

## **Rekvirent**

Region Hovedstaden  
Kongens Vænge 2  
3400 Hillerød  
Kim Sørensen  
Telefon 4820 5564  
E-mail ks@regionh.dk

## **Rådgiver**

Orbicon A/S  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Telefon 46 30 08 34  
E-mail asb@orbicon.dk

Sag	36708205
Projektleder	Anne Steensen Blicher
Kvalitetssikring	Lars Christian Larsen
Revisionsnr.	3
Godkendt af	Per Møller-Jensen
Udgivet	Maj 2009

# **Region Hovedstaden Potentialekort for kalkmagasinet**

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning og baggrund.....	4
1.1	Formål .....	4
2	Metodebeskrivelse .....	5
2.1	Udvælgelse af boringer til pejling .....	5
2.2	Primære pejledata .....	5
2.3	Sekundære pejledata .....	5
2.4	Tertiære pejledata .....	6
2.5	Bufferzoner .....	6
2.6	Støttestrukturer .....	6
2.7	Kontakt til overfladevand .....	6
2.8	Kontureringsmetode .....	6
3	Datagrundlag .....	7
3.1	Primære data .....	7
3.2	Sekundære data .....	7
3.3	Tertiære data .....	7
3.4	Støttestrukturer .....	7
3.4.1	Kystlinjen .....	7
3.4.2	Vandløb og søer .....	7
3.5	Indvindinger .....	8
3.5.1	Indvindinger ved kildepladser .....	8
3.5.2	Oppumpning ved afværgeanlæg .....	10
4	Potentialekortene .....	11
4.1	Databehandling .....	11
4.2	Potentialekort for kalkmagasinet .....	11
4.3	Potentialekort for sandmagasinet .....	12
4.4	Sammenligning mellem potentialet i sand- og kalkmagasinet .....	13
4.5	Illustration af sikkerhed .....	13
4.5.1	Sikkerhed på pejlinger .....	13
4.5.2	Sikkerhed i forhold til geologisk kompleksitet og gradient .....	14
4.5.3	Samlet vurdering af sikkerhed på potentialet .....	14
4.6	Øvrige temakort .....	15
5	Geologiske principskitser .....	16
6	Sammenligning med tidligere potentialekort for kalkmagasinet .....	19
7	Diskussion .....	20
8	Referencer.....	21

## BILAGSOVERSIGT

Bilag 1A	Potentialekort for kalkmagasinet med indvindingsmængder
Bilag 1B	Potentialekort for kalkmagasinet i 2D
Bilag 1C	Potentialekort for kalkmagasinet i 3D
Bilag 2A	Potentialekort for kalkmagasinet med både til- og fravalgte pejlinger
Bilag 2B	Potentialekort for kalkmagasinet med primære, sekundære og tertiære pejlinger
Bilag 3A	Potentialekort for sandmagasinet med primære, sekundære og tertiære pejlinger
Bilag 3B	Forskel mellem potentialet sandmagasinet og kalkmagasinet
Bilag 4	Vurdering af sikkerhed
Bilag 5	Afstand fra filtertop til terræn
Bilag 6	Kote til filtertop
Bilag 7	Magasinbjergarten
Bilag 8	Oversigtskort over geologiske profillinjer
Bilag 9	Geologisk profil A SV-NV fra Hornherred til Helsingør
Bilag 10	Geologisk profil B S-N langs Øresund
Bilag 11	Geologisk profil C S-N fra Tåstrup til Gilleleje
Bilag 12	Geologisk profil D NV-SØ Frederiksværk til Amager
Bilag 13	Potentialekort 2008 sammenlignet med København Amt 1999
Bilag 14	Potentialekort 2008 sammenlignet med Frederiksborg Amt 2001
Bilag 15	Tabel med synkronpejlinger
Bilag 16	Tabel med indvindinger
Bilag 17	Tabel med afværgeoppumpninger
Bilag 18	Lokaliseringskemaer

## 1 Indledning og baggrund

Region Hovedstaden har ønsket at udarbejde et nyt kort over grundvandspotentialiet for kalkmagasinet i Region Hovedstaden baseret på nye pejlinger i udvalgte boringer.

