



Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

# Redegørelse for Diagonalvejen

Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2013

<b>Titel:</b>	Redegørelse for Diagonalvejen - Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2013
<b>Emneord:</b>	Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning, geologisk kortlægning, grundvandsmagasin, grundvandsbeskyttelse, grundvandskemi, nitrat, indvinding, vandværk, geofysik, potentialeforhold, strømningsretning, indvindingsopland, boringer, arealanvendelse, forureningskilde, Områder med Særlige Drikkevandsinteresser, nitratfølsomme indvindingsområder, indsatsområder med hensyn til nitrat
<b>URL:</b>	<a href="http://www.nst.dk">www.nst.dk</a>
<b>ISBN:</b>	978-87-7279-581-2
<b>Udgiver:</b>	Miljøministeriet Naturstyrelsen
<b>Udgiverkategori:</b>	Statslig
<b>År:</b>	2013
<b>Prototype</b>	Denne redegørelse er udarbejdet på grundlag af Naturstyrelsens prototype version 3. juni 2013
<b>Sprog</b>	Dansk
<b>Copyright</b>	Må citeres med kildeangivelse. Miljøministeriet, Naturstyrelsen
<b>Grundmateriale</b>	Copyright ©Geodatastyrelsen

# Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Sammenfatning</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Vandindvindingsstruktur</b> .....	<b>8</b>
3.1 Vandforsyninger og kildepladser .....	8
3.2 Andre vandindvindinger .....	9
<b>4. Grundvandsressourcen</b> .....	<b>12</b>
4.1 Gennemførte undersøgelser.....	12
4.2 Grundvandsmagasiner og dæklag .....	14
4.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold .....	14
4.2.2 Geologisk og hydrostratigrafisk model.....	18
4.2.3 Grundvandsmagasiner .....	19
4.2.4 Dæklag .....	21
4.3 Hydrologiske forhold .....	23
4.3.1 Overfladerecipienter.....	23
4.3.2 Vandbalance og potentialeforhold.....	24
4.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande .....	27
4.4 Grundvandskvalitet .....	29
4.4.1 Naturlige stoffer.....	29
4.4.2 Vandtype .....	32
4.4.3 Miljøfremmede stoffer.....	33
4.4.4 Nitratfront og nitratreduktion .....	34
4.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed.....	35
4.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen.....	37
<b>5. Arealanvendelse og forureningskilder</b> .....	<b>40</b>
5.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold .....	40
5.1.1 Byer, byvækstområder og råstofområder .....	41
5.1.2 Beskyttede naturtyper og fredninger .....	42
5.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL områder.....	43
5.2 Landbrugsforhold.....	45
5.2.1 Landbrugsbedrifter.....	45
5.2.2 Potentiel nitratudvaskning.....	46
5.3 Forureningskilder.....	48
5.3.1 Kortlagte jordforureninger.....	48
5.3.2 Øvrige forureningskilder .....	51
<b>6. Områdeudpegning</b> .....	<b>52</b>
6.1 Indvindingsoplande .....	52
6.2 Område med særlige drikkevandsinteresser.....	55
6.3 Nitratfølsomme indvindingsområder.....	56
6.4 Indsatsområder .....	59
<b>7. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger</b> .....	<b>60</b>
7.1 Problemstillinger i OSD og indvindingsoplande.....	60
7.1.1 Nitrat.....	60
7.1.2 Sprøjtemidler .....	60

7.1.3	Andre stoffer .....	60
7.1.4	Øvrige problemstillinger .....	60
7.2	Problemstillinger vedspecifikke vandværker .....	61
7.2.1	Sammenfattende beskrivelse ved Agerbæk Vandværk .....	61
7.2.2	Sammenfattende beskrivelse ved Helle Vest Vandværk .....	65
7.2.3	Sammenfattende beskrivelse ved Grimstrup Vandværk .....	67
<b>8.</b>	<b>Referencer.....</b>	<b>70</b>

# 1. Indledning

Denne redegørelse er udarbejdet af Naturstyrelsen som led i den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning i Diagonalvejen Kortlægningsområde. Redegørelsen skal danne grundlaget for Varde Kommunes og Esbjerg 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 rensning af grundvandet.

Diagonalvejen Kortlægningsområde blev sammen med en række andre kortlægningsområder oprindeligt udpeget af det tidligere Ribe Amt i Regionplan 2012 inden for Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD. OSD blev udpeget, jf. vejledningen "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser" /a/, i hele landet i Regionplan 2008.

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

I vandforsyningsloven står således, at:

§ 11: Miljøministeren kortlægger

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

§ 11 b: Miljøministeren fastsætter regler, hvorved der udpeges

- 1) områder med drikkevandsinteresser,
- 2) områder med særlige drikkevandsinteresser,
- 3) delområder inden for de områder, der er nævnt i § 11, som er særligt følsomme over for en eller flere typer af forurening (følsomme indvindingsområder) med angivelse af, hvilken eller hvilke typer af forurening de anses for følsomme over for, og
- 4) delområder inden for de følsomme indvindingsområder, jf. nr. 3, på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af vandressourcerne, hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig til sikring af drikkevandsinteresserne (indsatsområder).

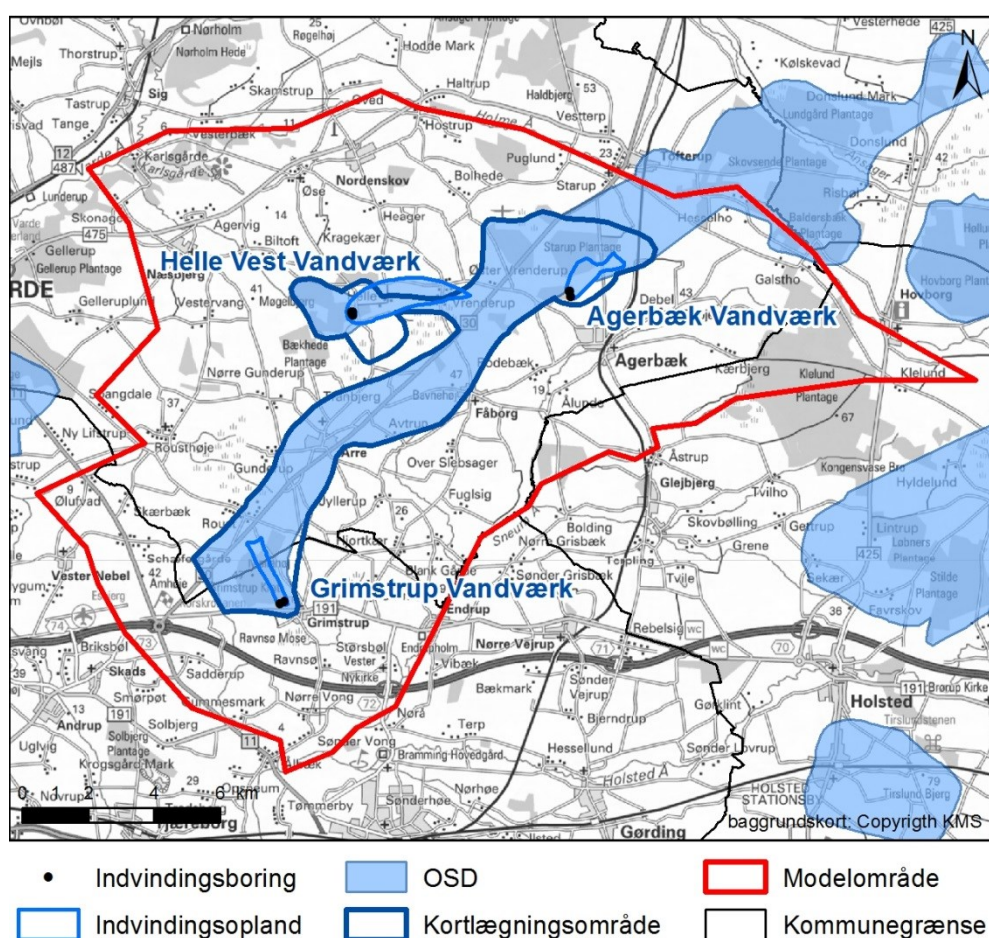
Der er derfor i perioden 2010 til 2012 lavet en række undersøgelser i Diagonalvejen Kortlægningsområde. Denne redegørelse sammenfatter resultaterne fra undersøgelserne, herunder grundvandsressourcens beliggenhed, naturlige beskyttelse, arealanvendelse og forureningskilder. Endvidere er der i denne redegørelse foretaget en revision af OSD, indvindingsoplande og nitratfølsomme indvindingsområder. Indenfor de nitratfølsomme indvindingsområder er der udpeget indsatsområder. Endelige er der opstillet en række forslag til den fremtidige grundvandsbeskyttelse og overvågning.

Områdeudpegningerne er først formelt gyldige, når de via en bekendtgørelse har været i offentlig høring og er vedtaget med hjemmel i vandforsyningsloven. Herefter skal kommunerne udarbejde en indsatsplan for indsatsområderne.

Områderne vises på Danmarks Miljøportal. Denne redegørelse bliver ikke opdateret i forhold til eventuelle ændringer som følge af høring af bekendtgørelsen.

Kortlægningsområdet er beliggende mellem Starup, Grimstrup og Varde og udgør i alt 42,7 km<sup>2</sup>, heraf udgør OSD 39,4 km<sup>2</sup>. Kortlægningsområdet består af OSD og indenfor OSD ligger Grimstrup Vandværk, Helle Vest Vandværk og Agerbæk Vandværk.

På figur 1.1 er vist OSD og indvindingsoplandene til vandværkerne, samt kortlægningsområde og modelområde. Indenfor modelområdet på 304 km<sup>2</sup> er der udført geologiske og hydrologiske modeller. På figur 1.1, og på de efterfølgende figurer i redegørelsen, vises OSD og indvindingsoplande, som de fremtræder, efter de er tilpasset kortlægningsresultaterne. Se også kapitel 4.



Figur 1.1. Kortlægningsområdets afgrænsning bestående af OSD og indvindingsoplande. På kortet er vandværkernes placering endvidere vist.

Redegørelsen er opbygget således, at kapitel 2 består af en sammenfatning af redegørelsen, som giver et hurtigt overblik over problemstillinger og indsatsforslagene i kortlægningsområdet. Kapitel 3 beskriver vandindvindingsstrukturen i området, mens kapitel 4 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over områdets geologi og grundvandsforhold i bred forstand. Kapitel 5 redegør for arealanvendelsen og foru-

reningskilderne, mens kapitel 6 omhandler de forskellige områdeudpegninger og -justeringer. Endelig er der i kapitel 7 givet en sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger i området.

Referencerne til baggrundsmaterialet, lovgivningen og de respektive vejledninger fremgår af kapitel 8. Referencerne for baggrundsmaterialet i form af de forskellige kortlægninger og undersøgelser er nummeret fortløbende med tal, mens referencerne for lovgivning og vejledninger er angivet med et bogstav.





## 2. Sammenfatning

I Diagonalvejen Kortlægningsområdet er der 3 almene vandforsyninger; Agerbæk Vandværk, Helle Vest Vandværk og Grimstrup Vandværk. De har tilladelse til at indvinde i alt 748.000 m<sup>3</sup> pr. år, men indvandt i 2012 i alt 710.122 m<sup>3</sup> pr. år. Langt hovedparten af den tilladte indvindingsmængde i området i øvrigt er givet til markvanding.

Kortlægningsområdet ligger i Esbjerg Kommune og Varde Kommune, som skal udarbejde indsatsplaner til beskyttelse af grundvand til drikkevand.

Landskabet i Diagonalvejen Kortlægningsområde består af Esbjerg Bakkeø og smeltevandsdale der afgrænser bakkeøen mod nord, øst og sydøst.

Kortlægningsområdet er opdelt i 14 lag. De øverste lag består af kvartærtidens moræneler og smeltevands-sand fra Elster Istid, Saale Istid og Weichsel Istid. Smeltevandssandet udgør de 3 grundvandsmagasiner Øvre Sandlag, Mellem Sandlag og Nedre Sandlag, adskilt af Øvre og Mellem Lerlag. Lerlagene har kun en ganske begrænset udbredelse, så de 3 sandlag har kontakt med hinanden i store områder. Grimstrup Vandværk og Agerbæk Vandværk indvinder fra smeltevandssand i Nedre Sandlag. Nedre Sandlag består også af marint sand fra Sen Elster Istid og Holstein Mellemistid. Helle Vest Vandværk indvinder fra det marine sand.

De dybereliggende lag er fra perioden miocæn. Grænsefladen mellem miocæn og kvartær kaldes prækvartæroverfladen. Lagene fra miocæn er Gram Ler, Hodde Ler, Odderup Sand, Stauning Sand, Arnum Ler, Bastrup Sand, Klintinghoved Ler, Billund Sand og Vejlefjord Ler. Som grundvandsmagasiner inddeles de i Odderup sand/Stauning Sand som Agerbæk Vandværk også indvinder fra, Bastrup Sand og Billund Sand.

Grundvandsmagasinerne Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand findes primært i den nordøstlige del af området, og har kun tynde lag i resten af kortlægningsområdet.

Lerdæklagene over Øvre, Mellem og Nedre Sandlag har en ringe udbredelse og tykkelse, så Øvre, Mellem og Nedre Sandlag danner et samlet kvartært sandlag/grundvandsmagasin, der findes i hele kortlægningsområdet.

Dæklagstykkelsen over Odderup Sand/Stauning Sand er over 30 m, undtagen nordøst for Agerbæk i modelområdet nordøstlige hjørne, hvor dæklagstykkelsen er mindre end 5 m. Bastrup Sand har dæklagstykkelser på over 30 m, undtagen i det nordøstligste hjørne ved Galstho, hvor der er mindre end 5 m dæklag. For Billund Sand er dæklagstykkelsen over 30 m.

OSD ligger langs den sydvest-nordøst gående højderyg på Esbjerg bakkeø, der også udgør et vandskel for vandløbene Holme Å mod nord og Sneum Å. Grundvandsspejlet har et potentiale toppunkt i områdets vestlige del omkring Klelund Plantage og langs Esbjerg Bakkeø sydvest-nordøst gående højderyg.

Den gennemsnitlige nettonedbør i modelområdet er 507 mm/år som også er lig med grundvandsdannelsen til Øvre Sandlag. Grundvandsdannelsen til Mellem Sandlag er på 300-600 mm/år, men langs vandløbene ses der negativ grundvandsdannelse som skyldes, at grundvandet strømmer opad til vandløbene. I Nedre Sandlag reduceres grundvandsdannelsen til 100-600 mm/år, og der sker stadig opadrettet strømning til vandløbene.

Der er ingen grundvandsdannelse til Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand i størstedelen af området, og magasinerne er her spændte med opadrettede gradienter. Undtagelsen er for Odderup Sand/Stauning Sand nordøst for Agerbæk, fra Starup Plantage til Klelund, hvor der sker stor grundvandsdannelse på 100-200 mm pr. år udenfor vandløbene. Grundvandsdannelse og gradient til Billund Sand kendes ikke.

Manglende grundvandsdannelse til de miocæne magasiner betyder, at grundvandsdannelsen ikke sker i kortlægningsområdet men andetsteds, formentlig mod øst omkring den Jyske Højderyg.

Indvindingsoplandet til Grimstrup Vandværks 2 borer strækker sig mod nordvest, og grundvandsdannelsen til borerne sker i den nordlige 2/3 af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra Nedre Sandlag. Det

nye indvindingsopland ligger med retning sydøst-nordvest, modsat det gamle opland der havde retning syd-nord.

Indvindingsoplandet til Helle Vest Vandværks 4 boringer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til boringerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Det nye indvindingsopland ligger med retning sydvest-nordøst, modsat det gamle opland der havde retning sydøst-nordvest.

Indvindingsoplandet til Agerbæk Vandværks 3 boringer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til boringerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Det nye indvindingsopland ligger nordligere end det gamle opland.

Vandet der indvindes fra Nedre Sandlag er formodentlig 100-300 år gammelt, hvilket er ældre vand. Vandet, der indvindes fra Odderup Sand/Stauning Sand er formodentlig over 1.000 år gammelt.

I Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er der forhøjede koncentrationer af nitrat i området Grimstrup-Fåborg-Agerbæk og Helle, dvs. hele OSD. I 5 analyser er der nitrat over grænseværdien for drikkevandskvalitet med den højeste værdi på 71 mg/l i 3 boringer. I boringer med filter i Nedre Sandlag ses stigende indhold af nitrat og sulfat. For Helle Vest Vandværks boring i Sen Elster-Holstein marint sand er indholdet af nitrat, på nær en enkelt analyse, under 1 mg/l. Der ses et svagt stigende indhold af sulfat som tegn på pyritoxidation med nitrat.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand er nitratfrie med et stabilt indhold under 1 mg/l, men et forhøjet og stigende indhold af sulfat, da nitratfronten har nået toppen af de miocæne aflejringer, hvorved pyrit oxideres.

Nitratsårbarheden for Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er stor overalt på grund af ringe dæklag, opbrugt reduktionskapacitet og stærkt oxideret vandtype A. Magasinerne er forurenet med nitrat og der ses en stigende tendens til nitratforurening. Dog har Nedre Sandlag ved Helle Vest Vandværk en svagt reduceret vandtype C, der viser at de dele af Nedre Sandlag med marint sand ikke er nitratsårbart.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand har generelt ingen nitratsårbarhed på grund af de store dæklagstykkelser og vandtype D. Hvor der er ringe dæklag over Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand er der forhøjet sulfat som følge af, at nitrat nedbryder mineralet pyrit. Der er dog ikke tegn på nitrat i grundvandet, da et højt indhold af organisk materiale og pyrit nedbryder nitrat. Dog vil de ringe dæklag betyde, at disse områder har nogen nitratsårbarhed, da nitratfronten kan vandre nedad både ved øget nitratudvaskning fra jordoverfladen og ved at det overliggende nitratholdige vand trækkes ned ved øget indvinding i Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand.

Nitratfronten ligger enten ved toppen af Nedre Lerlag og Gram Ler/Hodde Ler, eller i toppen af Odderup Sand/Stauning Sand samt Bastrup Sand, hvor disse udgør kontakten til Nedre Sandlag.

Øvre, Mellem og Nedre Sandlag har stærkt forvitret grundvand. Ved Agerbæk Vandværk ses meget høje forvitningsgrader, hvilket skyldes fremskredne forsurningsprocesser hvor aluminium og nikkel frigives til grundvandet. Dette giver overskridelser af grænseværdien for aggressiv kuldioxid i drikkevandet. De høje forvitningsgrader viser, at der sker forsuring og derfor er magasinerne sårbare overfor nitratudvaskning.

Både ved Agerbæk og Grimstrup vandværker er grundvandet i de kvartære sandmagasiner forsuret, så vandværkerne må justere rentvandets pH, inden det sendes ud til forbrugerne.

Ved Helle Vest Vandværks kildeplads ses ingen tegn på forsuring af grundvandet i de marine sedimenter.

I Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand, Klintinghoved Sand og Billund Sand er der meget lave forvitningsgrader.

Der er analyseret for pesticider i 19 boringer. I alt er der fundet pesticider over detektionsgrænsen i 5 boringer og heraf over grænseværdien i 2 boringer. De fundne stoffer er atrazin og nedbrydningsprodukter, BAM og Hexazinon. Det er totalukrudtsmidler der bl.a. blev anvendt i juletræskulturer og ved majsdyrkning.

Af andre miljøfremmede stoffer er der fundet MTBE i det nu nedlagte Fåborg Vandværks boring. MTBE har siden 1985 været tilsat benzin i stedet for bly.

Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) er tilrettet, så de gamle indvindingsoplande til Agerbæk Vandværk og Helle Vest Vandværk udgår, mens de nye indvindingsoplande til de to vandværker inddrages i OSD. Desuden er der sket en sammenbinding af OSD mellem Baldersbæk og Diagonalvejen kortlægningsområder.

Hele det justerede OSD udpeges som nitratfølsomt indvindingsområde (NFI), da Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er nitratfølsomme og nitratforurenede og Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand nordøst for Agerbæk er nitratfølsomt på grund af ringe geologisk beskyttelse over for nitrat. Derfor udgør indsatsområder 76 % af NFI.

## 3. Vandindvindingsstruktur

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

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

### 3.1 Vandforsyninger og kildepladser

Der er i kortlægningsområdet i 2012 tilladt en samlet vandindvinding på 15 mio. m<sup>3</sup>. Der blev i 2012 indvundet i alt 710.122 m<sup>3</sup> til de almene vandforsyninger. De almene vandforsyninger havde tilsammen tilladelse til at indvinde 748.000 m<sup>3</sup> pr. år.

I kortlægningsområdet er der 3 almene vandforsyninger; Agerbæk Vandværk, Helle Vest Vandværk og Grimstrup Vandværk. Den tilladte indvindingsmængde og den aktuelle indvinding i 2010 for hver vandforsyning fremgår af tabel 3.1.

Vandforsyning/kildeplads	Aktive borerer (DGU nr.)	Tilladt indvinding (m <sup>3</sup> pr. år)	Indvinding i 2012 (m <sup>3</sup> )
Agerbæk Vandværk	122.1167 122.1325 122.1379	131.000	121.368
Helle Vest Vandværk	122.865 122.1211 122.1444 122.1445	567.000	557.285
Grimstrup Vandværk	122.878 122.1182	50.000	31.469
<b>I alt</b>		<b>748.000</b>	<b>710.122</b>

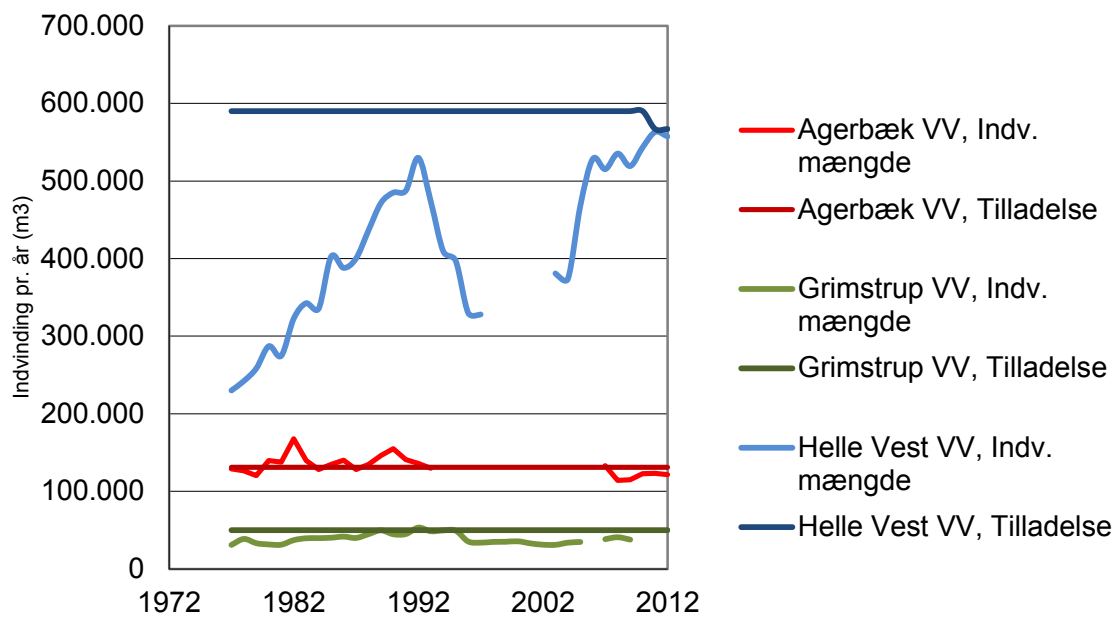
Figur 3.1 Vandværkernes tilladte og aktuelle indvinding.

Udviklingen i de almene vandforsyningers indvinding de sidste 35 år er vist på figur 3.2. Agerbæk Vandværk har siden 1977 haft en svingende indvinding men med størst indvinding i 1982 samt 1990 hvorefter der sker en stabilisering samt et fald frem mod 2012.

På Helle Vest Vandværk var der ligeledes fra 1977 til 1992 en stigning i vandforbruget, efterfulgt af et fald til 1997. Dernæst en kraftig stigning.

På Grimstrup Vandværk har der fra 1977 til 1992 været en stigning i vandforbruget, hvorefter der er sket et fald indtil 1996 og derefter en stabilisering. Fra 2003 sker der en lille stigning i vandforbruget.

Det svarer til den landsdækkende tendens med en stigning indtil slutningen af 1980'erne og starten af 1990'erne, hvor faldet indtræder efter indførelse af vandmålere hos forbrugerne, grønne afgifter og vandsparekampagner.



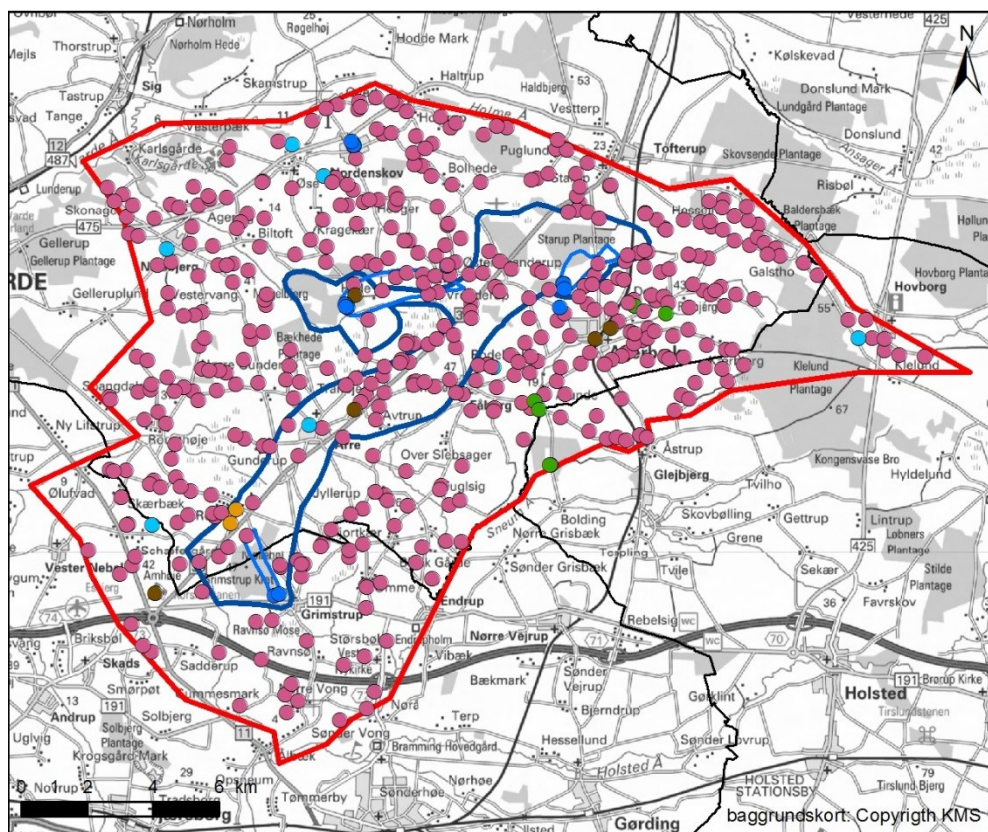
Figur 3.2 Tilladt indvindingsmængde samt årlige indvindingsmængder for de almene vandforsyninger.

### 3.2 Andre vandindvindinger

Ud over indvinding af grundvand til almene vandforsyninger, er der i kortlægningsområdet indvinding af vand til dambrug, markvanding og privat vandforsyning. Beliggenhed af indvindingsanlæggene er vist på figur 3.3. Oplysningerne stammer fra Jupiter databasen samt supplerende oplysninger fra Esbjerg og Varde kommuner.

I området er der 486 markvandingsboringer med en samlet tilladt indvinding på ca. 12,8 mio. m<sup>3</sup> pr. år. Markvandingsboringerne ligger jævnt fordelt i kortlægningsområdet.

