

Syddjurs Kommune

Resumé af grundvandskortlægning

November 2020

Udarbejdet til:
Syddjurs Kommune

Udarbejdet af:
EnviDan A/S
THA, SAJ
E-mail: tha@envidan.dk
Direkte tlf.: 60111249
Projekt navn: Resumé af grundvandskortlægning
Projektnr.: 1191744
Kvalitetssikring: JBP
Side 1 af 29

EnviDan

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	3
2. Grundvandsressourcen i Syddjurs kommune	4
3. Kortlægningen i Syddjurs Kommune	6
3.1 Geologi og landskaber	7
3.2 Grundvandets mængde og strømning	14
3.3 Grundvandsmagasiner og beskyttende lag af ler i Syddjurs kommune	16
3.3.1 Nuværende indvinding og fremtidig grundvandsressource i Syddjurs kommune	20
4. Grundvandets kvalitet	23
4.1 Stoffer der kan udgøre en risiko for drikkevandskvaliteten	23
4.1.1 Arsen	24
4.1.2 Bor	24
4.1.3 Fluorid	25
4.1.4 Klorid.....	25
4.1.5 Natrium	25
4.1.6 Nitrat.....	25
4.1.7 Sulfat.....	26
4.1.8 Sprøjtemidler og sprøjtemiddelrester.....	27
5. Referencer	29

1. Indledning

Som baggrund for de tiltag til grundvandsbeskyttelse indsatsplanen skal munde ud i, er der lavet et resumé af de kortlægningsrapporter, der er vigtige for vandindvinding og for beskyttelse af den ressource indvindingen baseres på nu og i fremtiden i Syddjurs Kommune.

Grundvandskortlægningen og udpegningen af drikkevandsressourcer har lovhjemmel i vandforsyningslovens §§ 11 og 11 a /1/. Grundvandskortlægningen er gennemført af staten (Miljøstyrelsen), mens den efterfølgende indsatsplanlægning varetages af kommunerne med hjemmel i vandforsyningslovens § 13 /1/.

Kommunen skal planlægge de nødvendige grundvandsbeskyttende tiltag indenfor OSD (Områder med Særlige Drikkevandsinteresser) samt indenfor indvindingsoplandene til de almene vandværker.

Den statslige kortlægning har stået på siden ca. 1998. Kortlægningsområderne GKO (Grundvands-KortlægningsOmråde) Djurs Vest og GKO Syddjurs blev sammen med en række kortlægningsområder oprindeligt afgrænset af det tidligere Aarhus Amt i Regionplan 2001. GKO-områderne skulle danne rammen for kortlægningen af de eksisterende OSD-områder samt indvindingsoplande til almene vandforsyninger udenfor OSD. OSD blev afgrænset, jf. vejledningen ”Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser” /2/, i hele landet i Regionplan 1997.

Staten har for grundvandskortlægningsområderne GKO Djurs Vest /3/ og GKO Syddjurs /4/ samt indvindingsoplande udenfor OSD /5/ lavet ”Redegørelsesrapporter”. Disse rapporter gør rede for de undersøgelser, der er gennemført i forbindelse med kortlægningen. Redegørelsesrapporterne og alle øvrige rapporter kan downloades fra GEUS’ rapportdatabase /6/, men er lettere at finde via Miljøstyrelsens hjemmeside /7/ som angiver genveje (links) til de rette rapporter i GEUS’ rapportdatabase. Staten afsluttede den landsdækkende grundvandskortlægning i 2015 og foretog efterfølgende en bekendtgørelsesudpegning af de kortlagte områder i 2016/2017.

Kommunen har gennemgået kortlægningsrapporterne fra Staten og har desuden i 2018, gennemført en undersøgelse af, hvor der i kommunen vurderes gode muligheder for at etablere nye kildepladser til indvinding af grundvand /8/.

Ved almen interesse kan bogen ”Djurslands geologi” /9/ give en forståelse for Djurslands landskabs opståen i samspillet mellem is og vand gennem istiderne og landskabsdannelsen i efteristiden.

I det følgende beskrives hovedkonklusionerne for kortlægningen, der er gennemført i Syddjurs Kommune.

2. Grundvandsressourcen i Syddjurs kommune

Drikkevandsforsyningen i Syddjurs Kommune er baseret på indvinding af grundvand. Grundvandet dannes ved nedsivning af regnvand gennem jordlagene til grundvandsmagasinerne. I den nordlige del af kommunen indvindes der overvejende fra kalkmagasiner, mens der længere sydpå i høj grad også indvindes fra lag af sand og grus aflejret af smeltevandsstrømme i istiden.

På Figur 1 ses en oversigt over de udpegede områder, hvor kommunen skal foreslå nødvendige tiltag til grundvandsbeskyttelse. Indvindingsoplandene er markeret med farveangivelse med hensyn til boringernes placering henholdsvis indenfor OSD og udenfor OSD. På figuren ses det, at nogle af oplandene krydser hen over kommunegrænsen til Norddjurs, Randers og Aarhus Kommuner.

I Syddjurs Kommune er 34 % af det samlede areal udpeget til OSD. Derudover er der udlagt ca. 20 % til indvindingsopland (indvindings-OSD). Det samlede areal inden for kommunegrænsen med særlige drikkevandsinteresser udgør derfor 54 %. Udpegningen af OSD er generel og uafhængig af, hvor i kommunen, der indvindes til almen vandforsyning. Der er i udpegningen taget hensyn til, hvor der i fremtiden forventes at kunne opstå behov for supplerende indvinding samt, hvor der vurderes at kunne findes vand af god kvalitet. Da udpegningen af OSD blev foretaget, blev det prioriteret, at der var eksisterende indvinding til alment brug indenfor afgrænsningen. OSD er ikke placeret tæt på kysten, idet der er risiko for indtrængning af saltvand til borerer der ligger kystnært.

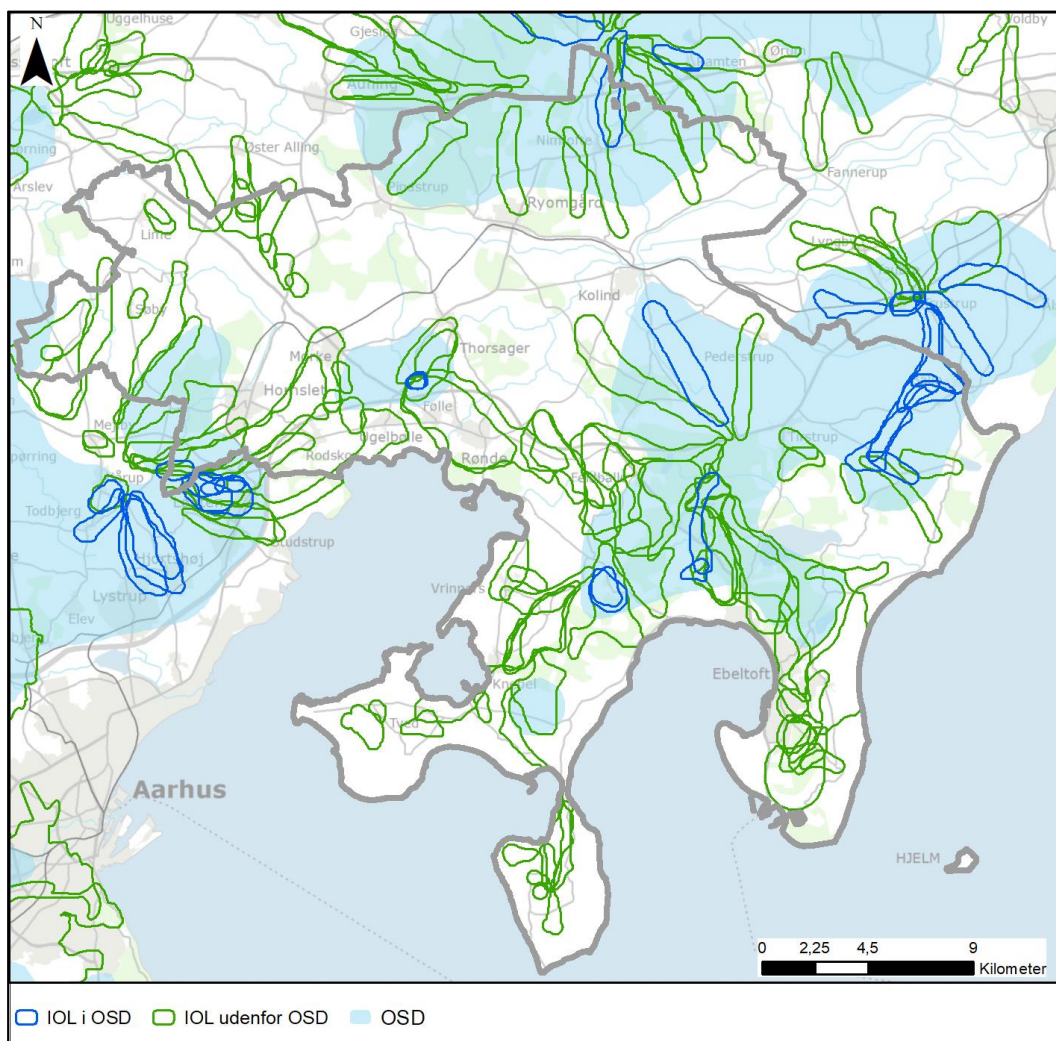
Der er i alt udpeget fem OSD-områder, som ligger helt eller delvist i kommunen. Indenfor de fem områder har Staten vurderet, at der er mulighed for at etablere nye kildepladser. Grundvandsressourcen indenfor de fem OSD-områder planlægges primært til almen drikkevandsforsyning.

I Syddjurs kommune indvindes der i dag fra kalk, sand- og gruslag. Uanset hvilke lag der indvindes fra, er grundvandet i de øverste vandførende lag generelt negativt påvirket fra aktiviteter ved overfladen. Den negative påvirkning kommer fra både by- og landområder. Det er kun natur- og skovområder samt ekstensivt drevet jord, der stort set ikke påvirker grundvandet negativt. Anvendelse af arealer ved overfladen, der kan være skadelige for grundvandskvaliteten, favner bredt. Regionen undersøger og tager sig af historiske forureninger fra f.eks. veje, lossepladser, industri og virksomheder. Kommunen tager sig af den fremtidige fladebelastning af arealerne ved jordoverfladen og skal, via indsatsplanerne for grundvandsbeskyttelse, lave en handlingsplan for den fremadrettede beskyttelse af grundvandet. Kommunen skal derfor bl.a. lave forslag til reduktion af anvendelsen af pesticider og gødskningsmidler indeholdende nitrat (kvælstofholdig gødning).

I de dybereliggende vandførende lag, hvor der endnu ikke er konstateret påvirkning fra overfladen, ses der stedvise udfordringer med for højt indhold af fluorid, bor, arsen og klorid.

Syddjurs Kommune har, med grundlag i Statens kortlægning, afgrænset områder ved jordoverfladen, hvor der ved at føre en boring til de dybere vandførende lag forventes at kunne findes grundvand af god kvalitet. Kommunens afgrænsning kan anvendes som udgangspunkt for planlægning af nye kildepladsområder.