Der er tidligere udarbejdet flere potentialekort over dele af Region Hovedstaden og udført undersøgelser om opsøgning af boringer, blandt andet:

1. Boringsregistrering område 3, Dele af Ballerup, Ledøje-Smørum og Albertslund kommuner, Alectia 2008 for Miljøcenter Roskilde
2. Dragør potentialekort, Orbicon A/S 2007
3. Lokalisering og pejling af brønde og boringer samt udarbejdelse af potentialekort i Helsingør Indsatsområde, WaterTech 2006
4. Lokalisering og pejling af brønde og boringer samt udarbejdelse af potentialekort i Esrum-Helsingør NV, WaterTech 2006
5. Boringsregistrering område 2, Søllerød, Lyngby-Taarbæk, Gentofte, Gladsaxe og Værløse kommuner, samt dele af Ballerup og Herlev kommuner, Orbicon 2006 for Københavns Amt
6. Potentialekort for Københavns Amt 2005, Orbicon A/S 2006
7. Lokalisering og pejling af brønde og boringer samt udarbejdelse af potentialekort i Helsingør NV, Niras 2002
8. Tisvilde Hegn, DGE 2002
9. Boringsregistrering område 1, Høje Tåstrup samt dele af Ledøje-Smørum, Albertslund og Ishøj kommuner, Rambøll 2002 for Københavns Amt
10. Potentialekort for Frederiksborg Amt 2001, Dansk Geofysik 2001
11. Lokalisering synkronpejlinger og temakort, Indsatsområde vest for Arresø, HOH 2001
12. Sårbarhedskortlægning af grundvandsressourcen nordvest for Arresø Niras 2000
13. Synkronpejlinger i Hornsherred, DGE 2000
14. Jægerspris, WaterTech 2000
15. Grundvandspotentialie i kalkmagasinet oktober 1999, Rambøll for Københavns Amt

### 1.1 Formål

Formålet med opgaven er at udarbejde et nyt potentialekort for kalkmagasinet i den del af Region Hovedstaden, der ligger på Sjælland og Amager.

Desuden er der udarbejdet et potentialekort for sandmagasinerne i den nordlige del af Nordsjælland, hvor disse aflejringer udgør det primære magasin. Dette kort er ligeledes baseret på nye pejlinger foretaget i oktober 2008 af Orbicon for Region Hovedstaden, samt synkronpejlinger fra 2006 udført af Watertech for Frederiksborg Amt.

## 2 Metodebeskrivelse

Potentialekortene er udarbejdet på baggrund af tre kategorier pejledata som afspejler pejlingernes alder og kvalitet:

- Primære data (synkrone pejlinger fra oktober 2008)
- Sekundære data (pejlinger fra 2003 til 2008)
- Tertiære data (pejlinger fra før 2003)

### 2.1 Udvælgelse af boringer til pejling

Boringer i synkronpejlerunden er udvalgt til pejling efter følgende procedure:

- Boringer filtersat i kalkmagasinet, eller det øverste vandførende lag af sand og grus aflejret direkte på kalken. Boringernes filtersætningsniveau vurderes på baggrund af NOVANA modellens lagrænse for dette magasin.
- Filtersatte boringer prioriteres højere end åbne boringer, som dog er medtaget i områder uden filtersatte boringer.
- Boringer der kun er filtersat over én strækning prioriteres højere end boringer der er filtersat over flere strækninger.
- Boringer med lithologisk beskrivelse prioriteres højere end boringer uden kendt geologi, som kun medtages i områder med få boringer.
- Boringer tæt på indvindingsboringer medtages for illustration af den indvindingsbetingede sænkning, som har stor betydning for grundvandets strømningsretning.
- Ensartet datatæthed i regionens forskellige områder tilstræbes.