Indvindingstilladelser og en maksimal årlig indvinding for områdets 5 dambrug ses på figur 3.3, og den samlede maksimale indvinding fra disse er på 349.000 m<sup>3</sup> pr. år. Indvinding til dambrug ligger ved Fåborg og Agerbæk



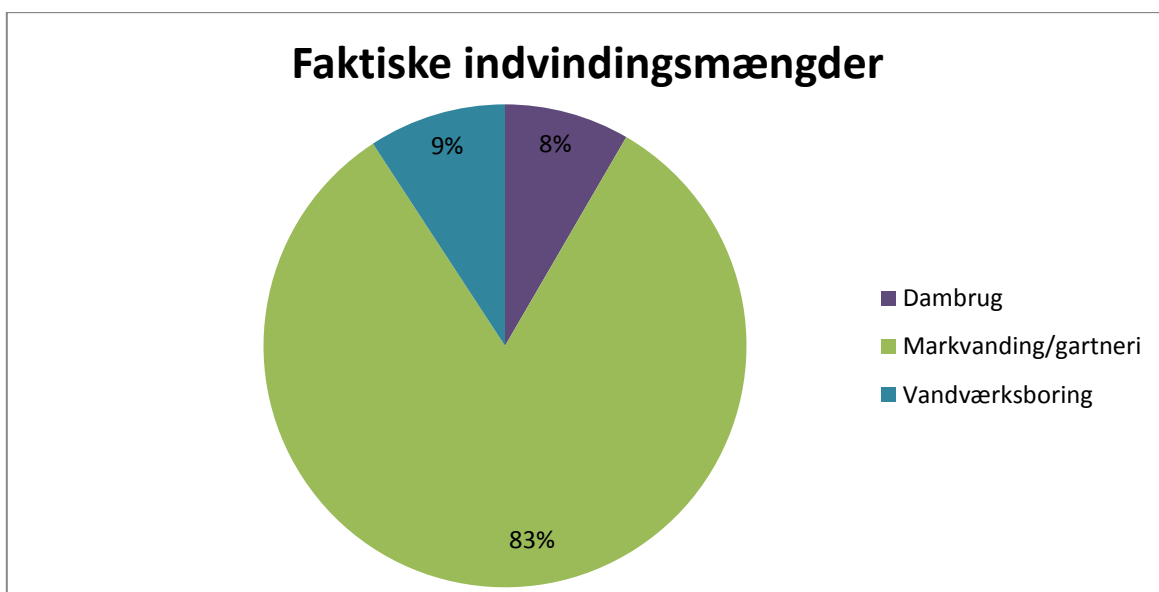
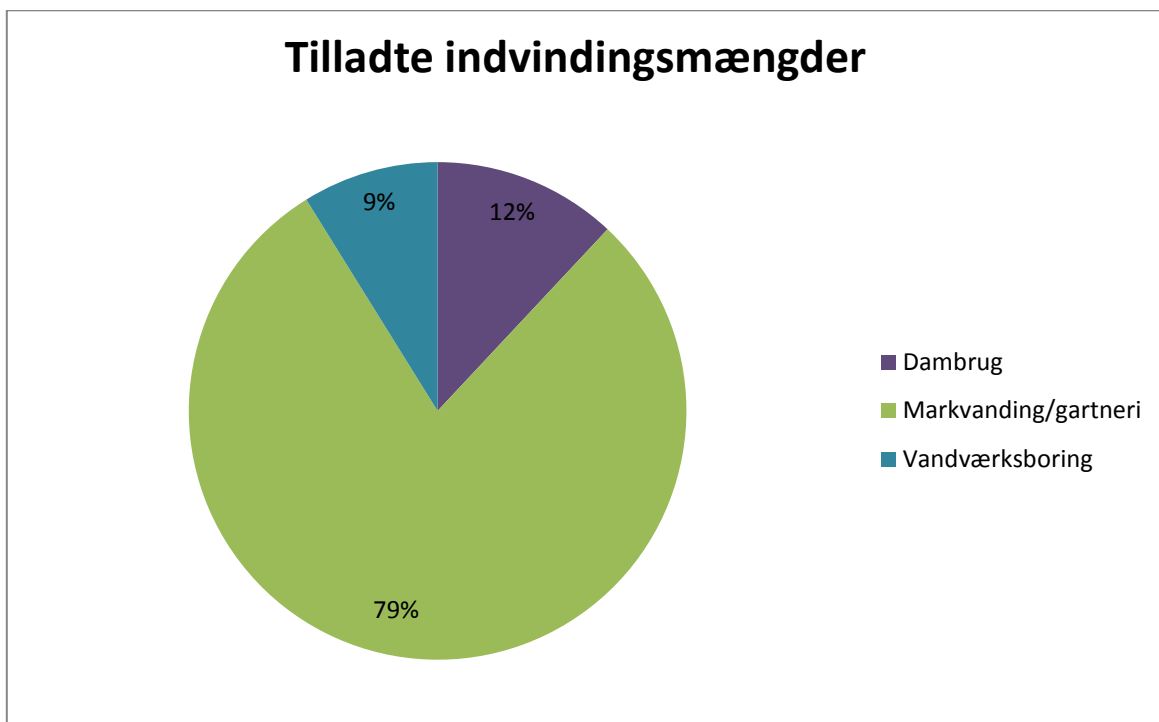
- Indvindingstilladelser**
- Andre/ikke oplyst
  - VD - Dambrug
  - VI - Industri
  - VM - Markvanding/gartneri
  - V - Vandforsyningsboring
  - VV - Vandværksboring
  - Indvindingsopland
  - Kortlægningsområde
  - Modelområde
  - Kommunegrænse

Figur 3.3 Beliggenhed af indvindingsanlæg i Diagonalvejen Kortlægningsområde.

Anlæg	Aktiv boring (DGU nr.)	Tilladt indvinding	Maksimal årlig indvinding (m <sup>3</sup> pr. år)	Bemærkning
Åstrup Dambrug	122.1265	350.000	219.000	
Debel Fiskeri	122. 1234	162.000	35.000	
Agerbæk Dambrug II	122. 1277	260.000	95.000	
Møllevej 42, Fåborg, Dambrug	122. 847	220.000	0	Artesisk boring, der løber direkte til vandløb
Glejbjerg -Vester Åstrup Dambrug	122. 875	500.000	0	Tilladelse udløbet

Figur 3.4 Tilladt indvindingsmængde og maksimal årlig indvinding for de 5 dambrug i Diagonalvejen Kortlægningsområde.

Fordelingen af den tilladte og faktiske indvinding fordelt på de enkelte indvindingstyper er vist på figur 3.5.



Figur 3.5 Fordelingen af den tilladte og den faktisk indvundne vandmængde mellem de forskellige indvindingsstyper.

Langt hovedparten af den tilladte indvindingsmængde er givet til markvanding, 79 % eller 12,8 millioner m<sup>3</sup> pr. år, mens den tilladte indvinding til vandforsyning kun udgør 9 %. Den tilladte indvinding til dambrug udgør 12 %. Af den faktiske indvinding i 2012 udgjorde indvindingen til vandværkerne 9 %, mens indvindingen til markvanding udgjorde 83 % og indvinding til dambrug 8 %, da dambrugstilladelserne ikke blev udnyttet fuldt ud.

Udover ovennævnte indvindingsanlæg er der i kortlægningssområdet indvinding af overfladevand fra søer og vandløb.

## 4. Grundvandsressourcen

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

- Grundvandsmagasiner og dæklag
- Hydrologiske forhold
- Grundvandskvalitet

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

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

### 4.1 Gennemførte undersøgelser

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

[www.GEUS.dk](http://www.GEUS.dk) (fanebladet "Digitale data og kort" og efterfølgende valg af "Database med grundvandsrapporter").

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

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

#### Geofysiske kortlægninger

Inden for modelområdet er der udført MEP og seismik, der er flade- og linjedækkende geofysiske undersøgelser. Flade- og linjemålinger giver fordelingen af sand, ler og kalk. Seismik giver en idé om de dybere strukturers forløb, f.eks. hvilke dybereliggende grundvandsmagasiner fra perioden miocæn der findes i området.

I boring DGU nr. 122.1823 i Starup plantage er der udført geofysisk logging for på en mere direkte måde at bestemme lagfølge, lagenes materialer og grundvandsforhold. Geofysisk logging bruges også til at se hvor filtrene til vandprøvetagning bedst sættes. Der er udført naturlig gammalog, resistivitetslog, induktionslog, fluid-resistivitetslog og temperaturlog.

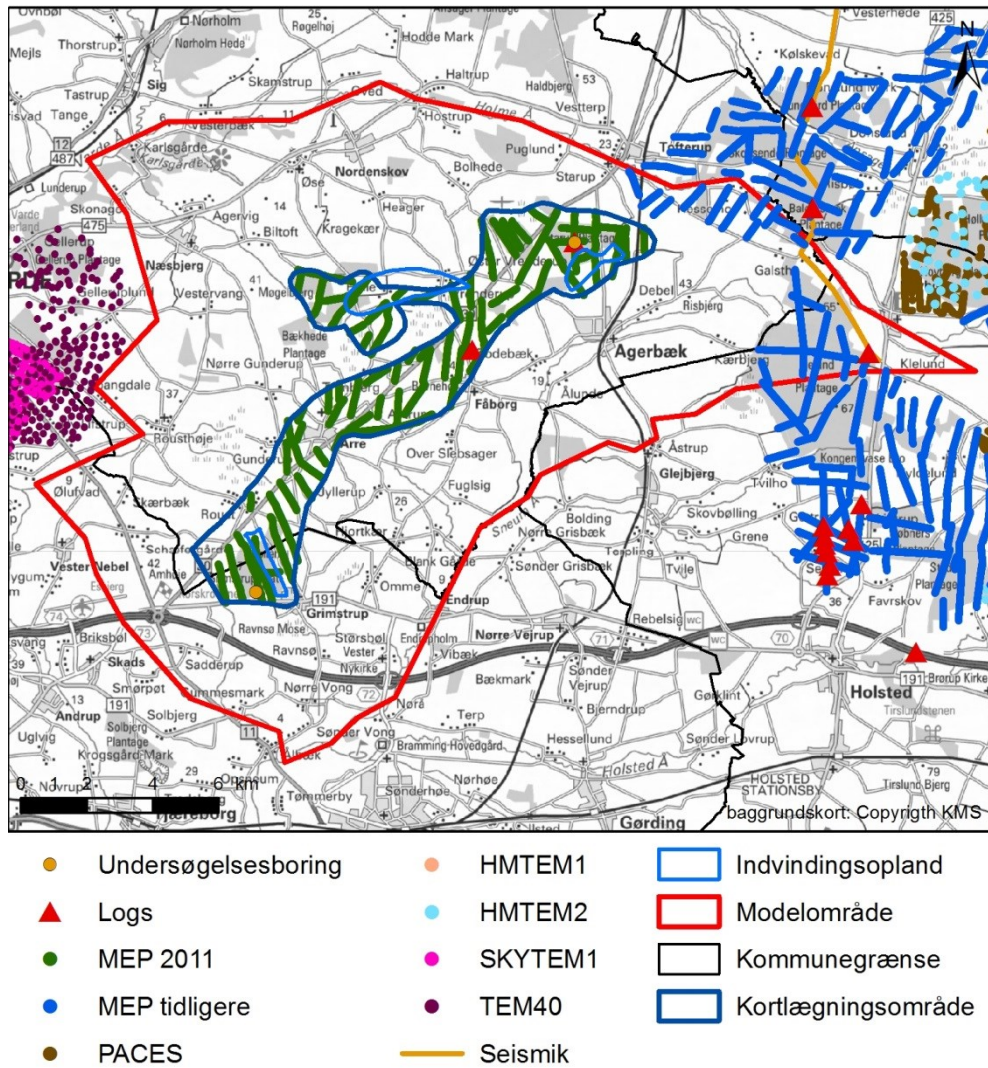
#### Undersøgelserboring

I Starup Plantage er der udført en boring DGU nr. 122.1823, se figur 4.1, i forbindelse med grundvandskortlægningen. Boringen giver viden om lagenes materialer, aldersfordeling og vandkemi. Boringen er 225 m dyb og der er sat 6 filtre i forskellige grundvandsmagasiner, hvorfra der er udtaget vandprøver. Desuden er der lavet 9 sedimentanalyser fra 6 jordlag i boringen, for at kunne bestemme jordens evne til at nedbryde nitrat, og der er foretaget prøvepumpning i 3 filtre.

Boring DGU nr. 122.1822 blev udført i Grimstrup Krat vest for Grimstrup. Boringen er 76 m dyb og blev ikke filtersat, da der ikke som forventet blev truffet dybereliggende magasiner under moræneler.

Boring 122.1823 er bevaret til eventuel senere overvågning af indsatsplanens virkning.





Figur 4.1 Oversigt over de geofysiske undersøgelser og borer, der er lavet i forbindelse med Naturstyrelsens kortlægning.

### Geologiske modeller

Som en del af kortlægningen er der blevet opstillet en geologisk model for hele kortlægningsområdet Diagonalvejen.

Opstilling af de geologiske modeller består af følgende trin:

- Geologisk forståelsesmodel: Tolkning af eksisterende viden
- Hydrostratigrafisk model: Den rumlige geologiske model omsat til 3D-model med gennemgående, vandførende og vandstandsende lag

Formålet med at opstille geologiske modeller er:

- At afgrænse grundvandsmagasiner, områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og dæklag over magasinerne
- Grundlag for strømningsmodel og hydro-geokemisk model
- Forståelse og tolkning af den geologiske historie og opbygning i området
- Afdækning af datasvage områder
- Datastrukturering og -opbevaring herunder opdatering af landsdækkende DK-model

### Hydrologisk strømningmodel

På baggrund af den hydrostratigrafiske model er der opstillet en hydrologisk model i værktøjet GMS Modflow. Nyindsamlede data til modellen er en synkronpejlerunde. Desuden er de nyudførte boringer pejlet.

Formålet med modellen er at bestemme:

- Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande
- Grundvandsdannelsen og udstrømningsområder i hele kortlægningsområdet
- Opad- og nedadrettede gradienter mellem jordoverfladen og grundvandsmagasiner og mellem de enkelte grundvandsmagasiner
- Vandbalancen samt strømnings- og potentialeforhold i det enkelte grundvandsmagasin
- Afstrømning i vandløbene
- Estimering af transporttiden fra de grundvandsdannende områder til vandværkernes indvindingsboringer (grundvandets alder)
- Indvindingsopland til indvinding på en fremtidig kildeplads
- Konsekvenserne af mindre eller større nettonedbør (klimascenarier)

Modellen er opstillet i et 100 meter grid og der er udført detailanalyser og scenarieberegninger.

### Vandkemiske analyser

I kortlægningsområdet er der udtaget kemianalyser i de 2 nye boringers filtre. Der er foretaget en udredning af de grundvands- og sedimentkemiske processer, problemstoffer og sårbarheder. Udredningen skal:

- Afgrænse nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO)
- Identificere naturligt forekommende og miljøfremmede stoffer, der er årsag til forurening af grundvandet, samt udvikling i forureningen

## 4.2 Grundvandsmagasiner og dæklag

Et af de væsentligste resultater fra den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning er afgrænsningen af grundvandsmagasinerne og deres dæklag. Vurderingerne bygger i høj grad på den hydrostratigrafiske model, der er opstillet for Baldersbæk Kortlægningsområdet i 2012/15/.

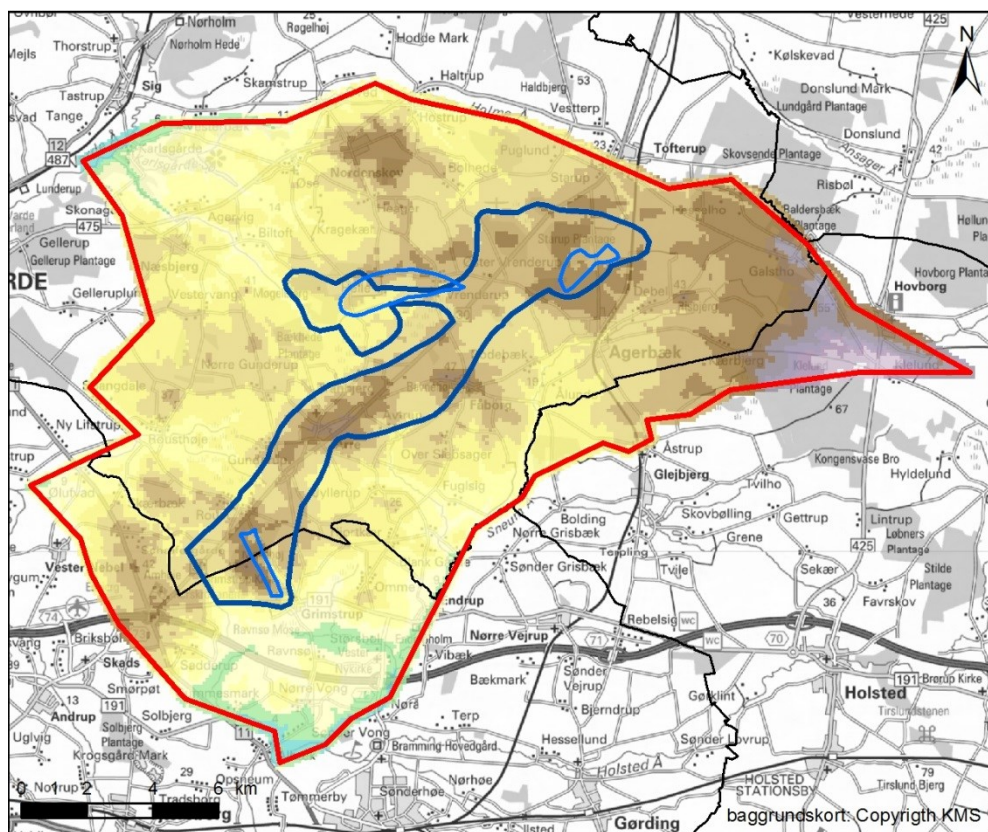
### 4.2.1 Geologiske og landskabsmæssige forhold

De geologiske aflejringer og jordlagene er kortlægningsområdets grundvandsmagasiner og beskyttende dæklag. Derfor er kendskab til aflejringerne fordelingen vigtig for de hydrologiske strømningmønstre, for 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 lagernes dannelseshistorie, da det kan forklare hydrologiske og vandkemiske problemstillinger. Ligeledes er forståelsen af de dybereliggende strukturer i aflejringerne væsentlig, da disse i høj grad har medvirket til udformningen af grundvandsmagasiner og dæklag.

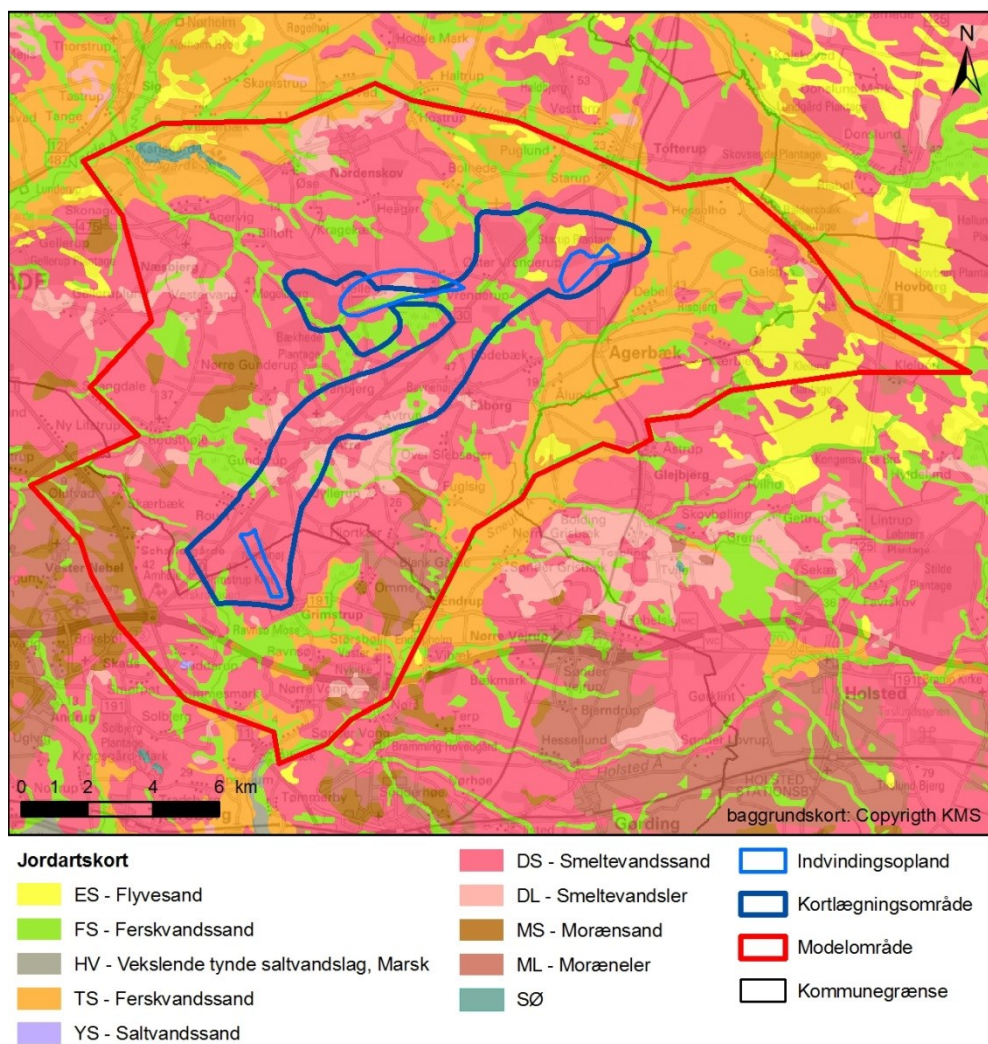
### Landskabet og de terrænnære jordlag

På figur 4.2 ses, at kortlægningsområdet ligger langs en bakkeryg på Esbjerg Bakkeø i kote 30-50 m. Mod nord, øst og sydøst er et fladt område i den centrale og sydlige del af kortlægningsområdet.



Figur 4.2 Højderelief ved Diagonalvejen Kortlægningsområde /1/.

På figur 4.3 ses de terrænnære jordlag, som de er tolket af GEUS /2/. Den øverste meter er domineret af sandede sedimenter med smeltevandssand på bakkeøerne og sand fra slutningen af sidste istid på sletten imellem. Langs ådalene er der sand aflejret af åerne efter istiden. Kun centralt i kortlægningsområdet ses et større område med smeltevandsler.

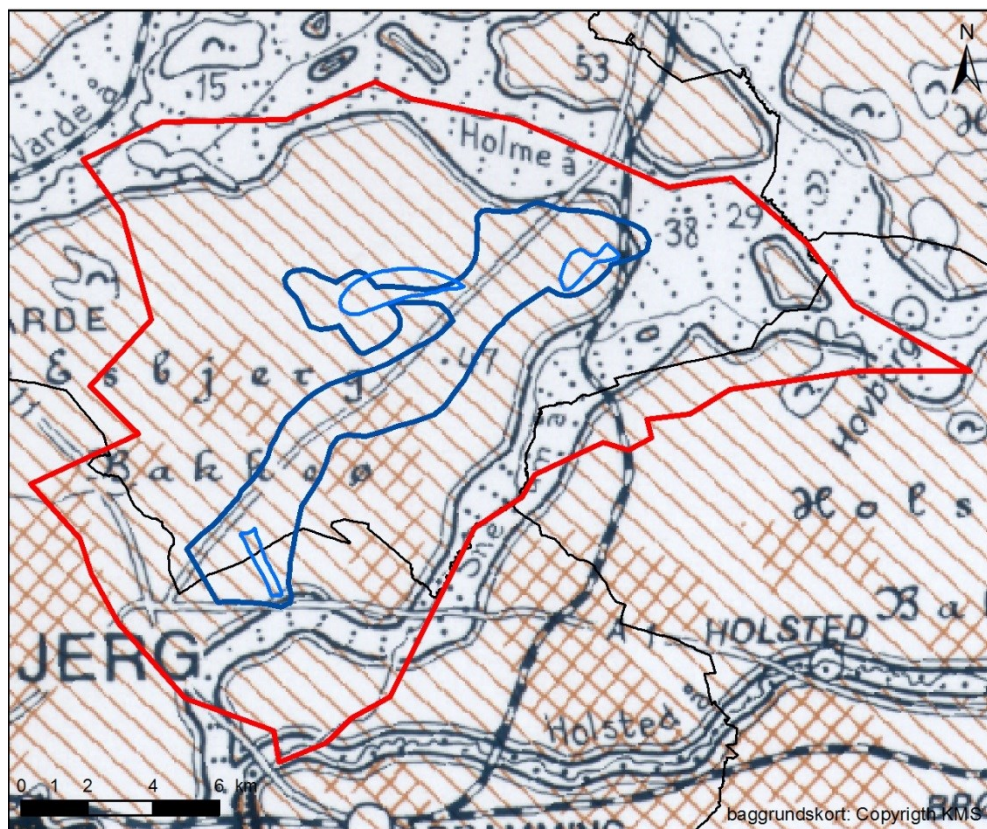


Figur 4.3 Jordartskort 1:200.000 for Diagonalvejen Kortlægningsområde /2/.

Kortlægningsområdets nuværende landskab er dannet under de to sidste istider. Da Esbjerg Bakkeø er fra næstsidste istid, Saale og smeltevandssalene der afgrænser bakkeøen mod nord, øst og sydøst er fra sidste istid, Weichsel. Smeltevandssalene blev dannet af smeltevand, der løb ud over området mellem bakkeøerne fra den jyske højderyg øst for hovedstilstandslinjen, hvor gletsjeren nåede til.

De nævnte landskabselementer er vist på figur 4.4, der er et udsnit af Per Smeds "Landskabskort over Danmark" /3/.

At Esbjerg Bakkeø, hvor vandværkerne ligger, ikke har været dækket af gletsjere siden Saale Istid for 130.000 år siden betyder, at jordlagene har været udsat for forvitring og udvaskning af kalk samt udsat for ilt i dette lange tidsrum.



- |  |   |                    |
|--|---|--------------------|
| Morænelandskab fra sidste istid, overvejende lerbund<br>Moraine landscapes from Weichsel glaciation, mainly with clayey soil | Lavtliggende isø (ledæmnet sø) eller lignende søebassin<br>Ice-lake basin or similar lake basin   | Indvindingsopland  |
| Morænelandskab fra sidste istid, overvejende sandbund<br>Moraine landscapes from Weichsel glaciation, mainly with sandy soil | Hævet havbund fra ishav, der opstod i tilknytning til isens afsmeltning fra Nordjylland (= Yoldiaflade)<br>Marine plain formed in Yoldia transgression period, in connection with ice retreat from northern Jutland | Kortlægningsområde |
| Randmorænelandskab<br>Ice marginal hills   | Marint forland dannet siden stenalderen (6000 f.K.)<br>Marine foreland built up since Atlantic transgression (6000 B.C.)  | Modelområde        |
| Landskab med dedisrelief<br>Landscape, hummocky or pitted due to dead-ice formation  | »Yoldiahavets« kystlinje<br>»Yoldia« transgression shoreline  | Kommuneegrænse     |
| Visse andre særligt fremtrædende bakkepartier<br>Some conspicuous hills of different origin                                  | Stenalderhavets kystlinje<br>Atlantic transgression shoreline   |                    |
| Hedeslette (sandur). Prikkerkerne er skematiske højdekurver<br>Outwash plain (sandur). Rows of dots mark schematic contours  | Kunstigt tørlagt areal<br>Reclaimed area  |                    |
| Ekstramarginal smeltevandsfloddal<br>Extramarginal stream valley   | Kiltandskab<br>Dune landscape   |                    |
| Smeltevandsflodterrasse<br>Meltwater stream terrace  | Kystklint<br>Sea cliff  |                    |
| »Tunneldal«<br>»Tunnel valley«   |   |                    |

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

### Prækvartæret

De prækvartære lag, der har betydning for grundvandet, er fra perioden miocæn. Derover følger de yngre lag fra perioden kvartær, der består af aflejringer fra istider og mellemistider. Grænsefladen mellem miocæn og kvartær kaldes prækvartæroverfladen.

Lagene fra perioden miocæn, se figur 4.6, har en vekslen mellem kvartssand, glimmersand og glimmerler afsat under en vekslen mellem stigende og faldende havniveau for 20-10 millioner år siden. Lagene er således gammel kyst eller havbund. Lagene fra miocæn kaldes Gram Ler, Hodde Ler, Odderup Sand, Stauning Sand, Arnum Ler, Bastrup Sand, Klintinghoved Ler, Billund Sand, Vejlelfjord Ler og Brejning Ler.

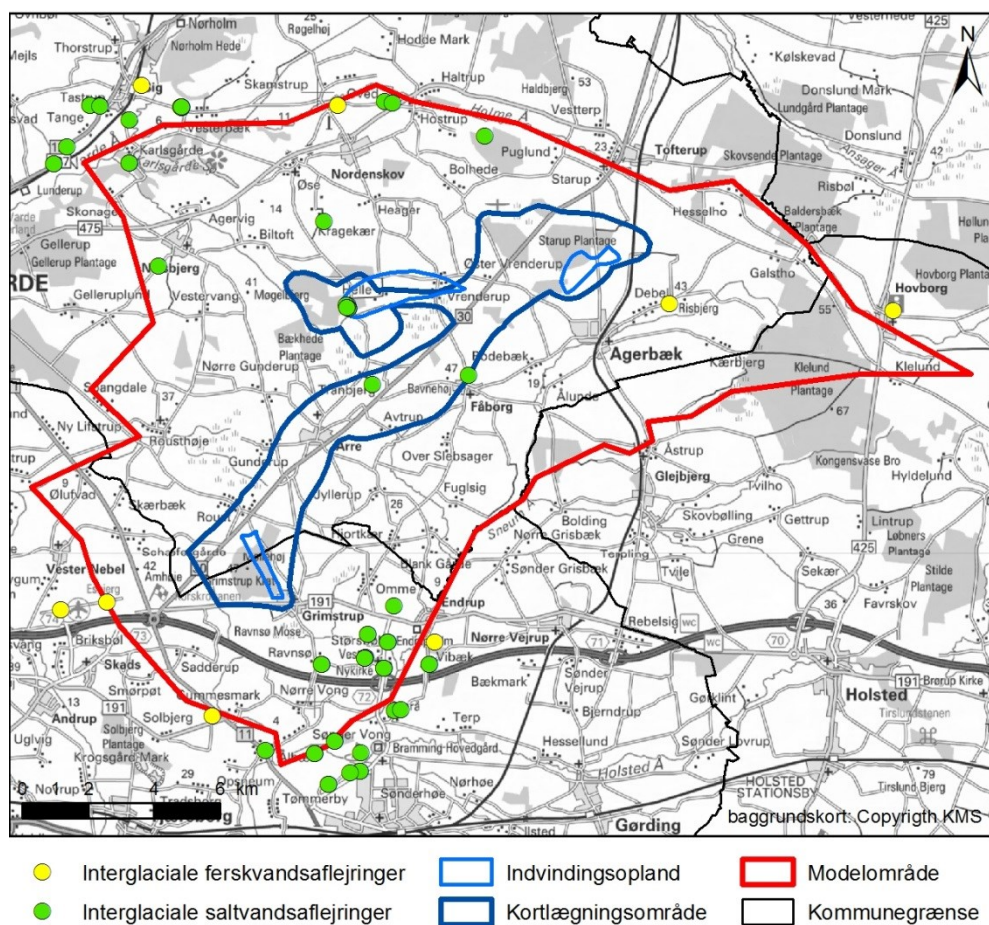
Den dybtliggende Ringkøbing-Fyn Højderyg spillede en særlig rolle ved at adskille det mere åbne hav syd for ryggen fra mere lavvandet brakvand nord for ryggen.

Langs den vestlige rand af kortlægningsområdet løber en nord-sydgående dal i prækvartæroverfladen, og syd for kortlægningsområdet en øst-vestgående dal. Udover disse dalsænkninger er der ikke tegn på begravede dalsystemer inden for kortlægningsområdet

### Kvartæret

Fra perioden Kvartær er der aflejringer fra Elster, Saale og Weichsel istiderne. Aflejringerne er dels vandstandsende moræner og smeltevandsler, der dog i de øverste ca. 10 meter under jordoverfladen kan være opsprækket, så der kan ske nedsvivning gennem sprækkerne. Dels er der smeltevandssand, -grus og sten, der udgør områdets vandførende grundvandsmagasiner. I de begravede dale er der fyldt af smeltevandsmateriale fra de forskellige istider.