Der hvor kommunen vælger af lave grundvandsbeskyttende tiltag, vil det være muligt i fremtiden at indvinde grundvand af god kvalitet fra både overfladenære og dybere jordlag.



Figur 1 Oversigt over indvindingsoplande (IOL) og Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD), hvor Kommunen skal planlægge nødvendige grundvandsbeskyttende tiltag.

3. Kortlægningen i Syddjurs Kommune

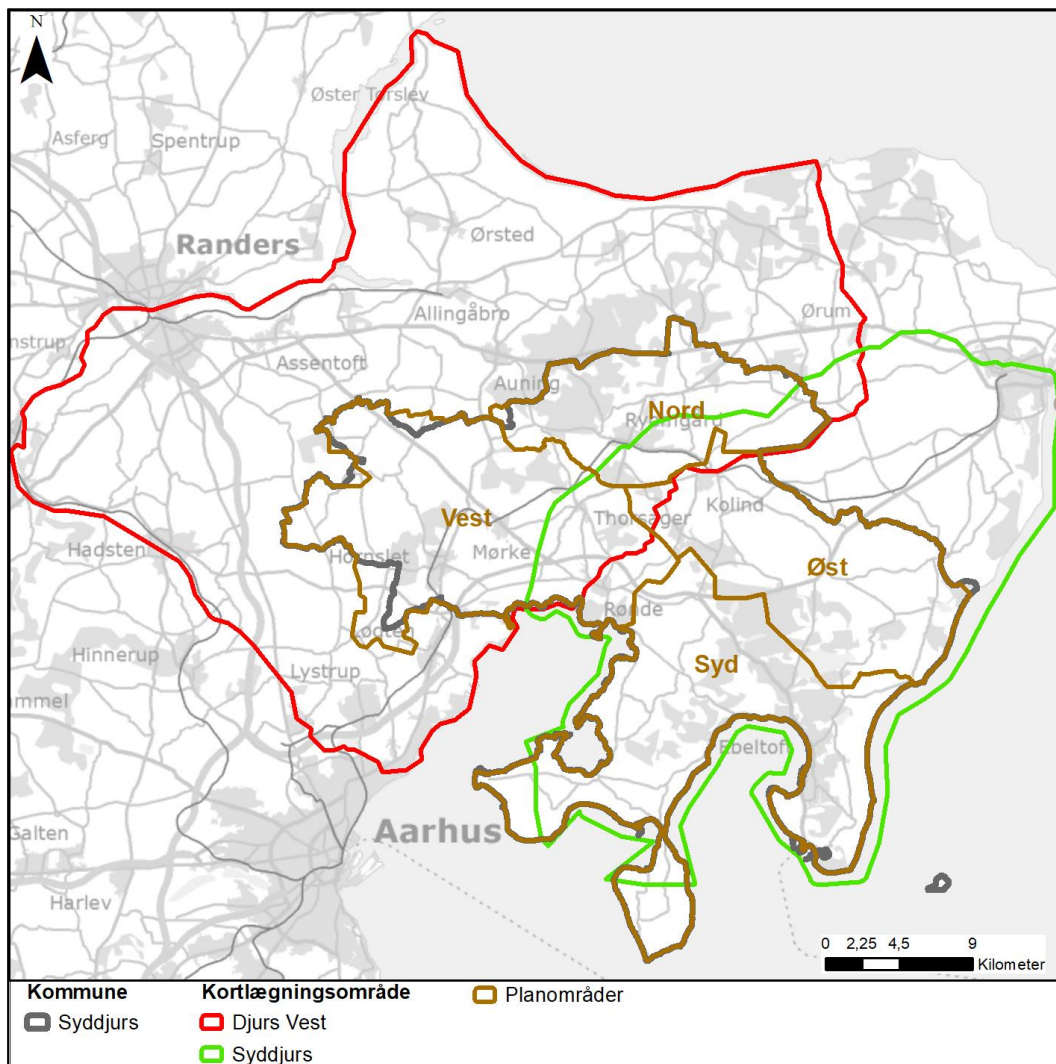
Kortlægningen i Syddjurs kommune er gennemført i 2 hovedetaper henholdsvis GKO Djurs Vest og GKO Syddjurs ses Figur 2. Kortlægningsområderne omfatter foruden Syddjurs Kommune også områder i Norddjurs, Randers og Aarhus Kommuner.

Med udgangspunkt i de udpegede OSD-områder og udstrækningen af indvindingsoplande til almen vandforsyning har Syddjurs Kommune afgrænset fire planområder (Nord, Syd, Øst og Vest), som også er vist på Figur 2. De fire planområder er kendetegnet ved, at de har en nogenlunde ensartet geologi og hver især rummer dybe regionale magasiner, som er tænkt ind som mulige fremtidige indvindingsmagasiner. De fire planområder er desuden integreret i vandforsyningsplan 2018 - 2024, som udgangspunkt for den fremtidige vandforsyningsstruktur og i eventuelle vandsamarbejder.

Den generelle kortlægning af grundvandsmagasiner, grundvandskvalitet og påvirkning fra overfladen beskrives for Syddjurs Kommune i nærværende dokument, mens planområderne beskrives i 4 særskilte rapporter, hvor vandkvaliteten er beskrevet specifikt for de fire områder /henvis her til de 4 dokumenter/.

I forbindelse med Statens grundvandskortlægning, er der i henholdsvis GKO Djurs Vest /3/ og GKO Syddjurs /4/ opstillet geologiske modeller for lagfølgen af de vandførende og vandstandsene lag. Der er desuden lavet modeller over hvor hurtigt og i hvilken retning grundvandet strømmer (hydrologiske modeller). Modellerne dækker næsten hele Syddjurs Kommune og overlapper i nogen grad mellem modelområderne. Den centrale og sydlige del af Helgenæs og den vestlige del af Skødshoved indgik ikke i modellen for GKO Syddjurs, men blev kortlagt særskilt i den senere rapport "Indvindingsoplande uden for OSD Syddjurs" /5/.

I det følgende sammenholdes oplysningerne i en beskrivelse af Syddjurs Kommunes grundvandsmagasiner og grundvandskvalitet fra de to kortlægningsområder /3, 4/ og den supplerende kortlægning /5/.



Figur 2 Oversigt over grundvandskortlægningsområder for Syddjurs Kommune vist sammen med de 4 Planområder: Nord -Ryomgård/Nimtofte, Syd- Ebeltoft/Mols, Øst - Balle/Tirstrup og Vest - Hornslet/Rønde.

3.1 Geologi og landskaber

De markante bakke­drag og hedesletter, som findes i landskabet i Syddjurs Kommune, er skabt af glet­chernes ismasser. Isens fremskred og afsmeltninger har dannet landskabet og de jordlag, der ligger under overfladen, indtil kalken eller de fede lerlag lige over kalken mødes i dybden.

De jordlag, der er skabt af isen, kaldes de kvartære lag, opkaldt efter den geologiske tidsperiode kvartærtiden, som repræsenterer de seneste 2,6 mio. år.

Isen har i kvartær tid skubbet sand, grus og ler op i høje bakker eller efterladt materialet som smeltevandssletter eller floddeltaer. I de høje bakker (randmorænerne) er jordlagenes vekslende aflej­ringer af sand, grus og ler skråtstillede, gennemskårede og foldede, og dermed er de grundvandsfø­rende sandlag og beskyttende lerlag ikke homogene og kan være svære at udrede.

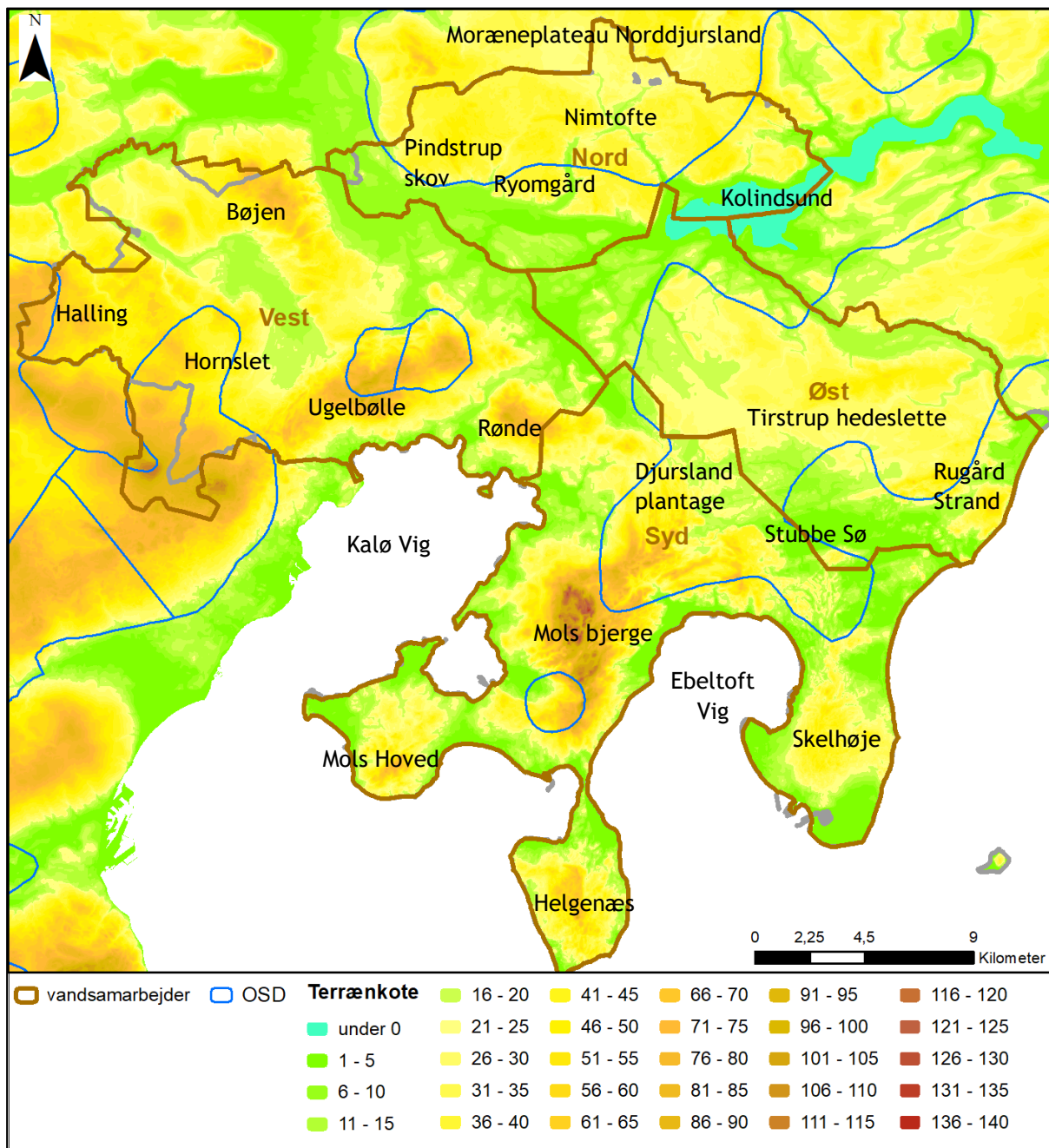
De høje randmorænebakker kan ses på terrænkortet Figur 3, som viser højden i meter over havoverfladen i Syddjurs kommune. De høje og markante bakkedrag ses især i planområderne Vest og Syd ved Bøjen, Ugelbølle, Rønde, Mols Bjerge, Mols Hoved, Helgenæs og Skelhøje. De store vige ved Kalø og Ebeltoft blev dannet, da de sydfra kommende gletchere pressede tungere af is over og gennem landskabet.