### 2.2 Primære pejledata

De primære data udgøres af pejlinger foretaget i oktober 2008. Pejlinger er foretaget af:

1. Region Hovedstaden
2. Orbicon A/S
3. Birkerød Vandforsyning
4. Egedal Kommune
5. Frederiksberg Kommune og Niras
6. Gentofte Kommune
7. Gladsaxe Kommune
8. Helsingør Kommune
9. Københavns Energi A/S
10. Lyngby-Taarbæk Kommune
11. Metroselskabet og COWI
12. Rudersdal Vand
13. Vestegnens Vandsamarbejde I/S og Rambøll

Pejlinger foretaget i forbindelse med den såkaldte "Store Pejledag" er således medtaget i nærværende opgave.

### 2.3 Sekundære pejledata

De sekundære data udgøres af pejlinger fra tidligere undersøgelser, samt pejlinger hentet fra Jupiter databasen for pejleperioden 2003 til 2008.

## 2.4 Tertiære pejledata

De tertiære data udgøres af pejlinger hentet fra Jupiter databasen, hvor pejligen er foretaget før 2003.

## 2.5 Bufferzoner

Ved optegningen af potentialekortet er der indlagt bufferzoner på 500 meter rundt om de primære pejlinger. I disse zoner er der ikke medtaget sekundære og tertiære pejlinger ved tolkning af data, dvs. ved optegning af potentialekurver. Tilsvarende er der indlagt en bufferzone på 1000 meter rundt om såvel de primære som de udvalgte sekundære pejlinger, hvor der ikke er medtaget tertiære pejlinger. På denne måde opprioriteres synkronpejlingerne fra oktober 2008 i forhold til øvrige pejlinger.

## 2.6 Støttepunkter

Ved udarbejdelsen af potentialekortet er der anvendt støttepunkter udover de nævnte pejedata. Støttepunkterne er anvendt til at fastholde potentialet i forhold til overfladevandet; mod kysten og i forhold til vandløb og søer, hvor de er i hydraulisk kontakt med grundvandsmagasinet.

## 2.7 Kontakt til overfladevand

Fastlæggelsen af områder, hvor grundvandet står i direkte hydraulisk kontakt med overfladevand, vandløb og søer er baseret på viden om den overjordiske afstrømning i minimumssituationer, hvor afstrømningen tilnærmelsesvist udgøres af vand fra det dybe primære grundvandsmagasin. I /16/ er der udarbejdet et temakort for den overjordiske tilstrømning til delvandløbsstrækninger fra deloplande i minimumssituationen, som er anvendt til at udpege områder med direkte hydraulisk kontakt mellem overfladevand og grundvand. Med direkte hydraulisk kontakt menes samme potentiale i grundvand og overfladevand.

Grundvandspotentialet i disse områder kan stå over terrænet. Potentialet i disse områder er skønnet ud fra potentialebilledet og eventuel viden om grundvandspotentialet i pejlede borer i området. Grundvandspotentialet kan således være underestimeret i områder med direkte hydraulisk kontakt, såfremt der ikke foreligger viden fra pejlede borer der kan understøtte potentialniveauet.

## 2.8 Kontureringsmetode

Potentialebilledet er fastlagt ved anvendelse af kontureringsmetoden *Natural Neighbour*, som er en meget datatro gridningsrutine som fastholder den pejlede værdi i den enkelte boring i det tolkede kort. Metoden giver endvidere et reproducerbart resultat. Programmet Vertical Mapper er anvendt til interpolation, gridding og konturering. Programmet laver statistik over datatætheden og angiver forslag til celledørrelse og søgeradius.

Til kalkmagasinet er der anvendt en celledørrelse på 170 meter og en søgeradius på 130 meter. Til sandmagasinet er der anvendt en celledørrelse på 80 meter og en søgeradius på 70 meter.

### **3 Datagrundlag**

Der er i det følgende både beskrevet de data, der anvendes til udarbejdelse af potentialekortet til kalkmagasinet og sandmagasinet. Begge potentialekort bygger primært på pejlinger foretaget i oktober måned 2008.