Desuden er der fra Sen Elster Istid og Holstein Mellemistid aflejret marint ler og sand, se figur 4.5, da datidens hav havde sin kyst liggende nord-syd omtrent midt i kortlægningsområdet.



Figur 4.5. Fersk- og saltvandsaflejringer fra Sen Saale Istid og Holstein Mellemistid.

### 4.2.2 Geologisk og hydrostratigrafisk model

Med udgangspunkt i den geologiske model er der opstillet en 3D-model af de geologiske lag, der har betydning for grundvandets strømning. Modellen er en hydrostratigrafisk model, som er opbygget med gennemgående lag, der mere tager sigte på at skelne mellem lagenes hydrauliske egenskaber end på den geologiske dannelse af de enkelte lag. Modelområdet dækker hele kortlægningsområdet og udgør et areal på 273 km<sup>2</sup>.

Den hydrostratigrafiske model er opdelt i 18 modellag bestående primært af enten sand eller ler svarende til et magasinlag eller et dæklag, men kan slås sammen til 14 lag som vist i figur 4.6.

Alder	Lag	Bemærkninger	Lag i DK-modellen
Kvartær	Øvre Sandlag	Smeltevandssand fra Hovedfremstødets smeltevandsslette, Weichsel Istid, smeltevandssand fra Saale Istid på bakkeøer.	KS1
	Øvre Lerlag	Smeltevandsler og -silt samt moræneler, muligvis fra Saale Istid. Marint saltvandsler fra Sen Ester-Holstein Mellemistid i nogle områder.	Kvartært ler
	Mellem Sandlag	Smeltevandssand, muligvis fra Saale Istid. Marint saltvandssand fra Sen Elster-Holstein Mellemistid i nogle områder	KS2
	Mellem Lerlag	Smeltevandsler og -silt, moræneler, muligvis fra Saale Istid. Marint saltvandsler fra Sen Elster-Holstein Mellemistid i nogle områder	Kvartært ler
	Nedre Sandlag	Smeltevandssand fra Saale og Elster istidene eller ældre. Marint saltvandssand fra Sen Elster-Holstein Mellemistid i nogle områder	KS3
	Nedre Lerlag	Smeltevandsler og -silt samt moræneler fra Elster Istid.	Kvartært ler
Miocæn	Gram/Hodde Ler	Findes omkring og syd for Fåborg, hvor prækvartæroverfladen ligger højt.	
	Odderup Sand/Stauning Sand	Er delt i et øvre og nedre lag. Stauning Sand har tungminerale. Findes primært mod nord og øst. Enkelte steder direkte overgang til Bastrup Sand.	Odderup
	Arnum Ler	Er delt i et øvre og nedre lag. Udbredt i hele området, men har mod nordøst mindre tykkelse.	
	Bastrup Sand	Er delt i et øvre og nedre lag. Findes primært mod nord og øst, tykkelsen aftager mod syd og vest.	Bastrup
	Klittinghoved Ler	Er delt i et øvre og nedre lag. Findes i hele området.	
	Billund Sand	Findes kun i den nordøstlige del.	Billund
	Vejlefjord Ler	Kan kun skelnes fra Klittinghoved Ler mod nordøst, hvor der er Billund Sand.	
Oligocæn	Brejning Ler	Ses kun i få borer og på en seismisk linje	

Figur 4.6 De tolkede hydrostratigrafiske lag.

#### 4.2.3 Grundvandsmagasiner

Med udgangspunkt i lagene fra den hydrostratigrafiske model (se figur 4.6) er udbredelsen af de primære grundvandsmagasiner her nærmere gennemgået og præsenteret.

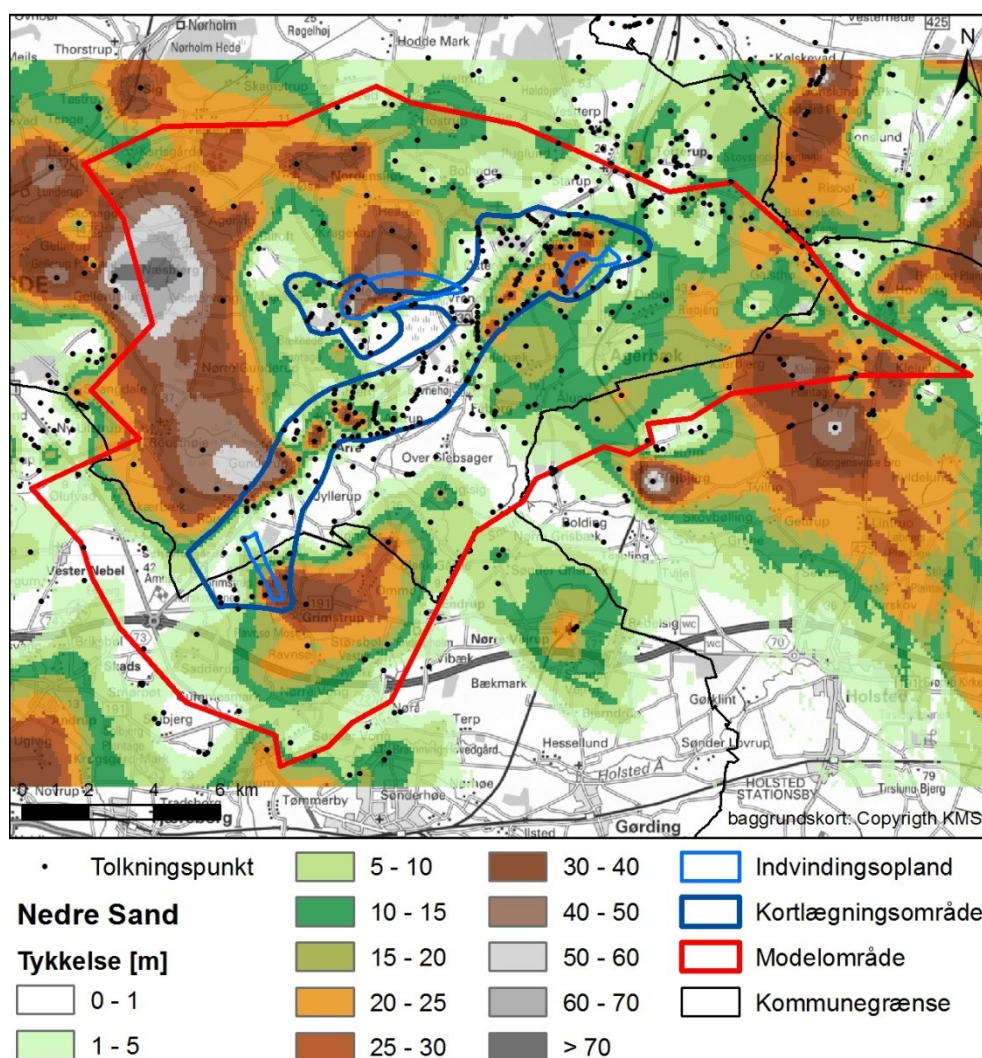
Øvre sandlag er udbredt i de meste af området og har en tykkelse på 1-10 m. De største tykkelser på op til 25 m findes ved Klelund Plantage, Grimstrup Krat samt nord for Helle. I nogle områder findes magasinet ikke, særligt omkring vandløb, hvor det formodes at være eroderet væk.

Mellem Sandlag er vidt udbredt i området med tykkelser på 5-20 m. Syd for Helle og ved Rousthøje er magasinet op mod 40 m tykt. Enkelte steder mangler laget dog helt, f.eks. sydøst for Årre i den centrale del af området og lige syd for Tofterup.

Nedre Sandlag er tykkest i en begravet dal, op til 70 m, der løber nordvest-sydøst fra Karlsgårde i nord til sydøst for Grimstrup. Ved Grimstrup krat er laget dog 0-5 m. Ved Helle er laget på op mod 60 m tykt., ligesom der også ses store tykkelser ved Klelund Plantage og Starup Plantage. Laget mangler i et nord-syd gående strøg i den centrale del af området samt ved Over Slibsager i den østlige del af modelområdet. På figur 4.7 ses udbredelsen og tykkelsen af dette magasin. Grimstrup Vandværk og Agerbæk Vandværk indvinder fra smeltevandssand i Nedre Sandlag, Helle Vest Vandværk indvinder fra det marine Sen Elster-Holstein sand i Nedre Sandlag. Øvre og Mellem Lerlag har kun en ganske begrænset udbredelse.

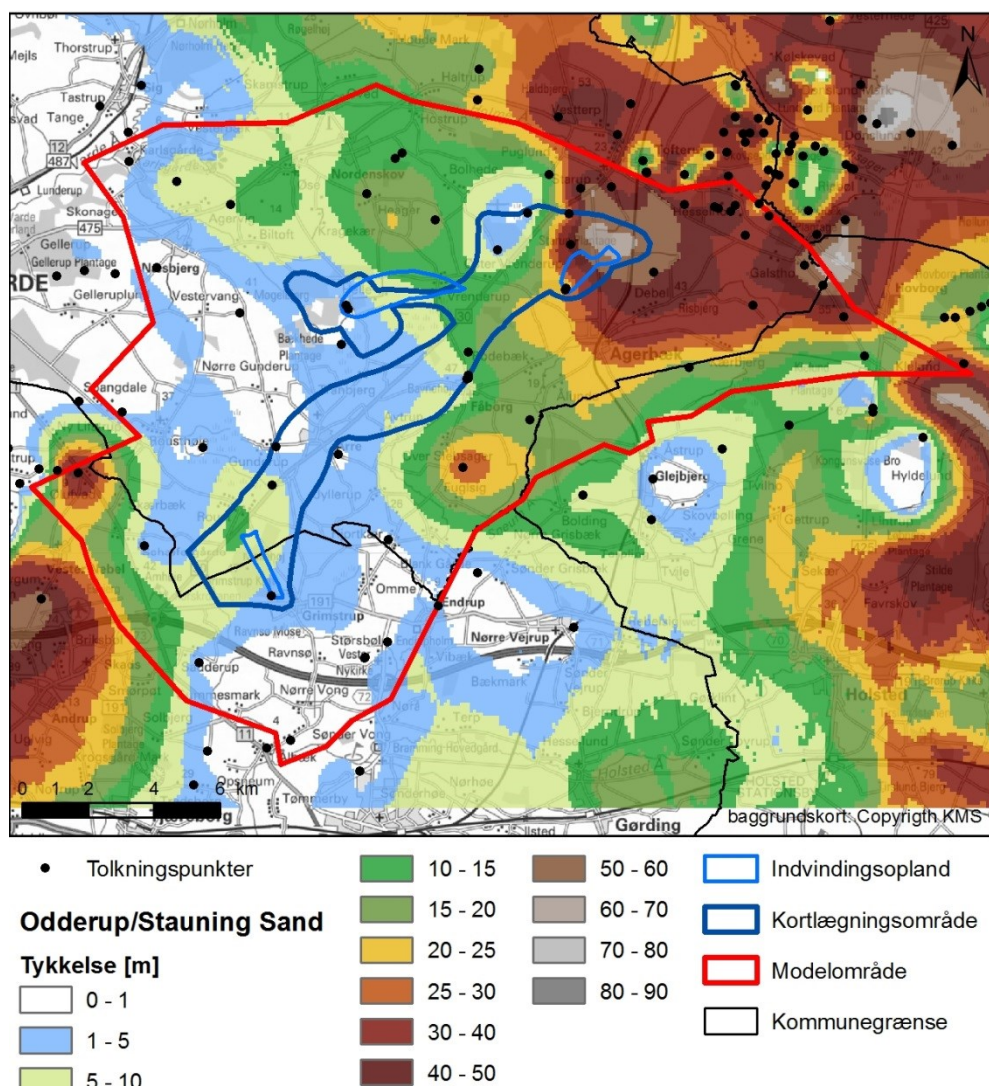
Grundvandsmagasinerne Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand findes primært i den nordøstlige del af området, og har kun tynde lag i resten af kortlægningsområdet. Odderup Sand/Stauning Sand fra linjen Nordenskov-Helle-Endrup og videre mod nordøst, Bastrup sand fra Agerbæk og videre mod nordøst og Billund Sand fra Starup Plantage til Klelund Plantage.

Agerbæk Vandværk indvinder fra Odderup/Stauning Sand. På figur 4.8 ses udbredelsen og tykkelsen af dette magasin.



Figur 4.7 Udbredelse og tykkelse af Nedre Sandlag.





Figur 4.8 Udbredelse og tykkelse af Odderup Sand/Stauning Sand.

#### 4.2.4 Dæklag

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

Dæklagene over Øvre, Mellem og Nedre Sandlag har en ringe udbredelse og tykkelse. Figur 4.9 viser dæklagstykkelsen på 5-15 meter ovenover Nedre Sandlag. Dæklagene er tyndere og mere hullede over Mellem og Øvre Sandlag.

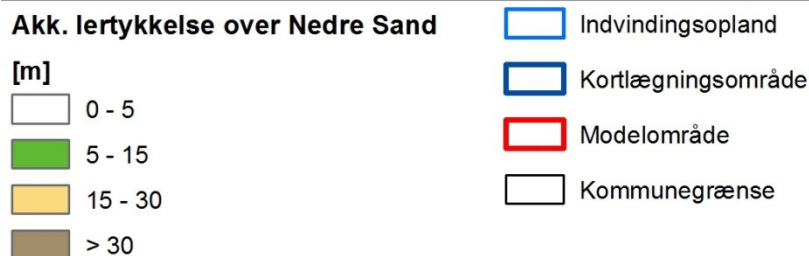
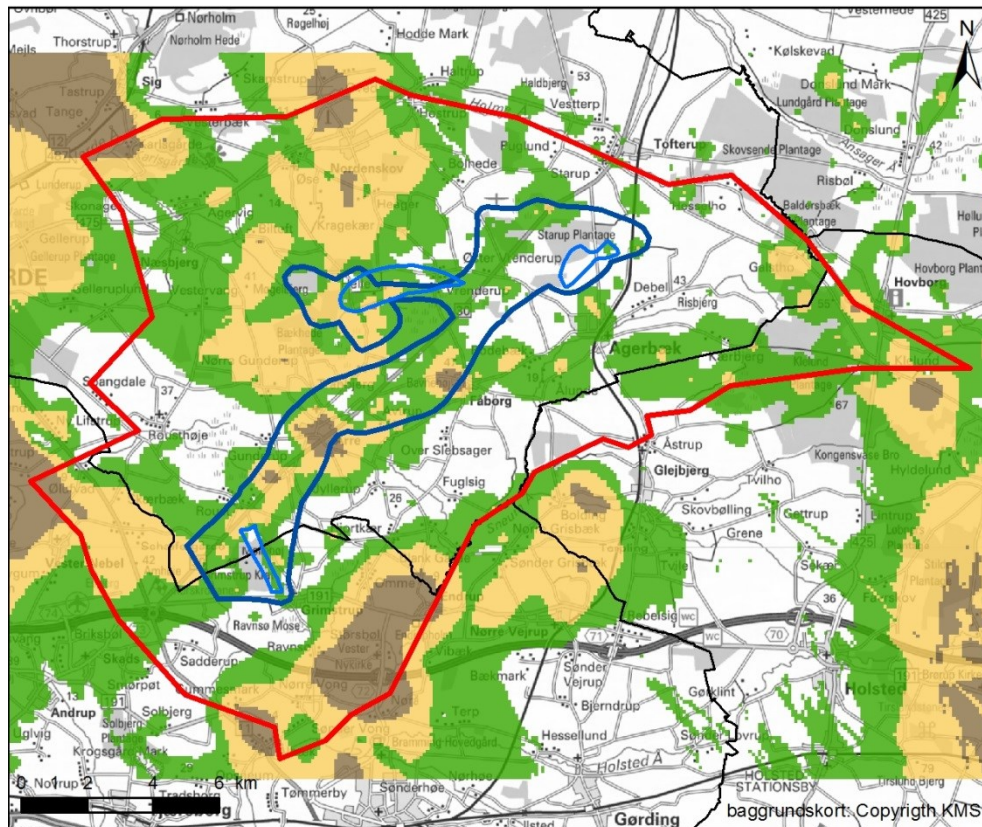
Øvre Sandlag har ingen dæklag og jordartskort viser kun få forekomster af moræneler. Mellem Sandlag har mindre end 5 m dæklag. Kun i ganske få og små områder er der op til 30 m dæklag.

Nedre Sandlag har op til 15 m dæklag i store dele af området, se figur 4.9. I den sydøstlige del af kortlægningsområdet, samt lokalt omkring Grimstrup, Årre og Nordenskov er den akkumulerede lertykkelse over 30 m i mindre områder.

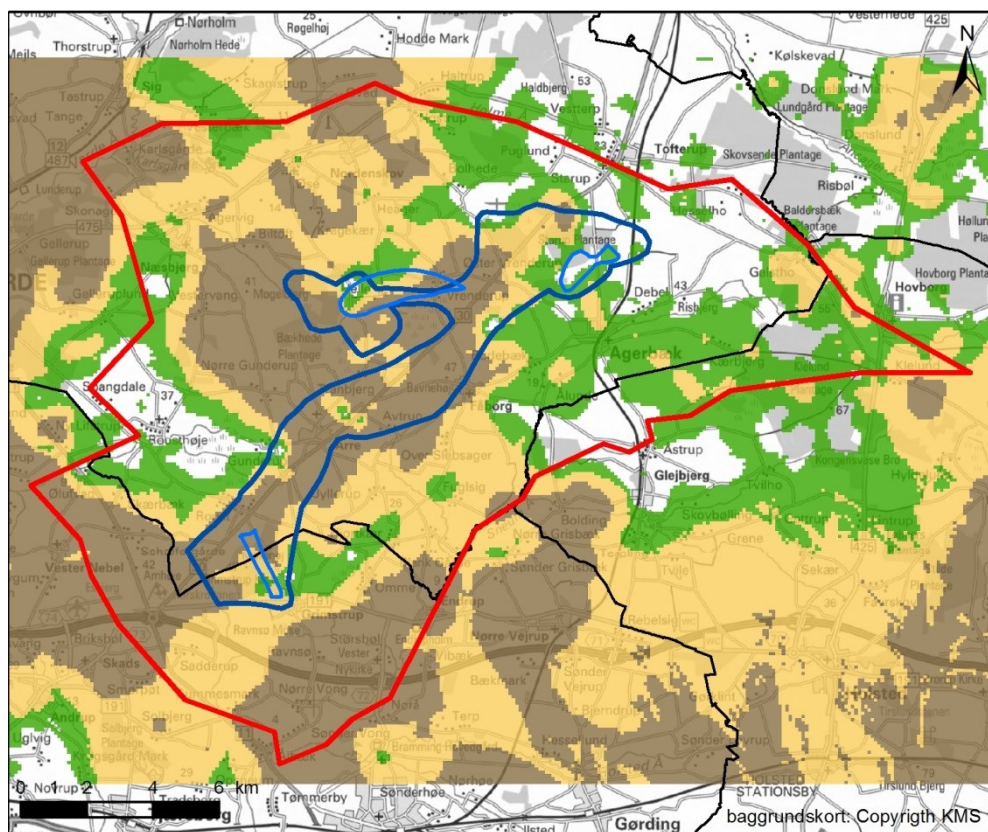
Dæklagstykkelsen over Odderup Sand/Stauning Sand er over 30 m, se figur 4.10, undtagen nordøst for Agerbæk i kortlægningsområdets nordøstlige hjørne, hvor dæklagstykkelsen er mindre end 5 m. Også ved Rousthøje i den sydvestlige ende er der under 5 m dæklag, men magasinet er stort set ikke til stede der.

Bastrup Sand har dæklagstykkelse på over 30 m, undtagen i det nordøstligste hjørne ved Galstho, hvor der er mindre end 5 m dæklag over den øvre del af Bastrup Sand og 15-30 m over den nedre del. De 2 dele er her adskilt af Klintinghoved ler.

For Billund Sand er dæklagstykkelsen over 30 m.



Figur 4.9 Akkumuleret lertykkelse over Nedre Sandlag.



Figur 4.10 Akkumuleret lertykkelse over Odderup Sand/Stauning Sand.

### 4.3 Hydrologiske forhold

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

#### 4.3.1 Overfladerecipienter

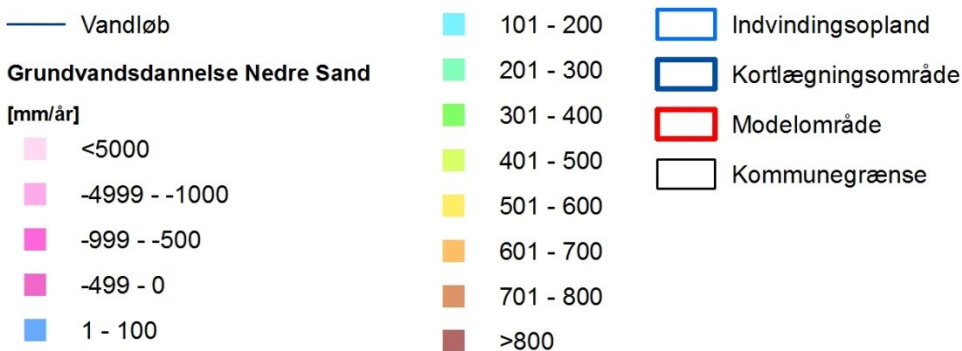
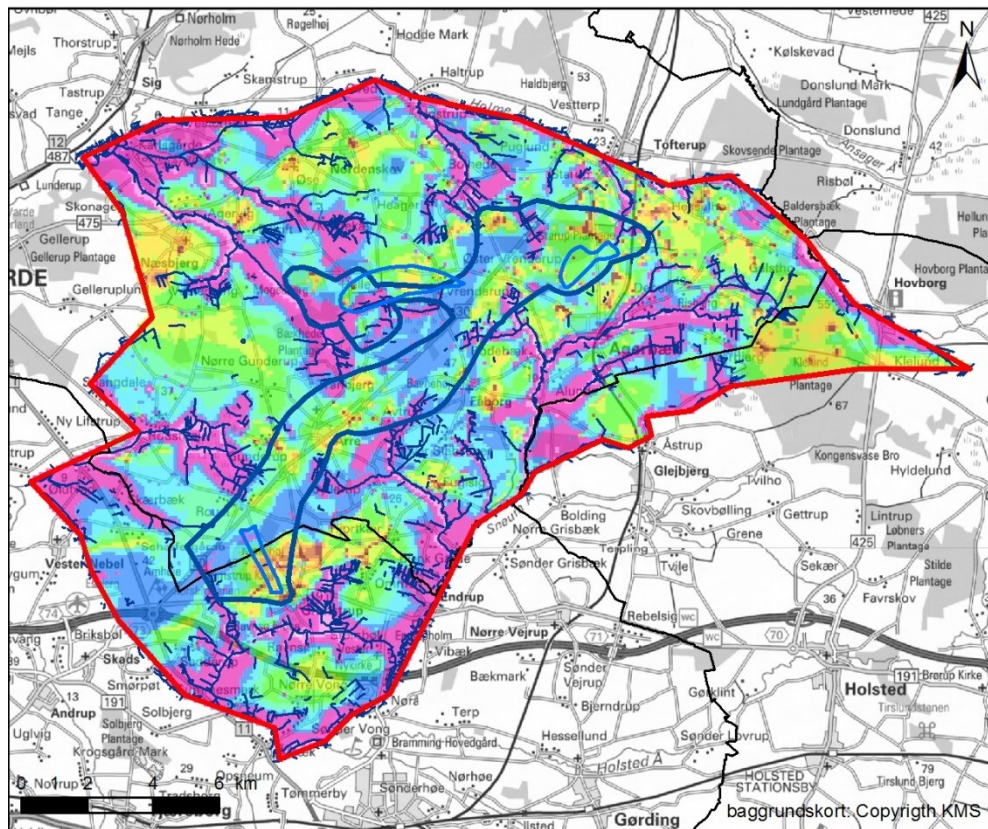
Grundvandsudstrømning til vandløb og søer har sammen med de topografiske forhold betydning for trykniveauet i grundvandet og dermed strømningsretningen af grundvandet.

Vandløbenes beliggenhed fremgår af figur 4.11. I området er der to vandløb, Holme Å mod nord og Sneum Å mod sydøst. Holme Å løber mod vest og Sneum Å mod sydvest. OSD ligger langs den sydvest-nordøst gående højderyg på Esbjerg bakkeø, der også udgør et vandskel for vandløbene.

Den eneste sø af betydning for vandkredsløbet er den opdæmmede Karlsgårde Sø i det nordvestlige hjørne af området. Søen er ca. 80 ha.

Indenfor eller nær kortlægningsområdet er der 3 målestationer, hvorfra der kan indhentes vandføringsdata.

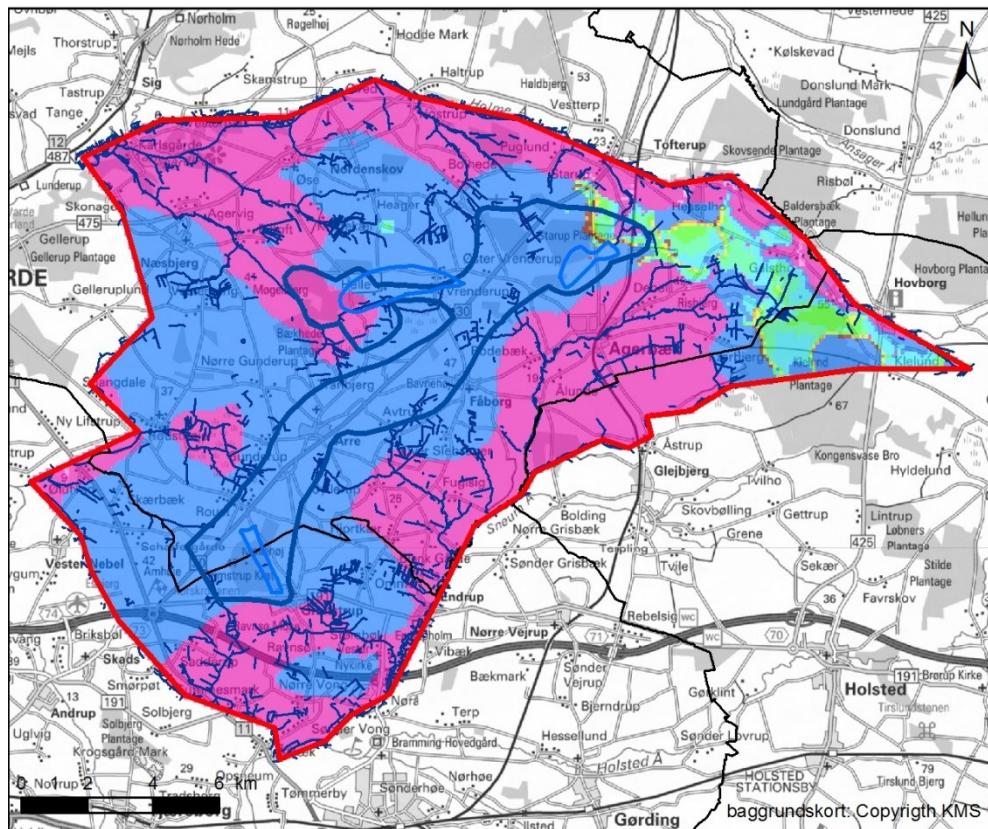




Figur 4.12 Grundvandsdannelse til Nedre Sandlag. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Der er ingen grundvandsdannelse til Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand i størstedelen af området, og magasinerne er her spændte med opadrettede gradienter. Undtagelsen er for Odderup Sand/Stauning Sand nordøst for Agerbæk, fra Starup Plantage til Klelund, hvor der sker stor grundvandsdannelse på 100-200 mm pr. år udenfor vandløbene. Se figur 4.13.

På grund af manglende data er der ikke beregnet grundvandsdannelse og gradient til Billund Sand, men der formodes at være negativ grundvandsdannelse og opadrettede gradienter. Negativ grundvandsdannelse til de miocæne magasiner betyder, at grundvandsdannelsen ikke sker i kortlægningsområdet, på arealerne over magasinerne, men andetsteds, formodentlig mod øst omkring den Jyske Højeryg.

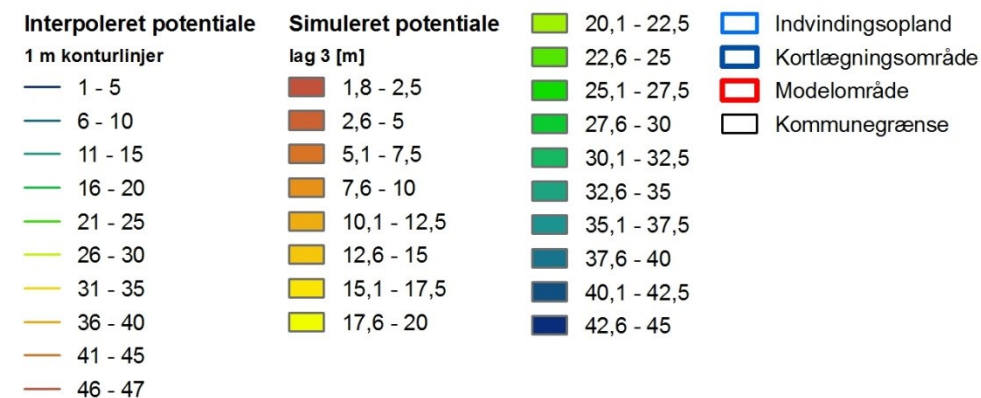
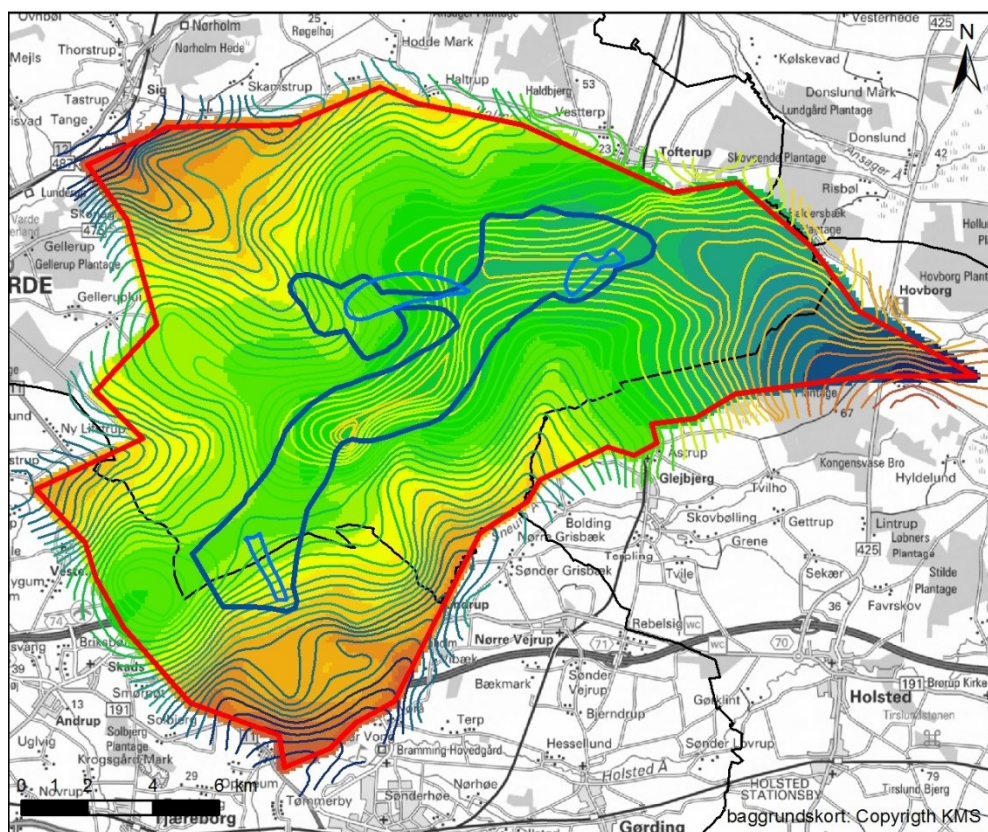


Figur 4.13 Grundvandsdannelse til Odderup Sand/Stauning Sand. Positive værdier angiver grundvandsdannelsen i mm/år. Negative værdier viser opadrettet grundvandsstrømning.

