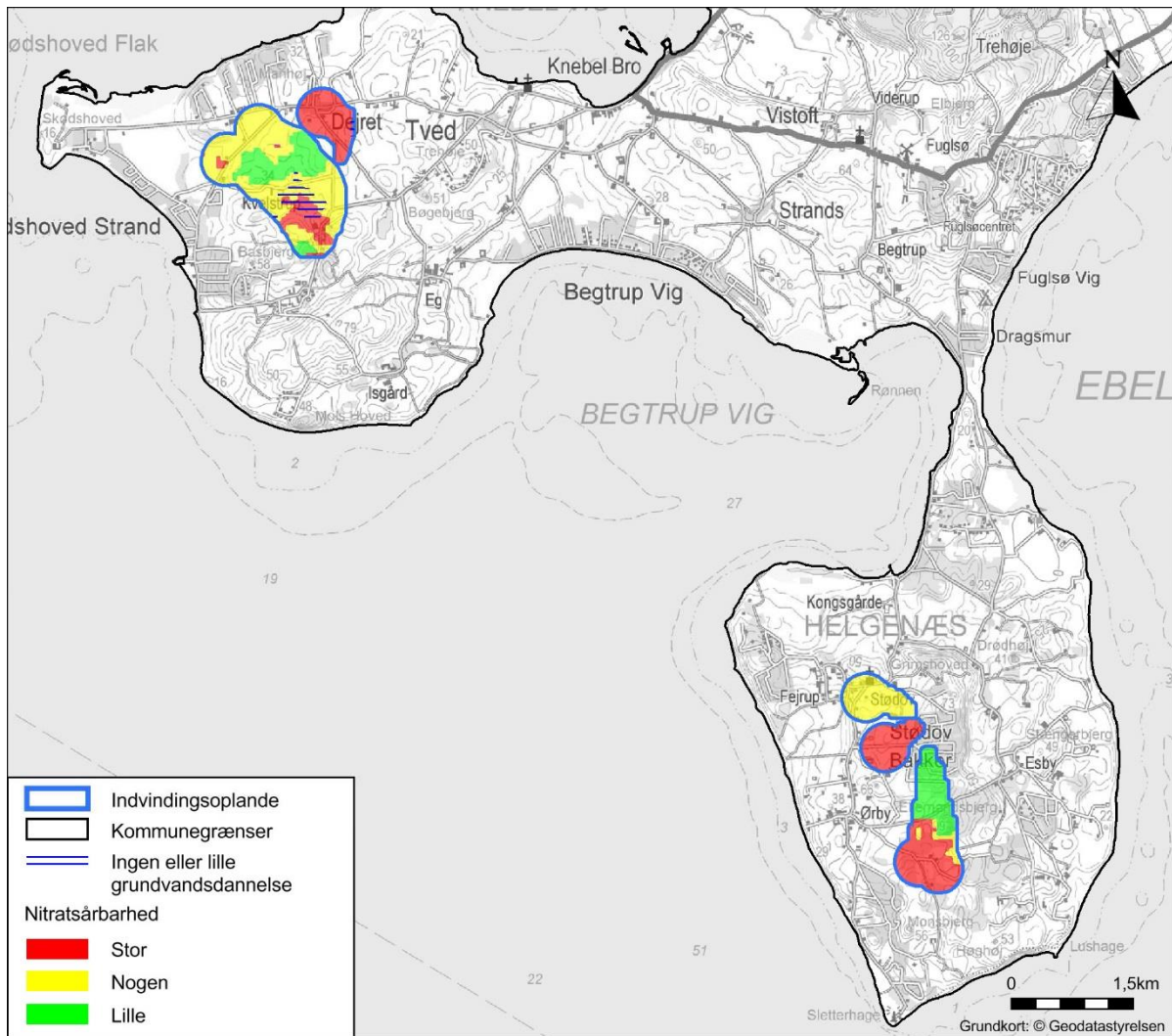
## **5.3 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI)**

Med udgangspunkt i kortlægningen afgrænses nitratfølsomme indvindingsområder (NFI), hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD og almene vandforsyningers indvindingsoplande udenfor OSD. Afgrænsningen af nitratfølsomme indvindingsområder tager udgangspunkt i Miljøstyrelsens zoneringsvejledning, /d/, og Naturstyrelsens notat om sårbarhedsvurdering og udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder/e/. Nitratfølsomme indvindingsområder afgrænses, hvor grundvandmagasinet har stor nitratsårbarhed, og hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet. Hvor grundvandsmagasinet har nogen nitratsårbarhed, og der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet afgrænses som udgangspunkt nitratfølsomme indvindingsområder, men der foretages dog en konkret vurdering af behovet for afgrænsning. Der afgrænses ikke nitratfølsomme indvindingsområder, hvor grundvandsmagasinet har lille nitratsårbarhed, uanset størrelsen af grundvandsdannelsen.

Områder med grundvandsdannelse er vurderet og præsenteret i kapitel 3, afsnit 3.3 (hydrologiske forhold), mens de grundvandskemiske forhold, herunder nitratindhold er tolket og præsenteret i kapitel 4. Endelig er der i kapitel 3, afsnit 3.5 foretaget en sårbarhedszonering af de primære magasiner jf. /d/.

Grundvandsdannelsen er beregnet for magasinerne KS1 og KS2. I dette område anvendes 0 mm/år, som grænse for ingen eller ringe grundvandsdannelse. Dvs. områder, som ifølge grundvandsmodellen har mindre grundvandsdannelse end 0 mm/år, vil ikke blive afgrænset som nitratfølsomme.

På Figur 5-1 er den vurderede nitratsårbarhed vist sammen med områder med lille/ingen grundvandsdannelse.



Figur 5-1 Sårbarhed og grundvandsdannelse i fokusområdet.

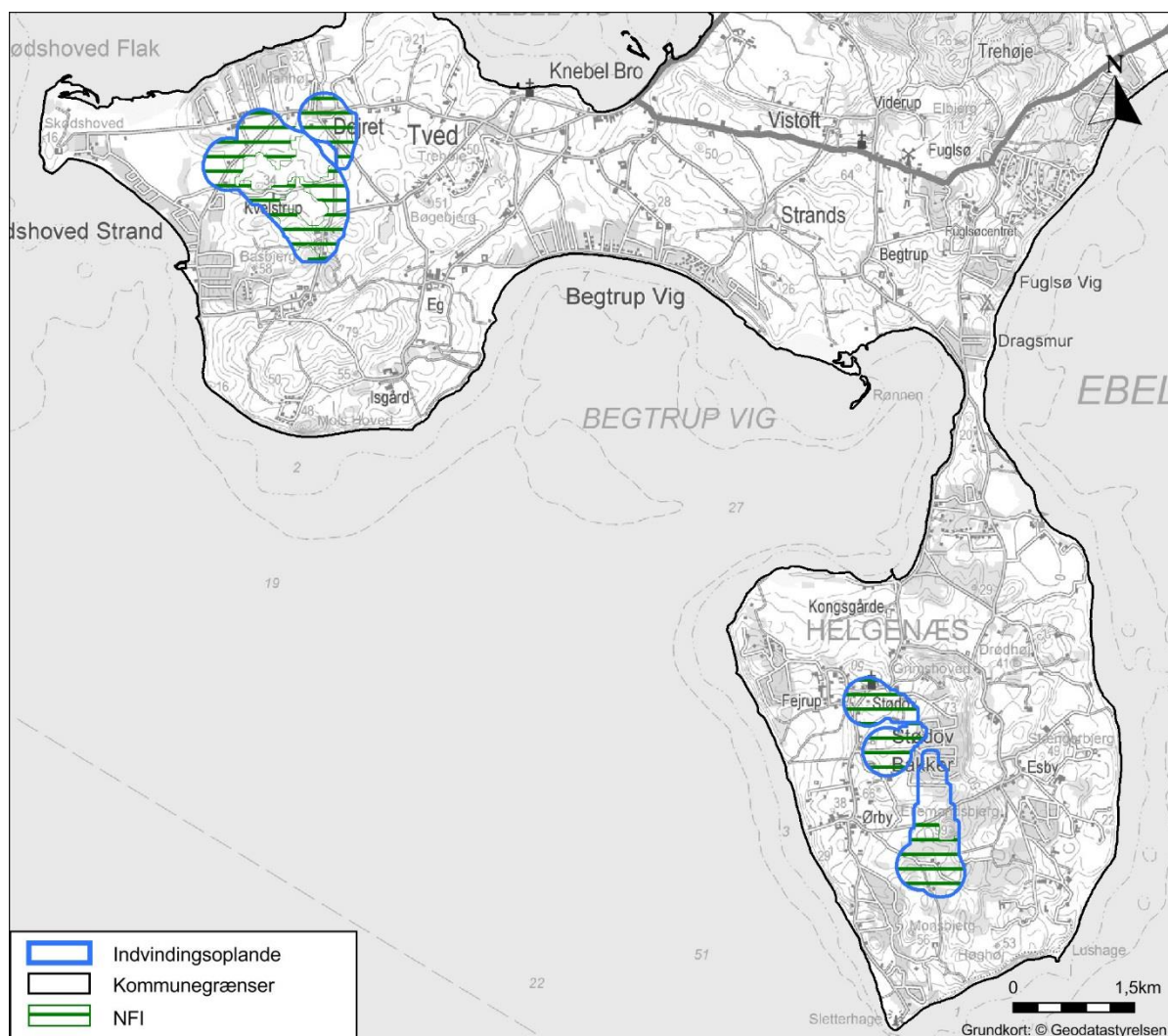
Af Figur 5-1 fremgår det, at der sker nogen eller stor grundvandsdannelse til det primære magasin i hele Dejret Vandværks indvindingsopland bortset fra et meget lille område i den østlige del af oplandet, store dele af Skødshoved Vandværks indvindingsopland og hele Helgenæs Vand Vandværk og Helgenæs Pumpestations Vandværker. Områder med ingen eller ringe grundvandsdannelsen kortlægges ikke som NFI.

Figur 5-2 viser den resulterende udpegning af NFI, som er fremkommet ved at områder med nogen eller stor nitratsårbarhed, hvor der samtidig **ikke** er ingen eller ringe grundvandsdannelse er afgrænset som NFI. Der er ligeledes taget hensyn til grundvandskemi i områderne.

Hele indvindingsoplandet til Dejret Vandværk undtagen et lille område mod øst, hvor der er ingen eller ringe grundvandsdannelse, er afgrænset som NFI.

I den centrale del af indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk er der ikke afgrænset NFI, da der er et område med ingen eller ringe grundvandsdannelse samt et område med mere end 15 m lerdæklag.

Begge indvindingsoplande til Helgenæs Pumpestation Vandværk afgrænses som NFI, mens der kun afgrænses NFI i den sydlige halvdel af Helgenæs Vand Vandværks indvindingsopland, hvor lerdæklaget er mindre en 15 m.



Figur 5-2 Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i fokusområdet.

Der er ikke tidligere afgrænset NFI indenfor fokusområdet.

#### 5.4 Indsatsområder (IO)

Inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænses indsatsområder (IO), hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet i forhold til nitrat. Afgrænsningen sker på baggrund af en

konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af grundvandsressourcerne.

Større sammenhængende områder med fredskov, mose, overdrev, fredning og vådområde, hvorfra der som udgangspunkt kun sker en begrænset nitratudvaskning, afgrænses ikke som indsatsområder. Hvis arealanvendelsen eller forureningstruslen på disse arealer senere ændres, kan der blive behov for at justere udpegningen.

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

Vurderet ud fra sårbarheden og arealanvendelsen i området udgør indsatsområderne de arealer, som er vist på Figur 5-3.

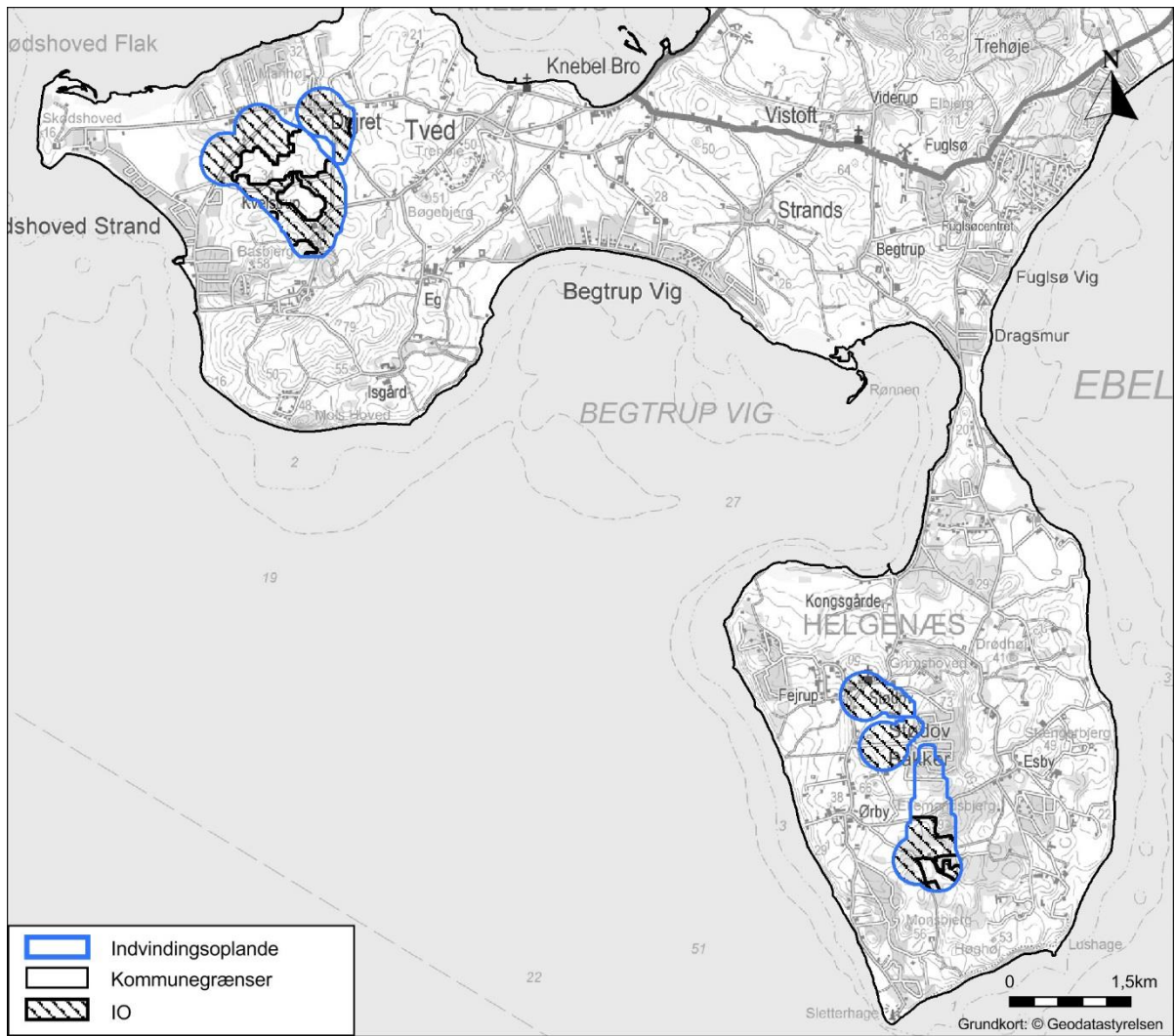
I Dejret Vandværks indvindingsopland er der et mindre område med ingen eller ringe grundvandsdannelse, i den østlige del, som ikke er afgrænset som NFI og derfor ikke afgrænses som indsatsområde. Resten af indvindingsoplandet afgrænses som IO.