Der er hentet desuden hentet supplerende pejledata fra Jupiter januar 2009.

#### **3.1 Primære data**

I forbindelse med projektet har Orbicon pejlet i alt 332 boringer, hvor 310 pejlinger er medtaget i potentialekortet for kalkmagasinet og 22 pejlinger i potentialekortet for sandmagasinerne. Bilag 15 indeholder alle synkronpejlingerne. Det fremgår præcist i kortgrundlaget, hvilke pejlinger der er medtaget og hvilke der er set bort fra som ikke repræsentative.

Desuden bygger potentialekortet på øvrige primære data, hvor pejlingerne er leveret fra andre bidragsydere beskrevet i afsnit 2.2. I potentialekortet for kalkmagasinet indgår således yderligere 637 primære pejlinger. I potentialekortet for sandmagasinerne indgår der ikke yderligere primære pejlinger.

#### **3.2 Sekundære data**

Sekundære pejledata er udtrukket fra Jupiter databasen. Der er hentet pejlinger til boringerne for perioden 2003-2008.

Til udarbejdelse af potentialekortet for sandmagasinerne er der som sekundære data desuden anvendt de boringer, der er filtersat i sandmagasiner og synkronpejlet i 2006, /3/ og /4/.

#### **3.3 Tertiære data**

Tertiære pejledata er ligeledes udtrukket fra Jupiter databasen. Der er hentet pejlinger til boringerne for perioden før 2003.

#### **3.4 Støttepunkter**

Der er først genereret et tema med pejlinger og støttepunkter langs kystlinjen. Derefter er det vurderet, hvor potentialet indikerer, at der er kontakt med vandløb og søer, hvor potentialet går vinkelret på vandløbene. Udvælgelsen er foretaget i kombination med viden om den overjordiske afstrømning i minimumssituationer, hvor afstrømningen tilnærmelsesvist udgøres af vand fra det dybe primære grundvandsmagasin.

##### **3.4.1 Kystlinjen**

Der er medtaget støttepunkter langs hele kystlinjen. Støttepunkterne er angivet for hver 100 meter og er tilskrevet en kote på 0 meter.

##### **3.4.2 Vandløb og søer**

Kalkmagasinet er vurderet at være i direkte hydraulisk kontakt med vandløb på flere strækninger. Der er kun tilknyttet støttepunkter langs vandløb, hvor der ikke er tilstrækkelig med pejlede boringer til at tolke potentialet. Der er dannet punkter for hver 500 meter som er tilskrevet vandspejlskoter manuelt, vurderet i forhold til terræn og vandløbsbundkoter samt potentialebilledet i området.

Der er således tilføjet støttepunkter langs en del af Søborg Kanal, Højbro Å og Pøle Å. Der er også direkte hydraulisk kontakt mellem grundvand og overfladevand andre steder, f.eks. langs en del af Værebros Å og Havelse Å. Langs begge vandløb findes der tilstrækkeligt med boringer til at angive potentialet.

Det er vurderet, at der er direkte hydraulisk kontakt til flere søer. Langs kanten af søerne er der oprettet punkter med 100 meters afstand, hvert punkt tilskrives den vandspejlskote, der er angivet i tabellerne nedenfor.

*Tabel 3.1. Søer med kontakt til kalkmagasinet og angivelse af den kote der er anvendt i potentialet jf. HYMER Orbicons hydrometridatabase.*

Sø	Kote [meter DVR90]
Arresø	3,9
Furesø	20,5
Sjælsø	19,0
Bagsværd Sø	18,5
Søndersø	12,4
Bastrup sø	29,0

*Tabel 3.2. Søer med kontakt til sandmagasinerne og angivelse af den kote der er anvendt i potentialekortet jf. HYMER Orbicons hydrometridatabase.*

Sø	Kote [meter DVR90]
Esrums Sø	10
Gurre Sø	26

### 3.5 Indvindinger

#### 3.5.1 Indvindinger ved kildepladser

Der er indsamlet oplysninger om de indvundne vandmængder i 2007 til illustration på potentialekortet. Oplysninger er hovedsageligt indsamlet ved kontakt til kommunerne og suppleret med oplysninger fra Jupiter. Desuden er oplysningerne kontrolleret med oplysninger om vandforsyningen i kommunen på kommunernes hjemmesider.