Ved hjælp af grundvandsmodellen er potentialet (vandtrykket) for hele lagserien af grundvandsmagasinerne Øvre Sandlag – Nedre Sandlag beregnet og i figur 4.14 sammenlignet med målte værdier.

Det ses af figur 4.14, at der er et potentialetoppunkt i området Tofterup-Klelund Plantage i den nordøstligste del af kortlægningsområdet, hvorfra vandet strømmer bort. Desuden er der et toppunkt langs Esbjerg Bakke-ø sydvest-nordøst gående højderyg, hvorfra grundvandet strømmer mod nordvest og sydøst. Den overordnede strømningsretning følger således terrænet, så grundvandet strømmer fra bakkeøen hvor der er OSD og ud under smeltevandssletterne, hvor der er vandløb.

I Øvre, Mellem og Nedre Sandlag, samt i den nordøstlige del af Odderup Sand/Stauning Sand, er der overvejende frit vandspejl, da der ikke er lerlag af betydning til at bremse grundvandspejlet. I det øvrige Odderup Sand/Stauning Sand samt Bastrup Sand og Billund Sand er der spændt vandspejl på grund af de tykke lerdæklag.



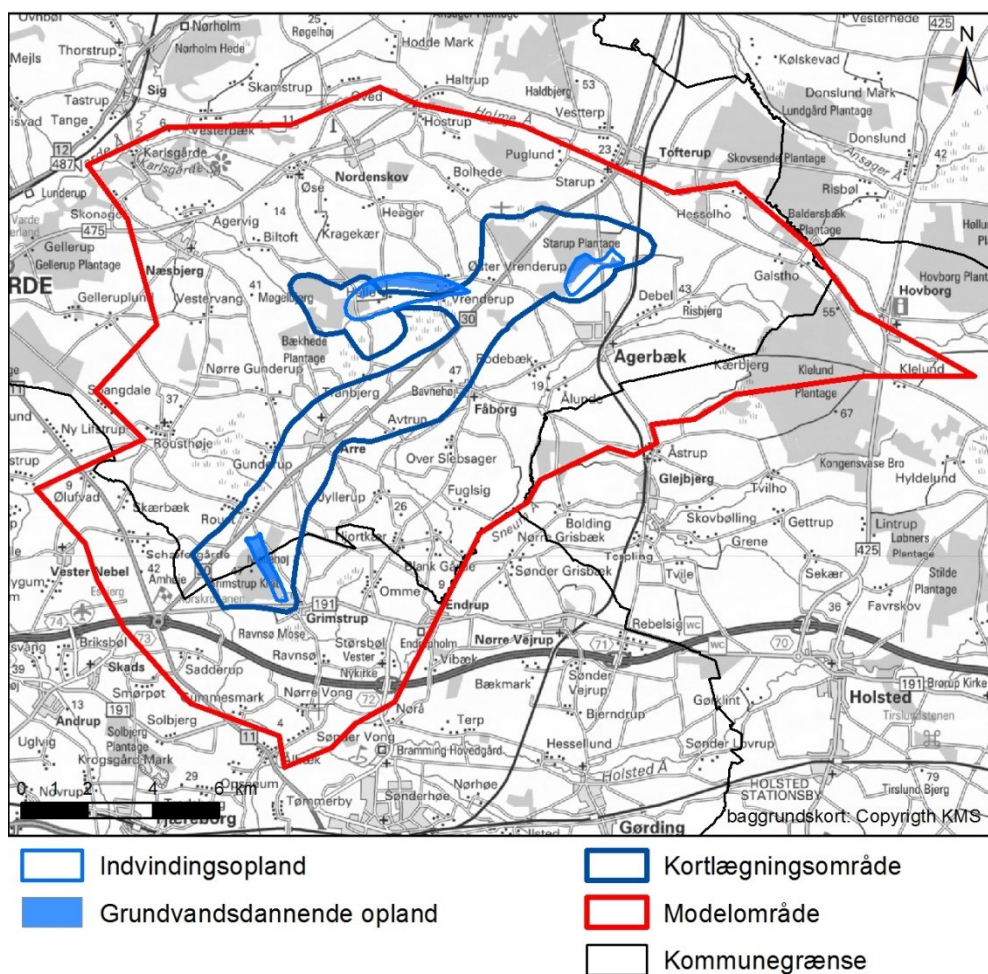
Figur 4.14 Simuleret potentiale i lagserien Øvre, Mellem og Nedre Sandlag.

### 4.3.3 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande

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

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

Indvindingsoplandene er beregnet som det areal, der fås ved at den hydrologiske model viser strømmingen mellem indvindingsboringerens filtre og grundvandspejlet. Indvindingsoplandene er ikke optegnet med en bufferzone. Resultatet ses på figur 4.15.



Figur 4.15 Indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande.

Indvindingsoplandet til Grimstrup Vandværks 2 borerer strækker sig mod nordvest, og grundvandsdannelsen til borerne sker i den nordlige 2/3 af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra Nedre Sandlag.

Indvindingsoplandets areal er 0,73 km<sup>2</sup> og det grundvandsdannende opland 0,53 km<sup>2</sup>. Med en gennemsnitlig nettonedbør på 507 mm/år, svarer det til ca. 0,27 millioner m<sup>3</sup> grundvandsdannelse pr. år inden for det grundvandsdannende opland. Hermed udgør den tilladte indvindings størrelse på 50.000 m<sup>3</sup> pr. år ca. 20 % af den samlede nettonedbør for det grundvandsdannende opland.

Det nye indvindingsopland ligger med retning sydøst-nordvest, modsat det gamle opland der havde retning syd-nord.

Indvindingsoplandet til Helle Vest Vandværks 4 borerer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til borerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra Nedre Sandlag.

Indvindingsoplandets areal er 2,8 km<sup>2</sup> og det grundvandsdannende opland 1,1 km<sup>2</sup>. Med en gennemsnitlig nettonedbør på 507 mm/år, svarer det til ca. 0,56 millioner m<sup>3</sup> grundvandsdannelse pr. år inden for det grundvandsdannende opland. Hermed udgør den tilladte indvindings størrelse på 567.000 m<sup>3</sup> pr. år ca. 100 % af den samlede nettonedbør for det grundvandsdannende opland.

Det nye indvindingsopland ligger med retning sydvest-nordøst, modsat det gamle opland der havde retning sydøst-nordvest. Det nye opland er også smallere og længere end det gamle.

Indvindingsoplandet til Agerbæk Vandværks 3 borerer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til borerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra både Nedre Sandlag og Odderup Sand/Stauning Sand. Det er kun den sydligste indvindingsboring DGU nr. 122.1379 der



indvinder fra Odderup Sand/Stauning Sand, så til denne boring sker grundvandsdannelsen i stor afstand fra selve kildepladsen og indvindingsoplandet bliver derved langt.

Indvindingsoplandets areal er 0,98 km<sup>2</sup> og det grundvandsdannende opland 0,41 km<sup>2</sup>. Med en gennemsnitlig nettonedbør på 507 mm/år, svarer det til ca. 0,2 millioner m<sup>3</sup> grundvandsdannelse pr. år inden for det grundvandsdannende opland. Hermed udgør den tilladte indvindings størrelse på 131.000 m<sup>3</sup> pr. år ca. 60 % af den samlede nettonedbør for det grundvandsdannende opland.

Det nye indvindingsopland ligger nordligere end det gamle opland.

Vandet der indvindes fra Nedre Sandlag er formodentlig 100-300 år gammelt, hvilket er ældre vand. Vandet, der indvindes fra Odderup sand/Stauning Sand er formodentlig over 1.000 år gammelt.

## 4.4 Grundvandskvalitet

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

Nedenfor beskrives de væsentligste hovedstoffer, der beskriver de grundvandskemiske forhold og processer i området, samt de hovedstoffer og miljøfremmede stoffer, der kræver opmærksomhed i forhold til grundvandskvaliteten.

Dataene er Jupiter data udtrukket i 2010 suppleret med data fra boring DGU nr. 122.1822 og 122.1823.

### 4.4.1 Naturlige stoffer

#### Nitrat

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

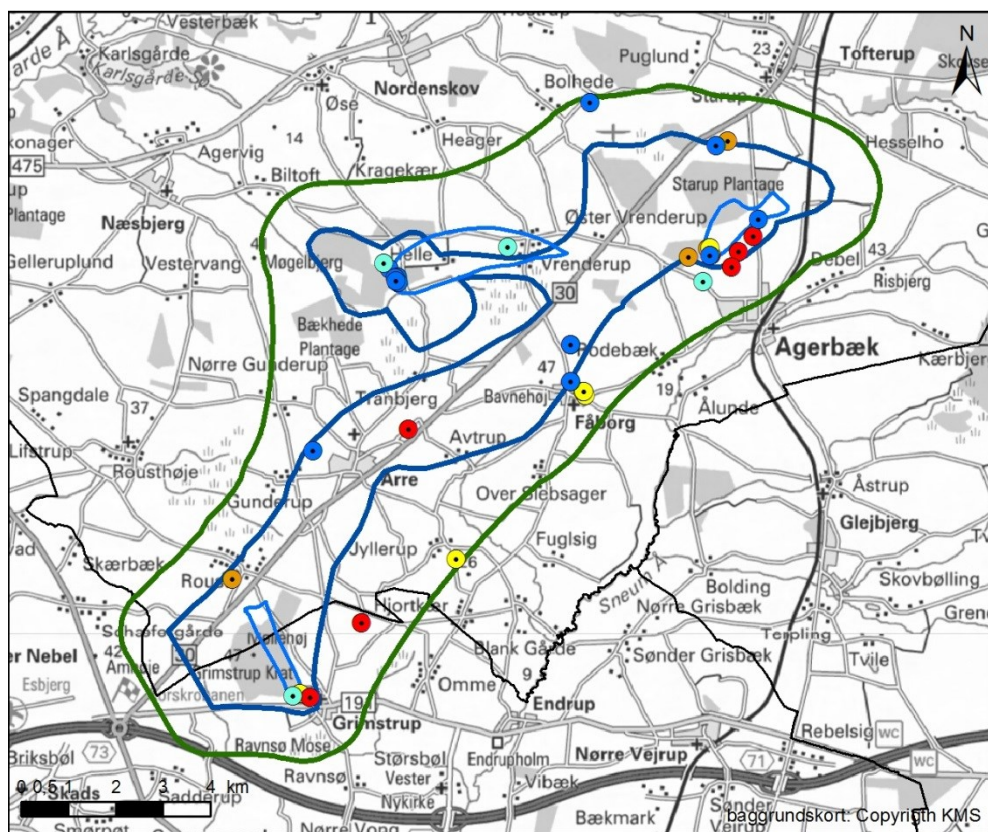
Er der målt nitrat i grundvandet, kan grundvandsmagasinet karakteriseres som sårbart overfor påvirkninger fra overfladen, hvilket kan betyde at magasinet også kan være sårbart overfor andre stoffer som f.eks. miljøfremmede stoffer.

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

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

På figur 4.16 er vist nitratinholdet i kortlægningsområdet. I Øvre, Mellem og Nedre Sandmagasin er der nitrat over grænseværdien i området Grimstrup-Fåborg- Agerbæk og Helle, dvs. hele OSD. I 5 analyser er der nitrat over grænseværdien for drikkevandskvalitet med den højeste værdi på 71 mg/l i 3 boringer.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand er nitratfrie med indhold under 1 mg/l.



Figur 4.16 Nitratindhold i borerne i kortlægningsområdet (seneste analyse i hver boring).

Udviklingen i indholdet af nitrat med tiden ses i boring DGU 122.878, der tilhører Grimstrup Vandværk. Der ses et stigende indhold af nitrat over de seneste 30 år. Indholdet af nitrat ser dog ud til at stabiliseres efter 1995, hvor vandværkets indvindingsmængde falder. Grimstrup Vandværks boring DGU 131.1182 viser samme tendens.

For Agerbæk Vandværks boring DGU nr. 122.1379 ses af udviklingen, at der stort set ikke nitrat, hvor filtrene er sat i Odderup Sand/Stauning Sand. Indholdet i vandværkets boring DGU nr. 122.1325 har været svingende (15-30 mg/l), men er generelt faldende de seneste 5 år. Indholdet i vandværkets boring DGU nr. 122.1167 har været jævnt stigende fra 5-35 mg/l de seneste 20 år.

For Helle Vest Vandværks boring DGU nr. 122.865 er der nitrat under 1 mg/l i Sen Elster-Holstein marint sand og der er et relativt stabilt indhold de seneste 20 år. For vandværkets boring DGU nr. 122.1211, 122.1444 og 122.1445 ses ligeledes relativt stabile indhold de seneste 10-20 år.

### Sulfat

I Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er der forhøjede nitratkoncentrationer (over 20 mg/l) i området Grimstrup-Fåborg- Agerbæk og Helle, dvs. hele OSD.

I områder med marine sandlag ses forhøjede værdier på 40-60 mg/l som følge af, at mineralet pyrit nedbrydes af nitrat (pyritoxidation) og sulfat derved frigives til grundvandet.

I Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand er der forhøjede koncentrationer i de miocæne magasiner der udgør prækvartæroverfladen, og hvor der er ringe dæklag, som følge af, at pyrit oxideres af nitrat. I de øvrige, dybereliggende miocæne magasiner er sulfatindholdet ned til 1,5 mg/l på grund af, at sulfat omdannes til svovlbrinte og derved forsvinder fra grundvandet.

Udviklingen i indholdet af sulfat med tiden ses i boring DGU 122.878, der tilhører Grimstrup Vandværk. Der ses et stigende indhold af sulfat over de seneste 30 år. Grimstrup Vandværks boring DGU 131.1182 viser samme tendens.

For Agerbæk Vandværks boring DGU nr. 122.1379 ses et stigende sulfatindhold i Odderup Sand/Stauning Sand, men indholdet af nitrat er konstant lavt. Nitratfronten har nået toppen af de miocæne aflejringer og det stigende indhold af sulfat er et udtryk for dette, se kapitel 4.5.

Indholdet af sulfat i Agerbæk vandværks boring DGU nr. 122.1325 er stigende, og indikerer at nitratfronten bevæger sig nedad. Indholdet af sulfat i vandværkets boring DGU nr. 122.1167 har været jævnt stigende de seneste 20 år, ligesom nitrat, hvilket viser en nitratfront der trænger nedad med tiden.

For Helle Vest Vandværks boring DGU nr. 122.865 er der en ganske svag stigning i sulfat som indikation på, at der foregår pyritoxidation med nedsivende nitrat.

### **Aluminium, nikkel og aggressiv kuldioxid**

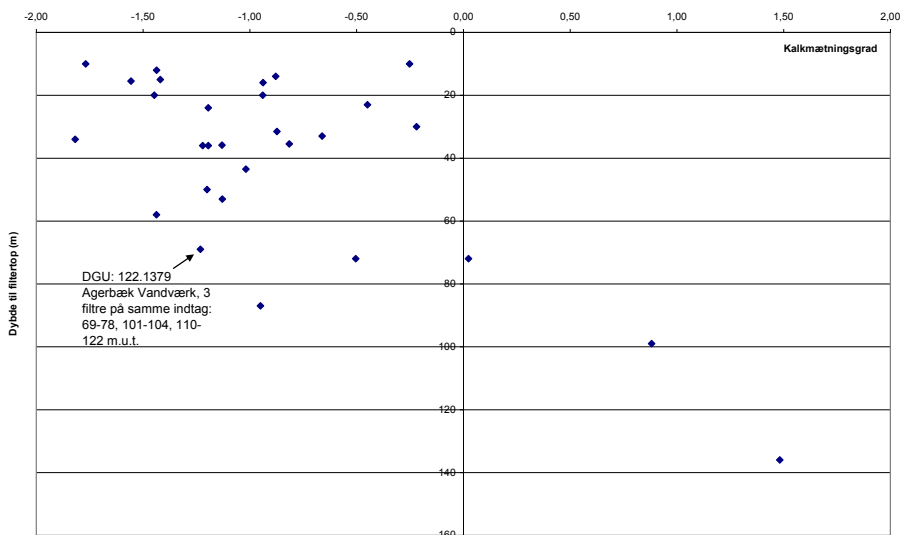
Forvittringsgraden er forholdet mellem calcium + magnesium og hydrogencarbonat. Typiske værdier for forvittringsgrad er 1,0-1,3, hvilket er en ikke-forvitret vandkvalitet. Værdier over 2,0 er stærkt forvitret. Øvre, Mellem og Nedre Sandmagasin har forvittringsgrad i intervallet 2-5, som svarer til stærkt forvitret grundvand. I enkelte korte boringer ses meget høje forvittringsgrader på 10-20, hvilket formentlig skyldes fremskredne forsurningsprocesser, hvor calcium og magnesium opløses og udvaskes fra jorden og aluminium og nikkel frigives til grundvandet. Det kan kræve opmærksomhed i forhold til drikkevandskvaliteten og aluminium kan være årsag til forurening i vandløbene.

I Øvre, Mellem og Nedre Sandlag ses høje forvittringsgrader, typisk stærkt forvitret grundvand med værdier over 2. Ved Agerbæk Vandværk ses meget høje forvittringsgrader, 15-30, hvilket skyldes fremskredne forsurningsprocesser. De høje forvittringsgrader viser, at der sker forsuring og derfor er magasinerne sårbare overfor nitratudvaskning. Mineralet pyrit er oxideret for længe siden, så der ikke er pyrit tilstede til at nedbyde nitrat. I Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand, Klintinghoved Sand og Billund Sand er meget lave forvittringsgrader under 0,2.

Kalkmætningsgraden viser om grundvandet er over- eller undermættet med kalk. Figur 4.17 viser, at stort set alle filtre i kortlægningsområdet står i grundvand med negativ kalkmætningsgrad, svarende til forsuret grundvand. Især ved Agerbæk Vandværks kildeplads og i området øst for kildepladsen ses forsuring til stor dybde, lokalt ned til 60 m u.t. med høje indhold af aggressiv kuldioxid (10-60 mg/l) og tilsvarende lave indhold af bicarbonat, typisk 1-5 mg/l. Desuden frigives aluminium, 30-190 mg/l og nikkel, op til 26 µg/l. Også i oplandet til Grimstrup Vandværk er grundvandet i det kvartære magasin forsuret. Disse 2 vandværker må justere rentvandets pH, inden vandet sendes ud til forbrugerne.

Ved Helle Vest Vandværks kildeplads ses ingen tegn på forsuring af grundvandet i de marine sedimenter, og indholdet af bicarbonat er endog højt, omkring 125 mg/l.

De få vandprøver med positiv kalkmætningsgrad i figur 4.17 er fra velbeskyttede miocæne magasiner der ligger mere end 10 meter under terrænoverfladen.

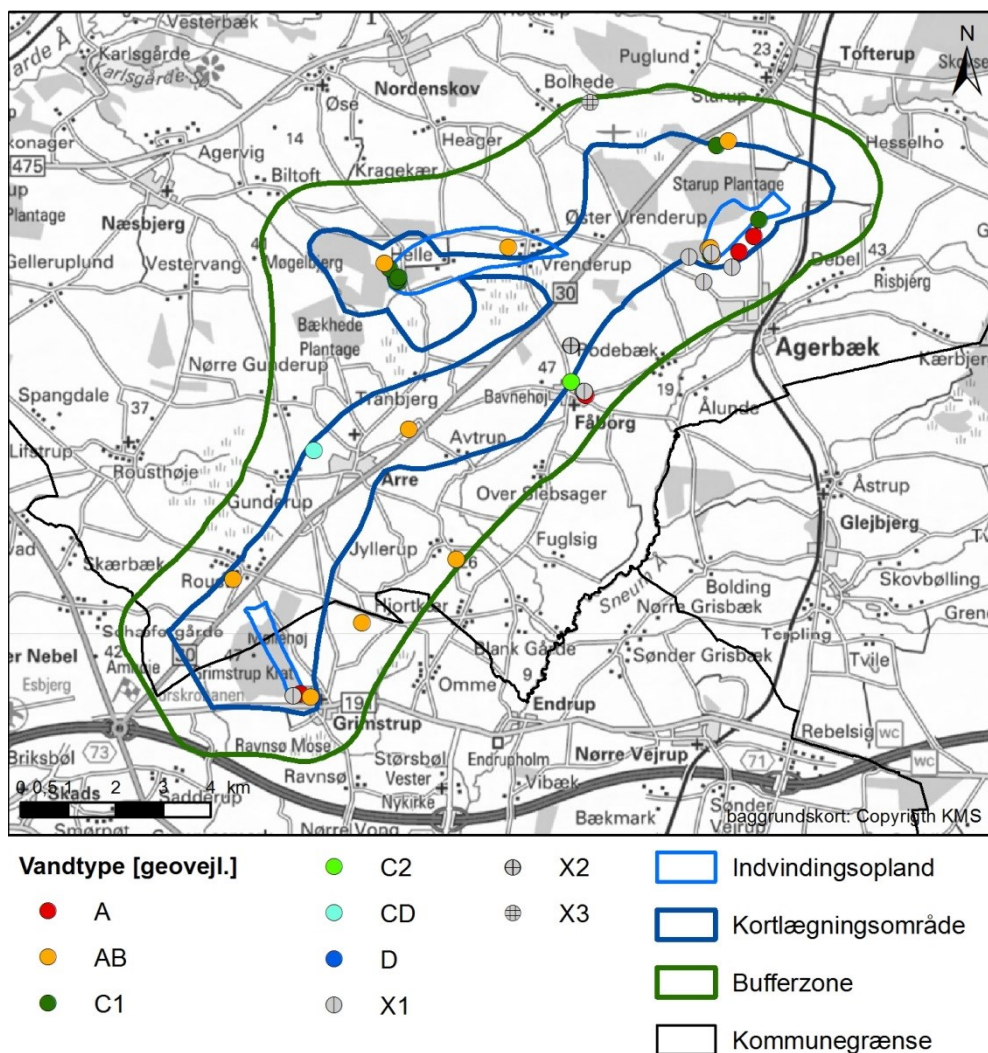


Figur 4.17 Kalkmætningsgrad mod dybde til filtertop.

#### 4.4.2 Vandtype

Ud fra en række af de redoxfølsomme hovedstoffer og beregnede parametre; Ilt, nitrat, sulfat, jern, metan og forvittringsgrad, har Miljøstyrelsen opstillet en klassifikation i 4 vandtyper /f/. Der er i Geo-Vejledning nr. 6 /g/ opstillet en algoritme på baggrund af denne klassifikation. Vandtyperne i kortlægningsområdet er bestemt med udgangspunkt i denne algoritme. På figur 4.15 er vist fordelingen af vandtyperne i kortlægningsområdet.

Øvre, Mellem og Nedre sandmagasin har vandtype A, dvs. stærkt oxideret iltzone, dvs. nitratsårbarheden ud fra vandtype er stor. Dog har Nedre Sandlag i det marine sand ved Helle Vest Vandværk en svagt reduceret vandtype C, der viser at de dele af Nedre sandlag med marint sand ikke er nitratsårbart. Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand har vandtype D, svagt reduceret jern-sulfatzone, som ikke tyder på nitratsårbarhed. Der er ikke data fra Billund Sand.



Figur 4.18 Vandtyper i kortlægningsområdet.

#### 4.4.3 Miljøfremmede stoffer

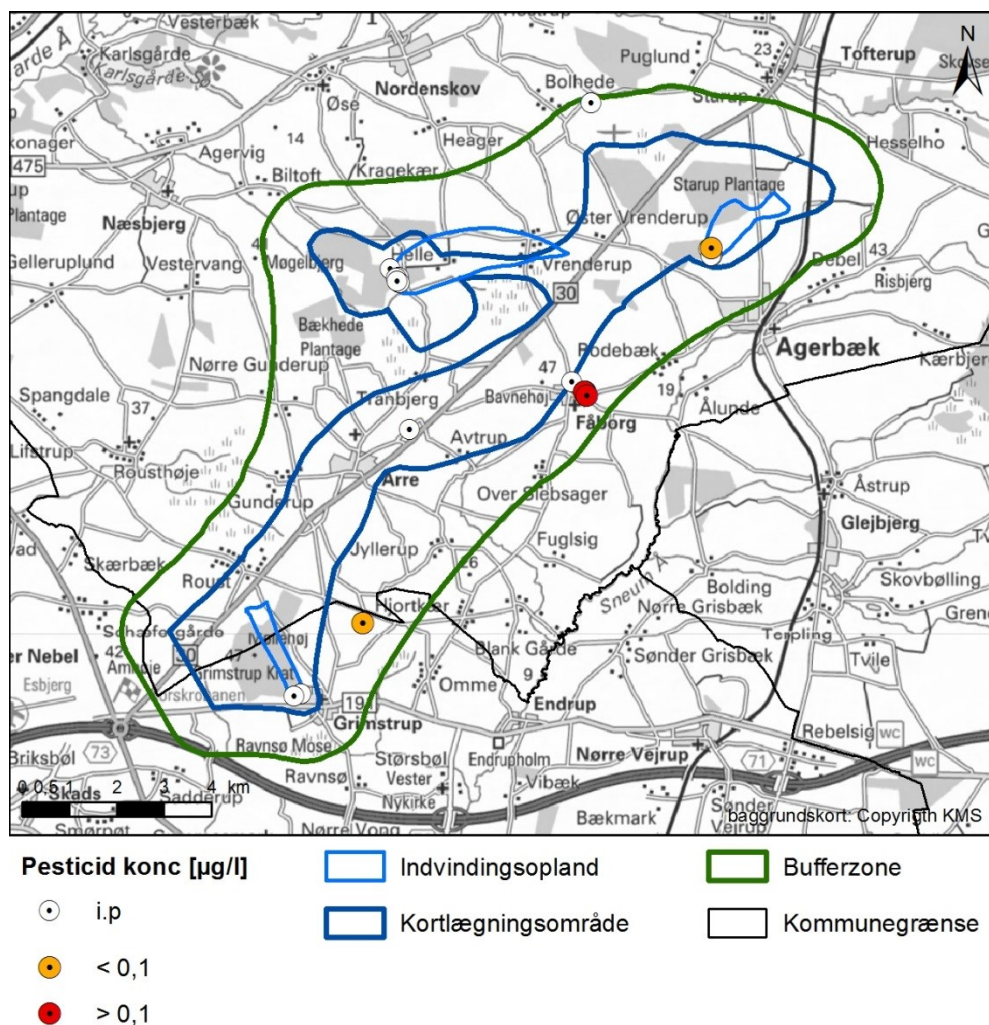
Der er analyseret for pesticider i 19 borer. På figur 4.19 er vist fordelingen af borer, der er analyseret for pesticider. På kortet er endvidere angivet, hvorvidt der er fund eller ej (under detektionsgrænsen). I alt er der fundet pesticider over detektionsgrænsen i 5 borer og heraf over grænseværdien i 2 borer.

Der er påvist pesticider i terrænnært grundvand i 3 gamle undersøgelsesboringer fra 2006, typisk Atrazin og nedbrydningsprodukter og i 1 boring også BAM og Hexazinon. Koncentrationerne er relativt høje, op til 1,2 µg/l. I en markvandingsboring centralt i kortlægningsområdet er der påvist Atrazin og Hexazinon. Stofferne er totalukrudtsmidler der bl.a. blev anvendt i juletræskulturer og ved majsdyrkning. Undersøgelsesboringen er blevet videoinspiceret uden at der er fundet tegn på utætheder/kortslutning.

Ved Agerbæk Vandværk er der i indvindingsboring DGU nr. 122.1325 påvist BAM under grænseværdien. BAM er et nedbrydningsprodukt fra pesticiderne diclofenil, der under handelsnavnet Prefix og Casoron i perioden 1965-1996 blev anvendt som totalukrudtsmiddel. Anvendelse er nu forbudt. Der er et svagt stigende indhold med tiden.

Lige udenfor OSD er der ved det nedlagte Fåborg Vandværk påvist BAM over grænseværdien i DGU nr. 122.816, 122.1293 og 122.1314. I de 2 sidstnævnte er der stigende indhold med tiden, mens der i førstnævnte kun er 1 analyse.

Nordøst for Grimstrup by er der i en enkelt boring påvist et nedbrydningsprodukt af atrazin under grænseværdien. Atrazin blev anvendt 1960-1995 mod bredbladet ukrudt, især i majsmarker, men er nu forbudt.



Figur 4.19 Fordelingen af pesticider eller nedbrydningsprodukter (seneste analyse i hver boring).

