

MILJØMINISTERIET

Miljøcenter Ringkøbing



Kortlægning af grundvandsressourcen ved  
Viborg Nord

Titel: **Kortlægning af grundvandsressourcen ved  
Viborg Nord**

Udgivet: Juli 2009

Udgiver: By- og landskabsstyrelsen  
Miljøcenter Ringkøbing

ISBN: 978-87-92548-34-4

# INDHOLDSFORTEGNELSE

---

<b>1</b>	<b>Indledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivelse af området .....</b>	<b>3</b>
2.1	Geologiske forhold.....	3
2.1.1	Landskabsanalyse .....	4
2.1.2	Begravede dale.....	7
2.1.3	Den prækvartære overflade.....	8
2.1.4	Geologisk ramme .....	11
2.2	Geologisk og hydrostratigrafisk model.....	13
2.2.1	Grundvandsmagasinerne udstrækning .....	15
2.2.2	Dæklagenes udstrækning .....	23
2.3	Hydrologiske forhold .....	29
2.3.1	Vandløb og søer .....	29
2.3.2	Grundvandsdannelse.....	31
2.3.3	Vandindvinding .....	32
2.3.4	Potentialeforhold og indvindingsoplande .....	34
2.4	Grundvandskemi .....	36
2.4.1	Nitrat .....	37
2.4.2	Sulfat.....	40
2.4.3	Vandtype.....	42
2.4.4	Andre parametre .....	44
2.4.5	Miljøfremmede stoffer.....	51
2.5	Arealanvendelse og forureningskilder .....	56
2.5.1	Nitratbelastning.....	57
2.5.2	Jordforureninger .....	58
<b>3</b>	<b>Områdeudpegninger.....</b>	<b>61</b>
3.1	Vandværkernes indvindingsoplande .....	61
3.2	Område med særlige drikkevandsinteresser.....	63
3.3	Nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat.....	65
<b>4</b>	<b>Anbefalinger og indsatsforslag .....</b>	<b>70</b>
4.1	Generelle indsatser .....	70
4.2	Indsatser ved Viborg Nord.....	72
4.2.1	Geologiske forhold .....	73

---

4.2.2	Potentialeforhold og indvindingsopland .....	75
4.2.3	Grundvandskemi og sårbarhed .....	76
4.2.4	Arealanvendelse og jordforureninger .....	78
4.2.5	Alternativ kildeplads .....	79
4.2.6	Indsatser .....	82
4.3	Indsatser ved I/S Løvel Vandværk .....	84
4.3.1	Geologiske forhold .....	85
4.3.2	Potentialeforhold og indvindingsopland .....	86
4.3.3	Grundvandskemi og sårbarhed .....	88
4.3.4	Arealanvendelse og jordforureninger .....	89
4.3.5	Indsatser .....	90
<b>5</b>	<b>Sammenfatning .....</b>	<b>92</b>
5.1	Resultater .....	92
5.2	Problemstillinger .....	96
5.3	Det videre arbejde .....	97
<b>6</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>98</b>

## LISTE OVER FIGURER

Figur 1.1	OSD og kortlægningsområde
Figur 1.2	Indvindingsoplande og OSD
Figur 2.1	Landskabselementer, Per Smeds kort
Figur 2.2	Landsskabselementer og terrænoverflade
Figur 2.3	Jordartskort
Figur 2.4	Begravede dale
Figur 2.5	Terrænoverflade og begravede dale
Figur 2.6	Prækvartæroverflade
Figur 2.7	Prækvartæroverflade og begravede dale
Figur 2.8	Kote for god leder
Figur 2.9	Glaciale og interglaciale aflejringer
Figur 2.10	Tabel med de hydrostratigrafiske lag
Figur 2.11	Geologisk profilsnit
Figur 2.12	Tykkelse af Øvre magasin
Figur 2.13	Sedimenter i Øvre magasin
Figur 2.14	Mættet del af lag 1 (Øvre magasin)
Figur 2.15	Tykkelse af Øvre primære magasin
Figur 2.16	Sedimenter i Øvre primære magasin
Figur 2.17	Tykkelse af Nedre primære magasin
Figur 2.18	Udbredelse af Nedre primære magasin
Figur 2.19	Geologisk profilsnit ved Viborg Nord kildepladsen
Figur 2.20	Sedimenter i Nedre primære magasin
Figur 2.21	Geologisk profilsnit ved DGU nr. 56.1086 og 56.1087
Figur 2.22	Tykkelse af Øvre vandstandsende lag
Figur 2.23	Sedimenter i Øvre vandstandsende lag
Figur 2.24	Tykkelse af Nedre vandstandsende lag
Figur 2.25	Sedimenter i Nedre vandstandsende lag
Figur 2.26	Vandløb og søer i kortlægningsområdet
Figur 2.27	Medianminimumsvandføringer
Figur 2.28	Infiltration i kortlægningsområdet

## Liste over figurer

Figur 2.29	Indvindingsanlæg
Figur 2.30	Fordeling af tilladt og reel indvinding
Figur 2.31	Tabel med tilladt indvinding og oppumpede vandmængder
Figur 2.32	Potentiale for primært grundvandsmagasin
Figur 2.33	Umættet zone i kortlægningsområdet
Figur 2.34	Nitratindhold i borerne
Figur 2.35	Nitratindhold og dybde til filtertop
Figur 2.36	Tidslig udvikling i nitratindhold i øvre sekundære magasin
Figur 2.37	Tidslig udvikling i nitratindhold i øvre primære magasin
Figur 2.38	Sulfatindhold i borerne
Figur 2.39	Sulfatindhold og dybde til filtertop
Figur 2.40	Vandtyper i borerne
Figur 2.41	Aggressiv kuldioxid i borerne
Figur 2.42	Kloridindhold i borerne
Figur 2.43	Ionbytning i borerne
Figur 2.44	Tidslig udvikling af natrium og klorid i DGU nr. 66.1571
Figur 2.45	Pesticidanalyser i borerne
Figur 2.46	Klorerede opløsningsmidler i borerne
Figur 2.47	BTEX i borerne
Figur 2.48	Arealanvendelse
Figur 2.49	Skovrejsningsområder
Figur 2.50	Nitratudvaskning
Figur 2.51	Kortlagte forureningslokaliteter
Figur 2.52	Tabel med forureningslokaliteter
Figur 3.1	OSD og indvindingsoplande
Figur 3.2	Aldersfordeling i indvindingsoplande
Figur 3.3	Baggrund for revision af OSD
Figur 3.4	Eksisterende og revideret OSD
Figur 3.5	Udbredelse af øvre og nedre primære magasiner
Figur 3.6	Tykkelsen af lerlag over øvre primære magasin
Figur 3.7	Tykkelsen af lerlag over nedre primære magasin
Figur 3.8	Sårbarhedszoner af OSD
Figur 3.9	Indsatsområde overfor nitrat og nitratfølsomt indvindingsområde

## Liste over figurer

Figur 4.2.1	Boringernes placering ved Viborg Nord Kildepladsen
Figur 4.2.2	Indvundne vandmængder ved Viborgs Vands kildepladser
Figur 4.2.3	Geologisk profilsnit ved Viborg Nord
Figur 4.2.4	Udbredelse af nedre primære magasin
Figur 4.2.5	Indvindingsopland og potentialelinier
Figur 4.2.6	Nitratudviklingen i 2 indvindingsboringer
Figur 4.2.7	Sulfatudviklingen i indvindingsboringerne
Figur 4.2.8	Arealanvendelse og forureningskilder
Figur 4.2.9	Beliggenhed af 2 undersøgelsesboringer
Figur 4.2.10	Geologisk profilsnit
Figur 4.2.11	Udbredelse af nedre primære magasin samt fremtidigt indvindingsopland
Figur 4.2.12	Tabel med analyseresultater for 2 undersøgelsesboringer
Figur 4.3.1	Boringernes placering ved Løvel Vandværk
Figur 4.3.2	Indvundne vandmængder ved Løvel Vandværk
Figur 4.3.3	Geologisk profilsnit ved Løvel Vandværk
Figur 4.3.4	Udbredelse af nedre primære magasin
Figur 4.3.5	Indvindingsopland og potentialelinier
Figur 4.3.6	Grundvandsdannende områder
Figur 4.3.7	Arealanvendelse og forureningskilder





# 1 INDLEDNING

---

Grundvandskortlægningen blev tidligere udført som led i amternes administration af vandforsyningsloven, ifølge hvilken amterne skulle kortlægge vandressourcernes beliggenhed, størrelse, kvalitet og naturlige beskyttelse mod forurening, samt gennemføre en zonerings af områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og af indvindingsoplunde til almene vandforsyninger. Formålet med zonerings var og er stadig:

- At opnå en afgrænsning af delområder, der er særligt følsomme overfor en eller flere typer forurening, med angivelse af hvilken eller hvilke typer forurening de anses for følsomme overfor.
- At opnå en afgrænsning af områder hvor en særlig indsats til beskyttelse af grundvandet er nødvendig.

Zonerings danner grundlag for udarbejdelse af indsatsplaner for den konkrete grundvandsbeskyttelse. I dag administreres området via vanddistrikternes vandplaner iht. miljømålsloven. Selve kortlægningen af grundvandsressourcerne er fra 1. januar 2007 overgået til statens miljøcentre, som er en del af Miljøministeriet. Indsatsplaner for grundvandsbeskyttelse udarbejdes fra 1. januar 2007 af kommunerne i henhold til vandforsyningsloven.

Denne rapport sammenfatter den hidtidige kortlægning i et område med særlige drikkevandsinteresser nord for Viborg. OSD området betegnes ”Viborg Nord”. Rapporten skal danne grundlag for Viborg Kommunes indsatsplanlægning i dette OSD.

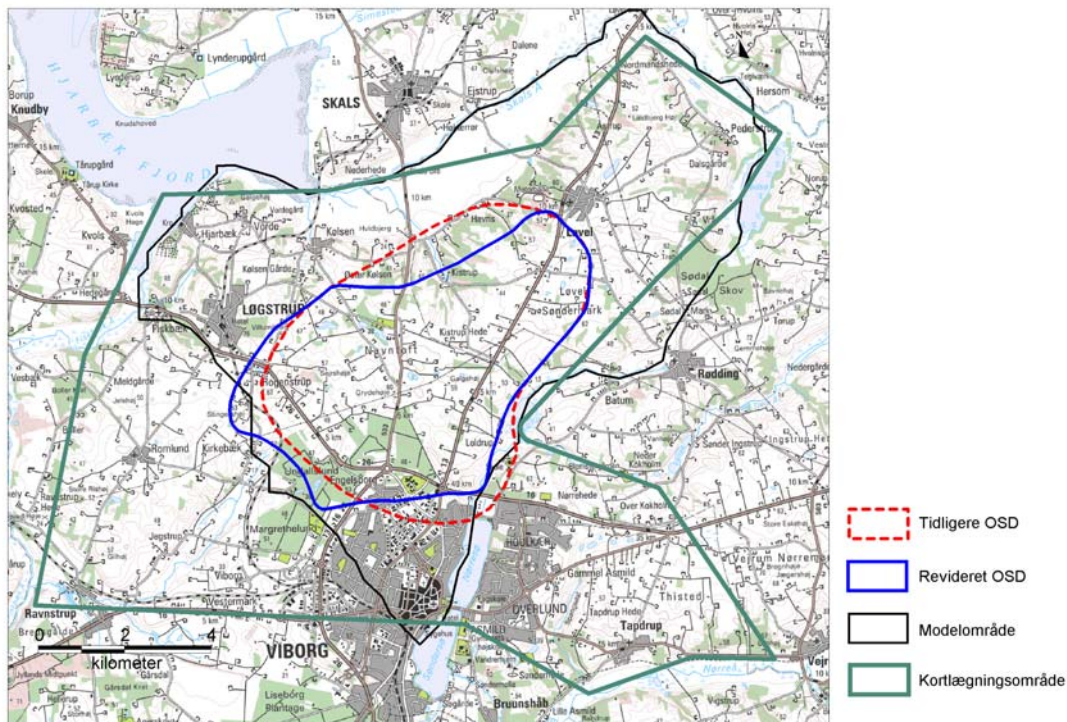
Ved opstart af kortlægningen er der taget udgangspunkt i et større område uden om OSD. Dette betegnes kortlægningsområdet og er det område, indenfor hvilket vandressourcen overordnet er blevet kortlagt. En del af kortlægningen har været opstilling af en grundvandsmodel for OSD og Viborg Vands kildeplads ”Viborg Nord”. Afgrænsningen af denne model betegnes modelområdet, se figur 1.1.

Med udgangspunkt i den viden der er opsamlet i forbindelse med kortlægningen, er det fundet hensigtsmæssigt efterfølgende at justere afgrænsningen af OSD, se figur 1.1. Ligeledes med udgangspunkt i kortlægningen, er der foretaget en nyberegning af indvindingsoplundene til de 2 almene vandværker i OSD: Viborg Nord og Løvel Vandværk, se figur 1.2. Baggrunden for det reviderede OSD og de beregnede indvindingsoplunde fremgår af kapitel 3.

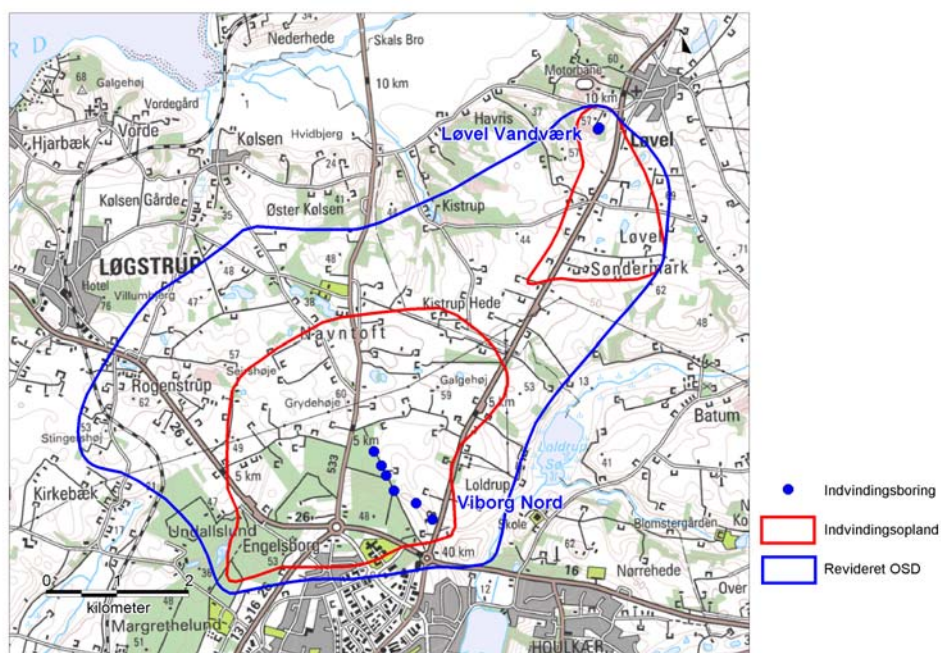
## Indledning

Rapporten er opbygget således, at kapitel 2 er et grundlæggende kapitel, som giver et regionalt overblik over områdets geologi og grundvand i bred forstand. Kapitel 3 omhandler de forskellige områdeudpegninger og kapitel 4 omhandler anbefalinger og indsatsforslag generelt og specifikt for hvert vandværk.

Det reviderede OSD er vist på hovedparten af de udarbejdede kort i denne rapport. Det er således muligt, at vurdere et givet korttema i forhold til denne afgrænsning.



Figur 1.1: Områdeafgrænsninger.



Figur 1.2: Indvindingsoplande og OSD.

## 2 BESKRIVELSE AF OMRÅDET

Kapitel 2 er en gennemgang af de geologiske og hydrologiske forhold samt af vandforsyningsstrukturen og arealanvendelsen.

Kortlægningsområdet er beliggende nord for Viborg og afgrænses af Skals Å og Hjarbæk Fjord mod nord, af Fiskbæk Å mod vest, af Faldborgdalen, Sdr. Mølleå og Nørre å mod syd. Mod øst strækker området sig til Vejrumbro, men følger i praksis Viborg søerne. Kortlægningsområdet er overordnet karakteriseret ved at bestå både af større byområder, landbrugsarealer og skovområder. Vandforsyningsstrukturen i kortlægningsområdet er nu (forår 2009) kendetegnet ved 4 almene vandværker; Viborg Nord, Viborg City, Vorde Vandværk og Løvel vandværk. Desuden varetages forsyningen af 5 små "ikke almene" vandværker samt ca. 200 enkeltanlæg. Romlund Vandværk, i den vestlige del af kortlægningsområdet, og Asmild Vandværk i Viborgs østlige del blev nedlagt i 2008. Ifølge Regionplan 2005 er det kildepladsen Viborg Nord og Løvel Vandværk, der skal varetage den fremtidige forsyning med drikkevand i kortlægningsområdet. Kildepladsen Viborg Nord og Løvel Vandværk ligger begge i OSD.

Ved gennemgangen fokuseres der på OSD, idet indsatserne i forhold til grundvandsbeskyttelsen vil tage udgangspunkt i dette område og kun i mindre omfang i selve kortlægningsområdet.

### 2.1 Geologiske forhold

Der er foretaget en sammenstilling af geologien i kortlægningsområdet, bl.a. på baggrund af den opstillede hydrostratigrafiske model for OSD - Viborg Nord /1/. Denne model tager udgangspunkt i boringer og geofysiske data i form af TEM sonderinger /2/ samt en tidligere grundvandsmodel fra området /1/.

Endvidere er der ved sammenstillingen inddraget 2 SESAM\* beskrevne undersøgelsesboringer DGU nr. 56.1086 og 56.1087, samt den nyeste litteratur og tolkninger. Der fokuseres hovedsageligt på de kvartære aflejringer, hvortil indvindingsinteresserne i området er knyttet; dog vil prækvartær overfladen og de anorede Neogene/Paleogene aflejringer også kort blive beskrevet.

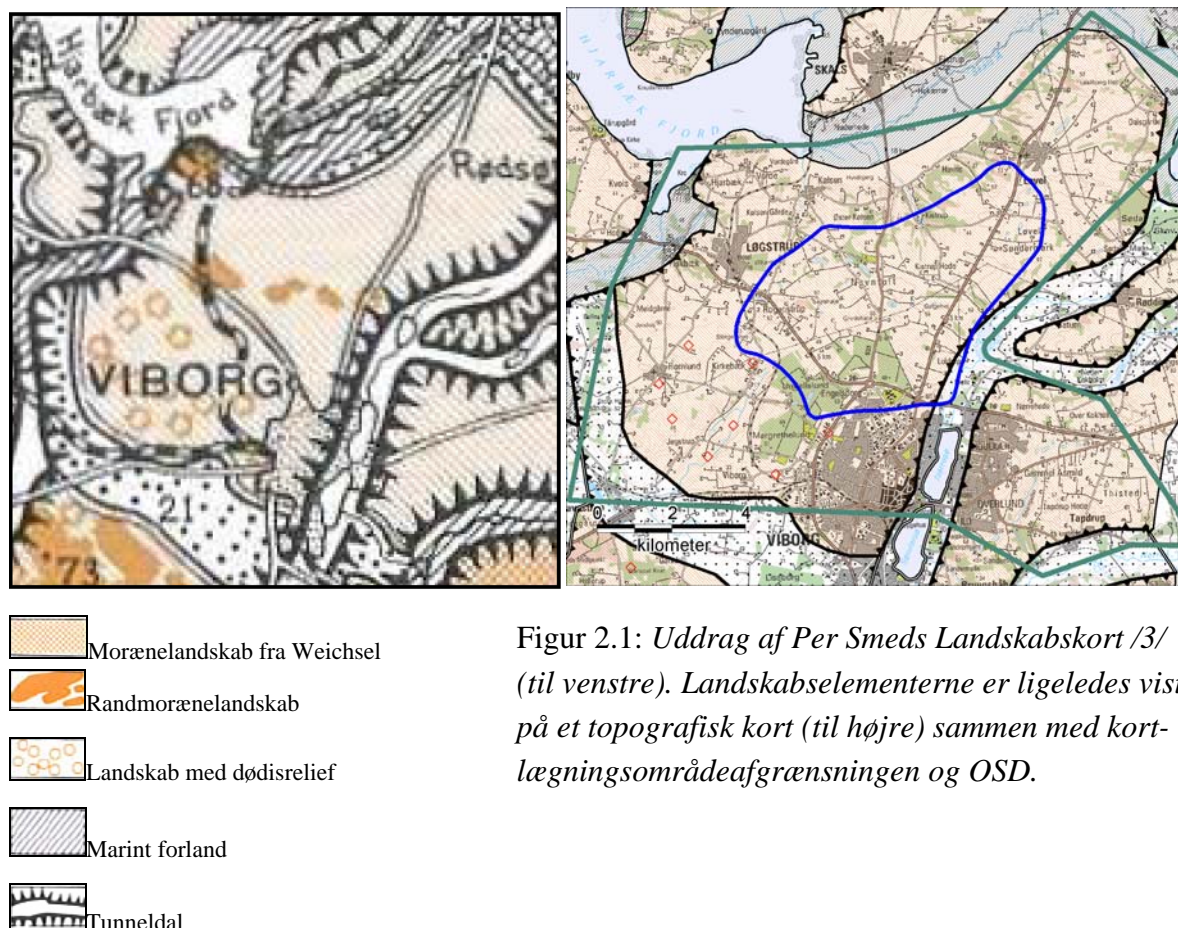
\*SESAM (SEdiment SAMarbejdet). Et samarbejdsprojekt mellem Aarhus Universitet, de jyske amter samt Fyns Amt om kortlægning af de øvre grundvandsførende sedimenter.

## Beskrivelse af området

### 2.1.1 Landskabsanalyse

På figur 2.1 er vist et udsnit af Per Smeds "Landskabskort over Danmark" /3/ fra kortlægningsområdet. Området er beliggende i det kuperede terræn nord for Hovedopholdslinien, og der kan erkendes et morænelandskab fra sidste istid med overvejende sandbund. Der ses dødisrelief i den sydlige del og centralt i området et omtrent vest-østligt orienteret randmorænelandskab, som sandsynligvis er dannet i forbindelse med Nordøstisens fremstød til Hovedopholdslinien. I områdets østlige og vestlige dele ses endvidere tunneldale med en nord-nordøstlig til syd-sydvestlig orientering, som ligeledes er sammenfaldende med Nordøstisens retning. I den nordlige og nordvestlige del af området ses rester af marint forland, dannet under Stenalderhavet.

Specifikt for OSD kan dette karakteriseres som et morænelandskab, med et randmorænelandskab i de centrale dele.

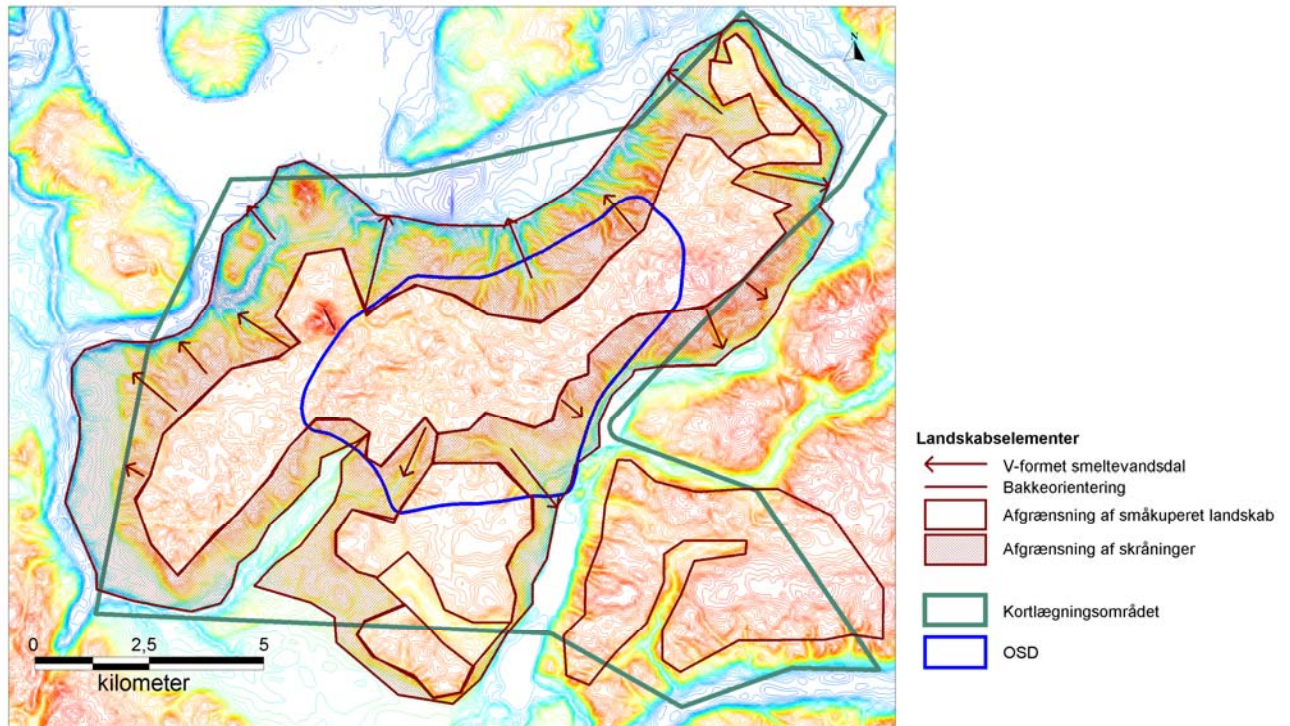


Figur 2.1: Uddrag af Per Smeds Landskabskort /3/ (til venstre). Landskabsselementerne er ligeledes vist på et topografisk kort (til højre) sammen med kortlægningsområdeafgrænsningen og OSD.

Kortlægningsområdet er på baggrund af terrænkurvernes forløb /4/ opdelt i landskabstyper. Der kan overordnet iagttages et småkuperet, dødispræget landskab afgrænset af skræntområder, som er gennemskåret af dybere smeltevandsdale.

*Småkuperet landskab og skræntområder*

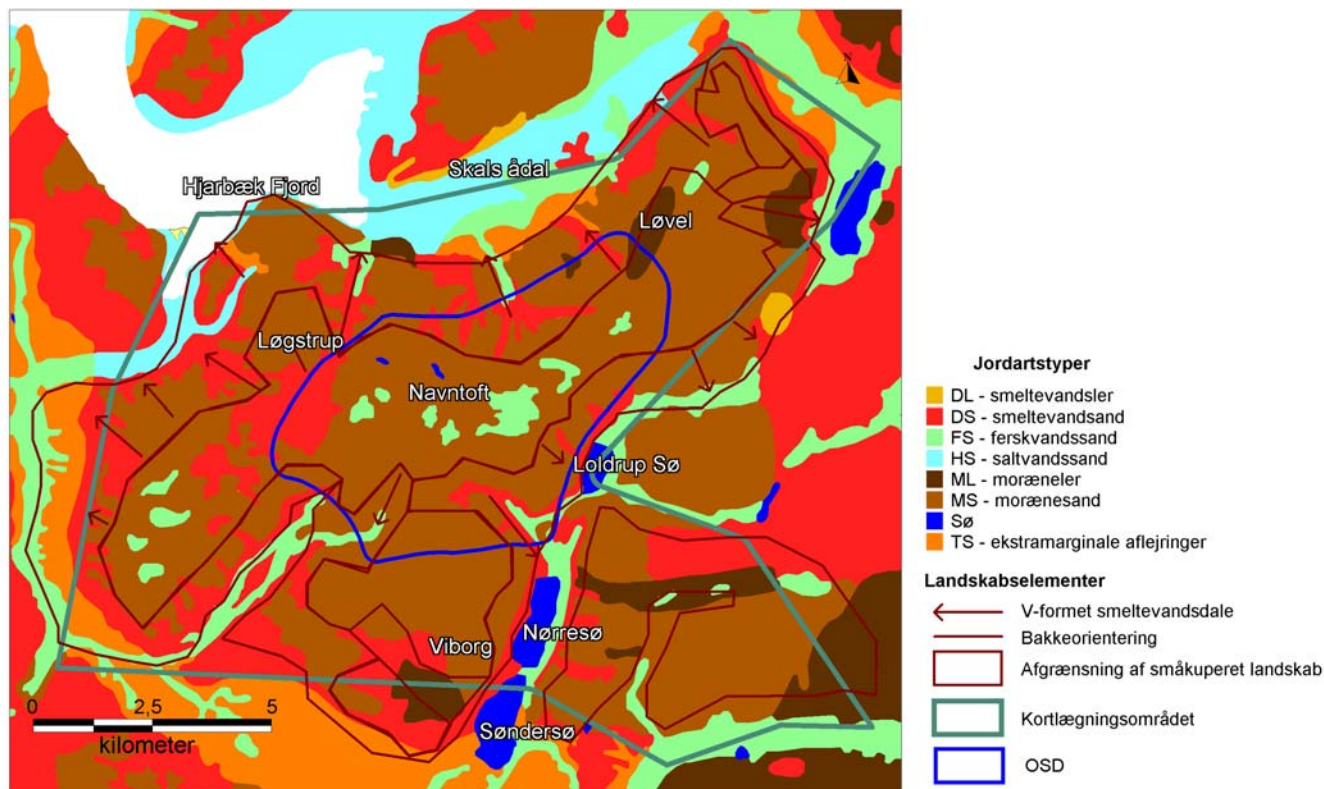
Det småkuperede landskab er i området karakteriseret ved et uroligt kurvebillede med en middel til stor tæthed og egentæthed. Der ses overordnet en højdeforskel på 10-15 m. Bakkerne har en lille længde og der ses en middel grad af parallelitet. Der henvises til figur 2.2. I skræntområderne i randen af bakkerne ses v-formede dale, hvor erosionsmateriale er ført ned i de lavere liggende områder.



Figur 2.2: Terrænoverflade sammenstillet med de tolkede landskabselementer. Terrænmodellen er et uddrag fra /4/. De rødlige nuancer angiver højtliggende terræn, mens de blålige nuancer angiver lavtliggende terræn.

Bakkernes orientering kan sandsynligvis relateres til isfremstødet fra Nordøstisen, idet isens bevægelsesretning vil være vinkelret herpå. Dette synes at passe med mange af de bakker, som kan iagttages i området.

Jordartskortet, figur 2.3, viser en bred vifte af overvejende sandede aflejringer fra morænesand og smeltevandssand til sen-glacial og postglacial ferskvandssand samt postglacial saltvandssand. Der ses endvidere spredte forekomster af moræneler og smeltevandsler /5/.



Figur 2.3: Uddrag af digitalt Jordartskort 1:200.000 udarbejdet af GEUS. For detaljeret signaturforklaring henvises til /5/. Landskabelementerne fra figur 2.2 fremgår ligeledes af figuren.

I det småkuperede morænelandskab kan der iagttages smeltevandsaflejringer samt post-glaciale ferskvandsaflejringer i afgrænsede områder, som indikerer lavninger i landskabet. Disse tolkes som lavninger, der er dannet i forbindelse med dødishuller. Centralt i OSD, omkring Navntoft, ses mindre søer og ferskvandsaflejringer, som danner et halvcirkelformet forløb. Dette kan eventuelt tolkes at stamme fra dødis, afsat i forbindelse med et isfremstød /2/. Randmorænelandskabet, som ses på Per Smed kortet, fig. 2.1, er beliggende i den samme område og kan ligeledes korreleres hertil.

I forbindelse med skræntområderne og de v-formede dale ses overvejende smeltevands-sand og morænesand samt i den nordlige del af kortlægningsområdet post- og senglacialt ferskvandssand, som går over i postglacialt saltvandssand relateret til stenalderhavs aflejringer.

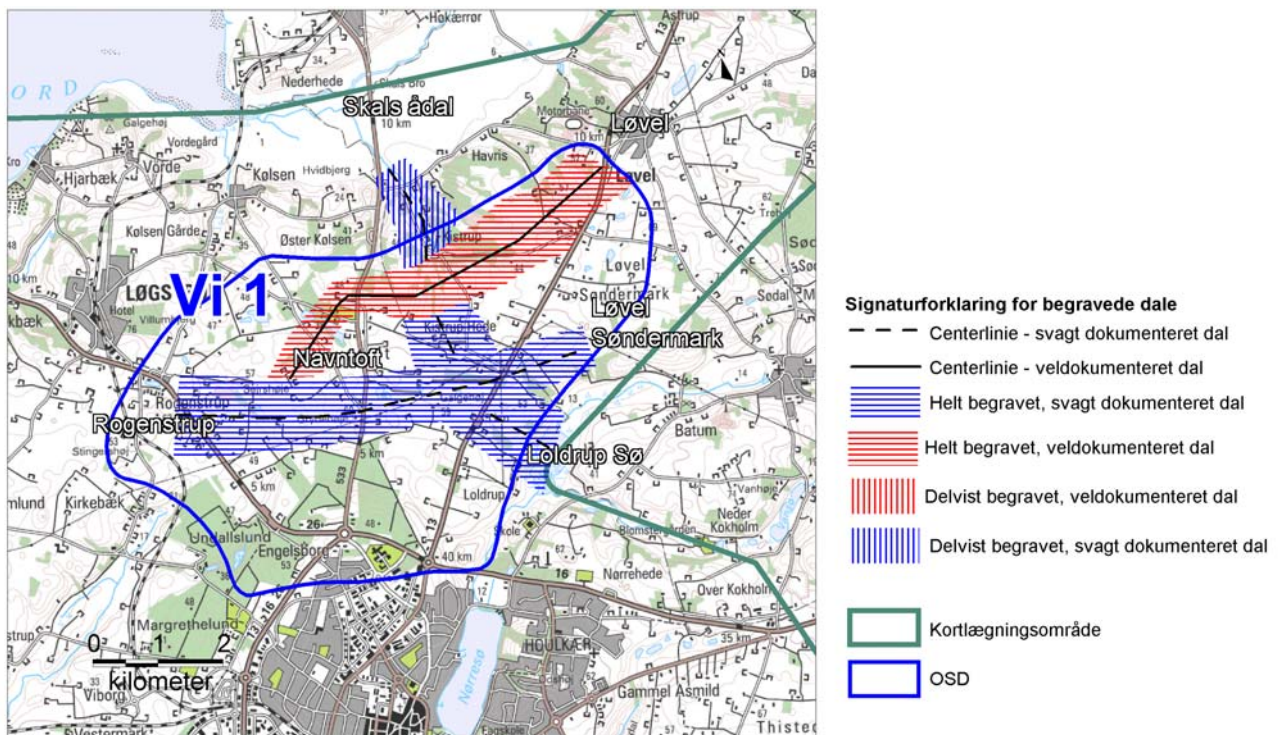
I tunneldalen, som afgrænser OSD i den sydøstlige del, ses dels de nuværende søer Søndersø, Nørresø og Loldrup Sø og dels postglacial ferskvandssand.

## 2.1.2 Begravede dale

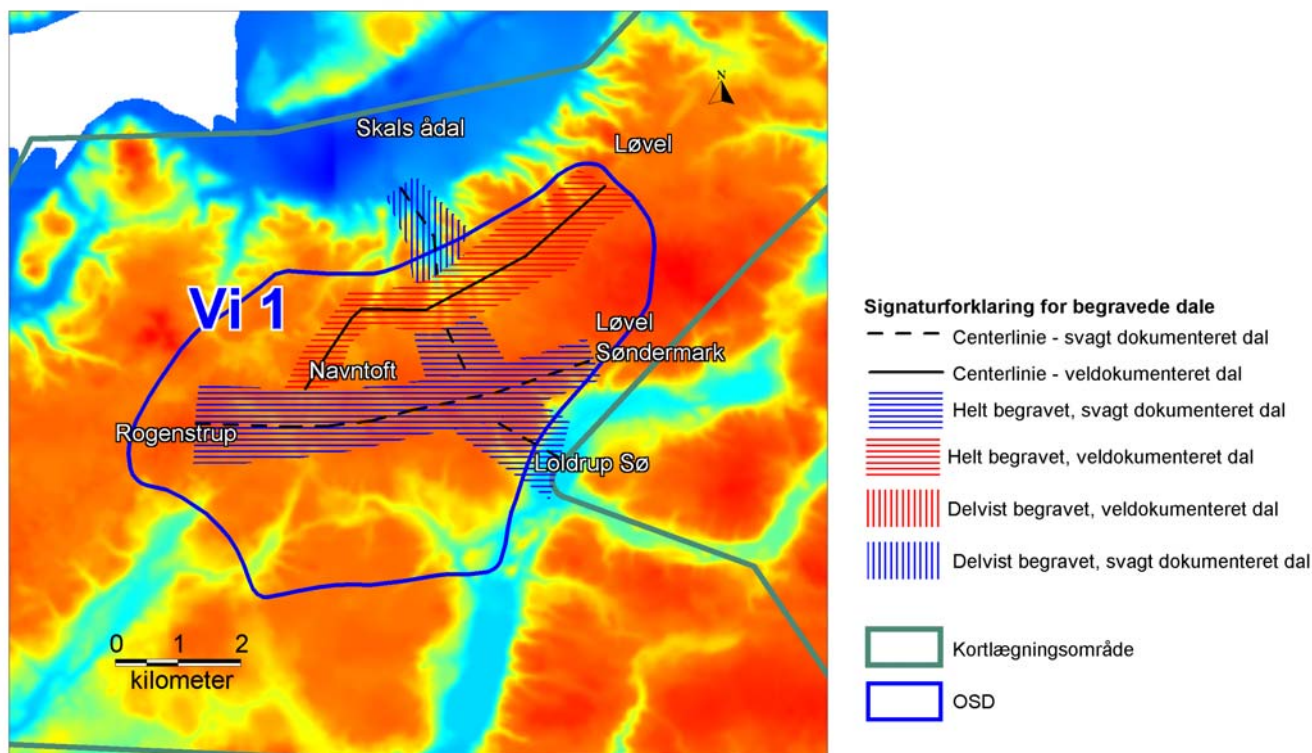
Der er indenfor OSD kortlagt et dalsystem, bestående af 3 begravede dale, benævnt ”Vi 1” /6/. Nedenstående figur 2.4 viser de begravede dale.

De 3 begravede dale består dels af en helt begravet, veldokumenteret, nordøst-sydvest gående dal mellem Navntoft og Løvel, dels en helt begravet, svagt dokumenteret, øst-vest gående dal mellem Rogenstrup og Løvel Søndermark og dels en helt begravet, svagt dokumenteret, nordvest-sydøst gående dal mellem Loldrup Sø og Skals Ådal, hvor dalens nordlige ende kun er delvist begravet. Se også figur 2.5, hvor dalene sammenholdes med terrænkoten.

Denne nordvest-sydøst gående dal mellem Loldrup Sø og Skals Ådal overlejres og gennemskæres af de 2 øvrige dale og er derfor tolket til at være den ældste af dalene /6/. Ligeledes tolkes denne dal at strække sig ind under tunneldalen ved Loldrup Sø.



Figur 2.4: Det begravede dalsystem, ”Vi 1” /6/, indenfor OSD.



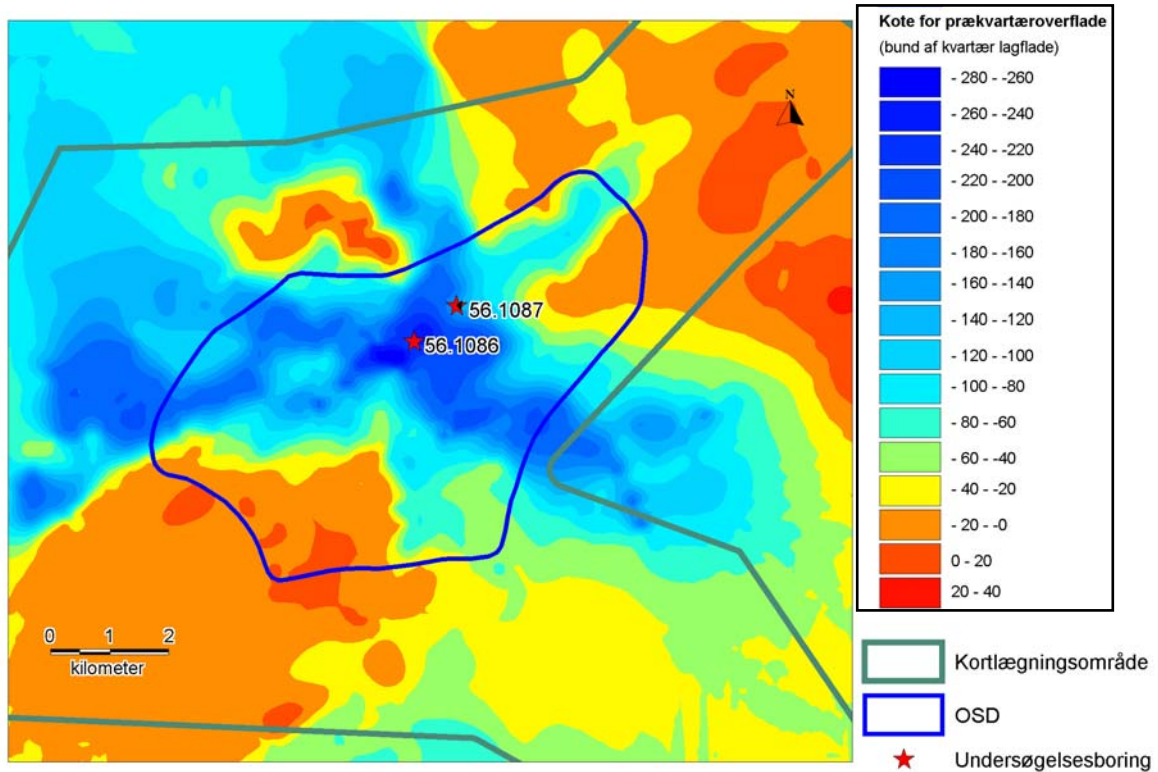
Figur 2.5: Terrænoverfladen og det begravede dalsystem. Højtliggende terræn vises med rødlige farver og lavtliggende med blålige farver.

### 2.1.3 Den prækvartære overflade

Områdets prækvartære overflade, som danner basis for Kvartæret, er stedvis præget af store topografiske forskelle og varierer generelt i kote mellem ca. +25 m og -225 m, enkelte steder endda dybere.

Nedenstående figur 2.6 viser de topografiske forskelle på prækvartær overfladen som ses indenfor kortlægningsområdet og OSD. Data til kortet stammer fra den hydrostratigrafiske model der er opstillet for området /1/. Kortet viser bunden af det nederste kvartære lag.