Oplysningerne omfatter vandmængder ved kildepladser og vandværker, samt de tilhørende indvindingsboringer. Alle indvindinger i 2007 over 10.000 m<sup>3</sup>/år er indsamlet, se bilag 16. Tabel 3.3 viser en oversigt over hvilke kommunale medarbejdere der har været kontaktet hvornår.

*Tabel 3.3. Grundlag for indvindingerne.*

Kommune	Oplysninger
Albertslund	Anne Thorup Eriksen 21.10.2008
Allerød	Marianne Hansen 21.10.2008 Oplysninger er hentet fra Jupiter Sandholm tilføjet efter oplysning fra Gentofte Kommune
Ballerup	Stig Eskildsen 10.10.2008, 29.10.2008 og 12.11.2008



Brøndby	Kim Laursen 27.10.2008
Dragør	Knud Andersen 9.10.2008
Egedal	Mads Ærtebjerg 27.10.2008 Malene Jakobsen 29.10.2008 Oplysninger er hentet fra Jupiter og bekræftet
Fredensborg	Henrik Pretzmann 9.10.2008 Oplysninger er suppleret med data fra Jupiter og fra Gentofte Kommune mht. Langstrup, Nivå og Ullerød
Frederiksberg	Rikke Vinter Howitz 27.10.2008 Flemming Hansen 3.11.2008
Frederikssund	Bruno Nielsen 9.10.2008 Oplysninger er suppleret fra Jupiter – alle fra 2007
Furesø	Dorthe Thiersgaard 21.10.2008 Oplysninger er hentet fra Jupiter – alle fra 2007
Gentofte	Ib Ambrousius 23.10.2008 Oplysninger givet i årsrapport inklusiv Gentofte Vand som er fordelt på respektive kommuner
Gladsaxe	Liselotte 10.10.2008 henvendelse på mail Oplysninger er hentet fra Jupiter
Glostrup	Michael 23.10.2008 henvendelse på telefon Oplysninger er hentet fra Jupiter
Gribskov	Oplysninger er hentet fra Jupiter
Halsnæs	Knud Helge Karlsen 9.10.2008 Oplysninger er suppleret fra Jupiter
Helsingør	Allan Pratt 10.10.2008 Oplysninger er hentet fra Jupiter
Hillerød	Louise Just Johansen Oplysninger er hentet fra Jupiter
Hvidovre	Lars Thiesson 23.10.2008 Oplysninger er suppleret fra Jupiter
Høje-Tåstrup	Lene Bagh 13.10.2008
Hørsholm	Oplysninger er hentet fra Jupiter og fra Gentofte Kommune mht. Opnæsgård og Rungsted
Ishøj	Lone Jacobsen 21.10.2008 Svend-Erik Poulsen Jupiter angiver 107.700 m <sup>3</sup> fra Ishøj Strand vv Oplysninger er suppleret med oplysninger fra KE mht. Ishøj, Solhøj og Thorsbro Kildeplads
Lyngby-Taarbæk	Birgitte Thorsen 23.10.2008 Oplysninger er delvist hentet fra Jupiter
Rudersdal	Thomas Jacobsen 23.10.2008 Susanne Andersen 28.10.2008 Oplysninger er hentet fra Jupiter og fra Gentofte Kommune mht. Mortenstrup og Nebbegård
Rødovre	Oplysninger er hentet fra Jupiter

Tårnby	Anke Struve 22.10.2008
Vallensbæk	Lone Jacobsen 3.11.2008

### **3.5.2 Oppumpning ved afværgeanlæg**

Afværgemængder er oplyst af Region Hovedstaden og fremgår af bilag 17.