Den markante hedeslette ved Tirstrup og Tirstrup Lufthavn er dannet af aflejringer fra smelteevandet fra isen. Især sand blev aflejret på langstrakte og jævne områder, som i dag ligger som flader i koten 20 til 30 m o.h.

Sydligt på Tirstrup Hedeslette stiger landskabet op til ca. 40 m o.h., hvor en ny flade breder sig ud som en smeltevandsslette med markante og store huller i overfladen (dødishuller). Hullerne i det omgivende terræn er dannet, der hvor isen ved tilbagetrækning efterlod isblokke, som aflejringerne lagde sig omkring. Da isen efterfølgende smeltede bort, blev der efterladt huller i landskabet. De største huller er i dag vandfyldte og kendes som Stubbe Sø, Langsø og Øjesø. Syd herfor overgår landskabet til det bakkede højland gennemskåret af dale, som er dannet af smeltevand fra isen.

Sydligt på Tirstrup Hedeslette stiger landskabet op til ca. 40 m o.h., hvor en ny flade breder sig ud som en smeltevandsslette med markante og store huller i overfladen (dødishuller). Hullerne i det omgivende terræn er dannet, der hvor isen ved tilbagetrækning efterlod isblokke, som aflejringerne lagde sig omkring. Da isen efterfølgende smeltede bort, blev der efterladt huller i landskabet. De største huller er i dag vandfyldte og kendes som Stubbe Sø, Langsø og Øjesø (søernes placering ses bedre på Figur 4). Syd herfor overgår plateaulandskabet til det bakkede højland gennemskåret af kløfter, som er dannet af smeltevand fra isen.

Nord for Tirstrup Hedeslette findes en markant dal Kolindsund, som bortledte smeltevand fra moræneplateauet på Norddjursland. Kolindsund var engang en fjord som strakte sig langt ind i Djursland. Moræneplateauet på Norddjursland er gennemskåret af smeltevanddale i flere retninger, som får området til i dag at se bakket ud. Bakkerne på Norddjursland er ikke skubbet op af isen, men er materiale efterladt af isen, som efterfølgende er delvist fjernet af smeltevand, så der er dannet bakkedrag og kløfter. Disse bakker kaldes af geologer "falske" bakker. De vandførende lag og dækkende lerlag er i dette moræneplateau mere sammenhængende end lagene i randmorænebakkerne mod syd.



Figur 3 Terrænkoter for Syddjurs Kommune i meter over havet / 10/.

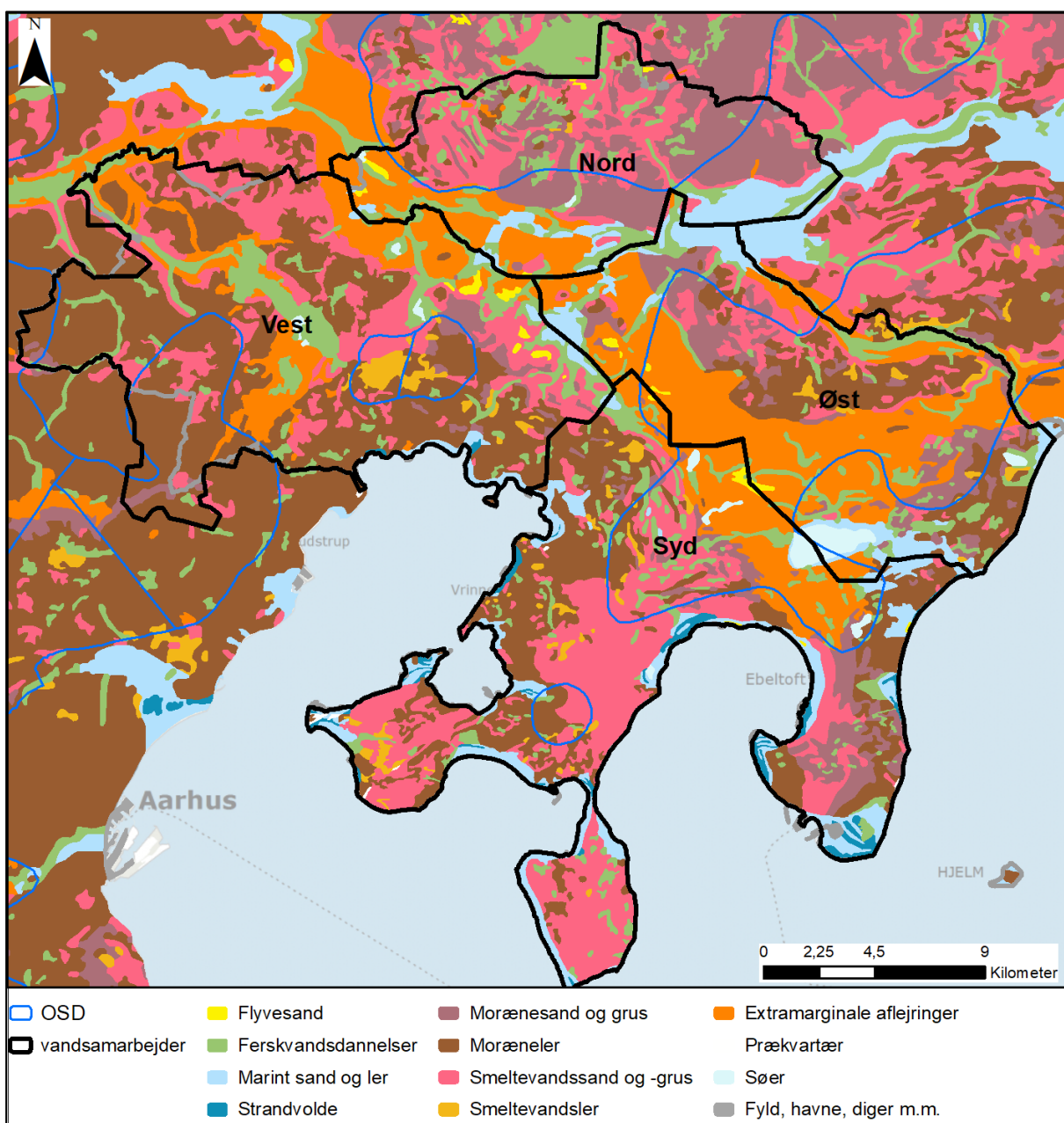
De højtliggende bakke drag i de sydlige randmorænelandskaber består af lag af varierende tykkelse af sand, grus og ler. Bakkerne kan både indeholde velbeskyttede grundvandsmagasiner og dårligt beskyttede magasiner. Om der indvindes fra et beskyttet eller dårligt beskyttet magasin, afhænger af hvor dybe borerne er, hvor meget beskyttende ler, der findes over magasinet, og af hvor brudte eller sammenhængende de dækkende lerlag er.

Variabiliteten af jordlagene i overfladen kan ses på jordartskortet på Figur 4, som viser den dominerende jordtype i den øverste meter af lagfølgen. Heraf ses det, at Syddjurs kommune har store områder med sandede lag i overfladen. De "extramarginale aflejringer" hedder sådan fordi de blev aflejret "udenfor grænsen" af isen og består af smeltevandssand og -grus. De sandede overfladelag

ses i udbredt grad i Planområde Nord, men også i Syd og Øst. De mest udbredte flader med lerlag i topjorden ses i planområde Vest.

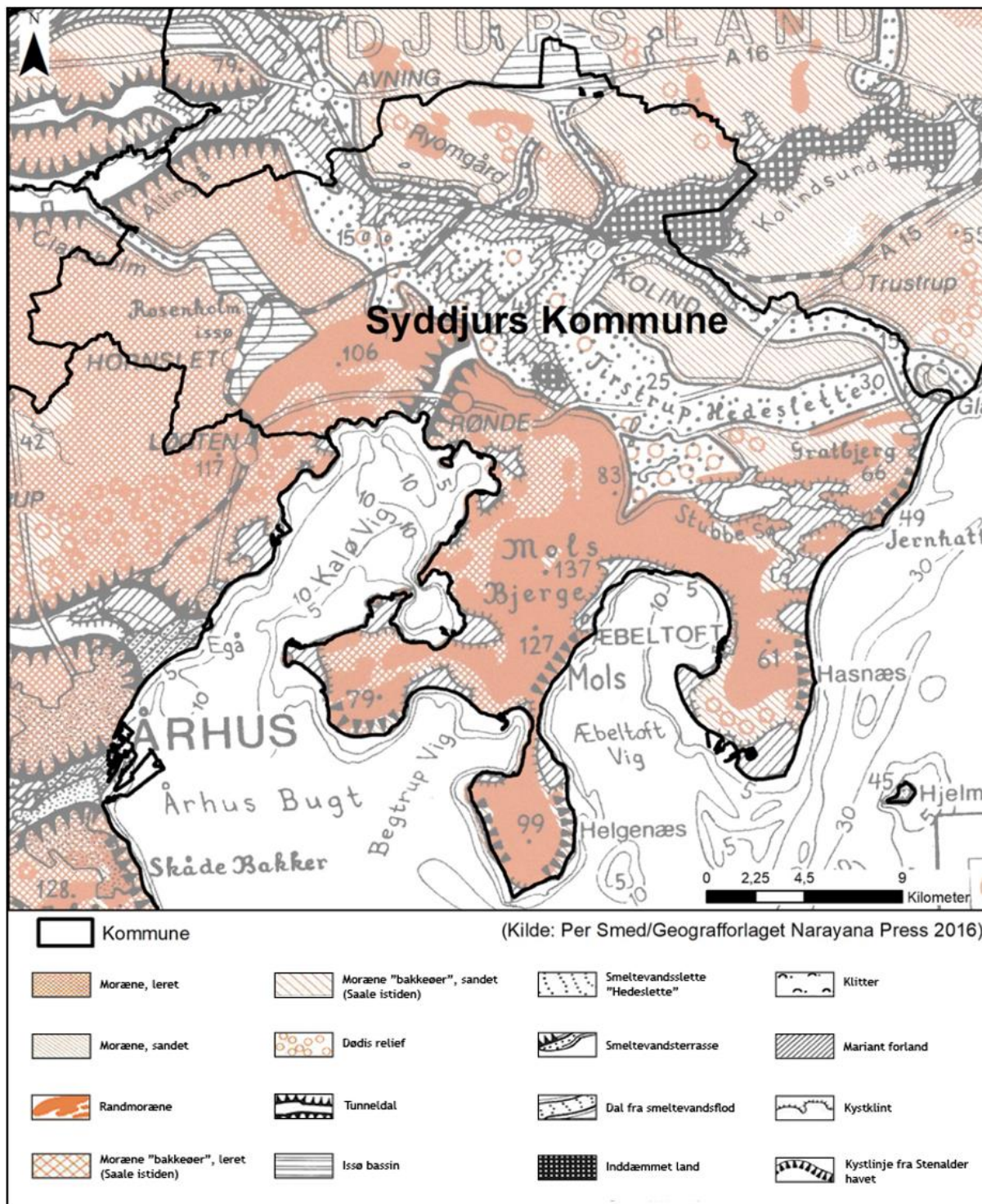
Der ses desuden mange områder med ferskvandsdannelser i toppen af jorden. Ferskvandsdannelser kan både være organiske (tørv og gytje) og mineralske (ler og sand). Forekomsten af ferskvandsaflejringer er knyttet til nuværende og tidligere vandløbssystemer og søområder, hvilket ses ved de lange tarme af ferskvandsaflejringer.