I Skødshoved Vandværks indvindingsopland er der to meget små områder i den vestlige del af oplandet, som er afgrænset som NFI, men hvor der er naturområder, hvorfor området ikke afgrænses som IO.

Begge indvindingsoplande til Helgenæs Pumpestations Vandværk udpeges som IO i deres fulde udstrækning.

I Helgenæs Vand Vandværks indvindingsopland findes der både fredskov, naturområder og overdrev, hvor der ikke er afgrænset IO inden for områder afgrænset som NFI.





Figur 5-3 Indsatsområder (IO) i fokusområdet.

# 6. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger

I dette kapitel sammenfattes problemstillinger, som grundvandskortlægningen har belyst i indvindingsoplandene. Til det videre brug af kortlægningens resultater i forbindelse med indsatsplanlægning henvises til ”Vejledning om indsatsplaner” /h/. I vejledningens afsnit om foranstaltninger og retningslinjer findes inspiration til valg af indsatser.

## 6.1 Problemstillinger i fokusområdet

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

### 6.1.1 Nitrat

Kortlægningen har vist, at de primære grundvandsmagasiner i hovedparten af de undersøgte indvindingsoplande udenfor OSD har nogen eller stor nitratsårbarhed, bl.a. pga. begrænset tykkelse af beskyttende lerlag over magasinerne. Det øverste grundvandsmagasin KS1 vurderes at have stor nitratsårbarhed. Dette magasin udnyttes af Dejret Vandværk og Helgenæs Pumpestations Vandværk. I det mellemste grundvandsmagasin KS2, er det kun i den nordlige del af indvindingsoplandet til Helgenæs Vand Vandværk og i mindre dele af Skødshoved Vandværks indvindingsopland, der er lille nitratsårbarhed med et tykt dæklag af reduceret ler over KS2. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det er vurderet, at der er behov for en særlig indsats over for nitrat, se afsnit 5.4. Indsatsens indhold og omfang fastlægges i forbindelse med indsatsplanlægningen.

### 6.1.2 Sprøjtemidler

Der er fundet BAM i indvindingsboringerne til Dejret Vandværk og Helgenæs Pumpestation Vandværk samt i en af de tre indvindingsboringer til Helgenæs Vand Vandværk (DGU-nr. 90.124). I DGU nr. 90.124 overskrider indholdet af BAM grænseværdien i de to seneste analyser fra 2008 og 2009. Der foreligger desuden 2 detektioner af atrazin i 1999, men stoffet er ikke fundet i 5 efterfølgende analyser. I boringerne til Helgenæs Pumpestation Vandværk er BAM først dukket op ved seneste analyse i 2010-2011, og i boringerne til Dejret Vandværk er koncentrationerne aftagende. Der er tidligere desuden fundet simazin i indvindingsboringerne til Dejret Vandværk. De aktuelle midler er i dag alle på forbudslisten.

### 6.1.3 Andre stoffer

#### Miljøfremmede stoffer

I afgangsvandet fra Helgenæs Vand Vandværk blev der i 2009 detekteret små mængder toluen, men stoffet er ikke genfundet ved senere analyser. Herudover er der ingen detektioner af miljøfremmede stoffer i grundvandet eller i vandværkernes afgangsvand.

#### Naturligt forekommende stoffer

Kaliumindholdet er over drikkevandskravet i indvindingsboringerne til Dejret Vandværk (12-14 mg/l), og det udpumpede drikkevand overskrider ligeledes grænseværdien på 10 mg/l. I DGU-nr. 90.142 ligger også fosfor-

indholdet (total-P) over drikkevandskravet. Herudover er der ingen potentielt problematiske naturligt forekommende stoffer.

## **6.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker**

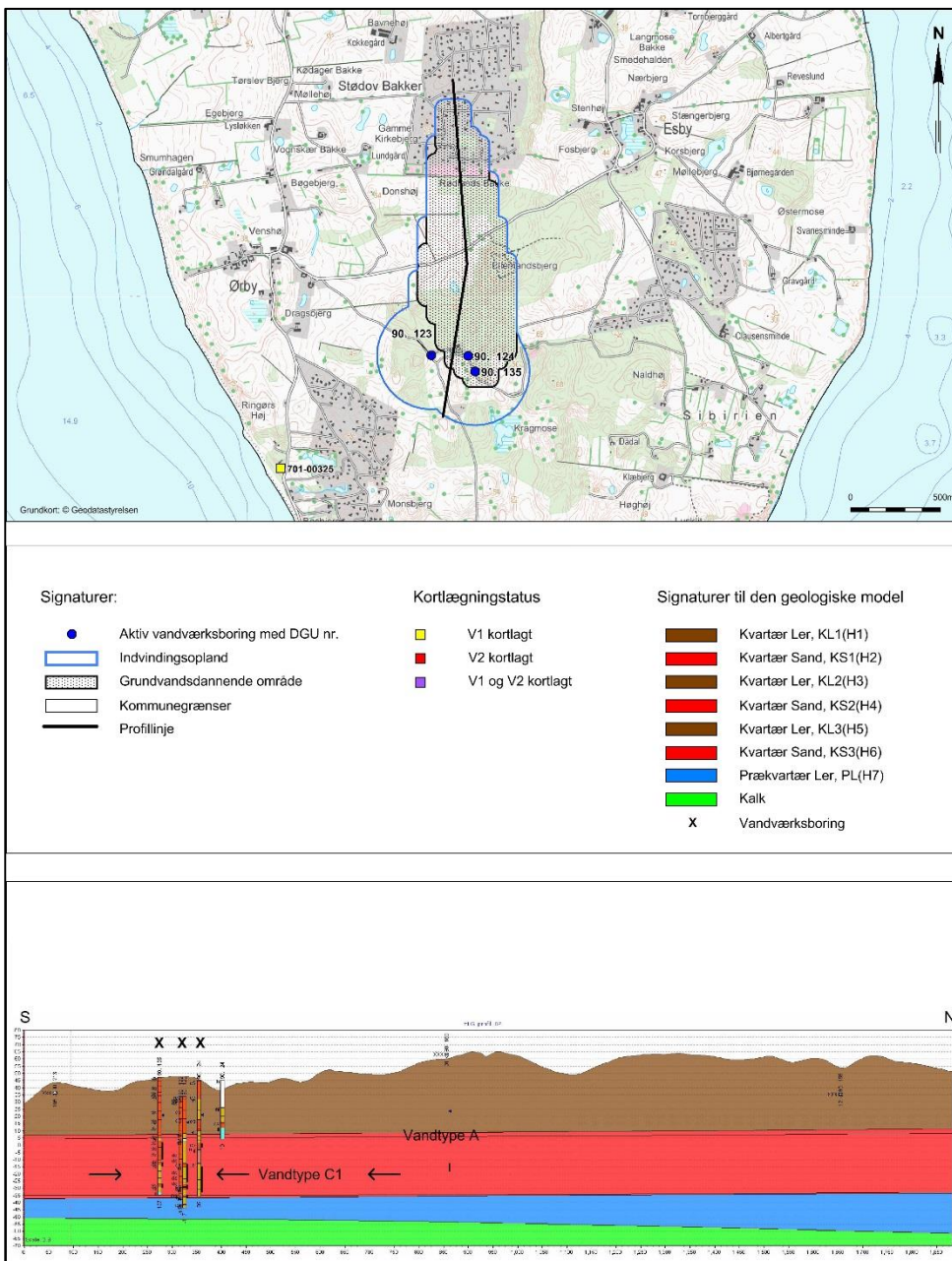
I dette afsnit beskrives problemstillinger ved de enkelte almene vandforsyninger. Der henvises til "Vejledning om indsatsplaner" /h/ afsnittene om foranstaltninger og retningslinjer som inspiration til valg af indsatser.



### 6.2.1 Sammenfattende beskrivelse ved Helgenæs Vand Vandværk

Helgenæs Vand Vandværk har tre aktive indvindingsboringer DGU-nr. 90.123, 90.124 og 90.135, samt en pejleboring DGU-nr. 90.180 tilknyttet. De tre indvindingsboringer er alle knyttet til KS2, men har tre filtre på samme stamme, hvoraf det nederste formentlig indvinder fra KS3. Toppen af det øverste filter ligger i 44-47 meters dybde, mens bunden af de nederste filtre er 71-78 m u.t. I forhold til det øverste indtag er DGU-nr. 90.123 og 90.124 beskyttet af 21-23,1 m lerdæklag, mens DGU-nr. 90.135 blot er overlejret af 2,5 m moræneler. Pejleboringen er placeret nord for kildepladsen, og magasinet er her beskyttet af hele 72 m ler. Ifølge boreprofilerne har borerne indtag i både (sandet) glacialt moræneler, glacialt smeltevandssand og glacialt smeltevandsgrus. Redoxgrænsens beliggenhed er bestemt for alle fire borer og ligger hhv. 10 m u.t. (90.180), 16-26 m u.t. (90.123), 35,4 m u.t. (90.124) og 42,5 m u.t. (90.135). I DGU-nr. 90.123 og 90.180 er grundvandet reduceret, mens det i de to øvrige borer er oxideret og nitratholdigt.

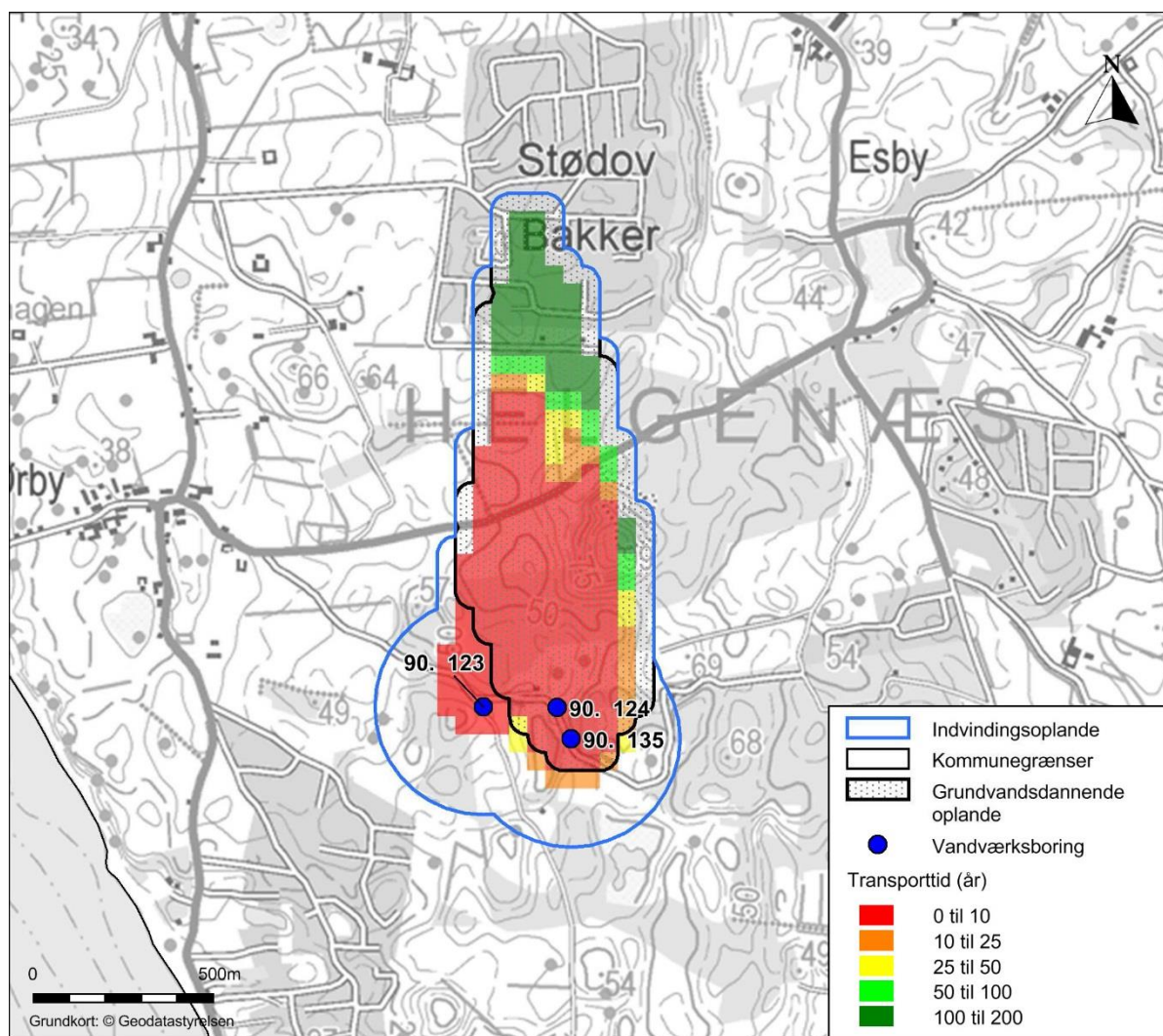
Der er på figur 6-1 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Helgenæs Vand Vandværk.



Figur 6-1 Forståelsesmodel for Helgenæs Vand Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 43.000 m<sup>3</sup>/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på figur 6-1.

På figur 6-2 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen.



Figur 6-2 Indvindingsopland og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette.

### Grundvandskemi

Vandværket indvinder fra de tre borer DGU-nr. 90.123, 90.124 og 90.135, der indeholder vandtype C1 (90.123) og A (90.124 og 90.135). Derudover er der tilknyttet pejleboringen DGU-nr. 90.180 med grundvand af vandtype C1. De grundvandskemiske data for denne boring er dog fra 2002. Den reducerede vandtype C1 er ikke overraskende, idet der i DGU-nr. 90.180 er mere end 70 meter lerdække over magasinet. Den ringeste lertykkelse findes ved DGU-nr. 90.135, hvor magasinet blot er overlejret af 2,5 meter ler. I de to øvrige borer er der lidt over tyve meters lerdække og der er ikke umiddelbart nævneværdig forskel i geologien, så den oxiderede vandtype i DGU-nr. 90.124 må umiddelbart betegnes som overraskende.