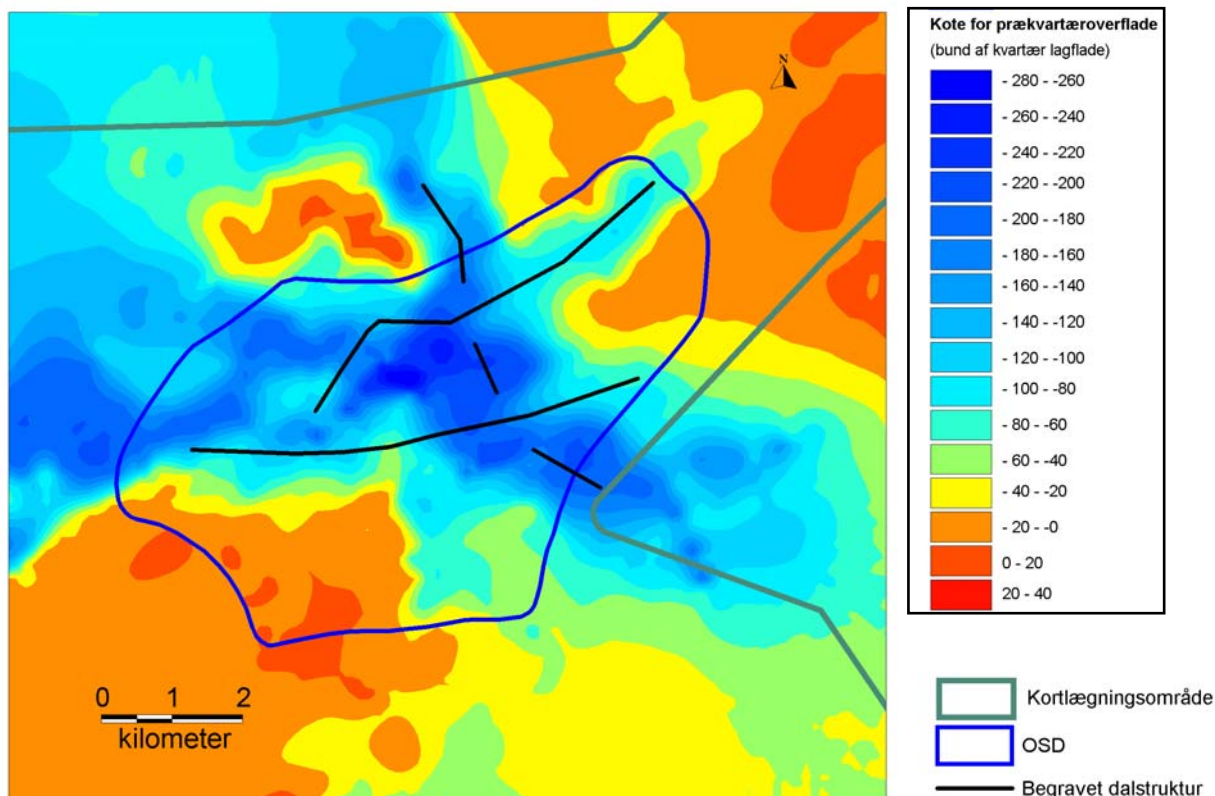




Figur 2.6: Udsnit af den prækvaltære overflade fra den hydrostratigrafiske model /1/.

Især OSD er præget af markante forskelle, idet området centralt gennemskæres af en større depression i den prækvaltære overflade, dels i vest-østlig og dels i nordvest-sydøstlig retning. Koten for den prækvaltære overflade er i dalene generelt under kote -200 m. Ved undersøgelsesboring boring DGU nr. 56.1086 ses, at prækvaltær overfladen når en større dybde på mere end 233 m under terræn, svarende til ca. kote -190 m, idet boringen er standset i kvartære aflejringer og har dermed ikke nået prækvaltær overfladen /8/, se figur 2.21. Samme figur viser, at undersøgelsesboring DGU nr. 56.1087, træffer prækvaltær overfladen ca. 160 m under terræn svarende til ca. kote -120 m. Mod syd og nordøst ses højtliggende områder og den prækvaltære overflade ligger her omkring kote 0 m, enkelte områder endda højere. Indenfor den større depression i prækvaltær overfladen ses mod nordvest et højtliggende område, hvor prækvaltær overfladen ligeledes ligger i kote ca. 0 m tilsvarende de andre højdeområder. Prækvaltær overfladens forløb i højdeområdet er veldokumenteret i flere boringer.

Sammenlignes de kortlagte begravede dale /6/ med prækvaltær overfladen /7/ fremgår det, at dalsystemet overordnet er sammenfaldende med depressionerne i prækvaltær overfladen, se figur 2.7. Endvidere tyder det på, at de begravede dales nordvestlige forløb er styret af højdeområdet mod nordvest.

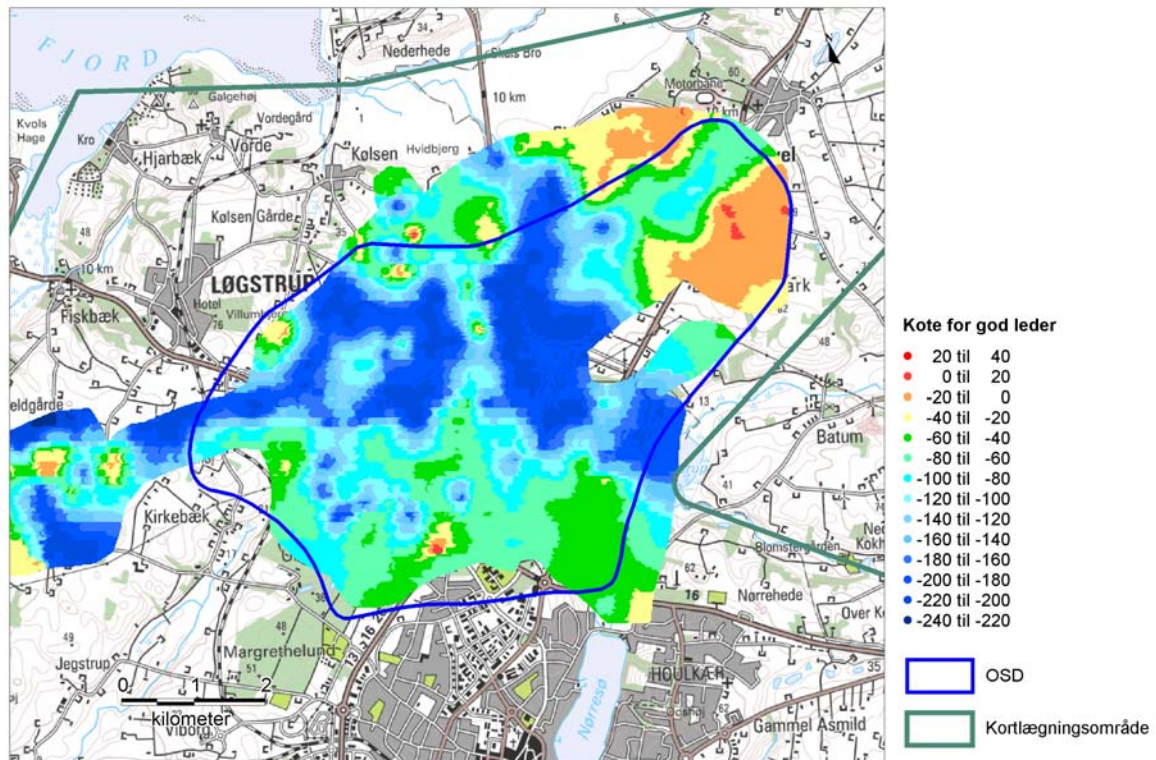


Figur 2.7: Prækvartær overfladen og det begravede dalsystem” Vi 1” /6/.

Prækvartær overfladens sedimenter består både af paleogene og neogene aflejringer /1/. Hovedsageligt består prækvartæret i området dog af neogene aflejringer som glimmerler, glimmersand, glimmersilt og kvartssand. I bunden af den dybeste eroderede begravede dal findes Øvre Oligocænt ler /1/. Dette ses bl.a. i undersøgelsesboring DGU nr. 56.1087, hvor der nederst i boringen er dateret forekomst af Øvre Oligocænt ler, der underlejres af Øvre Eocæn til Nedre Oligocæn Viborg Ler /8/.

Koten for den gode leder (lav modstand i sedimenterne) er hovedsageligt tolket på baggrund af TEM sonderingerne, hvor det har været muligt at tolke den gode leder /1/. Nedenstående figur 2.8 viser koten for den gode leder, som hovedsageligt er tolket indenfor OSD.

Koten til den gode leder vil ikke altid være sammenfaldende med prækvartær overfladen, idet netop glimmerholdige neogene sedimenter kan optræde med høje modstande /1/, hvorfor de fejlagtigt tolkes som kvartære sandede sedimenter og ikke de prækvartære sedimenter de reelt repræsenterer.



Figur 2.8: *Koten for den gode leder /1/.*

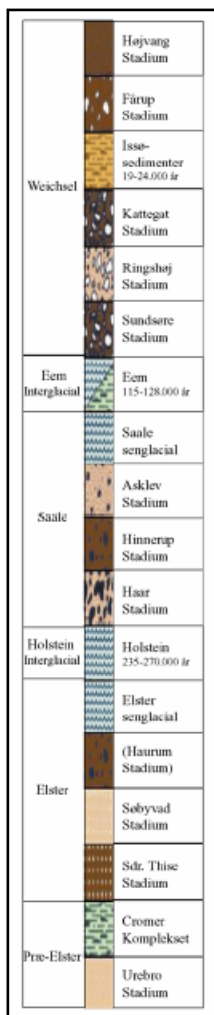
### 2.1.4 Geologisk ramme

De marine fede paleocæne og eocæne lere udgør bunden for den geologiske ramme her. Efter disse lere blev den Øvre Eocæne til Nedre Oligocæne Viborg Ler aflejret. I undersøgelseboring DGU nr. 56.1087, som er beliggende i den nordøst-sydvest gående begravede dal, er der dateret forekomst af Viborg Ler. Viborg Ler indikerer overgangen til de mere kystnære, glimmerrige og sandede aflejringer, som ses i de Øvre Oligocæne til Nedre Miocæne aflejringer /9/. Glimmerrige og sandede aflejringer ses i flere boringer i området dels indenfor kortlægningsområdet og dels indenfor OSD. I den sydøstlige del af OSD, langs Nørremølle Å, er der i boringerne beskrevet prækvartære aflejringer som glimmerler, glimmersand og kvartsand forholdsvis tæt på terræn /2, 10/. Disse prækvartære aflejringer vurderes dog kun i et meget begrænset omfang, at udgøre potentielt vandførende aflejringer i OSD /1/. Områdets prækvartære overflade danner basis for Kvartæret og er præget af store topografiske forskelle, som det ses i forbindelse med de begravede dale /6/.

Kortlægningsområdet har gennem kvartærtiden været overskredet flere gange af gletschere fra forskellige retninger, som har afsat tillenheder og smeltevandssedimenter. Området har været udsat for gentagne is-overskridelser i Menap, Elster, Saale og Weichsel /8/. I Weichsel overskrides området af i alt 3 gletschere: dels en gletscher fra nord, den "Norske Is", efterfulgt af en gletscher fra sydøst, det "Gammelbaltiske Is-

## Beskrivelse af området

fremstød” og endelig af en gletscher fra nordøst, ”Nordøstisen”. Nordøstisen nåede sin maksimale udbredelse ved Hovedopholdslinien i Jylland – Ussings linie C /11/ og er dermed det sidste af Weichsels isfremstød, som har overskredet kortlægningsområdet og OSD.



Flere af de glacielle og interglacielle begivenheder, som er opstillet af Larsen og Kronborg i 1994 /11/, se figur 2.9, er genfundet i de 2 dybe undersøgelsesboringer (DGU nr. 56.1086 og 56.1087). Dette gælder Urebro Stadium i Præ-Elster, som i /8/ tolkes til sandsynligvis at tilhøre Menap, samt Haar, Hinnerup og Asklev Stadium i Saale og Sundøre (Norske Isen), Ringshøj (Gammelbaltiske Is) og Fårup Stadium (Nordøstisen) i Weichsel. Der er endvidere dateret Eem interglacial i boring DGU nr. 56.1086 /8/. Kortlægningsområdet repræsenterer hermed mange isfremstød, som har afsat en succession af vekslende moræne- og smeltevandsaflejringer.

Figur 2.9: Glacielle og interglacielle aflejringer i det mellem jyske område /8/.

De største kvartære mægtigheder findes i de begravede dale med en mægtighed på over 230 meter i de dybeste dele af de begravede dale /8/. På plateauerne eller højdeområderne er det kvartære dække mere begrænset og varierer generelt mellem ca. 25 m og 100 m.

De kvartære aflejringer i OSD består af en vekslende lagfølge af smeltevandssand og moræner/smeltevandsler samt morænesand. I de begravede dale ses hovedsageligt store mægtigheder af smeltevandssand. Undersøgelsesboring DGU nr. 56.1086 viser vekslende glacielle, glaciofluviale og –lakustrine aflejringer samt endvidere interglacielle sedimenter fra Eem /8/. Undersøgelsesboring DGU nr. 56.1087 viser mere grovkornede sedimenter i form af smeltevandsaflejringer med enkelte indslag af moræner og smel-

tevandsler /8/. Placering af undersøgelsesboringerne og boringernes lagfølge kan ses på figur 4.2.9 i kapitel 4.

## 2.2 Geologisk og hydrostratigrafisk model

Med henblik på opstilling af en grundvandsmodel er der indledningsvist opstillet en geologisk model /1/. Modellen er opbygget med gennemgående lag, og er som sådan en hydrostratigrafisk model, der mere tager sigte på at skelne mellem lagenes hydrauliske egenskaber end på den geologiske dannelse af de enkelte lag. Der er tolket 5 hydrostratigrafiske lag i modellen. Modellens opbygning fremgår af figur 2.10.

	Lag nr.	Navn på lag
Kvartær	Lag 1	Øvre magasin
	Lag 2	Øvre vandstandsende lag
	Lag 3	Øvre primære magasin
	Lag 4	Nedre vandstandsende lag
	Lag 5	Nedre primære magasin

Figur 2.10: Tabel med oversigt over de hydrostratigrafiske lag.

Løvel Vandværk indvinder fra det nedre primære magasin, mens Viborg Nord kildepladsen indvinder fra såvel det Nedre primære magasin som det Øvre primære magasin. Dog er langt hovedparten af Viborg Vands indvindingsboringer filtersat i det Nedre primære magasin.

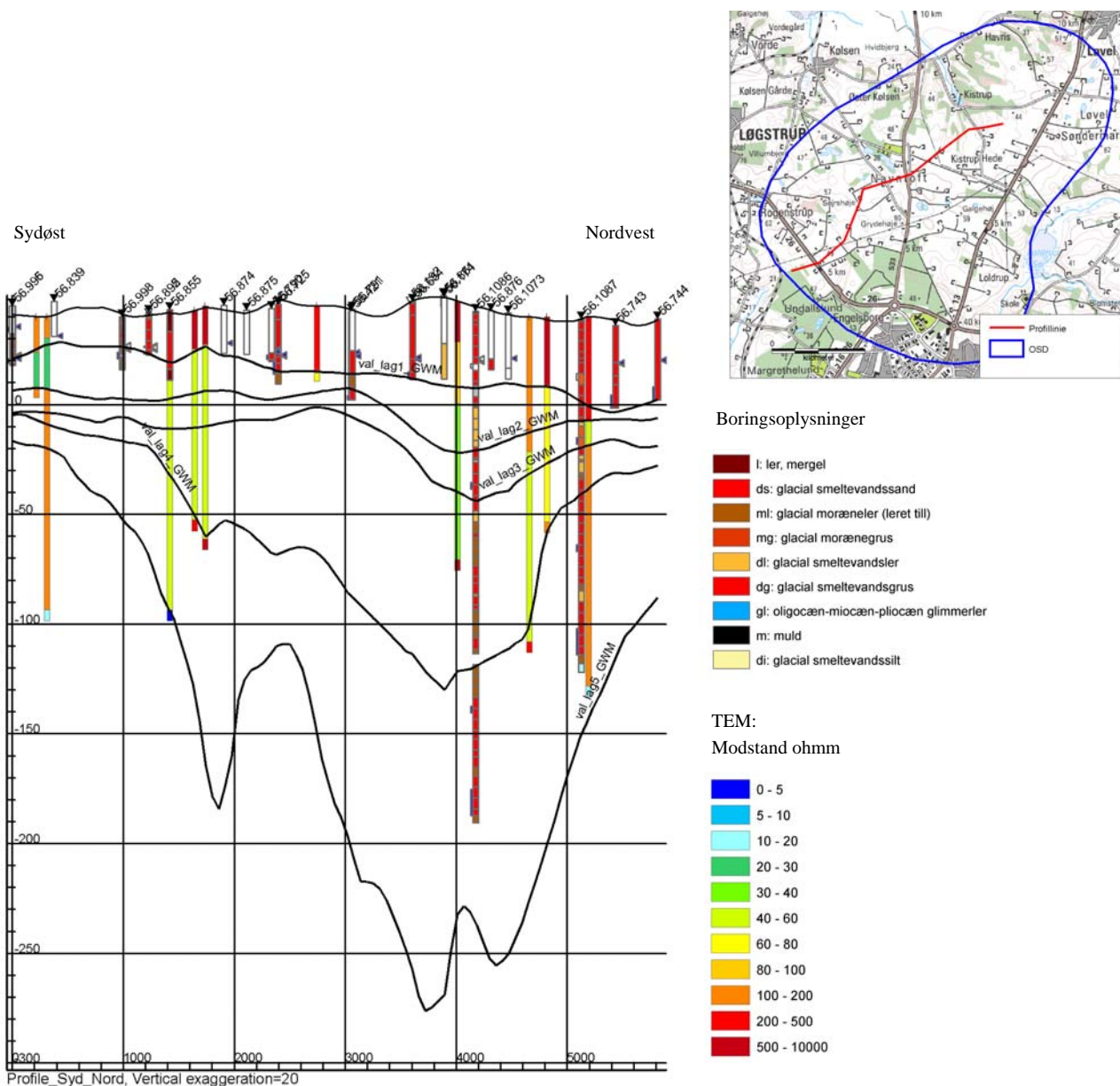
Da OSD har været overskredet af mange isfremstød, med mange vekslende lag og sedimenttyper til følge, vil der være en del mindre lag, flager osv. som ikke fremgår af den hydrostratigrafiske model. Lokalt kan der således være boringer, hvor de geologiske lag ikke passer helt til modellen. I forhold til at simulere grundvandets strømning er dette dog af mindre betydning.

Fordi der optræder mange vekslende lag i området, er der indenfor hvert af de 5 lag forholdsvis store forskelle i sedimenttyperne, og således også i de vandførende egenskaber indenfor hvert lag, hvilket fremgår af de efterfølgende figurer: 2.13; 2.16; 2.23 og 2.25.

Betegnelserne på lagene er heller ikke fuldt dækkende for lagets karakter, således er hverken "Øvre" eller "Nedre vandstandsende lag" egentligt vandstandsende, men består generelt af mere finkornede sedimentter, der har dårligere vandførende egenskaber end de andre lag.

## Beskrivelse af området

På figur 2.11 er vist et sydvest-nordøst gående profilsnit der repræsenterer de overordnede geologiske forhold og den hydrostratigrafiske model. Der er ikke vandværksboringer på profilet, men de 2 dybe undersøgelsesboringer (DGU nr. 56.1086 og 56.1087) i den begravede dal centralt i OSD, fremgår af profilet.



Figur 2.11: Profilsnit gennem området. Bunden af de 5 tolkede lag fremgår af profilet. På kortet i øverste højre hjørne er vist profilets beliggenhed.

Der er ud fra de hydrostratigrafiske lag opstillet en grundvandsmodel, der kan simulere grundvandets strømningsretninger, herunder vurdere indvindingsoplandene til vandværkerne. Der er nærmere redegjort for modelresultaterne i kapitel 3.

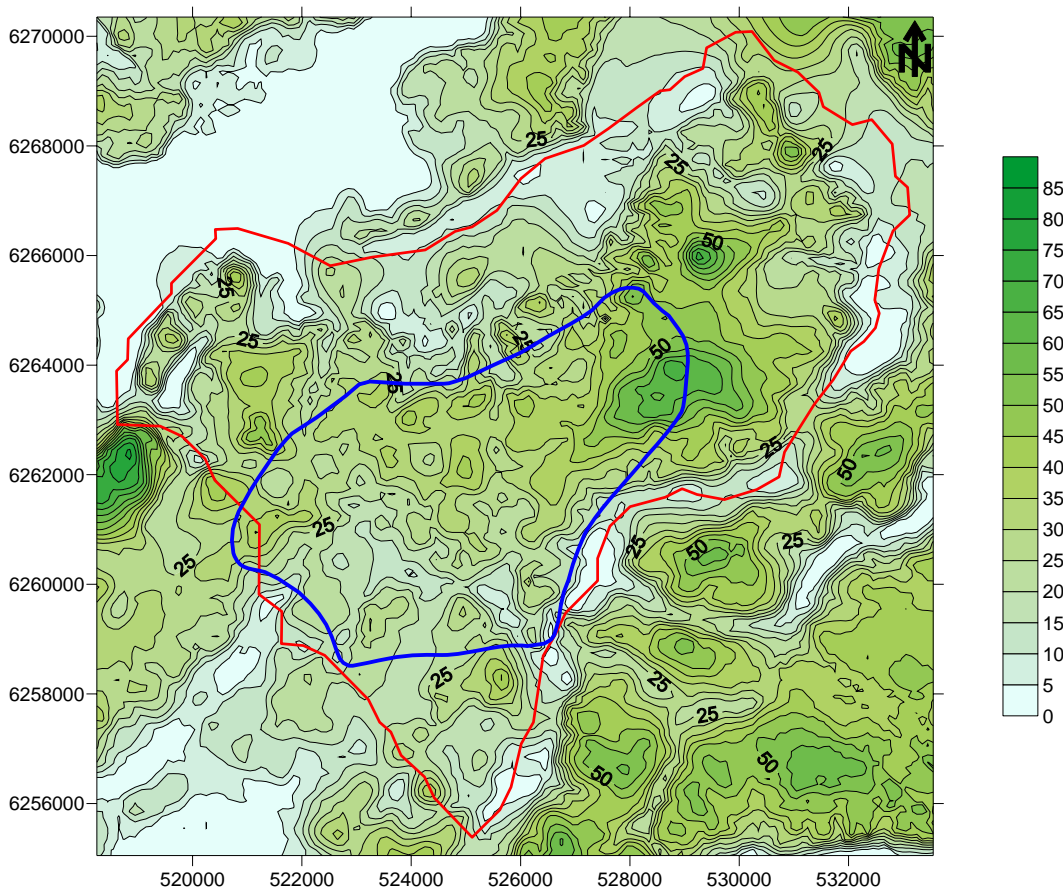
Med udgangspunkt i de hydrostratigrafiske lag er grundvandsmagasinerne og dæklagene nærmere beskrevet i de efterfølgende afsnit.

Som det vil fremgå, er der figurer, som viser isopachkort (tykkelseskort) for de enkelte lag i den hydrostratigrafiske model samt fordelingen af aflejringerne grus, sand, silt og ler indenfor de enkelte lag. Foruden denne fordeling af aflejringer, som er vist ved et lagkagediagram, angives ligeledes "Ingen geologisk information" og "Andet", som hhv. viser, at boringen ikke har gennemboret det enkelte lag eller at der er beskrivelser i borerne som falder i kategorien "X" eller "B". Lagkagediagrammernes størrelse angiver tykkelsen af laget i boringen, således at store lagkager angiver et tykt lag, mens små lagkager angiver et tyndt lag. Resultaterne fra denne opdeling af aflejringer er efterfølgende kontureret. Kortene er uddrag fra /1/, som benyttede et modelområde, som adskiller sig fra kortlægningsområdet, men som indeholder OSD.

## 2.2.1 Grundvandsmagasinerne udstrækning

### Øvre magasin – Lag 1

Det Øvre magasin vises ved et isopachkort for lag 1, se nedenstående figur 2.12.

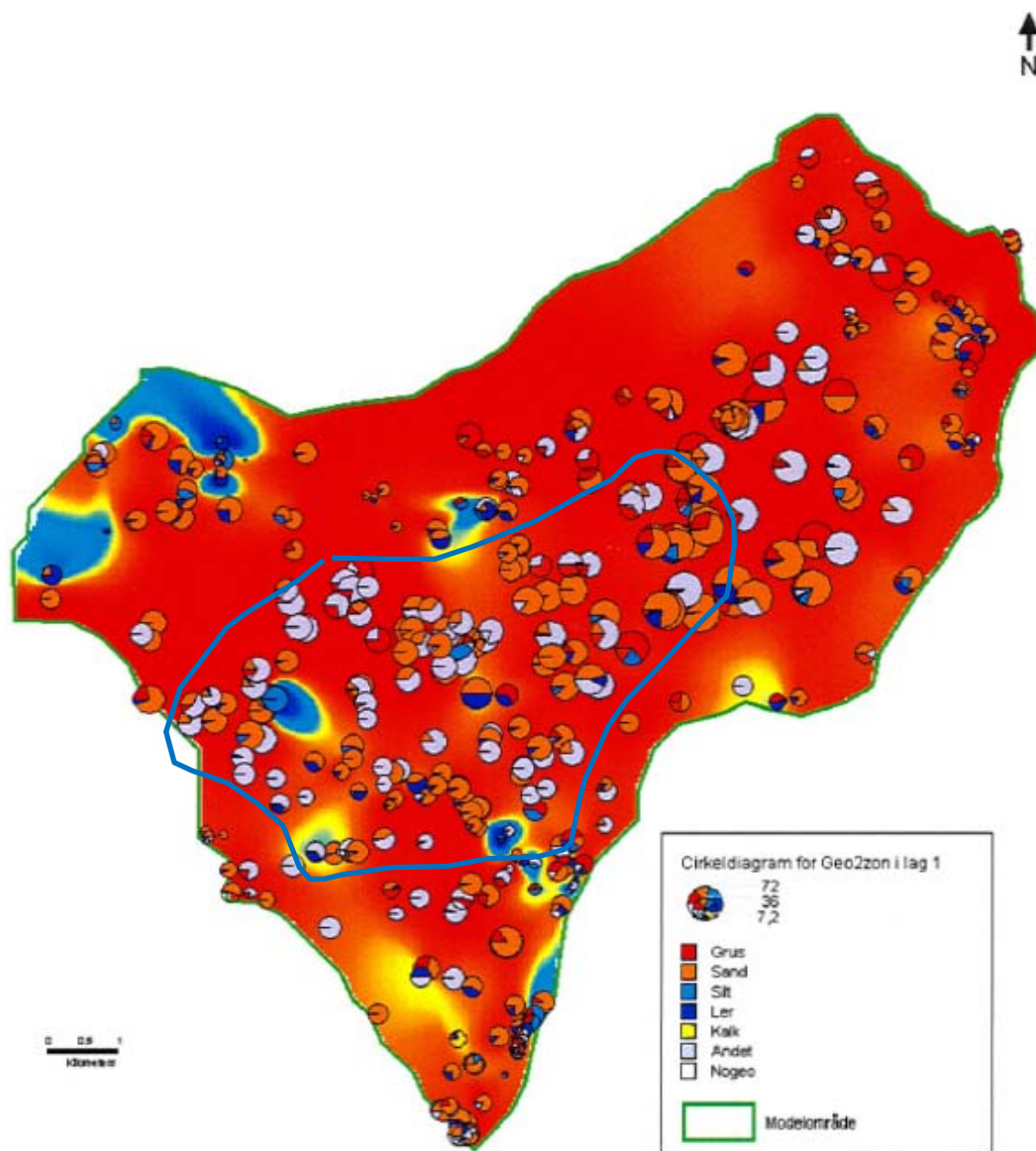


Figur 2.12: Tykkelsen af Øvre magasin - lag 1 /1/. Blå stregfarve er OSD. Rød stregfarve er modelområde.

## Beskrivelse af området

Laget er udbredt i hele OSD. Laget er ca. 25 m tykt centralt i OSD. Mod syd aftager det i mægtighed til omtrent 15-20 m, mens det mod nordøst når op til ca. 50 m /1/. Aflejringerne vurderes overvejende af smeltevandssand samt tyndere lag af moræneler /1/.

Figur 2.13 viser fordelingen af aflejringsstyper indenfor laget.

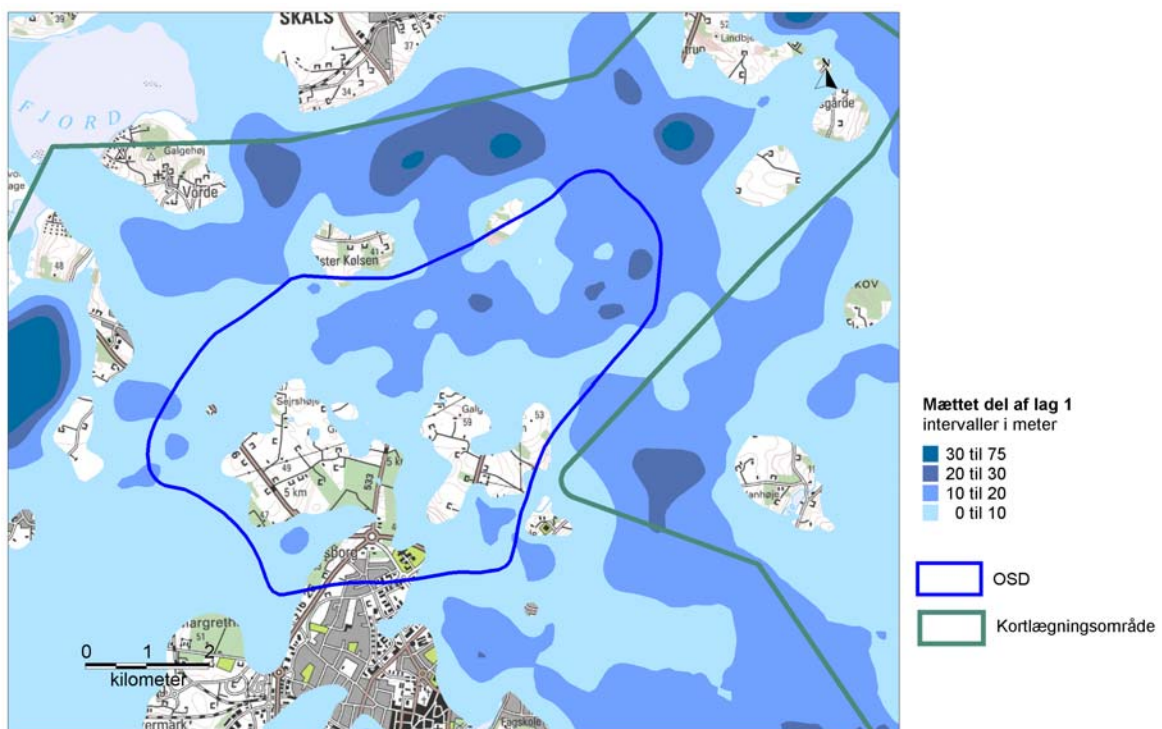


Figur 2.13: Sedimenter i Øvre magasin - lag 1 /1/. Farveskalaen i signaturforklaringen er gældende for både sedimenterne i borerne og den interpolerede sedimenttype. Således udgør de rødlige nuancer grovkornede sedimenter (sand og grus) og de blålige nuancer finkornede sedimenter (ler og silt). Den gule farve i signaturforklaringen er ikke "kalk", som der står i signaturforklaringen, men skal opfattes som en overgangszone mellem de fin- og grovkornede sedimenter. Den blå streg angiver OSD.



Som det ses på figur 2.13 er aflejringerne sandede med enkelte lerlag. Visse områder fremstår dog med et væsentligt indhold af ler, dels i randen af OSD området og dels i et omtrent nordøst-sydvest gående strøg, som antagelig kan relateres til randmorænen, se afsnit 2.1.1.

I forhold til at vurdere tykkelsen af grundvandsmagasinet er det reelt kun den vandmættede del af Øvre magasin (lag 1) der er relevant. Med den forudsætning at grundvands-potentialet for "det primære grundvandsmagasin", se afsnit 2.3.4 om potentialeforholdene, er sammenfaldende med potentialet for det Øvre magasin kan den vandmættede del af lag 1 vurderes. På figur 2.14 er bunden af lag 1 fratrukket grundvands-potentialet.



Figur 2.14: Vandmættet del af lag 1.

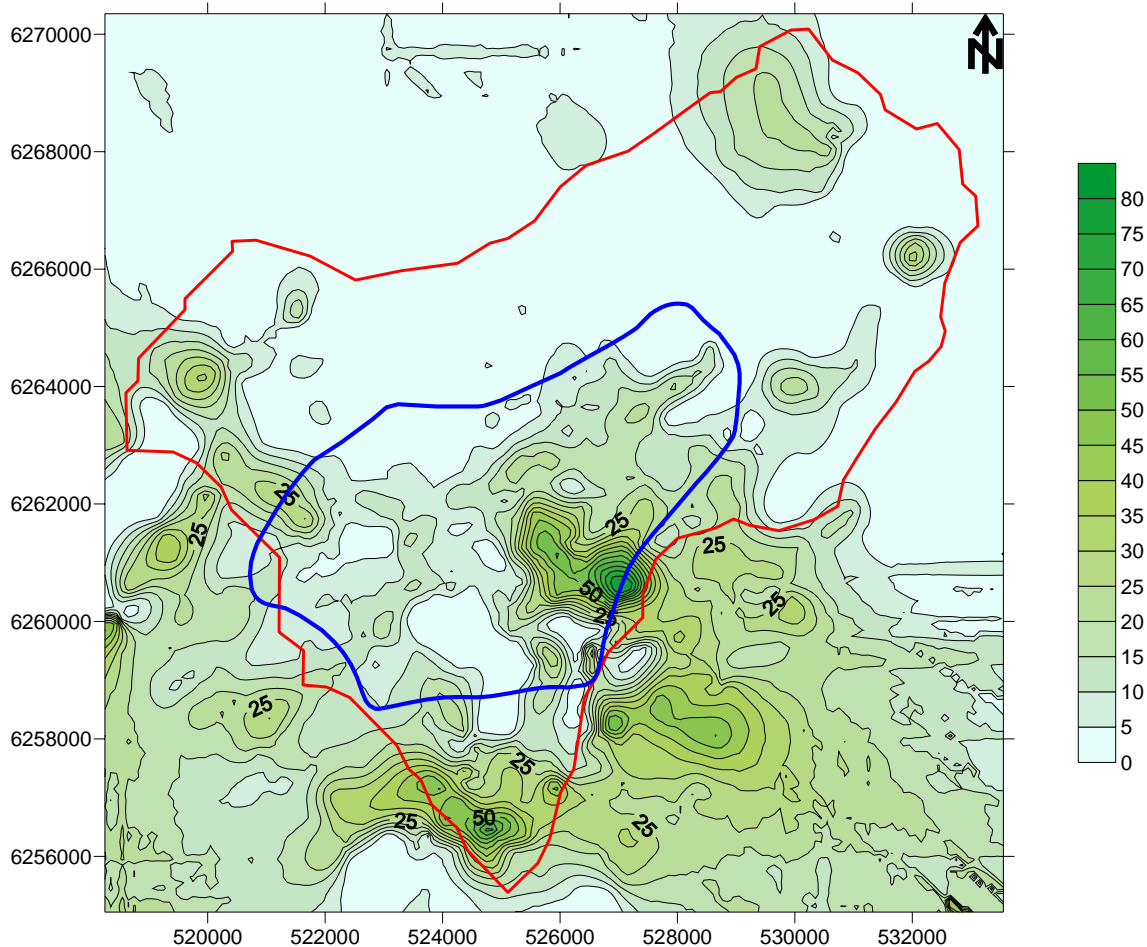
Som det ses er den vandmættede del forholdsvis "tynd" i store dele af området, nogle steder endda helt fraværende. Den vandmættede del er tykkest, dvs. mellem 10 og 20 m, i den del af OSD, hvor lag 1 som sådan er tykkest, se figur 2.12.

### Øvre primære magasin - Lag 3

Øvre primære magasin vises ved et isopachkort over laget, se nedenstående figur 2.15. Magasinet er hovedsageligt udbredt i den centrale til østlige del af OSD, hvor det varierer i tykkelse mellem ca. 5 og 50 m.

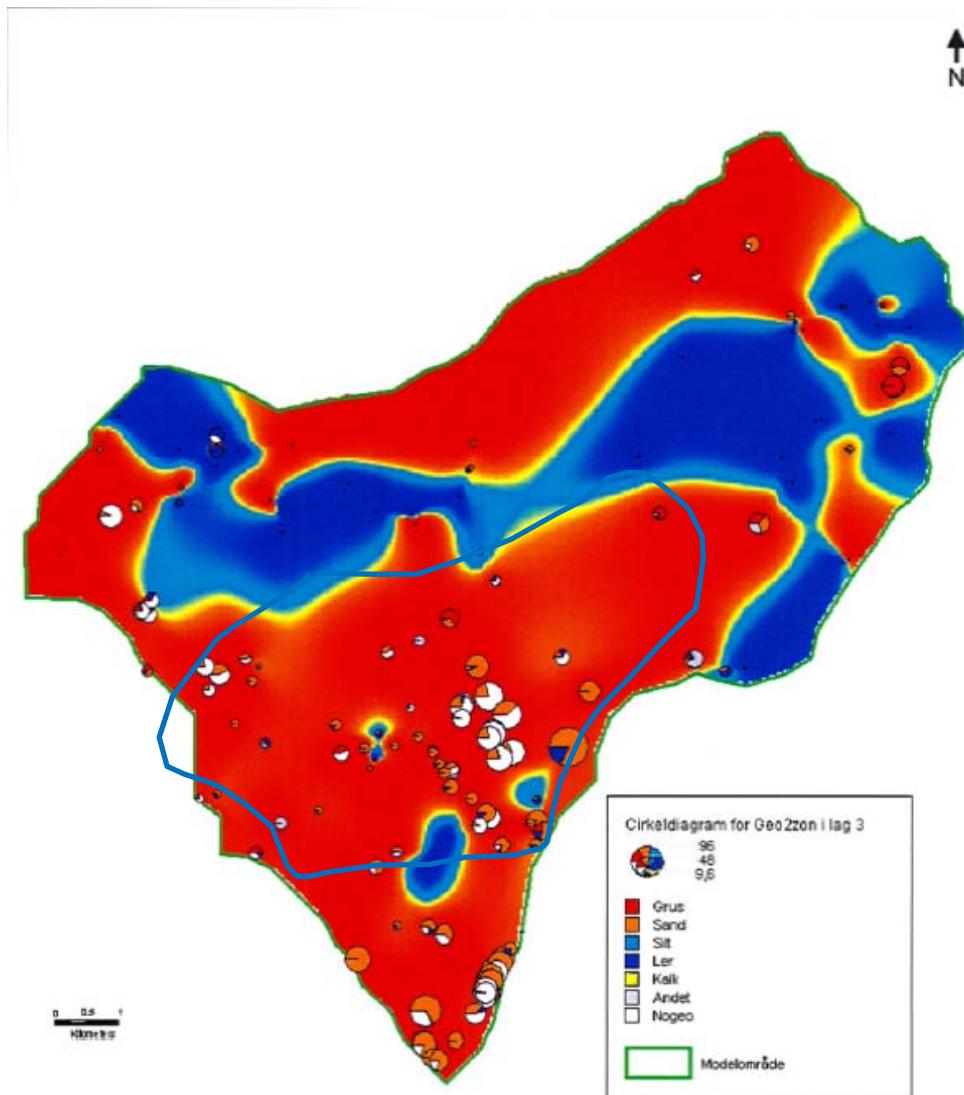
## Beskrivelse af området

Mægtigheden er størst i den østlige del af OSD, med mægtigheder på op til 50 m. Aflejringerne består overvejende af smeltevandsand.



Figur 2.15: Tykkelse af Øvre primære magasin - lag 3 /1/. Blå stregfarve er OSD.

Figur 2.16 viser fordelingen af aflejringsstyper indenfor magasinet. Aflejringerne er primært sandede, dog angives der et markant nordøst-sydvest gående forløb i den nordvestlige del af OSD, hvor aflejringerne hovedsageligt er lerede og siltede. Datagrundlaget herfor vurderes dog at være begrænset pga. få dybe boringer i området.

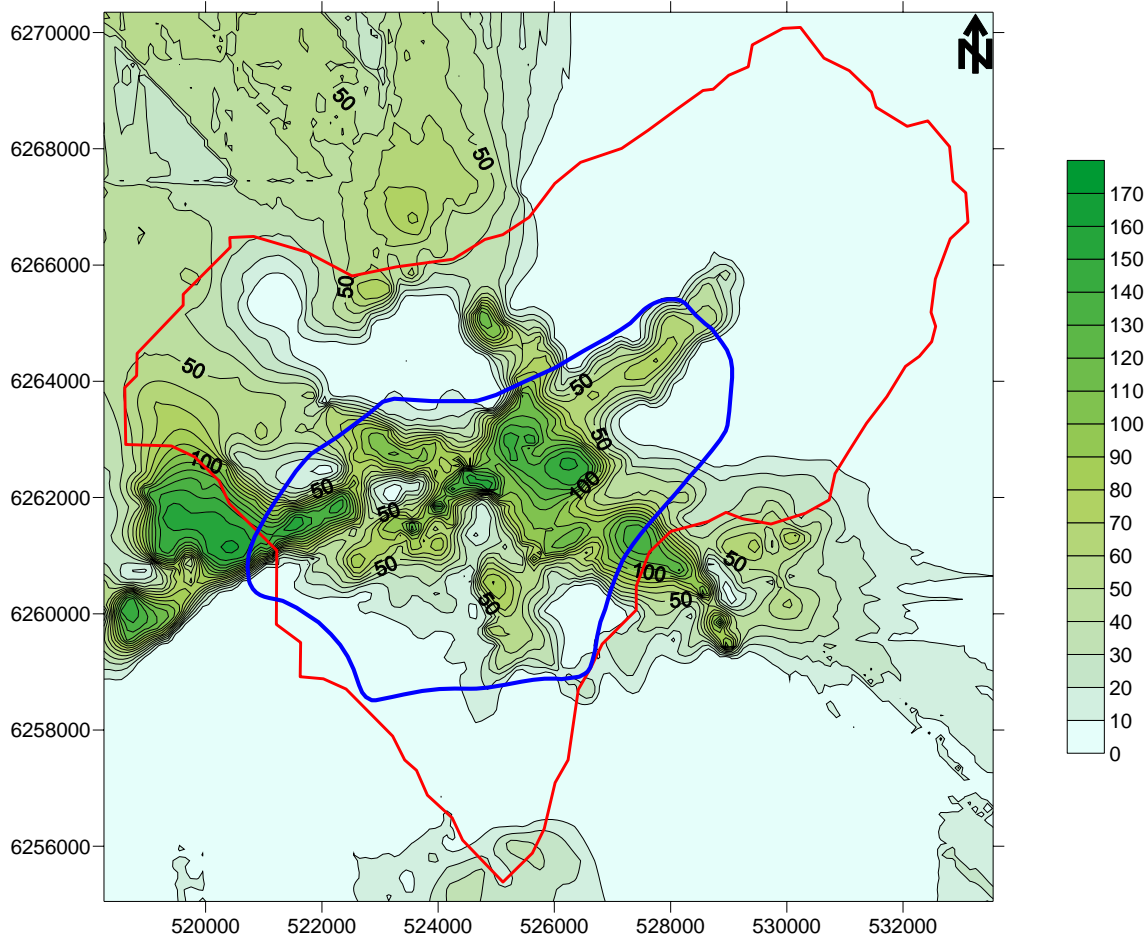


Figur 2.16: Sedimenter i Øvre primære magasin - lag 3. Farveskalaen i signaturforklaringen er gældende for både borerne og den interpolerede sedimenttype, således udgør de rødlige nuancer grovkornede sedimenter (sand og grus) og de blålige nuancer finkornede sedimenter (ler og silt). Den gule farve i signaturforklaringen er ikke "kalk", men skal opfattes som en overgangszone mellem de fin- og grovkornede sedimenter. OSD er angivet med blå stregfarve.