Et større forsumpningsområde på den hævede havbund ved Kolindsund udgør desuden et større område med ferskvandsaflejringer. Endelig ses der en række tætliggende, mindre ferskvandsaflejringer i islandskabets dødshuller. Dødshullerne kan være helt usynlige i terrænoverfladen pga. udfyldning med sphagnummosser.



Figur 4 Jordartskort, som viser hvilke jordlag der er fundet i den øverste meter ved kortlægning med karteringsspyd og efterfølgende geologisk beskrivelse. Kortlægningen er forestået af GEUS /10/

Variabiliteten i landskabet og de dominerende landskabsformer er vist på landskabskortet Figur 5. Nord for Tirstrup Hedeslette findes en markant dal Kolindsund, som bortledte smeltevand fra moræneplateauet på Norddjursland under istiden. Kolindsund var dengang en fjord som strakte sig langt ind i Djursland.



Figur 5 Landskabskort som viser de fremherskende landskabsformer, der ses i Syddjurs Kommune.

Moræneplateauet på Norddjursland er gennemskåret af smeltevandsdale i flere retninger, som får området til i dag at se bakket ud. Bakkerne på Norddjursland er ikke skubbet op af isen, men er materiale efterladt af isen under afsmeltningen. En del af dette materiale er efterfølgende fjernet af smeltevand, så der herved er dannet bakkedrag og kløfter. De vandførende lag og dækkende lerlag

er i dette område med moræneplateau er mere sammenhængende end lagene i randmorænebakkerne mod syd. Den sydlige del af dette moræneplateau landskab ses ved Ryomgård og øst herfor.

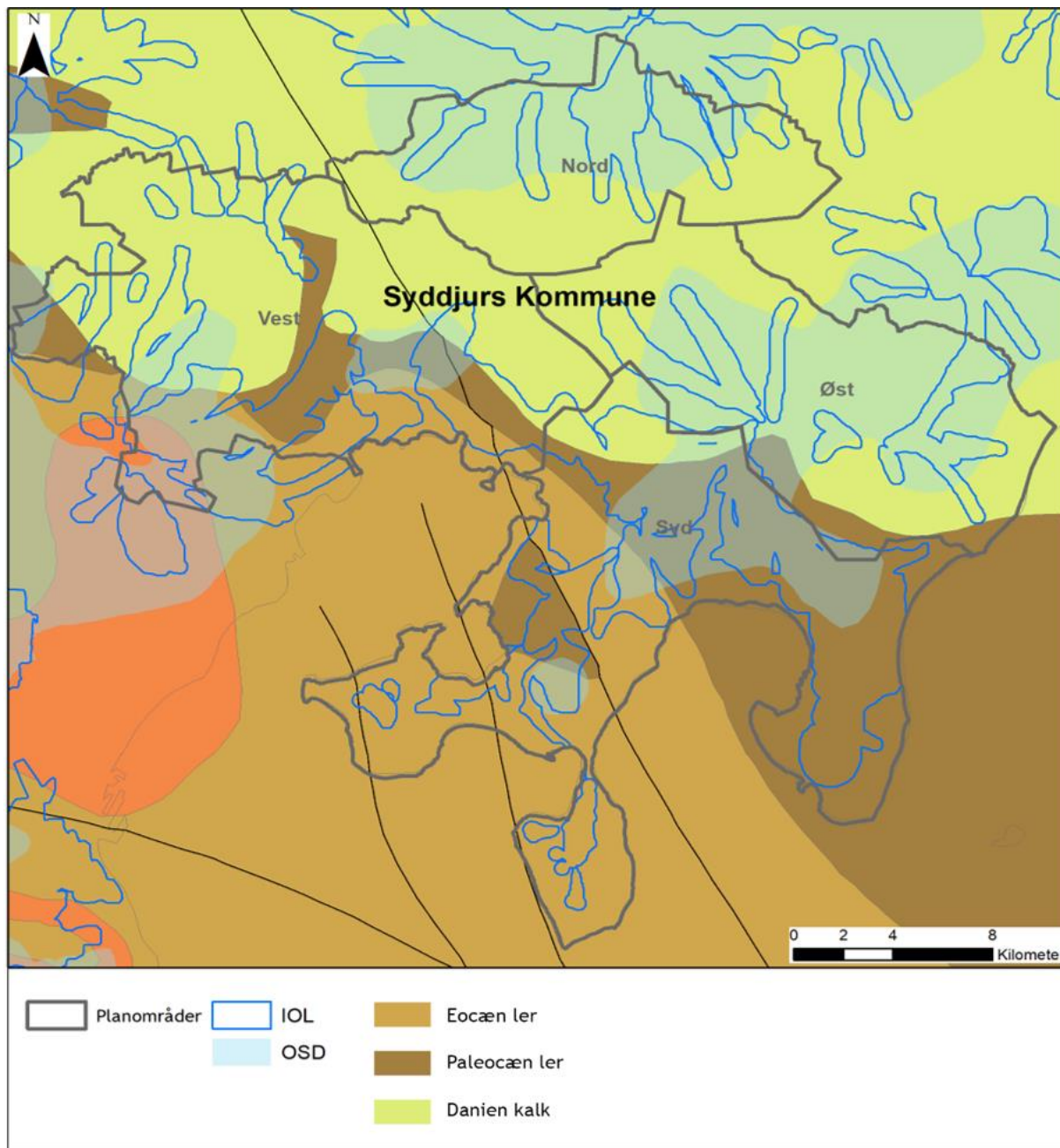
I den nordlige del af kortlægningsområdet (nord for Pindstrup og nordøst for Tøstrup) findes såkaldte begravede dale. Dalene er dannet tidligt i istiden af smeltevand, som eroderede ned i de prækvartære kridt og kalklag. Den eroderede dal er efterfølgende fyldt op med primært smeltevandssand og kan ikke ses på terrænoverfladen - den er "begravet". Begravede dales indhold af smeltevandssand udgør ofte et attraktivt magasin med gode hydrauliske egenskaber og god beskyttelse mod påvirkninger fra overfladen.

De højtliggende bakkedrag i de sydlige randmorænelandskaber består af lag af varierende tykkelse og sammensætning (sand, grus og ler). Bakkerne kan både indeholde velbeskyttede grundvandsmagasiner og dårligt beskyttede magasiner, afhængigt af dybden, tykkelse af beskyttende ler over grundvandsmagasinet og af hvor brudte eller sammenhængende de dækkende lerlag er.

De geologiske lag, der findes under de kvartære lag kaldes prækvartære lag. I Syddjurs Kommune er lagene fra Tertiær tid og består af enten ler eller kalk. Lagene der findes i Syddjurs Kommune under kvartæret, er ældst i nord og bliver gradvist yngre mod syd. Lagene findes i forskellige dybder afhængigt af graden af landhævning, forekomst af forkastninger samt isens erosion ned i disse ældre jordlag. De prækvartære lag er kun påvirket af isen i toppen af aflejringerne, og er derfor ikke blandet og skubbet op som de kvartære lag. Lagene der findes lige under de kvartære lag (prækvartær-overfladen) kan ses på undergrundskortet på Figur 6.

Lagene fra Danien, som findes i den nordlige del af kommunen består af bryozokalk, som er dannet for 61 til 65 mio. år siden. Der hvor kalken udgør prækvartæroverfladen er de øverste 10-20 meter af kalken oftest vandførende, fordi kalken, som ellers er en hård bjergart, er opsprækket af gletchernes påvirkninger under istiden/3, 4/. Kalken fra denne epoke, som også kaldes Bryozokalk er opkaldt efter de små kalkholdige organismer bryozoer, der levede i havet i Danien-tiden.

Prækvartæroverfladen består i den sydlige del af kommunen af de lysbrune Eocæne og de mørkebrune Paleocæne lag af vandstandsede ler.



Figur 6 Kortet viser prækvartæroverfladen, som viser hvilke aflejringer, der findes under de kvartære lag. De mørke streger, der gennemskærer området, er dybtliggende veldokumenterede forkastninger. Desuden er OSD og indvindingsoplande vist på figuren. / 11/

3.2 Grundvandets mængde og strømning

Den mængde grundvand, der kan indvindes, afhænger af de geologiske forhold og nedbørsforholdene. På trods af, at kommunen ligger i et forholdsvis nedbørsfattigt område er grundvandsdannelsen relativt stor på grund af de vidtstrakte områder med sandede overfladelag, hvor vandet kan sive ned og nå grundvandsmagasinerne. Når sand dominerer de øverste jordlag, siver regnvandet fortrinsvist ned og bliver til grundvand, i modsætning til områder med lerlag, hvor vandet løber oven

på lerlagene, indtil det når mere sandede områder og siver ned, eller når havet via intern afstrømning eller via søer og åer.