## 4 Potentialekortene

Udarbejdelsen af potentialekortene følger den vejledning som GEUS er tæt på at udgive /18/.

### 4.1 Databehandling

Alle boringer, pejlinger og støttepunkter er bearbejdet med applikationen til *Det Aktive Potentialekort*. Bearbejdningen forgår som en iterativ proces, hvor der udarbejdes et hurtigt første potentialekort. Derefter fremgår det generelt tydeligt, hvor der er et uroligt potentialeforløb eller huller/toppe i potentialet. Herved er afvigende pejlinger undersøgt nærmere og eventuelt fravalgt, hvis potentialeforløbet ikke kunne begrundes. Alle fravalg er dokumenteret i Ma-pInfo tabellerne, hvor der findes 3 kommentarfelder, der anvendes til formålet. Der er ikke slettet datalinjer i filen. Den fravalgte boring/pejling sættes til "falsk" i et logisk felt og medtages dermed ikke i den gruppe af punkter, der anvendes til kontureringen.

### 4.2 Potentialekort for kalkmagasinet

Bilag 1A viser potentialekortet for kalkmagasinet sammen med indvindingsboringer til både vandforsyning og afværgeanlæg. Oppumpninger over 10.000 m<sup>3</sup> pr. år i 2007. Indvindingsboringerne fremgår med grøn, kildepladsens eller anlæggets navn og indvindingsmængde er angivet. På bilaget har der kun været plads til at sætte navn på de anlæg, der har en indvinding over 70.000 m<sup>3</sup>/år. Afværgeanlæg er vist med rød trekant. På plakaten angives alle navne på indvindinger over 10.000 m<sup>3</sup>/år i 2007, hvilket ikke er muligt på bilag 1A.

Potentialekurvene har en ækvidistance på 1 meter, som vises med tynd blå streg og 5 meter kurverne er vist med fed blå streg. Med blå er vist de pejlinger, der er foretaget i 2008, mens øvrige medtagne pejlinger er vist med rød. Der er flere steder på potentialekortet, hvor det er tydeligt at se indvindingspåvirkningen ved at der dannes en sænkning i potentialet. Det er for eksempel ved Bogøgård Kildeplads, Søndersø, Kilde XIV, Frederiksberg Vandværk, Balle-rup Vandværk, Flyvestation Værløse og Attemose Kildeplads.

I bilag 1B er potentialekortet for kalken vist som 2D. Blå farve angiver områder hvor potentialet er under kote 0, hvilket primært ses langs kysten i Halsnæs Kommune, på Hornsherred og i den sydlige del af regionen ud mod Køge Bugt, i København og på Amager. De grønne farver over gul og rød mod lilla angiver potentialeniveau over kote 0.

Potentialet har toppunkt omkring Lillerød i kote 38 (vist med mørk lilla) og derfra falder potentialet ud mod kysten. Potentialet falder også mod syd, men stiger igen ved Stenløse og Smørumnedre. Omkring Bagsværd har potentialet et toppunkt i kote 22. Mod nord er potentialet i Gribskov, og mod øst, i kote 18 og ved Tikøb er der et toppunkt i kote 24.

Der er relativt få data i dette område, fordi der ikke er ret mange boringer, der går ned i kalken. Derfor er disse toppunkter ikke særlig sikkert bestemt. I den sydlige del af Hornsherred er der et toppunkt ved Svanholm-Ferslev i kote 16. Langs kysten i det område er der en relativ stejl gradient.

I bilag 1C er potentialet vist som 3D med den samme farveskala som på 2D kortet.

Af bilag 2A fremgår potentialet for kalkmagasinet sammen med anvendte og fravalgte pejlinger (cirkler) og støttepunkter (trekanter). Potentialekurvene er vist med en ækvidistance på 5 meter. Blå kurver viser grundvandspotentiale lavere end kote nul og mørk lilla kurver viser de højeste koter. Alle anvendte pejlepunkter fremgår på kortet med blå punkt. De røde punkter repræsenterer de pejlinger, der er fravalgt. Mange pejlinger er fravalgt fordi de ligger tæt på en synkronpejling og nogle pejlinger er fravalgt, fordi de er vurderet ikke at være repræsentative på grund af stor oppumpning med lav virkningsgrad og dermed for lavt potentiale. Disse fravalg er noteret i de enkelte filer.