### Nedre primære magasin – Lag 5

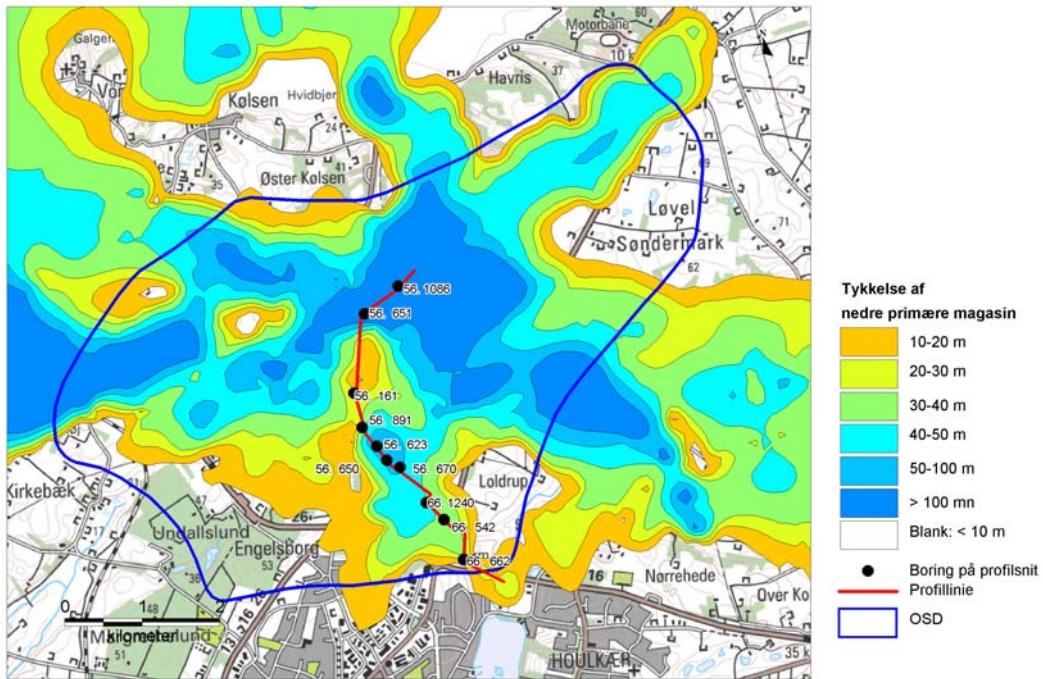
Nedre primære magasin vises ved et isopachkort over laget, se nedenstående figur 2.17. Magasinet er nederste lag i modellen og ses primært i det begravede dalsystem /1/. Mægtigheden af laget kan blive op mod 100 m. Nedre primære magasin består generelt af smeltevandssand, men idet der kun er få oplysninger om dette lag, er den lithologiske tolkning behæftet med usikkerhed.

## Beskrivelse af området

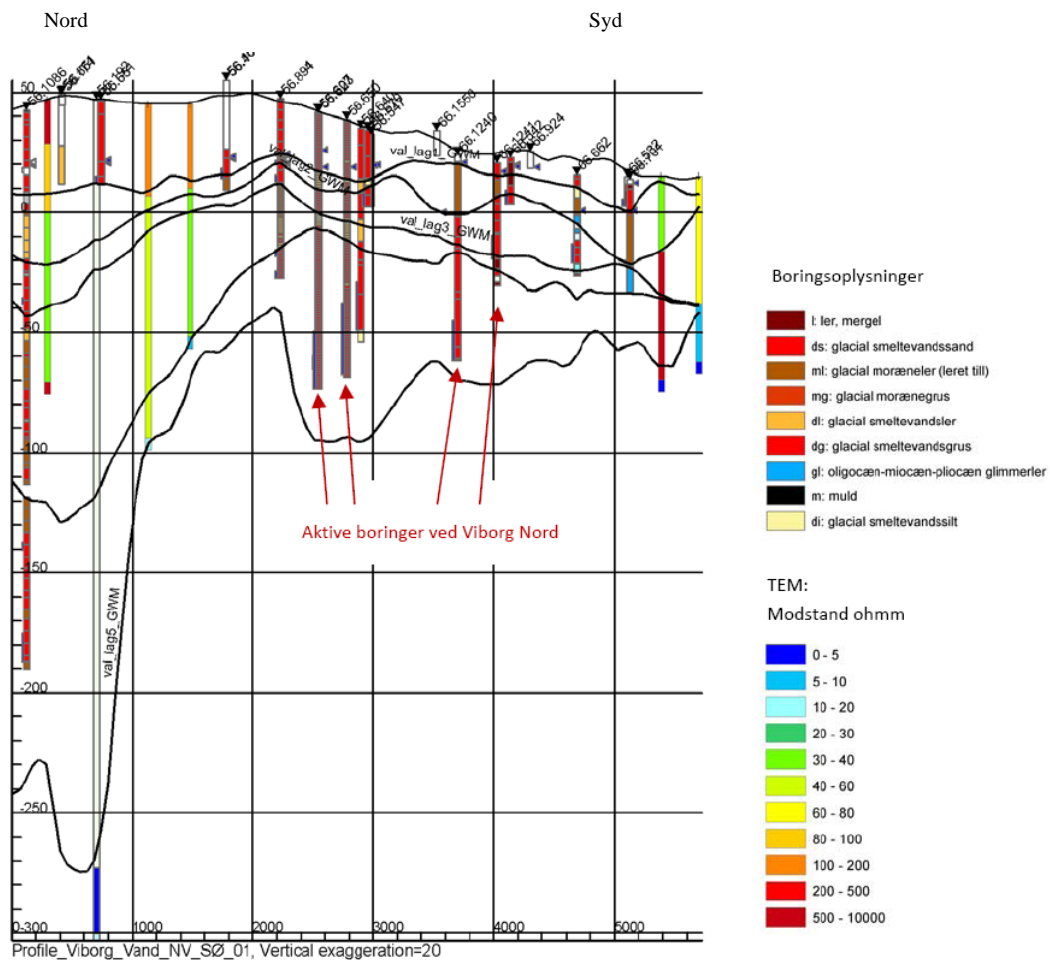


Figur 2.17: Tykkelse af Nedre primære magasin - Lag 5 /1/. Blå streg er OSD.

Dette lag er i den sydøstlige del af OSD, ved Viborg Nords kildeplads, tolket til at være til stede udenfor de egentlige begravede dale. Udbredelsen af Nedre primære magasin er også vist på figur 2.18. Hvis der sammenholdes med profilsnittet på figur 2.19 ses, at lag 5 ligger næsten 100 m højere under kildepladsen end ude i den begravede dal. Den reelle hydrauliske sammenhæng mellem magasinet ved kildepladsen og ud i dalmagasinet er forholdsvis usikker.



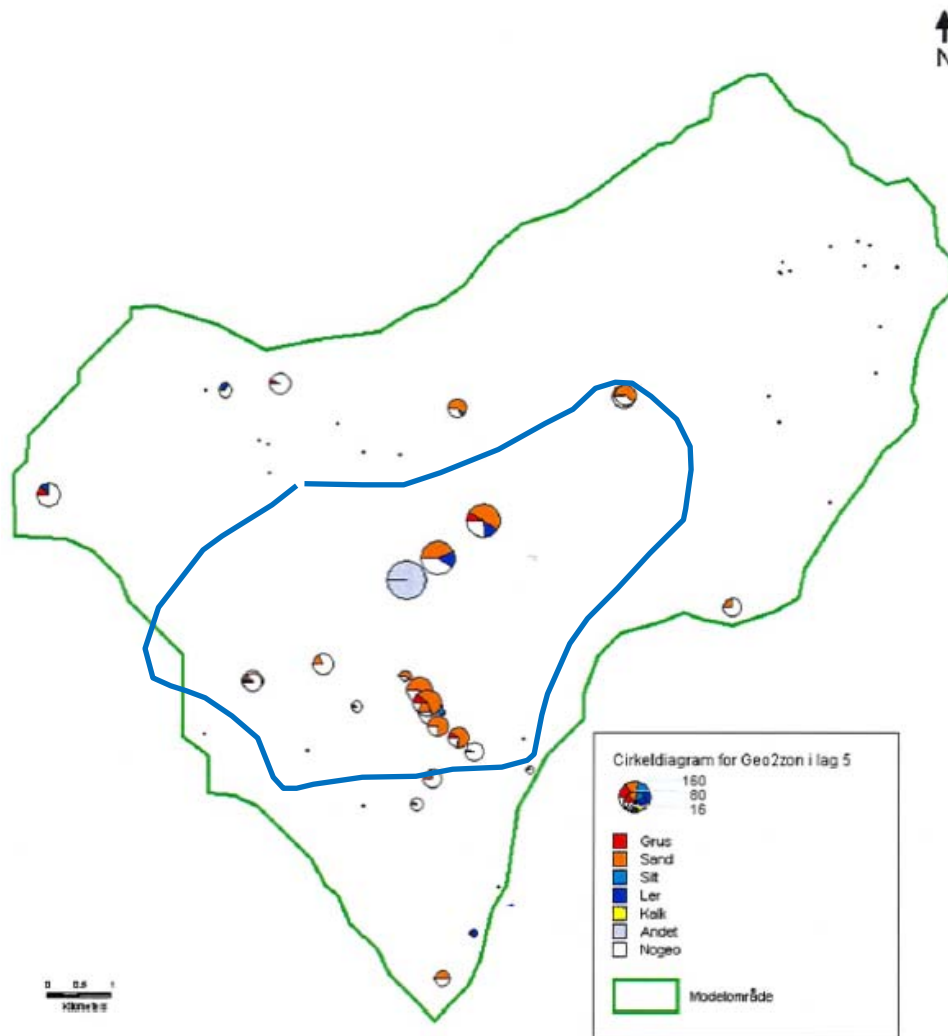
Figur 2.18: Udbredelsen af Nedre primære magasin – Lag 5. Profil fremgår af fig. 2.19.



Figur 2.19: Profilsnit der bl.a. viser bunden af lag 5 ved Viborg Nords kildeplads.

## Beskrivelse af området

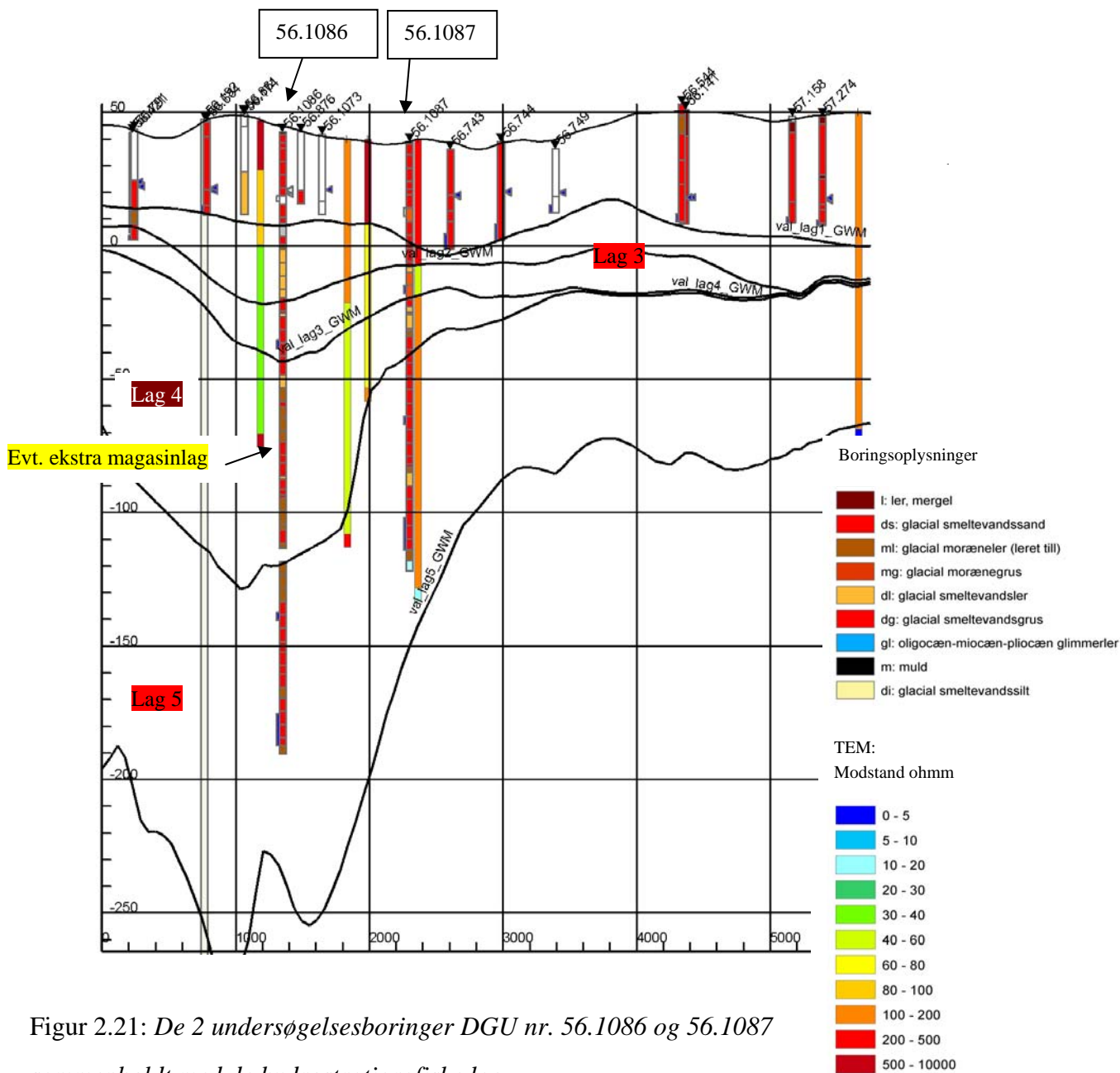
Nedenstående figur 2.20 viser fordelingen af aflejringstyper indenfor Nedre primære magasin. Datagrundlaget er meget beskedent, og de få borer, som når ned i denne dybde, er alle placeret indenfor OSD. Aflejringerne er primært sandede, dog ses forekomst af ler i enkelte borer.



Figur 2.20: Sedimenterne i Nedre primære magasin - lag 5 /1/. Farveskalaen viser hvilke sedimenter der er fundet i borerne i Nedre primære magasin. Størrelsen af "lagkagerne" viser tykkelsen af laget. Den gule farve i signaturforklaringen er ikke "kalk", men skal opfattes som en overgangszone mellem de fin- og grovkornede sedimenter. OSD er angivet med blå stregfarve.

Sammenholdes de 3 grundvandsmagasiner fra den hydrostratigrafiske model med de 2 undersøgelsesboringer, som er boret efter opstillingen af modellen, fremgår det, at de 3 magasinlag (Øvre magasin, Øvre primære magasin og Nedre primære magasin) kan identificeres i boring DGU nr. 56.1087, som er beliggende i den nordøst-sydvestgående begravede dal. Til gengæld synes der at være indikationer på et ekstra magasinlag i boring DGU nr. 56.1086. Dette ekstra magasinlag kan tolkes at ligge mellem Øvre primære

re magasin og Nedre primære magasin. Nedenstående figur 2.21 viser de mulige magasinlag/sandlag i de 2 undersøgelsesboringer.



Figur 2.21: De 2 undersøgelsesboringer DGU nr. 56.1086 og 56.1087 sammenholdt med de hydrostratigrafiske lag.

## 2.2.2 Dæklagenes udstrækning

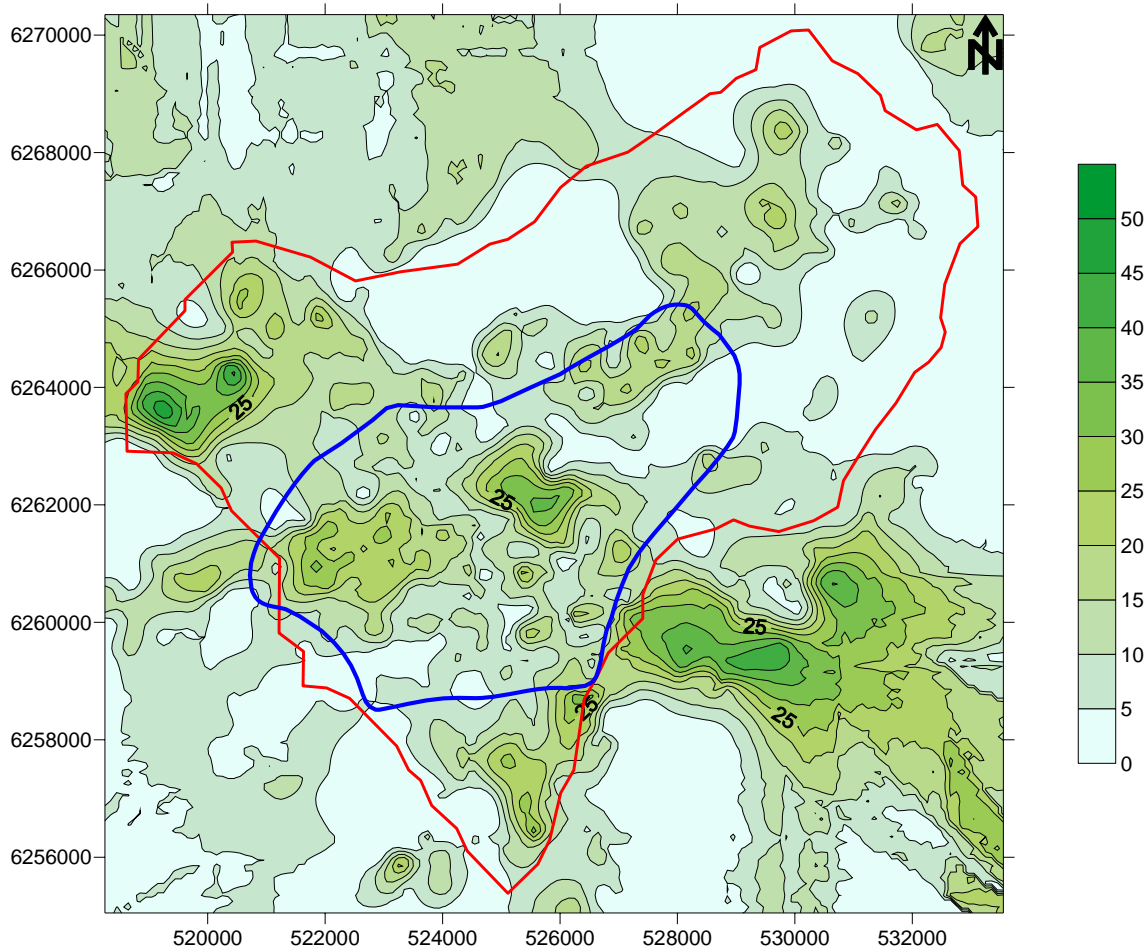
Det højst beliggende grundvandsmagasin udgøres af den del af lag 1 i den hydrostratigrafiske model, der er vandmættet, jf. figur 2.14. Dæklaget udgøres således af den umættede del af lag 1. Dæklaget består overvejende af sandede aflejringer, dvs. smeltevandssand og morænesand. Sedimenterne vurderes at være oxiderede og udgør ingen

## Beskrivelse af området

nævneværdig beskyttelse for den vandmættede del af lag 1. Egentlig lerede sedimenter optræder først i det Øvre vandstandsende lag, dvs. lag 2.

### Øvre vandstandsende lag – Lag 2

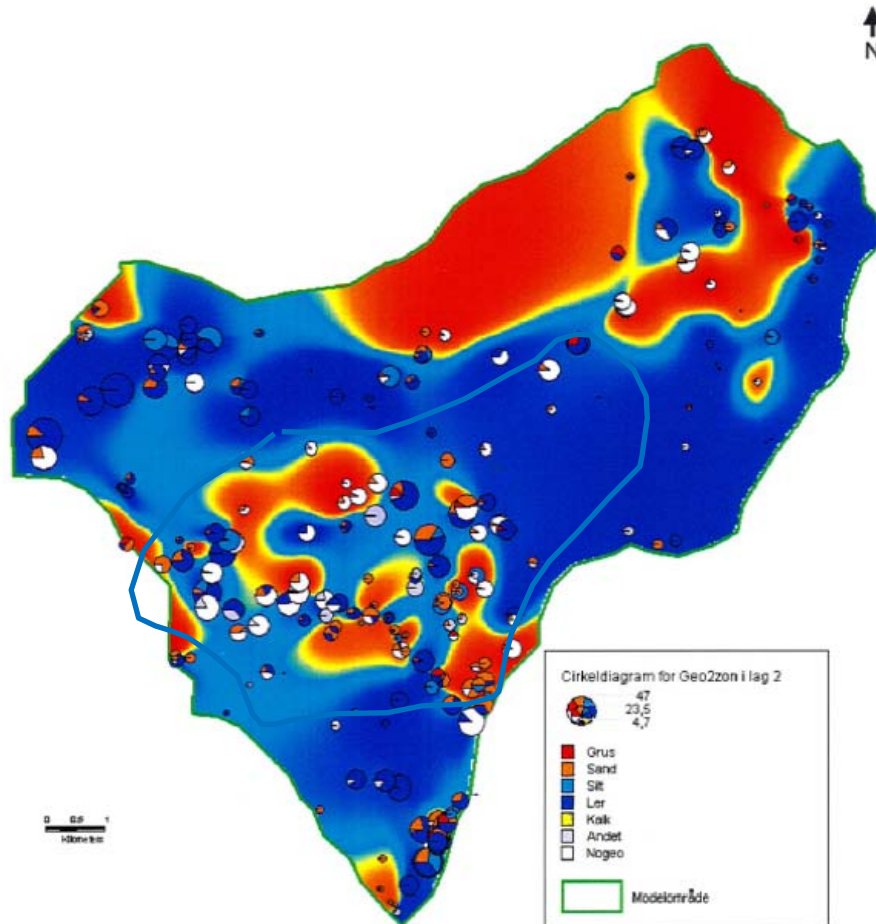
Det Øvre vandstandsende lag vises ved et isopachkort over laget, se nedenstående figur 2.22. Dæklaget findes i store dele af området og har den største mægtighed på ca. 25 m centralt i OSD. Dæklaget består hovedsageligt af moræner samt stedvist også af lag af smeltevandsler og -silt, samt mindre områder med sand /1/.



Figur 2.22: Tykkelse af Øvre vandstandsende lag – lag 2 /1/. Blå stregfarve er OSD.

Figur 2.23 viser fordelingen af aflejringstyper indenfor dæklaget. Aflejringerne er overordnet lerede med enkelte tyndere sandlag. Dog ses i den centrale til sydlige del af OSD en større forekomst af sandede aflejringer indenfor det tolkede dæklag. Dette er ligeledes tilfældet i den nord-nordvestlige del af OSD.



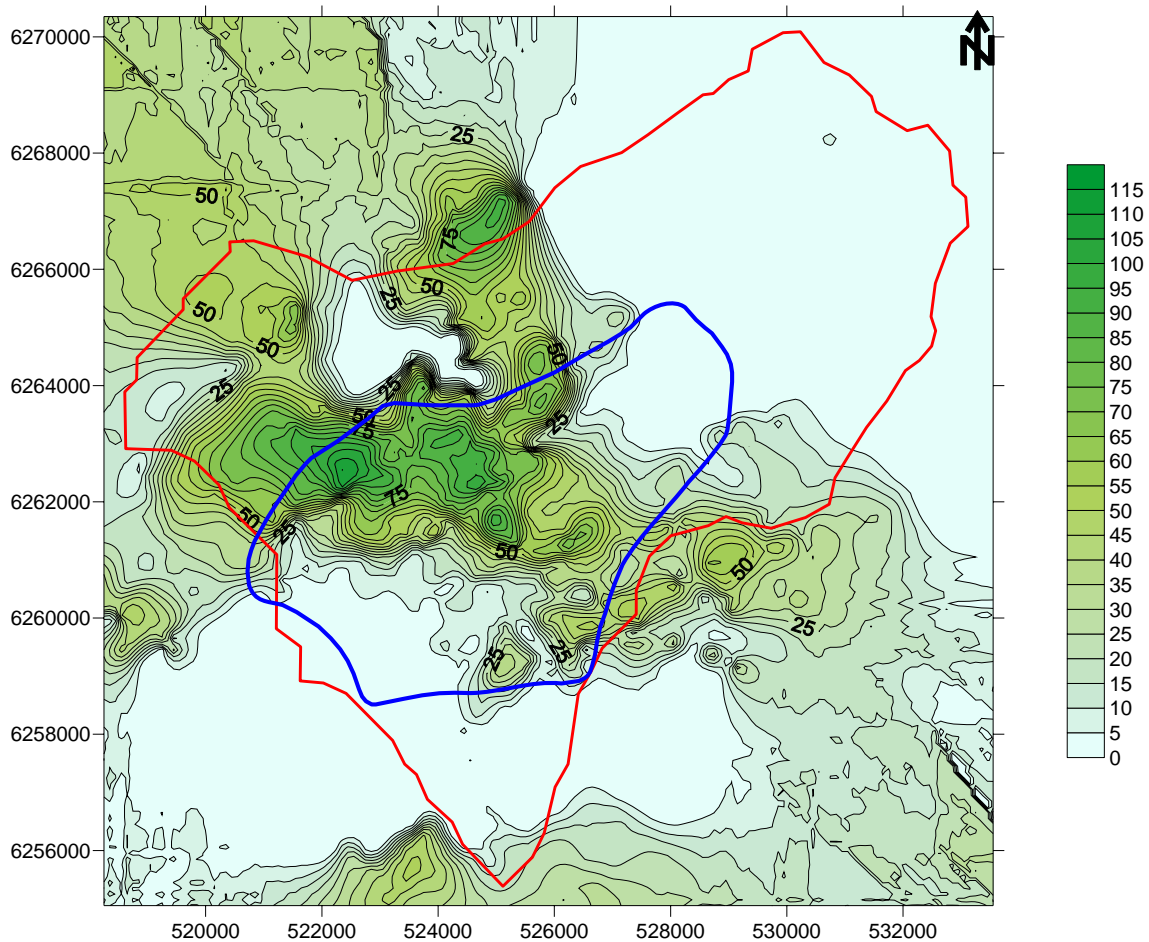


Figur 2.23: Sedimenterne i Øvre vandstandsende lag – Lag 2. Farveskalaen i signaturforklaringen er gældende for både boreringerne og den interpolerede sedimenttype, således udgør de rødlige nuancer grovkornede sedimenter (sand og grus) og de blålige nuancer finkornede sedimenter (ler og silt). Den gule farve i signaturforklaringen er ikke "kalk", men skal opfattes som en overgangszone mellem de fin- og grovkornede sedimenter. Blå stregfarve er OSD.

#### Nedre vandstandsende lag – Lag 4

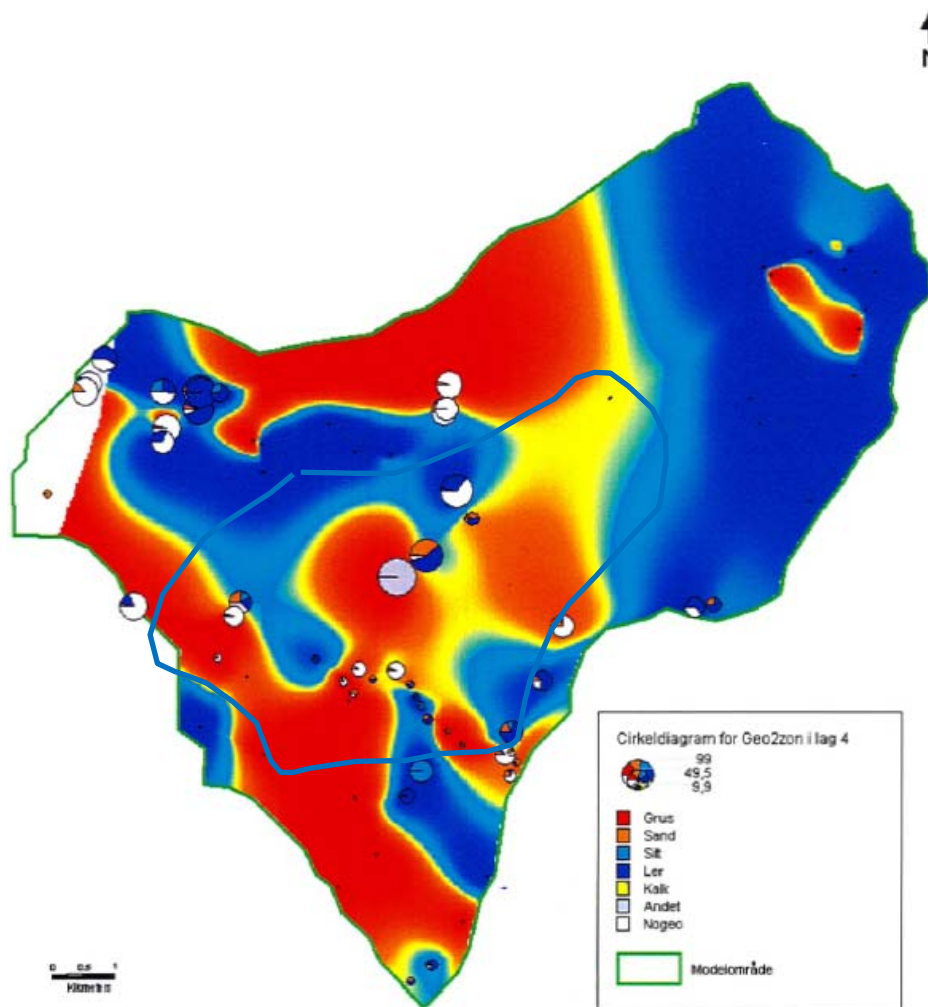
Det Nedre vandstandsende lag vises ved et isopachkort over lag 4, se nedenstående figur 2.24. Dæklaget forekommer generelt i OSD, bortset fra den nordligste og sydligste del af området. Dæklaget er i /1/ tolket til kun at ses i det begravede dalsystem, og det er tolket, at de lerlag der breder sig ud på dalflankerne, ikke tilhører dette lag, men alene tilhører det Øvre vandstandsende lag - lag 2. Dæklagets tykkelse er meget varierende, og enkelte steder meget stor, især i den centrale del af det store dalsystem, hvor det er op mod 75 m tykt /1/. Laget består af sekvenser af smeltevandsler, moræneler og til dels smeltevandssand.

## Beskrivelse af området



Figur 2.24: Tykkelse af Nedre vandstandsende lag - lag 4 /1/. Blå stregfarve er OSD.

Figur 2.25 viser fordelingen af aflejringstyper indenfor dæklaget. Indenfor OSD fordeler aflejringerne i dæklaget sig i områder, som er meget lerede og i områder som er meget sandede. Generelt vurderes dæklaget at være meget sandet.



Figur 2.25: Sedimenterne i Nedre vandstandsende lag - Lag 4 /1/. Farveskalaen i signaturforklaringen er gældende for både sedimenterne i borerne og den interpolerede sedimenttype, således udgør de rødlige nuancer grovkornede sedimenter (sand og grus) og de blålige nuancer finkornede sedimenter (ler og silt). Den gule farve i signaturforklaringen er ikke "kalk", men skal opfattes som en overgangszone mellem de fin- og grovkornede sedimenter. Blå stregfarve er OSD.

Sammenfattende for dæklagene vurderes der generelt ikke at forekomme større, sammenhængende, beskyttende lag over grundvandsmagasinerne indenfor OSD. Dette gør sig især gældende i den centrale del af området, hvor det begravede dalsystem ligeledes findes.

Laget over det Øvre magasin (lag 1) består langt overvejende af sandede og oxiderede lag, som ikke yder nogen nævneværdig form for beskyttelse.

## Beskrivelse af området

---

Lag 2 over Øvre primære magasin har en lille mægtighed på mellem 0-10 m mod nord og syd, mens det har en større mægtighed centralt i området på op til ca. 25 m. På baggrund af fordelingen af aflejringer vurderes det imidlertid, at laget centralt for en stor del udgøres af sandede aflejringer. Laget vurderes dermed ikke at udgøre et beskyttende dæklag af ler centralt i området.

Lag 4 over Nedre primære magasin, som er dalmagasinet, viser en endnu mere udpræget sandet lithologi indenfor OSD, og der er ligeledes over Nedre primære magasin ikke et sammenhængende lerdække.

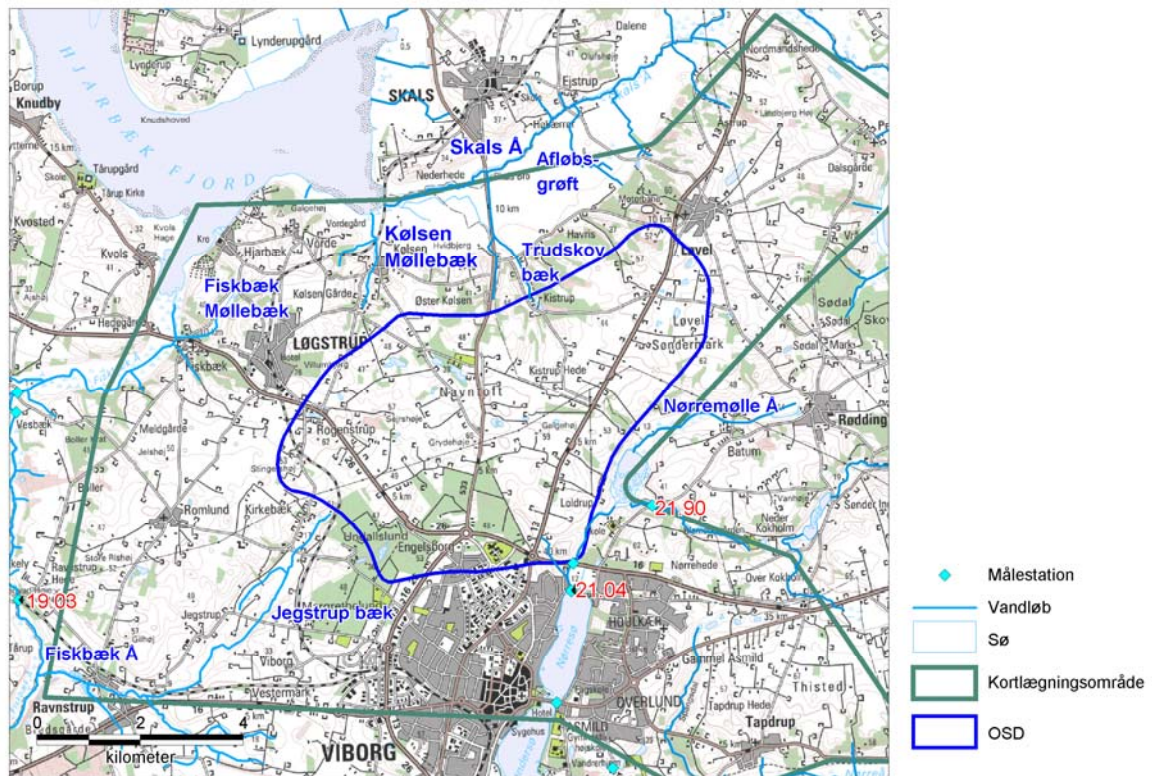
Det vurderes derfor på baggrund af den hydrostratigrafiske model /1/, at der ikke er ét sammenhængende lerdække hverken over Øvre primære magasin eller over Nedre primære magasin. Derved konkluderes det, at der sandsynligvis er mere eller mindre hydraulisk kontakt mellem de 3 grundvandsmagasiner indenfor OSD.

## 2.3 Hydrologiske forhold

Ved beskrivelsen af de hydrologiske forhold er der taget udgangspunkt i OSD og i mindre omfang hele kortlægningsområdet. I afsnittet beskrives vandløbene i området og afstrømningen fra disse. Grundvandsdannelsen og fordelingen af vandindvindingen præsenteres. Endelig redegøres der for grundvandets potentiale- og strømningsforhold.

### 2.3.1 Vandløb og søer

Området omkranses af 2 større vandløb der er afgørende for afstrømningen. Sydøst for området udspringer Nørremølle Å der løber gennem søerne i Viborg (Nørresø og Sønderø) og derfra videre mod øst i Nørreåen. Nord og vest for området løber Skals Å der løber ud i Hjarbæk Fjord. Fra de nordlige dele af indsatsområdet strømmer overfladevandet via Trudskov bæk, Kølsen bæk og en ”grøft” mod Skals Å mod nord. I den vestlige og sydvestlige del strømmer Fiskbæk Møllebæk og Jegstrup bæk mod sydvest mod Fiskbæk Å, der ender i Hjarbæk Fjord, se figur 2.26.

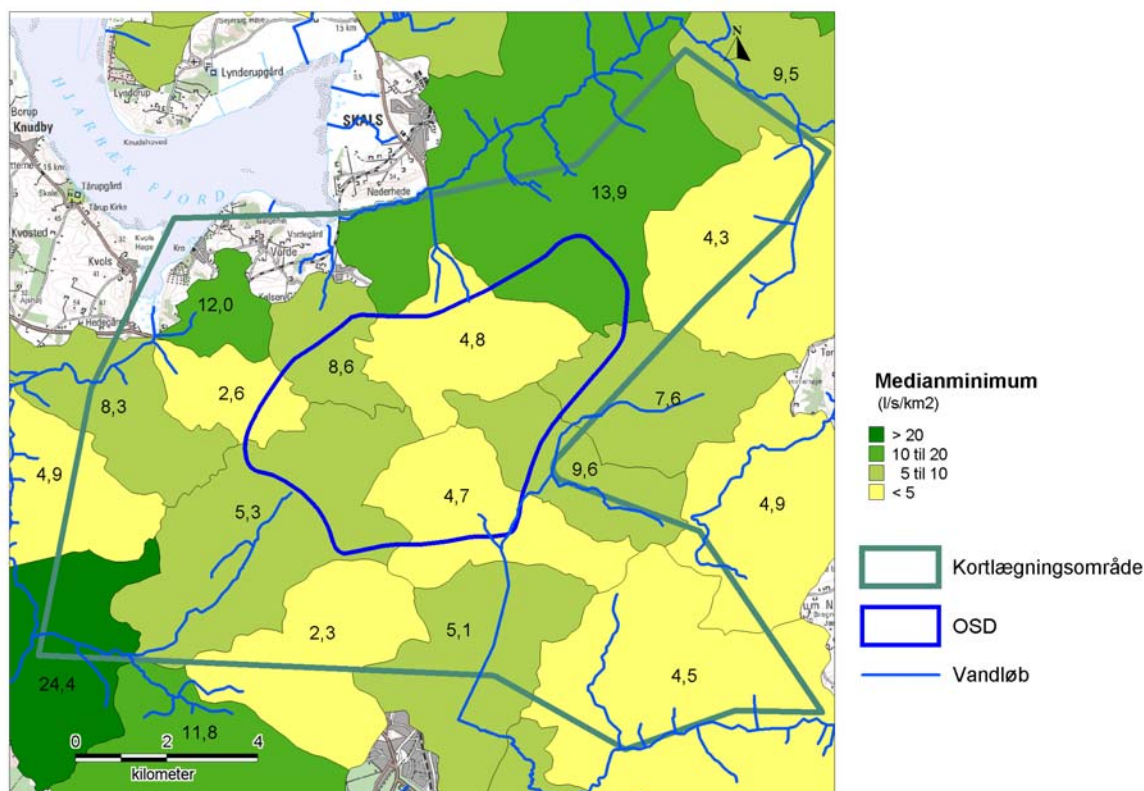


Figur 2.26. Vandløb i kortlægningsområdet. Der er med nummerering (rød) angivet de vandløbsmålestationer, hvor der forligger forholdsvis nye data.

På figur 2.26 er angivet de målestationer der er beliggende i området. De er dog alle beliggende perifert i forhold til OSD.

## Beskrivelse af området

Vandløbssystemet er opdelt i en række topografiske deloplande. Med udgangspunkt i medianminimumsvandføringer kan disse deloplande opdeles i 4 kategorier efter størrelsen af grundvandsudstrømningen, se figur 2.27. Områder med lav medianminimum, dvs. mindre end  $5 \text{ l/s/km}^2$  kan betegnes som områder med lav udstrømning af grundvand til vandløb, mens områder med mere end  $20 \text{ l/s/km}^2$  kan betegnes som områder med stor udstrømning.



Figur 2.27. Medianminimumsvandføring ( $\text{l/s/km}^2$ ) i kortlægningsområdet. Tallene i hvert delopland angiver medianminimumsvandføringen.

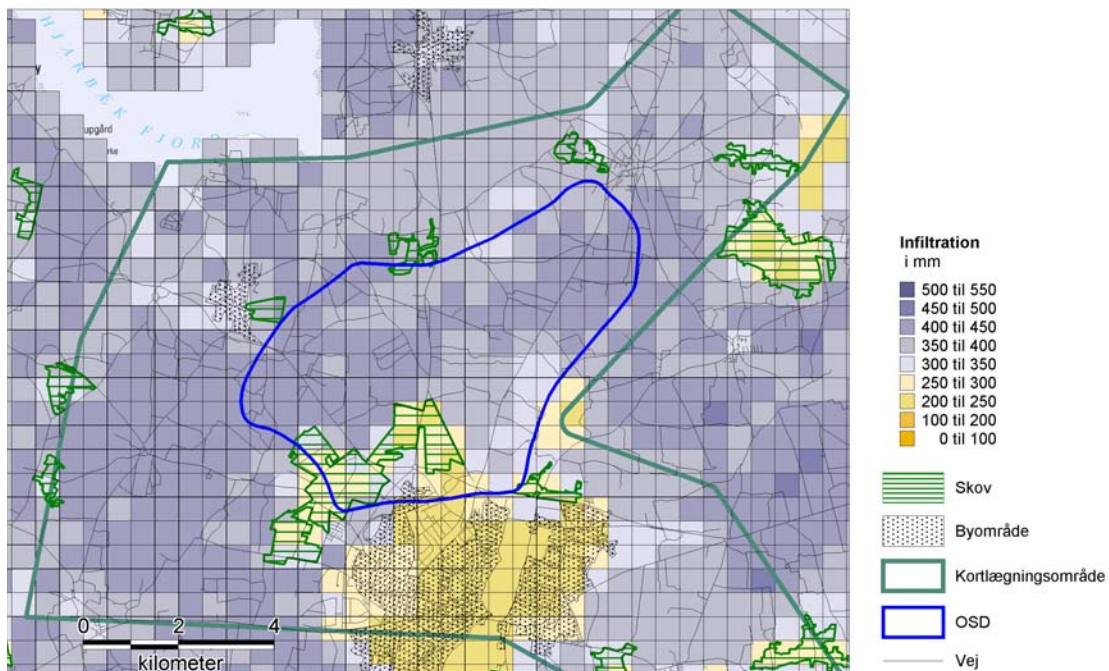
Kortlægningsområdet og især OSD må karakteriseres som et område, hvor der er en lav til middel udstrømning af grundvand til vandløbene. Det skal dog bemærkes, at de deloplande der er beliggende i OSD repræsenterer de øvre dele af vandløbene og derfor ikke ”opfanger” grundvandet fra hele oplandet opstrøms. Medianminimumsværdierne bliver således forholdsvis lave og repræsenterer ikke nødvendigvis alt det grundvand der er dannet i området.

I den nordlige del af OSD, hvor bl.a. Trudskov Bæk udspringer, se figur 2.26, er der en del kildevæld. Dette hænger sammen med terrænet nedskæres i dalstrukturer i dette område.

### 2.3.2 Grundvandsdannelse

Grundvandsdannelse er vurderet i forbindelse med opstilling af en regional vandbalance for Viborg Amt /12/. Vandbalancen angiver infiltrationen, dvs. grundvandsdannelsen til den øverste mættede grundvandszone. I rapporten /12/ er infiltrationen for hele projektområdet (Viborg Amt) beregnet til 354 mm som gennemsnit over en periode fra 1989 til 2002, hvilket anses for relativt højt. Der er dog en usikkerhed på de enkelte parametre som indgår i beregningen således, at der samlet er en forholdsvis stor usikkerhed på den beregnede infiltration. Samlet er der et restled på i alt 116 mm vand i beregningerne, som skal gå til udstrømning over randen, magasinering i hele oplandet og vandindvinding. Restledet et udtryk for den usikkerhed der er på selve beregningerne, dvs. restledet er den akkumulerede usikkerhed fra alle størrelserne i vandbalancen.

På nedenstående figur 2.28 er infiltrationen opgjort i celler på 500 x 500 m.



Figur 2.28: Infiltrationen i kortlægningsområdet.

Generelt er der en infiltration mellem 350 og 400 mm i hovedparten af området, men i den sydlige del er infiltrationen markant lavere, mellem 250 og 300 mm. Dette hænger sammen med at Viborg by udgør en stor del af dette opland, hvorfor der ikke her kan infiltrere samme vandmængder som i det åbne land. Endvidere er der i den sydlige del af området ligeledes skovområder som også mindsker infiltrationen.