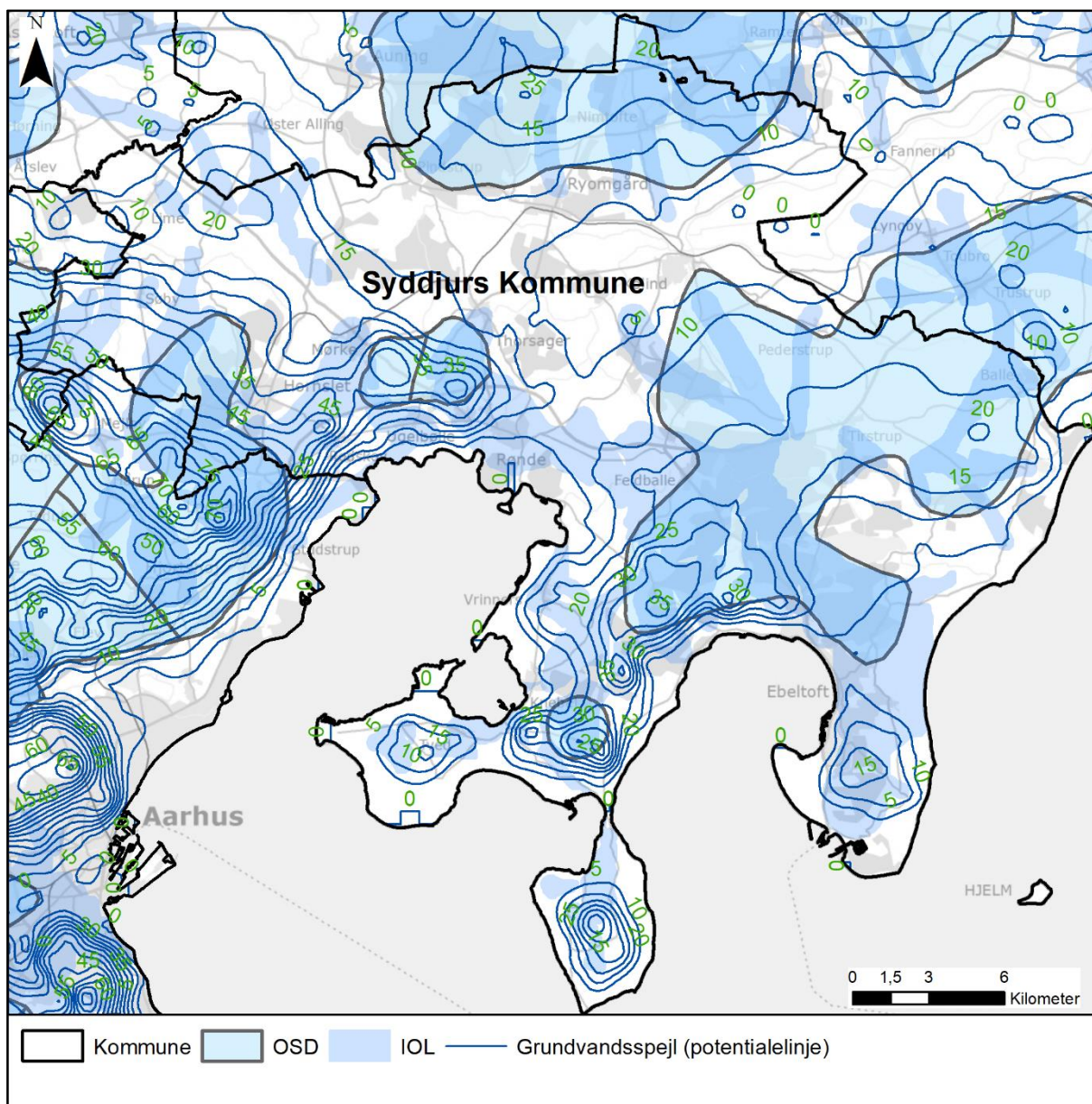
De øvre grundvandsmagasiner får tilført den del af regnvandet, der ikke fordamper eller strømmer af på overfladen, hvilket i Syddjurs Kommune er ca. 240 mm pr. år. På grund af sideværts afstrømning når kun ca. 15% af vandet kalken (ca. 37 mm pr. år).

Grundvandets strømning på regional skala foregår generelt sådan, at grundvandet strømmer fra højtliggende områder mod lavereliggende områder. Baseret på pejlinger af grundvandsspejlet, i forhold til havets overflade, i boringer i området, kan der tegnes kort over højden af grundvandsspejlet kaldet grundvandspotentialet. Et kort over det overordnede grundvandspotentiale for Syddjurs Kommune ses på Figur 7.

Grundvandets strømningsretning foregår vinkelret på potentialekurver. Jo kortere afstanden mellem kurverne er, jo hurtigere strømmer grundvandet. Efter vejen gennem jordlagene og eventuelt via åer og søer ender grundvandet til sidst i havet.

Ved at sammenholde kortet over grundvandspotentialet med terrænkortet Figur 3 ses det, at grundvandet står højt i højtliggende områder og omvendt. Kortet viser ikke hvor langt under terræn man kan forvente at finde grundvandet (tykkelsen af umættet zone) men generelt er der længere til grundvandsspejlet i højtliggende områder end i lavtliggende områder.

Grundvandspotentialet ved kysten er 0 m og for hver blå potentialelinje ligger grundvandet 5 m højere.



Figur 7 Kort over grundvandspotentiale. Der er 5 meters højdeforskel mellem potentialelinjerne. Koten i m.o.h. er angivet med grøn signatur ved potentialelinjerne.

3.3 Grundvandsmagasiner og beskyttende lag af ler i Syddjurs kommune

Grundvandet pumpes op fra dybtliggende sand-, grus- og kalklag - grundvandsmagasiner. Sandlagene skal have en vis tykkelse og høj permeabilitet (vandførende egenskab), for at der kan pumpes tilstrækkeligt vand op. De bedst ydende grundvandsmagasiner findes i smeltevandslagene, hvor materialets beskaffenhed (permeabilitet) giver gode indvindingsbetingelser. Kalkaflejringerne egnethed til indvinding er styret af sprækkernes størrelse og udstrækning. Sprækkerne findes hovedsageligt i de øverste 10-20 m af kalken, fordi isens tryk her har været tilstrækkelig til at revne og knuse kalken. I områder hvor kalken er overlejret af mere end 20 meter ler, har leret beskyttet kalken mod isens tryk så der ikke er dannet vandførende sprækker.

I forbindelse med Statens kortlægning er der opstillet en geologisk model for Syddjurs Kommune. Modellen viser, at der indvindes fra 6 forskellige geologiske vandførende lag også kaldet grundvandsmagasiner i kommunen. De 5 øverste grundvandsmagasiner består af sand- og gruslag aflejret i forbindelse med sidste istid. Det dybeste vandførende lag findes i (Bryozo)kalken.

De vandførende lag er i større eller mindre grad adskilt af lerlag, som hindrer direkte vandudveksling mellem lagene og forsinker nedsivningen. Lerlagene er med til at styre vandets vej fra det lander på jordoverfladen til det atter når recipienterne - hav eller vandløb.

Lerlagenes tykkelse og homogenitet er vigtig for, hvor lang tid vandet er undervejs fra overflade til boring. Når nedsivningen foregår langsomt, er grundvandet beskyttet mod påvirkning af miljøfremmede stoffer, fordi der er mere tid til den naturlige bakterielle nedbrydning af forurenende stoffer i det nedsivende grundvand. Lerlagene giver en ekstra beskyttelse mod nitrat pga. lerlagenes indlejrede mineral (pyrit) og organisk stof, som nedbryder nitrat. Pyrit og organisk finstof findes i større grad i lerlag end i sand og grus.

De geologiske lagnavne og hvilket materiale, lagene består af er vist skematisk i Tabel 1. Lagene er angivet i den overordnede rækkefølge, de træffes fra overfladen og ned i Syddjurs Kommune. Lagene ligger side om side og ovenpå hinanden i et sindrigt 3-dimensionelt system, som er svært at beskrive på enkel vis. For at kunne overskue hvor de vandførende magasiner findes og hvor beskyttede de er af lerlag, er der i forbindelse med Statens kortlægning opstillet en 3D-model, hvor oplysninger om lagenes udbredelse og tykkelser kan illustreres ved at optegne tværsnit.

Tabel 1 Lagfølgen af geologiske lag for Syddjurs Kommune

Lagets navn	Beskrivelse	Vandstandsende/Vandførende
Kolindsund Sand	Sand aflejret efter istiden i Kolindsund	Vandførende
Tirstrup Sand	Smeltevandssand - på Tirstrup Hedeslette	Vandførende
Ebeltoft Ler	Lerede moræneler - syd for Tirstrup Hedeslette	Vandstandsende
Molshoved Sand	Smeltevandssand - syd for Tirstrup Hedeslette	Vandførende
Grenå Ler	Moræneler	Vandstandsende
Tebbestrup Sand	Smeltevandssand	Vandførende
Kattegat Ler	Moræneler og smeltevandssler	Vandstandsende
Saale Sand	Smeltevandssand	Vandførende
Elster Ler	Moræneler og smeltevandssler	Vandstandsende
Prækvartært ler	Ler fra Eocæn og Paleocæn	Vandstandsende
Kalk	Bryozokalk fra Danien	Vandførende i de øverste 10-20 m

For at illustrere den geologiske opbygning i området, er den geologiske vekslen mellem magasiner og lerdæklag vist ved tværsnit gennem jordlagene i området. Fem udvalgte tværsnit er vist på de 5

geologiske profiler, som kan ses på oversigtsfiguren Figur 8, som også viser profilernes placering. Tværsnittene er vist som et generelt typeprofil (Profil NNØ-SSV) og ét profil for hvert planområde. Profilerne illustrerer variationen i landskabet og i geologien under overfladen.

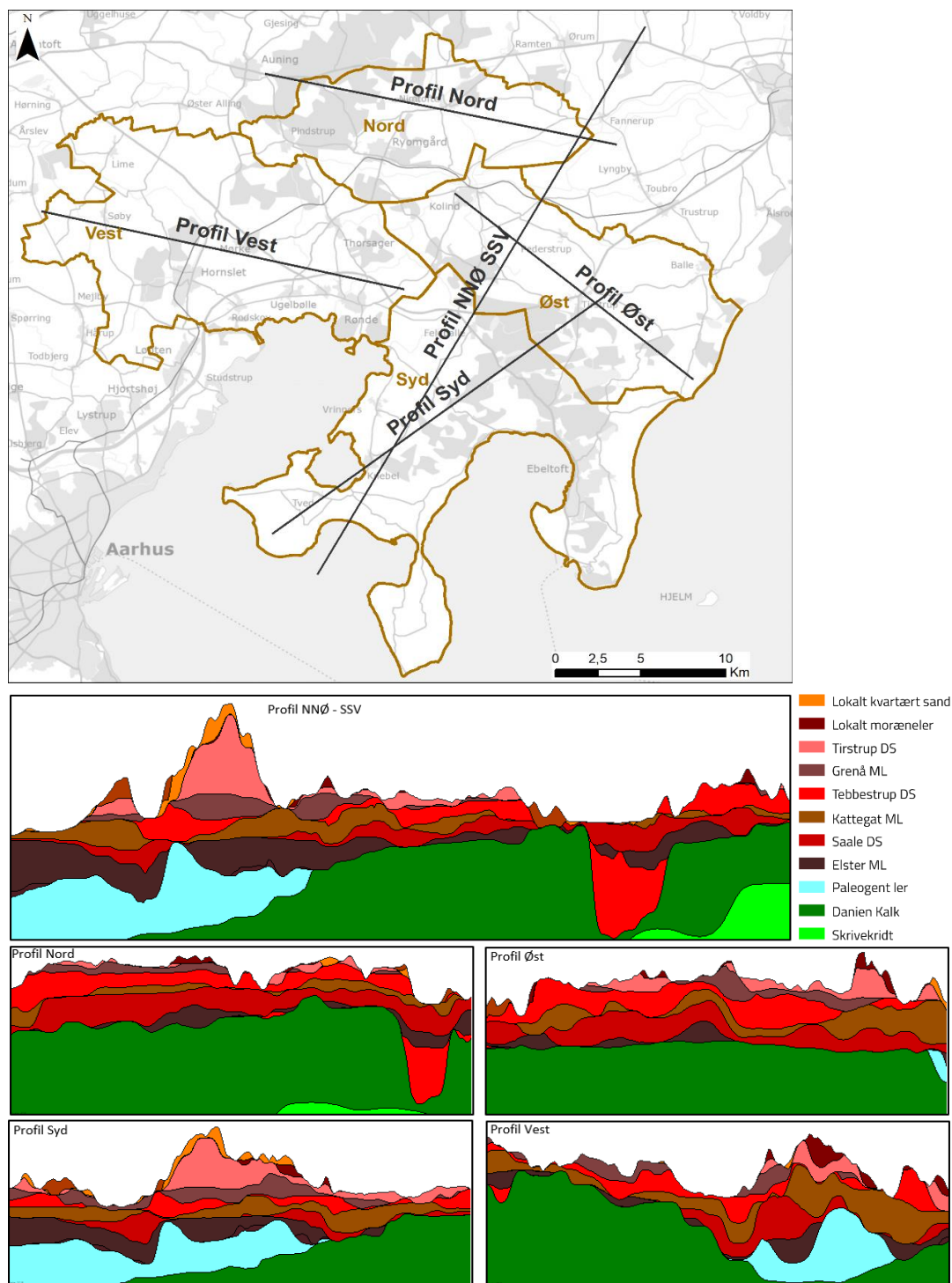
Profilerne er ”trukket højere” for overskuelighedens skyld. Herved ses forholdsvist tynde lag bedre samtidig med, at profilet bliver langt nok til at vise geologiens vekslende lag gennem kommunen.