Af andre miljøfremmede stoffer er der fundet MTBE i DGU nr. 121.1293 til det nu nedlagte Fåborg Vandværk. MTBE har siden 1985 været tilsat benzin i stedet for bly. Der er fra 1997 til 2002 en stigende tendens og en seneste værdi op 0,45 µg/l, hvilket er lige under grænseværdien på 0,5 µg/l.

#### 4.4.4 Nitratfront og nitratreduktion

Nitraten i det nedsivende grundvand reagerer med jordlagenes tilgængelige del af organisk kulstof, pyrit og ferrojern. Dybden til denne redoxgrænse kaldes nitratfronten, og ned til nitratfronten er grundvandet forurenet med nitrat. Nitratfronten kan vandre nedad, hvis der udvaskes nitrat.

Der er i forbindelse med udførelse af boring DGU nr. 122.1823 i Starup Plantage udtaget sedimentprøver fra 9 dybdeintervaller til undersøgelse af jordlagenes evne til at omdanne nitrat /13/.

I Øvre, Mellem eller Nedre Sandlag er reduktionskapaciteten i intervallet 10 til 246 mækv/kg, hvilket viser at der er ringe reduktionskapacitet i jordlagene. I smeltevandsler under sandlagene er der 1.200-1.900 mækv/kg, hvilket viser at reduktionskapaciteten overfor nitrat stadig er til stede.

Odderup Sand og Bastrup Sand har reduktionskapacitet på 215 - 269 mækv/kg, hvilket viser at reduktionskapaciteten overfor nitrat stadig er til stede.

Ved at se på sedimenternes farveskift fra rødlige til grålige nuancer i borerer fra Jupiter databasen i hele kortlægningsområdet, vurderes nitratfronten at ligge 30-40 m under terræn, dvs. i den gennemsnitlige dybde for prækvartæroverfladen (grænsen mellem Nedre Sandlag og Odderup Sand/Stauning Sand). Det passer med, at der er reduktionskapacitet i jordlagene under prækvartæroverfladen. Det skyldes formodentlig, at det miocæne glimmersand har et højt indhold af reaktivt organisk materiale, der under de nuværende forhold kan bremse nitratfrontens vandring.

Fra samme boring 123.1350 er der udtaget vandprøver i 6 filtre. De viser en kraftig stigning i indholdet af nitrat fra de miocæne sandlag til Øvre, Mellem og Nedre Sandlag, hvilket også svarer til nitratfrontens placering ved prækvartæroverfladen.

#### 4.5 Grundvandsressourcens nitratsårbarhed

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

I Diagonalvejen Kortlægningsområde består det øverste primære grundvandsmagasin af Nedre Sandlag. Sårbarheden her er derfor vurderet i forhold til dette magasin.

Vurderingen af sårbarheden bygger på zoneringsvejledningens principper for fastlæggelse af nitratsårbarhed, der bl.a. bygger på dæklagsegenskaberne (lertykkelser) og vandkvaliteten /f/. Se figur 4.20.

Nitrat-sårbarhed	Egenskaber for dæklag og grundvandsmagasin	Grundvandskvalitet
<b>Lille</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dæklag af fed grå ler eller glimmerler <b>eller</b></li> <li>• Dæklag med højt organisk indhold, evt. brunkul <b>eller</b></li> <li>• Tykkelse af reducerede (grå) sammenhængende lerdæklag &gt; 15 m <b>eller</b></li> <li>• Reduceret magasinbjergart med indhold af organisk materiale, pyrit og evt. brunkul</li> </ul>	Grundvand fra methazonen og fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C og D
<b>Nogen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dæklag af oxideret sand med slirer af silt og ler <b>eller</b></li> <li>• Dæklag af reduceret, gråt sand eller gråt/gråsort sand med lignit eller pyrit <b>eller</b></li> <li>• Tykkelse af reducerede (grå), sammenhængende lerdæklag er 5 til 15 m <b>eller</b></li> <li>• Reduceret magasinbjergart</li> </ul>	Grundvand fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C
<b>Stor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun dæklag af oxideret, gulligt-gulbrunt sand og/eller ler <b>eller</b></li> <li>• Tykkelse af reducerede, sammenhængende lerdæklag &lt; 5 m <b>og</b></li> <li>• Magasinbjergart uden større nitratreduktionspotentiale</li> </ul>	Grundvand fra ilt- og nitratzonerne. Vandtype A og B

Figur 4.20 Kriterier for nitrat sårbarhedszoneringen. Opstillet ud fra zoneringsvejledningen /f/.

Kriterierne fra figur 4.20 for nitratsårbarhed går på ringe geologisk beskyttelse, dvs. de fysiske og materiale-mæssige (sedimentkemiske) forhold af magasiner og dæklag. På figur 4.21 ses kriterierne brugt for Diagonalvejen Kortlægningsområde.

Nitratsårbarheden for Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er stor overalt. Konklusionen er, at Øvre, Mellem og Nedre Sandlag, der er smeltevandssand fra kvartærtiden, er sårbare overfor nitrat på grund af ringe dæklag, opbrugt reduktionskapacitet og stærkt oxiderede vandtyper. Magasinerne er forurenede med nitrat og der ses en stigende tendens til nitratforurening.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand har generelt ingen nitratsårbarhed på grund af de store dæklagstykkelser. Hvor der er ringe dæklag over Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand er ses der forhøjet sulfat som følge af, at nitrat nedbryder mineralet pyrit. Der er dog ikke tegn på nitrat i grundvandet, da et højt indhold af organisk materiale og pyrit nedbryder nitrat. Dog vil de ringe dæklag betyde, at disse områder har nogen nitratsårbarhed, da nitratfronten kan vandre nedad både ved øget nitratudvaskning fra jordoverfladen og ved at det overliggende nitratholdige vand trækkes ned ved øget indvinding i Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand.

Nitratfronten ligger enten ved toppen af Nedre Lerlag, eller i toppen af Odderup Sand/Stauning Sand samt Bastrup Sand, hvor disse udgør kontakten til Nedre Sandlag.

Alder	Lag	Dæklagstykkelse (m)	Nitratfront	Vandtype	Nitrat og sulfat	Sårbarhed	
Kvartær	Øvre Sandlag	0	Oxiderede sedimenter: Redoxfront gennemsnitlig 40-60 m.u.t., ned til Nedre Lerlag og prækvartæroverflade.	A	Nitratindhold op til 71 mg/l, stigende tendens	Stor	
	Øvre Lerlag	-					
	Mellem Sandlag	< 5	Ingen eller ringe reduktionskapacitet				
	Mellem Lerlag	-					
	Nedre Sandlag	< 10 >30 i sydøst og omkring Grimstrup, Årre og Nordenskov	Stærkt forvitret: FG > 2 (gennemsnit) Ved Agerbæk og øst for er FG = 15-30 til 60 m.u.t. (gennemsnit) Negativ kalkmætningsgrad = forsurening				
	Nedre Lerlag						
Miocæn	Gram Ler/Hodde Ler	-	Reducerede sedimenter Høj reduktionskapacitet pga. reaktivt organisk materiale og sandsynligvis også pyrit	C-D	Konstant lavt nitratindhold	Lille	
	Odderup Sand/Stauning Sand	>30 < 5 ved Rousthøje, samt nordøst for Agerbæk til Klelund					
	Arnum Ler	-					
	Bastrup Sand	>30 < 5 i nordøst ved Galstho					
	Klittinghoved Ler	-			Negativ forvitningsgrad pga. sulfat-reduktion, positiv kalkmætningsgrad	Stigende sulfatindhold hvor der er tynde dæklag	Mellem Agerbæk og Klelund: Nogen
	Billund Sand	>30					
	Vejleffjord Ler	-					
Oligocæn	Brejning Ler	-	-	-	Konstant, lavt sulfat indhold, stedvist sulfat-reduktion	Lille	

Figur 4.21 Resultat af sårbarhedszonering overfor nitrat i Diagonalvejen Kortlægningsområde.



## 4.6 Sammenfatning af grundvandsressourcen

Landskabet i Diagonalvejen Kortlægningsområde består af Esbjerg Bakkeø og smeltevandsdale der afgrænser bakkeøen mod nord, øst og sydøst hvor Holme Å og Sneum Å løber. At Esbjerg Bakkeø, hvor vandværkerne ligger, ikke har været dækket af gletsjere siden Saale Istid for 130.000 år siden betyder, at jordlagene har været udsat for forvitring og udvaskning af kalk og ilt i dette lange tidsrum.

Kortlægningsområdet er opdelt i 14 lag. De øverste lag består af kvartærtidens moræneler og smeltevands-sand fra Elster Istid, Saale Istid og Weichsel Istid. Smeltevandssandet udgør de 3 grundvandsmagasiner Øvre Sandlag, Mellem Sandlag og Nedre Sandlag, adskilt af Øvre og Mellem Lerlag. lerlagene har kun en ganske begrænset udbredelse, så de 3 sandlag er et sammenhængende magasin. Grimstrup Vandværk og Agerbæk Vandværk indvinder fra smeltevandssand i Nedre Sandlag.

Nedre Sandlag består også af marint sand fra Sen Elster Istid og Holstein Mellemistid. Helle Vest Vandværk indvinder fra det marine sand.

Øvre og Mellem Sandlag er udbredt i de meste af kortlægningsområdet, mens Nedre Sandlag er tykkest i en begravet dal nordvest-sydøst fra Karlsgårde til sydøst for Grimstrup. Ved Helle er laget på op mod 60 m tykt og består her af smeltevandssand og marint sand. Nedre Sandlag mangler i et nord-syd gående strøg centralt i kortlægningsområdet

De dybereliggende lag er fra perioden miocæn. Grænsefladen mellem miocæn og kvartær kaldes prækvartæroverfladen. Lagene fra miocæn er Gram Ler, Hodde Ler, Odderup Sand, Stauning Sand, Arnum Ler, Bastrup Sand, Klintinghoved Ler, Billund Sand og Vejlelfjord Ler. Som grundvandsmagasiner inddeles de i Odderup sand/Stauning Sand som Agerbæk Vandværk indvinder fra, Bastrup Sand og Billund Sand.

Grundvandsmagasinerne Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand findes primært i den nordøstlige del af området, og har kun tynde lag i resten af kortlægningsområdet.

Lerdæklagene over Øvre, Mellem og Nedre Sandlag har en ringe udbredelse og tykkelse, så Øvre, Mellem og Nedre Sandlag udgør et samlet kvartært sandlag/grundvandsmagasin, der findes i stort set hele kortlægningsområdet.

Øvre Sandlag har ingen dæklag og Mellem Sandlag har mindre end 5 m dæklag. Kun i ganske få og små områder er der op til 30 m dæklag. Nedre Sandlag har op til 10 m dæklag i store dele af området. I den sydøstlige del af kortlægningsområdet, samt lokalt omkring Grimstrup, Årre og Nordenskov den akkumulerede lertykkelse over 30 m i mindre områder.

Dæklagstykkelsen over Odderup Sand/Stauning Sand er over 30 m, undtagen nordøst for Agerbæk i kortlægningsområdets nordøstlige hjørne, hvor dæklagstykkelsen er mindre end 5 m. Bastrup Sand har dæklagstykkelser på over 30 m, undtagen i det nordøstligste hjørne ved Galstho, hvor der er mindre end 5 m dæklag. For Billund Sand er dæklagstykkelsen over 30 m.

I området løber de to vandløb Holme Å mod nord og Sneum Å mod sydøst. OSD ligger langs den sydvest-nordøst gående højderyg på Esbjerg bakkeø, der også udgør et vandskel for vandløbene. Grundvandsspejlet har et potentiale toppunkt i området Tofterup-Klelund Plantage og langs Esbjerg Bakkeøs sydvest-nordøst gående højderyg.

Den gennemsnitlige nettonedbør i modelområdet er 507 mm/år som også er lig med grundvandsdannelsen til Øvre Sandlag. Grundvandsdannelsen til Mellem Sandlag er på 300-600 mm/år, men langs vandløbene ses der negativ grundvandsdannelse som skyldes, at grundvandet strømmer opad til vandløbene. I Nedre Sandlag reduceres grundvandsdannelsen til 100-600 mm/år, og der sker stadig opadrettet strømning til vandløbene. Der er ingen grundvandsdannelse til Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand i størstedelen af området, og magasinerne er her spændte med opadrettede gradienter. Undtagelsen er for Odderup Sand/Stauning

Sand nordøst for Agerbæk, fra Starup Plantage til Klelund, hvor der sker stor grundvandsdannelse på 100-200 mm pr. år udenfor vandløbene. Grundvandsdannelse og gradient til Billund Sand kendes ikke. Manglende grundvandsdannelse til de miocæne magasiner betyder, at grundvandsdannelsen ikke sker i kortlægningsområdet men andetsteds, formodentlig mod øst omkring den Jyske Højderyg.

Indvindingsoplandet til Grimstrup Vandværks 2 boringer strækker sig mod nordvest, og grundvandsdannelsen til boringerne sker i den nordlige 2/3 af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra Nedre Sandlag. Det nye indvindingsopland ligger med retning sydøst-nordvest, modsat det gamle opland der havde retning syd-nord.

Indvindingsoplandet til Helle Vest Vandværks 4 boringer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til boringerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra Nedre Sandlag. Det nye indvindingsopland ligger med retning sydvest-nordøst, modsat det gamle opland der havde retning sydøst-nordvest. Det nye opland er også smallere og længere end det gamle.

Indvindingsoplandet til Agerbæk Vandværks 3 boringer strækker sig mod nordøst, og grundvandsdannelsen til boringerne sker overvejende i den nordlige del af indvindingsoplandet. Indvindingen sker fra både Nedre Sandlag og Odderup Sand/Stauning Sand. Det er kun den sydligste indvindingsboring DGU nr. 122.1379 der indvinder fra Odderup Sand/Stauning Sand, så til denne boring sker grundvandsdannelsen i stor afstand fra selve kildepladsen og indvindingsoplandet bliver derved langt. Det nye indvindingsopland ligger nordligere end det gamle opland.

Vandet der indvindes fra Nedre Sandlag er formodentlig 100-300 år gammelt, hvilket er ældre vand. Vandet, der indvindes fra Odderup sand/Stauning Sand er formodentlig over 1.000 år gammelt.

I Øvre, Mellem og Nedre Sandmagasin er der forhøjede koncentrationer af nitrat i området Grimstrup-Fåborg- Agerbæk og Helle, dvs. hele OSD. I 5 analyser er der nitrat over grænseværdien for drikkevandskvalitet med den højeste værdi på 71 mg/l i 3 boringer. I boringer med filter i Nedre Sandlag ses stigende indhold af nitrat og sulfat.

For Helle Vest Vandværks boring i Sen Elster-Holstein marint sand er der stabilt indhold af nitrat under 1 mg/l men et svagt stigende indhold af sulfat som tegn på pyritoxidation med nitrat.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand er nitratfrie med et stabilt indhold under 1 mg/l, men et forhøjet og stigende indhold af sulfat, da nitratfronten har nået toppen af de miocæne aflejringer, hvorved pyrit oxideres.

Nitratsårbarheden for Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er stor overalt. Konklusionen er, at Øvre, Mellem og Nedre Sandlag, der er smeltevandssand fra kvartærtiden, er sårbare overfor nitrat på grund af ringe dæklag, opbrugt reduktionskapacitet og stærkt oxideret vandtype A. Magasinerne er forurenede med nitrat og der ses en stigende tendens til nitratforurening. Dog har Nedre Sandlag i de marint sand ved Helle Vest Vandværk en svagt reduceret vandtype C, der viser at de dele af Nedre sandlag med marint sand ikke er nitratsårbart.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand har generelt ingen nitratsårbarhed på grund af de store dæklagstykkelser og vandtype D. Hvor der er ringe dæklag over Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand er der forhøjet sulfat som følge af, at nitrat nedbryder mineralet pyrit. Der er dog ikke tegn på nitrat i grundvandet, da et højt indhold af organisk materiale og pyrit nedbryder nitrat. Dog vil de ringe dæklag betyde, at disse områder har nogen nitratsårbarhed, da nitratfronten kan vandre nedad både ved øget nitratudvaskning fra jordoverfladen og ved at det overliggende nitratholdige vand trækkes ned ved øget indvinding i Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand.

Nitratfronten ligger enten ved toppen af Nedre Lerlag, eller i toppen af Odderup Sand/Stauning Sand samt Bastrup Sand, hvor disse udgør kontakten til Nedre Sandlag.

Øvre, Mellem og Nedre Sandmagasin har stærkt forvitret grundvand. Ved Agerbæk Vandværk ses meget høje forvitningsgrader, hvilket skyldes fremskredne forsuringsprocesser hvor aluminium og nikkel frigives til grundvandet. Dette giver overskridelser af grænseværdien for aggressiv kuldioxid i drikkevandet. De høje forvitningsgrader viser, at der sker forsurening og derfor er magasinerne sårbare overfor nitratudvaskning.

Både ved Agerbæk og Grimstrup vandværker er grundvandet i de kvartære sandmagasiner forsuret, så vandværkerne må justere rentvandets pH, inden det sendes ud til forbrugerne.

Ved Helle Vest Vandværks kildeplads ses ingen tegn på forsurening af grundvandet i de marine sedimenter.

I Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand, Klintinghoved Sand og Billund Sand er der meget lave forvitningsgrader.

Der er analyseret for pesticider i 19 boringer. I alt er der fundet pesticider over detektionsgrænsen i 5 boringer og heraf over grænseværdien i 2 boringer. De fundne stoffer er atrazin og nedbrydningsprodukter, BAM og Hexazinon. Det er totalukrudtsmidler der bl.a. anvendes i juletræskulturer og ved majsdyrkning.

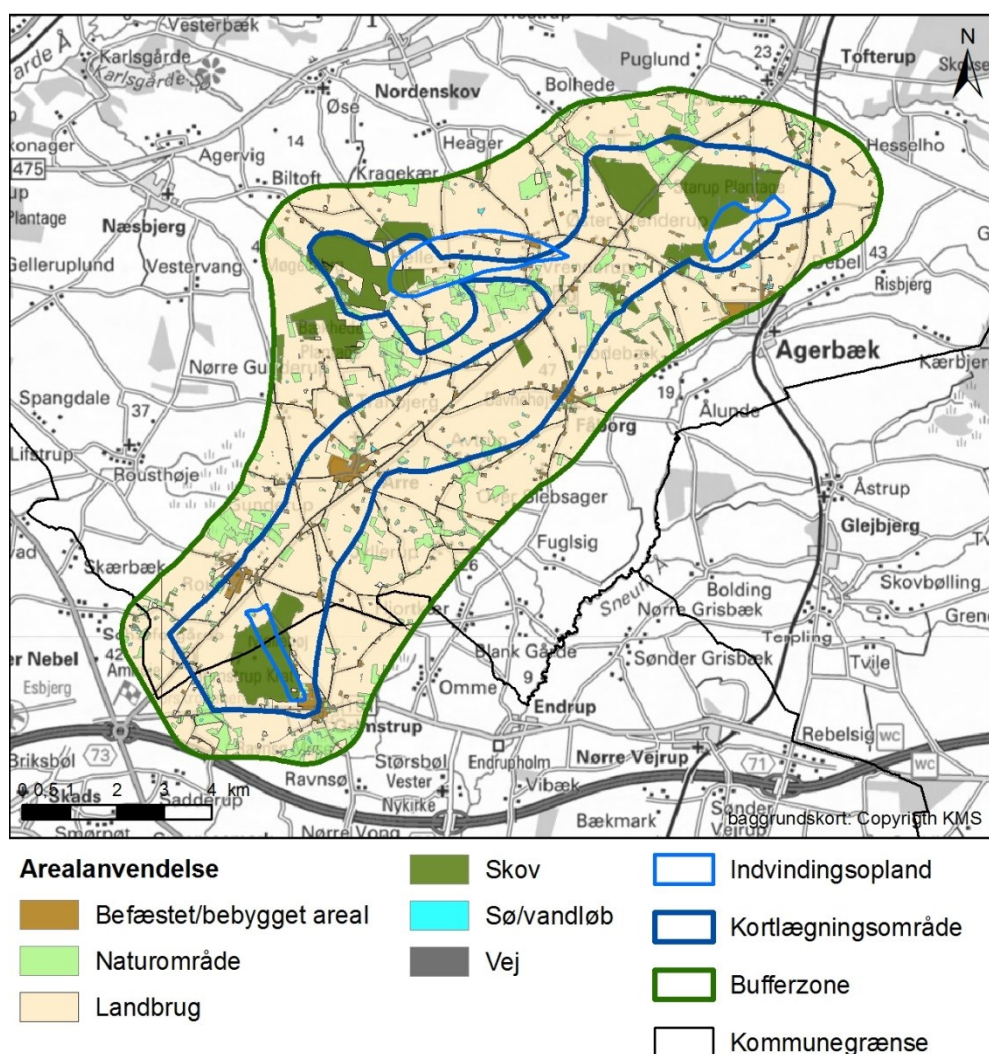
Af andre miljøfremmede stoffer er der fundet MTBE i det nu nedlagte Fåborg Vandværks boring. MTBE har siden 1985 været tilsat benzin i stedet for bly.

# 5. Arealanvendelse og forureningskilder

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

## 5.1 Arealanvendelse og planmæssige forhold

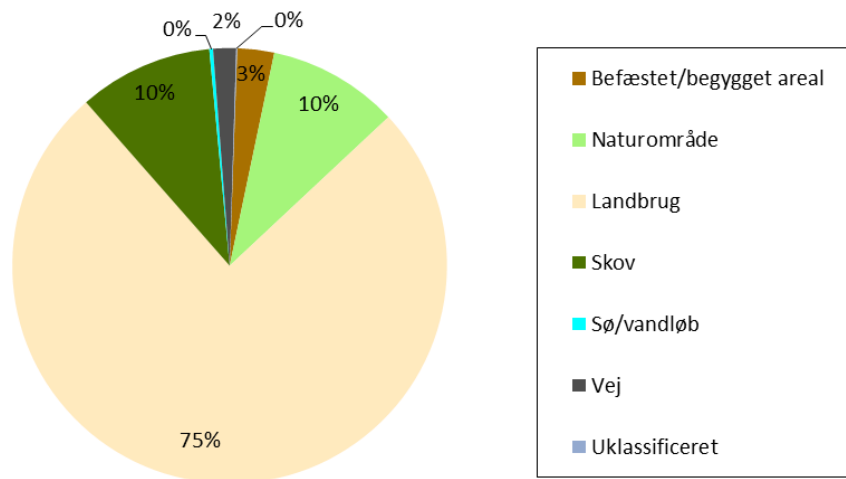
Arealanvendelsen på landbrugsarealer og i byområder kan udgøre en forureningstrussel i forhold til grundvandet, mens skov- og naturarealer oftest vil medføre en god beskyttelse af grundvandet. Arealanvendelsen i hele kortlægningsområdet består primært af landbrug og i mindre grad af skov og naturområder. Se figur 5.1.



Figur 5.1 Arealanvendelsen i kortlægningsområdet.

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

## Arealanvendelse



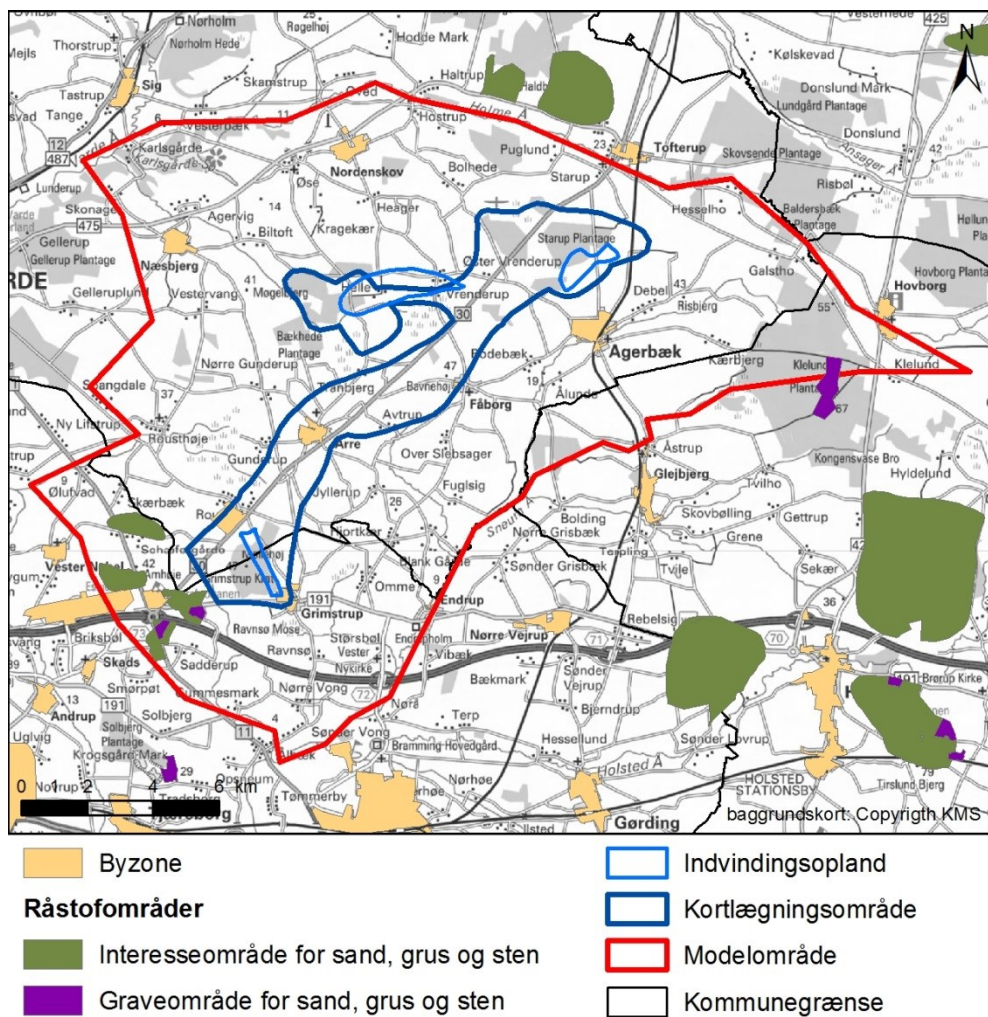
Figur 5.2 Fordelingen af arealanvendelsen.

### 5.1.1 Byer, byvækstområder og råstofområder

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

Råstofområder kan ligeledes udgøre en trussel overfor grundvandet, navnlig er det afgørende for grundvandsbeskyttelsen, at de efterbehandlede råstofgrave ikke anvendes på en måde, som kan medføre forurening af grundvandet. Efter råstofloven udarbejder regionerne en råstofplan, hvori der fastlægges en kortlægning og planlægning af råstofgraveområder og fremtidige råstofinteresseområder. Det er Region Syddanmark der udarbejder råstofplaner i dette område.

På figur 5.3 ses det, at der indenfor kortlægningsområdet er byzone ved Grimstrup, Roust og Årre og at Grimstrup ligger indenfor indvindingsoplandet til Grimstrup Vandværk. Der er et råstofinteresseområde for indvinding af sand, grus og sten, samt 2 råstofgrave, sydvest for kortlægningsområdet. Der er således ingen nuværende råstofgrave og formodentlig kommende råstofgrave i råstofinteresseområdet, der vil kunne påvirke grundvandsforholdene.



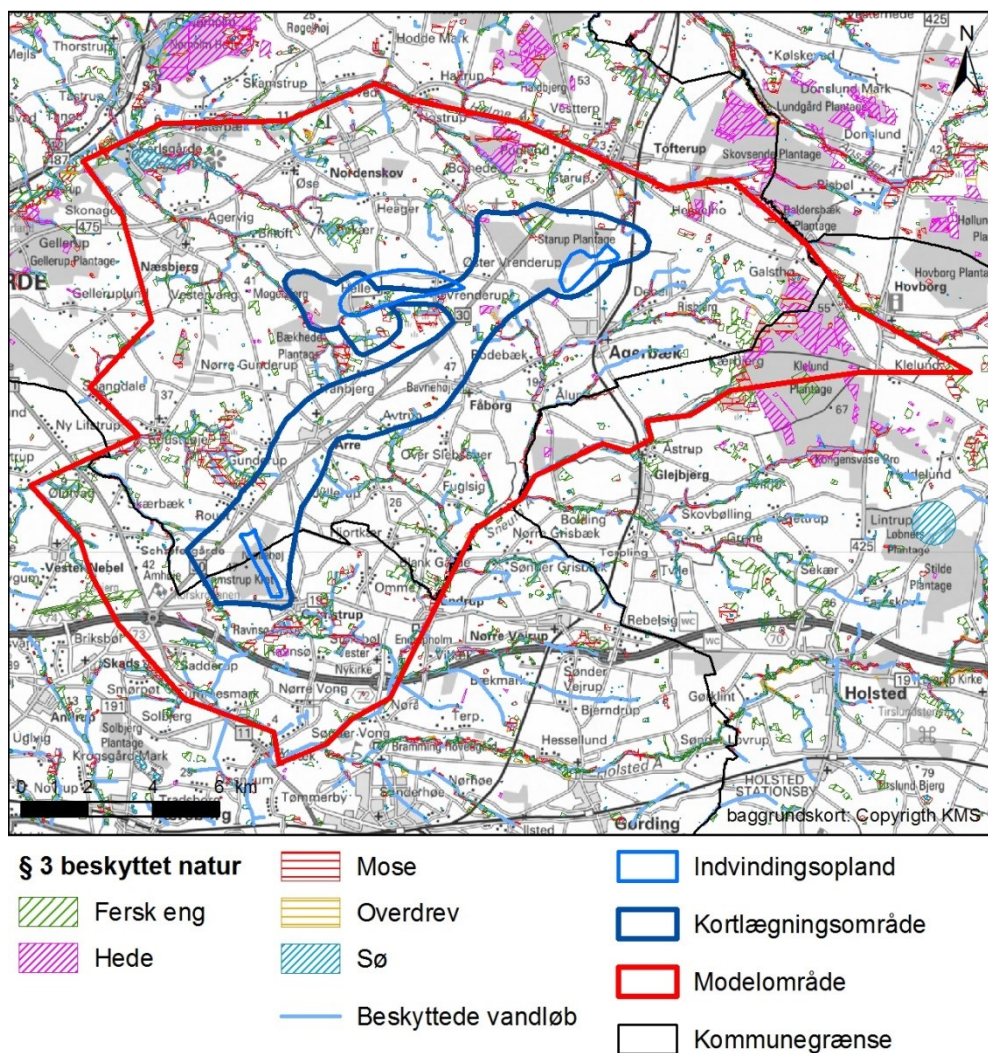
Figur 5.3 Byvækstområder og råstofinteresseområder.