Med udgangspunkt i infiltrationen og dermed grundvandsdannelsen i hver celle indenfor OSD kan denne beregnes til omkring 13,5 mio m<sup>3</sup> årligt.

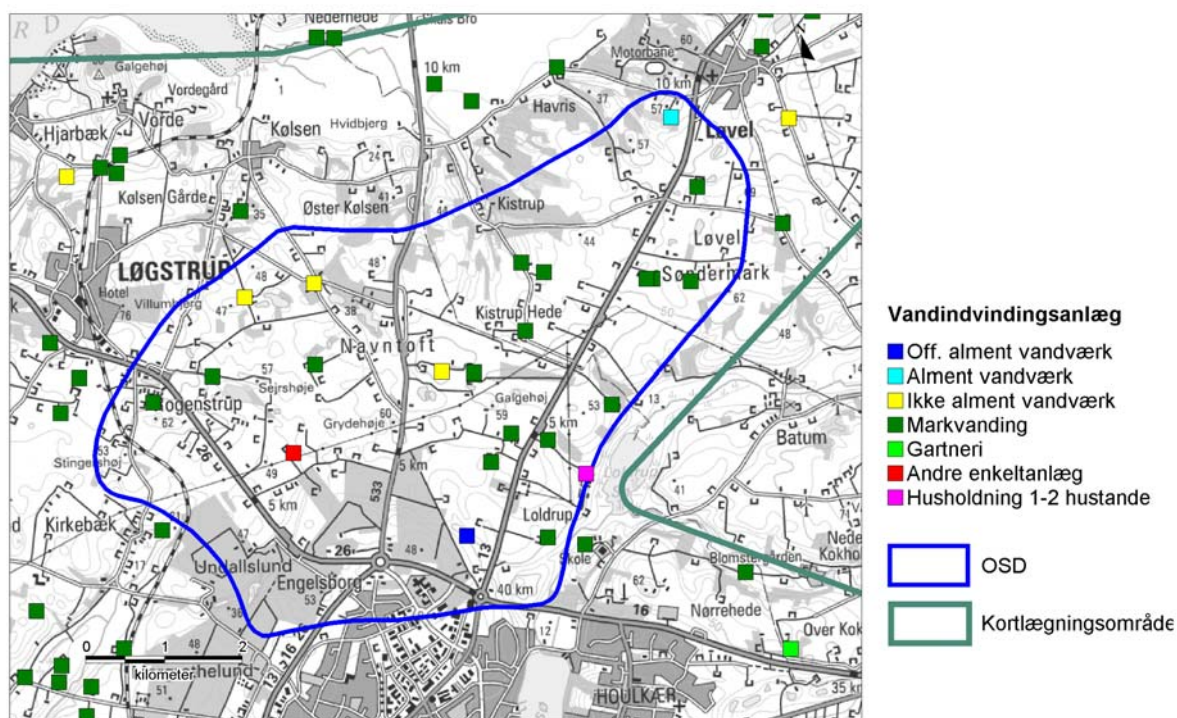
## Beskrivelse af området

Grundvandsdannelsen kan også estimeres med udgangspunkt i medianminimum og den eksisterende indvinding. For hvert delopland indenfor OSD er den samlede vandmængde (l/s) beregnet ud fra medianminimum (se figur 2.27) og efterfølgende summeret. Dette giver i alt 249 l/s svarende til 7,9 mio m<sup>3</sup> årligt. Hertil skal lægges den vandindvinding der foregik i den periode medianminimum blev bestemt, i alt ca. 1,7 mio m<sup>3</sup> årligt. Grundvandsdannelsen vurderet ved denne metode er således i størrelsesorden 9,6 mio m<sup>3</sup> årligt. Som tidligere nævnt repræsenterer de deloplande der er beliggende i OSD de øvre dele af vandløbene, og medianminimumsværdierne repræsenterer ikke nødvendigvis alt det grundvand, der dannes i området, hvorfor grundvandsdannelsen sandsynligvis er underestimeret.

Sammenholdes ovennævnte beregnede grundvandsdannelse på 9,6 mio. m<sup>3</sup>, som sandsynligvis er underestimeret, med grundvandsdannelsen fra vandbalanceberegningen på 13,5 mio. m<sup>3</sup>, vil et rimeligt ”gennemsnitligt” bud på en årlig grundvandsdannelse indenfor OSD være 12 mio. m<sup>3</sup>.

### 2.3.3 Vandindvinding

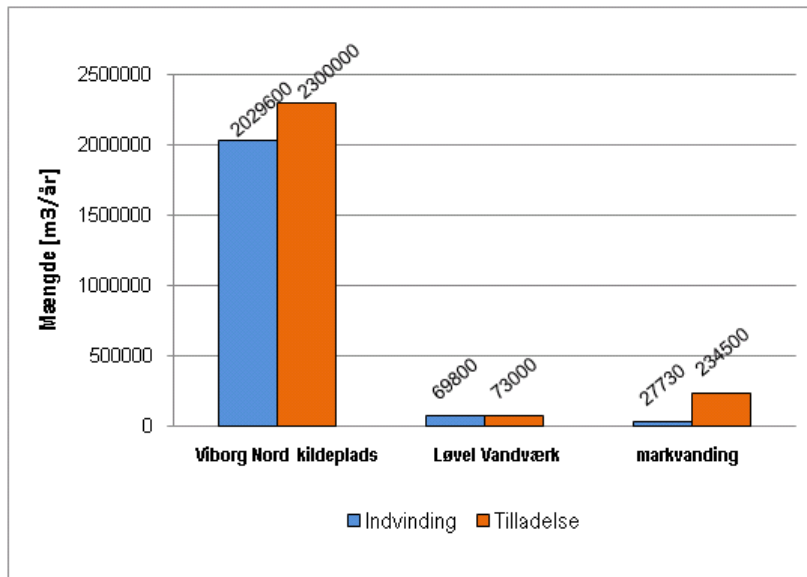
En del af grundvandsdannelsen anvendes til vandindvinding. Placeringen af de største vandindvindinger i OSD fremgår af figur 2.29. Som det ses er der markvandingsanlæg jævnt fordelt i den østlige del, mens der kun er forholdsvis få anlæg i den vestlige del.



Figur 2.29: Indvindingsanlæg i indsatsområdet.



Figur 2.30 viser fordelingen af tilladt og reel indvinding for de største indvindingstyper indenfor OSD.



Figur 2.30: Fordeling af tilladt og reel indvinding i m<sup>3</sup> pr. år (2007).

Inden for OSD indvindes ca. 2,1 mio. m<sup>3</sup> til den almene vandforsyning (Viborg Nord og Løvel vandværk). Der er meddelt en samlet tilladelse til den almene vandforsyning på knap 2,4 mio. m<sup>3</sup>. I 2007 blev der indvundet ca. 27.000 m<sup>3</sup> til markvanding. Denne indvinding kan dog svinger dog meget fra år til år afhængig af afgrøder og nedbør. Der er meddelt tilladelse til markvanding på 235.000 m<sup>3</sup>. Indvinding til privat husholdning og ikke almene vandværker er ikke inkluderet i datagrundlaget, men de udgør kun uanselige mængder i forhold til de øvrige indvindinger.

Den samlede indvinding af grundvand udgør således ca. 2,1 mio. m<sup>3</sup> (den tilladte indvinding udgør ca. 2,6 mio. m<sup>3</sup>). Af den beregnede grundvandsdannelse på 12 mio. m<sup>3</sup>, jf. afsnit 2.3.2 anvendes knap 18 % således til vandindvinding (den tilladte indvinding udgør knap 22 % af grundvandsdannelsen). Samlet indenfor OSD vurderes grundvandsressourcen at være tilstrækkelig i forhold til såvel den reelle indvinding og den tilladte indvinding. Med en indvinding på 18 % af grundvandsdannelsen er grundvandsressourcen ikke overudnyttet, og indvindingen vurderes ikke at være kritisk i forhold til overfladerecipienterne. I den Nationale Vandressourcemodel /16/ er der flere scenarier for vurdering af udnyttelig grundvandsressource. Et scenarie angiver 35 % af grundvandsdannelsen som den udnyttelige ressource. Et andet scenarie angiver en maksimal påvirkning på vandløbsafstrømningen (medianminimum) på mellem 5 og 25 %, afhængig af vandløbets målsætning. Det skal bemærkes, at det i kortlægningsområdet ikke er vurderet præcis, hvor stor en del af indvindingsmængden der direkte påvirker vandløbsafstrømningen.

## Beskrivelse af området

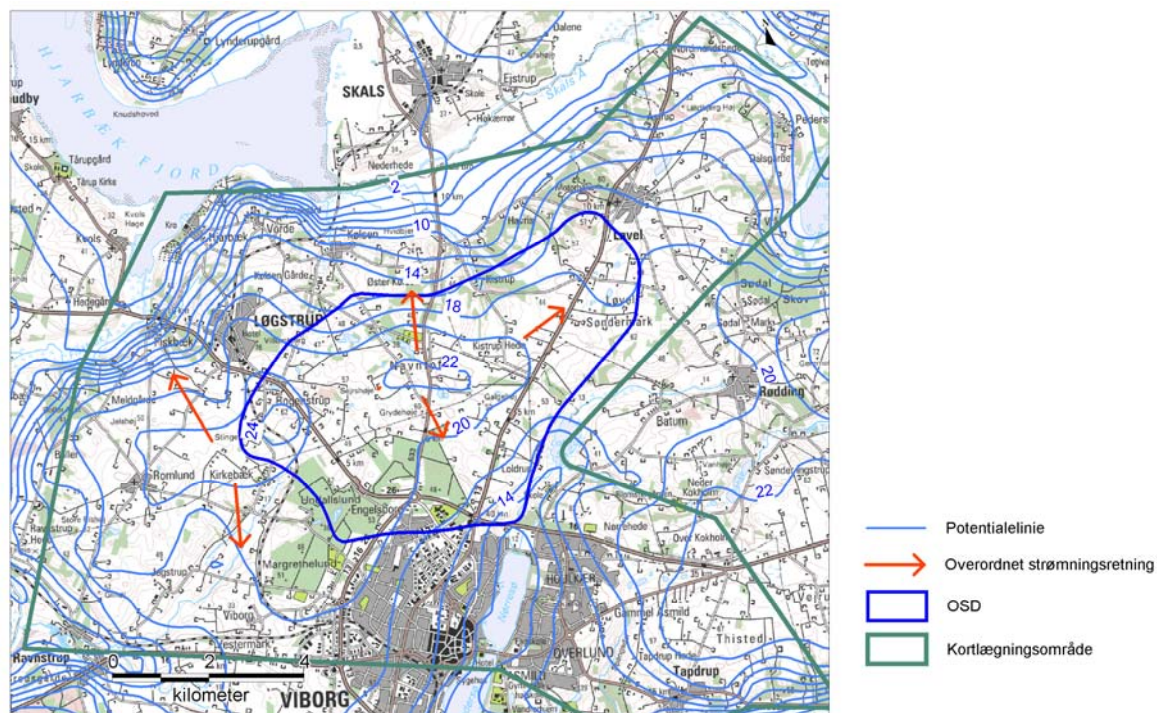
Vandforsyningen i indsatsområdet er primært baseret på kildepladsen Viborg Nord og på Løvel Vandværk. Vandværkernes indvinding, tilladelse og aktive indvindingsboringer fremgår af nedenstående tabel i figur 2.31.

Vandværk	Indvindingstilladelse m <sup>3</sup> pr. år	Oppumpet m <sup>3</sup> pr. år	Indvindingsboring DGU nr.
Viborg Nord	2.300.000	2.029.610	56.623, 56.650, 56.640, 66.1242, 66.1240, 66.1241
Løvel Vandværk	70.000	69.775	56.852, 56.888

Figur 2.31: Tabel med tilladt indvinding og oppumpet vandmængde (2007). Endvidere er vandværkernes boringer angivet med DGU nr.

### 2.3.4 Potentialeforhold og indvindingsoplande

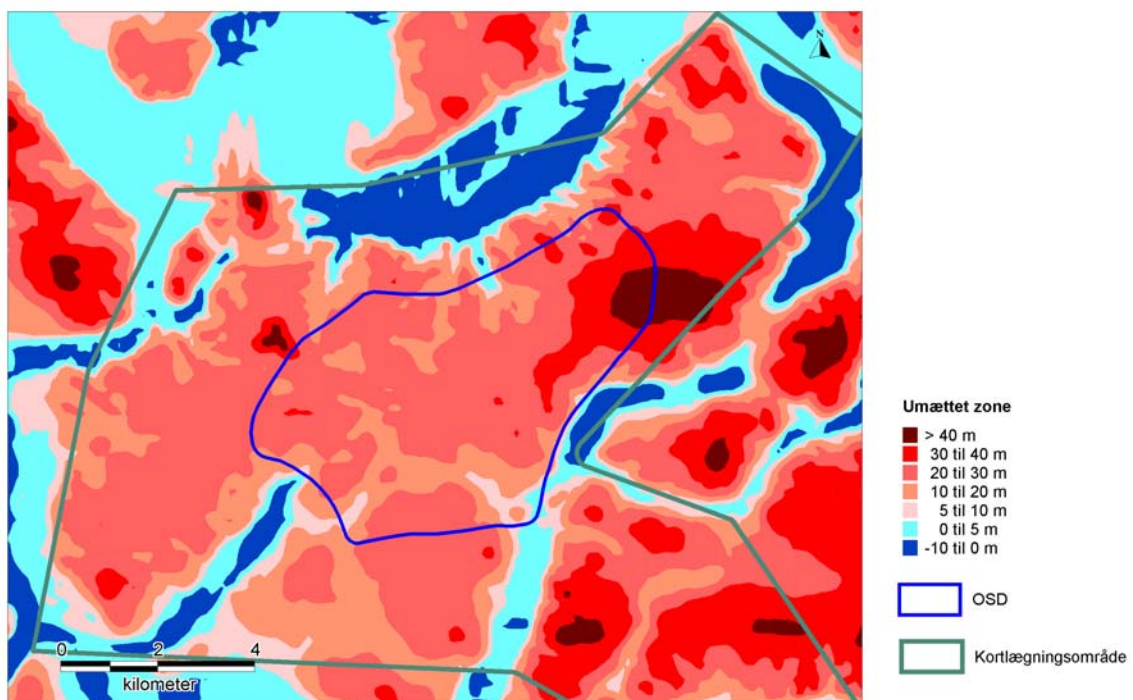
Der er i 2005 optegnet et potentialekort for området omkring Viborg /13/. Pejlingerne der ligger til grund for kortet stammer fra boringer der er filtersat i en vis dybde, således at potentialekortet repræsenterer ”det primære grundvandsmagasin” i området, uden at dette magasin er nærmere defineret i forhold til specifikke laggrænser. Sammenholdes med den hydrostratigrafiske model, der er opstillet i 2006, er der således pejlinger fra både Øvre primære magasin og Nedre primære magasin. Sandsynligvis indgår der også enkelte pejlinger fra det Øvre magasin på potentialekortet.



Figur 2.32: Potentiale for ”det primære grundvandsmagasin.

Som det ses af figur 2.32 udgør OSD et potentialemæssigt toppunkt, hvorfra vandet strømmer i flere retninger ud af området, og som udgangspunkt må grundvandet i OSD karakteriseres ved at være dannet indenfor området.

Med udgangspunkt i ovenstående potentialekort og terrænkoten kan den umættede zone beregnes. Resultatet heraf fremgår af figur 2.33. På figuren ses en forholdsvis stor umættet zone i stort set hele OSD. I den nordligste del af OSD ses et mindre område hvor der er tæt på opadrettet gradient. Dette hænger sammen med dale der er nedskåret dybt i terrænet. I disse dale løber mindre vandløb der som følge af topografien fødes naturligt med overfladenært vand, men som også i et vist omfang kan være grundvandsfødt. Området er her karakteriseret ved en del kildevæld.



Figur 2.33: Umættet zone i kortlægningsområdet. Den umættede zone udgør forskellen mellem terræn og grundvandspotentiale for "det primær grundvands magasin" (figur 2.32).

Det skal understreges, at ovennævnte beregning af den umættede zone kun giver et overordnet billede. Der kan være "hængende vandspejl" i de terrænnære jordlag i forbindelse med eventuelle lerbarrierer, som lokalt vil give et andet billede af den umættede zone. Endvidere indgår eventuelle potentialemæssige forskelle mellem Nedre primære magasin, Øvre primære magasin og Øvre magasin, jf. den hydrostratigrafiske model ikke i ovennævnte beregning. Beregningen bygger alene på terrænkoten og potentialet i "det primære grundvandsmagasin" som det er defineret i /13/.

### 2.4 Grundvandskemi

Dette afsnit beskriver de grundvandskemiske forhold i OSD. I forbindelse med gennemgang af de enkelte vandværker, se kapitel 4, uddybes de grundvandskemiske forhold ved vandværkerne.

#### *Datagrundlag*

Der er taget udgangspunkt i data udtrukket fra Jupiter pr. 21. oktober 2008. Data er kvalitetssikrede mht. stofenhed samt markante afvigelser fra tidligere resultater. Endvidere er vandanalyser fra 2 undersøgelsesboringer medtaget i gennemgangen af data.

Der er i OSD vandkemiske data fra såvel vandværker, industri, markvandere, forureningsundersøgelser m.v. Alle data er anvendt, undtagen data fra forureningsundersøgelser, da disse data ikke kan anvendes til en generel vurdering af grundvandskvaliteten. Det skal bemærkes at der ikke foreligger data fra de private husholdningsboringer.

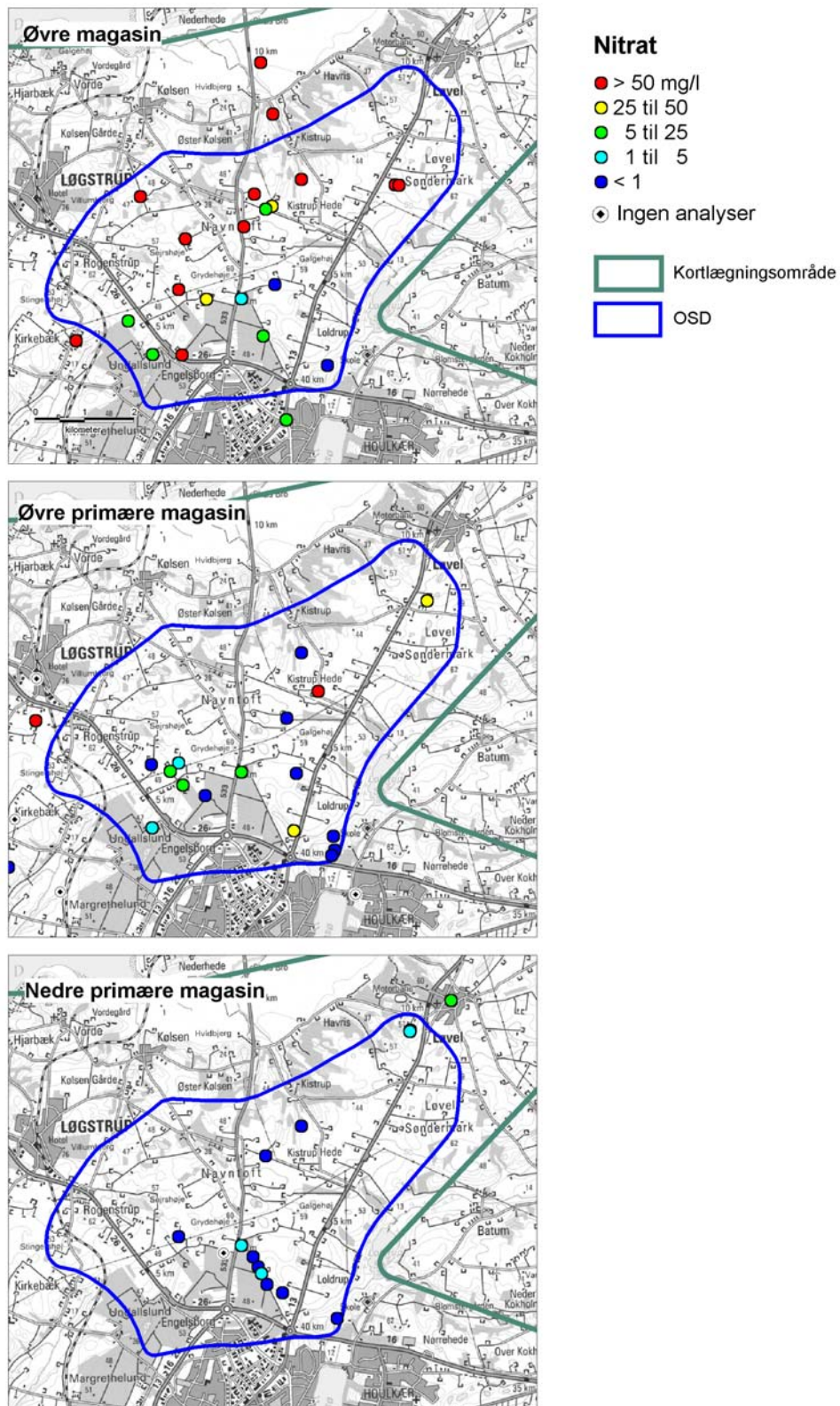
I alt er der 77 boringer med tilsammen 89 filtre (indtag) med en række vandkemiske data, som er vurderet i dette afsnit.

Ved vurdering af de grundvandskemiske forhold er det essentielt at kende filterdybden og dermed hvorfra vandprøven stammer. Endvidere er dette vigtigt, at kunne skelne mellem vandkvaliteten i de enkelte grundvandsmagasiner. I forhold til sidstnævnte er der taget udgangspunkt i den opstillede hydrostratigrafiske model /1/ som inddeler området i 3 overordnede grundvandsmagasiner:

- Lag 1 repræsenterer et øvre sekundært magasin, som er et kvartært grundvandsmagasin, udbredt i hele OSD. Aflejringerne består overvejende af smeltevandsand samt stedvist af moræneler.
- Lag 3, det øvre primære magasin, er et kvartært magasin, som hovedsageligt er udbredt i den centrale til østlige del af OSD. Aflejringerne består overvejende af smeltevandssand, dog angives der forekomst af lerede og siltede aflejringer i den nordvestlige del af OSD.
- Nedre primære magasin, lag 5, er ligeledes et kvartært magasin. Magasinet er tolket til primært at findes i det begravede dalsystem, men er også tolket beliggende ved Viborg Nords kildeplads udenfor de begravede dale /1/.

### 2.4.1 Nitrat

Med udgangspunkt i seneste analyse fordeler nitratkoncentrationerne sig i indsatsområdet som vist på figur 2.34.



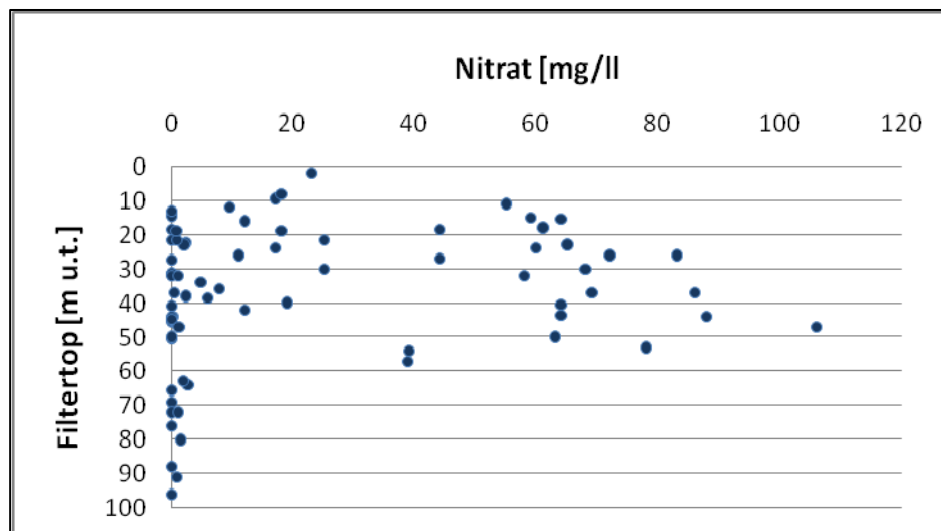
Figur 2.34: Nitratindhold i borerne fordelt på de tre magasiner

## Beskrivelse af området

Figur 2.34 består af tre temakort, et for hvert magasin i området. I det Øvre magasin er der flere overskridelser af drikkevandskvalitetskriteriet for nitrat på 50 mg/l. I det Øvre primære magasin er antallet af råvandsprøver med et indhold over drikkevandskvalitetskriteriet betydeligt mindre, i det der her kun er konstateret 1 boring indenfor OSD med et indhold over 50 mg/l. I det Nedre primære magasin observeres ingen overskridelser.

På figur 2.35 er nitratindholdet sammenholdt med filtertop. Som det fremgår, er der konstateret nitrat i boringer der er filtersat mellem 0 og 60 meter under terræn. Nitraten er således trængt dybt ned i jordlagene, selv i høje koncentrationer.

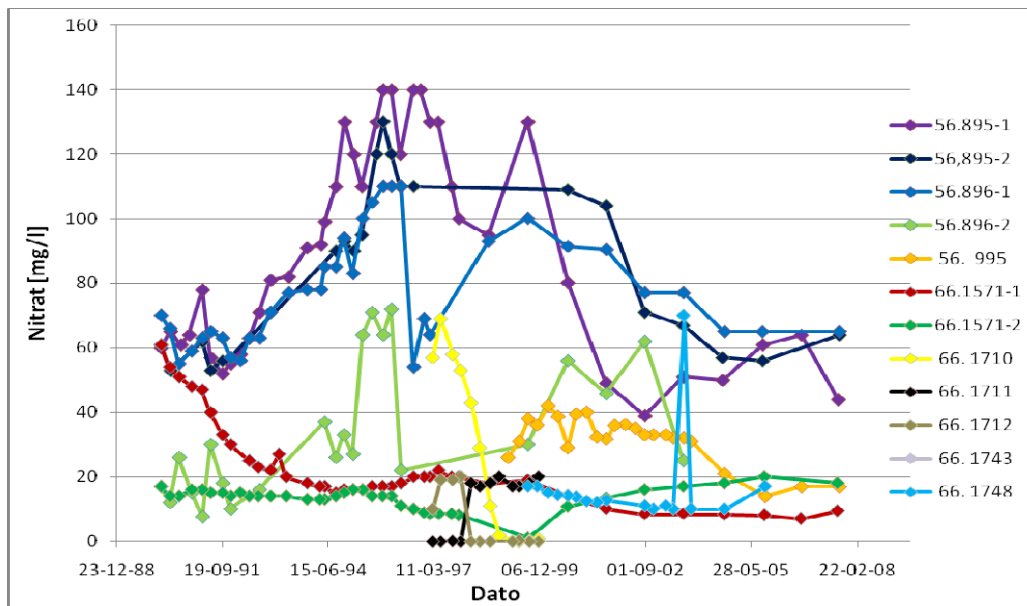
Indenfor de øverste 60 m er der ikke nogen sammenhæng mellem koncentration og filtertop. Endelig skal det bemærkes, at der også er boringer, som er filtersat indenfor de øverste 60 m, hvor der ikke er fundet nitrat i vandet.



Figur 2.35: Nitratindhold og dybde til filtertop for alle boringer.

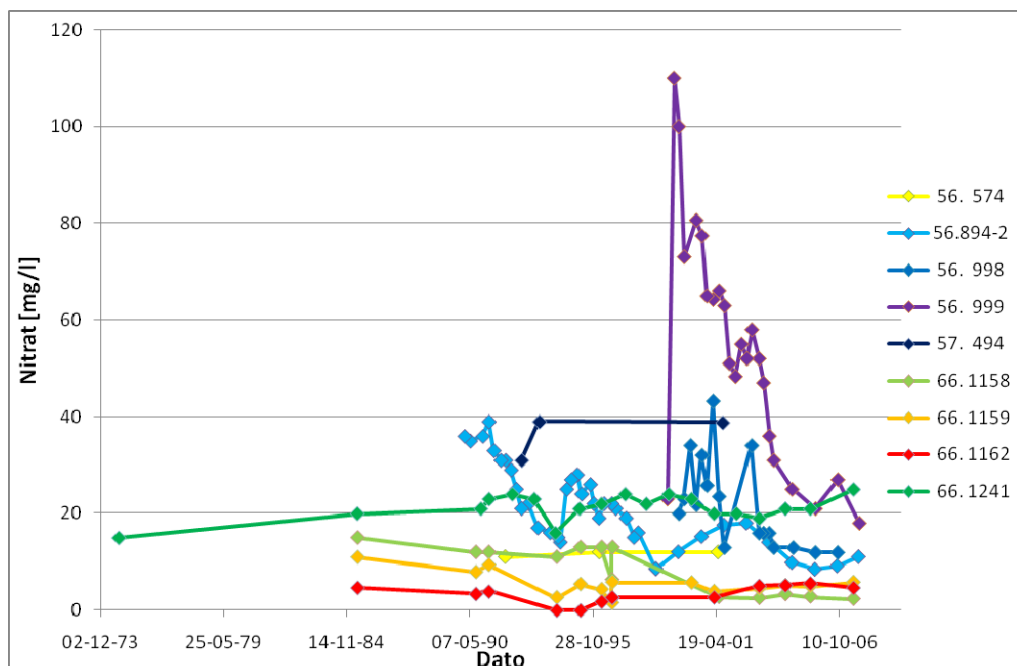
## Tidslig udvikling

For at undersøge, om der er en overordnet tendens i nitratudviklingen, er der for alle boringer med et indhold af nitrat og minimum 3 analyser optegnet en række tidsserier, se figur 2.36 og 2.37. Figuren er udarbejdet for det Øvre magasin og det Øvre primære magasin. Der er ingen boringer med et indhold af nitrat i det Nedre primære magasin, hvor der er foretaget flere end to analyserunder.



Figur 2.36: Udviklingen i nitratindholdet for boringer i Øvre magasin.

I Øvre magasin ses ikke nogen entydig tendens i nitratudviklingen. Boring DGU nr. 56.895 (filter 1+2) og 56.896 (filter 1), hvorfra der foreligger data fra 1990 til 2007, udviser en stigende tendens indtil ca. 1997, hvorefter indholdet af nitrat falder, dog med fluktuationer undervejs. Andre boringer, som DGU nr. 66.1571 (filter 1) viser faldende koncentrationer. Boring DGU nr. 56.896 (filter 2) viser meget varierende forhold uden nogen egentlig udvikling. Nitratindholdet i de resterende boringer filtersat i det Øvre magasin, synes uden nogen udvikling hverken mod højere eller lavere indhold.



Figur 2.37: Udviklingen i nitratindholdet i Øvre primære magasin.

## Beskrivelse af området

---

I Øvre primære magasin ses i hovedparten af borerne ingen udvikling mod hverken højere eller lavere indhold. Boring DGU nr. 56.894 (filter 2) og 56.998 viser meget svingende koncentrationer, men der synes overordnet at være en faldende tendens. Boring DGU nr. 56.999, hvorfra der foreligger data fra 1999 til 2007 udviser en faldende tendens (hvis der ses bort fra den første analyse). Der knytter sig den historie til boringen, at den er etableret i et skovrejsningsområde, samtidig med at området er etableret med skov. De meget høje koncentrationer i begyndelsen knytter sig muligvis til etableringsfasen af skoven, hvorefter indholdet er faldet markant efterhånden, som belastningen med nitrat er ophørt.

### 2.4.2 Sulfat

I tilknytning til nitrat er det ligeledes væsentligt at vurdere indholdet af sulfat, og ikke mindst den tidlige udvikling i indholdet. Det naturlige sulfatindhold i det nedsivende regnvand er mellem 20 og 50 mg/l.

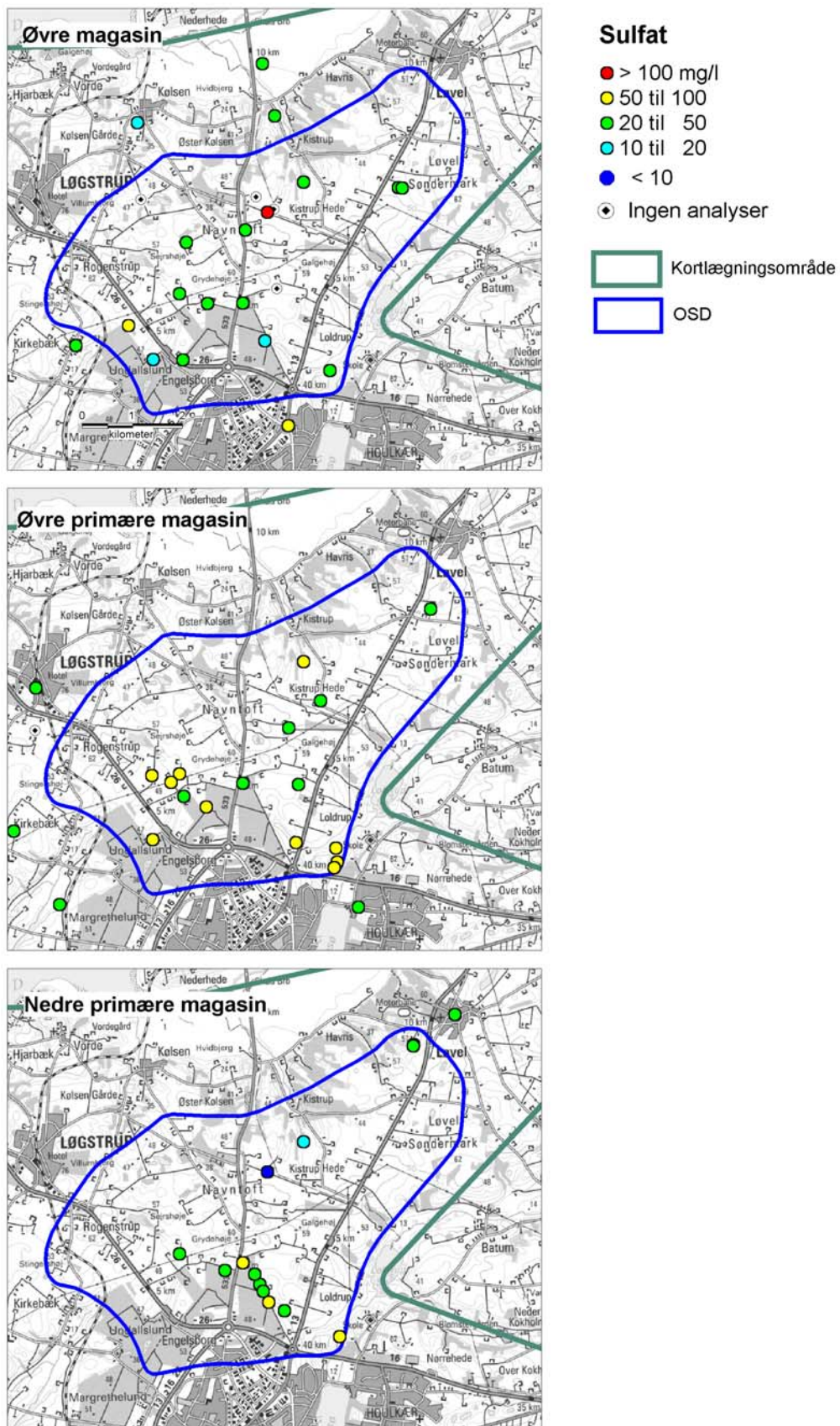
Når der er et meget lavt indhold af sulfat (under 20 mg/l) i grundvandet er sulfaten reduceret ved kemiske processer i grundvandsmagasinet. Dette sker typisk i velbeskyttede og ofte dybe grundvandsmagasiner. Ved sulfatreduktion dannes svovlbrinte, hvorfor dette stof også er et tegn på at der sker sulfatreduktion. Når sulfatindholdet er højere end det naturlige baggrundsniveau hænger det ofte sammen med, at der dannes sulfat i grundvandsmagasinet. Sulfaten stammer fra pyritoxidation, en kemisk proces som optræder, når nitratholdigt vand passerer ned gennem jordlag med pyritminerale. Herved reduceres nitratinholdet og samtidig dannes der sulfat. Et højt sulfatindhold er således en indikation på at der sker en nitratreduktion i jordlagene. På figur 2.38 er sulfatindholdet fra seneste analyse angivet.

De forhøjede koncentrationer af sulfat, dvs. koncentrationer over 50 mg/l er koncentreret i den sydlige del af området. I dette område foregår der en nitratreduktion, hvor den nedsivende nitrat reduceres via pyrit i jorden. Dette bevirker dannelse af sulfat.

Boringen i det Øvre magasin med et sulfatindhold på 100 mg/l er i et filter i en undersøgelsesboring udført i 2007. I det nederste filter, filtersat i det Nedre primære magasin, i samme boring, er sulfatindholdet markant lavere end i de andre borer. Sidstnævnte kan forklares ved at filtret er placeret dybere end de andre borer, der er filtersat i samme magasin. Hvorfor indholdet af sulfat er markant højere i det terrænnære filter end i de øvrige borer i det Øvre magasin er det vanskeligt at redegøre for.

Generelt skal der tages forbehold for de første analyseresultater fra nyetablerede borer, idet indholdet af visse stoffer kan være påvirket af selve boringens udførelse fra f.eks. boremudder eller lign. Se også afsnit 4.2.5.

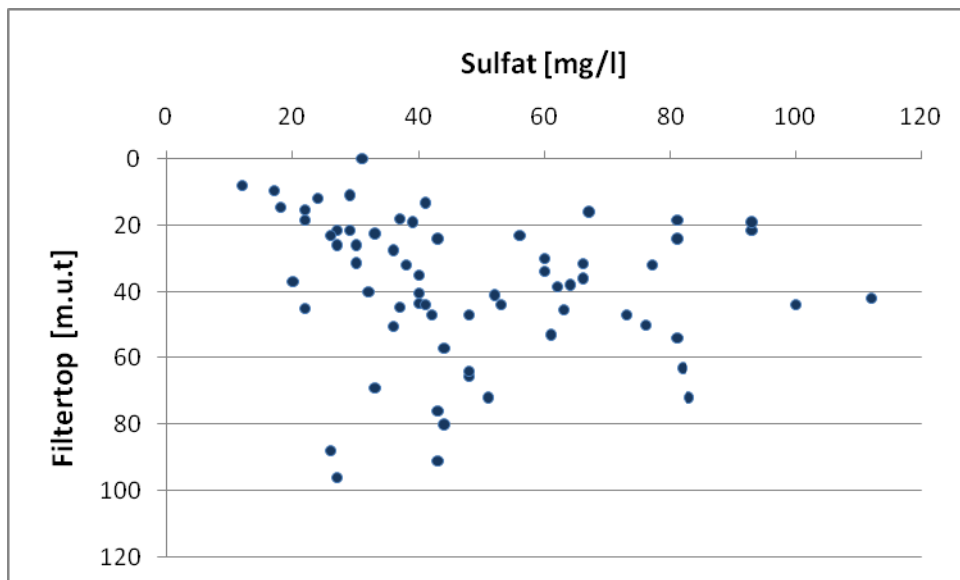




Figur 2.38: Sulfatindhold fra seneste analyse.

## Beskrivelse af området

Som det fremgår af kortene på figur 2.38 er der ingen generel sammenhæng mellem sulfatkoncentrationer og grundvandsmagasin. Dette er ligeledes illustreret på nedenstående figur 2.39, hvor sulfatindholdet er sammenholdt med dybden til filtret.

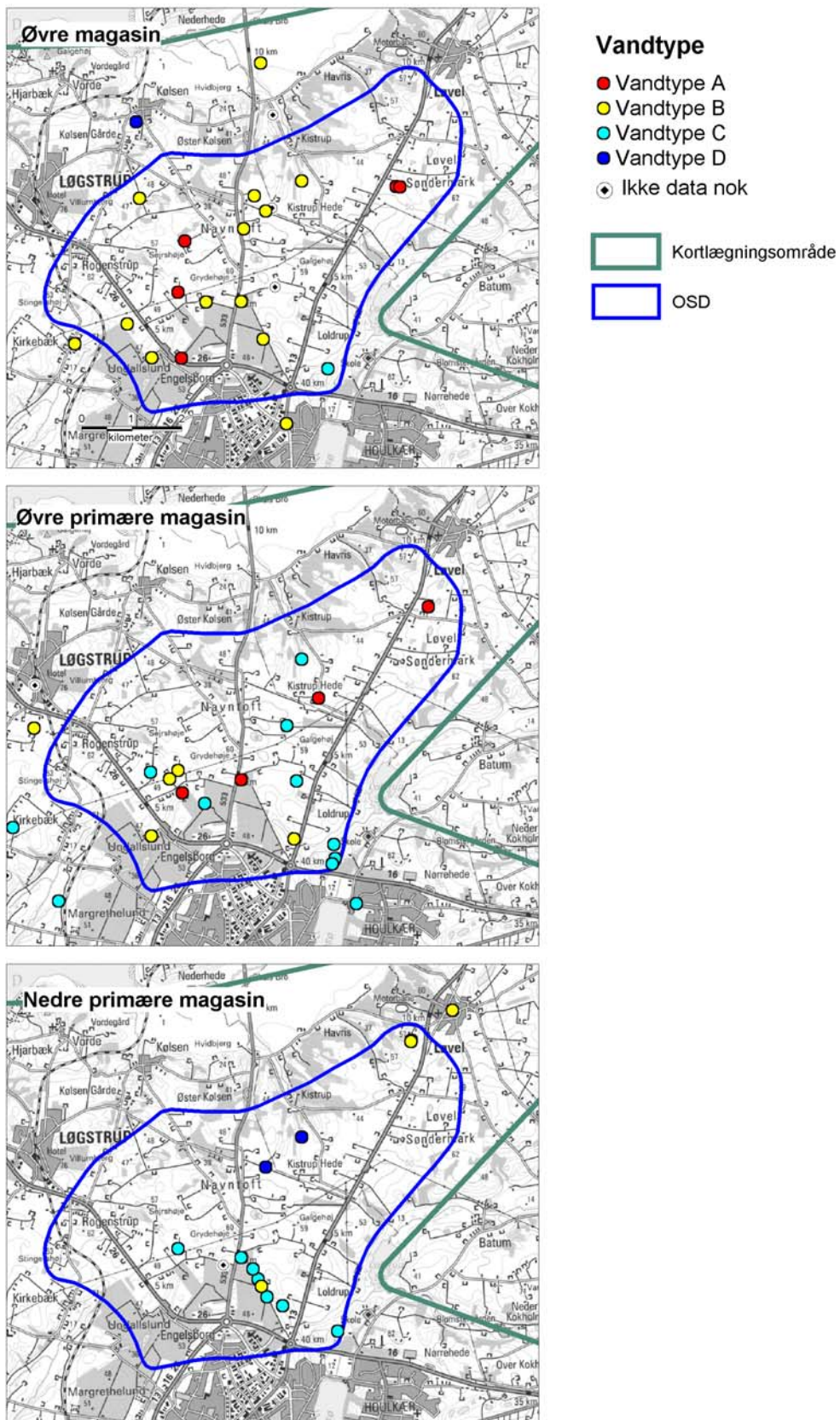


Figur 2.39: Sulfatkoncentration sammenholdt med filterdybde i alle boringer.

### 2.4.3 Vandtype

Vandtypebestemmelsen er foretaget med udgangspunkt i miljøstyrelsens klassifikation i 4 vandtyper afhængig af indholdet af ilt, nitrat, sulfat, jern, methan og forvitningsgraden /14/. Iltanalyser vurderes troværdige, når indholdet af ilt er over 4 mg/l. Hvis der er påvist nitrat samtidig med et indhold af ilt over 4 mg/l, udpeges råvandet som vandtype A, dvs. den iltede vandtype. Det skal afslutningsvis bemærkes, at der kun er meget få methanprøver i området, hvorfor disse ikke har haft nogen indflydelse på inddelingen.

Den geografiske fordeling af vandtyperne fremgår af figur 2.40.