I råvandet er der bl.a. overskridelse af drikkevandskravet for ammonium (90.180, 90.124 og 90.123) og jern (90.180 og 90.123), og der har i de seneste år også været enkelte overskridelser af drikkevandskravene i vand-

værkets afgangsvand, men dette hører til undtagelserne. Der er ingen problemer med de øvrige redoxparametre. Sulfatindholdet ligger imellem 26 og 61 mg/l, og der er således ikke tegn på, at pyritoxidation påvirker grundvandskvaliteten i væsentligt omfang.

Grundvandet i den dybe pejleboring, DGU-nr. 90.180, er væsentligt ombyttet med en ionbytningsgrad på 1,72, hvilket stemmer overens med det tykke lerdække. I DGU-nr. 90.135 er grundvandet derimod omvendt ionbyttet med en ionbytningsgrad på 0,68, hvilket ligeledes stemmer overens med det meget ringe lerdække. I de to øvrige boringer ligger ionbytningsgraden på 0,92-1,06, og grundvandet er dermed ikke væsentligt påvirket af ionbytningsgrad. Kloridindholdet ligger mellem 21,5 og 41 mg/l, hvilket er helt normalt for fersk grundvand, og der er således ingen tegn på påvirkning fra dybereliggende saltvand.

Beregnete kalkmætningsgrader indikerer let kalkundermætning i DGU-nr. 90.124, mens DGU-nr. 90.180 er let kalkovermættet. Både pH og koncentrationer af hydrogencarbonat er normale, og der er ingen detektioner af aggressiv CO<sub>2</sub> i grundvandet, så samlet vurderes der ikke at være problemer med kalkaggressivt grundvand i indvindingsoplandet.

I den dybe pejleboring DGU-nr. 90.180 ligger indholdene af total-P på 0,33 mg/l og opløst organisk stof (NVOC) på 4,1 mg/l, hvilket er over drikkevandskravene på hhv. 0,15 og 4 mg/l. Begge dele er sandsynligvis geologisk betinget, men NVOC kan ikke nedbringes ved normal vandbehandling. Dette udgør imidlertid ikke noget problem for vandforsyningen, idet der er tale om en pejleboring. Herudover er der ingen potentielle problemparametre i grundvandet.

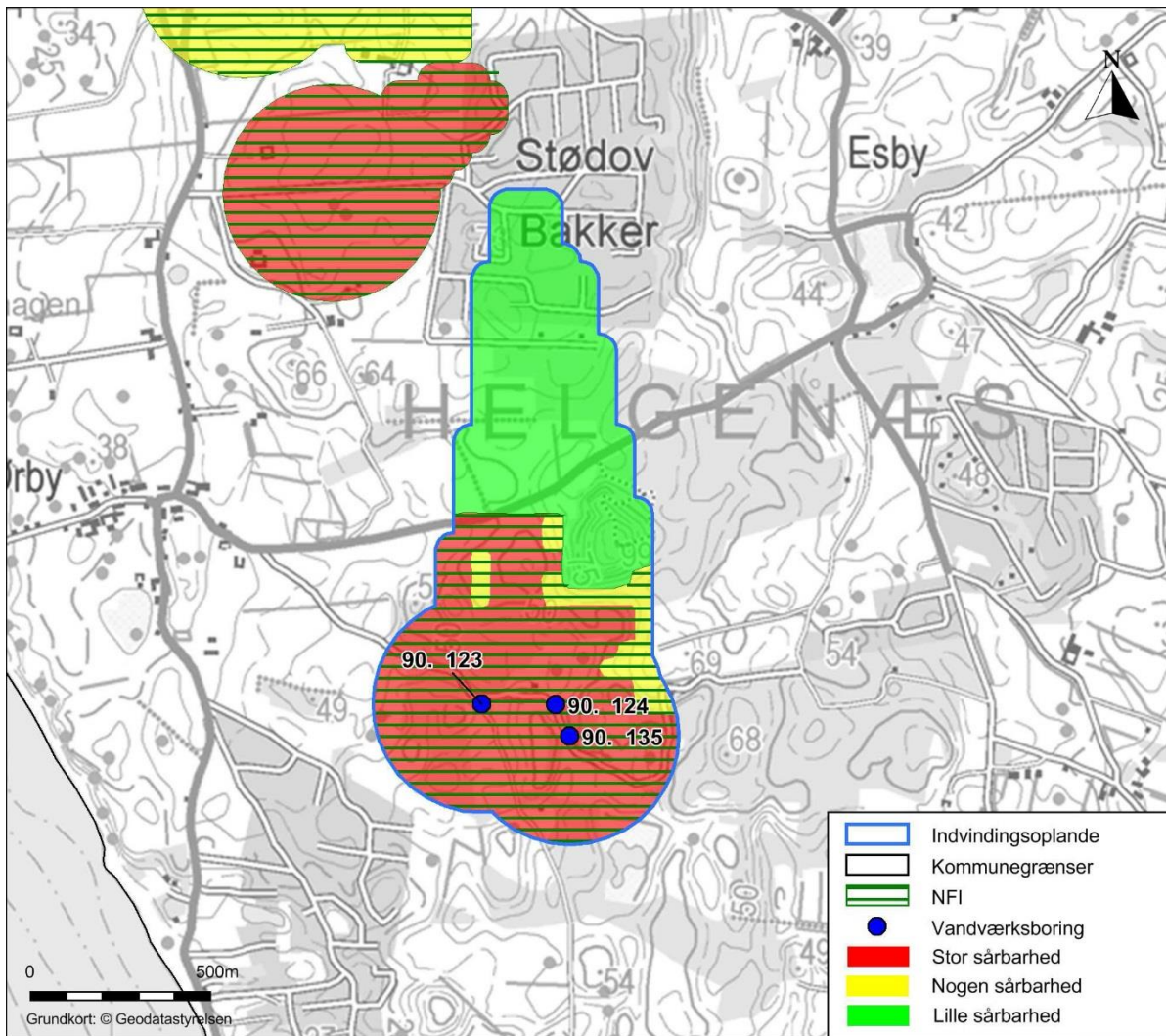
Alle boringerne er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt chlorphenoler. I DGU-nr. 90.124 tilknyttet Helgenæs Vand Vandværk er der adskillige fund af BAM (2,6-dichlorbenzamid) i analyser fra perioden 1999 til 2009 – senest 0,32 µg/l og generelt over drikkevandskravet (0,1 µg/l). Dette fund understreger yderligere, at grundvandet er forureningssårbar i denne boring, som indeholder den overfladepåvirkede vandtype A. BAM er tilsvarende fundet i vandværkets afgangsvand, men her dog under drikkevandskravet. I samme boring foreligger der desuden to detektioner af atrazin fra 1999, men stoffet er ikke fundet i 5 senere analyser. Vandværkets afgangsvand er desuden analyseret for klorerede kulbrinteforbindelser samt BTEXN uden detektioner.

Den tidlige udvikling i DGU-nr. 90.123 er præget af et stigende sulfatindhold. Siden midten af 1980'erne er koncentrationen steget fra 41 til 61 mg/l, hvilket indikerer en tiltagende påvirkning med yngre grundvand, men samtidig at der fortsat resterer en vis reduktionskapacitet i dæklag og/eller magasin. I DGU-nr. 90.124 har der været et forholdsvist stabilt og senest let faldende sulfatindhold, mens nitratindholdet har haft en svagt stigende tendens siden 1987. Siden 2003 har koncentrationen af BAM ligeledes været stigende i boringen. I DGU-nr. 90.135 har sulfatkoncentrationen været forholdsvis stabil, mens nitratindholdet har været faldende siden 1994. Dette er en usædvanlig, men absolut gunstig vandkemisk udvikling, som enten kan skyldes aftagende nitratbelastning i området eller nedsat oppumpning fra boringen. Da der kun er foretaget én boringskontrol i vandværkets pejleboring, DGU-nr. 90.180, er det ikke muligt at beskrive den tidlige udvikling i denne boring.

### **Sårbarhed**

I området omkring pejleboring 90.180 og nord herfor vurderes grundvandet at have lille nitratsårbarhed på baggrund af reduceret grundvand samt en tykkelse af reduceret ler, som efter alt at dømme er >15 m. Længere imod syd, i området omkring vandværkets indvindingsboringer, er de geologiske forhold tydeligvis inhomogene, og der er stedvis en meget dybtliggende redoxgrænse, hvilket peger i retning af nogen og stor nitratsårbarhed. Det samme gør redoxvandtypen, som er A i to ud af tre indvindingsboringer.

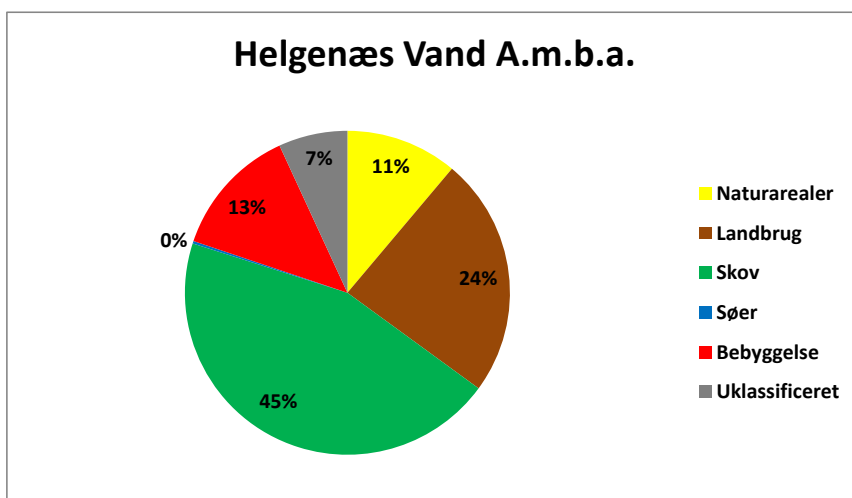




Figur 6-3 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Helgenæs Vand Vandværk.

### Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter uklassificeret areal (7 %), landbrug (24 %), skov (45%), naturarealer (11 %) og bebyggelse (13 %), se figur 6-4.



Figur 6-4 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Helgenæs Vand Vandværk.

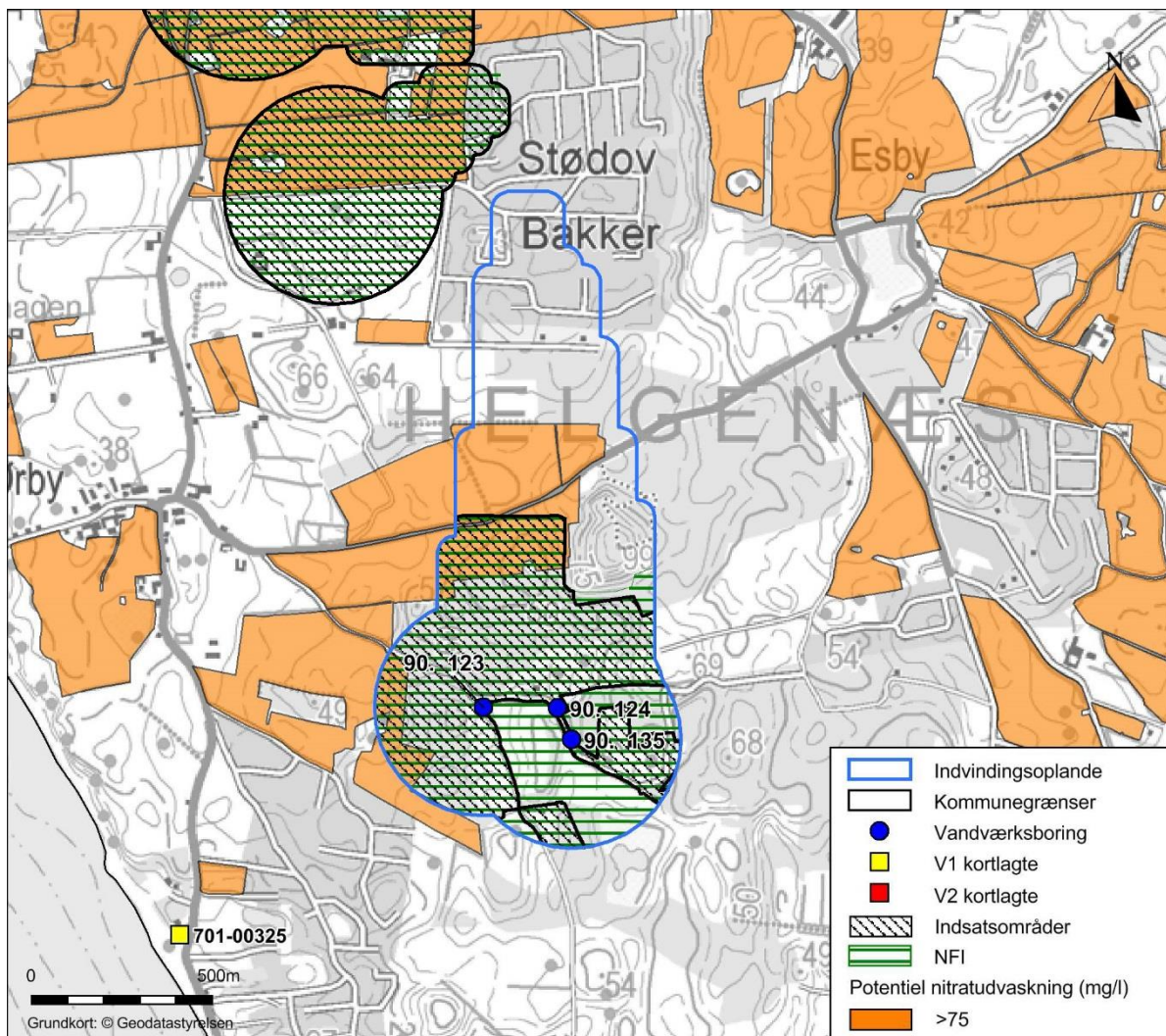


Der er ingen kortlagte forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

### Nitratudvaskning og indsatsområder

På figur 6-5 ses, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) er større end 75 mg/l i og omkring indvindingsoplandet til vandværket. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 21,18 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

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



Figur 6-5 Potentiel nitratudvaskning > 75 mg/l (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Helgenæs Vand Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder

## 6.2.2 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Helgenæs Vand Vandværk

### Nitrat

Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 har lille nitratsårbarhed i den nordlige del af indvindingsoplandet, mens en dybtliggende redoxgrænse kombineret med inhomogen geologi og fortrinsvis oxideret grundvand indikerer grundvand med stor nitratsårbarhed i området omkring vandværkets indvindingsboringer. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet (hele oplandet), er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for

de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

### **Sprøjtemidler**

I DGU-nr. 90.124 er der adskillige fund af BAM i perioden 1999 til 2009 – senest 0,32 µg/l og generelt over drikkevandskravet (0,1 µg/l). Der foreligger desuden to detektioner af atrazin fra 1999, men stoffet er ikke fundet i 5 senere analyser.