### 5.1.2 Beskyttede naturtyper og fredninger

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

Figur 5.4 viser, hvor der findes beskyttede naturtyper indenfor kortlægningsområdet. De beskyttede naturområder er ferske enge, hede, mose og overdrev på arealer langs vandløbene.

Der findes ingen fredede områder indenfor kortlægningsområdet.



Figur 5.4 Beskyttede naturtyper og fredninger.

### 5.1.3 Skov, skovrejsningsområder og SFL områder

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

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

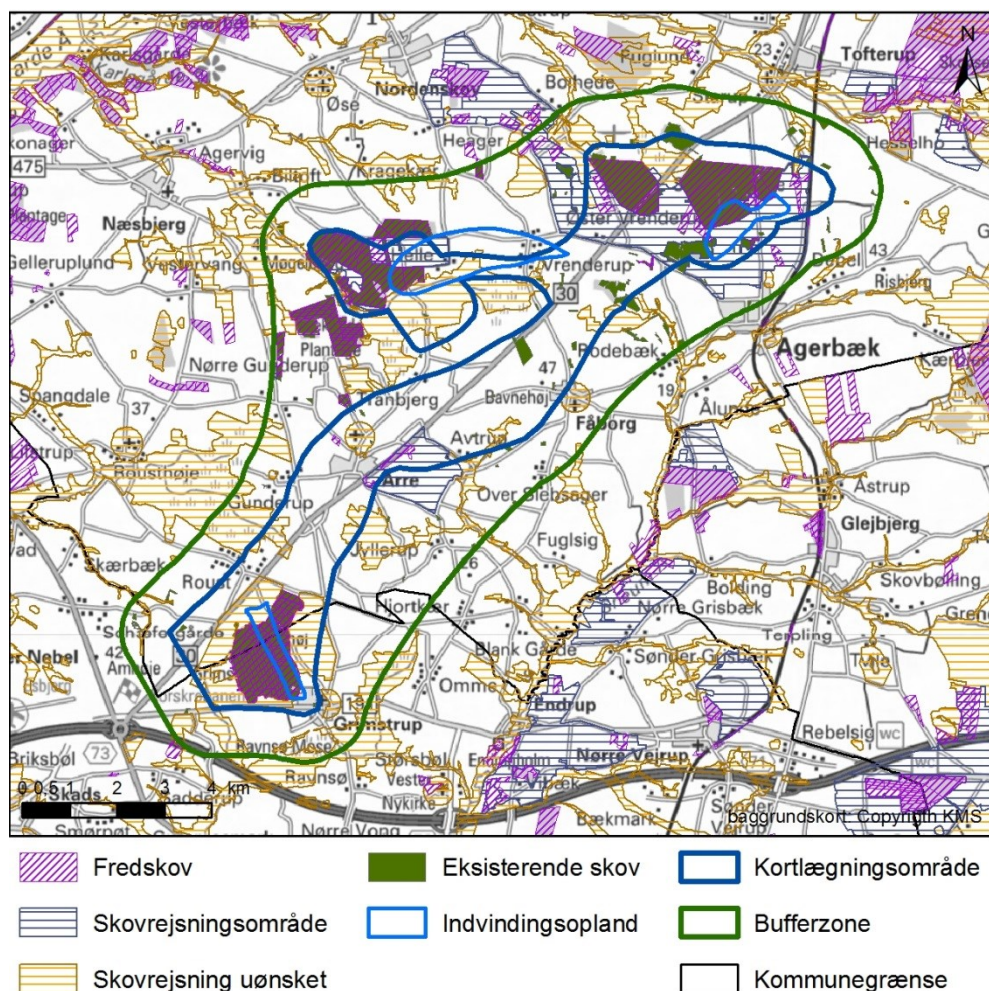
I forbindelse med tilskud til skovrejsning vil arealet blive pålagt fredskovspligt. Naturstyrelsen administrerer tilskudsordninger til skovrejsning. For yderligere oplysninger henvises til Naturstyrelsens hjemmeside [www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk).

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

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

Mht. støttemulighederne indenfor SFL områderne, og i øvrigt også indenfor Natura 2000 og de § 3 beskyttede naturtyper, henvises til FødevarerErhvervs hjemmeside [www.fvm.dk](http://www.fvm.dk).

På figur 5.5 og 5.6 ses hhv. skovrejsningsområderne og SFL områderne.



Figur 5.5 Eksisterende skovområder, fredskov og skovrejsningsområder.

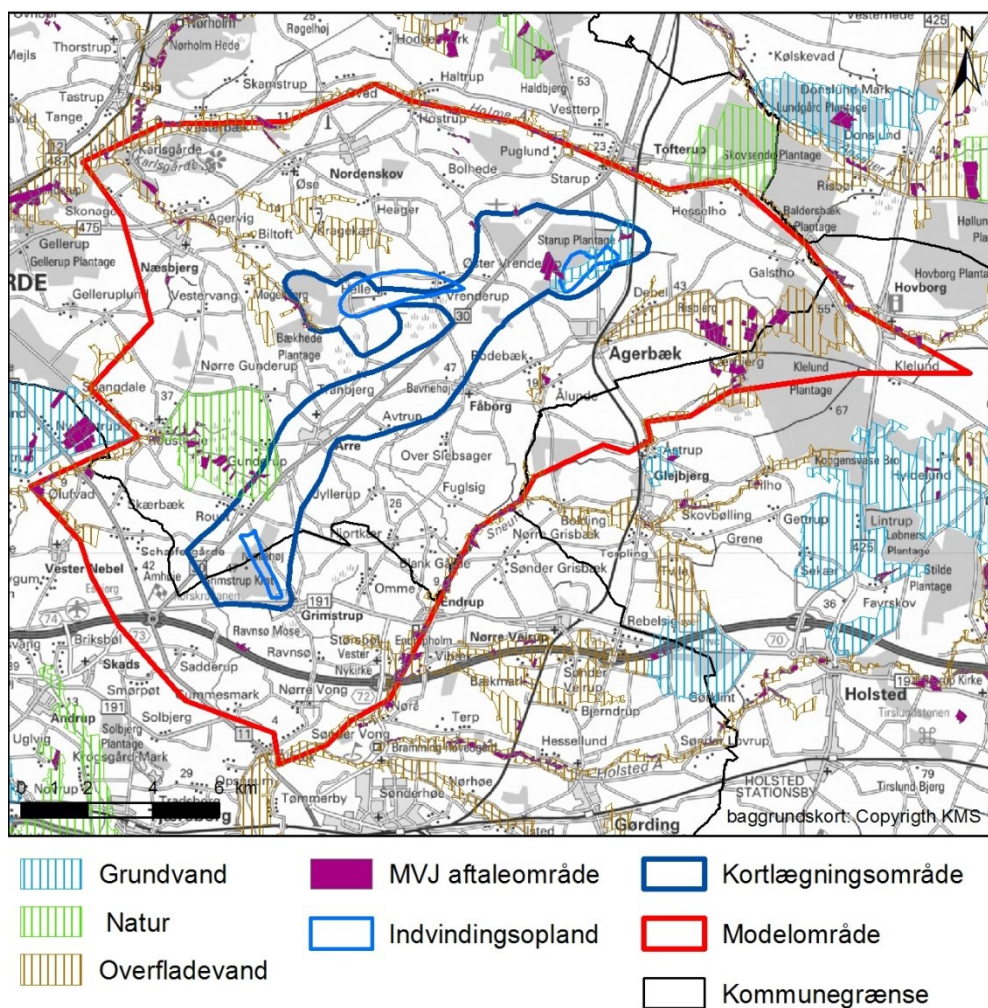
Fredskov ses i større områder ved Starup Plantage, Bækhede Plantage og Grimstrup Krat, hvor Starup, Helle Vest og Grimstrup vandværker også har dele af deres indvindings- og grundvandsdannende oplande.

Der er i Diagonalvejen Kortlægningsområde udpeget arealer til mulig skovrejsning øst for Årre, ved Helle og ved Øster Vrenderup i tilknytning til Starup Plantage. Der kan således ske skovrejsning inden for dele af indvindings- og grundvandsdannende oplande til Helle Vest Vandværk og Agerbæk vandværk, hvilket vil øge beskyttelsen af grundvandet til vandværkerne.

Områder, hvor skovrejsning er uønsket, er udpeget langs vandløbenes ådale.

Dele af indvindingsoplandet til Agerbæk Vandværk er udpeget som SFL-område for grundvand, og der eksisterer en MVJ-aftale lige nord herfor. Ved Bækhede Plantage er der SFL-område langs vandløbet, netop på grund af overfladevand, og ved Gunderup er der SFL-område for natur.





Figur 5.6 SFL-områder og MVJ-aftaler.

## 5.2 Landbrugsforhold

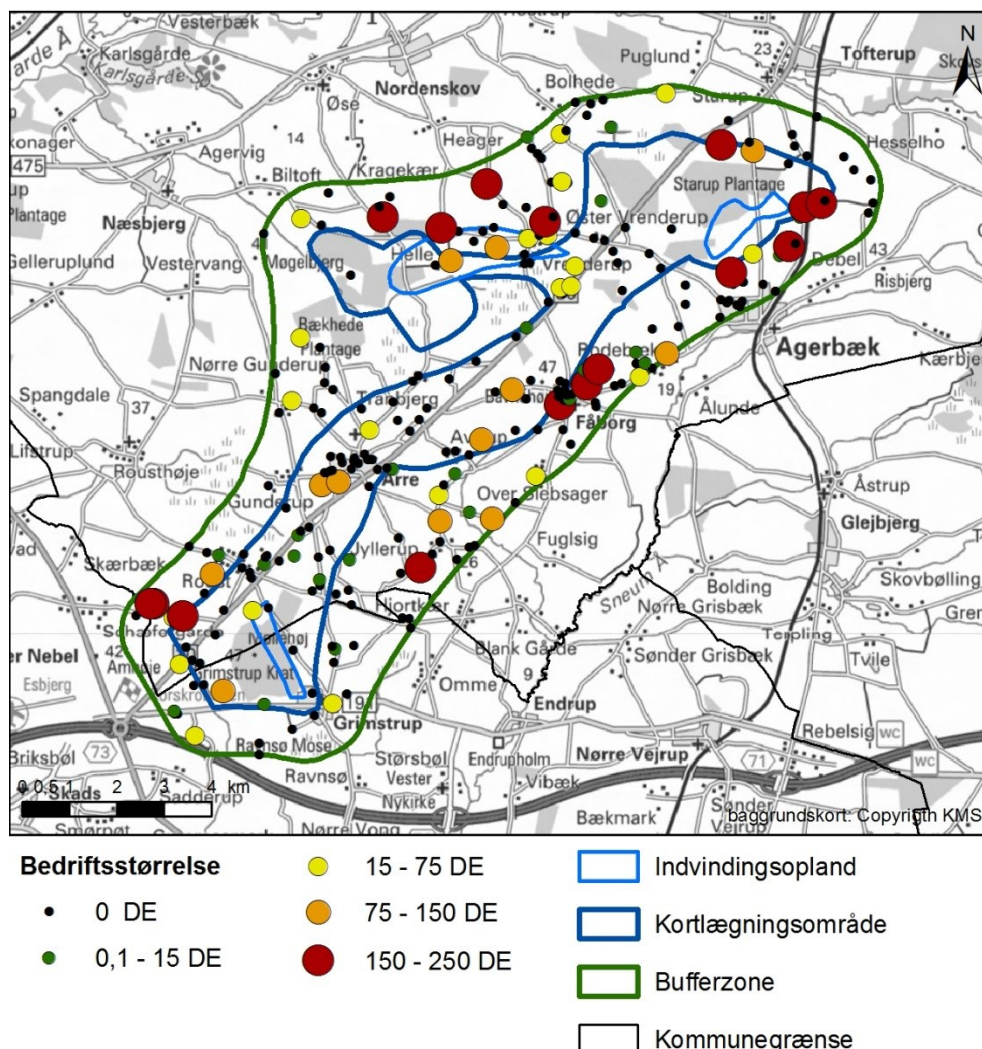
Dette afsnit indeholder en overordnet beskrivelse af landbrugsforholdene i kortlægningsområdet. Beskrivelsen bygger på landbrugsdata fra det generelle landbrugsregister (GLR), det centrale husdyrregister (CHR) og Gødningsregnskabet. Landbrugsdataene er registerdata fra år 2011. For beregningen af den potentielle nitratudvaskning er der dog tale registerdata for 2008.

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

### 5.2.1 Landbrugsbedrifter

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

På figur 5.7 er vist fordelingen af de forskellige landbrugsbedrifter i kortlægningsområdet samt i en zone omkring, da bedrifter nærved kan påvirke selve kortlægningsområdet. Bedrifter med ingen "dyreenheder" (DE) vil ofte være planteavlbrug. Anvendelsen af pesticider 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 udenfor kortlægningsområdet. Ligeledes kan bedrifter, der ligger udenfor kortlægningsområdet, have dyrkningsarealer indenfor området.



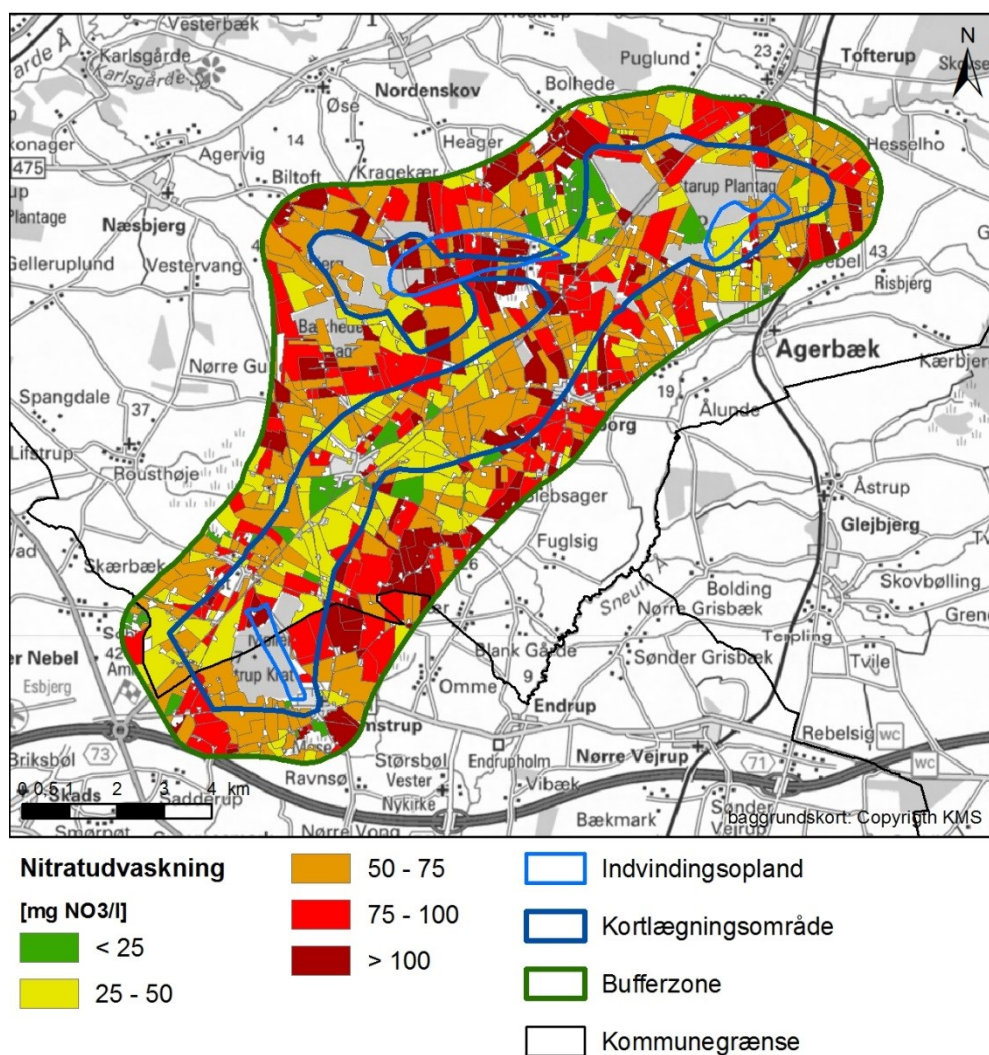
Figur 5.7 Placeringen af landbrugsbedrifterne samt antal dyreenheder (DE) ved hver bedrift.

Husdyrtrykket er jævnt fordelt over kortlægningsområdet. Ingen bedrifter er dog over 250 DE. Det er væsentligt at være opmærksom på, at der på store husdyrbedrifter ofte findes andre forureningskilder som eksempelvis opbevaringsfaciliteter til husdyrgødning.

### 5.2.2 Potentiel nitratudvaskning

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

Den potentielle nitratudvaskning fra rodzonen indenfor de enkelte markblokke er beregnet for 2009. Resultatet fremgår af figur 5.8, der viser kortlægningsområdet samt en zone omkring, da markblokke nærvæd kan påvirke selve kortlægningsområdet.



Figur 5.8 Den gennemsnitlige potentielle nitratudvaskning opgjort på markblokniveau for 2009.

Den potentielle nitratudvaskning varierer meget indenfor området, fra under 25 mg/l til over 100 mg/l, men der synes ikke at være nogen systematik i variationen. Den gennemsnitlige udvaskning fra markblokkene i kortlægningsområdet er 76 mg/l. Udvasningen er beregnet ud fra nettonedbøren på 507 mm/år fra kapitel 4.2.3.

Den potentielle nitratudvaskning på figur 5.8 bygger, som nævnt, på data fra 2009. Der kan således i dag lokalt være ændrede forhold, som giver ændret udvaskning af nitrat. I forhold til denne redegørelsesrapport og det efterfølgende indsatsplanarbejde bruges kortet primært som en screening, der viser områder med intensivt dyrkede landbrugsarealer og dermed arealer, hvor der er en potentiel risiko for stor nitratudvaskning.

## 5.3 Forureningskilder

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

### 5.3.1 Kortlagte jordforureninger

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

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

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

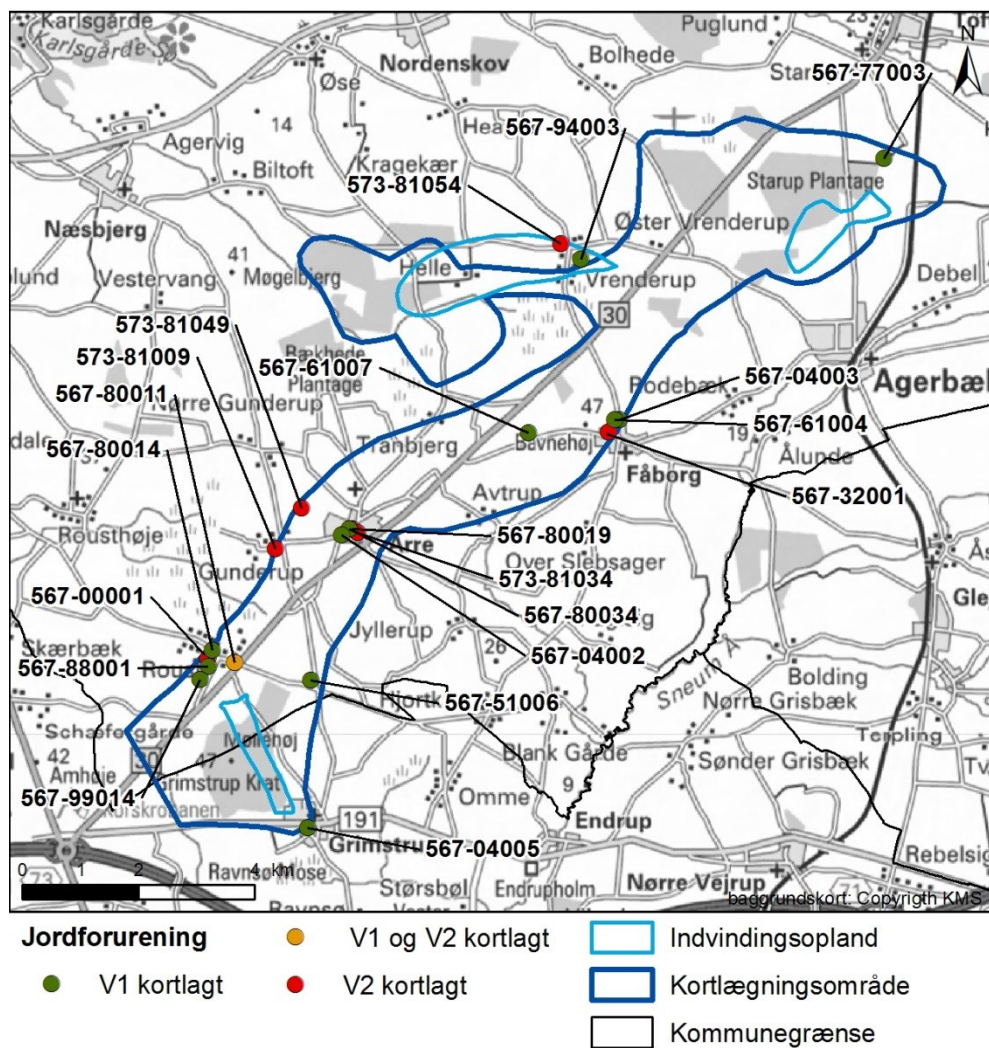
Region Syddanmark har på nuværende tidspunkt indsamlet data vedrørende systematisk kortlægning af aktiviteter, der kan have medført forurening, efter Affaldsdepotloven og Jordforureningsloven, i Esbjerg og Varde kommuner.

I de tilfælde, hvor regionen ikke har undersøgt eller afværget kendte forureninger i et indsatsplanområde, prioriteres indsatsen af regionen.

Da jordforureningskortlægningen omfatter et stort antal lokaliteter fordelt over hele regionen, må der forventes at gå nogle årtier, før regionen har undersøgt og eventuelt afværget alle relevante forureninger omfattet af regionens indsats.

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

Med udgangspunkt i data hentet ved Region Syddanmark i december 2012, findes der indenfor OSD og indvindingsoplande 18 lokaliteter, som er omfattet af jordforureningskortlægningen. Placeringen af lokaliteterne er angivet på figur 5.9. 7 lokaliteter er V2 kortlagte, 10 lokaliteter er V1 kortlagte og 1 lokalitet er både V1 og V2 kortlagt. I tabellen i figur 5.10 ses status for de kortlagte V1 og V2 lokaliteter, som udgør eller kan udgøre en risiko for grundvandsressourcen.



Figur 5.9 Kortlagte forureningslokaliteter.

Lokali- tetsnr.	Navn	Anvendelse (branche)	Status (V1/V2)	Evt. konstateret forurening (stofgrupper)	OSD/OD	Indvin- dings- opland
567-00001	Fabriksgrund, Asfaltværk	Asfalt- og tagpapfabrikker	V2	Phenol, BTEX	OSD	-
567-04002	Årre Autoværksted	Servicestationer	V1	Benzin, BTEX, MTBE	OSD	-
567-04003	Fåborg Auto	Autoreparations- værksteder	V1		OSD	-
567-04005	Grimstrup Auto- service	Autoreparations- værksteder	V1		OSD	-
567-32001	Vognmand	Vognmandsvirk- somhed	V2	Dieselolie	OSD	
567-51006	Korsvejens Andelsgrovvare- forening	Korn- og foder- stofvirksomhed	V1		OSD	-
567-61004	Smedeværksted	Smede- og maskinværksted	V1		OSD	-
567-61007	Harsø Maskiner A/S	Maskinfabrik med sprøjtelakering	V1		OSD	-
567-77003	Skrot- plads/autoophug	Autoophug	V1		OSD	-
567-80011	Uno-X Roust	Servicestationer - værksted	V1	MTBE, BTEX	OSD	-
567-80014	Roust Brugsfor- ening	Benzinsalg	V1		OSD	-
567-80019	Købmand med benzinsalg	Benzinsalg	V2	Olieprodukter	OSD	-
567-80034	Smed med benzin- salg	Smedeværksted	V1		OSD	-
567-88001	Roust Savværk A/S	Savværk med imprægnering	V1		OSD	-
567-94003	Helle Skyttefor- ening	Skydebane	V1		OSD	Helle Vest Vandværk
567-99014	Roust Brydum Beton	Betonvarefabrik- ker	V1		OSD	-
573-81009	Affaldsforbræn- dingsslagge	Slaggeudlægning	V2		OSD	-
573-81034	Birkegade 2 olie- tank	Utæt olietank	V2		OSD	-
573-81049	Anvendelse af knust asfalt	Anvendelse af knust asfalt	V2		OSD	-
573-81054	§19 slagge - hellevej 48, Årre Varde kommune	Slaggeudlægning	V2		OSD	Helle Vest Vandværk

Figur 5.10 Kortlagte muligt forurenede eller forurenede lokaliteter.

### **5.3.2 Øvrige forureningskilder**

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

#### **Spildevandsanlæg**

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

#### **Pesticider**

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

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

#### **Vejsalt**

Vejsaltning kan påvirke kloridindholdet i grundvandet. I GEUS rapport fra 2009 /1/ 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 et lokalt problem i større byer og langs trafikintensive veje, der saltets intensivt.

Som det ses af figur 5.1 er der af større trafikintensive veje, f.eks. hovedlandevej 30 sydvest-nordøst gennem kortlægningsområdet, men der er ikke fundet forhøjede kloridværdier i området.

#### **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.

## 6. Områdeudpegning

Oprindeligt blev OSD/OD og NFI udpeget i en amtslig regionplan ud fra daværende eksisterende data. Den nu udførte kortlægning har tilvejebragt ny viden i forhold til den oprindelige udpegning. I dette kapitel vurderes afgrænsningen af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og justeringerne af OSD præsenteres. Endvidere præsenteres de justerede indvindingsoplande til de almene vandforsyninger. Endelig vurderes sårbarheden af magasinerne i OSD og indvindingsoplandene udenfor OSD, og på baggrund heraf afgrænses de nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO).

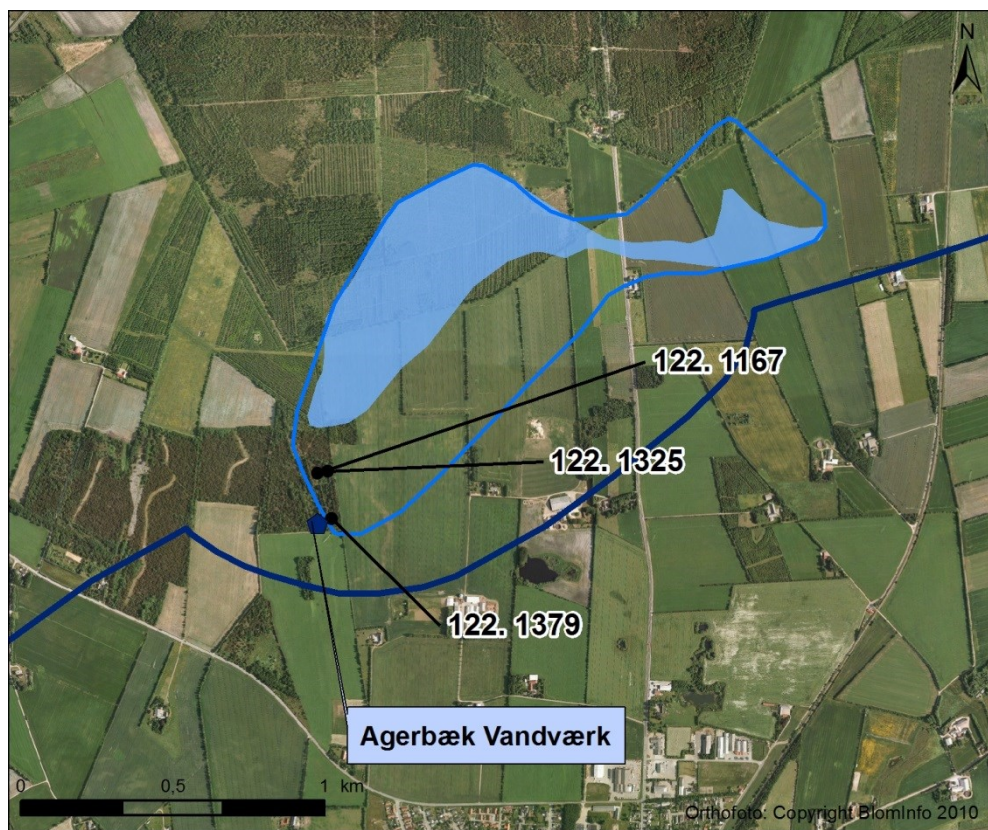
De ændrede områdefrænsninger træder i kraft, når de formelt er udpeget i en vedtaget bekendtgørelse med hjemmel i vandforsyningsloven. Områdefrænsningerne vil herefter kunne findes på miljøportalen for så vidt angår OSD, OD, NFI og IO.

### 6.1 Indvindingsoplande

Med udgangspunkt i den opstillede grundvandsmodel, se afsnit 4.3, er indvindingsoplandene til vandværkerne beregnet og optegnet.