Bilag 2B viser potentialet sammen med pejlingerne opdelt i grupperne primære, sekundære og tertiære data. De primære data indeholder 915 boringer, der er blevet pejlet i oktober 2008. Der er 272 pejlinger fra Jupiter, der er pejlet i tidsrummet 2003-2008. Der er inddraget 359 boringer, der er pejlet før 2003. Der er synkronpejlet et stort antal boringer i forbindelse med *Store Pejledag*, og det ses tydeligt på datatætheden i den sydligste del af regionen.

Opdelingen af datagrundlaget i disse 3 grupper giver baggrunden for vurderingen potentialekortets sikkerhed, som beskrives i et efterfølgende afsnit.

### **4.3 Potentialekort for sandmagasinet**

Der er optegnet et potentialekort for sandmagasiner i den nordlige del af Region Hovedstaden, se bilag 3A. I dette område ligger sandmagasinet ikke direkte ovenpå kalkmagasinet, men udgøres af flere mindre sandmagasiner adskilt af ler, se de geologiske lag i området i bilag 9, 10 og 11.

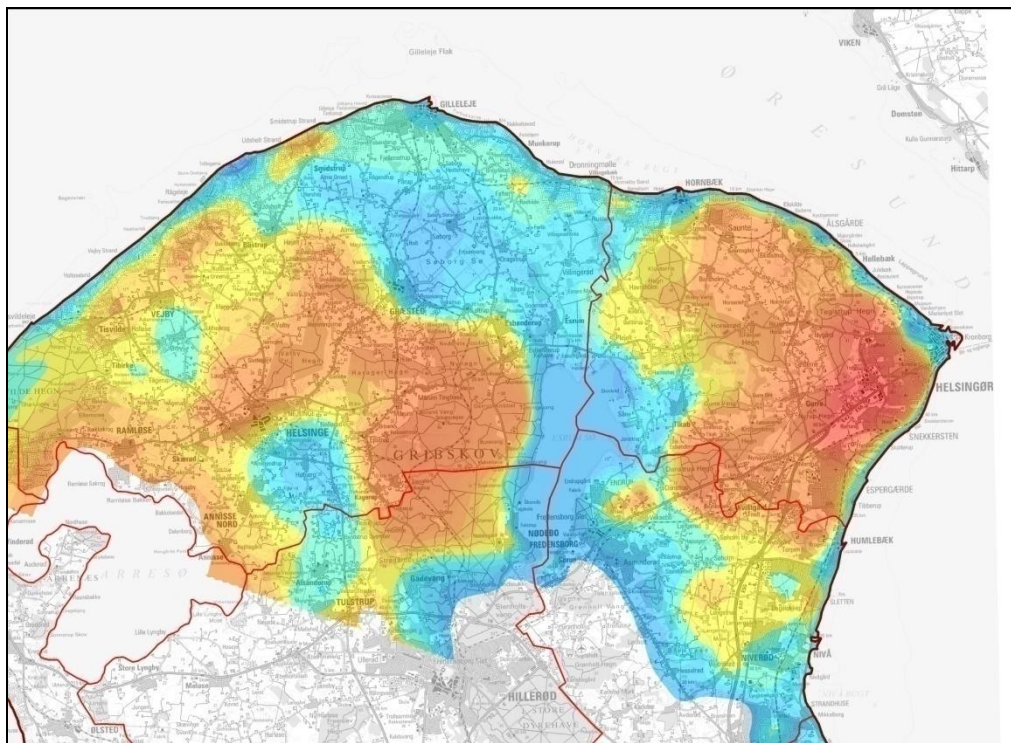
Der er overvejende pejlet boringer, der indvinder vand fra et sandmagasin. Der er ikke differentieret mellem, hvilket sandlag pejlingen tilhører i følge Novana-modellen. Pejlingerne repræsenterer således forskellige mindre sandmagasiner og grundvandspotentialet kan ikke betragtes som sammenhængende i hele området.