BAM er ligeledes fundet i vandværkets afgangsvand, men her dog under drikkevandskravet.

### **Miljøfremmede stoffer**

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

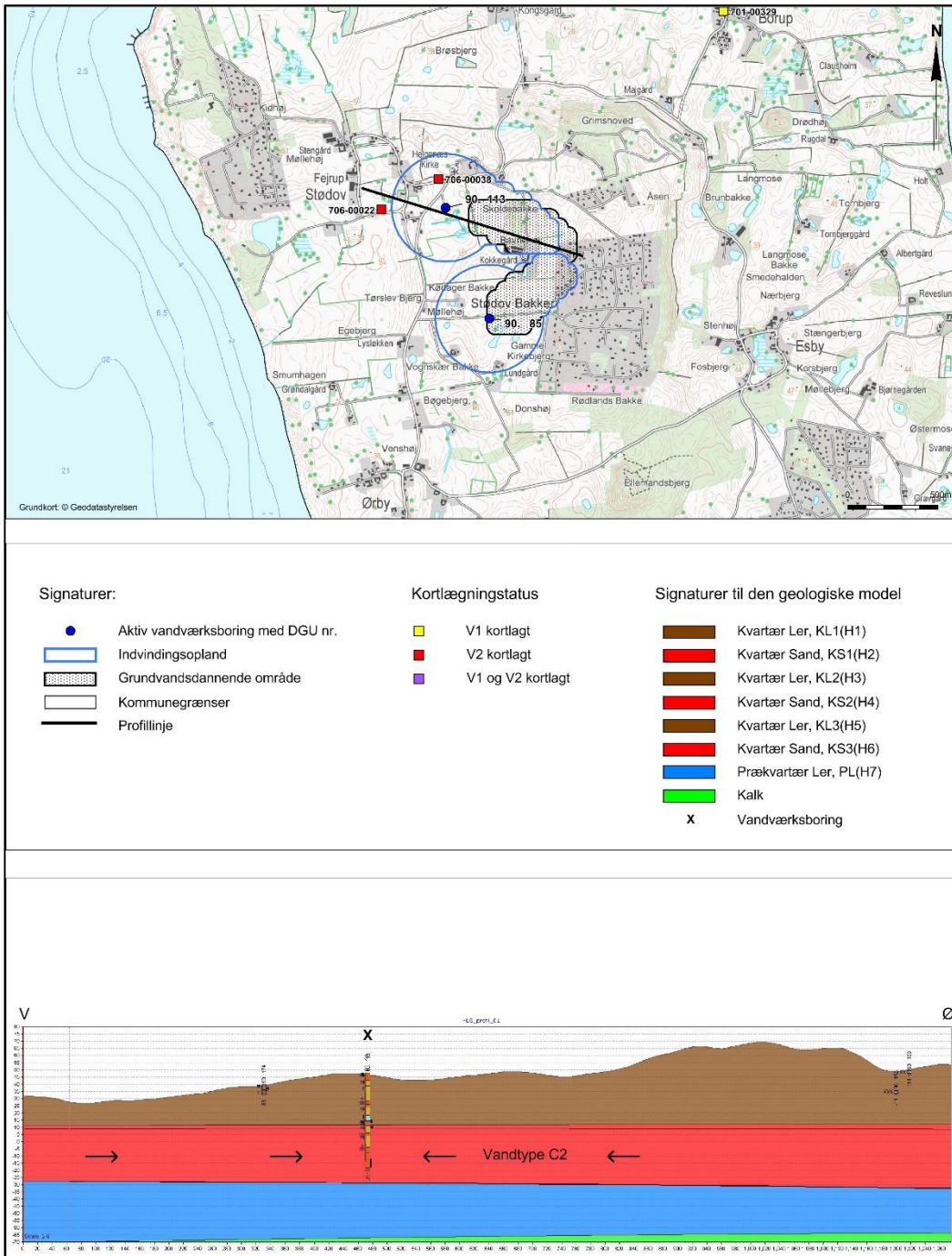
### **Naturligt forekommende stoffer**

Der er ingen kvalitetsproblemer forårsaget af naturligt forekommende stoffer i vandværkets indvindingsboringer. Derimod er der fundet fosfor og opløst organisk stof (NVOC) i koncentrationer over drikkevandskravet i den dybe pejleboring beliggende længere imod nord i indvindingsoplandet.

### 6.2.3 Sammenfattende beskrivelse ved Helgenæs Pumpestation Vandværk

Helgenæs Pumpestation Vandværk har 2 aktive boringer, DGU-nr. 90.85 og 90.113, der indvinder fra hhv. KS1 og KS2. DGU-nr. 90.85 fungerer som reserveboring og er en kort boring med indtag i glacielt smeltevandssand 12,4-14,4 m u.t. Dette magasin er overlejret af 11 m smeltevandssilt. DGU-nr. 90.113 har ligeledes indtag i smeltevandssand, men i en dybde af 60-66 m, og overlejret af 37 m ler, hvoraf størstedelen er beskrevet som moræneler. Redoxgrænsen ved den korte boring er beliggende imellem 11 og 14,4 meters dybde, og dermed lige omkring indtaget, mens redoxgrænsen i den dybe boring er beliggende 9,5 m u.t. Grundvandet er svagt reduceret i begge boringer.

Der er på figur 6-6 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandene til Helgenæs Pumpestation Vandværk.

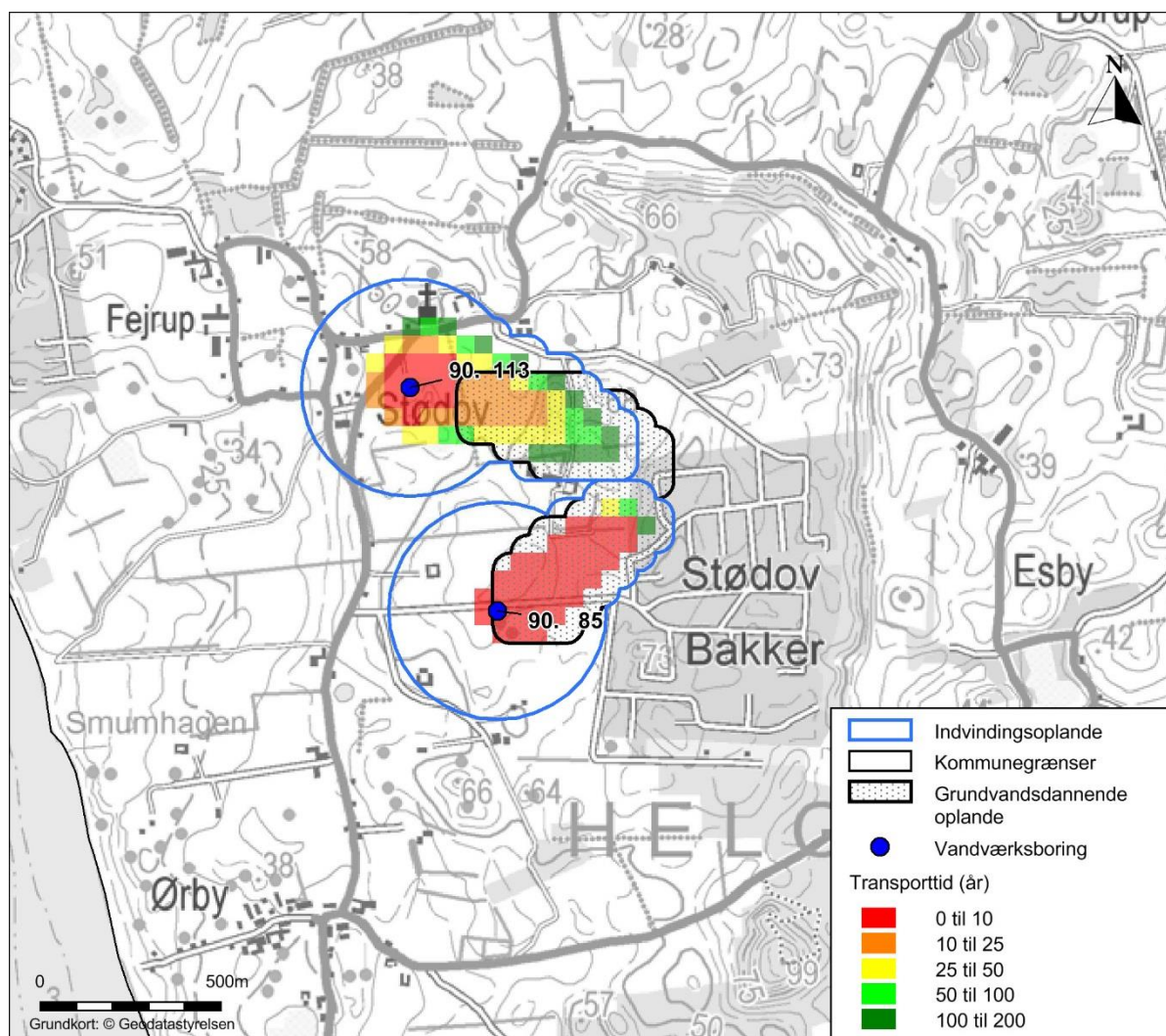


Figur 6-6 Forståelsesmodel for Helgenæs Pumpestation Vandværk.



Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 22.000 m<sup>3</sup>/år er indvindingsoplande og de grundvandsdannende oplande til vandværkets boringer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod boringerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på figur 6-6.

På figur 6-7 ses indvindingsoplandene og transporttid til indvindingsboringerne inden for disse i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen.



Figur 6-7 Indvindingsopland og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette.

### Grundvandskemi

Grundvandet i vandværkets to boringer er svagt reduceret, men med forhøjet sulfatindhold på 92-96 mg/l, og karakteriseres således som redoxvandtype C2. Nitratindholdet i boringerne er 0,79-1 mg/l, hvilket indikerer bevægelse imod en oxideret grundvandstype, ligesom det forhøjede sulfatindhold indikerer påvirkning med en yngre grundvandstype. Det bemærkes desuden, at den korte boring, DGU-nr. 90.85, tilbage i 1974 havde et nitratindhold på 155 mg/l, hvorefter indholdet er faldet støt og ved seneste analyse i 2010 blot ligger på 1 mg/l. Dette er en højst usædvanlig udvikling, som muligvis kan forklares ved, at boringen i dag kun anvendes som reserveboring. Koncentrationer af øvrige redoxparametre virker uproblematisk i begge boringer, og der har heller ikke været problemer i form af overskridelser i vandværkets afgangsvand.

Grundvandets ionbytningsgrad er 1,09 i begge boringer, og vandet er dermed svagt ionbyttet. Kloridindholdet er målt til 44 mg/l i begge boringer, og der er således ingen tegn på påvirkning fra dybereliggende saltvand.

Grundvandet har normal pH og hydrogencarbonatindhold, og grundvandet er kalkmættet. Som forventet er der ingen detektioner af aggressiv CO<sub>2</sub>.

Der er ingen øvrige naturligt forekommende potentielle problemstoffer i grundvandet.

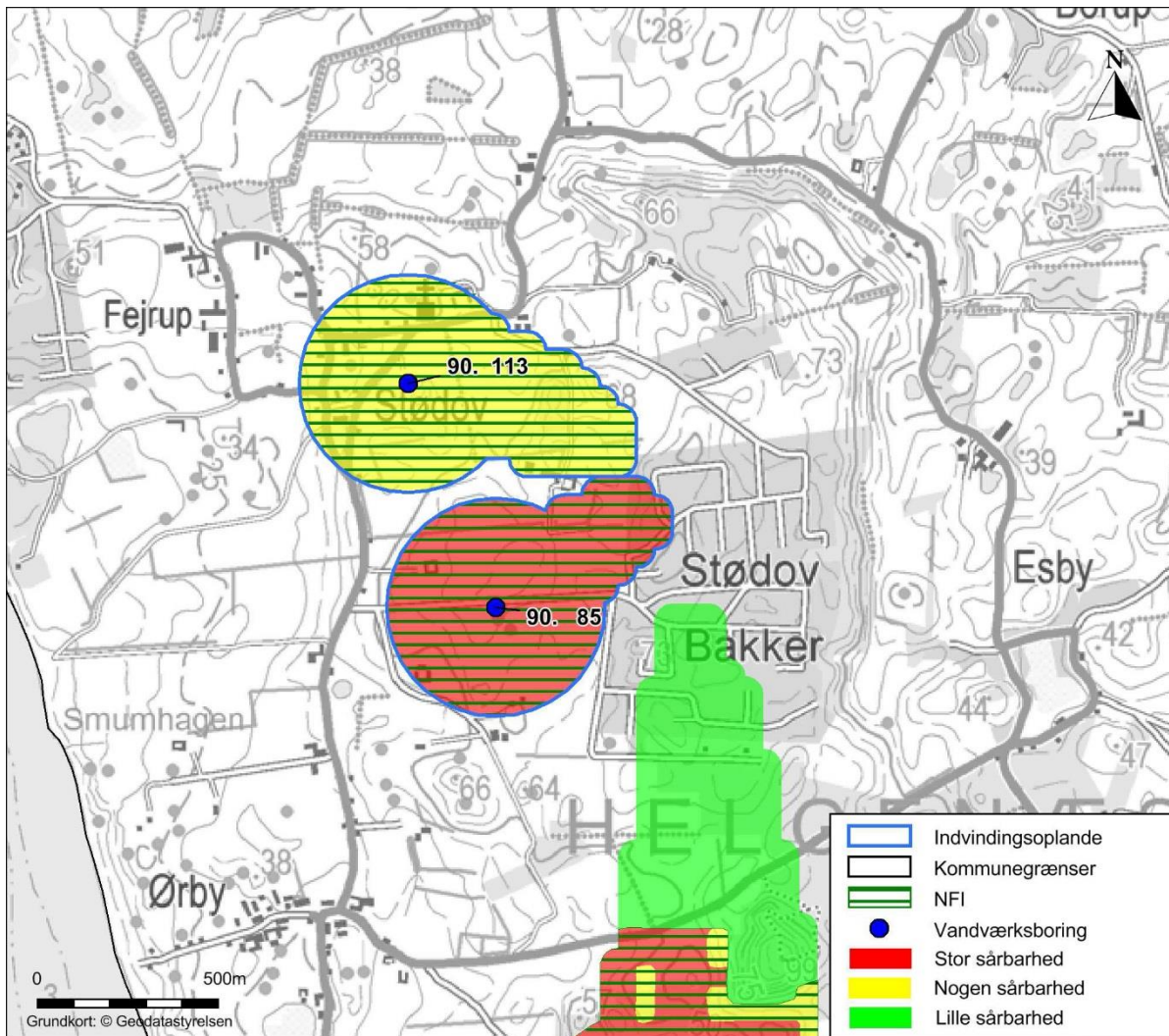
Begge boringer er analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt chlorphenoler. Ved seneste analyse er der påvist BAM i begge boringer, med indhold på 0,03-0,033 µg/l. Siden 2007 er der tilsvarende fundet BAM i vandværkets afgangsvand, senest i 2013 med 0,042 µg/l. Alle detektioner af BAM har været under drikkevandskravet. Vandværkets afgangsvand er desuden analyseret for klorerede kulbrinte-forbindelser og BTEXN. Eneste detektion er 0,036 µg/l toluen i 2009, men dette fund er ikke verificeret ved to senere analyser.