På det generelle profil, Profil NNØ-SSV, ses der fra kystsiden mod syd udelukkende lerede aflejringer længere mod nord træffes Mols Bjerge, som hovedsageligt er sandede højdedrag, som er dannet af randmorænen. Herefter ses det højtliggende plateau ved Tirstrup Hedeslette på profilet, her næst Kolindsund, hvor der findes en begravet dal og længst mod nord ender profilet udenfor Kommunen i et højtliggende morænelandskab. Profilet viser ligesom Profil Syd, at kalken i den sydlige del af kommunen er overlejret af ler, hvor der ikke kan indvindes ferskvand fra kalken. Længere mod nord viser profilerne, at kalken ligger højere og ikke er dækket af ler, her kan der indvindes vand fra kalken.

På profilerne kan det ses, at de øvre sand- og gruslag ”Tirstrup” og ”Tebbestrup” kun stedvist er dækket af lerlag af ringe tykkelse. Det dybere beliggende ”Saale”-sand er bedre beskyttet af dækkende lerlag.

Profilerne viser en markant begravet dal i den nordlige del af kommune, hvor strømninger fra isen har gravet kalken væk og efterfølgende fyldt ud med aflejringer af hovedsageligt sand og grus, men også ler i toppen af dalene.

På profilerne ses det desuden, at højdedragene dannet af randmorænen i vest er mere lerede end mod syd. Profilerne viser også, at beskyttelsen af de dybe grundvandsmagasiner er bedst i Planområde vest og Syd, idet de dækkende lerlag er tykkere og mere sammenhængende end i Planområde Nord og Øst.



Figur 8 Geologiske profiler gennem Syddjurs kommune. Det generelle profil (Profil NNØ-SSV) og Profil Syd er optegnet fra syd mod nord og de øvrige er optegnet fra vest mod øst.

3.3.1 Nuværende indvinding og fremtidig grundvandsressource i Syddjurs kommune

Som det ses på profilerne Figur 8, varierer grundvandsmagasinerne i udstrækning og beskyttelse.

Statens kortlægninger /1/ har beskrevet, at ca. 30% af oppumpningen i kommunen generelt er sårbar. Indvindingen af sårbart vand foregår fra Tirstrup, Molshoved og Tebbestrup sandmagasiner og grundvandet er flere steder påvirket fra aktiviteter ved jordoverfladen. De menneskelige påvirkninger har medført forhøjet sulfatindhold, indhold af nitrat, sprøjtemiddelrester og miljøfremmede stoffer. Tebbestrup magasinet har dog nord for Knebel og syd for Feldballe tilstrækkeligt beskyttelse mod nedsivning fra overfladen til at levere en god vandkvalitet.

Saale-sandet er generelt godt beskyttet, har stor udbredelse og har en god vandkvalitet.

Kalken leverer i store områder en god vandkvalitet. Kalkmagasinernes vandkvalitet er bedst i områder med en vis beskyttelse fra lerlag af hensyn til nitratpåvirkningen. Hvis lerlagene over kalkmagasinerne er så tykke, at de hindrer tilstrækkelig vandudskiftning, kan grundvandet blive uegnet til vandforsyning, da der derved kan ophobes naturligt forekommende kemiske stoffer i vandet (f.eks. klorid og fluorid), som ikke kan fjernes ved normal vandbehandling.

For at undersøge hvilke områder, der i fremtiden kan anvendes til indvinding af grundvand af en forventelig god kvalitet, har Syddjurs Kommune fået optegnet afgrænsninger på et kort, som viser hvor man geografisk kan finde magasiner med en forventet god vandkvalitet. Kortet er vist på Figur 9 og viser, hvor der forventeligt kan findes vand af god kvalitet i Tebbestrup sandet, Saale sandet og i kalken. Det betyder også at man i fremtiden ikke forventer at finde god vandkvalitet i Tirstrup og Molshovedsandet.

Herunder er kort opridset fakta for magasinerne som indvindingen foregår fra i dag. Desuden er det angivet om magasinet er prioriteret som fremtidig ressource.

- **Tirstrup Sand (Tirstrup DS)**
 - Herfra indvindes stort set ikke til almen vandforsyning
 - Findes kun stedvist i kommunen
 - Ingen beskyttelse fra lerlag
 - Ikke prioriteret som fremtidig ressource

- **Molshoved Sand (Molshoved DS)**
 - Herfra indvindes omtrent 12 % af den samlede almene vandforsyning
 - Dårlig beskyttelse fra lerlag
 - Ikke prioriteret som fremtidig ressource

- **Tebbestrup Sand (Tebbestrup DS)**
 - Herfra indvindes omtrent 19 % af den samlede almene vandforsyning
 - Overvejende dårlig beskyttelse fra lerlag. Dog stedvise undtagelser, hvor det er velbeskyttet
 - Stedvist prioriteret som fremtidig ressource, se Figur 9

- **Saale Sand (Saale DS)**
 - Herfra indvindes omtrent 19 % af den samlede almene vandforsyning
 - Overvejende velbeskyttet af dækkende lerlag
 - Prioriteret fremtidig ressource, se Figur 9

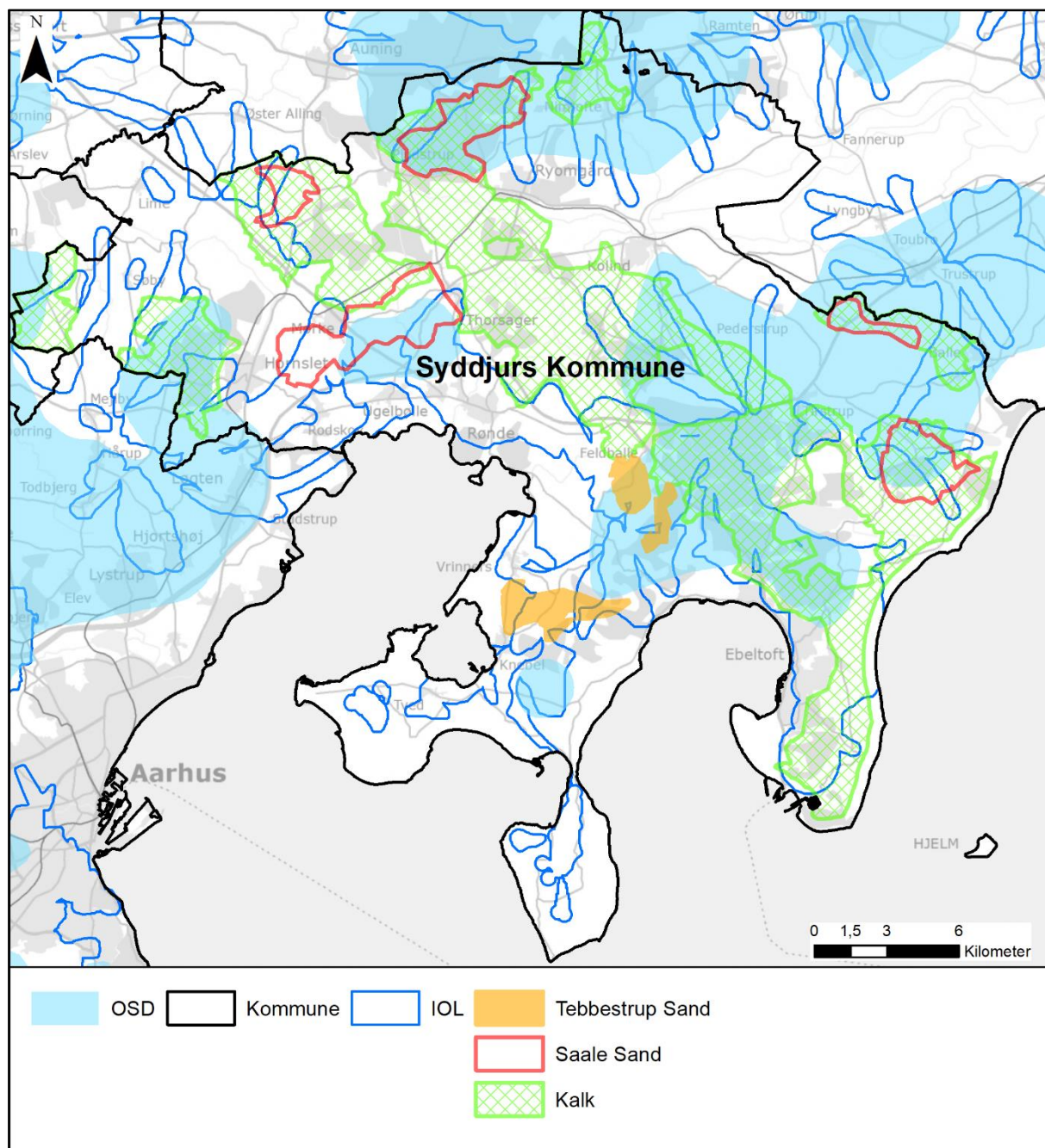
- **Kalk** (Kalk opsprækket)
 - Herfra indvindes omtrent 50 % af den samlede almene vandforsyning
 - Overvejende velbeskyttet af dækkende lerlag
 - Prioriteret fremtidig ressource, se Figur 9

Da nogle af de eksisterende kildepladser har eller kan få problemer med at overholde drikkevandskvalitetskriterierne for ét eller flere stoffer, har kommunen lavet en afgrænsning af mulige fremtidige indvindingsområder. Afgrænsningerne er baseret på viden om grundvandsmagasinerne tykkelse, beskyttelse og grundvandskemi med grundlag i Statens kortlægning.

De anvendte kriterier er foruden beskyttelsen, mængden og kvaliteten af grundvandet også vurderet ud fra arealanvendelsen. Således er f.eks. byområder undtaget. For yderligere kriterier se /8/.

På Figur 9 ses et oversigtskort med afgrænsning af grundvandsforekomster i lagene, Tebbestrup-sand, Saalesand og kalkmagasinet, hvor der forventes at findes vand af god kvalitet. De fremtidige indvindingsområder er desuden afgrænset, hvor mængden af grundvand forventes at være tilstrækkelig til en mellem til stor vandforsyning. Magasinernes ydeevne må forventes at skulle afklares nærmere efter udførelse af prøveboringer.

I resumeet af kortlægningen for de 4 planområder gennemgås afgrænsningen af de fremtidige indvindingsområder nærmere og der vises kort der er tilpasset områderne.



Figur 9 Magasinudbredelser med nuværende og mulige fremtidige indvindingsområder i grundvandsmagasinerne i Tebbestrupsandet, Saalesandet og i kalken baseret på 1/81.