Figur 2.40: Vandtyper efter miljøstyrelsens vejledning.

## Beskrivelse af området

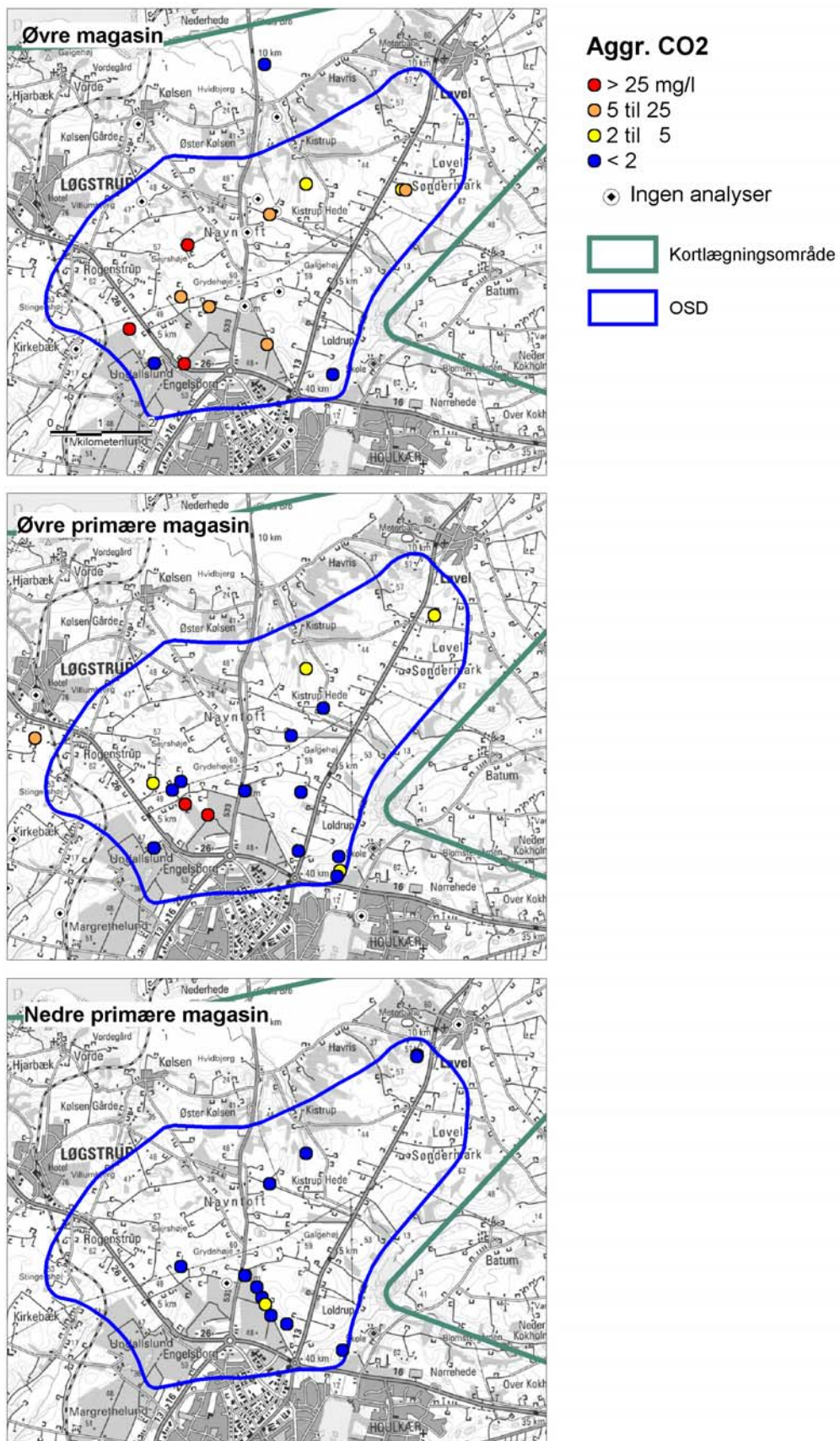
---

Som med nitrat fordeler vandtyperne sig jævnt ud i hele området. I Øvre magasin dominerer de sårbare vandtyper, dvs. vandtype A og B, mens den mere reducerede vandtype C dominerer i det Nedre primære magasin. I det Nedre primære magasin er det de to undersøgelsesboringer fra 2007, som er kategoriseret som vandtype D. Disse boringer er også filtersat dybere end de øvrige boringer i samme magasin.

### 2.4.4 Andre parametre

#### Aggressiv kuldioxid og pH

Som det ses af figur 2.41 er der målt aggressiv kuldioxid i mange boringer i det terrænære grundvandsmagasin, mens andelen af boringer med indhold af aggressivt kuldioxid falder med dybden. I mange boringer er indholdet så højt at der skal en særlig vandbehandling til, før vandet kan anvendes til drikkevandsforsyning.

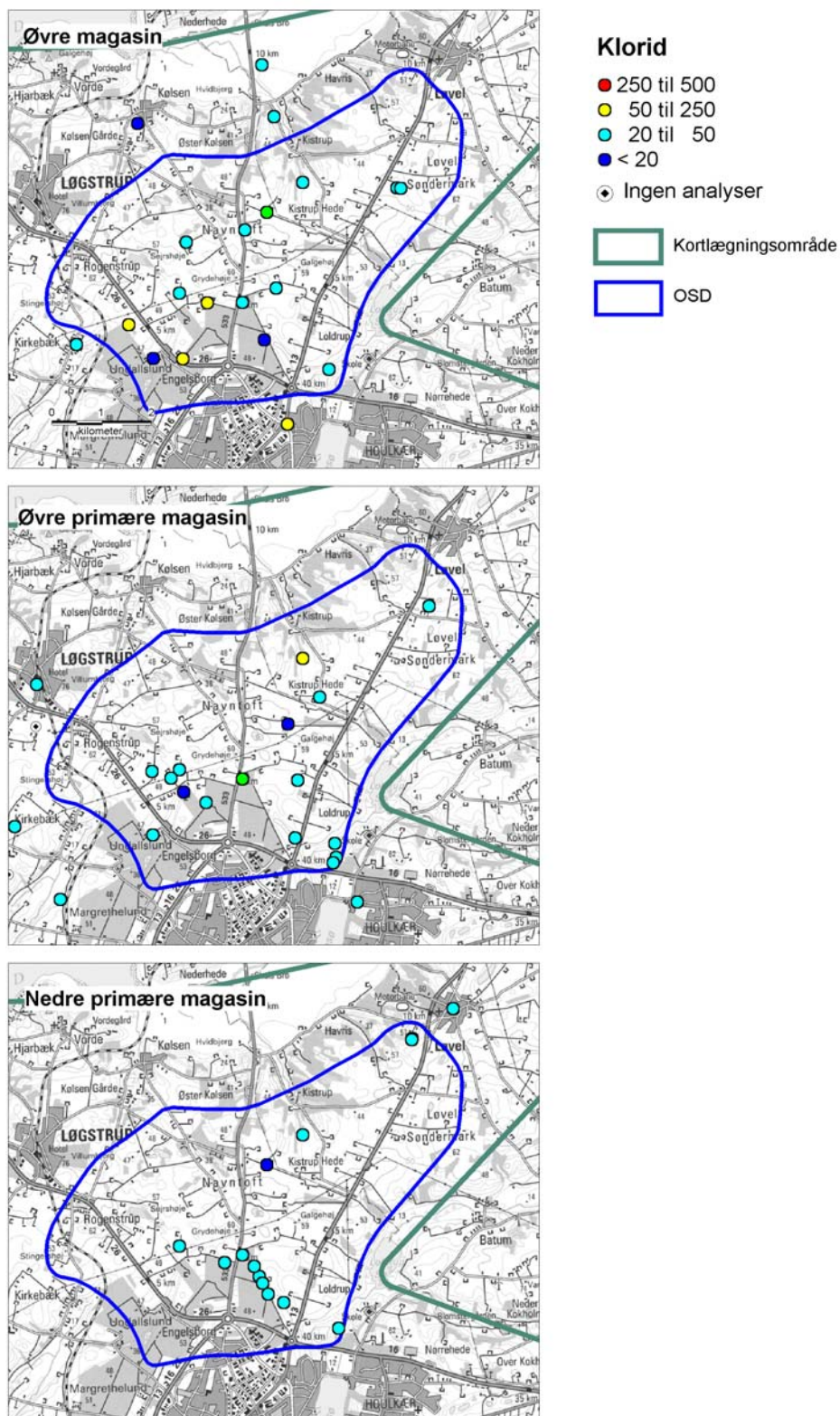


Figur 2.41: Indhold af aggressiv kuldioxid

## Beskrivelse af området

### Klorid og ionbytning

Et højt kloridindhold i grundvandet kan i nogle tilfælde give en forringet drikkevandskvalitet. Dette er dog ikke tilfældet i dette område da der ikke er konstateret klorid over drikkevandskvalitetskriteriet på 250 mg/l. Figur 2.42 viser kloridindholdet i boringerne.



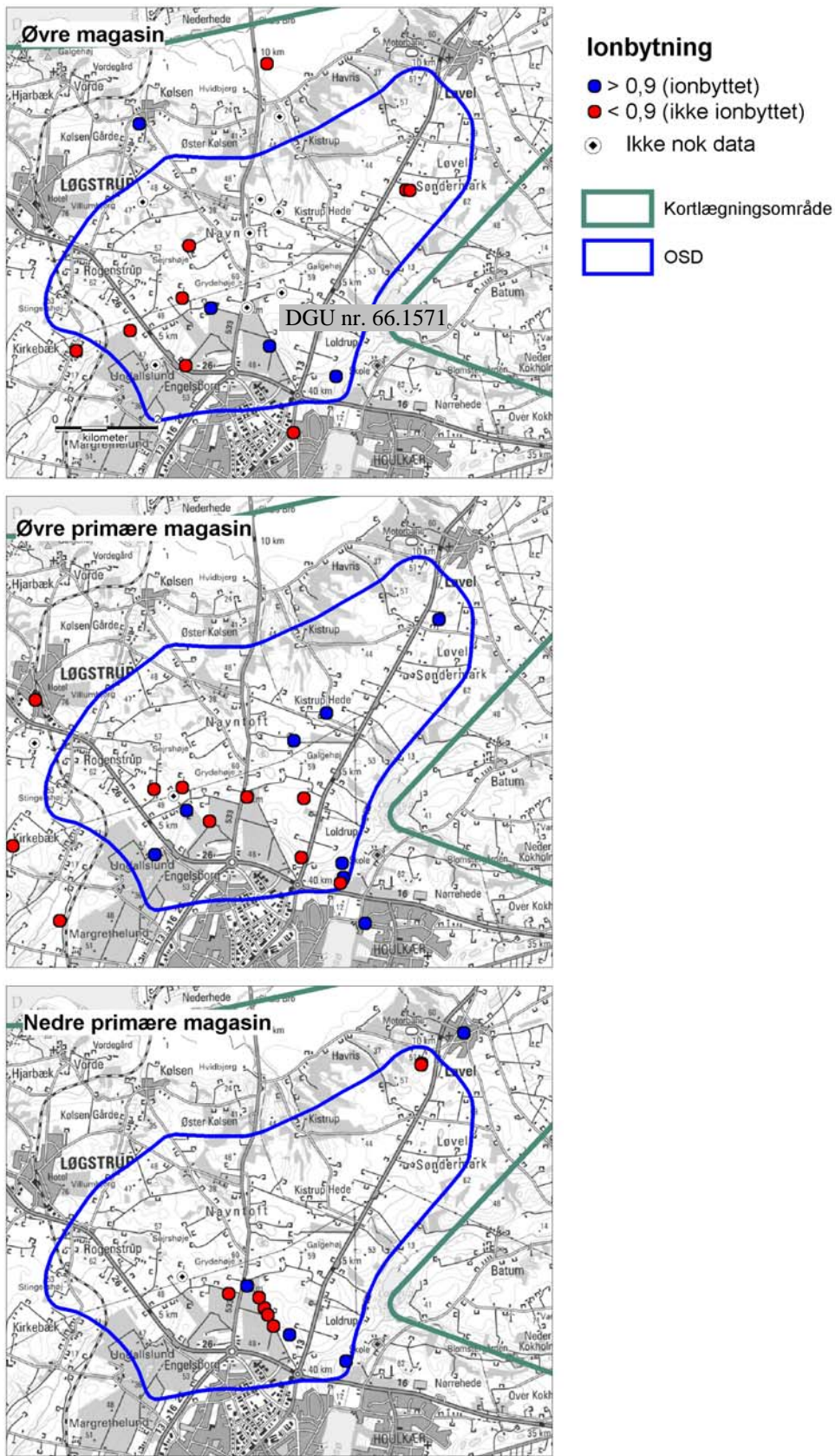
Figur 2.42: Indhold af klorid i de 3 magasiner.

Der er i området generelt lave kloridkoncentrationer, som svarer til et naturligt baggrunds niveau fra nedbøren. 7 boringer har et forhøjet indhold af klorid, dvs. over 50 mg/l, som kan tilskrives forskellige forhold. 2 af boringerne er undersøgelsesboringerne DGU nr. 56.1086 og 56.1087, som har et højt indhold klorid i nogle af filtrene. Der er dog usikkerhed om disse analyseresultater, jf. afsnit 4.2.5, hvorfor de ikke nærmere omtales her. Af de 5 øvrige boringer der har et kloridindhold over 50 mg/l har 3 af boringerne et indhold lige over 50 mg/l (54, 55 og 61 mg/l), mens de 2 andre boringer har et indhold på 94 og 140 mg/l. 4 af de 5 boringer med forhøjet klorid er filtersat i det Øvre magasin beliggende tæt på terræn. Den sidste boring er filtersat i det Øvre primære magasin. Sidstnævnte boring er filter 2 i boring DGU nr. 56.894, der er en GRUMO boring. Indholdet er målt til 140 mg/l, mens det i filter 3, som er placeret nogle meter højere (i Øvre magasin) er målt til 20 mg/l, og i filter 1 (som er placeret nogle meter dybere end filter 2) er der også målt et indhold af klorid på 20 mg/l. Det høje indhold af klorid i filter 2 må på den baggrund tages med et vist forbehold.

Alle 5 boringer er beliggende i den sydlige del af området. Ingen af boringerne er ionbyttede, jf. næste afsnit, hvorfor residualvand ikke synes at være kilden. 2 af disse boringer er beliggende tæt ved større veje, hvorfor vejsaltning evt. kan være årsag til det forhøjede indhold af klorid. Dette glæder bl.a. boring DGU nr. 66.1413, der er beliggende tæt ved Indre Ringvej i Viborg. Indholdet er her målt til 94 mg/l (prøven er fra 1981).

Ionbytningen kan vurderes med udgangspunkt i forholdet mellem natrium og klorid. Ionbytningen fremgår af figur 2.43. Der ses en stort set ligelig fordeling mellem ionbyttet og ikke-ionbyttet vand mellem de enkelte magasiner. Ligeledes ses en jævn geografisk spredning i alle magasiner af boringer med og uden ionbyttet vand.

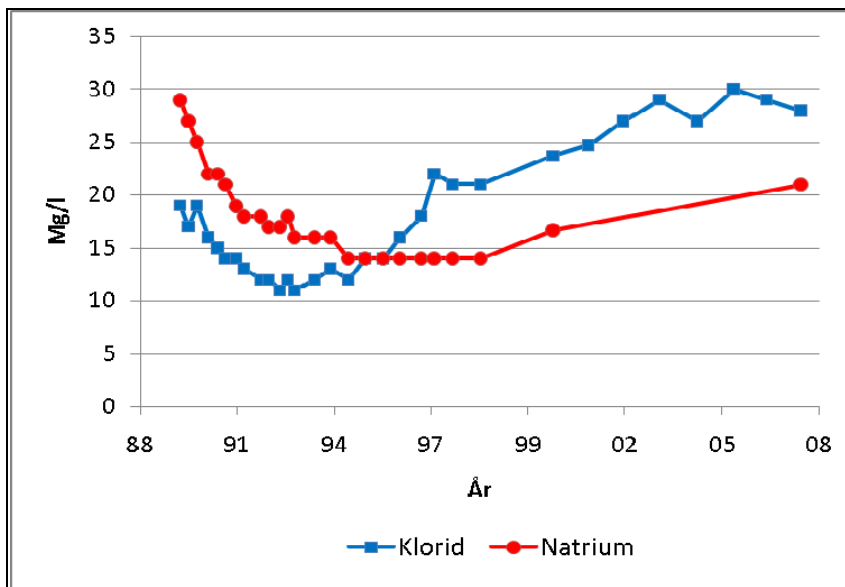
# Beskrivelse af området



Figur 2.43: Ionbytningen i indsatsområdet



På figur 2.43 er der på kortet over det Øvre magasin angivet en boring med DGU nr. 66.1571. Boringen er en GRUMO boring der er filtersat i 2 niveauer, dog begge i det Øvre magasin. Boringens dybeste filter er filtersat fra 12-14 m.u.t. og indholdet af klorid og natrium ligger indenfor områdets generelle niveau. Boringen er vurderet som ionbyttet. Den tidlige udvikling i denne boring, er bemærkelsesværdig, idet vandet ved start af prøvetagningen indeholdt mere natrium end klorid, se figur 2.44. Efterhånden er forholdet mellem klorid og natrium dog blevet mere ”normalt” med et højere indhold af klorid end natrium. Der er dog stadig tale om et forholdsmæssigt højt natriumindhold i forhold til indholdet af klorid, hvorfor vandet stadig karakteriseres som ionbyttet.



Figur 2.44: Udviklingen af natrium og klorid i DGU nr. 66.1571, filter 1.

I forhold til klorid vurderes der ikke at være et kvalitetsmæssigt problem i OSD. Samtidig vurderes vandet generelt at være ”ikke ionbyttet” til ”svagt ionbyttet”. Ionbytning som følge af gammelt velbeskyttet residualt vand synes kun i begrænset omfang at være til stede i området.

### Forvitring

Forvittringsindekset beregnes med udgangspunkt i indholdet af og forholdet mellem calcium, magnesium og hydrogencarbonat. Grundvandet karakteriseres som forvitret, når indekset er større end 1. At grundvandet er forvitret betyder, at det er påvirket af andre syrer end kulsyre, eksempelvis syre dannet ved oxidation af pyrit. Forvitringen viser således, at grundvandet er påvirket fra overfladen i større eller mindre grad.

Undtagen de dybeste filtre i de 2 undersøgelsesboringer har alle boringer i OSD et for-

## Beskrivelse af området

---

vittringsindeks over 1. Dvs. grundvandet i alle 3 magasiner er påvirket af processer fra overfladen i større eller mindre grad.

### NVOC

Indholdet af organisk stof i grundvandet måles ofte som NVOC. Drikkevandskvalitetskriteriet for NVOC er 4 mg/l. Indenfor OSD observeres alene en overskridelse af drikkevandskvalitetskriteriet i to boringer, DGU nr. 66.1748 og 56.998 (filter 1), filtersat hhv. i det Øvre Magasin (9,5-11,5 mut.) og det Øvre primære magasin (16-19 mut.). Der er ikke tale om indvindingsboringer, men om GRUMO boringer. I boringen med DGU nr. 66.1748 er ved seneste analyse foretaget i 2001 påvist et indhold af NVOC på 30 mg/l, mens indholdet i en analyse foretaget året før er målt til 71 mg/l. I boringen med DGU nr. 56.998 (filter 1) er ved seneste analyse foretaget i 2001 påvist et indhold af NVOC på 32 mg/l, mens indholdet i en analyse foretaget året før er målt til 44 mg/l. Begge filtre giver meget lidt vand og er ikke egnede til at udtage vandprøver for bl.a. NVOC, hvilket er baggrunden for at der ikke senere end 2001 er foretaget disse analyser. Boringerne er ikke repræsentative for grundvandskvaliteten i området. Generelt vurderes organisk stof i grundvandet i OSD ikke at udgøre et problem i forhold til vandindvindingen.

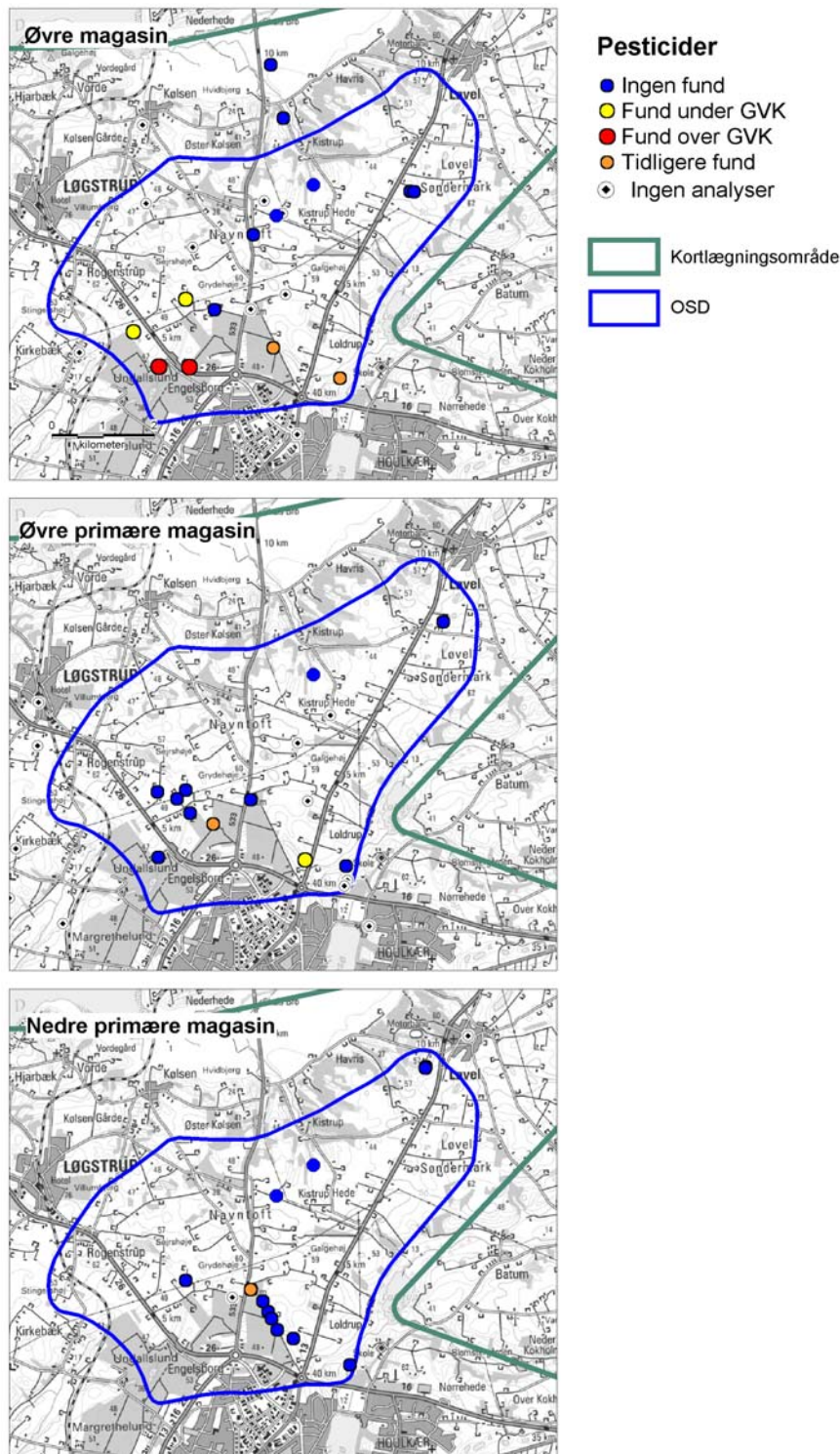
### Arsen

Arsenindholdet i boringer beliggende indenfor OSD er undersøgt. Drikkevandskvalitetskriteriet for arsen er 5 µg/l. Generelt er indholdet af arsen i råvandet fra boringerne under 3 µg/l. Indenfor OSD observeres dog overskridelse af drikkevandskvalitetskriteriet i 2 boringer: DGU nr. 56.891 (filter 1), som er en GRUMO boring hvor det pågældende filter er placeret i det Nedre primære magasin, og DGU nr. 56.1086 (filter 4), som er en undersøgelsesboring centralt i området, hvor det pågældende filter er placeret i det Øvre magasin. Flere andre analyseresultater fra den sidstnævnte boring synes påvirket af selve boringens udførelse, således også arsenindholdet, som på den baggrund ikke tillægges betydning.

I boring DGU nr. 56.891 (filter 1) er indholdet af arsen ved den seneste analyse påvist til 5,4 µg/l, mens indholdet i perioden fra 1992 og indtil 2007 har ligget i intervallet 2,9 til 8,4 µg/l. I hovedparten af analyserne har drikkevandskvalitetskriteriet være overskredet, om end beskedent. Arsenindholdet kan sandsynligvis tilskrives en afsmitning fra nærliggende prækvartære lerede sedimente. Generelt vurderes arsen ikke at udgøre et kvalitetsmæssigt problem i området.

## 2.4.5 Miljøfremmede stoffer

Der er analyseret for forskellige miljøfremmede stoffer i nogle af borerne i området, herunder er der især analyseret for pesticider. Generelt er der ikke analyseret i ret mange borer udover vandværksboringer. Figur 2.45 viser de borer der er analyseret for pesticider og i hvilke der er gjort fund.



Figur 2.45: Pesticidanalyser i de 3 magasiner.

## Beskrivelse af området

---

I Øvre magasin er analyseret for pesticider i 11 boringer, hvoraf to af boringerne er filtersat i to niveauer. I 5 af de 11 analyserede boringer er der ikke påvist fund af pesticider. I andre 5 boringer er der ved den seneste analyse påvist indhold af pesticider og i 2 af disse boringer er drikkevandskvalitetskriteriet (GVK) på 0,1 µg/l overskredet. I de sidste tre boringer er der sket tidligere fund, mens der ikke har været påvist pesticidrester i den seneste analyse. Boringerne ”dækker over hinanden” på kortet, hvorfor der kun kan ses 2 boringer med tidligere fund.

I det Øvre primære magasin er der foretaget analyse for pesticider i 10 boringer. I en af disse boringer viser seneste analyse et indhold, dog under drikkevandskvalitetskriteriet. I en anden boring er der tidligere påvist indhold af pesticidrester.

I det Nedre primære magasin er ligeledes foretaget analyser for pesticider i 10 boringer. I en enkelt af disse er der tidligere påvist indhold af pesticider, mens der ikke er påvist pesticider ved den seneste analyse.

I de boringer hvor indholdet af pesticider overskrider drikkevandskvalitetskriteriet er der i langt hovedparten af tilfældene tale om 2,6-Dichlorbenzamid, også kaldet BAM. Herudover er der påvist indhold af atrazin, desisopropylatrazin, desethylatrazin, hexazinon og dichlorprop.

Der er foretaget analyse for klorerede opløsningsmidler på råvand fra en række boringer, som alle er beliggende i den sydlige del af OSD. Figur 2.46 viser de boringer der er analyseret for klorerede opløsningsmidler og i hvilke der er gjort fund.

I det Øvre magasin er foretaget analyser for indhold af klorerede opløsningsmidler i 5 boringer. Der er tidligere sket fund af chloroform i de to af boringerne, men indholdet var under drikkevandskvalitetskriteriet på 1µg/l. Chloroform kan dannes naturligt under bl.a. nåleskov.

I det Øvre primære magasin er der i to boringer fund af klorerede opløsningsmidler, dog under drikkevandskvalitetskriteriet. Igen er der tale om mindre koncentrationer af chloroform.

I det Nedre primære magasin er der i to boringer påvist hhv. tetrachlormethan og 1,2-dichlorethan. Der er tale om et tidligere (minimalt) fund af tetrachlormethan i boring DGU nr. 56.891, der er en GRUMO boring. I boring DGU nr. 66.657, der er en reserve-

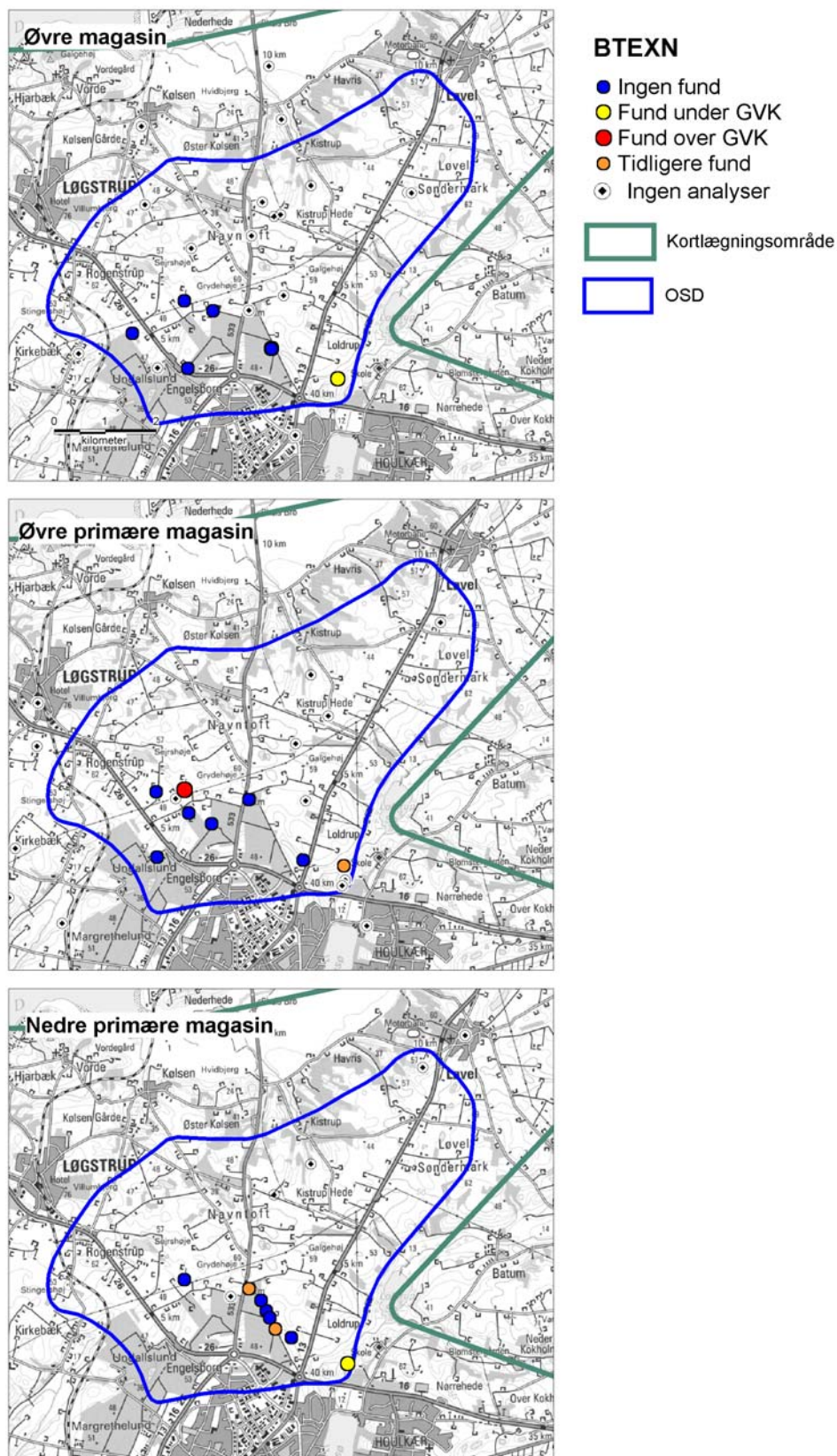
boring til Viborg Nord kildepladsen, er der påvist et indhold af 1,2-dichlorethan ved de 2 seneste analyser.



Figur 2.46: Analyser for klorerede opløsningsmidler.

## Beskrivelse af området

Figur 2.47 viser boringer, hvor der er foretaget en analyse for indhold af BTEXN (benzen, toluen, ethylbenzen, xylener og naphthalen) i råvandet.



Figur 2.47: Analyser foretaget for BTEXN.

Som for de andre miljøfremmede stoffer ses en koncentration af borerer analyseret for BTEXN, omkring indvindingsboringerne beliggende i den sydlige del af området.

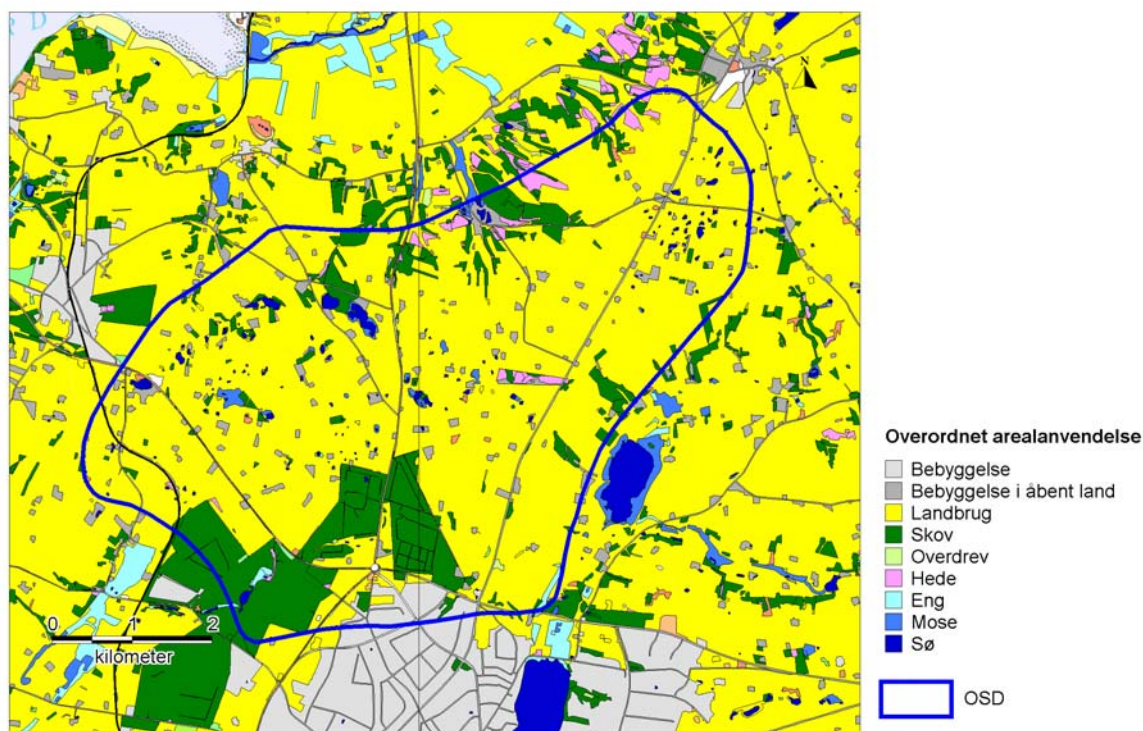
I det Øvre magasin er der fund af BTEXN i 1 ud af 6 analyserede borerer. I boreren er ved seneste analyse påvist indhold af BTEX, mens der ikke blev konstateret indhold af naphthalen over analysemetodens detektionsgrænse. Der er for alle stoffer tale om indhold under de respektive drikkevandskvalitetskriterier (GVK) og der har ikke tidligere været fund i boreren.

I det Øvre primære magasin er der i en enkelt boring, DGU nr. 56.892, påvist et indhold af toluen svarende til drikkevandskvalitetskriteriet på 5 µg/l. I en boring beliggende i det sydøstlige hjørne af området har der i en tidligere analyse været fund af ethylbenzen, toluen og xylen. Fire efterfølgende analyser har ikke vist tegn på indhold af BTEXN.

I det Nedre primære magasin er der sket tidligere fund i to ud af otte borerer, mens der i en enkelt boring er påvist et indhold i seneste analyse. Der er tale om samme reserveboring (DGU nr. 66.657) til Viborg Nords kildeplads hvor der også er gjort fund af klorerede opløsningsmidler. Ingen af analyserne viste overskridelser af de respektive drikkevandskvalitetskriterier.

### 2.5 Arealanvendelse og forureningskilder

I forhold til at vurdere grundvandsmagasinernes robusthed med hensyn til at opretholde en god vandkvalitet, er det væsentlig at se på arealanvendelsen i området. På nedenstående figur 2.48 er vist den generelle arealanvendelse i området.



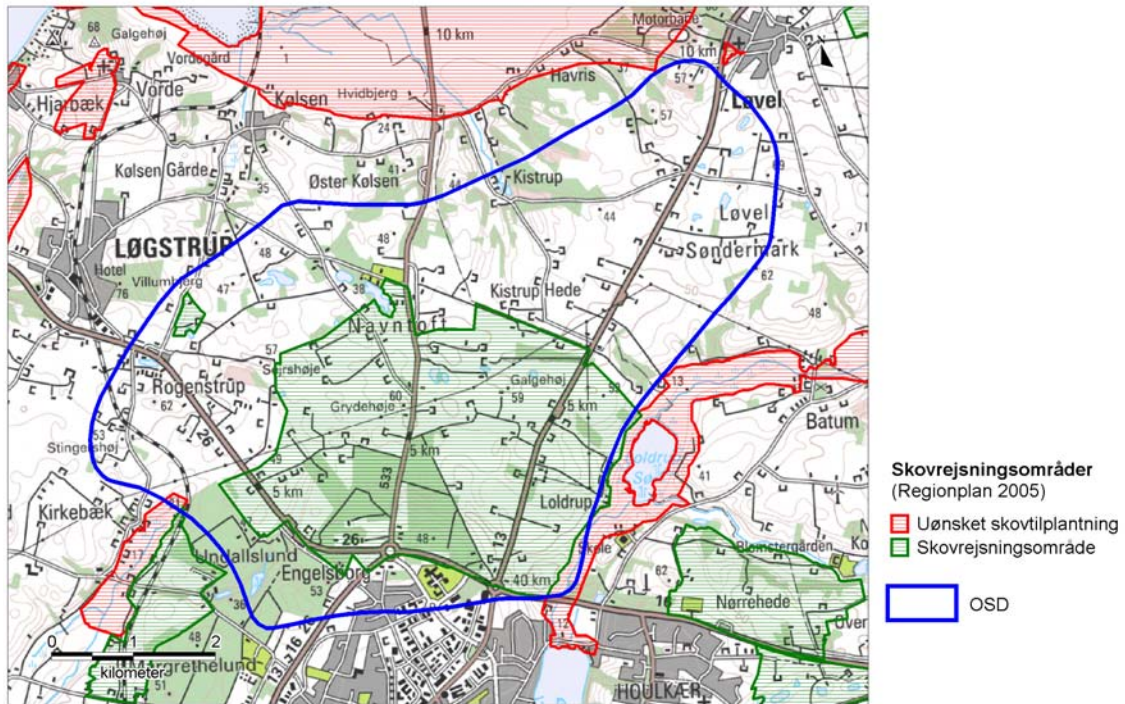
Figur 2.48: Arealanvendelse i OSD og tilgrænsende arealer.

På figur 2.48 fremgår tydeligt at langt hovedparten af arealanvendelsen udgøres af landbrugsarealer. Skov udgør også en del af arealanvendelsen, navnlig i den sydlige del af området nord for Viborg by og ikke mindst ved Energi Viborgs kildeplads ”Viborg Nord”. Landbrugsarealerne udgør omkring 81 % af arealet, mens skov og naturområder udgør omkring 13 %. Endelig er der 6 % bebygget areal.

Viborg by er beliggende i den sydlige del af området og byen må på længere sigt forventes at vokse yderligere mod nord og dermed længere ind i OSD.

I forbindelse med regionplan 2005 har Viborg Amt udpeget de såkaldte skovrejsningsområder, se figur 2.49. Af figuren fremgår, at der er udpeget et stort skovrejsningsområde centralt i OSD.



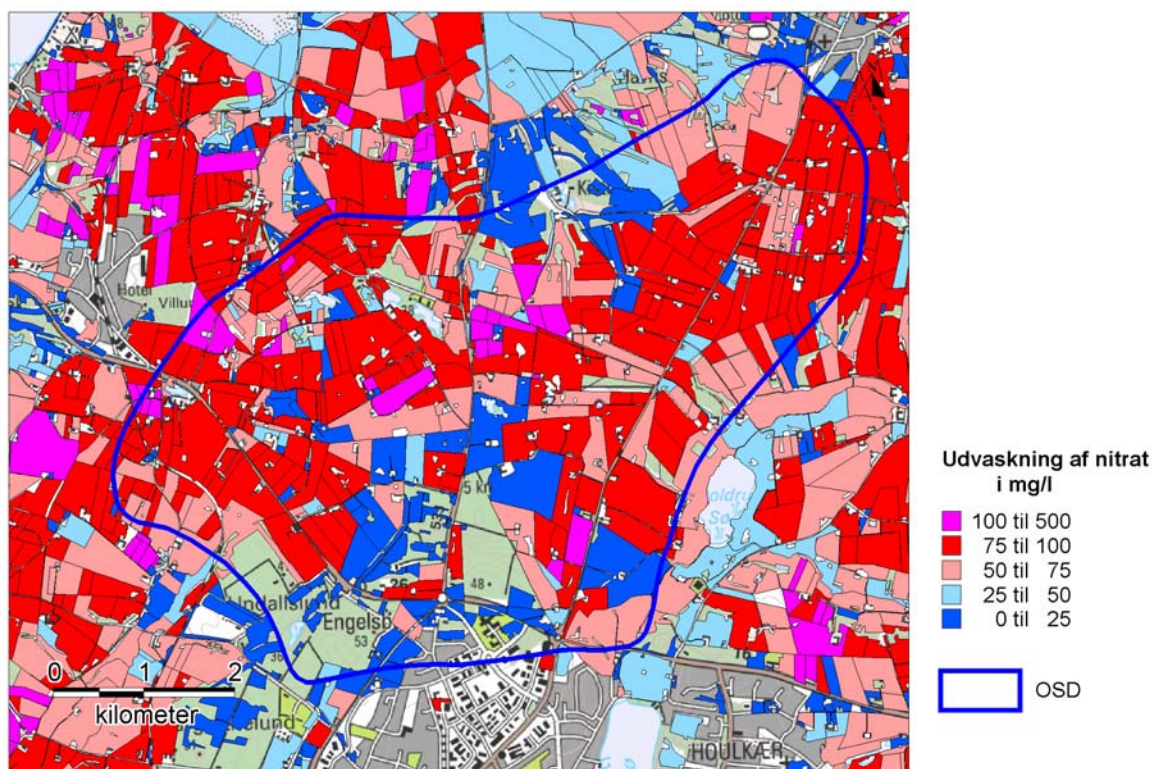


Figur 2.49: Skovrejsningsområder

Det er væsentligt at opretholde denne udpegning som skovrejsningsområde centralt i OSD, for at sikre denne mulighed for grundvandsbeskyttelse i fremtiden.

### 2.5.1 Nitratbelastning

Da langt hovedparten af arealerne i OSD udgøres af landbrugsjord er det væsentligt at se nærmere på nitratbelastningen. Med udgangspunkt i en sammenkobling af information i det Generelle LandbrugsRegister (GLR), gødningsregnskaberne (GR) og en perkolationsberegning /15/ er der beregnet en udvaskning af nitrat fra rodzonen indenfor de enkelte markblokke, se figur 2.50. Der skal understreges, at resultaterne er forbundet med en vis usikkerhed, bl.a. da gødningsoplysningerne er på bedriftsniveau og sædskifter er på markblokniveau. Dertil kommer at beregningerne bygger på data fra før 2007. Der kan således i dag lokalt være ændrede forhold, som giver en ændret udvaskning af nitrat. Kortet skal primært anvendes til at vise områder med intensivt dyrkede landbrugsarealer og dermed arealer, hvor der er risiko for en stor udvaskning af nitrat.