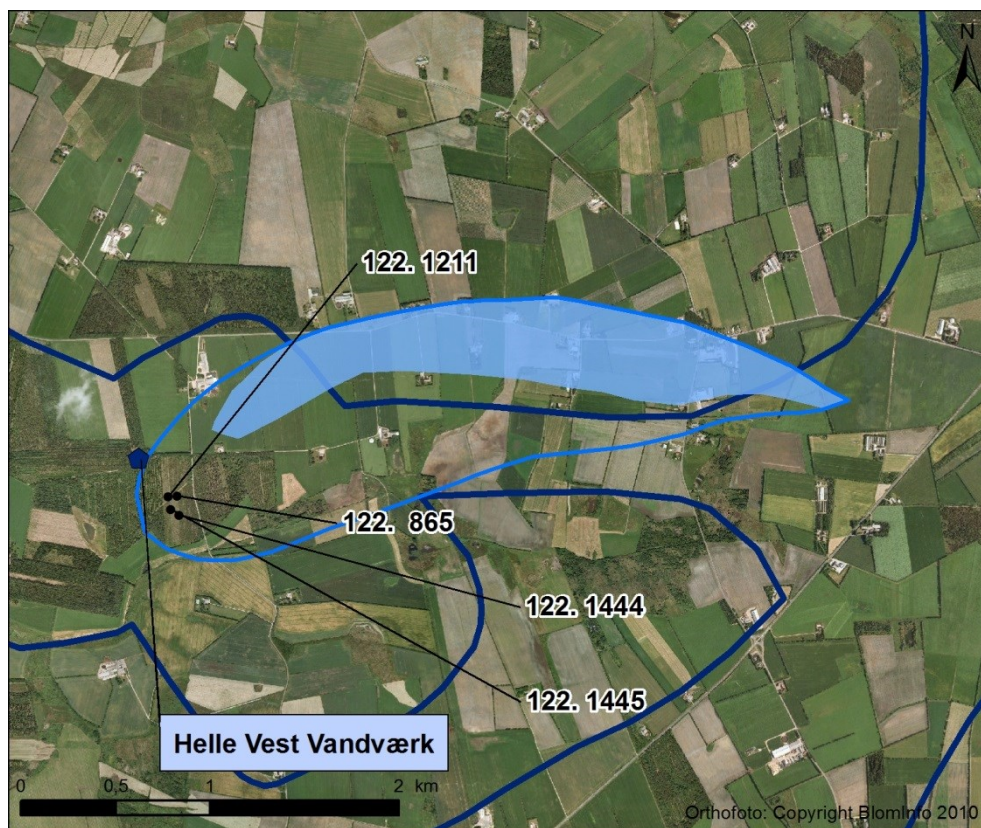
I grundvandsmodellen er der gennemført en partikelbanesimulering, hvor partikler placeret i indvindingsboringerne er sporet baglæns til grundvandsspejlet nær terræn. Indvindingsoplandene er efterfølgende optegnet som yderkanten af partikelbanerne. Der er ikke tillagt en bufferzone. For de nærmere detaljer om optegningen af indvindingsoplandene henvises til afsnit 4.3.3. Indvindingsoplandene fremgår af figur 6.1, 6.2 og 6.3.





- |   |                     |   |                           |
|---|---------------------|---|---------------------------|
| ● | Indvindingsboringer | ■ | Grundvandsdannende opland |
| ◆ | Vandværk            | ▭ | Kortlægningsområde        |
| □ | Indvindingsopland   | ▭ | Kommunegrænse             |

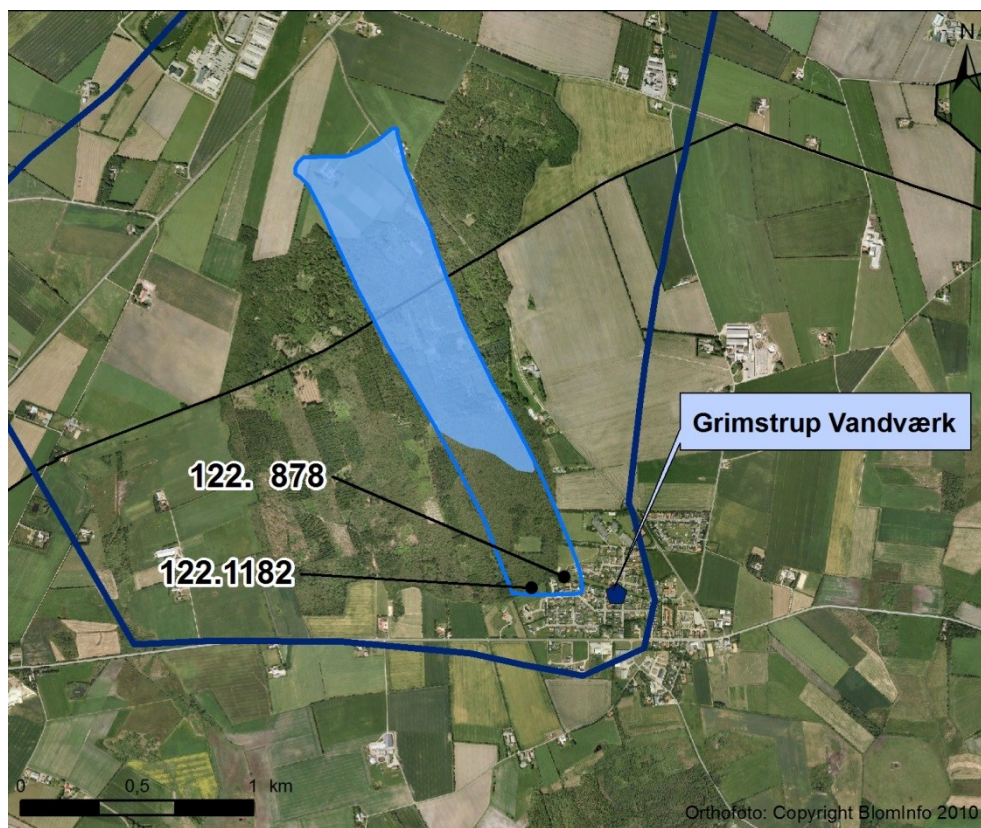
Figur 6.1 Indvindings- og grundvandsdannende opland for Agerbæk Vandværk.



- |   |                     |   |                           |
|---|---------------------|---|---------------------------|
| • | Indvindingsboringer | ■ | Grundvandsdannende opland |
| ◆ | Vandværk            | ▭ | Kortlægningsområde        |
| ▭ | Indvindingsopland   | ▭ | Kommunegrænse             |

Figur 6.2 Indvindings- og grundvandsdannende opland for Helle Vest Vandværk.

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



- Indvindingsboringer
- Vandværk
- Indvindingsopland
- Grundvandsdannende opland
- Kortlægningsområde
- Kommunegrænse

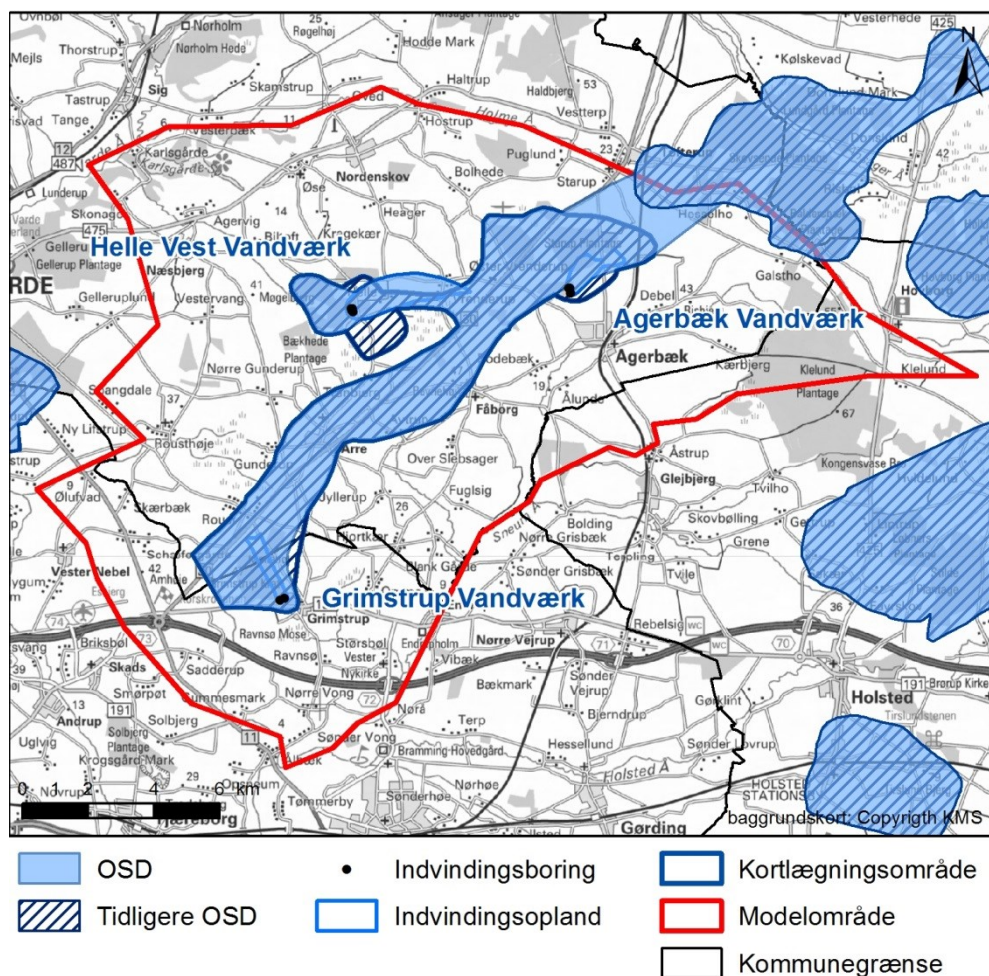
Figur 6.3 Indvindings- og grundvandsdannende opland for Grimstrup Vandværk.

## 6.2 Område med særlige drikkevandsinteresser

I forbindelse med kortlægningen i Diagonalvejen Kortlægningsområde er der opnået en større viden om området, der har medført, at områdeafgrænsningerne er vurderet i forhold til den nye viden. OSD fremgår af figur 6.4.

OSD er tilrettet, så de gamle indvindingsoplande til Agerbæk Vandværk og Helle Vest Vandværk udgår, mens de nye indvindingsoplande til de to vandværker inddrages i OSD. Desuden er der sket en sammenbinding af OSD ved Baldersbæk Kortlægningsområde og OSD ved Diagonalvejen Kortlægningsområde, da Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand i de to kortlægningsområder hænger sammen og grundvandet strømmer fra Baldersbæk Kortlægningsområde til Diagonalvejen Kortlægningsområde. Mellem de 2 kortlægningsområder findes således en uforurenet og forholdsvis velbeskyttet strategisk grundvandsressource, som er værd at beskytte mod forurening, da potentiel forurening i Baldersbæk Kortlægningsområde kan strømme til Diagonalvejen Kortlægningsområde.

OSD dækker 44,7 km<sup>2</sup>. Samlet er OSD udvidet med 5,3 km<sup>2</sup> eller 14 %.



Figur 6.4 OSD ved Diagonalvejen Kortlægningsområde.

### 6.3 Nitratfølsomme indvindingsområder

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

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

Udpegningen af nitratfølsomme indvindingsområder tager udgangspunkt i Miljøstyrelsens zoneringsvejledning /f/. Heraf fremgår, at i nitratsårbare områder med *nogen eller stor grundvandsdannelse* afgrænses de nitratfølsomme indvindingsområder.

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

På figur 6.5 er vist sårbarhedszoneringsen overfor nitrat sammen med grundvandsdannelse, gradientforhold og udvikling i nitrat og sulfat. Figuren er en udbygning af figur 4.21 over vurdering af nitratsårbarhed, se kapitel 4.5.

Alder	Lag	Dæklagstykkelse (m)	Nitratfront	Vandtype	Nitrat og sulfat	Sårbarhed	Grundvandsdannelse og gradient
Kvartær	Øvre Sandlag	0	Oxiderede sedimenter: Redoxfront gennemsnitlig 40-60 m.u.t., ned til Nedre Lerlag og prækvartæroverflade.	A	Nitratindhold op til 71 mg/l, stigende tendens	Stor	Stor grundvandsdannelse Nedadrettet gradient
	Øvre Lerlag	-					-
	Mellem Sandlag	< 5	Ingen eller ringe reduktionskapacitet				Stor grundvandsdannelse Nedadrettet gradient, undtagen langs vandløb
	Mellem Lerlag	-	Stærkt forvitret: FG > 2 (gennemsnit)				-
	Nedre Sandlag	>30 i sydøst og omkring Grimstrup, Åre og Nordenskov	Ved Agerbæk og øst for er FG = 15-30 til 60 m.u.t. (gennemsnit)				Stor grundvandsdannelse Nedadrettet gradient, undtagen langs vandløb
	Nedre Lerlag		Negativ kalkmætningsgrad = forsuring				
Miocæn	Gram Ler/Hodde Ler	-	Reducerede sedimenter Høj reduktionskapacitet pga. reaktivt organisk materiale og sandsynligvis også pyrit Negativ forvittringsgrad pga. sulfatreduktion, positiv kalkmætningsgrad	C-D	Konstant lavt nitratindhold Stigende sulfatindhold hvor der er tynde dæklag	Lille Mellem Agerbæk og Klelund: Nogen	-
	Odderup Sand/Stauning Sand	>30 < 5 ved Roushøje, samt nordøst for Agerbæk til Klelund					Ingen grundvandsdannelse, undtagen i området Starup Plantage - Klelund hvor der er stor grundvandsdannelse Opadrettet gradient undtagen området Starup Plantage - Klelund
	Arnum Ler	-					-
	Bastrup Sand	>30 < 5 i nordøst ved Galstho					Ingen grundvandsdannelse
	Klittinghoved Ler	-					-
	Billund Sand	>30					-
	Vejlefjord Ler	-					-
Oligocæn	Brejning Ler	-	-	-	-	-	-

Figur 6.4 Nitratfølsomhed i Diagonalvejen Kortlægningsområde.

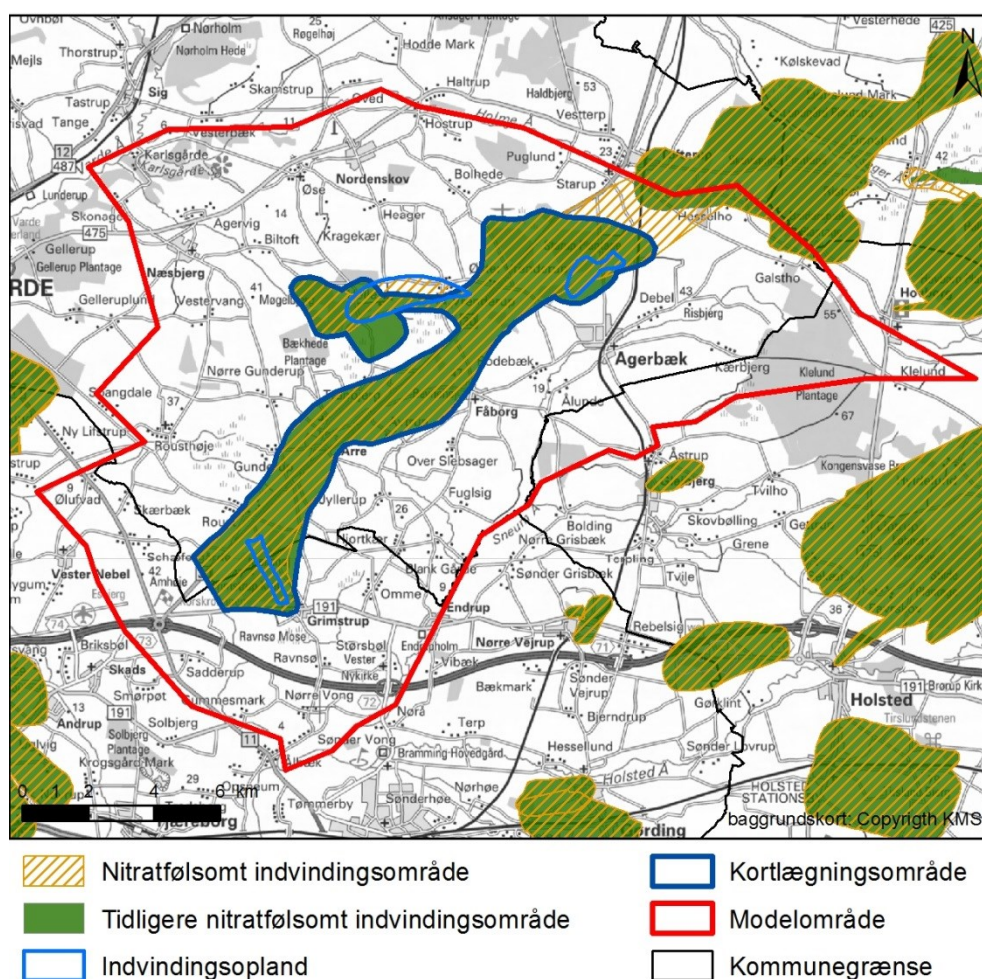
Øvre, Mellem og Nedre Sandlag har stor nitratsårbarhed overalt, på grund af ringe dæklagstykkelse og -udbredelse, oxiderede sedimenter og vandtype, ringe reduktionskapacitet i jordlagene og stærkt forvitrede jordlag. Grundvandsdannelsen er generelt stor og kun langs vandløbene Holme Å og Sneum Å er der ingen eller opadrettet grundvandsstrømning (gradient). Nitratindholdet er højt og med en stigende tendens.

Sen Elster-Holstein marint sand i Nedre sandlag er der ingen nitrat, men et svagt stigende indhold af sulfat som tegn på at nitrat påvirker det marine sand.

Odderup Sand/Stauning Sand, Bastrup Sand og Billund Sand er nitratfrie og har generelt ingen nitratsårbarhed på grund af de store dæklagstykkelser og stærkt reduceret vandtype. Mod nordøst, hvor der er ringe dæklag over Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand ses der forhøjet sulfat som følge af nitrat oxidere mineralet pyrit. De ringe dæklag betyder, at dette område har nogen nitratsårbarhed, da nitratfronten kan vandre nedad både ved øget nitratudvaskning fra jordoverfladen og ved at det overliggende nitratrige vand trækkes ned ved øget indvinding i Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand.

På den baggrund er der valgt at afgrænse hele det justerede OSD som nitratfølsomt indvindingsområde i forhold til de øverste primære magasiner, da Øvre, Mellem og Nedre Sandlag er nitratfølsomme og nitratforurenede og Odderup Sand/Stauning Sand og Bastrup Sand nordøst for Agerbæk er nitratfølsomt på grund af ringe geologisk beskyttelse over for nitrat.

På figur 6.5 er vist de justerede nitratfølsomme indvindingsområder, når der tages udgangspunkt i figur 6.4, samt de tidligere nitratfølsomme indvindingsområder. Ændringen i forhold til det oprindelige NFI svarer til ændringen i OSD som beskrevet i kapitel 6.2. NFI dækker 44,7 km<sup>2</sup>. Samlet er NFI udvidet med kun 1 m<sup>2</sup> i forhold til det oprindelige NFI.



Figur 6.5. Nitratfølsomt indvindingsområde og tidligere nitratfølsomt indvindingsområde.

## 6.4 Indsatsområder

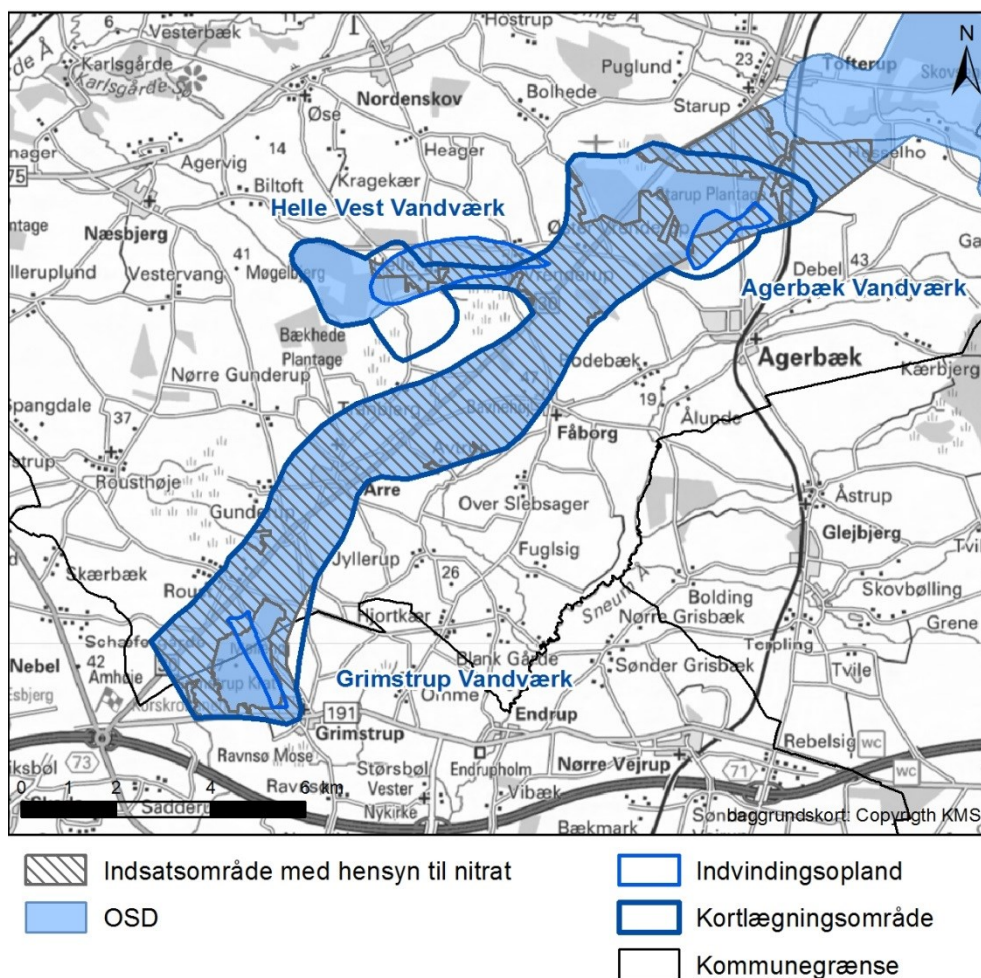
Indsatsområder afgrænses indenfor de nitrutfølsomme indvindingsområder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at opretholde en god grundvandskvalitet. Udpegningen sker på baggrund af en konkret vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af grundvandsressourcerne.

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

Arealanvendelsen er vurderet i kapitel 5. Heraf fremgår, at følgende arealer ikke skal afgrænses som indsatsområder:

- Beskyttede naturtyper (§3-natur): Hede, mose og overdrev (figur 5.3)
- Større sammenhængende arealer af fredskov (figur 5.5)

Disse arealer vil altovervejende yde beskyttelse mod høj nitratudvaskning, så der ikke vil være behov for at foretage indsatser der. Også de beskyttede naturtyper søer og vandløb vil være beskyttede, men da arealerne er små, er det valgt at medtage dem i indsatsområder. I nogle tilfælde vil fredninger og den beskyttede naturtype ferske enge også yde beskyttelse mod høj nitratudvaskning. Kommunerne kan vælge ikke at få foretaget indsatser på disse arealer. På baggrund af ovennævnte udgør indsatsområderne med hensyn til nitrat de arealer, som er vist på figur 6.6. IO dækker 33,8 km<sup>2</sup> eller 79 % af kortlægningsområdet. IO udgør 76 % af NFI.



Figur 6.6. Indsatsområde med hensyn til nitrat i OSD og indvindingsoplande. Bemærk: Indsatsområde med hensyn til nitrat skal erstattes med indsatsområde.

# 7. Sammenfatning af grundvandsmæssige problemstillinger

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

## 7.1 Problemstillinger i OSD og indvindingsoplande

### 7.1.1 Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele OSD har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. Der er bl.a. på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen inden for de nitratfølsomme indvindingsområder afgrænset indsatsområder, hvor det specifikt er vurderet, at der er behov for en særlig indsats overfor nitrat, se figur 6.6. Indsatsens indhold og omfang fastlægges i forbindelse med indsatsplanlægningen.

### 7.1.2 Sprøjtemidler

Kortlægningen har vist, at der er konstateret fund af sprøjtemidler i form af pesticider og/eller nedbrydningsprodukter fra pesticider over og under grænseværdien i de primære magasiner.

### 7.1.3 Andre stoffer

#### Miljøfremmede stoffer

Der er i området, i det nu nedlagte Fåborg Vandværk, fundet miljøfremmede stoffer i form af MTBE i det primære grundvandsmagasin.

#### Naturligt forekommende stoffer

Kortlægningen har vist, at der er flere steder i Diagonalvejen OSD og indvindingsoplande, hvor der er konstateret forhøjet indhold af aluminium, nikkel og aggressiv kuldioxid.

I flere vandværksboringer er der konstateret både høje og stigende sulfatindhold, som er vurderet at stamme fra pyritoxidation forårsaget af nedsivende nitrat.

### 7.1.4 Øvrige problemstillinger

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en række V1-kortlagte forureningslokaliteter, beliggende indenfor OSD og indvindingsoplandene. Disse lokaliteter prioriteres til undersøgelse og evt. oprydning af Region Syddanmark.

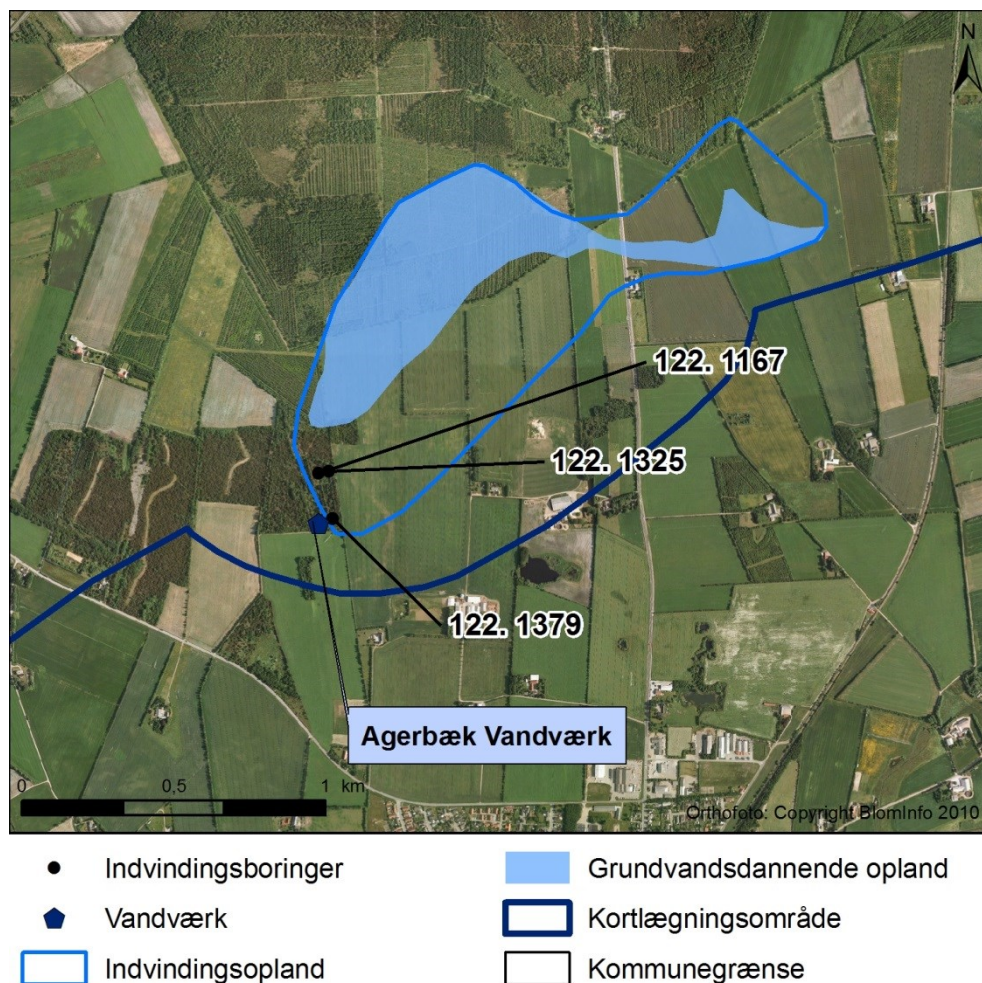


## 7.2 Problemstillinger ved specifikke vandværker

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

### 7.2.1 Sammenfattende beskrivelse ved Agerbæk Vandværk

Agerbæk Vandværk ligger 1,5 km nordvest for Agerbæk. Se figur 7.1. Det blev oprindeligt anlagt i Agerbæk by, men flyttet til den nuværende placering i 1982. Vandværket har omkring 680 forbrugere.



Figur 7.1 Agerbæk Vandværk.

Der er 3 aktive boringer på kildepladsen. DGU nr. 122.1167 har filter 58-64 meter under terræn (kote -18 – -24), DGU nr. 122.1325 har filter 60-66 meter under terræn (kote -20 – -26) og DGU nr. 122.1379 har filter hhv. 69-78, 101-104 og 110-122 meter under terræn (hhv. kote -29 – -38, -61 – -64 og -70 – -82).

Agerbæk Vandværk indvinder vand fra Nedre Sandlag, der er forsuret, nitratholdigt og stærkt oxideret med vandtype A. Tidsserierne for boring DGU nr. 122.1325 har været svingende fra 15 til 30 mg nitrat/l, men er generelt faldende de seneste 5 år. Indholdet af sulfat og ammonium er stigende, og indikerer at nitratfronten er på vej nedad.

Indholdet af nitrat i DGU nr. 122.1167 har været jævnt stigende fra 8 til 35 mg/l over 20 år. En tilsvarende tendens ses for sulfat som tegn på, at nitratfronten vandrer nedad. Det stærkt forsurede grundvand har stigende indhold af aluminium (125-200 mg/l) og indholdet af nikkel er ligeledes højt (20-45 µg/l). I de sløjfede indvindingsboringer ses nitratindhold på op til 60 mg/l, dvs. over grænseværdien.