Udover fundet af BAM viser den tidlige udvikling i vandkemien i den korte boring 90.85, en positiv udvikling i nitrat og sulfatindholdet. Som nævnt har grundvandet tidligere haft høje koncentrationer af nitrat, helt op til 155 mg/l, som i dag ligger nede på bagatelgrænsen på 1 mg/l. Sulfatindholdet havde en svag aftagende tendens frem til 2005, hvorefter det er steget markant fra 28 til 96 mg/l. Den meget atypiske vandkemiske udvikling skyldes formentlig en stærkt reduceret indvinding siden starten af 1990'erne, hvor boringen overgik til reserveboring for DGU-nr. 90.113.

### **Sårbarhed**

På baggrund af et tidligere meget højt nitratindhold samt ringe tykkelse af lerdæklag over KS1 vurderes grundvandet at have stor nitratsårbarhed i hele oplandet til DGU-nr. 90.85. I oplandet til DGU-nr. 90.113 vurderes grundvandet at have nogen nitratsårbarhed på baggrund af svagt reduceret grundvand. Der er afgrænset NFI i begge indvindingsoplande, se figur 6-8.



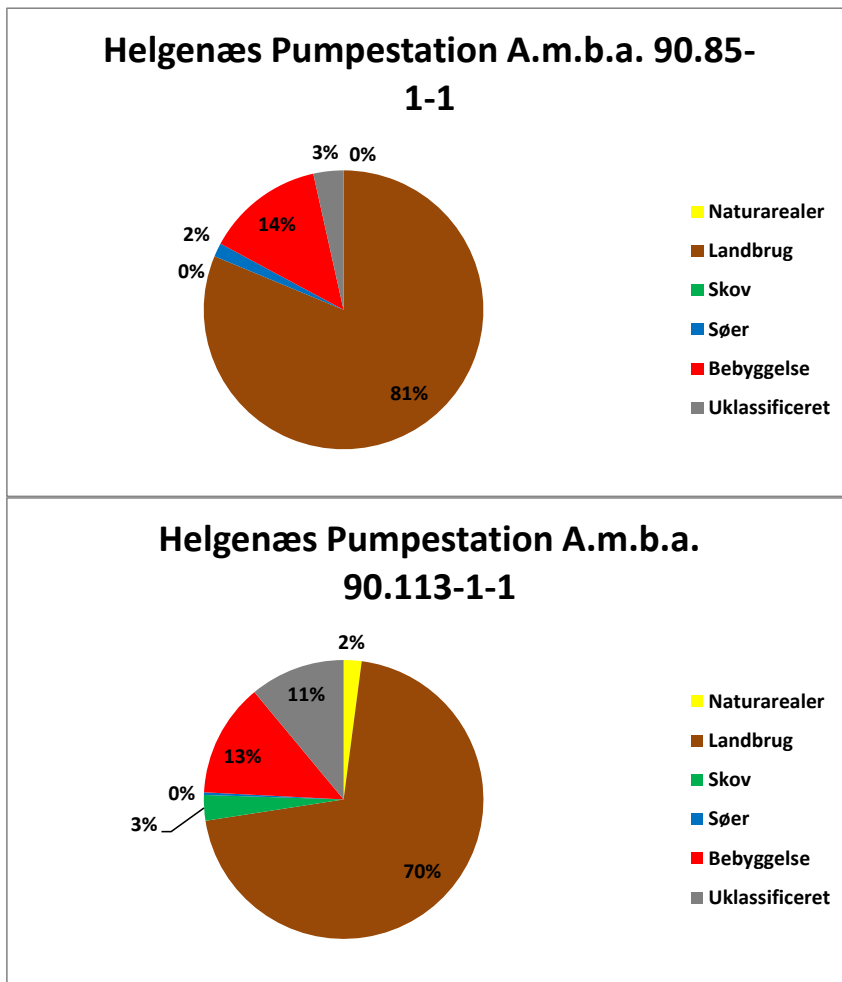


Figur 6-8 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Helgenæs Pumpestation.

### Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet til boring med DGU.nr 90.85 omfatter uklassificeret areal (3 %), landbrug (81 %), søer (2 %) og bebyggelse (14 %), se figur 6-9, øverst.

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet til boring med DGU.nr 90.113 omfatter uklassificeret areal (11 %), natursarealer (2 %), landbrug (70 %), skov (3 %) og bebyggelse (11 %), se figur 6-9, nederst.



Figur 6-9 Arealanvendelsen i indvindingsoplandene til Helgenæs Pumpestation.

Der er kortlagt én forureningslokalitet på V2 niveau inden for oplandet til vandværket (DGU.nr. 90.113), figur 6-10. Det drejer sig om en tidligere vognmandsvirksomhed med erhvervmæssig brug af olie og benzin, hvor der er konstateret en vis jordforurening. Der forventes ingen indsats på den forurenede grund.

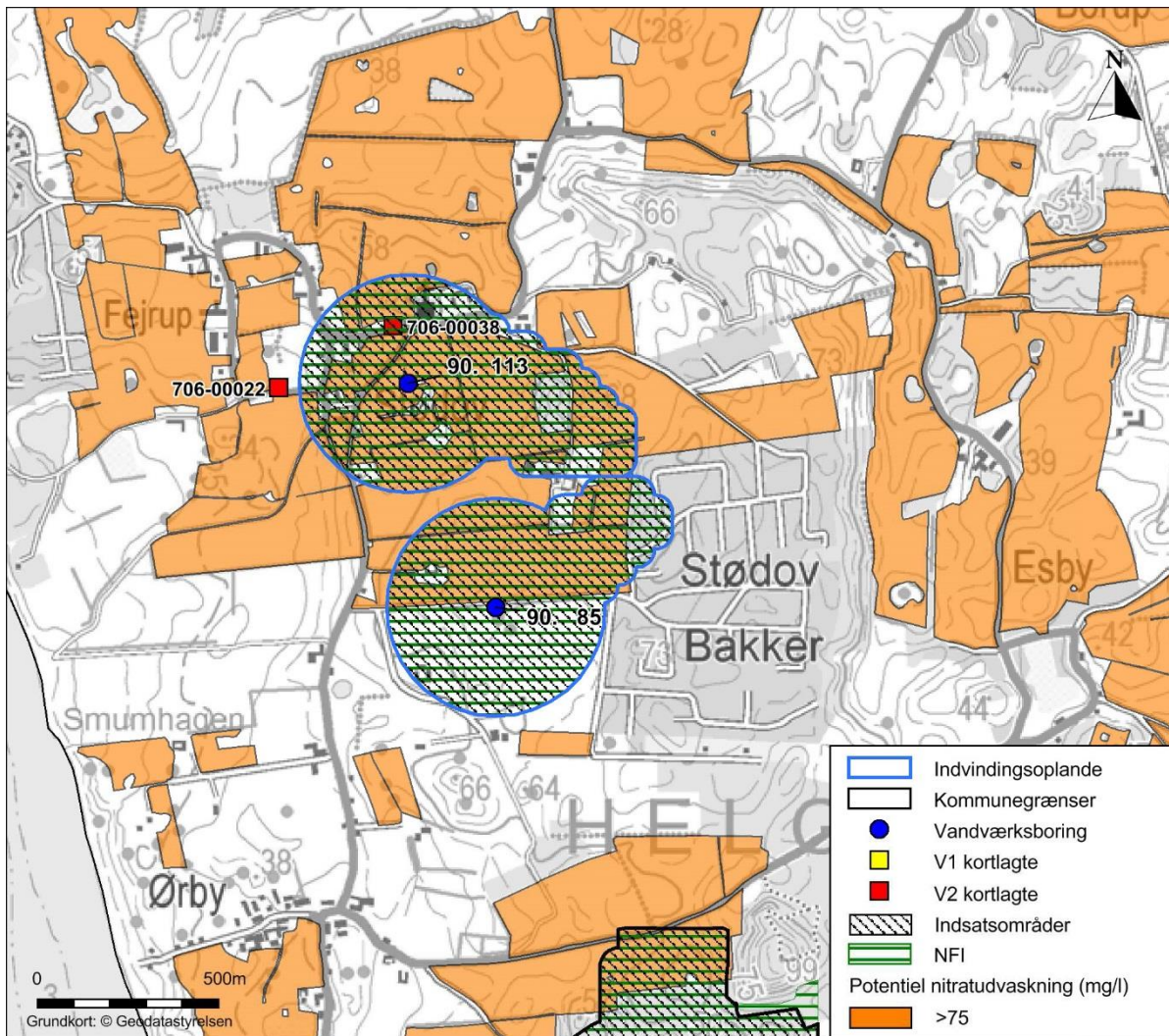
Lokalitetensnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	Forventet grundvandsrettet indsats
706-00038	Bygaden 4, 8420 Knebel	Vognmandsvirksomhed med erhvervmæssig brug af benzin og olie	V2		Ingen indsats pga. risikovurdering

Figur 6-10 Forureningskortlagte arealer inden for indvindingsoplandet til Helgenæs Pumpestation Vandværk.

### Nitratudvaskning og indsatsområder

På figur 6-11 ses, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning (2009-2012) er større end 75 mg/l i og omkring indvindingsoplandene til vandværket. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet til boring 90.113 ligger på ca. 80,7 mg/l i gennemsnit, mens den potentielle nitratudvaskning i oplandet til boring 90.85 ligger på 89,5 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

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



Figur 6-11 Potentiel nitratudvaskning (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Helgenæs Pumpestation Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder

#### 6.2.4 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Helgenæs Pumpestation Vandværk

##### Nitrat

Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS1 i indvindingsoplandet til DGU-nr. 90.85 har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet. Det samme gælder til en vis grad KS2 i oplandet til DGU-nr. 90.113. Der sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet i begge indvindingsoplande, og begge oplande er 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 fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

##### Sprøjtemidler

Ved seneste analyse er der påvist BAM i begge borer, med indhold på 0,03-0,033 µg/l.

Siden 2007 er der tilsvarende fundet BAM i vandværkets afgangsvand, senest i 2013 med 0,042 µg/l. Alle detektioner af BAM har været under drikkevandskravet.

Der er ikke fundet pesticider i det udpumpede vandværksvand.

**Miljøfremmede stoffer**

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer.

**Naturligt forekommende stoffer**

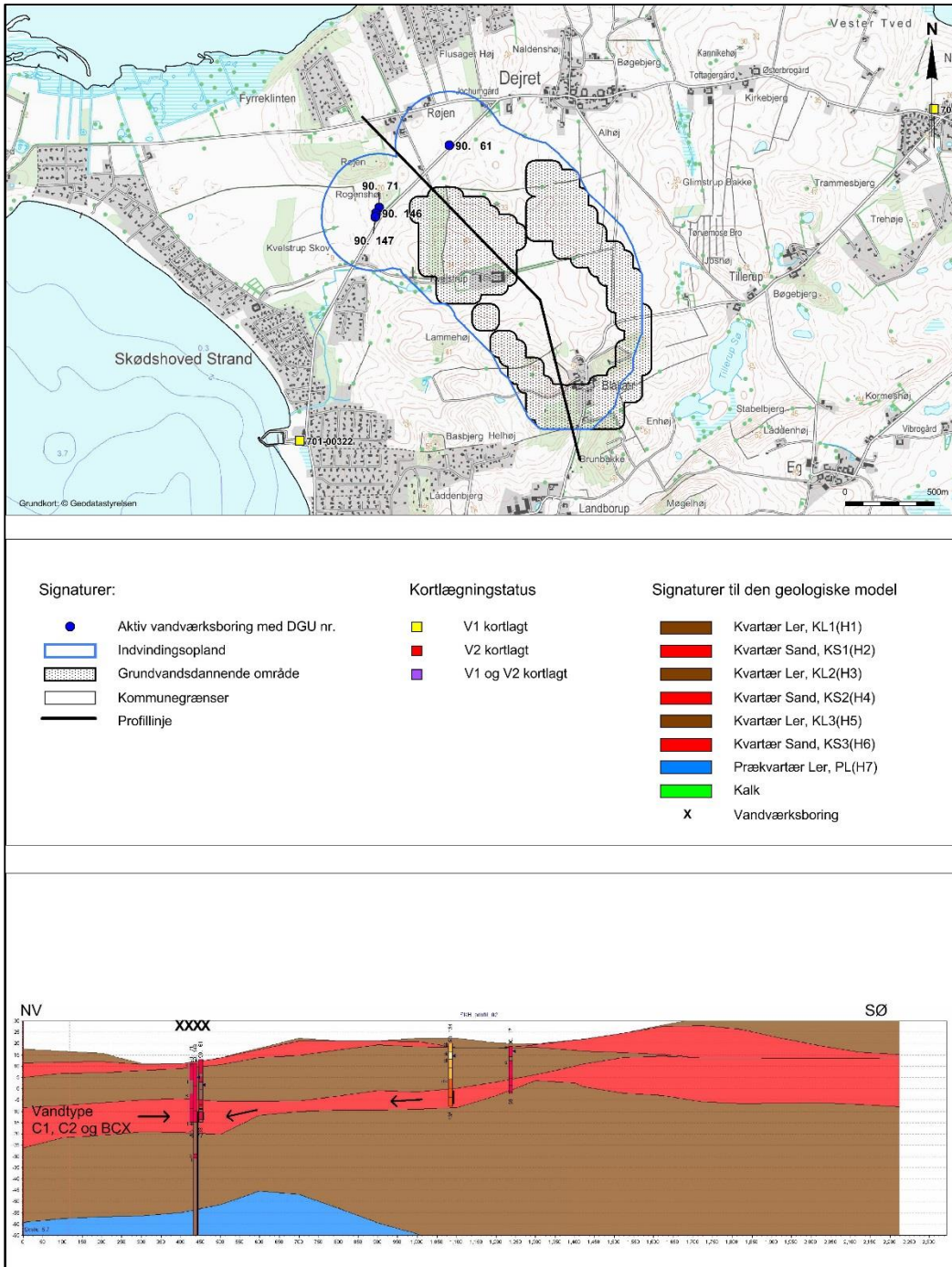
Der er ingen naturligt forekommende problemstoffer i grundvandet.