4. Grundvandets kvalitet

Grundvandets naturlige kvalitet varierer indenfor kommunen. I en vis andel af grundvandet ses dels naturlige og dels menneskeskabte kvalitetsproblemer. De naturlige problemer kan f.eks. omhandle saltvand og fluorid, mens de menneskeskabte hovedsageligt omfatter nitrat og sprøjtemiddelrester.

Grundvandets *naturlige sammensætning* afhænger dels af hvilke jordlag vandet passerer, og dels af hvor lang tid vandet er undervejs. De kemiske processer vandet indgår i sammen med jordlagene på vej fra overflade til boring er afgørende for vandkvaliteten. Nogle processer går hurtigt - vandet siges at være i ligevægt med jordlagene. Andre processer foregår så langsomt, at vandet ikke er ligevægt med jordlagene.

Grundvandets *miljøpåvirkede sammensætning* afhænger af hvilke stoffer, der tilføres fra andre kilder end naturen, med andre ord den menneskelige påvirkning. Den menneskelige påvirkning har mange kilder som kan udledes fra "punkter" forurenende virksomheder, lossepladser mm., fra "linjer" veje og banestrækninger og fra "flader" dyrkningsbetinget og diffust fra byer.

Hovedparten af de stoffer der kommer fra menneskelig aktivitet, vil i nogen grad eller fuldstændigt kunne nedbrydes til uskadelige stoffer, MEN det går langsomt. Så langsomt at vi når at pumpe vandet op inden de kemiske og bakterielle reaktioner er løbet til ende.

Den kemiske sammensætning af grundvandet, der pumpes op i de forskellige egne af kommunen, er altså et resultat af de naturlige forhold og den menneskelige aktivitet.

I Syddjurs Kommune er sandmagasinerne Tirstrup, Molshoved og Tebbestrup negativt påvirket fra aktiviteter ved jordoverfladen. Dette viser sig ved forhøjet sulfatindhold, indhold af nitrat, sprøjtemiddelrester og miljøfremmede stoffer. Tirstrup- og Molshovedsand er ikke tilstrækkeligt beskyttede til at kunne betegnes som gode lag at indvinde fra i fremtiden. Tebbestrup er enkelte steder i den sydlige del af kommunen, nord for Knebel og syd for Feldeballe, tilstrækkeligt dybtliggende og beskyttet af lerlag til at vandkvaliteten er god.

Saale-sandet er generelt godt beskyttet af dækkende lerlag og har en god vandkvalitet.

Kalken, som er det dybeste (mulige) ferskvandsmagasin i Syddjurs kommune er i nord, hvor det ligger tæt på overfladen, sårbart overfor påvirkning fra overfladen og indeholder både nitrat og visse steder pesticider. I den sydlige del af kommunen hvor lerdæklagene er tykke, er vandudskiftningen i kalken beskeden og der ophobes stoffer i grundvandet i høj koncentration. Visse af disse stoffer kan være vanskelige at fjerne ved vandbehandling, hvilket betyder at der kan være udfordringer med at overholde drikkevandskvalitetskravene. Kortlægningen i Syddjurs Kommune har konkluderet, at mere end 50 m ler over kalken påvirker vandkvaliteten så negativt, at der ikke kan indvindes drikkevand af god nok kvalitet.

4.1 Stoffer der kan udgøre en risiko for drikkevandskvaliteten

Grundvandets naturlige indhold af en række stoffer som jern, mangan og ammonium overskrider typisk kvalitetskravene til drikkevand. Disse stoffer er dog enkle at fjerne ved iltning og filtrering på vandværkerne inden grundvandet sendes ud til forbrugerne.

Andre stoffer kan kræve avanceret vandbehandling, som medfører øget tilsyn, avancerede tekniske løsninger og tilsætning af kemikalier i forbindelse med vandbehandlingen. Avanceret behandling kan i visse tilfælde give anledning til bakterielle forureninger og behov for UV-anlæg. Syddjurs Kommune giver som udgangspunkt ikke tilladelse til anvendelse af avanceret vandbehandling.

De naturligt forekommende stoffer der visse steder i Syddjurs Kommune kan findes i for højt indhold eller tæt på grænseværdien og *ikke eller ikke i tilstrækkelig grad* fjernes ved almindelig vandbehandling er:

- Arsen
- Bor
- Fluorid
- Klorid
- Natrium

Det stof som er naturligt forekommende i lave niveauer, men på grund af menneskelig påvirkning kan forekomme i kritisk koncentration, hvor der desuden ikke sker reduktion ved vandbehandling er:

- Nitrat

Dertil kommer at miljøfremmede stoffer, som ikke kan fjernes ved traditionel vandbehandling, kan forekomme i for høje koncentrationer. I gruppen af miljøfremmede stoffer er det kun sprøjtemidler og rester heraf, der giver anledning til generel bekymring i kommunen.

4.1.1 Arsen

Arsen er et sporstof, hvis indhold kan blive for højt i grundvand af flere årsager. Mindre overskridelser, af grænseværdien på 5 µg/l, er som regel ikke et problem for vandkvaliteten, fordi arsen fjernes ved medudfældning på jern, som holdes tilbage på filteret hos vandværket. Kritiske niveauer af arsen ses typisk i reduceret vand af vandtype D, hvor nedbrydning af naturlige mineraler i iltfrit miljø kan frigive arsen i mængder, som ikke kan fjernes sammen med jernindholdet. Arsen kan også stamme fra forureningskilder som f.eks. gamle gasværker eller tidligere imprægneringsvirksomheder.

Arsen udgør kun et problem for vandkvaliteten et enkelt sted i Syddjurs kommune ved Tved vandværk. Her ligger jernindholdet lige på grænsen til at kunne fjerne arsen i vandbehandlingen. Tved Vandværk indvinder fra dybtliggende Saale sand med vandtype D. Tved vandværk har overholdt grænseværdien for arsen siden 2011. Overskridelser af grænseværdien ses før.

4.1.2 Bor

Bor findes i små mængder (sporstof) i mange mineraler der findes i jorden. Bor findes typisk i aflejringer afsat i havmiljø. I dette aflejringsmiljø kan bor erstatte silicium i lermineraler. Bor frigives kun langsomt fra de mineraler, det er indbygget i, og findes derfor typisk i magasiner hvor vandudskiftningen er lille. Bor findes typisk sammen med forhøjede indhold af klorid og fluorid, hvilket også er tilfældet i Syddjurs kommune.

Grænseværdien for bor er 1000 µg/l, men det bør tilstræbes at levere vand med indhold under 300 µg/l. Der er konstateret indhold af Bor over 300 µg/l i 10 indtag i Saale sand og kalken samt en enkelt i Tebbestrup sand.

I en af Korup-Bjødstrup Vandværks borer er der konstateret indhold af bor på 1200 µg/l, over grænseværdien, og i en boring tilhørende Rostved Vandværk er der konstateret indhold af bor på 1000 µg/l, på grænseværdien.

4.1.3 Fluorid

Forhøjede værdier af fluorid i grundvandet optræder især i dybtliggende kalk med begrænset vandudskiftning. Ved et indhold på op til 1 mg/l fluorid har stoffet en forebyggende virkning mod huller i tænderne, mens højere indhold giver skrøbelige knogler og skader på tandemaljen.

Enkelte vandværksboringer har fluoridindhold over den tilladte grænseværdi på 1,5 mg/l.

Korup-Bjødstrup Vandværk er det eneste vandværk, der har en indvindingsboring, hvor indholdet kommer op over grænseværdien. Drikkevandskvalitetskravet sikres her, ved fortynding med vand fra andre boringer.

4.1.4 Klorid

Klorid i drikkevandet over det naturlige indhold på 30 til 50 mg/l kan stamme fra forurening (lossepladser, veje, spildevand mm.), fra indtrængning af havvand tæt ved kysten eller fra saltvand i gamle havaflejringer som endnu ikke er skyllet igennem af fersk vand der siver ned gennem jordlagene. Grænseværdien for klorid er 250 mg/l og er en smagsgrænseværdi. Der er ikke udfordringer med kloridindholdet i de aktive indvindingsboringer, men fra markvandingsboringer og nu sløjfede boringer er det velkendt fra området, at der kan være for højt indhold af klorid i boringer til kalken i området.

4.1.5 Natrium

Natrium kan stamme fra de samme kilder som klorid, idet NaCl er salt. Desuden kan natrium i gamle vandtyper med dækkende lerlag stamme fra ionbytning, hvor calcium og magnesium fortrænger natrium fra lerlag og bringer det i opløsning i grundvandet. Natrium kan derfor godt være et problem for vandkvaliteten uden at klorid samtidigt er et problem. Natrium har en lidt lavere grænseværdi end klorid. Natrium er især problematisk for hjertepatienter og har en grænseværdi på 175 mg/l. Natrium er højt og i enkelte indvindingsboringer over grænseværdien. Ved Rostved, Rønde og Vrinders Vandværker findes boringer med natrium tæt på og over grænseværdien.

4.1.6 Nitrat

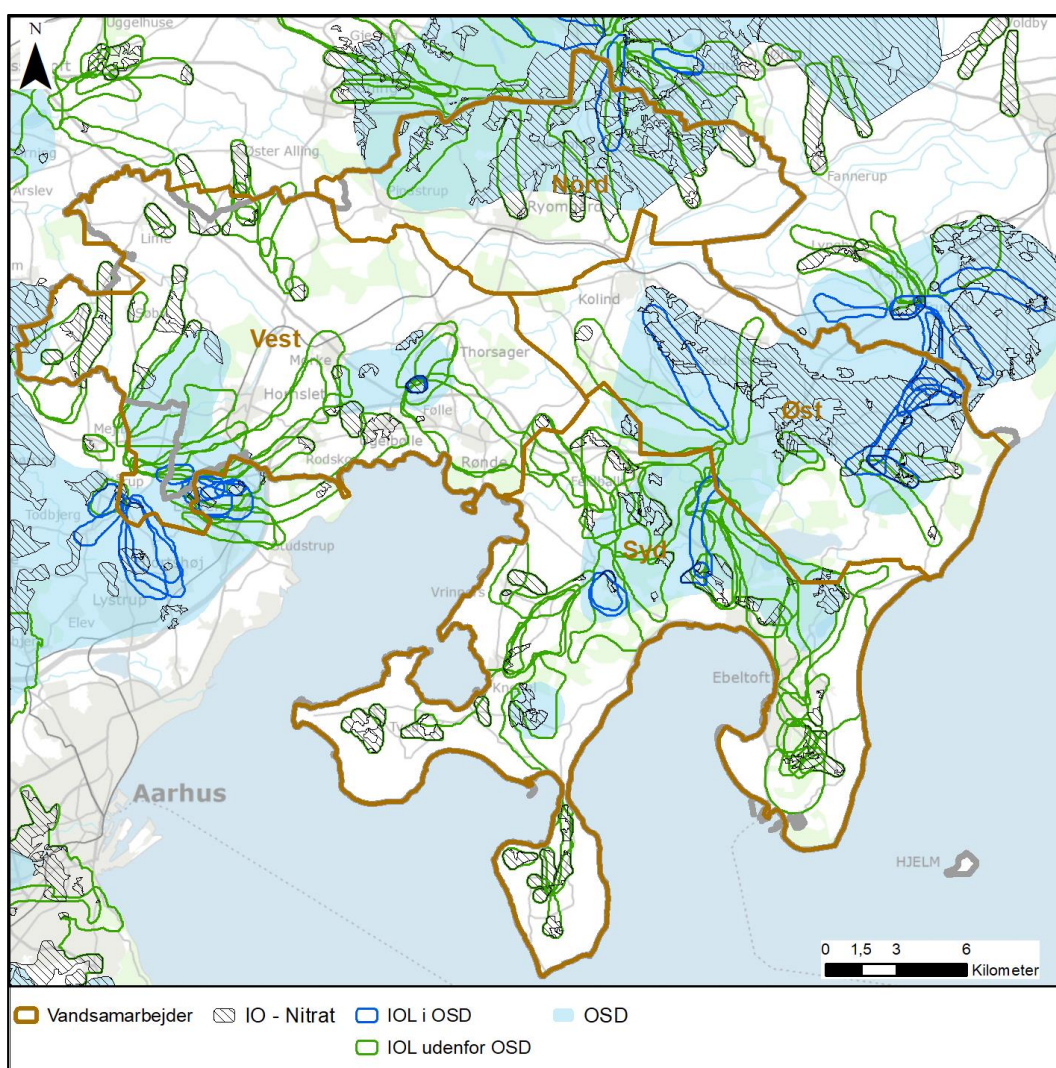
Statens kortlægning har udpeget områder, der er følsomme overfor nitratpåvirkning (NFI) og på den baggrund er der udpeget indsatsområder overfor Nitrat. I indsatsområderne overfor nitrat skal kommunen tage stilling til i hvor høj grad, der er behov for beskyttelse af grundvandet. Figur 10 viser de områder, der er udpeget som indsatsområder overfor nitrat.