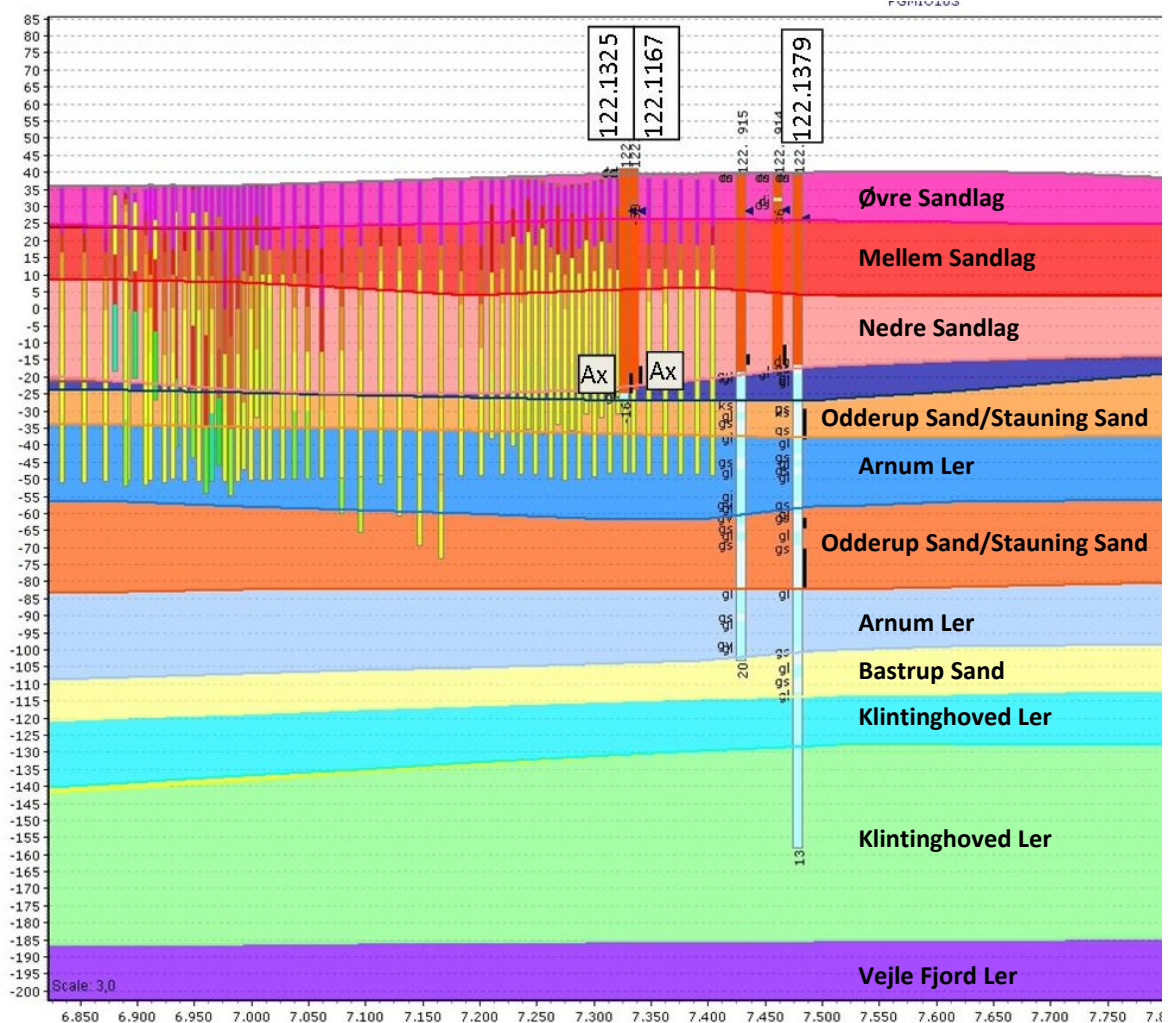
Indholdet af aggressiv kuldioxid stiger samtidig med at indholdet af hydrogencarbonat falder hvilket indikerer forsuring. Da der er overskridelser af grænseværdien for aggressiv kuldioxid, tilsætter vandværket akdolit, dvs. kalk i sandfilteret, for at nedbringe forsuringen (regulere pH). Indholdet af aggressiv kuldioxid har siden 2005 generelt ligget over grænseværdien, selvom der anvendes ca. 5 ton Akdolit om året.

Agerbæk Vandværk indvinder også vand fra Odderup Sand/Stauning Sand, der er en reduceret, jernholdig vandtype C uden nitrat. Indholdet af arsen er svagt forhøjet. Tidsserien for rentvandet viser, at der de seneste år sker et mindre fald i indholdet af nitrat og et uændret indhold af pesticid-nedbrydningsproduktet BAM. Der er påvist spor af BAM i boring DGU nr. 122.1325 i Nedre Sandlag.

De relativt få data for den dybe boring DGU nr. 122.1379, indikerer at vandkvaliteten måske ikke er stabil, idet indholdet af sulfat er stigende. Det vurderes derfor at nitratfronten har nået toppen af Odderup Sand/Stauning Sand, da nitrat nedbryder mineralet pyrit og derved frigives sulfat til grundvandet.

Spor af chloroform i DGU nr. 122.878 skyldes udvaskning fra skovområderne, hvilket ikke er usædvanligt eller problematisk, da det er under grænseværdien. Råvandets forhøjede indhold af nikkel og aluminium ses ikke i rentvandet.

DGU nr. 122.1167 og 122.1379 indvinder fra mellemkornet sand i Nedre Sandlag. DGU nr. 122.1325 indvinder i finsandede lag i Odderup Sand/Stauning Sand. Se figur 7.2. Der er ingen lerdæklag ved kildepladsen.



Figur 7.2 Profilsnit gennem jordlagene ved Agerbæk Vandværks kildeplads, med vandværkets 3 borer DGU nr. 122.1167, 122.1325 og 122.1379. Bogstaverne ved boringernes filtre er vandtyper.

Trykniveauet for boringernes magasiner er omkring kote 27-28 og magasinforholdene i Nedre Sandlag og Odderup Sand/Stauning Sand er frie. Figur 7.1 viser, at grundvandet strømmer til boringerne fra nordøst og at grundvandsdannelsen til boringernes filtre for en stor del sker ved Starup Plantage.

Ved undersøgelsesboring DGU nr. 122.1823 i Starup Plantage kan der muligvis anlægges en kildeplads. Undersøgelsesboringen viste, at:

- Der kan indvindes fra filter 2 i 156-162 meter under terræn, beliggende i Bastrup Sand. Et indvindingsopland vil strække sig mod østsydøst til Klelund Plantage, hvis der indvindes 131.000 m<sup>3</sup> pr. år som er den nuværende tilladte indvindingsmængde på Agerbæk Vandværk.
- Grundvandsmagasinet i Bastrup Sand er kun delvist beskyttet af de overliggende lerlag, idet der efter kort tids pumpning opnås hydraulisk kontakt til de overliggende lag. Det er dog bedre beskyttet end de overliggende magasiner Øvre, Mellem og Nedre sandlag samt Odderup Sand.
- Grundvandsmagasinet i Bastrup Sand er relativt lavtydende, idet der kan forventes en boringsydelse på ca. 30 m<sup>3</sup> i timen ved 10 m afsenkning.

### 7.2.1.1 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Agerbæk Vandværk

#### **Nitrat**

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. 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 overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

#### **Sprøjtemidler**

Kortlægningen har vist, at der aktuelt er konstateret fund af nedbrydningsprodukter fra pesticider under grænseværdien i vandværkets boring DGU nr. 122.1325 i det primære grundvandsmagasin. Der er fund stoffet BAM. Der er således fund af ikke-godkendte stoffer.

#### **Andre stoffer**

##### Naturligt forekommende stoffer

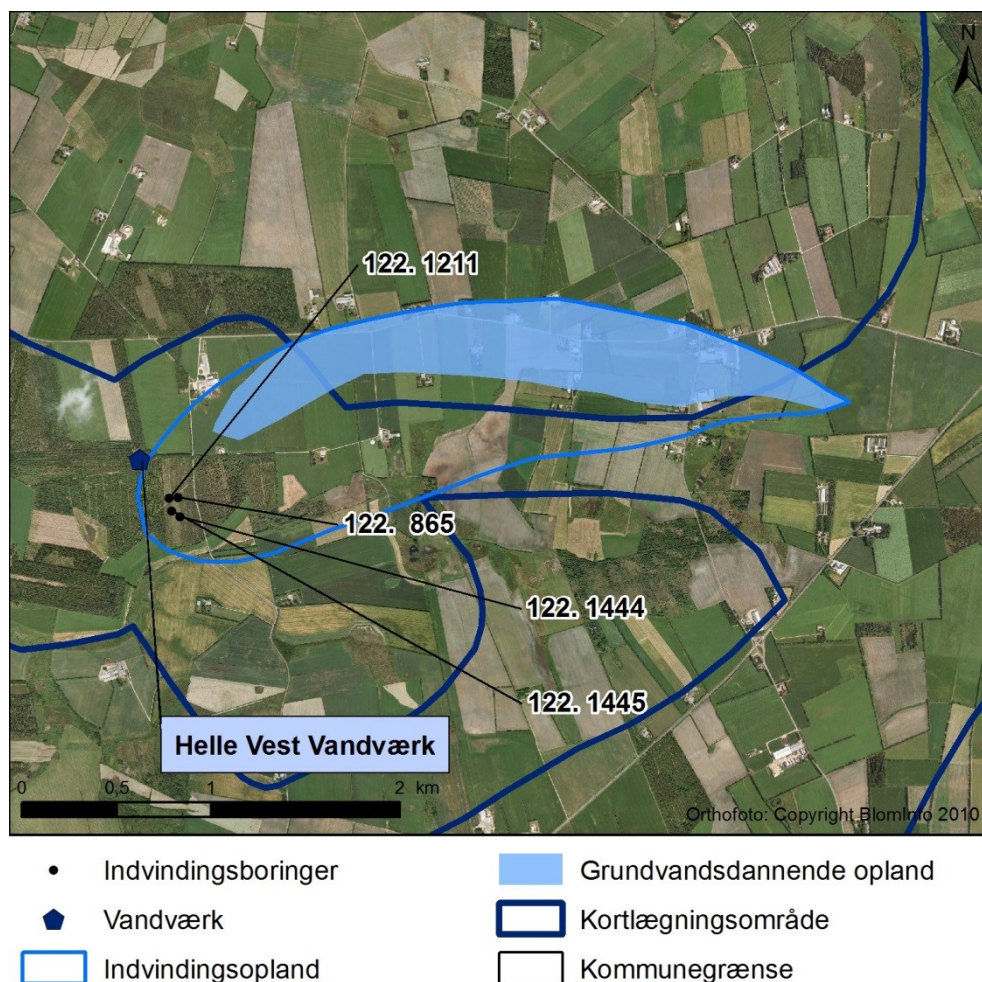
Kortlægningen har vist, at flere steder i indvindingsoplandet er der konstateret forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid.

I vandværksboring DGU nr. 122.1325, 122.1367 og 122.1379 er der konstateret både høje koncentrationer og et stigende indhold af sulfat, som er vurderet at stamme fra pyritoxidation forårsaget af nedsivende nitrat.

### 7.2.2 Sammenfattende beskrivelse ved Helle Vest Vandværk

Andelsværket Helle-Vest a.m.b.a. ligger i Helle Plantage ca. 4 km nord for Årre, se figur 7.4. Det blev bygget i 1975 og har omkring 1.340 forbrugere.

Der er 4 aktive borer på kildepladsen. DGU nr. 122.865 har filter 83-101 meter under terræn (kote -56 – -74), DGU nr. 122.1211 har filter 72-84 meter under terræn (kote -47 – -59), DGU nr. 122.1444 har filter 94-106 meter under terræn (kote -69 – -81) og DGU nr. 122.1445 har filter 78-86 meter under terræn (kote -53 – -61).

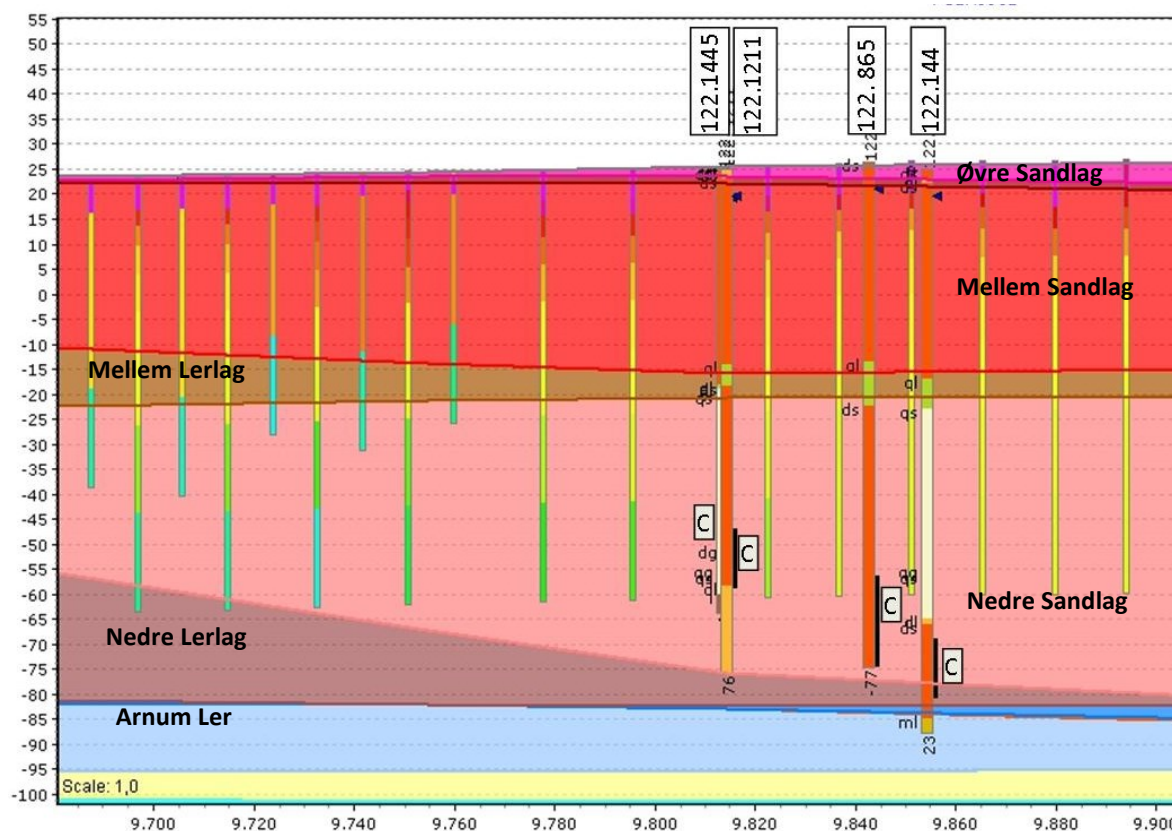


Figur 7.3 Helle Vest Vandværk.

Helle Vest Vandværk indvinder vand fra Nedre Sandlag, der her består af marint sand. Modsat de øvrige dele af Nedre Sandlag er grundvandet i det marine sand en reduceret, jernholdig vandtype C med et let forhøjet indhold af fosfor. Fosfor er typisk for marine lag, men kræver ikke opmærksomhed i forhold til vandkvaliteten.

Rentvandsanalyserne viser en stabil vandkvalitet over tid, der lever op til kvalitetskrav. rentvandets turbiditet (partikler i vandet) ligger lige under kravet til drikkevandskvalitet. Der er ikke problemer med nitrat men der ses en ganske svag stigning i sulfat med tiden, hvilket kan indikere at nitratfronten bevæger sig nedad.

Boringerne indvinder fra grovsandede marine lag fra Sen Elster Istid - Holstein Mellemistid, se figur 7.5. Dæklagene på kildepladsen udgøres af op til 9 meter marint ler.



Figur 7.4 Profilsnit gennem jordlagene ved Helle Vest Vandværks kildeplads, med vandværkets 4 boreriger DGU nr. 122.144, 122.865, 122.1211 og 122.1445. Bogstaverne ved boringernes filtre er vandtyper.

Trykniveauet for boringernes magasiner er omkring kote +5 og magasinforholdene er spændte. Figur 7.3 viser, at grundvandet strømmer til borerigerne fra øst og at grundvandsdannelsen til boringernes filtre sker i den nordlige del af indvindingsoplandet.

### 7.2.2.1 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Helle Vest Vandværk

#### Nitrat

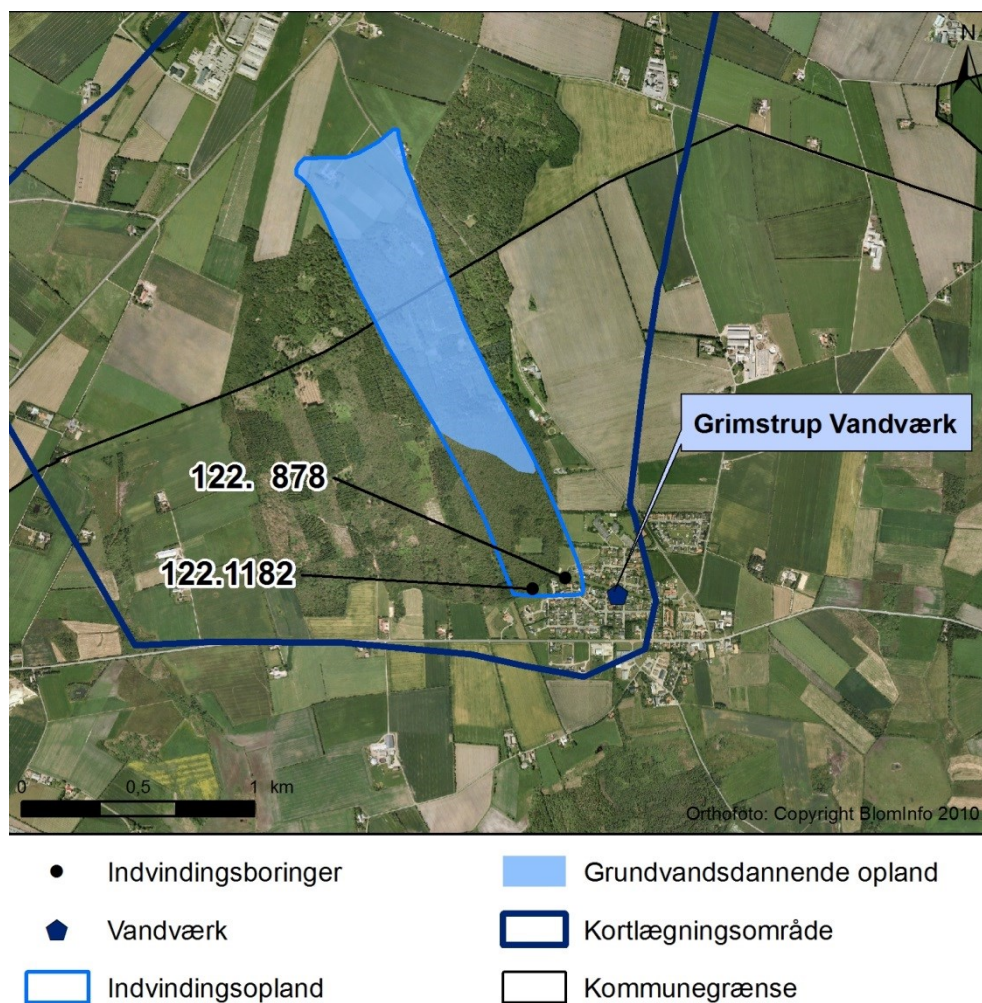
Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. De steder, hvor der samtidig sker nogen eller stor grundvandsdannelse til magasinet, er der afgrænset nitratfølsomme indvindingsområder. 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 overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

#### Andre stoffer

I forbindelse med kortlægningen er det konstateret, at der er en V1-kortlagt forureningslokalitet, beliggende inden for indvindingsoplandet. Denne lokalitet prioriteres til undersøgelse og evt. oprydning af Region Syd-danmark.

### 7.2.3 Sammenfattende beskrivelse ved Grimstrup Vandværk

Grimstrup Vandværk ligger mellem Grimstrup by og Grimstrup Krat, se figur 7.5. Det blev bygget i 1964 og har i dag omkring 250 forbrugere. Vandværkets 2 borer er filtersat 33-45 meter under terræn (kote 2 til -10)



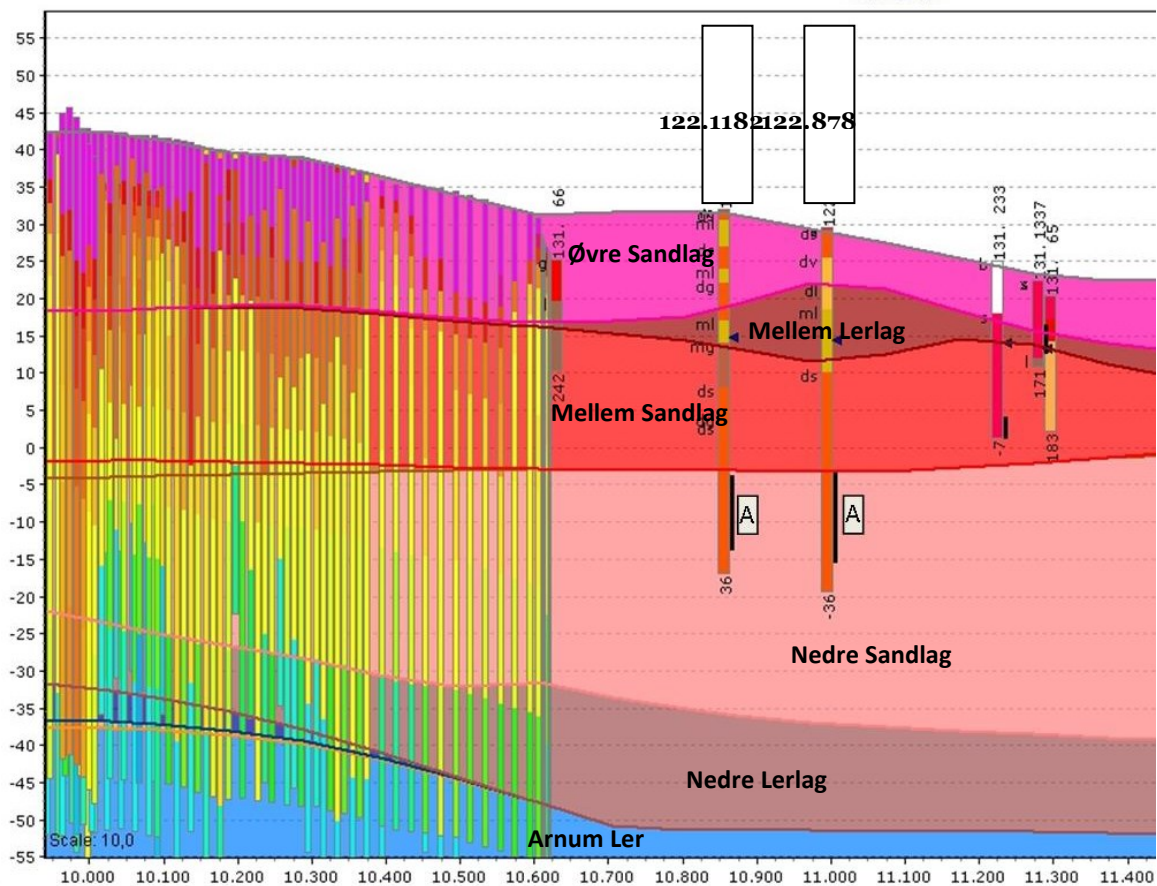
Figur 7.5 Grimstrup Vandværk.

Grimstrup Vandværk indvinder vand der er forsuret, nitratholdigt og stærkt oxideret med vandtype A. Tidsserierne for boring DGU nr. 122.878 indikerer at grundvandets kvalitet ikke er stabil over tid. Bl.a. ses stigende indhold af nitrat og sulfat over de senest 30 år. Indholdet af nitrat ser dog ud til at stabiliseres omkring det tidspunkt, hvor vandforbruget falder kraftigt (1992-1996) og hvor boring DGU nr. 131233 med nitratinhold på 71 mg/l nedlægges i 1993.

Indholdet af aggressiv kuldioxid stiger samtidig med at indholdet af hydrogencarbonat falder hvilket indikerer forsurening. Da der er overskridelser af grænseværdien for aggressiv kuldioxid, tilsætter vandværket akdolit, dvs. kalk i sandfilteret, for at nedbringe forsureningen (regulere pH). De noget kortere tidsserier for DGU nr. 122.1182 indikerer tilsvarende ændringer i vandkvaliteten.

Spor af chloroform i DGU nr. 122.878 skyldes udvaskning fra skovområderne, hvilket ikke er usædvanligt eller problematisk, da det er under grænseværdien.

Boringen indvinder fra kalkfrit smeltevandssand i Nedre Sandlag, se figur 7.6. Dæklagene på kildepladsen udgøres af 15 meter moræne- og smeltevandsler med tynde sandlag.



Figur 7.6 Profilsnit gennem jordlagene ved Grimstrup Vandværks kildeplads, med vandværkets 2 borer DGU nr. 122.878 og 122.1182. Bogstaverne ved boringernes filtre er vandtyper.

Trykniveauet for boringernes magasiner er omkring kote +15 og magasinet er spændt. Figur 7.5 viser, at grundvandet strømmer til borerne fra nordvest og at den største del af grundvandet dannes under Grimstrup krat, der er fredskov. Der er stor grundvandsdannelse i hele det grundvandsdannende opland.

### 7.2.3.1 Grundvandsmæssige problemstillinger ved Grimstrup Vandværk

#### Nitrat

Kortlægningen har vist, at det primære grundvandsmagasin i hele indvindingsoplandet har stor nitratsårbarhed, bl.a. fordi der kun er et begrænset beskyttende lerlag over magasinerne. 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 overfor nitrat fastsættes i forbindelse med indsatsplanlægningen.

#### Sprøjtmidler

Kortlægningen har vist, at der aktuelt er konstateret fund af nedbrydningsprodukter fra pesticider under grænseværdien indenfor indvindingsoplandet i det primære grundvandsmagasin. Der er fund stoffet atrazin. Der er således fund af ikke-godkendte stoffer.



## **Andre stoffer**

### Naturligt forekommende stoffer

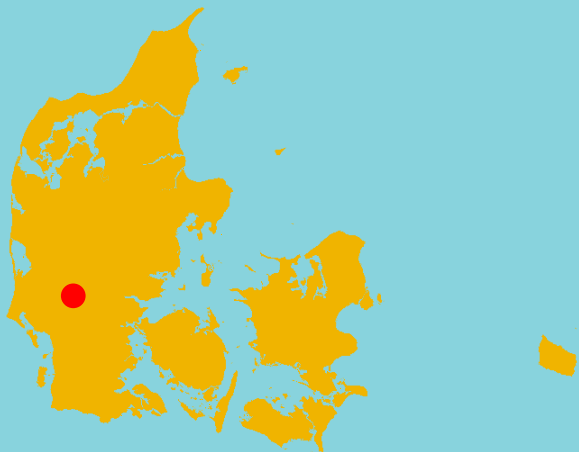
Kortlægningen har vist, at flere steder i indvindingsoplandet er der er konstateret forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid.

I vandværksboring DGU nr. 122.878 er der konstateret et stigende indhold af sulfat, som er vurderet at stamme fra pyritoxidation forårsaget af nedsivende nitrat.

## 8. Referencer

Lovgivning og vejledninger	
/a/	Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 1995 "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser".
/b/	Lov nr. 479 af 01/07/1998 om ændring af lov om vandforsyning mv. lov om miljøbeskyttelse og lov om planlægning (Beskyttelse af drikkevandsressourcer og vandforsyning). Lovændringerne ses sammenskrevet i Lovbekendtgørelse nr. 130 af 26/02/1999 om vandforsyning mv.
/c/	Lovbekendtgørelse af 22/12/2013 om vandforsyning mv.
/f/	Miljøstyrelsen, Nr. 3, 2000. Zonering. Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen
/g/	GEUS, Kemisk grundvandskortlægning. Geo-vejledning nr. 6.
/h/	GEUS, Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande. Geo-vejledning nr. 2
/i/	Naturstyrelsen, Vejledning om indsatsplaner, 2013
Kortlægninger og undersøgelser	
/1/	Den digitale højdemodel. Kort- og Matrikelstyrelsen
/2/	GEUS Jordartskort, 1:25.000.
/3/	Smed, P. 1978. <i>Landskabskort over Danmark</i> . Geografforlaget.
/4/	GEUS. 2004: <i>Regionalgeologisk kortlægning af miocæne grundvandsmagasiner i Ribe Amt</i> . Rapport.
/5/	Terraqua aps. 1979: <i>Geoelektrisk undersøgelse, Andelsvandværket Helle Vest</i> .
/6/	Terraqua aps. 1980: <i>Geoelektrisk undersøgelse, Grimstrup Vandværk</i> .
/7/	Terraqua aps. 1978: <i>Geoelektrisk undersøgelse for markvandingss boring, Brøndbæksgård, Sdr. Starup</i> .
/8/	N&R Consult. 1990: <i>Geoelektrisk undersøgelse ved Galsthovej 26, Tofterup, Grindsted</i> .
/9/	Ribe Amt. 2005: <i>Område 4, Klelund Plantage – Grundvandskemi</i> . Hedeselskabet.
/10/	NIRAS. 2010: <i>Trin 1 kortlægning Diagonalvejen – Sammenstilling og vurdering af eksisterende data for kortlægningsområdet Diagonalvejen</i> . Rapport, Miljøcenter Ribe.
/11/	NIRAS. 2011: <i>Trin 2 – kortlægningsområde Diagonalvejen. Prøvepumpningsanalyse</i> . Notat, Naturstyrelsen Ribe.
/12/	GEUS. 2011: <i>Palynologisk undersøgelse af 7 prøver fra boringen DGU nr. 122.1823, Starup Plantage</i> . Notat, Naturstyrelsen Ribe.
/13/	NIRAS. 2011: <i>Diagonalvejen Trin 2-5, afrapportering af delaftale 4 – Geofysisk kortlægning. MEP kortlægning ved Diagonalvejen</i> . Notat, Naturstyrelsen Ribe.
/14/	NIRAS. 2012: <i>Trin 2 – Kortlægningsområde Diagonalvejen. Prøvepumpningsanalyse. Rapport</i> , Naturstyrelsen Ribe.
/15/	NIRAS. 2012: <i>Diagonalvejen Trin 2-5. Delrapport – Kombineret geologisk og hydrostratigrafisk model for kortlægningsområde Diagonalvejen</i> . Rapport, Naturstyrelsen Ribe.
/16/	NIRAS. 2012: <i>Diagonalvejen, Trin 2. Delrapport – Hydrologisk model</i> . Rapport, Naturstyrelsen Ribe.
/17/	NIRAS. 2013: <i>Samlet og udvidet model for Diagonalvejen og Baldersbæk</i> . Notat, Naturstyrelsen Ribe. 2013
/18/	NIRAS. 2013: <i>Nitratsårbarhed og områdefgrænsning for Diagonalvejen Kortlægningsområde</i> . Rapport, Trin 4 – Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning, Naturstyrelsen Ribe.





**Miljøministeriet**  
**Naturstyrelsen**

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

[WWW.NST.dk](http://WWW.NST.dk)