### 6.2.5 Sammenfattende beskrivelse ved Andelsselskabet Skødshoved Vandværk

Andelsselskabet Skødshoved Vandværk har 4 aktive borer, DGU-nr. 90.61, 90.71, 90.146 og 90.147. Alle borer er knyttet til KS2, men DGU-nr. 90.61, 90.71 og 90.147 er korte borer, som har indtag i sand i intervallet 11-27 m u.t., mens boring 90.146 har et langt indtag fra 21-112 m u.t. der går gennem 8 m sand og 83 m ler. Redoxgrænsens beliggenhed er bestemt for DGU-nr. 90.61 og 90.147, hvor den ligger 6,5-7 m u.t. Grundvandet er svagt reduceret til reduceret, med undtagelse af DGU-nr. 90.61, hvor grundvandet er karakteriseret som blandingsvand, dvs. en blanding af oxideret og reduceret grundvand.

Der er på figur 6-12 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk.

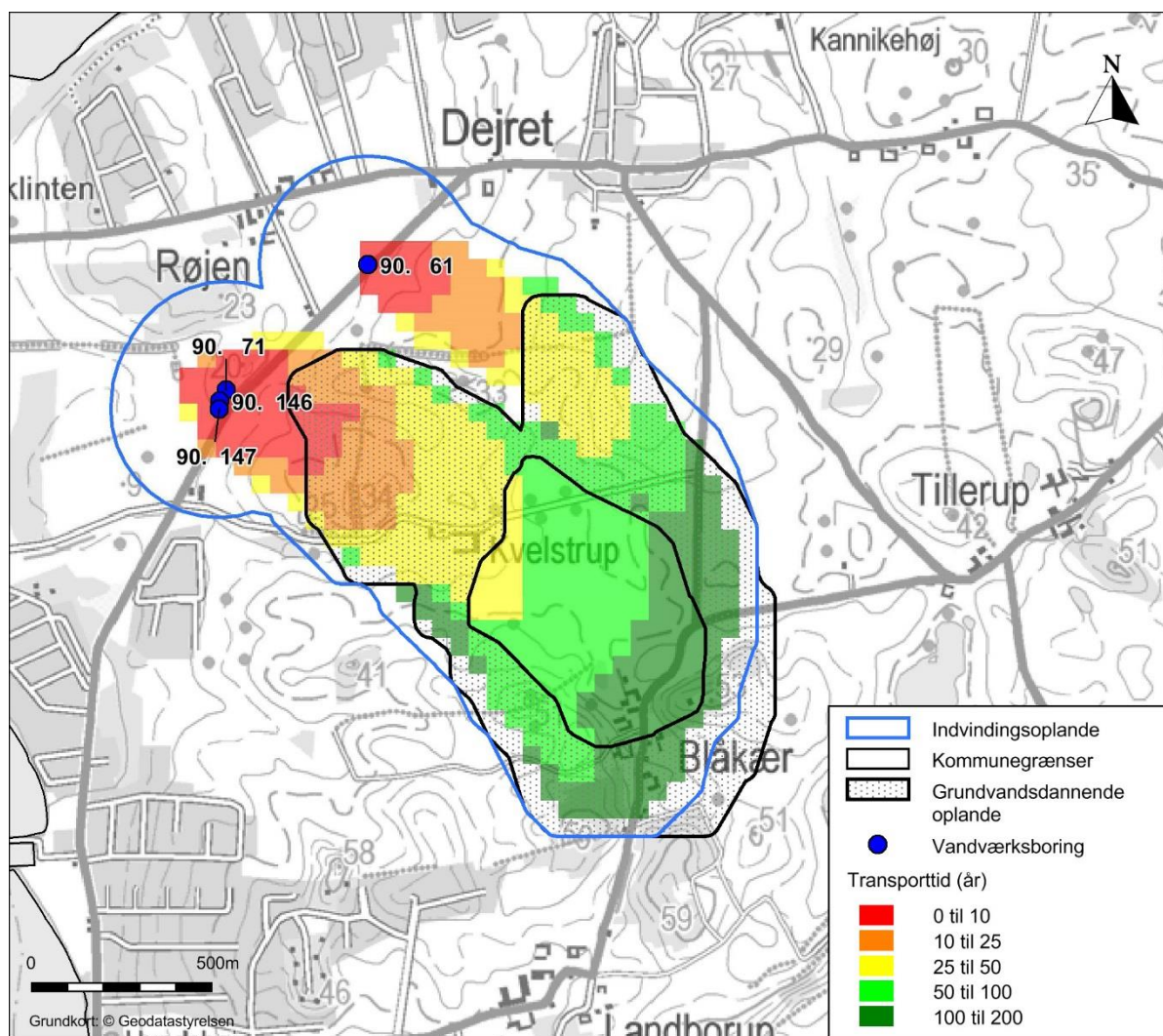


Figur 6-12 Forståelsesmodel for Skødshoved Vandværk.



Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 43.000 m<sup>3</sup>/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, indenfor hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til borerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på figur 6-12.

På figur 6-13 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen.



Figur 6-13 Indvindingsopland og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette.

### Grundvandskemi

Grundvandet i vandværkets borer er hhv. redoxvandtype C1 (DGU-nr. 90.146 og 90.71), C2 (DGU-nr. 90.147) og blandingsvand (type BCX) i DGU-nr. 90.61. Sidstnævnte skyldes et nitratindhold på 6,7 mg/l, hvilket indikerer oxideret grundvand, samt et jernindhold på 0,9 mg/l der indikerer reduceret grundvand. Blandingsvand er tegn på nitratgennembrud til den øverste del af magasinet og dermed nitratsårbart grundvand. I de øvrige tre borer er der ikke påvist nitrat over detektionsgrænsen. Generelt viser forekomsten af reduceret grundvand i forholdsvis korte borer, at jordlagene besidder en vis nitratreduktionskapacitet. Dette indikeres ligeledes af forhøjede sulfatindhold med et maksimum på 120 mg/l i DGU-nr. 90.147, der af samme årsag er klassificeret som redoxvandtype C2.

Koncentrationer af redoxparametre virker generelt uproblematisk. Vandværket har dog i de senere år jævnligt haft overskridelser af drikkevandskravet for mangan og desuden enkelte overskridelser for jern, ammonium og nitrit. Ved seneste analyse var der ingen overskridelser i afgangsvandet.

Grundvandet i DGU-nr. 90.147 har en ionbytningsgrad på 0,84 og er dermed ikke ionbyttet, i modsætning til de øvrige tre borer, hvor ionbytningsgraden er 1,28-1,50, dvs. ionbyttet grundvand, hvilket tyder på grundvandsdannelse igennem aflejringer med væsentligt lerindhold. Den atypiske ionbytningsgrad for 90.147 kan hænge sammen med det forholdsvist høje calciumindhold på 110 mg/l, der skyldes pyritoxidation. Grundvandet kloridindhold i de fire borer ligger imellem 35 og 50 mg/l og er dermed normalt for almindeligt fersk grundvand, der ikke er saltvandspåvirket.

Der er indikation på let kalkundermætning i grundvandet, og der har tidligere været detekteret aggressiv CO<sub>2</sub>. Der er dog ingen detektioner ved seneste analyse, og både grundvandet indhold af hydrogencarbonat og pH ligger inden for det normale.

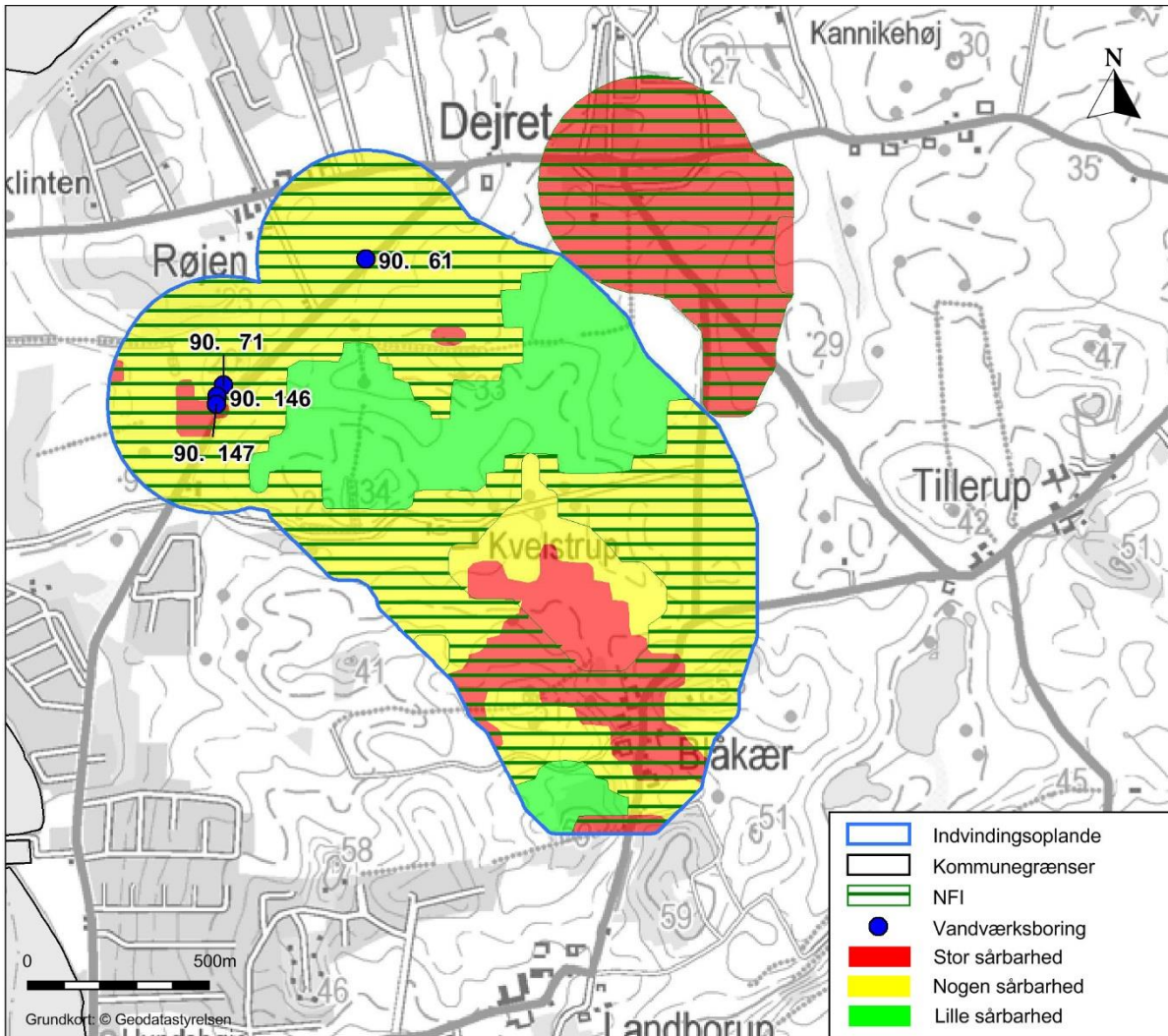
Der er ingen øvrige naturligt forekommende potentielle problemstoffer i grundvandet.

Grundvandet i borerne er flere gange blevet analyseret for pesticider og nedbrydningsprodukter samt chlorklorer, og disse er aldrig detekteret. Ligeledes er vandværkets afgangsvand flere gange analyseret for pesticider, klorerede kulbrænde forbindelser samt BTEXN uden detektioner.

Den tidlige udvikling viser en stigende tendens i boringernes sulfatindhold, hvilket er særligt tydeligt i DGU-nr. 90.71, hvor en analyse fra 1964 viser et sulfatindhold på 28 mg/l. Seneste analyse viste et sulfatindhold på 67 mg/l i selvsamme boring – en tidlig udvikling der ligeledes indikerer en tiltagende påvirkning med en yngre og overfladepåvirket grundvandstype.

### Sårbarhed

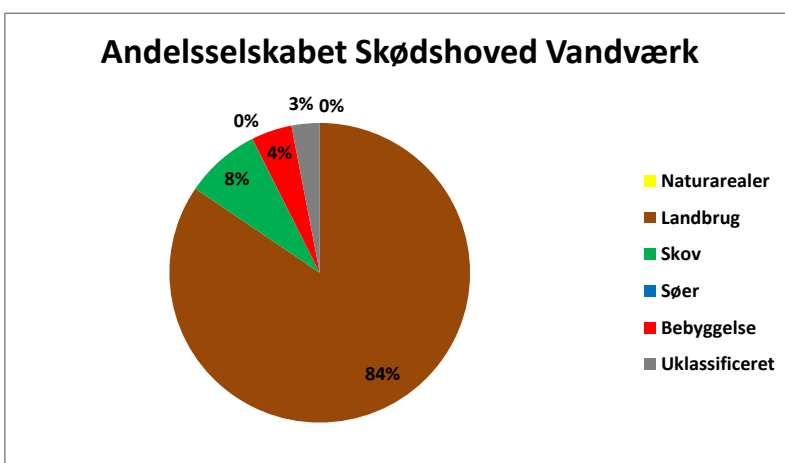
I området omkring indvindingsboring 90.61 er grundvandet nitratholdigt, ligesom tykkelsen af reduceret lerdæklag er ringe. Her er grundvandet således nitratsårbar. Herudover indikerer tykkelse af lerdæklag og redoxvandtype nogen sårbarhed i størstedelen af indvindingsoplandet, men der er dog områder med både lille og stor sårbarhed på grund af varierende lertykkelse. Der er afgrænset NFI i områder med nogen eller stor sårbarhed, hvor der samtidig **ikke** er ingen eller ringe grundvandsdannelse, se figur 6-14.



Figur 6-14 Nitratsårbarhed og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk.

### Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter uklassificeret areal (3 %), landbrug (84 %), skov (8 %) og bebyggelse (4 %), se figur 6-15.



Figur 6-15 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Skødshoved Vandværk.