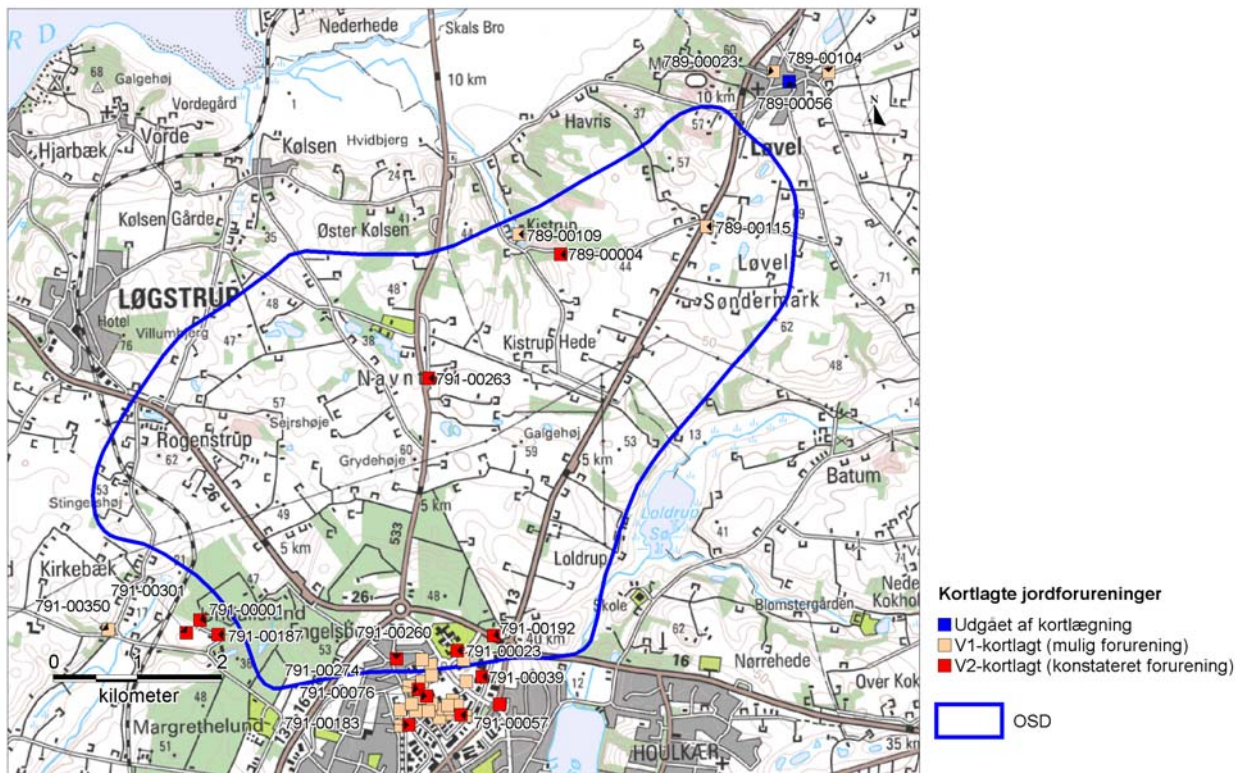
Figur 2.50: Nitratudvaskningen opgjort på markblokniveau.

I store dele af OSD ses en stor udvaskning af nitrat på over 75 mg/l, enkelte steder endda over 100 mg/l. Den gennemsnitlige udvaskning fra landbrugsarealer indenfor OSD udgør 58 mg/l nitrat. De landbrugsarealer der er indenfor området må karakteriseres som intensivt dyrkede. Områder med lav udvaskning ses primært i randområderne til skov- og naturområder.

### 2.5.2 Jordforureninger

Med udgangspunkt i data, indhentet ved Region Midt i efteråret 2008, er det opgjort hvilke kortlagte jordforureninger, der er til stede i OSD. Da dele af OSD strækker sig ind under Viborg by, er der en del kortlagte jordforureninger i dette område, se figur 2.51. De på kortet angivne lokaliteter fremgår med flere detaljer i tabel i figur 2.52.

I den centrale del af OSD, nær Navntoft, er der en V2 kortlagt forurening (791-00263). Der er tale om et autoværksted hvor der er konstateret en forurening med PAH. Der skal pågå en videre undersøgelse af forholdene ved lokaliteten. Forureningen er vurderet primært at udgøre en risiko i forhold til jorden.



Figur 2.51: Kortlagte forureningslokaliteter

I den nordlige del af OSD er der kortlagt en losseplads (789-00004), hvor der er konstateret flere forskellige forureningskomponenter, se tabel i figur 2.52. Forureningen er vurderet at udgøre en risiko overfor såvel jord som grundvand. Det er af Region Midt oplyst, at der skal pågå en videre undersøgelse af forholdene ved lossepladsen.

Lokalitet 789-00115 nær Løvel Vandværks borer er et autoværksted, hvor der kun er påbegyndt en indledende undersøgelse. Hvorvidt der reelt er en forureningsrisiko i forhold til grundvandet er ikke afklaret endnu.

På lokalitet 789-00109 pågår eller har pågået oplag og salg af ”metaller”. Der er kun påbegyndt en indledende undersøgelse. Hvorvidt der reelt er en forureningsrisiko i forhold til grundvandet er ikke afklaret endnu.

## Beskrivelse af området

Nummer	Navn	Tekst	Branche	Stof	Forventet indsats
791-00023	Viborg Produkthandel	V2-kortlagt	Genbrug af metalaffaldsprodukter	Olie-benzin, tungmetaller, Tjære	Undersøgelse, videregående
791-00183	A. Philipsen A/S	V2-kortlagt	Servicesationer	Olie-benzin	Ingen indsats pga. afværge
791-00260	Folmer Bang-Jacobsen	V2-kortlagt	Autoreparationsværksteder	Olie-benzin	Undersøgelse, videregående
791-00187	Gammel Modtagestation	V2-kortlagt	Drift af affaldsbehandlingsanlæg	Olie-benzin	Ingen indsats, MBL
791-00057	Metax Benzin	V2-kortlagt	Servicesationer	Olie-benzin	Ingen indsats pga. afværge
791-00274	Højgaard og Schultz A/S	V2-kortlagt	Anden landtransport	Olie-benzin, Tungmetaller	Ingen indsats, pga. risikovurdering
789-00056	Løvel Brugs	Udgået			Ingen indsats pga. afværge
789-00004	Losseplads v/Kistrup	V2-kortlagt	Drift af affaldsbehandlingsanlæg	Olie-benzin, pesticider, klor.opl.midler, fenoler	Undersøgelse, videregående
791-00301	IS Revas	V2-kortlagt	Drift af affaldsbehandlingsanlæg	Lossepladsperkolat	Ingen indsats, MBL
791-00056	DK-Benzin Servicestation	V2-kortlagt	Servicesationer	Olie-benzin	Afværge, i drift
791-00076	Sloth Nielsen og Søn A/S	V2-kortlagt	Træimprægneringsvirksomheder mv.	Olie-benzin	Undersøgelse, videregående
791-00192	Losseplads v/Nordværket	V2-kortlagt	Drift af affaldsbehandlingsanlæg	Olie-benzin, lossepladsperkolat, tjære	Undersøgelse, videregående
791-00001	Viborg Losseplads	V2-kortlagt	Drift af affaldsbehandlingsanlæg	Lossepladsperkolat	Ingen indsats, ikke omfattet af off. Indsats
791-00039	Colas Vejmaterialer A/S	V2-kortlagt	Overfladebehandling af metal	PAH, Olie og benzin	Afværge, grundvand
791-00263	Naurtoft Auto	V2-kortlagt	Autoreparationsværksteder	PAH	Undersøgelse, videregående
789-00109	Entreprenør Leo H. Nielsen	V1-kortlagt	Engroshandel med uforarbejdede metaller		Undersøgelse, indledende
789-00115	P. C. Autodele	V1-kortlagt	Autoreparationsværksteder		Undersøgelse, indledende
789-00023	Løvel Autoværksted	V1-kortlagt	Fremsstilling af mejeriprodukter	Olie-benzin	Undersøgelse, indledende
789-00104	Autogården v/Peter Fyllgraf	V1-kortlagt	Autoreparationsværksteder		Ingen indsats, ikke omfattet af off. Indsats
791-00350	Kirkebæk Maskinstation	V1-kortlagt	Servicevirksomhed ifm. skovbrug	Benzin og olie	Undersøgelse, indledende

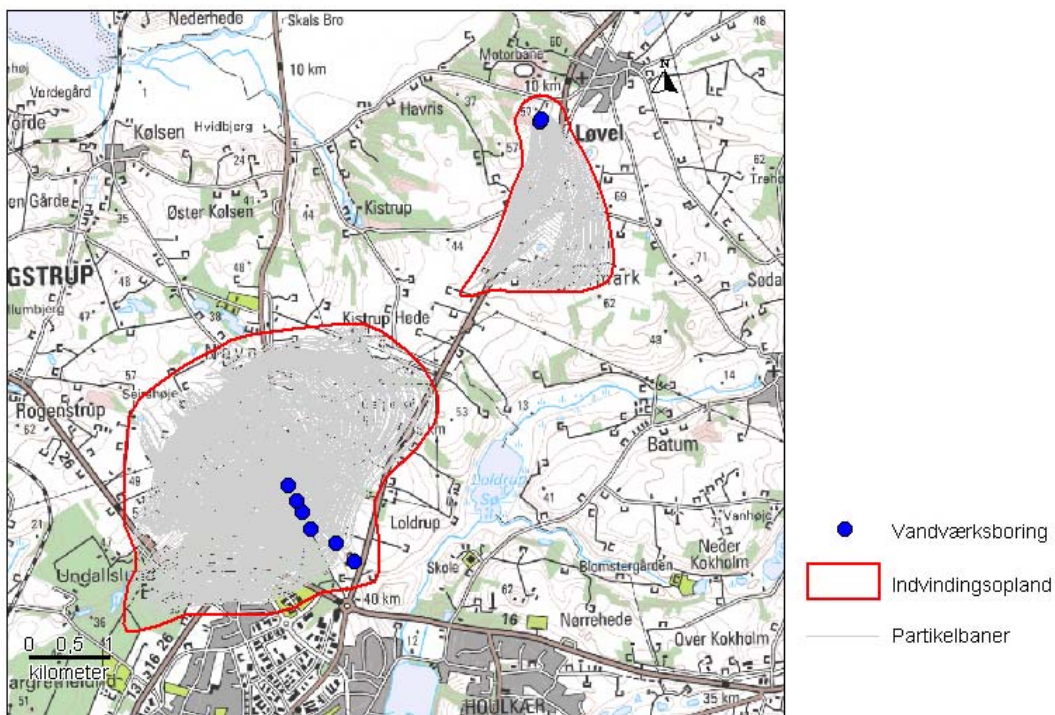
Figur 2.52: Tabel med kortlagte forureningslokaliteter, navn, branche, stof og forventet indsats.

# 3 OMRÅDEUDPEGNINGER

I dette afsnit vurderes afgrænsningen af OSD. Endvidere præsenteres resultaterne fra den opstillede grundvandsmodel med hensyn til optegning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til de almene vandværker. Endelig vurderes sårbarheden af OSD, og efterfølgende udpeges Nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat.

## 3.1 Vandværkernes indvindingsoplande

Med udgangspunkt i en opstillet grundvandsmodel for området /1/ er indvindingsoplandene optegnet. Indvindingsoplandet er det område indenfor hvilket grundvandet strømmer hen til den givne indvindingsboring. Disse indvindingsoplande er beregnet vha. grundvandsmodellen ved såkaldte partikelbanesimuleringer. Ved partikelbanesimuleringer placeres en række partikler – ”vanddråber” i en given celle, der repræsenterer det indvindingsfilter hvorfra der indvindes. Modellen kan vise hvorfra partiklerne, der når indvindingsfiltret, er kommet. Omkring en sådan sværm af partikler optegnes en polygon der repræsenterer indvindingsoplandet. På figur 3.1 er vist partikelbanernes udstrækning og indvindingsoplandenes udstrækning.

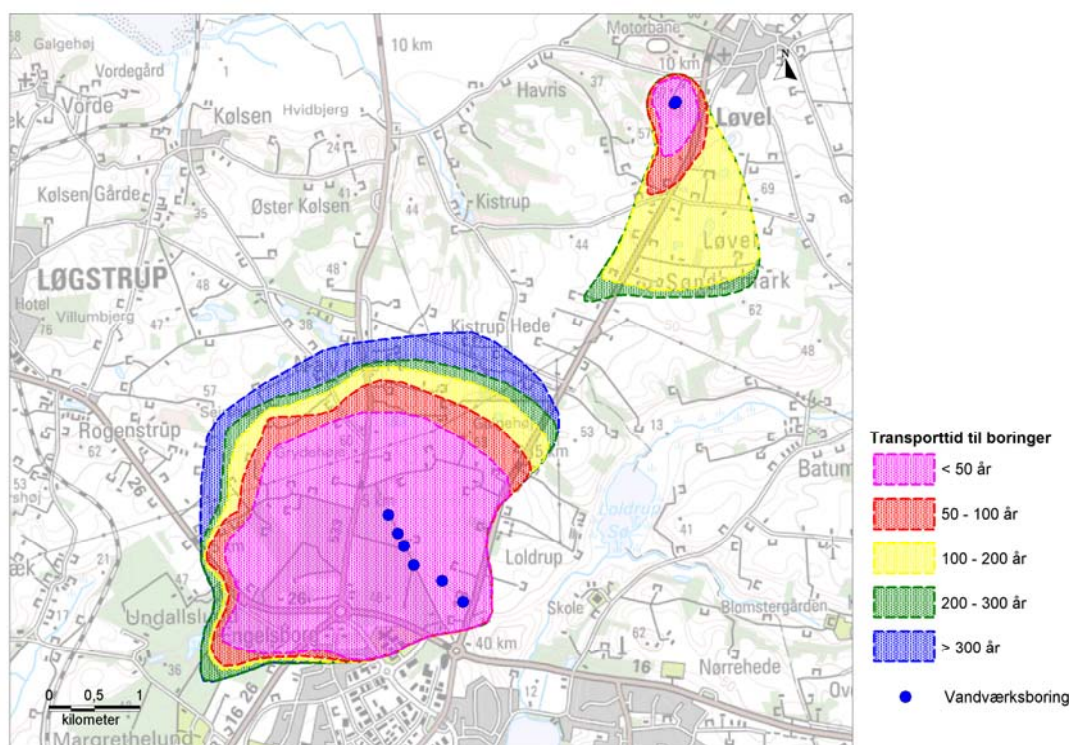


Figur 3.1: Indvindingsoplande for kildepladsen Viborg Nord og Løvel Vandværk.

## Områdeudpegninger

Som det fremgår af figur 3.1, strækker partikelbanerne sig ikke nævneværdigt langt opstrøms boringerne, mens de endeligt optegnede indvindingsoplande strækker sig længere opstrøms boringerne. Dette skyldes, at der ved optegningen af indvindingsoplandene tages hensyn til den såkaldte 300 m beskyttelseszone. 300 m beskyttelseszonen er et område indenfor hvilket der ikke må etableres nedsivningsanlæg eller lignende der kan forurene boringerne.

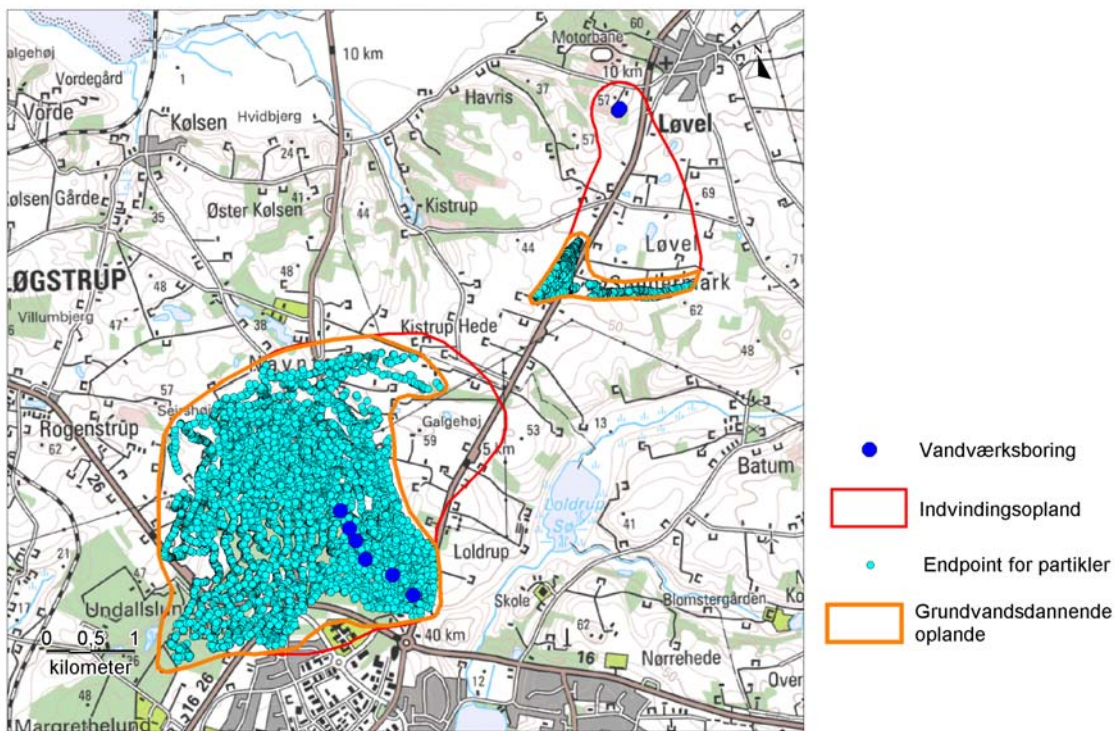
Ved partikelbanesimuleringer kan alderen af det vand der når indvindingsboringerne ligeledes estimeres. For de 2 indvindingsoplande fordeler vandets alder sig som vist på figur 3.2.



Figur 3.2: Aldersfordeling i indvindingsoplandene

Alderen er et udtryk for den tid en vandpartikel vil strømme i den vandmættede zone, inden den når den pågældende indvindingsboring. Den vertikale strømning i den umættede zone er således ikke indregnet. Resultatet af aldersberegningerne er ikke et udtryk for den eksakte alder af det tilstrømmende grundvand, men skal opfattes som et overordnet estimat af hvorvidt der indvindes ungt, gammelt eller meget gammelt vand. For de pågældende oplande er der generelt tale om forholdsvis ungt vand, således er der store arealer af indvindingsoplandene, hvor vandets alder er anslået til under 100 år. Dette gælder især Viborg Nord kildepladsen, hvor ca. 3/4 af indvindingsoplandets areal repræsenterer vand der er mindre end 100 år undervejs.

De grundvandsdannende områder indenfor indvindingsoplandene er de områder, hvor hovedparten af det vand der oppumpes i indvindingsboringen nedsiver fra overfladen. Disse områder kan på samme måde som indvindingsoplandene vurderes ud fra partikelbanesimuleringer vha. grundvandsmodellen. Vha. modellen beregnes partiklernes "endpoint", dvs. det sted på terrænoverfladen (overfladen af den mættede zone) hvor partiklerne ender. På figur 3.3 er vist disse punkter. På figuren er skitseret de grundvandsdannende oplande, som er de områder der afgrænser "endpoint" punkterne.

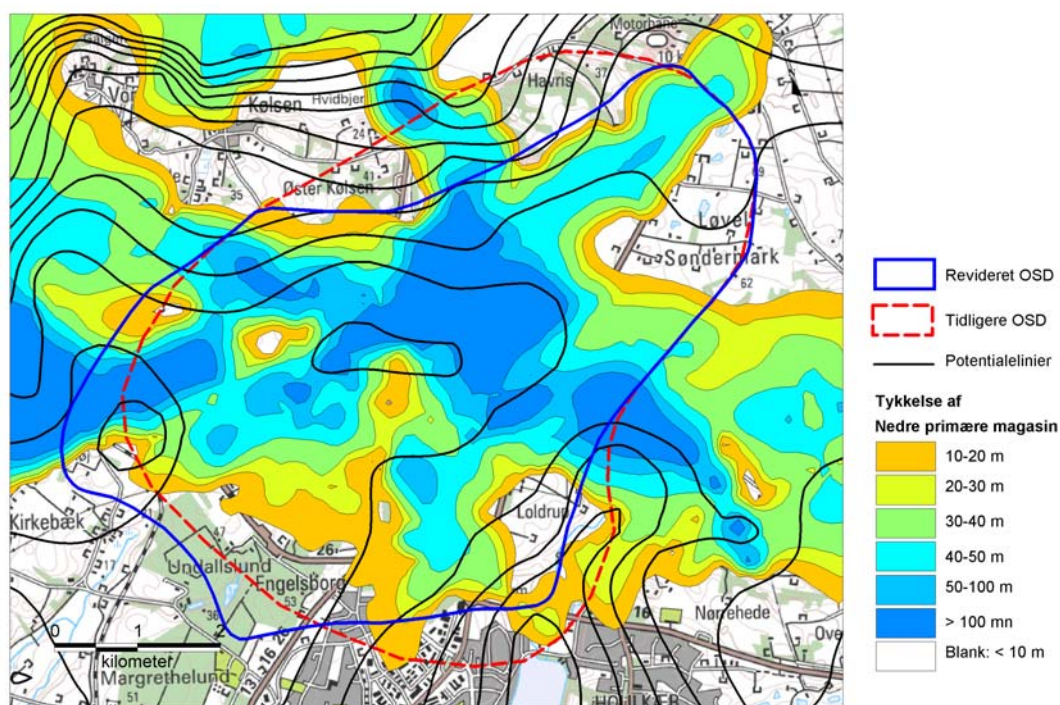


Figur 3.3: Grundvandsdannende oplande

Der er nærmere redegjort for de grundvandsdannende oplande og deres betydning under hvert vandværk i kapitel 4.

### 3.2 Område med særlige drikkevandsinteresser

Områder med særlige drikkevandsinteresser er udpeget af amterne i forbindelse med regionplanarbejdet. I forbindelse med grundvandskortlægningen har der vist sig forhold som gør det relevant at justere disse områder. Den væsentligste revision bygger på ønsket om at sikre det dybereliggende grundvandsmagasin i dalstrukturen der løber gennem OSD, og dels ønsket om at få dækket et potentiale-mæssigt toppunkt, således at der ikke strømmer grundvand ind i OSD, men alene strømmer vand ud fra OSD. På figur 3.4 er vist udstrækningen af Nedre primære magasin og potentialelinierne.



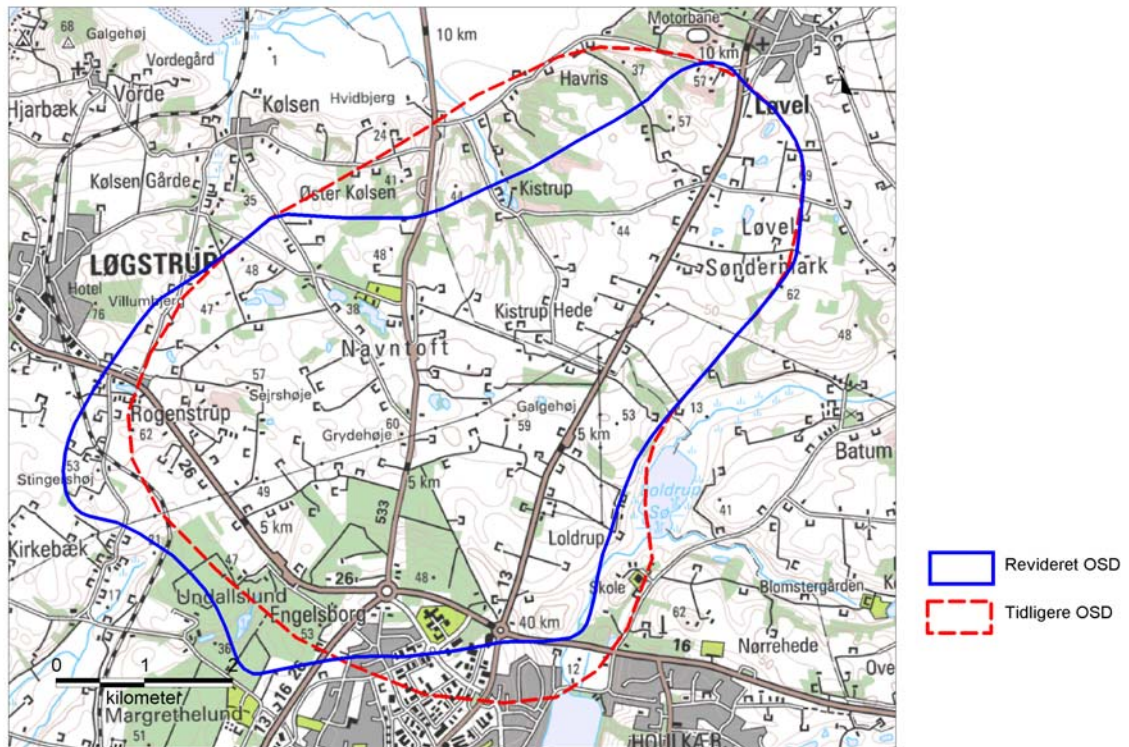
Figur 3.4: Tidligere og revideret OSD sammenholdt med magasinudbredelse og potenti-ale.

Den reviderede udpegnings af OSD kan sammenfattes i følgende hovedpunkter:

- Dalstrukturen, dvs. Nedre primære magasin strækker sig mod vest udenfor det tidligere OSD. Samtidigt er der et potentielemæssigt toppunkt stort set samme sted, hvorfor OSD forlænges i denne retning.
- OSD udvides i sydlig retning ved Undallslund for at sikre at hele indvindingsoplandet til Viborg Nord kildepladsen er indeholdt i OSD.
- OSD indskrænkes mod nordvest, idet det primært er det øverste terrænnære magasin der er til stede her, og da grundvandsstrømmen er rettet ud af området, er det ikke relevant at beskytte det terrænnære magasin specifikt her.
- OSD indskrænkes i den sydlige og sydøstlige del ned mod Viborg by. Der vil ikke placeres nye vandindvindinger her, og da grundvandsstrømmen er rettet ud af området, er det ikke relevant at beskytte grundvandet specifikt her.
- Afgrænsningen af OSD ved Løvel Vandværk er justeret en smule, således at 300 meter beskyttelseszone til vandværkets borer er helt indeholdt i OSD.



Nedenstående figur 3.5 viser det tidligere og det reviderede OSD. Arealmæssigt ændres udstrækningen af OSD fra 36,4 til 33,2 km<sup>2</sup>.



Figur 3.5: Eksisterende og revideret OSD nord for Viborg

### 3.3 Nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat

I forhold til grundvandsmagasinerne sårbarhed overfor nitrat er der 2 karakteristiske områdeudpegninger:

Nitratfølsomme indvindingsområder: Udpeges hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD eller indenfor vandværkernes indvindingsoplande.

Indsatsområder med hensyn til nitrat: Udpeges hvor grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat indenfor OSD eller vandværkernes indvindingsoplande, og hvor en særlig indsats er nødvendig, for at opretholde en god grundvandskvalitet.

De nitratfølsomme indvindingsområder er oprindeligt udpeget i amtets regionplan. Udpegningen af nitratfølsomme indvindingsområder bygger normalt på Miljøstyrelsens zoneringsvejledning /14/. Jf. zoneringsvejledningen tages der udgangspunkt i områder med grundvandsdannelse, og i disse områder udpeges nitratfølsomme indvindingsområder, hvor der er nitrat (over 25 mg/l) i vandet, hvor nitratindholdet er stigende eller hvor

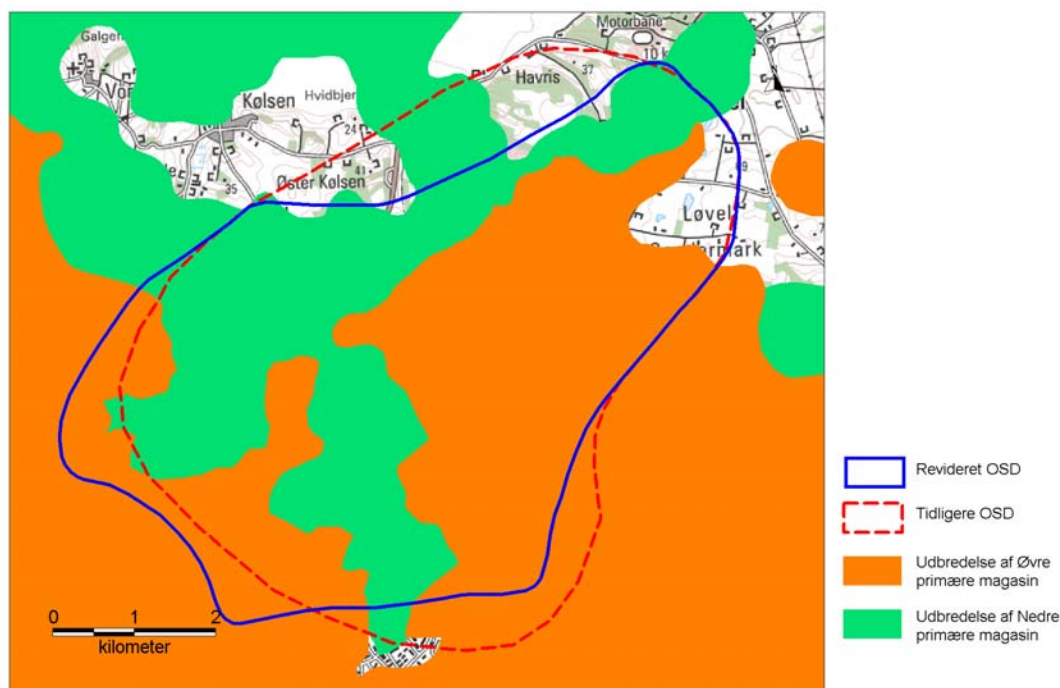
## Områdeudpegninger

den geologiske beskyttelse er ringe, dvs. der er tynde eller ingen dæklag af ler over grundvandsmagasinet.

Ved Viborg Nord er der indenfor OSD hidtil ikke udpeget områder som nitratfølsomme indvindingsområder. Med udgangspunkt i den detaljerede kortlægning er udpegningen som nitratfølsomt indvindingsområde og sårbarheden i det hele taget nærmere vurderet.

Sårbarheden vurderes i forhold til det primære indvindingsmagasin. Det primære indvindingsmagasin defineres som det grundvandsmagasin hvorfra hovedparten af indvindingen til drikkevand foregår og forventes at foregå i fremtiden. I OSD foregår indvindingen fra det Øvre primære magasin og fra det Nedre primære magasin.

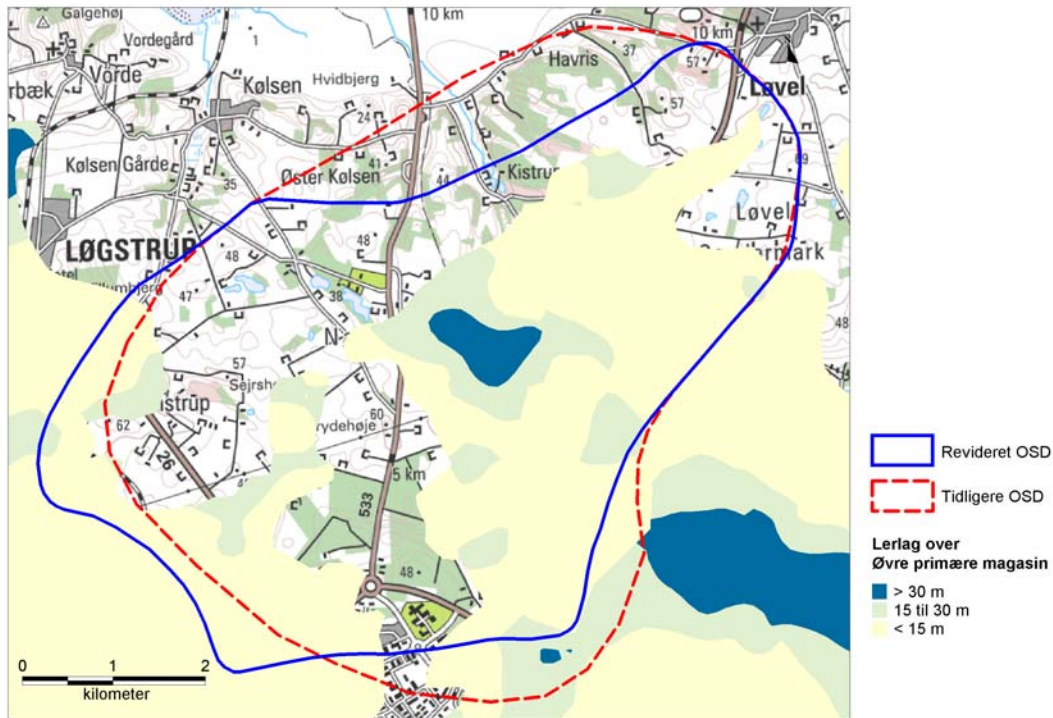
Vurderingen af sårbarheden knytter sig i første omgang til de områder, hvor det Øvre primære magasin er til stede. Hvor dette magasin ikke findes vurderes sårbarheden i forhold til det Nedre primære magasin. Udbredelsen af Øvre og Nedre primære magasiner fremgår af figur 3.6. Magasinet er til stede når laget (henholdsvis lag 3 og lag 5 i den hydrostratigrafiske model) er mere end 10 m tykt.



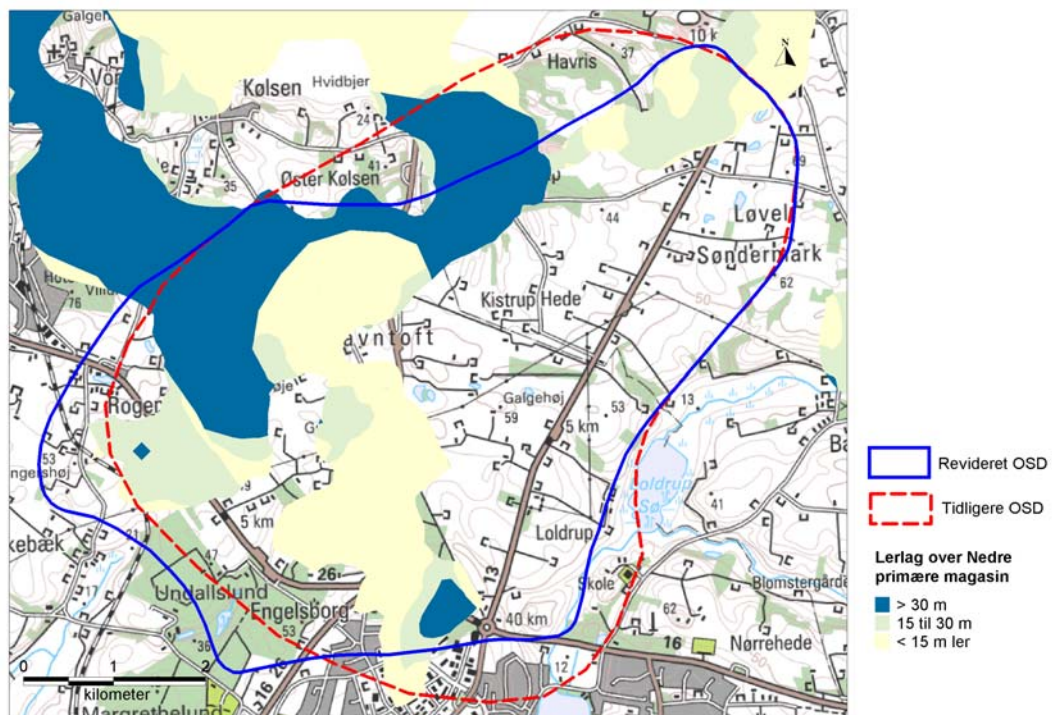
Figur 3.6: Udbredelse af Øvre og Nedre primære magasin. Nedre primære magasin ses kun på figuren, hvor Øvre primære magasin ikke er til stede.

Herefter vurderes udbredelsen af sammenhængende lerede dæklag over Øvre primære magasin og hvor dette magasin ikke er til stede over Nedre primære magasin.

Resultatet af disse beregninger fremgår af figur 3.7 og 3.8. Som det ses er der ikke større sammenhængende lerlag over nogle af grundvandsmagasinerne og umiddelbart må store dele af området vurderes som nitratsårbar med udgangspunkt i lertykkelserne.



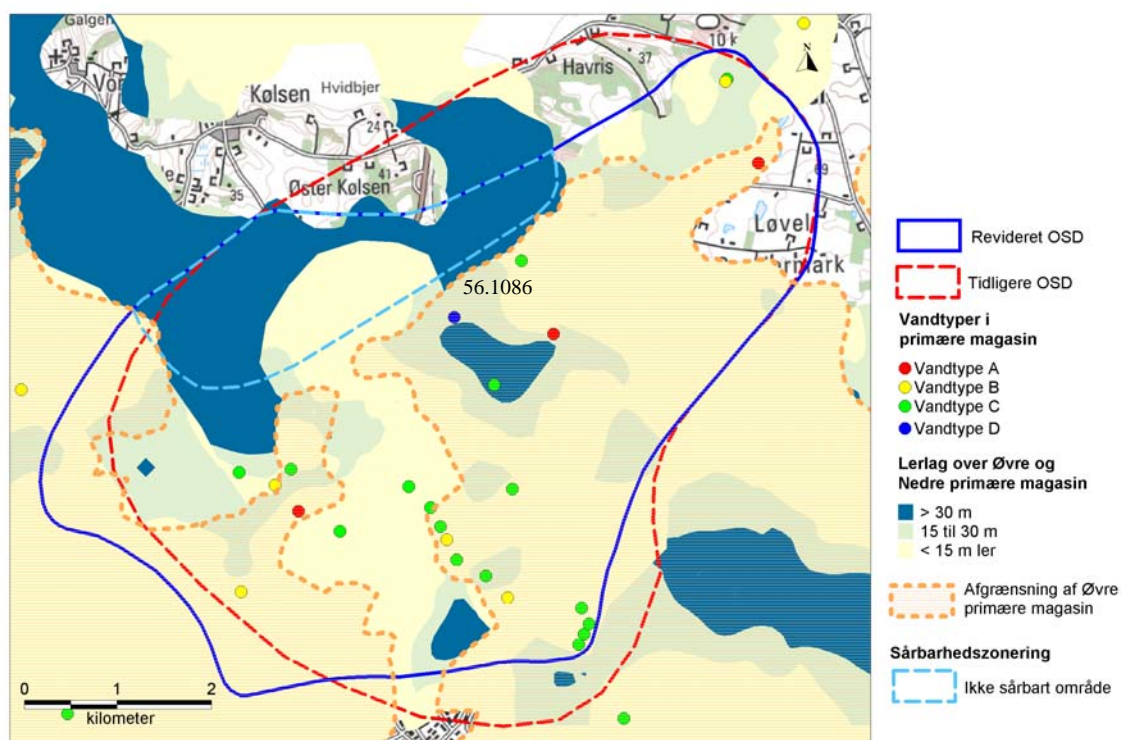
Figur 3.7: Tykkelse af lerlag over Øvre primære magasin.



Figur 3.8: Tykkelse af lerlag over Nedre primære magasin (hvor Øvre primære magasin ikke er til stede).

## Områdeudpegninger

På figur 3.9 er samlet en række temaer som har betydning for den endelige vurdering af sårbarheden. På figuren er lertykkelserne fra figur 3.7 og 3.8 vist samtidig. Endvidere er vist vandtyperne for borerne filtersat i det øvre eller nedre primære magasin.



Figur 3.9: Sårbarhedszonering af OSD.

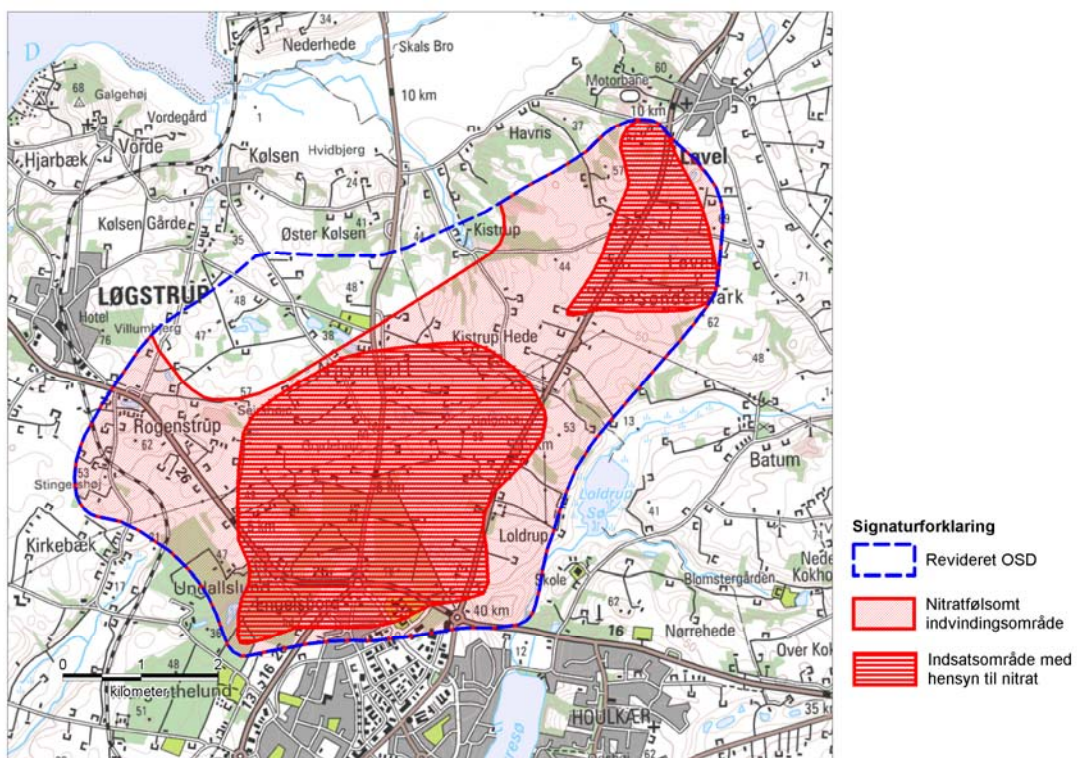
Da de beskyttende lerlag med mere end 15 m ler kun optræder som enkeltstående områder, hvor det nedsivende vand kan "løbe uden om" samtidig med, at der optræder en del borer med de sårbare vandtyper A og B, må området generelt betegnes som sårbart.

I den nordlige del af OSD er der dog udpeget et område, som ikke er sårbart overfor nitrat. I området er kun Nedre primære magasin tilstede, jf. den hydrostratigrafiske model (bemærk afgrænsningen af Øvre primære magasin på figur 3.9). I store dele af det ikke sårbare område er der et beskyttende lerlag på mere end 30 m, men centralt i området er der, vurderet ud fra den hydrostratigrafiske model, ikke lerlag til stede. I dette område ligger Nedre primære magasin dog dybt i en dalstruktur i omkring kote -90 m, dvs. omkring 120-130 m under terræn. Det vurderes på den baggrund, at der til så stor dybde reelt er mere end 15 m ler tilstede i de overliggende jordlag. Den nærliggende undersøgelsesboring DGU nr. 56.1086 (placering fremgår af figur 3.9) har da også vist en vekslende lagserie af sand og ler, som ikke fremgår af den hydrostratigrafiske model, se figur 4.2.9 i kapitel 4, men som må forventes at være til stede ved de dybe dalstrukturer. Samlet konkluderes det således, at det Nedre primære magasin i denne del af OSD ikke er sårbart overfor nitrat vurderet med udgangspunkt i en forventet lertykkelse på minimum 15 m i et større sammenhængende område.

Sammenfattende foretages følgende zonerings, se figur 3.10, hvor indvindingsoplandene til Viborg Nords kildeplads og Løvel Vandværk karakteriseres som indsatsområde med hensyn til nitrat, dels på grund af den ringe naturlige beskyttelse, og dels fordi der er konstateret nitrat i henholdsvis en og to boringer ved vandværkerne.