Grundvandets indhold af nitrat stammer bl.a. fra overskydende gødning (gylle og handelsgødning), der udvaskes og omdannes af bakterier til nitrat, hvorefter det nedsiver til grundvandet. De dybere liggende jordlag har en naturlig evne til at omdanne nitrat, men i visse jordlag, f.eks. sand, grus og kalksten kan denne evne reduceres eller ligefrem opbruges. I denne proces omsættes nitrat via jordens indhold af pyrit og naturligt organisk stof.

Den naturgivne frigivelse af nitrat til grundvandet sker ved nedbrydning (mineralisering) af organisk stof. Denne nedbrydning kan levere et indhold af nitrat i grundvandet med koncentration op til 3 mg/l.

Nitrat udgør det største kvalitetsmæssige problem for vandværkerne i Syddjurs Kommune. Problemet er navnlig udtalt i den nordøstlige og centrale del af kommunen, hvor grundvandet indvindes fra højtliggende kalkmagasiner uden beskyttende lerlag.

Drikkevandskvalitetskravet for indhold af nitrat er 50 mg/l. De fleste vandværker overholder kravet, men flere borer er i risiko for i fremtiden at få for højt indhold af nitrat. Kommunen har derfor lavet prognoser for, hvor højt nitratindholdet kan forventes at blive. Disse prognoser er inddraget i indsatsplanarbejdet.



Figur 10 Indsatsområder (IO) overfor nitrat vist sammen med indvindingsoplande og OSD

4.1.7 Sulfat

Forhøjet indhold af sulfat er tegn på, at grundvandet er påvirket fra overfladen. Enten som følge af, at der pumpes for hårdt på boringen, hvorved der trækkes terrænnært vand ned, eller fordi et nitrat er ved at spise sig gennem de mineraler i jorden, der kan omdanne og fjerne nitrat. Når nitrat nedbrydes, dannes der sulfat. Når sulfatindholdet bliver højere end ca. 20 mg/l er det tegn på påvirkning fra overfladen. Når en forsyning indvinder ungt grundvand, er risikoen for negativ påvirkning af vandkvaliteten større end når der indvindes ældre grundvand.

Hvis sulfat følges ad med stigende indhold af klorid, kan påvirkning af saltvand fra nuværende hav eller ældre havaflejringer være årsag til stigende sulfat, fordi der er høje mængder sulfat i havvand.

Grænseværdien for sulfat er på 250 mg/l og indhold herover kan give dårlig mave og give anledning til dannelse af svovlbrinte i stillestående vand i rør. Desuden er sulfat korroderende overfor kobber-rør og varmforzinkede jernrør, hvilket kan medføre for højt indhold af spormetaller.

Der er ikke konstateret indhold af sulfat over grænseværdien i Syddjurs Kommune, men der ses mange forekomster af sulfat over baggrundsniveau. Dvs. der er påvirkning fra overfladen.

4.1.8 Sprøjtemidler og sprøjtemiddelrester

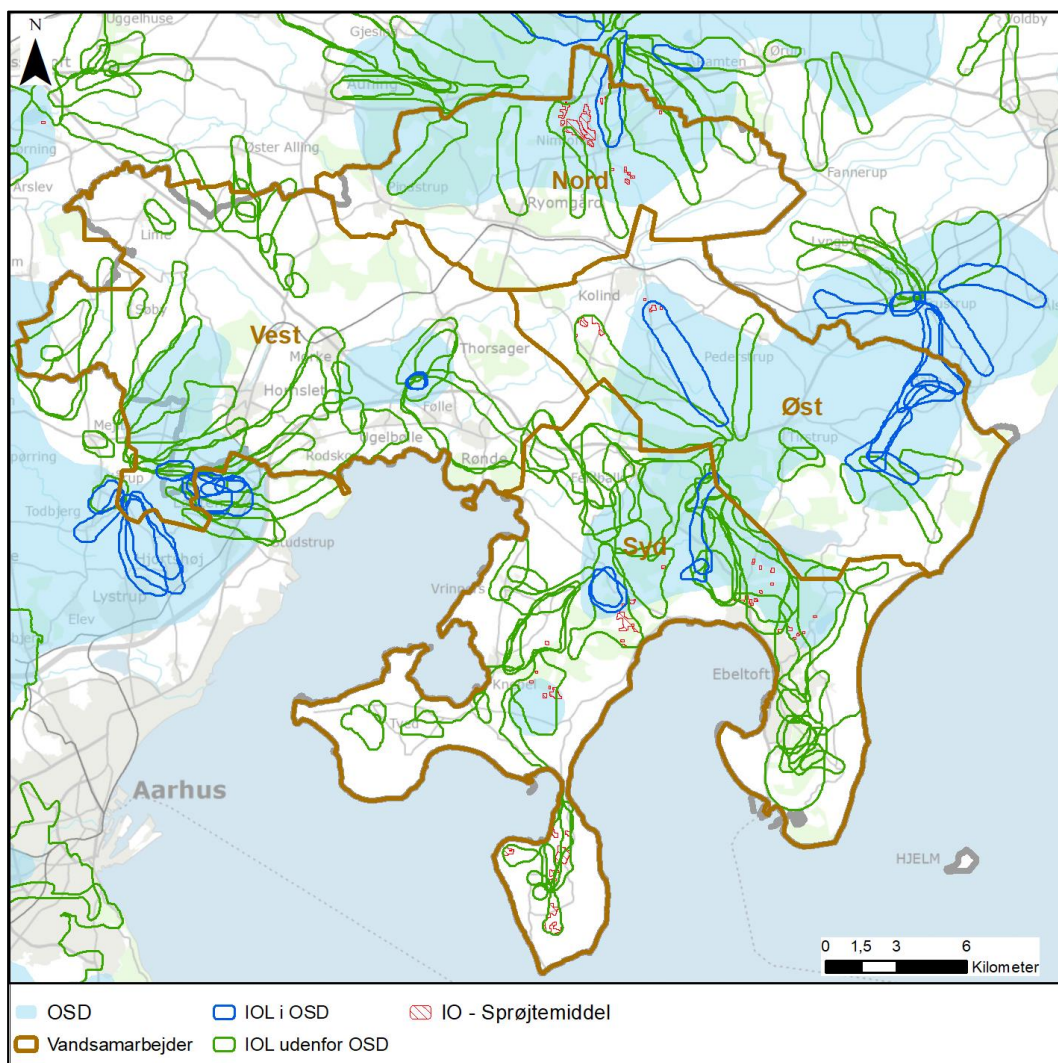
Grænseværdien for sprøjtemidler i drikkevand er 0,1 µg/l for enkeltstoffer og 0,5 µg/l for summen af påviste sprøjtemidler.

Der er målt indhold af sprøjtemidler i borerer med varierende anvendelse spredt på hele kommunen. Der er målt sprøjtemiddelrester i indvindingsboringer i samtlige vandførende lag der indvindes fra til almen indvinding, nærmere beskrevet gælder det Molshovedsand, Tebbestrupsand, Saalesand og kalken. De målte indhold af sprøjtemidler fordeler sig på borerer tilhørende 7 forskellige vandværker. Indholdet af sprøjtemiddelrester i indvindingsboringerne håndteres af vandværkerne ved enten at untlade indvinding fra de ramte borerer eller ved opblanding til indhold, der overholder kvalitetskravet.

I resumeet af kortlægningen for de 4 planområder gennemgås målingerne af indhold af sprøjtemidler for de enkelte vandværker nærmere. Herunder konkrete indhold, hvilke midler der er konstateret, samt hvilke borerer der er ramt.

Udover fundene af sprøjtemiddelrester i indvindingsboringer er der målt indhold i borerer med anden anvendelse f.eks. markvanding, gartneri, private borerer og overvågningsboringer.

Staten har i forbindelse med kortlægningen udpeget sprøjtemiddelfølsomme Indvindingsområder (SFI) og indsatsområder indenfor SFI. Udpegningen er foretaget indenfor OSD samt indvindingsoplande til almene vandforsyninger udenfor OSD. I indsatsområderne skal kommunen forholde sig til, om der skal gennemføres særlige begrænsninger i anvendelsen af sprøjtemidler. Indsatsområderne indenfor SFI ses på Figur 11. Kommunen har vurderet i hvilke områder, der er behov for indsatser overfor sprøjtemidler. Rapporten findes i bilag /Vurdering af indsatsområder indenfor Sprøjtemiddelfølsomme Indvindingsområder/.



Figur 11 Indsatsområder (IO) overfor sprøjt midler vist sammen med indvindingsoplande og OSD

5. Referencer

- /1/ Vandforsyningsloven, Lovbekendtgørelse nr. 118 af 22/02/2018
- /2/ Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 1995 "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser".
- /3/ Redegørelse for GKO Djurs Vest, Naturstyrelsen 2015.
- /4/ Redegørelse for GKO Syddjurs, Naturstyrelsen 2014.
- /5/ Redegørelse for indvindingsoplande uden for OSD Syddjurs, Naturstyrelsen 2015.
- /6/ [GEUS Rapportdatabase](#)
- /7/ [Miljøstyrelsens hjemmeside - kortlægninger Syddjurs](#)
- /8/ Vurdering af indvindingsmuligheder, Niras, 2018.
- /9/ Djurslands geologi, Stig A. Schack Pedersen og Kaj Strand Petersen, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet 1997
- /10/ Link til GEUS' hjemmeside med [Danske kort](#)
- /11/ GEUS. Udgivet af Varv i 1992