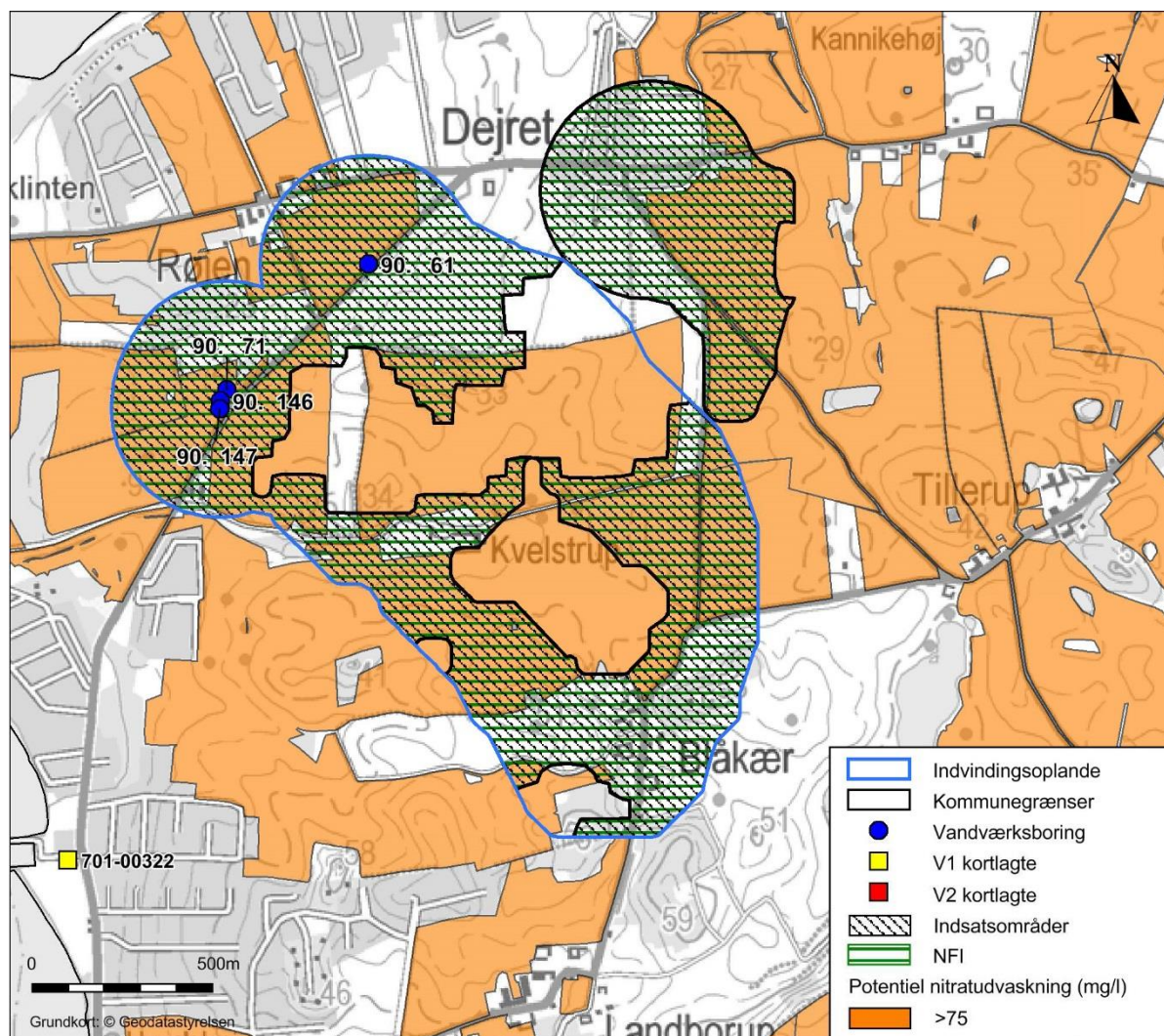


Der er ikke kortlagt forureningslokalitet inden for oplandet til vandværket.

### Nitratudvaskning og indsatsområder

På figur 6-16 ses, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l (gennemsnit 2009-2012) i og omkring indvindingsoplandet til vandværket. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 70,7 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

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



Figur 6-16 Potentiel nitratudvaskning (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Skødshoved Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder

## 6.2.6 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Skødshoved Vandværk

### Nitrat

Kortlægningen har vist, at grundvandsmagasinet KS2 i dele af indvindingsoplandet har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinet, mens grundvandet har nogen nitratsårbarhed i hovedparten af oplandet. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er



vurderet, at der er behov for en særlig beskyttelse overfor nitrat. Omfanget og arten af beskyttelsen fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

#### **Sprøjtemidler**

Der er ikke fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i hverken grundvandet eller vandværkets afgangsvand.

#### **Miljøfremmede stoffer**

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer.

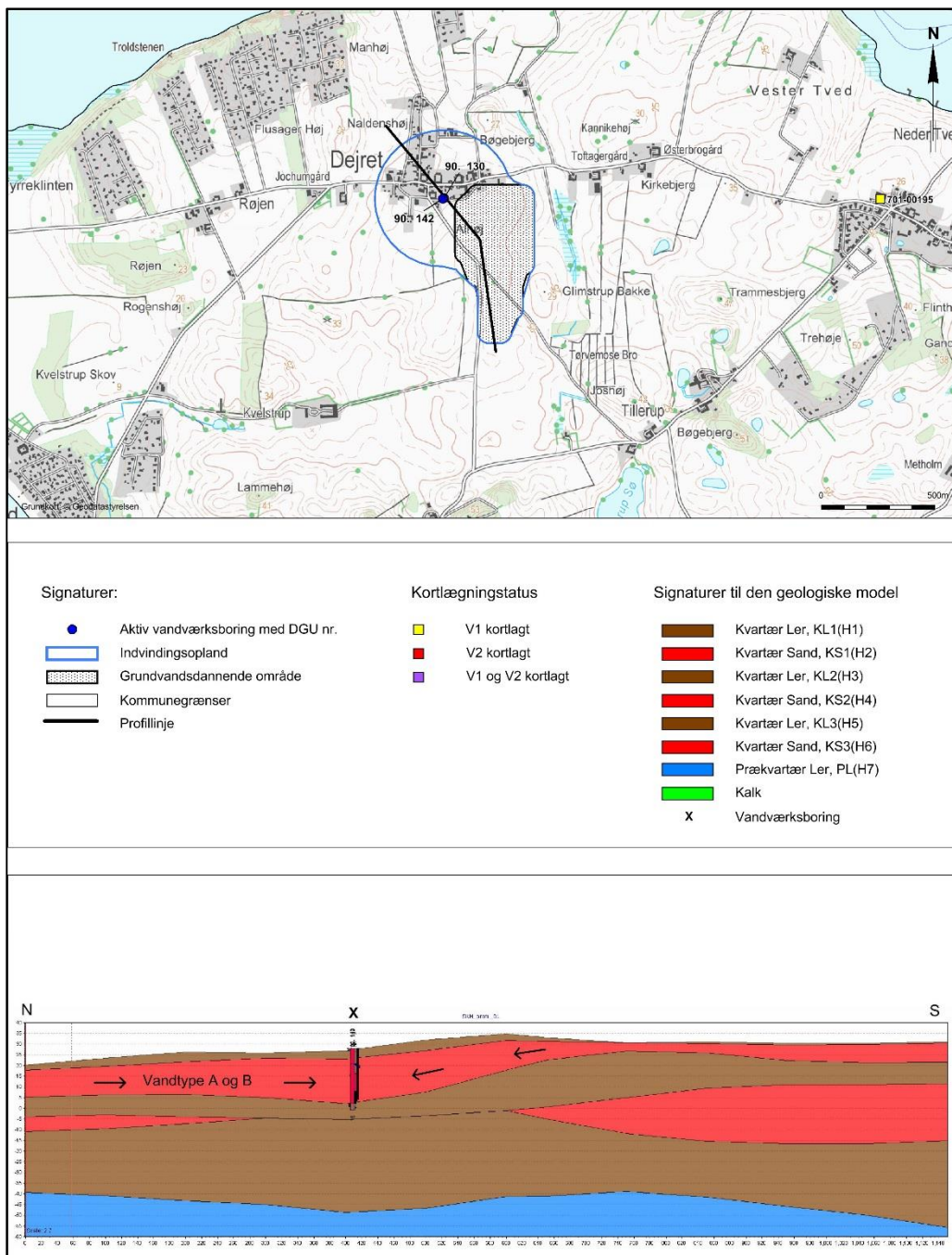
#### **Naturligt forekommende stoffer**

Der er ingen naturligt forekommende potentielle problemstoffer i grundvandet.

### 6.2.7 Sammenfattende beskrivelse ved Dejret Vandværk

Dejret Vandværk har 2 aktive indvindingsboringer, DGU-nr. 90.130 og DGU-nr. 90.142, der begge indvinder fra KS1 i 20-26 meters dybde. Magasinet er frit og uden overliggende lerlag. Data til bestemmelse af redoxgrænsen ved indvindingsboringerne er sparsomme, men da der er tale om et frit magasin uden lerdække og med oxideret grundvand, må redoxgrænsen ligge under indtagets bund 26 m u.t. I nærområdet ligger den sløjfede vandværksboring DGU-nr. 90.9, hvor der er beskrevet et lerlag fra jordoverfladen ned til 12 m u.t. De geologiske lag i nærområdet er dermed inhomogene, og lokalt forefindes der flere redoxgrænser, da der eksempelvis ved denne boring er en terrænnær redoxgrænse i 2 meters dybde, mens der herunder findes et sandmagasin med oxideret grundvand.

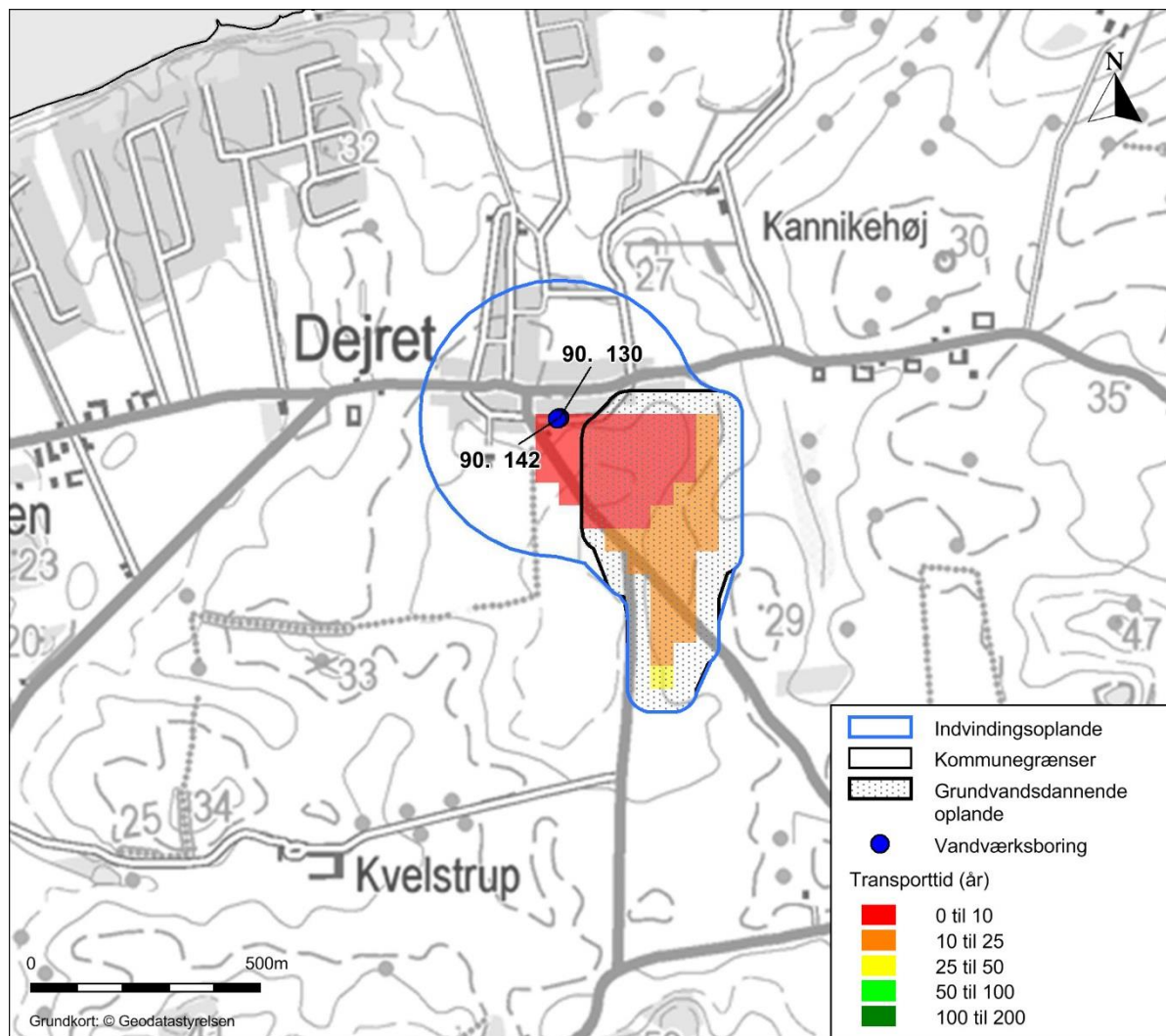
Der er på figur 6-17 optegnet et profilsnit i indvindingsoplandet til Dejret Vandværk.



Figur 6-17 Forståelsesmodel for Dejret Vandværk.

Med udgangspunkt i den tilladte indvinding på 12.000 m<sup>3</sup>/år er indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland til vandværkets borerer beregnet og optegnet. Indvindingsoplandet er den del af grundvandsmagasinet, inden for hvilket der strømmer grundvand hen mod borerne. Det grundvandsdannende opland er den del af indvindingsoplandet, hvor der strømmer vand ned i grundvandsmagasinerne og videre hen til boringerne. Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er vist på figur 6-17.

På figur 6-18 ses indvindingsoplandet og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette i en simulering i grundvandsmodellen baseret på indvindingstilladelsen.



Figur 6-18 Indvindingsopland og transporttid til indvindingsboringerne inden for dette.

### Grundvandskemi

Grundvandet i vandværkets to borerer, DGU-nr. 90.130 og 90.142, er oxideret og karakteriseret som hhv. redoxvandtype A og B. Nitratindholdet er på 16-34 mg/l, og indholdet af sulfat er forhøjet og målt til 120-140 mg/l. Grundvandet er utvivlsomt nitratsårbart, men det forhøjede sulfatindhold vidner om, at der fortsat resterer reduktionskapacitet i jordlagene.

Grundvandet i de to borerer har en ionbytningsgrad på 0,89 og 0,98 og er dermed ikke væsentligt ionbyttet. Dette hænger sammen med lagfølgen, der stort set udelukkende består af sand. Kloridindholdet er en anelse forhøjet (50-55 mg/l), grundet påvirkning fra overfladen. Der er ingen påvirkning fra dybereliggende saltvand.

Grundvandet er kalkmættet og der er som forventet ingen detektioner af aggressiv CO<sub>2</sub>.

Indholdet af kalium er højt og ligger på 12-14 mg/l, hvilket er over drikkevandskravet på 10 mg/l. Kalium kan ikke nedbringes ved normal vandbehandling, og det forhøjede indhold af kalium er dermed tilsvarende fundet i vandværkets afgangsvand ved næsten samtlige analyser. I DGU-nr. 90.142 er fosforkoncentrationen i råvandet ligeledes over grænseværdien, og der er de seneste 10 år set gentagne tilfælde af overskridelse i afgangsvandet. Dette skyldes primært, at der ikke er tilstrækkeligt med jern i råvandet, til at udfælde fosfor i tilstrækkeligt omfang ved normal vandbehandling. Med udgangspunkt i det oxiderede og nitratholdige grundvand, vurderes det, at de forhøjede indhold kalium og fosfor skyldes påvirkning fra jordoverfladen. Der er ligeledes registreret gentagne fund af coliforme bakterier, hvilket sandsynligvis ligeledes skyldes overfladepåvirkning. Ingen af disse målinger har dog inkluderet fund af fækale colibakterier.