Den øvrige del af OSD udpeges som Nitratfølsomt indvindingsområde, med undtagelse af et område i den nordlige del, der ikke vurderes sårbart.

Konsekvenserne af ovennævnte udpegninger er nærmere gennemgået i kapitel 4.



Figur 3.10: Udpejningen af indsatsområde med hensyn til nitrat og nitratfølsomt indvindingsområde.

## 4 ANBEFALINGER OG INDSATSFORSLAG

---

I dette kapitel opstilles en række anbefalinger og forslag til indsatser på baggrund af de hidtidige kortlægningsresultater. Der tages udgangspunkt i OSD generelt og specifikt hvert vandværk. De kortlægningsmæssige resultater og problemstillinger er sammenfattet for hvert vandværk, således at kapitlet kan læses uafhængigt af den øvrige rapport.

Der er i kapitlet også gennemgået forholdene omkring en mulig fremtidig kildeplads centralt i OSD.

Gennemgangen bygger på et mangeartet datagrundlag af vidt forskellig kvalitet og alder. Der kan således være forhold ved det enkelte vandværk som reelt er anderledes nu (efteråret 2008) end beskrevet i disse afsnit. Det skal i den forbindelse nævnes at der ikke er foretaget noget besigtigelse af det enkelte vandværk og boring i forbindelse med denne rapport.

### 4.1 *Generelle indsatser*

Der er i OSD kortlagt 2 primære grundvandsmagasiner, hvorfra den nuværende og fremtidige indvinding til vandværkerne foregår. Det øvre grundvandsmagasin (Øvre primære magasin) er til stede i hovedparten af den østlige og sydlige del af OSD, mens det nedre grundvandsmagasin (Nedre primære magasin) hovedsageligt er til stede i forbindelse med en række begravede dalstrukturer centralt i OSD og i den vestlige del af OSD.

Viborg Nord indvinder delvis fra Øvre primære magasin og delvis fra Nedre primære magasin. Løvel vandværk indvinder fra Nedre primære magasin.

Især Øvre primære magasin, men også dele af Nedre primære magasin er kortlagt som sårbare magasiner. En stor del af OSD er på den baggrund udpeget som Nitratfølsomt indvindingsområde. Denne udpegnings betyder, at det forbindelse med miljøgodkendelser af udvidelser af husdyrbrug indenfor OSD bør sikres, at der ikke er en merbelastning i forhold til ”før situationen”, såfremt nitratkoncentrationen i det vand der forlader rodzonen er over 50 mg/l. En evt. merbelastning kan accepteres såfremt nitratbelastningen

er under 50 mg/l, idet beskyttelsesniveauet overfor nitrat betragtes som overholdt når udvaskningen er under 50 mg/l.

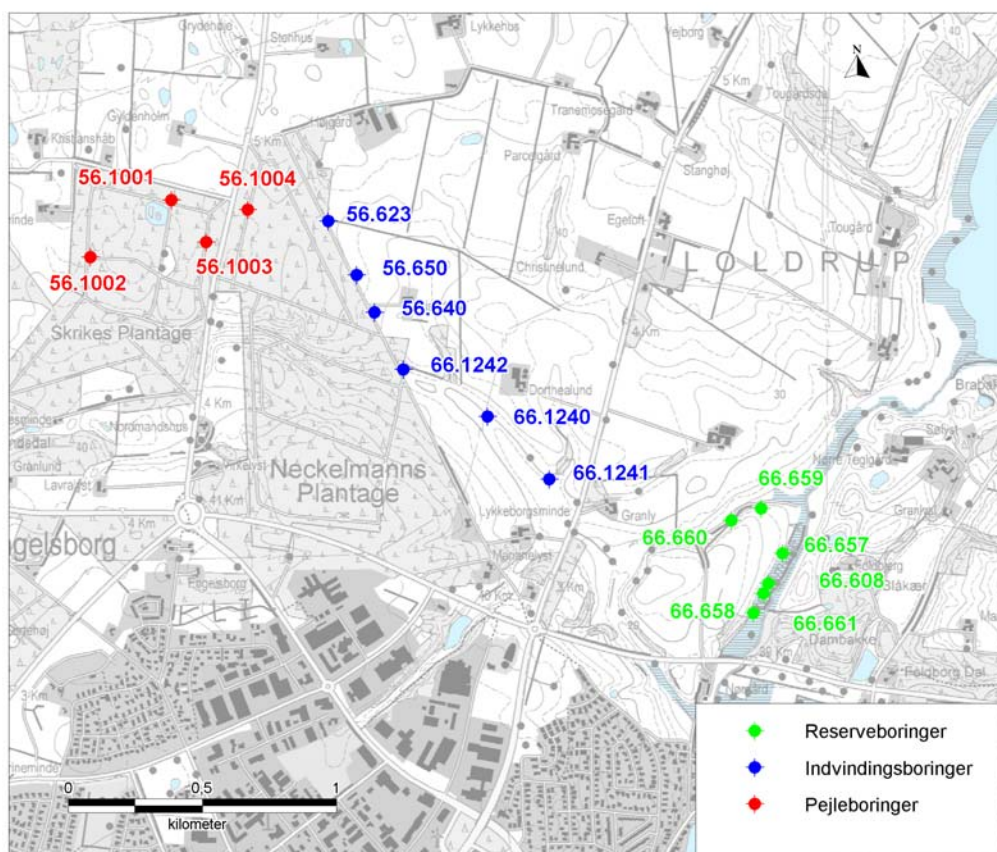
Sårbarheden af grundvandsmagasinerne betyder også, at der skal være særlig fokus på jordforureningerne indenfor OSD. Som en del af indsatsplanen bør Region Midt derfor prioriterer afklaringen af, hvorvidt allerede kortlagte lokaliteter indenfor OSD udgør en trussel overfor grundvandet. En eventuel forurening bør sikres fjernet eller afgrænset så den ikke udgør en trussel overfor grundvandet. Det skal, som en del af det efterfølgende arbejde med indsatsplanlægningen i området, sikres, at fornyet viden om jordforureningslokaliteter indenfor OSD tilgår kommunen.

### 4.2 Indsatser ved Viborg Nord

Viborg Vand A/S indvinder vand fra tre kildepladser: Viborg Nord, Viborg Syd og Viborg City. Viborg City indvinder fra borer beliggende på den vestlige side af Nørresø i udkanten af bykernen, mens Viborg Syd indvinder fra borer beliggende syd for Viborg by. Kun kildepladsen Viborg Nord er beliggende i det aktuelle OSD nord for Viborg by. Viborg Nord er den vigtigste kildeplads for Viborg Vand A/S.

Indvindingsboringerne tilhørende kildepladsen er beliggende i den nordlige del af Viborg. Kildepladsen har seks indvindingsboringer, seks reserveboringer og fire pejleboringer, se figur 4.2.1.

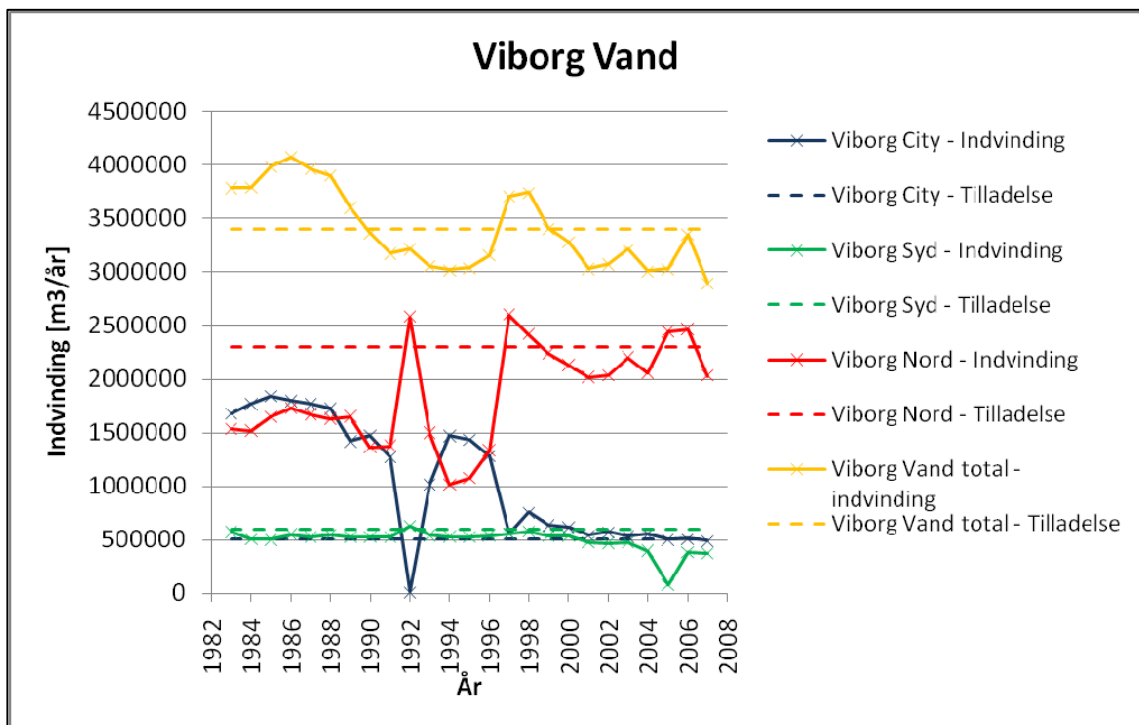
Vandværket har en indvindingstilladelse på 2.300.000 m<sup>3</sup> og indvandt i 2007 godt 2.000.000 m<sup>3</sup>. Indvindingen har fluktueret mellem 2.000.000 og 2.500.000 m<sup>3</sup>/år de seneste 10 år, se figur 4.2.2.



Figur 4.2.1: Boringernes placering på kildepladsen Viborg Nord.

Boringen med DGU nr. 56.623 fungerer også som GRUMO boring.



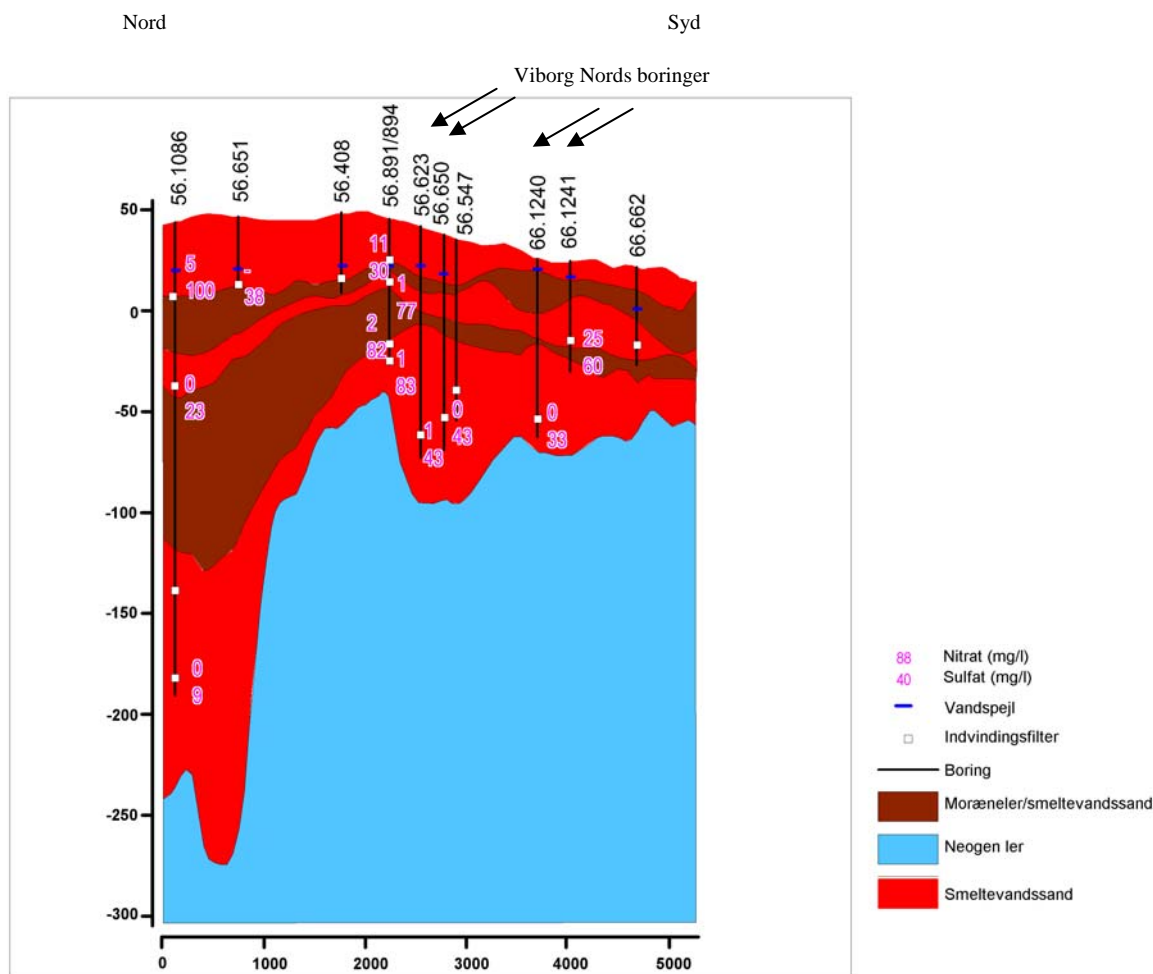


Figur 4.2.2: Indvundne mængder og aktuelle indvindingstilladelser for de 3 kildepladser tilhørende Viborg Vand A/S: Viborg City, Viborg Nord og Viborg Syd.

Af figur 4.2.2 ses, at den største indvinding på tre kildepladser sker fra den nordlige kildeplads, Viborg Nord. Det store udsving i indvindingsmængden i 1992 på kildepladserne Viborg Nord og Viborg City opvejer hinanden, således at den samlede indvundne mængde dette år er på niveau med indvindingen de øvrige år.

#### 4.2.1 Geologiske forhold

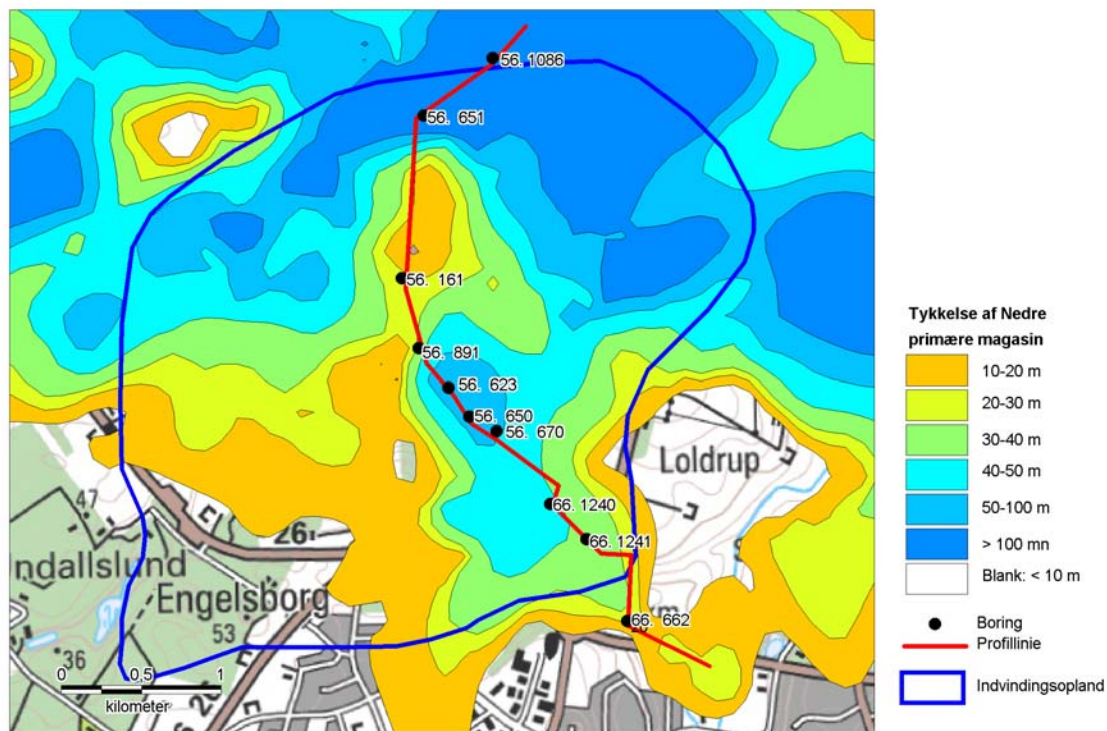
Der er på figur 4.2.3 optegnet er profilsnit fra indvindingsboringerne og gennem indvindingsoplandet til vandværket. På profilsnittet er vist de overordnede geologiske laggrænser. Det skal understreges at der er tale om en skitse-mæssig optegning ud fra den geologiske/hydrostratigrafiske model.



Figur 4.2.3: Geologisk profilsnit langs kildepladsen Viborg Nord og ud i oplandet.

Som det fremgår af figuren indvinder Viborg Nords boringer fra det Nedre primære magasin (lag 5). En enkelt boring DGU nr. 66.1241 er dog filtersat i det Øvre primære magasin.

Det skal bemærkes, at det Nedre primære magasin ligger forholdsvis højt ved kildepladsen, mens det ude i oplandet ligger betydeligt dybere (op til 100 m dybere) i en dalstruktur. Hvorvidt der reelt er direkte hydraulisk kontakt mellem det dybtliggende magasin i dalen og magasinet under kildepladsen er usikkert. Magasinets (lag 5) udstrækning er vist på figur 4.2.4. På figuren ses ligeledes retningen af profilsnittet. Endvidere ses indvindingsoplandet, hvilket der er nærmere redegjort for i næste afsnit.



Figur 4.2.4: Udbredelse af Nedre primære magasin i indvindingsoplandet til Viborg Nord kildepladsen. Endvidere ses profillinien, jf. figur 4.2.3.

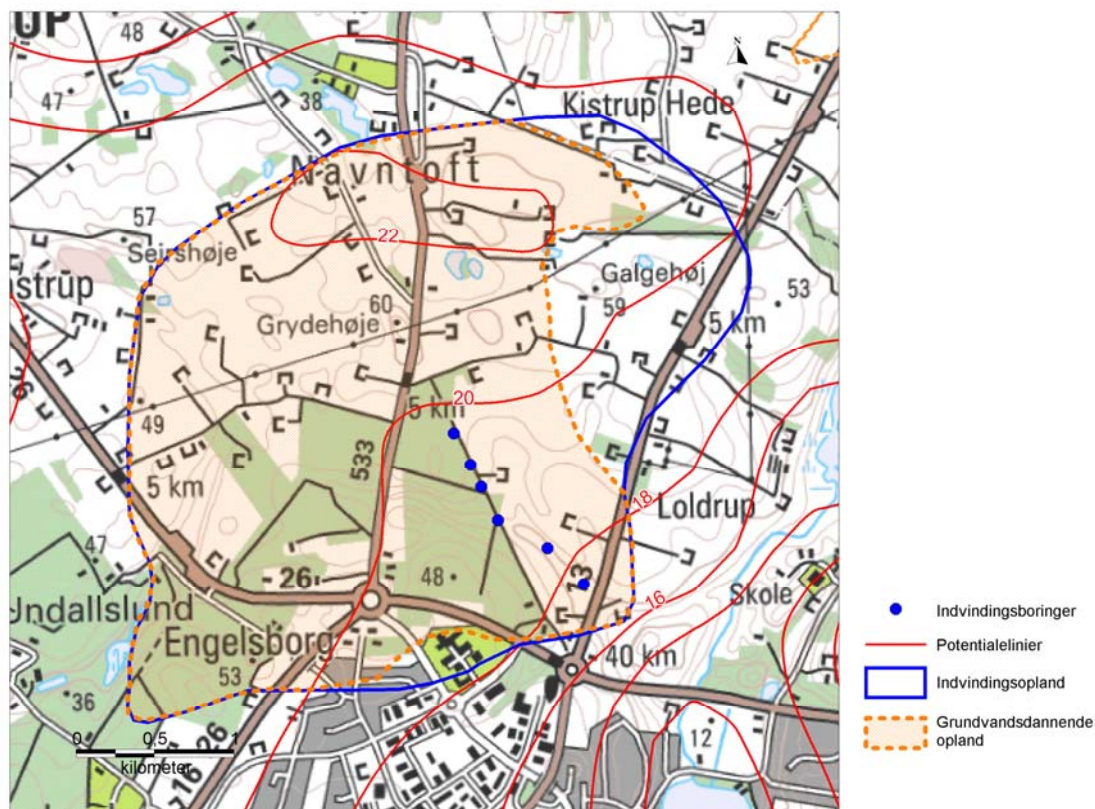
#### 4.2.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

Med udgangspunkt i grundvandsmodellen er der beregnet et indvindingsopland og et grundvandsdannende opland, se figur 4.2.5.

På figuren er ligeledes vist potentialelinierne for det primære grundvandsmagasin.

Vandet strømmer overordnet fra nordvest mod sydøst. Potentialet er forholdsvis fladt i området, hvilket bl.a. giver sig udslag i at indvindingsoplandet bliver halv-cirkulært og bredt.

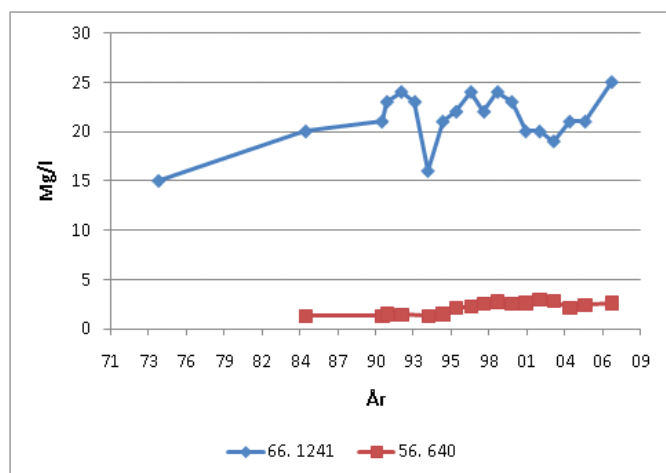
Det modelberegnete grundvandsdannende opland udgør en stor del af hele indvindingsoplandet, således er kun den nordøstligste del ikke vurderet som primært grundvandsdannende. Det skal understreges, at der ikke er særlige tykke lerede dæklag i dette område, der naturligt vil hindre en grundvandsdannelse. Ud fra de geologiske forhold kan nedsivning og dermed en grundvandsdannelse i den nordøstlige del af indvindingsoplandet ikke udelukkes, og udpegningen af det grundvandsdannende opland skal primært ses som en mulighed for at prioritere indsatserne indenfor hele indvindingsoplandet.



Figur 4.2.5: Indvindings- og grundvandsdannende opland samt potentialelinier.

### 4.2.3 Grundvandskemi og sårbarhed

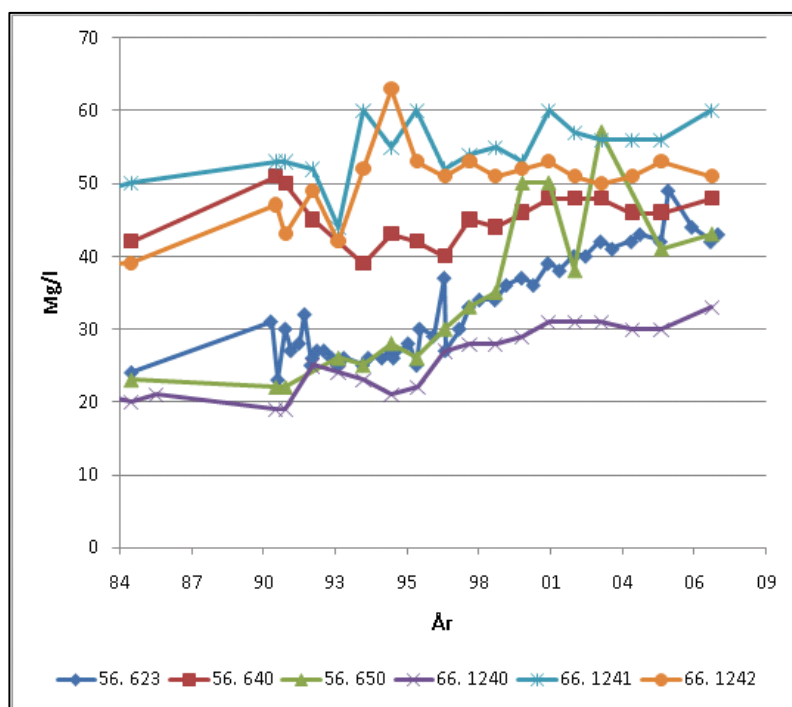
I indvindingsboringerne tilhørende kildepladsen Viborg Nord er der i hovedparten af borerne ikke påvist et indhold af nitrat i råvandet. I to indvindingsboringer, DGU nr. 56.640 og 66.1241 er der påvist hhv. 2,6 og 25 mg/l nitrat. Boringen med DGU nr. 56.640 er filtersat i det Nedre primære magasin, mens boring DGU nr. 66.1241 er filtersat i det Øvre primære magasin. Hvis der ses bort fra den første analyse i DGU nr. 66.1241 fra 1973 har udviklingen har været stabil i gennem en lang årrække, som det ses af nedenstående figur 4.2.6.



Figur 4.2.6.: Nitratudviklingen i de 2 indvindingsboringer med nitrat.

I de nuværende indvindingsboringer ses et normalt til moderat forhøjet (> 50 mg/l) sulfatindhold. Generelt har sulfatindholdet været stigende i alle boringer, men navnlig i boringerne DGU nr. 56.623, 56.650 og 66.1240, der som udgangspunkt havde de laveste sulfatkoncentrationer, har stigningen været tydelig.

Indholdet af sulfat er ikke kritisk, men den tidlige udvikling skal bemærkes og overvåges, se figur 4.2.7. Det stigende sulfatindhold stammer sandsynligvis fra nitratreduktion i jordlagene, hvor pyrit oxideres med nitrat under dannelse af sulfat. Nitratreduktionskapaciteten i jordlagene er dog begrænset, hvilket ses af at der reelt er sivet nitrat ned til 2 af boringerne. I disse 2 boringer er sulfatindholdet steget, men er alligevel under 60 mg/l. Dette tyder på en begrænset mængde pyrit i jordlagene og dermed en begrænset reduktionskapacitet.



Figur 4.2.7: Sulfatudviklingen i de nuværende indvindingsboringer

Indholdet af aggressiv kuldioxid er i to af indvindingsboringerne lettere forhøjet med et indhold som lige netop overskrider kvalitetskriteriet på 2 mg/l. Der er tale om boringerne med DGU nr. 56.640 og 66.608, hvor der ved seneste analyse er påvist et indhold af aggressiv kuldioxid på hhv. 2 og 2,1 mg/l. I de resterende indvindingsboringer er indholdet under 2 mg/l. Stoffet vurderes ikke at være kritisk i forhold til indvindingen.

## Anbefalinger og indsatsforslag

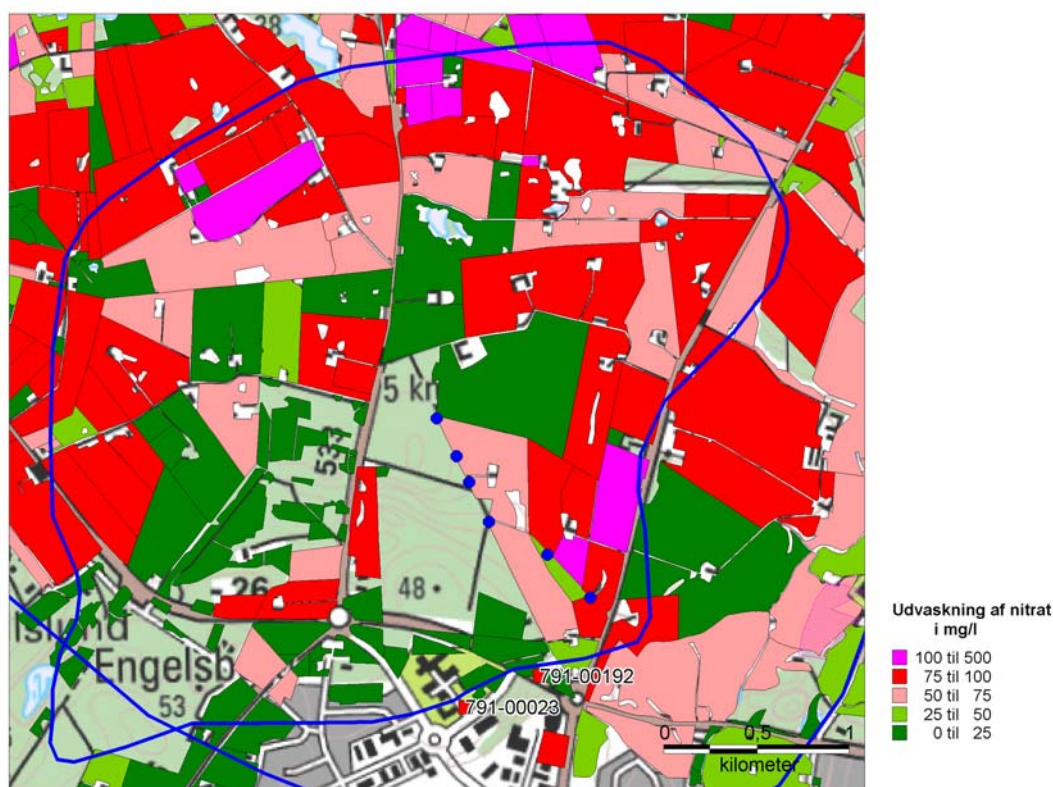
I forhold til sårbarheden viser grundvandskemien, at der sker belastning fra overfladen med nedsivende nitrat, hvilket giver sig udtryk i stigende sulfat. Endvidere viser nitratindholdet i 2 borer, at dele af indvindingsoplandet til Viborg Nord kildepladsen er sårbart overfor nedsivende nitrat

### 4.2.4 Arealanvendelse og jordforureninger

Dele af indvindingsoplandet strækker sig ind under den nordlige del af Viborg by. Der er dog ingen kortlagte forureninger indenfor oplandet. I udkanten af oplandet mod syd er der 2 V2 kortlagte grunde, se figur 4.2.8.

Oplandet består af ca. en tredjedel skov og to tredjedele landbrugsarealer. Der er dog også byområder i dele af indvindingsoplandet, men disse udgør under 5 % af det samlede indvindingsopland.

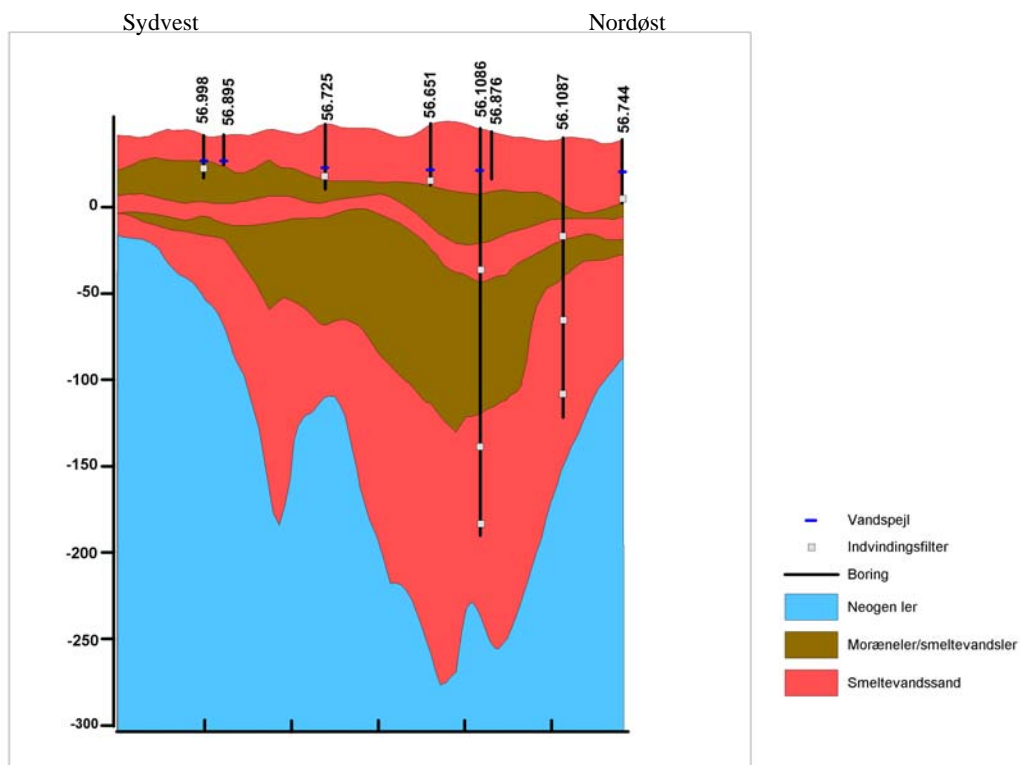
Der er både landbrugsarealer med en høj nitratudvaskning, i enkelte tilfælde endda over 100 mg/l, og arealer med lav udvaskning, dvs. under 25 mg/l. Den gennemsnitlige udvaskning fra landbrugsarealerne udgør 47 mg/l indenfor indvindingsoplandet.



Figur 4.2.8. Nitratudvaskning og jordforureninger i indvindingsoplandet til Viborg Nord.

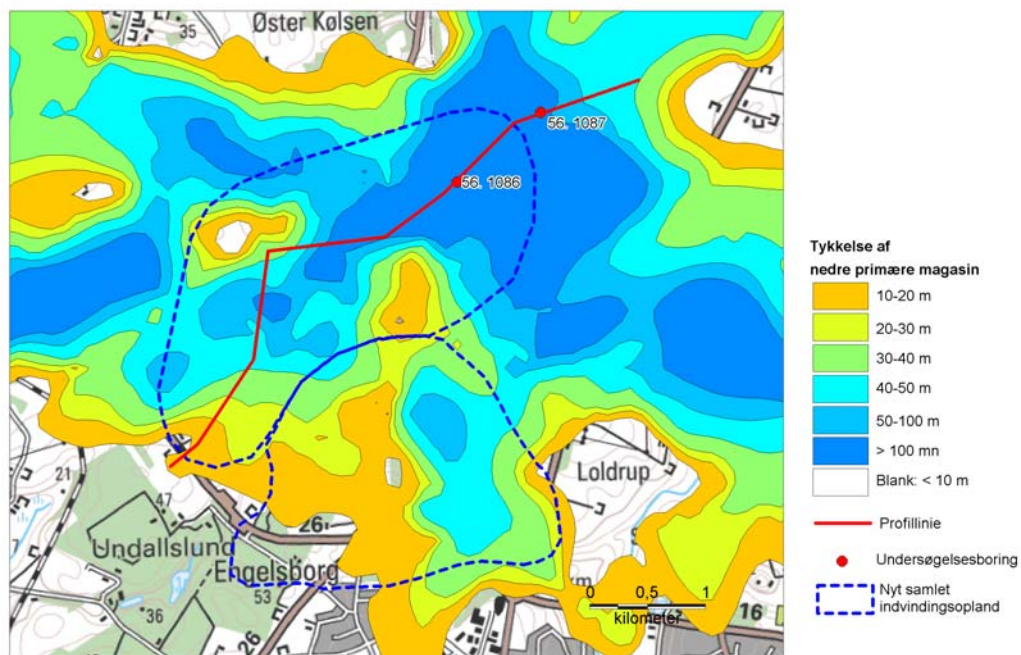


## Anbefalinger og indsatsforslag



Figur 4.2.10. Farvelagt geologisk profilsnit

Der skal bemærkes, at Nedre primære magasin, hvor begge boreriger er filtersat, ligger meget dybt og er meget tykt i den begravede dalstruktur. Magasinets (lag 5) udstrækning er vist på figur 4.2.11. På figuren ses ligeledes retningen af profilsnittet.



Figur 4.2.11: Undersøgelingsboringer, udbredelse af Nedre primære magasin, indvindingsopland samt optegnet profilinie.



Som det fremgår af figur 4.2.11 er der optegnet et muligt fremtidigt indvindingsopland. Dette er gjort med udgangspunkt i grundvandsmodellen /1/. Indvindingsboringerne består af boring DGU nr. 56.1086 samt en fiktiv boring, placeret knap 200 m nordøst for DGU nr. 56.1086. Indvindingen er sat til 1,25 mio. m<sup>3</sup>. Samtidig er indvindingen ved Viborg Nord neddroset til 1,25 mio. m<sup>3</sup>. Det samlede nye opland er skitseret på figur 4.2.11 med stiplede linie.

### Vandkemi

Der er foretaget analyser på boringernes råvand på vandprøver udtaget i november 2006. Indholdet af visse stoffer synes påvirket af selve boringens udførelse enten fra boremudder eller fra forurening fra overfladen, hvorfor stofkoncentrationerne generelt skal tages med et vist forbehold. Dette gælder især forhøjet indhold af klorid og fund af miljøfremmede stoffer.

Udvalgte analyseparametre er opstillet i nedenstående tabel i figur 4.2.12.

DGU nr.	Filter	Filterkote		Grundvandsmagasin	Nitrat [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Klorid [mg/l]	Arsen [µg/l]	Pentachlorphenol [µg/l]
		Top	Bund						
<b>56.1086</b>	1	-175	-187	Nedre primære	<0,50	9,1	15	1,6	<0,010
	2	-137	-140	Nedre primære	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
	3	-35	-38	Øvre magasin	<0,50	23	53	2,0	<b>0,036</b>
	4	19	17	Øvre magasin	5,1	100	120	<b>7,3</b>	<b>0,061</b>
<b>56.1087</b>	1	-100	-112	Nedre primære	<0,50	15	26	3,3	i.a.
	2	-62	-65	Øvre primære	<0,50	73	65	4,7	<0,010
	3	-13	-16	Øvre magasin	<0,50	85	25	2,8	<0,010
	4	17	14	Øvre magasin	<b>53</b>	47	34	1,6	<0,010

Figur 4.2.12: Tabel med analyseresultater for to undersøgelsesboringer. Råvandsprøver er udtaget i november 2006. Overskridelser af de respektive drikkevandskvalitetskriterier er angivet med fed skrift.

I boringen DGU nr. 56.1086 ses i det terrænnære filter (filter 4), filtersat i det Øvre magasin, et højt kloridindhold på 120 mg/l. Indholdet af arsen i filter 4 overskrider drikkevandskvalitetskriteriet på 5 µg/l. Der er ligeledes konstateret nitrat i filtret og et indhold af pentachlorphenol på 0,036 µg/l. Pentachlorphenol er også fundet i filter 3 i samme boring endda i højere koncentrationer (0,061 µg/l). Drikkevandskvalitetskriteriet for pentachlorphenol er 0,01 µg/l, hvorfor der for begge filtre er tale om en overskridelse af drikkevandskvalitetskriteriet. Fundet af pentachlorphenol kan undre, da der ikke synes nogen oplagte kilder til en pentachlorphenolforurening ved boringerne. Pentachlorphenol kan bl.a. stamme fra træimprægneringsmidler.

## **Anbefalinger og indsatsforslag**

---

I filter 1 i Nedre primære magasin ses ingen overskridelser af de respektive drikkevandskvalitetskriterier. Der er her tale om en reduceret vandkvalitet uden nitrat og med et lavt sulfatindhold.

For undersøgelsesboringen med DGU nr. 56.1087 er der i filter 4 (filtersat i det Øvre magasin) påvist et indhold af nitrat over drikkevandskvalitetskriteriet. For de resterende parametre og filtre ses ingen overskridelser af de respektive drikkevandskvalitetskriterier. Der er også her i det Nedre primære magasin tale om en reduceret vandkvalitet uden nitrat og med et lavt sulfatindhold.

Samlet viser undersøgelsesboringerne, at der i de dybe dele af det Nedre primære magasin er tale om en reduceret god vandkvalitet uden nitrat og med et lavt sulfatindhold. Boringerne viser også, at vandkvaliteten i det terrænnære Øvre magasin er kendetegnet ved et nitratindehold og/eller et højt sulfatindhold som indikerer mere eller mindre direkte påvirkning fra overfladen. Umiddelbart tillægges fund af pentachlorphenol og forhøjet indhold af klorid i det Øvre magasin ved den ene boring ingen betydning, før en eventuel ny prøve har verificeret resultaterne.

### **4.2.6 Indsatser**

Med udgangspunkt i Viborg Nords nuværende kildeplads og indvindingen herfra redegøres her for nogle indsatser, der bør iværksættes for at beskytte grundvandet. Kildepladsen udgør kernen i hele Viborg Vands indvinding. Grundvandsbeskyttelsen skal således have høj prioritet, og der skal generelt være fokus på den fremtidige arealanvendelse ved såvel nærområdet til kildepladsen som i indvindingsoplandet.

Der er kun et ringe sammenhængende dæklag af ler over grundvandsmagasinerne og indvindingsoplandet må karakteriseres som sårbart overfor påvirkninger fra overfladen. Et par af vandværkets borer viser således tegn på direkte påvirkning fra overfladen i form af nitrat i vandet. Der er derfor behov for en særlig indsats overfor nitrat ved kildepladsen og i indvindingsoplandet i det hele taget. Det er væsentligt, at den samlede belastning med nitrat mindskes i fremtiden, da jordens kapacitet til at reducere den ned-sivende nitrat ikke er uendelig, men på et tidspunkt opbruges. Dette er baggrunden for, at indvindingsoplandet til kildepladsen er udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat. For at fremtidssikre magasinet, indebærer denne udpegning, at udvaskningen af nitrat fra rodzonen bør reduceres mest muligt, ikke bør være stigende og som udgangspunkt bør være under kvalitetskravet til drikkevand, dvs. 50 mg/l. Det skal bemærkes, at den gennemsnitlige udvaskning fra landbrugsarealerne indenfor indvindingsoplandet er nede på 47 mg/l. Med udgangspunkt i de givne arealdata er kravet til nitratudvaskningen

allerede opfyldt. Der bør som en del af indsatsplanarbejdet opsøges informationer om aktuelle afgrødesammensætninger og dyrkningsforhold.

Der er ingen kortlagte jordforureninger inden for oplandet, men det er vigtigt, at eventuelle fremtidige jordforureninger inden for indvindingsoplandet eller i umiddelbart nærhed af oplandet, bør prioriteres og opryddes i forhold til risikoen overfor grundvandet. De to V2 kortlagte grunde umiddelbart syd for indvindingsoplandet, bør derfor prioriteres højt af Region Midt.