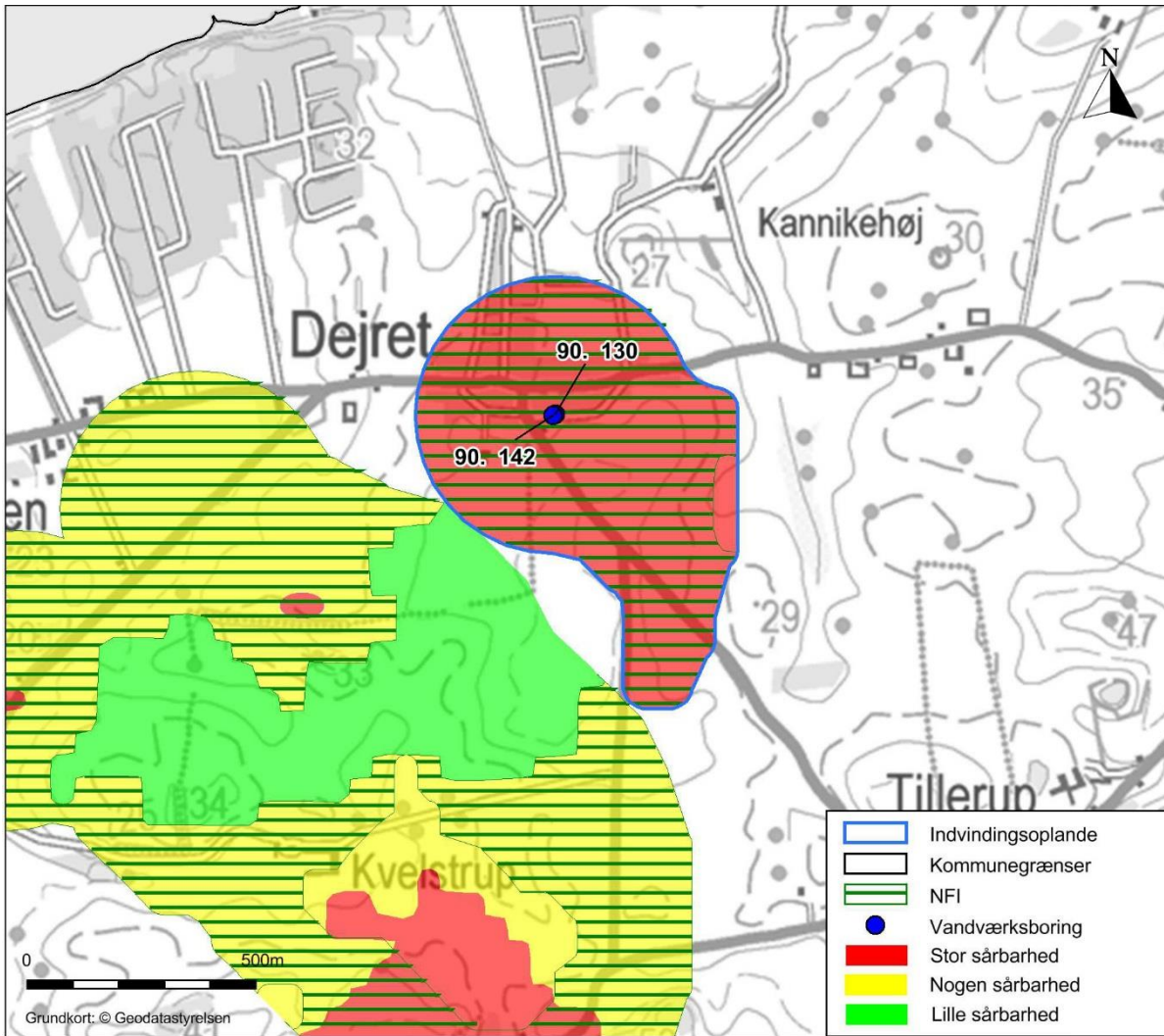
Seneste boringskontrol påviser BAM i begge vandværkets boringer. I DGU-nr. 90.130 er der fundet 0,11 µg/l ved seneste analyse i 2003 og i DGU-nr. 90.142 er der i alle analyser fra perioden 2003 til 2012 fundet BAM – senest 0,028 µg/l og ikke over drikkevandskravet (0,1 µg/l) siden 2007. BAM er tilsvarende fundet i vandværkets afgangsvand, dog ikke over drikkevandskravet siden 2005. I 2003 blev der desuden påvist 0,011-0,012 µg/l simazin i begge boringer samt i afgangsvandet (0,012 µg/l), men dette stof er ikke blevet fundet sidenhen. Ud over pesticider og nedbrydningsprodukter er afgangsvandet analyseret for klorerede kulbrinteforbindelse samt BTEXN uden detektioner.

Sulfatindholdet har været støt aftagende siden 1992, fra 180 mg/l til de 120 mg/l i 2012, og samme tendens viser forvittringsgraden der nu ligger på 1,43. Det højeste indhold af nitrat var på 27 mg/l og blevet fundet i 1997. De senere analyser viser en let aftagende koncentration, med seneste måling på 16 mg/l. Generelt indikerer den tidlige udvikling en aftagende nitratbelastning i oplandet. Koncentrationen af BAM i vandværkets afgangsvand har siden 2003 været stærkt aftagende, og er gået fra 0,11 µg/l i 2003 til 0,028 µg/l i 2012.

### **Sårbarhed**

På grundlag af det oxiderede grundvand i KS1 samt ringe og inhomogen lerdæklagstykkelse vurderes grundvandet at have stor nitratsårbarhed i hele indvindingsoplandet, og der er afgrænset NFI i det meste af området, se figur 6-19.

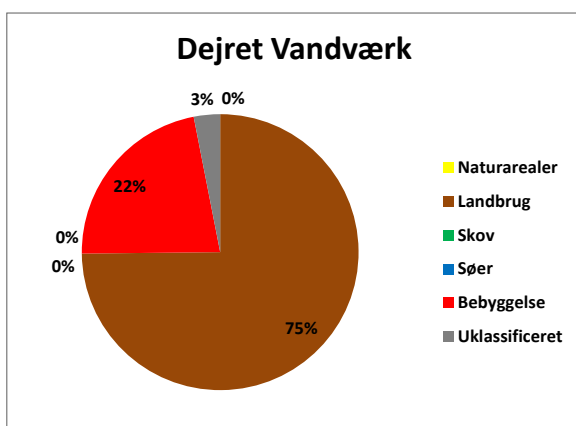




Figur 6-19 Nitratsårbarhed og nitrاتفølsomme indvindingsområder (NFI) i indvindingsoplandet til Dejret Vandværk.

### Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen inden for indvindingsoplandet omfatter uklassificeret areal (3 %), landbrug (75 %) og bebyggelse (22 %), se figur 6-20.



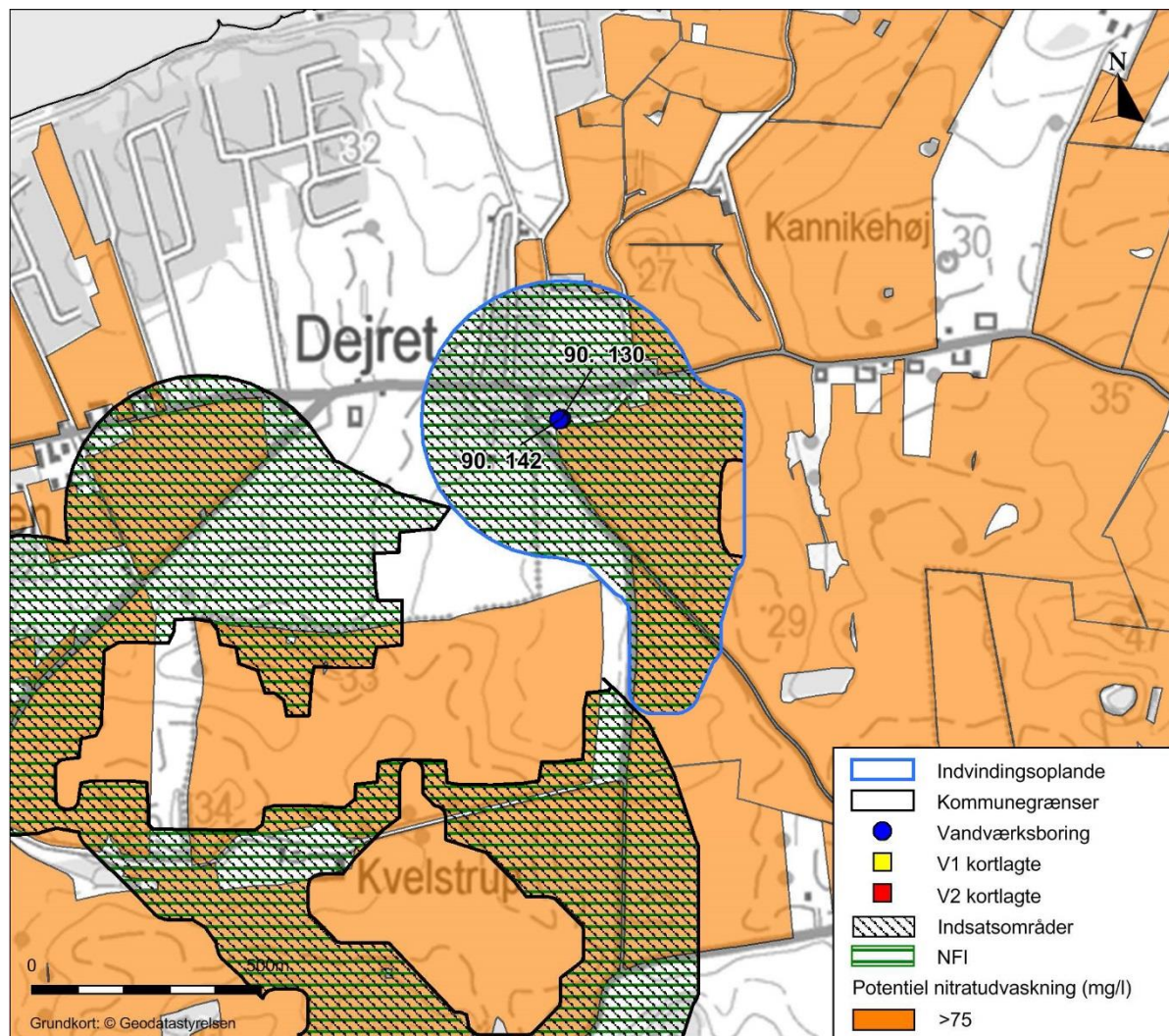
Figur 6-20 Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Dejret Vandværk.

Der er ikke kortlagt forureningslokaliteter inden for oplandet til vandværket.

### Nitratudvaskning og indsatsområder

På figur 6-21 ses, hvor den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning er større end 75 mg/l (gennemsnit for 2009-2012) i og omkring indvindingsoplandet til vandværket. Den potentielle nitratudvaskning i oplandet ligger på ca. 56,3 mg/l i gennemsnit. Der kan dog i dag være ændrede forhold, som betyder, at den potentielle udvaskning er ændret de senere år.

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



Figur 6-21 Potentiel nitratudvaskning (gennemsnit for årene 2009-2012) i oplandet til Dejret Vandværk samt afgrænsning af indsatsområder

### 6.2.8 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Dejret Vandværk

#### Nitrat

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

### **Sprøjtemidler**

Der er fundet BAM i begge vandværkets borer, og i DGU-nr. 90.130 blev drikkevandskravet overskredet med 0,11 µg/l ved seneste analyse i 2003. BAM er tilsvarende fundet i vandværkets afgangsvand, men i aftagende koncentrationer og ikke over drikkevandskravet siden 2005. I 2003 blev der påvist små mængder simazin i begge borer samt i afgangsvandet, men dette stof er ikke blevet fundet sidenhen.

### **Miljøfremmede stoffer**

Der er ikke konstateret miljøfremmede stoffer i vandværkets borer.

### **Naturligt forekommende stoffer**

Kaliumindholdet er over drikkevandskravet (10 mg/l) i begge borer (12-14 mg/l), og indholdet af fosfor (total-P) i DGU-nr. 90.142 overskrider ligeledes drikkevandskravet.

# 7. Referencer

<b>Lovgivning og vejledninger</b>	
/a/	Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 1995 ”Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser”.
/b/	Lovbekendtgørelse nr. 1199 af 30.september 2013 om lov om vandforsyning m.v., som ændret ved lov nr. 1631 af 26. december 2013 om ændring af lov om vandforsyning m.v., lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer og forskellige andre love. (Konsekvensændringer som følge af lov om vandplanlægning).
/c/	Bekendtgørelse om indsatsplaner. Bekendtgørelse nr. 1319 af 21. december 2011
/d/	Miljøstyrelsen, Nr. 3, 2000. Zonering. Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen.
/e/	Notat fra Naturstyrelsen, 2014. ”Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO”.
/f/	GEUS, Kemisk grundvandskortlægning. Geo-vejledning nr. 6, revideret udgave marts 2011.
/g/	GEUS, Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande. Geo-vejledning nr. 2, 2008.
/h/	Naturstyrelsen, Udkast til Vejledning om indsatsplaner, 2013
<b>Kortlægninger og undersøgelser</b>	
/1/	Den digitale højdemodel. Kort- og matrikelstyrelsen
/2/	GEUS Jordartskort, 1:25.000.
/3/	Smed, P., 1978. Landskabskort over Danmark.
/4/	Jørgensen & Sandersen., 2009. Kortlægning af begravede dale i Danmark.
/5/	Naturstyrelsen, GIS fil med landbrugsdata, 2009-2012. Conterra
/6/	GEUS, Vurdering af danske grundvandsmagasiners sårbarhed overfor vejsalt, 2010
/7/	Naturstyrelsen, 2014. GKO 320602 Indvindingsoplande udenfor OSD, Midtjylland. Trin 1 rapport – Syddjurs kommune. COWI. (ID 91191)
/8/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320602 Indvindingsoplande udenfor OSD, Midtjylland. Grundvandsmodel for Skødshoved. COWI. (ID 91404)
/9/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320602 Indvindingsoplande udenfor OSD, Midtjylland. Grundvandsmodel for Helgenæs. COWI. (ID 91403)
/10/	Naturstyrelsen, 2015. GKO 320602 Indvindingsoplande udenfor OSD, Midtjylland (IOLu-OSD). Trin 2 geofysikrapport - Skødshoved. COWI. (ID 91344)
/11/	Naturstyrelsen, 2015. IOLuOSD Midtjylland, Borehulslogging. COWI. (ID 91447).
/12/	Naturstyrelsen, 2014. Redegørelse for GKO Syddjurs. (ID 91281)

RapportID er nummer fra rapportdatabasen





**Redegørelse for indvindingsoplande uden for OSD**  
Syddjurs



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.nst.dk](http://www.nst.dk)