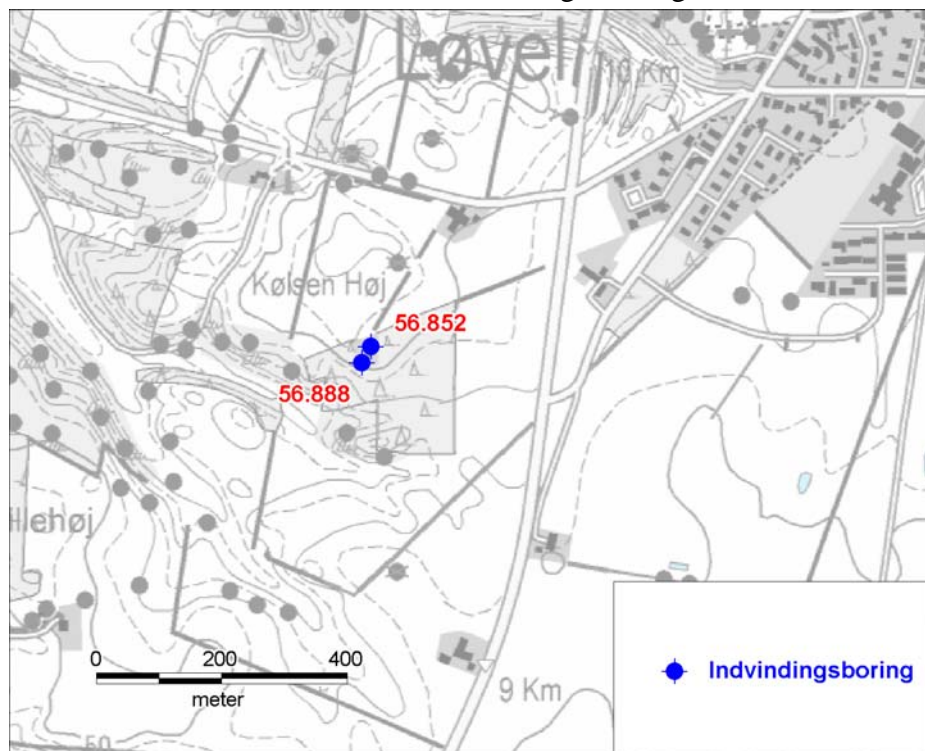
Kortlægningen har vist, at der er en betydelig grundvandsdannelse indenfor stort set hele indvindingsoplandet. Det skal derfor generelt sikres indenfor indvindingsoplandet, at eventuelle fremtidige ændringer i arealanvendelsen kun sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen. Således bør arealanvendelsen ikke overgå til mere grundvands-truende aktiviteter. Skovrejsning er en oplagt mulighed for at beskytte grundvandet langsigtet. Kildepladsen er allerede rimeligt beskyttet af eksisterende og kommende skov. Længere ude i oplandet er der dog tale om intensiv landbrugsdrift med risiko for udvaskning af meget nitrat. Også her ville skovrejsning være en ideel beskyttelse. En anden mulighed vil være aftaler om ændrede dyrkningsformer, eksempelvis brug af efterafgrøder, der vil mindske nitratudvaskningen. Indsatserne bør som udgangspunkt iværksættes indenfor hele indvindingsoplandet, men i forhold til at prioritere indsatserne kan der med fordel tages udgangspunkt i det grundvandsdannende opland, jf. figur 4.2.5.

For de arealer som er udlagt som byområde er det vigtigt, at den fremtidige udbygning sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen, således at risikoen for grundvandsforurening minimeres.

Generelt indenfor indvindingsoplandet, dvs. også de dele der er beliggende i det åbne land, skal der ved miljøtilsyn af virksomheder, herunder landbrug, være fokus på at vurdere risikoen for forurening af grundvandet, og tiltag bør iværksættes såfremt der vurderes at være en sådan risiko.

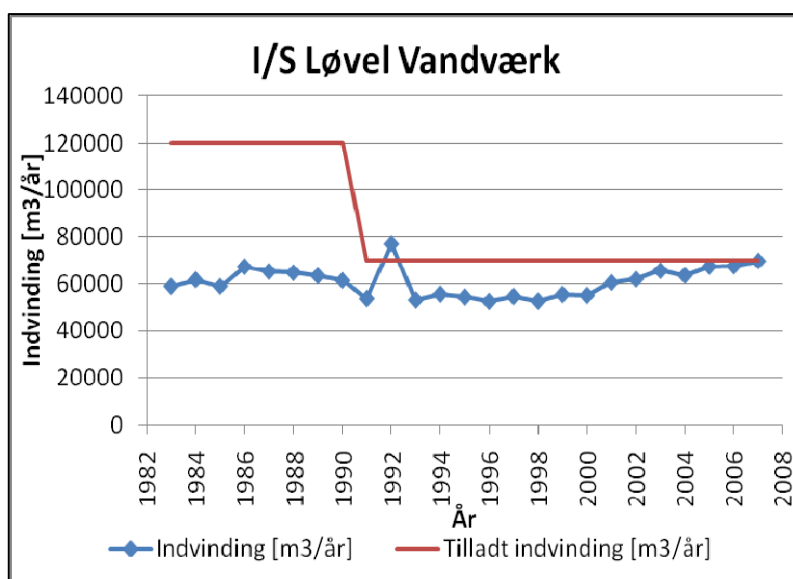
### 4.3 Indsatser ved I/S Løvel Vandværk

I/S Løvel Vandværk er beliggende sydvest for Løvel by i den nordøstlige del af indsatsområdet. Vandværket indvinder fra 2 borer, se figur 4.3.1.



Figur 4.3.1: Boringernes placering på Løvel Vandværks kildeplads.

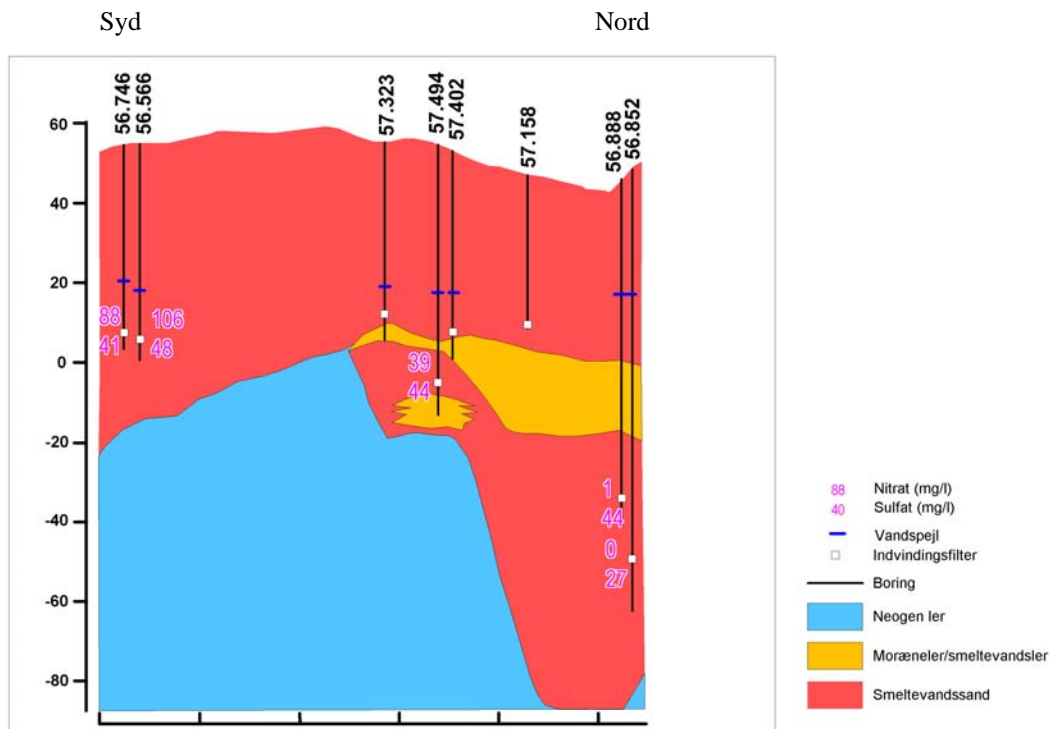
Vandværket har en årlig indvindingstilladelse på 70.000 m<sup>3</sup> og indvinder ca. 67.000 m<sup>3</sup> årligt. Indvindingen har været let stigende de seneste ca. 15 år, se figur 4.3.2.



Figur 4.3.2: Den tidlige udvikling i indvindingen.

### 4.3.1 Geologiske forhold

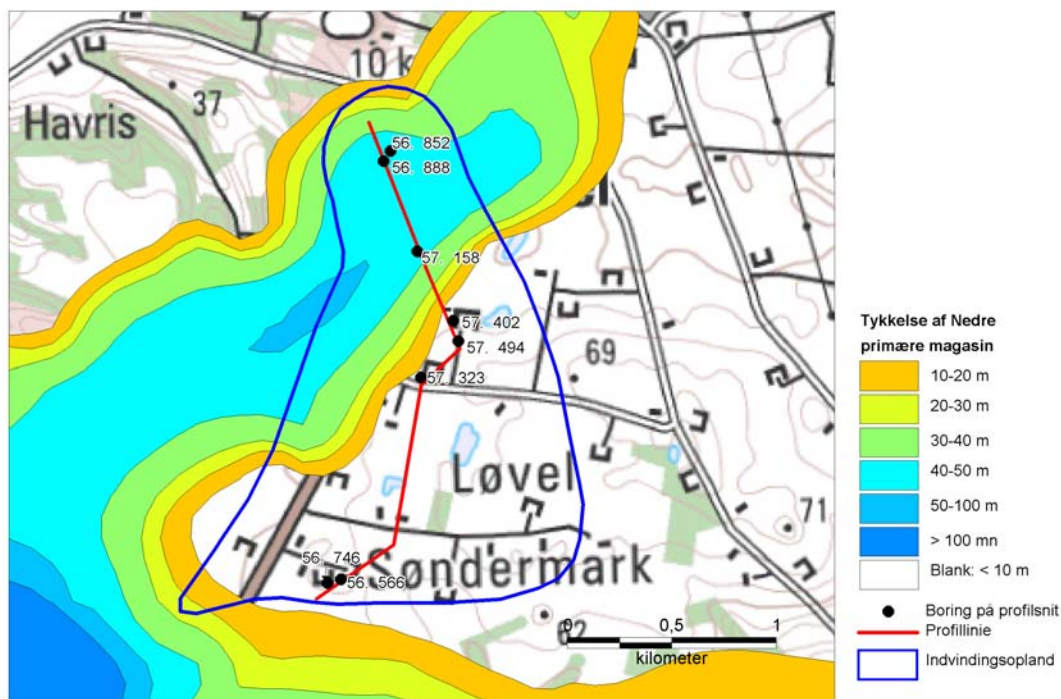
Der er på figur 4.3.3 optegnet er profilsnit fra indvindingsboringerne og gennem indvindingsoplandet til vandværket. På profilsnittet er vist de overordnede geologiske laggrænser. Det skal understreges, at der er tale om en skitse-mæssig optegning ud fra den geologiske/hydrostratigrafiske model.



Figur 4.3.3: Farvelagt profil med vandkemisk information. Boring 56.888 og 56.852 er vandværkets borer.

Som det ses af profilet indvinder Løvel Vandværk fra forholdsvis stor dybde i det Nedre primære grundvandsmagasin. Dette magasin består af smeltevandssand i en dalstruktur der løber i sydvest-nordøstlig retning. Magasinet er vist på figur 4.3.4. På figuren ses retningen af profilsnittet.

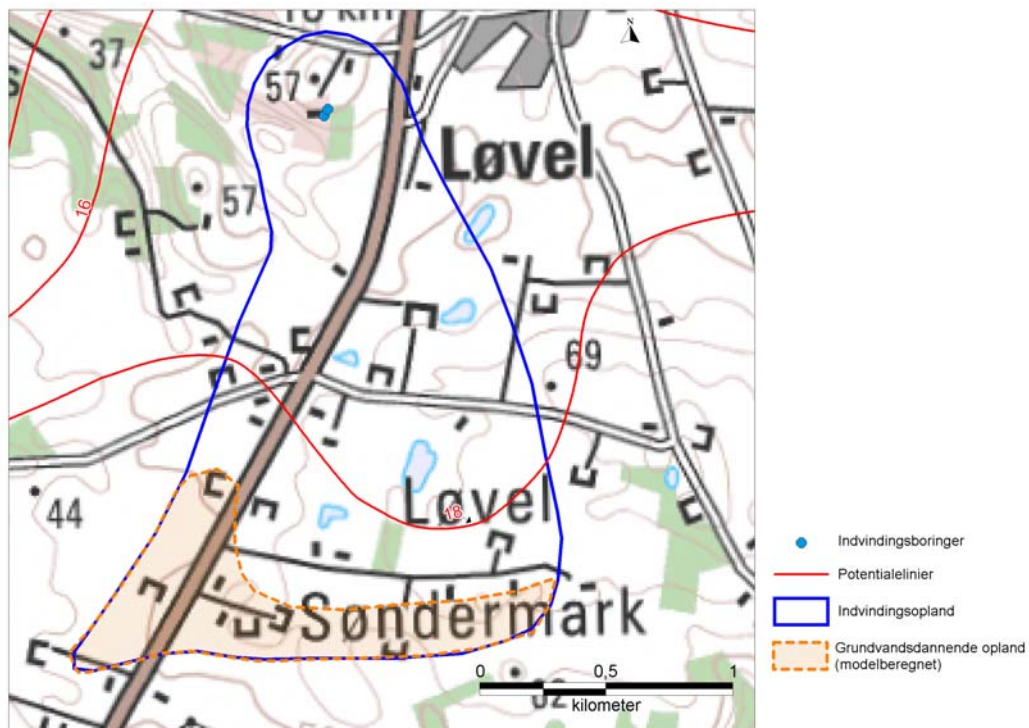
Det Nedre primære magasin er ikke eksisterende i de dele af oplandet der ligger længst væk fra indvindingsboringerne, se figur 4.3.3 og 4.3.4. I dette område er kun det overfladenære Øvre magasin tilstede. Fra det Øvre magasin strømmer vandet mod nord-nordvest og ned i de dybereliggende grundvandsmagasin, sandsynligvis hvor lerlaget over det dybe magasin er forholdsvis tyndt (midt på profilet ved boring DGU nr. 57.323 på figur 4.3.3).



Figur 4.3.4: Udbredelse af Nedre primære magasin. Endvidere ses profillinen, jf. figur 4.3.3.

### 4.3.2 Potentialeforhold og indvindingsopland

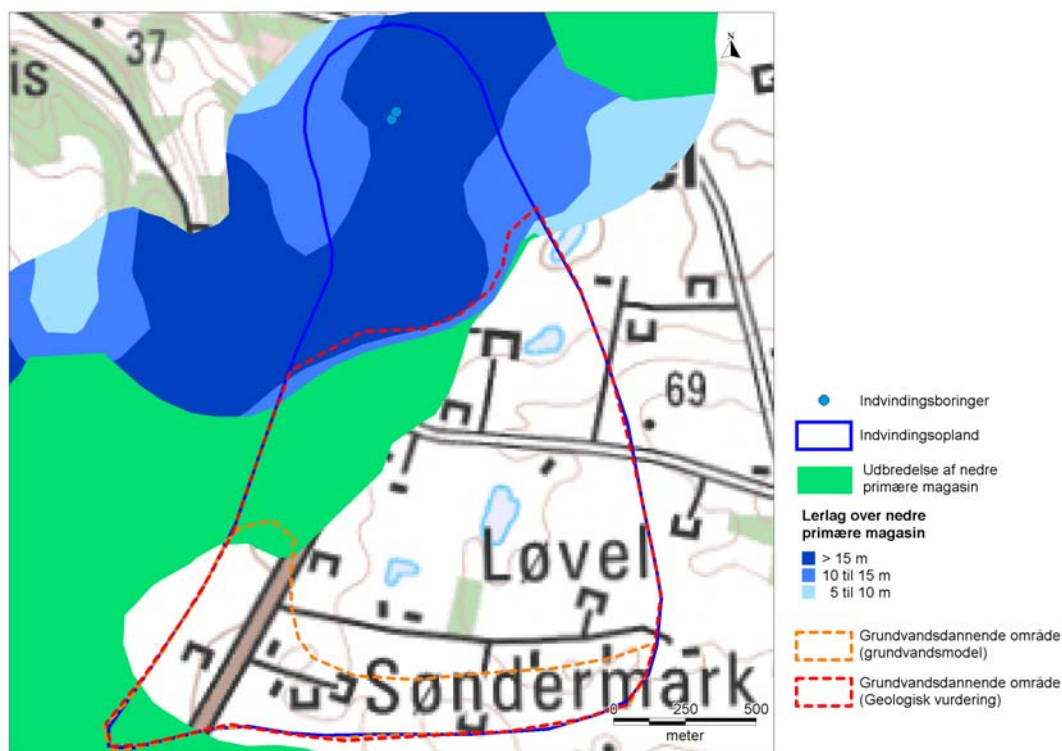
Overordnet strømmer grundvandet i området fra øst og fra syd mod nordvest. Ved Løvel Vandværk strømmer vandet primært fra syd mod nord, som det ses af figur 4.3.5.



Figur 4.3.5: Indvindings- og grundvandsdannende opland samt potentialelinier.

Indvindingsoplandet og det grundvandsdannende opland er angivet på figur 4.3.5. Disse er optegnet med udgangspunkt i den opstillede grundvandmodel. Indvindingsoplandet strækker sig mod syd ned mod Løvel Søndermark. Som det fremgår af figuren, beregner grundvandsmodellen det grundvandsdannende opland som et område i den sydligste del af indvindingsoplandet. Der er dog ikke entydige geologiske informationer der underbygger, at der ikke kan ske en grundvandsdannelse i større dele af indvindingsoplandet end det beregnede grundvandsdannende opland. Der er således ikke større sammenhængende og tykke lerlag indenfor indvindingsoplandet, der vil kunne hindre en grundvandsdannelse. Kun lokalt ved indvindingsboringerne og umiddelbart syd herfor er der et lerdække over grundvandsmagasinet der til dels vil kunne mindske nedsivningen. Dette kan bl.a. ses på det geologiske profil på figur 4.3.3.

Hvis det grundvandsdannende oplande alene vurderes ud fra de geologiske forhold må det antages at en stor del af det nedsivende vand vil strømme ned i det Nedre primære magasin, hvor lerlaget over det Nedre primære magasin er forholdsvis tyndt, dvs. ved overgangen til den dalstruktur, hvor det Nedre primære magasin optræder, se også det geologiske profil på figur 4.3.3. Da grundvandets strømningsretning er fra syd mod nord og da de øverste jordlag primært er sandede, vil det grundvandsdannende oplande være den del af indvindingsoplandet der ligger ved og syd for det område, hvor lerlaget over det Nedre primære magasin er forholdsvis tyndt. På figur 4.3.6 er vist dette grundvandsdannende område. Det skal understreges, at lerlaget over Nedre primære magasin i den øverste del af indvindingsoplandet op mod kildepladsen, ikke er tykkere og mere udbredt, end at der også her må forventes at ske en grundvandsdannelse. Udpegningen af det grundvandsdannende område skal derfor primært opfattes som en mulighed for at prioritere indsatserne, der som udgangspunkt skal ske i hele indvindingsoplandet.



Figur 4.3.6: Grundvandsdannende områder.

### 4.3.3 Grundvandskemi og sårbarhed

Alle indvindingsboringerne tilhørende Løvel Vandværk er filtersat i det nedre primære grundvandsmagasin. I den ene aktive indvindingsboring, DGU nr. 56.852, er der ikke påvist indhold af nitrat, mens der i indvindingsboringen med DGU nr. 56.888 ved seneste analyse er påvist et lavt indhold af nitrat på 1,4 mg/l. Sulfatindholdet i indvindingsboringerne er fundet til hhv. 27 og 44 mg/l og betegnes derfor ikke som forhøjede.

Umiddelbart er indholdet af de nævnte parametre ikke alarmerende, men hvis der ses på den tidlige udvikling i indholdet, skal det bemærkes at sulfatindholdet i DGU nr. 56.852 er steget fra 17 til 27 mg/l fra 1991 til 2008 (der er ikke nitrat i nogle af analyserne), mens sulfatindholdet i DGU nr. 56.888 er steget fra 21 mg/l til 44 mg/l fra 1989 til 2008 og nitratinholdet er gået fra ingenting i 1991 til 1,4 mg/l i 2008.

Det stigende sulfatindhold tyder på, at der sker nitratreduktion i de overliggende jordlag, hvor nitrat fjernes ved pyritoxidation under dannelse af sulfat. Tilsyneladende er denne reduktionskapacitet allerede tæt på at være opbrugt såfremt nitratinholdet på 1,4 mg/l er korrekt.



Som det fremgår af figur 4.3.3 er boring DGU nr. 56.852 filtersat lidt dybere end DGU nr. 56.888, hvilket kan være baggrunden for at der er konstateret nitrat i boring DGU nr. 56.888 og ikke i DGU nr. 56.852. Af figur 4.3.3 ses at der er et markant indhold af nitrat i 3 boringer, som indvinder mere terrænnært indenfor indvindingsoplandet til Løvel Vandværk. I disse 3 boringer er der et markant nitratinhold, samtidig med at sulfatindholdet ikke er specielt højt (indenfor et normalt baggrundsniveau for nedsivende regnvand). Dette viser, at nitratreduktionskapaciteten med hensyn til pyrit i jordlagene er begrænset i dette område. Dette hænger bl.a. sammen med, at der primært er sandede sedimentter i området, idet pyrit ofte er knyttet til lerede sedimentter.

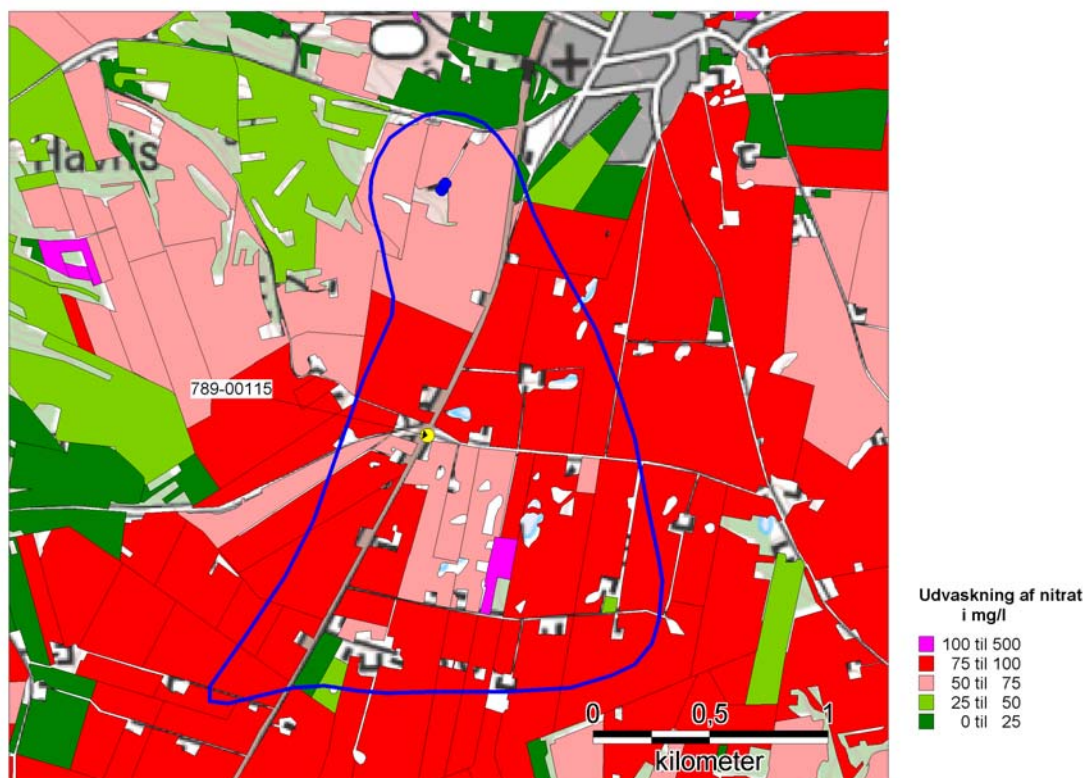
Konklusionen for Løvel Vandværk er, at der er nitratholdigt vand på vej mod indvindingsboringerne fra de terrænnære magasiner og at jordlagenes evne til at fjerne nitraten ved pyritoxidation sandsynligvis er begrænset. Muligvis ligger nitratfronten for det nedsivende vand allerede tæt på det øverste af vandværkets 2 indvindingsfiltre, idet der her er fundet 1,4 mg/l. Der skal dog foreligge flere vandprøver fra dette indvindingsfilter, som viser et indhold af nitrat, før dette kan konkluderes entydigt.

I forhold til vandkvaliteten i øvrigt kan det konstateres, at kloridindholdet i begge boringer er lavt, omkring 20 mg/l, og der er minimalt indhold af arsen. I den ene boring, DGU nr. 56.852, er der konstateret et let forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid på 4 mg/l, mens indholdet i DGU nr. 56.888 er under analysemetodens detektionsgrænse på 2 mg/l, som også er drikkevandkvalitetskriteriet for stoffet. Indholdet på 4 mg/l udgør dog ikke et kvalitetsmæssigt problem, da et så lavt indhold af aggressiv kuldioxid normalt vil fjernes ved den almindelige vandbehandling på vandværket.

I forhold til sårbarheden viser grundvandskemien at store dele af indvindingsoplandet til Løvel vandværk er sårbart overfor nedsivende nitrat.

### 4.3.4 Arealanvendelse og jordforureninger

Vandværkets indvindingsboringer ligger fornuftigt udenfor byen, og arealanvendelsen udgøres derfor primært af landbrugsarealer. Der er ingen nævneværdige naturarealer indenfor oplandet. Der er tilsyneladende tale om intensivt dyrkede landbrugsarealer hvorfra udvaskningen af nitrat er forholdsvis høj, ofte mellem 75 og 100 mg/l. Den gennemsnitlige udvaskning indenfor oplandet er 72 mg/l.



Figur 4.3.7: Nitratudvaskning og jordforureninger.

Der er kortlagt en mulig forurening (V1 kortlagt) ved et autoværksted centralt i oplandet. Det er dog ikke afklaret endnu, hvorvidt der reelt er en forurening ved lokaliteten.

### 4.3.5 Indsatser

Med udgangspunkt i figur 4.3.7, hvor nitratudvaskningen og jordforureningerne er angivet, kan der fremhæves en række punkter, hvor det er nødvendigt at gøre en indsats for at beskytte grundvandsmagasinet og indvindingen ved Løvel Vandværk.

Indvindingsoplandet til Løvel Vandværk er sårbart og mere eller mindre direkte påvirket fra overfladen, bl.a. i form af nitrat. Der er derfor behov for en særlig indsats overfor nitrat ved kildepladsen og i indvindingsoplandet i det hele taget. Det er således væsentligt, at den samlede belastning med nitrat mindskes i fremtiden, da jordens kapacitet til at reducere den nedsivende nitrat ikke er uendelig, men på et tidspunkt opbruges. Som tidligere nævnt er der allerede begyndende tegn på gennembrud af nitrat i indvindingsboringerne. Dette er baggrunden for, at indvindingsoplandet er udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat. For at fremtidssikre magasinet, indebærer denne udpegnings at udvaskningen af nitrat fra rodzonen bør reduceres mest muligt, ikke bør være stigende og som udgangspunkt være under kvalitetskravet til drikkevand, dvs. 50 mg/l.

Det er vigtigt at eventuelle fremtidige jordforureninger inden for indvindingsoplandet bliver prioriteret og opryddet i forhold til risikoen overfor grundvandet.

Indvindingsoplandet vurderes at være sårbart overfor nedsivning fra overfladen indenfor hele oplandet. Det bør derfor generelt sikres, at eventuelle fremtidige ændringer i areal-anvendelsen kun sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen. Således bør areal-anvendelsen ikke overgå til mere grundvandstruende aktiviteter. Skovrejsning er en oplagt mulighed for at beskytte grundvandet langsigtet. En anden mulighed vil være aftaler om ændrede dyrkningsformer, eksempelvis brug af efterafgrøder, der vil mindske nitratudvaskningen. Indsatserne bør som udgangspunkt iværksættes indenfor hele indvindingsoplandet, men i forhold til at prioritere indsatserne kan der tages udgangspunkt i det grundvandsdannende opland vurderet ud fra de geologiske forhold, jf. figur 4.3.6.

Generelt indenfor indvindingsoplandet skal der ved miljøtilsyn af virksomheder, herunder landbrug, være fokus på at vurdere risikoen for forurening af grundvandet, og tiltag bør iværksættes såfremt der vurderes at være en sådan risiko.

## 5 SAMMENFATNING

---

Miljøcenter Ringkøbing har udarbejdet en dokumentationsrapport for et OSD kaldet Viborg Nord. Rapporten sammenfatter den hidtidige kortlægning i området og skal danne grundlag for kommunens indsatsplanlægning i området.

### 5.1 Resultater

#### Geologiske forhold

Overordnet består OSD hovedsageligt af et morænelandskab, som i områdets sydøstlige del afgrænses af en tunneldal og smeltevandsslette. Centralt i OSD optræder et randmorænelandskab med en omtrentlig vest-øst orientering.

I de terrænnære lag ses overvejende sandede aflejringer fra morænesand og smeltevandssand til senglacial og postglacial ferskvandssand samt postglacial saltvandssand. Der er dog også spredte forekomster af moræneler og smeltevandsler.

Der er indenfor området kortlagt et dalsystem, bestående af 3 begravede dale. Områdets begravede dale betyder, at den prækvartære overflade, som danner basis for de kvartære sandlag hvorfra der indvindes vand, er præget af store topografiske forskelle og varierer i kote mellem ca. +25 m og -200 m.

Området nord for Viborg har gennem kvartærtiden været overskredet flere gange af gletschere fra forskellige retninger, som har afsat tillenheder og smeltevandssedimenter.

De kvartære aflejringer består således af en vekslende lagfølge af smeltevandssand og moræneler/smeltevandsler, dog ses der hovedsageligt store mægtigheder af smeltevandssand.

Der er udpeget 3 overordnede grundvandsmagasiner i området: et terrænnært øvre grundvandsmagasin (Øvre magasin), et øvre primært grundvandsmagasin (Øvre primære magasin) og et nedre primært grundvandsmagasin (Nedre primære magasin), hvor sidstnævnte hovedsageligt findes i de dybe dalstrukturer.

Generelt vurderes der ikke at forekomme større, sammenhængende, lerlag over grundvandsmagasinerne indenfor OSD. Dette gør sig især gældende i den centrale del af området, hvor det begravede dalsystem ligeledes findes. Lagene over grundvandsmagasinerne består langt overvejende af sandede lag, som ikke yder nogen nævneværdig form for beskyttelse. Der er på den sandsynligvis mere eller mindre hydraulisk kontakt mellem de 3 grundvandsmagasiner indenfor OSD.

Der er opstillet en hydrostratigrafisk model bestående af 5 lag: 3 magasinlag og 2 vandstandsende lag. Det skal understreges, at der er tale om en simpel model og betegnelserne på lagene (magasinlag og vandstandsende lag) ikke er fuldt dækkende for lagets karakter, således er de ”vandstandsende lag” ikke egentligt vandstandsende, men består generelt af mere finkornede sedimenter, der har dårligere vandførende egenskaber end de over og underliggende magasinlag.

### Hydrologiske og indvindingsmæssige forhold

OSD omkranses af 2 større vandløb der er afgørende for afstrømningen. Sydøst for området udspringer Nørremølle Å der løber gennem søerne i Viborg (Nørresø og Søndersø) og derfra videre mod øst i Nørreåen. Nord og vest for området løber Skals Å der løber ud i Hjarbæk Fjord. Fra de nordlige dele af indsatsområdet strømmer overfladevandet via Trudskov bæk, Kølsen bæk og en ”grøft” mod Skals Å mod nord. I den vestlig og sydvestlige del strømmer Fiskbæk Møllebæk og Jegstrup bæk mod sydvest mod Fiskbæk Å, der ender i Hjarbæk Fjord.

Inden for indsatsområdet indvindes ca. 2,1 mio. m<sup>3</sup> til den almene vandforsyning (Viborg Nord kildepladsen og Løvel vandværk). Der er meddelt en samlet tilladelse til den almene vandforsyning på knap 2,4 mio. m<sup>3</sup>. Derudover indvindes ca. 27.000 m<sup>3</sup> årligt (2007) til markvanding. Indvindingen til markvanding må formodes at variere fra år til år afhængig af afgrøder og nedbør. Der meddelt tilladelse til markvanding på 235.000 m<sup>3</sup> årligt.

Den samlede indvinding af grundvand udgør således ca. 2,1 mio. m<sup>3</sup>. Af en beregnet grundvandsdannelse på 12 mio. m<sup>3</sup> anvendes knap 18 % til vandindvinding. Samlet indenfor OSD vurderes grundvandsressourcen at være tilstrækkelig i forhold til såvel den reelle indvinding og den tilladte indvinding. Indvindingen vurderes ikke at være kritisk i forhold til at påvirke overfladerecipienter.

## Sammenfatning

---

### Vandkvalitet

De 2 almene vandværkers vandkvalitet er generelt meget fin, selvom der er fundet mindre koncentrationer af nitrat i nogle af borerne. At den nedsivende nitrat udgør en risiko for vandkvaliteten ses bl.a. ved, at der i Øvre magasin er flere overskridelser af drikkevandskvalitetskriteriet for nitrat på 50 mg/l. I det Øvre primære magasin er antallet af råvandsprøver med et indhold over drikkevandskvalitetskriteriet dog betydeligt mindre og i det Nedre primære magasin observeres ingen overskridelser.

En høj nitratbelastning fra overfladen vil ofte bevirke et stigende sulfatindhold. De forhøjede koncentrationer af sulfat, dvs. koncentrationer over 50 mg/l optræder bl.a. i den sydlige del af området. I dette område foregår der en nitratreduktion hvor den nedsivende nitrat reduceredes af pyrit i jorden. Dette bevirker dannelse af sulfat.

Vandkvaliteten er inddelt i vandtyper efter miljøstyrelsens vejledning. I det Øvre magasin dominerer de sårbare vandtyper, dvs. vandtype A og B, mens den mere reducerede vandtype C dominerer i det Nedre primære magasin. I det Nedre primære magasin er vandet fra 2 undersøgelsesboringer kategoriseret som vandtype D. Disse borer er filtersat dybere end de øvrige borer i samme magasin.

Der er målt et højt indhold af aggressiv kuldioxid i mange borer i Øvre magasin, mens andelen af borer med indhold af aggressiv kuldioxid er mindre i de dybere magasiner. I mange borer er indholdet så højt at der skal en særlig vandbehandling til, før vandet kan anvendes til drikkevandsforsyning. Ingen af de almene vandværkers borer har forhøjet indhold af aggressiv kuldioxid.

Generelt er der ikke analyseret ret mange borer for miljøfremmede stoffer udover vandværksboringerne. Med hensyn til fund af de miljøfremmede stoffer er det primært pesticider som der er fundet. I det Øvre magasin er der fundet pesticider i 5 ud af 13 filtre ved seneste prøvetagning. I Øvre primære magasin er der ud af 10 filtre fundet pesticider i 1 tilfælde ved seneste prøvetagning. I de borer, hvor indholdet af pesticider overskrider drikkevandskvalitetskriteriet, er der i langt hovedparten af tilfældene tale om indhold af 2,6-Dichlorbenzamid, også kaldet BAM. Herudover er der påvist indhold af atrazin, desisopropylatrazin, desethylatrazin, hexazinon og dichlorprop.

### Arealanvendelse og forureningskilder

Arealanvendelsen indenfor OSD består primært af landbrugsarealer og i mindre omfang natur og skovområder. Den sydligste del af OSD strækker sig også ind under Viborg by,

men de bebyggede arealer udgør dog kun omkring 6 % af det samlede areal, hvor landbrugsarealerne udgør 81 %.

Der er generelt en forholdsvis stor nitratudvaskning fra landbrugsarealerne indenfor OSD. Og hovedparten af arealerne vurderes som intensivt dyrkede.

Forureningskilderne i forhold til grundvandet udgøres bl.a. af forurenede grunde. Navnlig i den del af OSD der ligger under Viborg by er der en del kortlagte forureninger. I det åbne land er der kun 2 kortlagte forureninger (et autoværksted og en losseplads).

### Udpegninger

Med udgangspunkt i den opstillede grundvandsmodel er der beregnet nogle reviderede indvindingsoplande til de 2 almene vandværker: Viborg Nord og Løvel. Endvidere er der foretaget en beregning af grundvandets transporttid (alder) hen mod borerne. For de pågældende oplande er der generelt tale om forholdsvis ungt vand, således er der store arealer af indvindingsoplandene, hvor vandets alder er anslået til under 100 år. Dette gælder især Viborg Nord Kildepladsen, hvor ca. 3/4 af indvindingsoplandets areal repræsenterer vand der er mindre end 100 år undervejs.

Med udgangspunkt i kortlægningen og ikke mindst grundvandsmodellen er afgrænsningen af OSD blevet justeret. Dette gælder bl.a. et område i den sydvestlige del af OSD, hvor OSD er udvidet for at sikre det dybereliggende grundvand i den sydvest – nordøst gående dalstruktur og dels ønsket om at få dækket et potentialemæssigt toppunkt indenfor OSD. Endvidere udvides OSD i sydlig retning ved Undallslund for at sikre at hele indvindingsoplandet til Viborg Nord kildepladsen er indeholdt i OSD.

Samtidig med at OSD udvides mod sydvest indskrænkes området mod nordvest idet det hovedsageligt er det Øvre magasin der er til stede her. Da grundvandsstrømmen samtidig er rettet ud af området er der ikke relevant at beskytte det Øvre magasin her.

Der er ligeledes foretaget en indskrænkning af OSD i den syd og sydøstlige del ned mod Viborg. Der vil ikke placeres nye vandindvindinger her og da grundvandsstrømmen er rettet ud af området er det ikke relevant at beskytte grundvandet specifikt her.

Endelig er afgrænsningen af OSD ved Løvel Vandværk justeret en smule, således at hele 300 m beskyttelseszonen til vandværkets borer er helt indeholdt i OSD.

## Sammenfatning

---

Med udgangspunkt i den bagvedliggende kortlægning er store dele af det reviderede OSD udpeget som nitratfølsomt indvindingsområde. Og indvindingsoplandene er udpeget som indsatsområder med hensyn til nitrat.

### 5.2 Problemstillinger

De opstillede problemstillinger retter sig mod vandværkerne, idet indsætterne vil fokusere på beskyttelsen af disse vandværker og deres indvindingsoplande, således at der fortsat kan indvindes tilstrækkeligt med vand af en ordentlig kvalitet.

For begge vandværker gælder at grundvandsmagasinerne indenfor oplandene er sårbare i forhold til påvirkninger fra overfladen, idet der ikke er noget egentligt sammenhængende dæklag af ler til at beskytte grundvandsmagasinerne. Det bør derfor sikres, at eventuelle fremtidige ændringer i arealanvendelsen kun sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen. Således bør arealanvendelsen indenfor vandværkernes indvindingsoplande ikke overgå til mere grundvandstruende aktiviteter.

Ligeledes gælder det indenfor indvindingsoplandene til de 2 vandværker, at der ved kommunens miljøtilsyn af virksomheder, herunder landbrug – både med og uden husdyrhold - bør være fokus på risikoen for forurening af grundvandet. Og tiltag bør iværksættes såfremt der vurderes at være en sådan risiko.

For de enkelte vandværker kan nævnes:

#### Viborg Nord kildepladsen:

Kildepladsen udgør kernen i hele Viborg Vands indvinding, og der indvindes over 2 mio. m<sup>3</sup> årligt fra kildepladsen. Grundvandsbeskyttelsen skal således have høj prioritet, og der skal generelt være fokus på den fremtidige arealanvendelse ved såvel nærområdet til kildepladsen som i indvindingsoplandet.

Der er kun et ringe sammenhængende dæklag af ler over grundvandsmagasinerne og indvindingsoplandet må karakteriseres som sårbart overfor påvirkninger fra overfladen. Et par af vandværkets borer viser således tegn på direkte påvirkning fra overfladen i form af nitrat i vandet. Der er derfor behov for en særlig indsats overfor nitrat ved kildepladsen og i indvindingsoplandet i det hele taget. Det er således væsentligt, at den samlede belastning med nitrat mindskes i fremtiden, da jordens kapacitet til at reducere den nedsivende nitrat ikke er uendelig, men på et tidspunkt opbruges. Dette er baggrunden for, at indvindingsoplandet er udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat. For



at fremtidssikre magasinet, indebærer denne udpegning at udvaskningen af nitrat fra rodzonen bør reduceres mest muligt, ikke må være stigende og som udgangspunkt være under kvalitetskravet til drikkevand i forhold til nitrat.

Der er to V2 kortlagte grunde umiddelbart syd for indvindingsoplandet. Disse bør prioriteres højt og ryddes op såfremt grundvandsressourcen er truet.

For de arealer som er udlagt som byområde er det vigtigt, at den fremtidige udbygning sker under hensyntagen til grundvandsbeskyttelsen, således at risikoen for en grundvandsforurening minimeres.

### Løvel Vandværk:

Vandværket er beliggende i åbent land i et intensivt dyrket landbrugsområde. Vandkvaliteten er god, men bære præg af en begyndende påvirkning fra overfladen, således er der fundet nitrat i den ene af vandværkets borer, og sulfatindholdet er stigende for begge borer. I indvindingsoplandet er der i mere terrænnære borer fundet nitratkoncentrationer over grænseværdien. Der er derfor behov for en særlig indsats overfor nitrat ved kildepladsen og i indvindingsoplandet i det hele taget. Det er således væsentligt, at den samlede belastning med nitrat mindskes i fremtiden, da jordens kapacitet til at reducere den nedsivende nitrat ikke er uendelig, men på et tidspunkt opbruges. Dette er baggrunden for, at indvindingsoplandet er udpeget som indsatsområde med hensyn til nitrat. For at fremtidssikre magasinet, indebærer denne udpegning at udvaskningen af nitrat fra rodzonen bør reduceres mest muligt, ikke må være stigende og som udgangspunkt være under kvalitetskravet til drikkevand i forhold til nitrat.

### **5.3 Det videre arbejde**

Dokumentationsrapporten danner grundlag for den indsatsplan som Viborg kommune skal udfærdige i området. Indsatsplanen kan med fordel tage udgangspunkt i de respektive vandværker og de problemstillinger der er skitseret for disse. I den forbindelse kan det anbefales at gennemføre en besøgsrunde ved vandværkerne hvor den aktuelle tilstand af værket og ikke mindst indvindingsboringerne beskrives. Dette vil sammen med opsamlingsrapporten udgøre et solidt fundament for indsatsplanen.

Såfremt der som del af indsatsplanlægningen skal vurderes og udpeges eventuelle fremtidige kildepladser, vil den opstillede grundvandsmodel være et godt grundlag for en vurdering af konsekvenserne af nye kildepladser. Dette gælder bl.a. en eventuel supplerende kildeplads til Viborg Nord.

## 6 REFERENCER

---

- /1/ Viborg Amt, Hydrostratigrafisk model og grundvandsmodel for OSD-Viborg Nord, Rambøll, 2006.
- /2/ Viborg Amt, TEM kortlægning i OSD Viborg Nord, Rambøll, 2005.
- /3/ Smed, P., Landskabskort over Danmark. Midtjylland. 1978, Geografforlaget
- /4/ Digital højdemodel over DK.
- /5/ Digitalt jordartskort. 1:200.000, DGU.
- /6/ Sandersen, P. & Jørgensen, F., 2006: Kortlægning af begravede dale i Jylland og på Fyn. Opdatering 2005-2006. Rapport udarbejdet for De jysk-fynske amters grundvands-samarbejde, 2006.
- /7/ Digitale prækvartær overflade.
- /8/ Viborg Amt, Navntoft, Boring DGU nr. 56.1086 og 56,1087, SESAM, 2007.
- /9/ Danmarks geologi fra Kridt til i dag, Aarhus Geokompender nr. 1, 1995.
- /10/ Digitale cirkeldiagramkort -1215\_4\_Viborg og 1215\_1\_Hammershøj
- /11/ Larsen, Gunnar & Kronborg, Christian, 1994: Geologisk set – det mellemste. Jylland. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse. Geografforlaget, Miljøministeriet, Skov og Naturstyrelsen.
- /12/ Viborg Amt, 2005: Regional Vandbalance. Hedeselskabet 2005
- /13/ Viborg Amt, 2005: Viborg, sydøstdelen af amtet, Potentialekort for det primære grundvandsmagasin. Hedeselskabet, 2005.
- /14/ Zonering. Vejledning nr. 3, 2000 Miljøstyrelsen.
- /15/ Landbrugsregisterdata anvendt i regionale og landsdækkende beregninger af N og P tab. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Danmarks Miljøundersøgelser, januar 2008
- /16/ Ferskvandets kredsløb, NOVA 2003, Temarapport, GEUS