Til kontureringen er der anvendt 21 pejlinger fra oktober 2008 og 122 sekundære pejlinger fra 2 synkronpejlerunder i 2006. Der er suppleret med 9 pejlinger fra Jupiter, hvoraf 2 pejlinger er fra før 2003. Der er medtaget et par ekstra boringer syd for afgrænsningen for at give en jævn afslutning på potentialelinjerne.

I Gribskov har potentialet et toppunkt på 30 meter. Ved Helsingør har potentialet et toppunkt i kote 38. Der er relativt få boringer i Gribskov og omkring lavbundsområdet Søborg Sø.

#### 4.4 Sammenligning mellem potentialet i sand- og kalkmagasinet

Figur 4.1 og bilag 3B viser forskellen mellem sand- og kalkpotentialet, idet kalkpotentialet er trukket fra potentialet for sandmagasinet.



Figur 4.1. Forskel mellem potentialet i sand- og kalkmagasinet. I de gul-orange-røde områder er der nedadrettet gradient fra sandmagasinet til kalkmagasinet, mens der i de blå områder er opadrettet gradient fra kalkmagasinet til sandmagasinet.

Figuren viser at potentialet i sandmagasinet ligger over potentialet i kalkmagasinet i Gribbskov og omkring Helsingør. I disse områder er der en nedadrettet gradient mellem sand- og kalkmagasinet. I Esrum Sø, samt i lavbundsområderne mod Søborg Sø, ligger potentialet i sand- og kalkmagasinet næsten i samme kote, og i disse områder er der en opadrettet gradient fra kalkmagasinet mod sandmagasinet.

#### 4.5 Illustration af sikkerhed

Der er udarbejdet en illustration af sikkerheden på potentialekortet for kalkmagasinet, som fremgår af bilag 4. Vurderingen af sikkerheden omfatter vurdering af både mængden og kvaliteten af pejlingerne, samt den geologiske kompleksitet og stejle gradienter i potentialekortet.

##### 4.5.1 Sikkerhed på pejlinger

Mængden og kvaliteten af pejlingerne er vurderet ved hjælp af en GIS applikation til visualisering af datadækning for et udarbejdet GIS tema /17/. Ved hjælp af GIS applikationen udregnes et dataindeks, der kan antage værdier mellem 0,0 og 1,0. Lave værdier svarer til lille sikkerhed og høje værdier svarer til stor sikkerhed. I beregningen for hver celle indgår antallet af datapunkter for hver enkelt datatype og en brugervalgt vægt for hver enkelt datatype. Se tabel 4.1.

Datagrundlaget udgøres af de primære pejledata, sekundære pejledata og tertiære pejledata, samt støttepunkter. Pejlingerne fra oktober 2008 har fået den højeste vægtning og støttepunkterne den laveste vægtning.

Tabel 4.1 Oversigt over datatyper med angivelse af vægtning som er anvendt i beregningen.

Datatype	Vægtning	Antal
Pejlinger fra oktober 2008	15	915
Pejlinger Jupiter 2003-2008	10	272
Pejlinger Jupiter frem til 2003	5	359
Støttepunkter	1	3742

Programmet anvender følgende formel til dataindekseringen, DI.

$$DI = \frac{\sum_{i=1}^M \frac{d_i}{d_{i,max}} \cdot w_i}{\sum_{i=1}^M w_i}$$

Hvor  $d_i$  er datatypen,  $d_{i,max}$  er maksimumværdien for datatypen i samtlige grid-celler  $w_i$  er vægten for den pågældende datatype, og  $M$  er antallet af forskellige datatyper.

Hele regionen er opdelt i celler på 2000 x 2000 meter og til hver celle er der beregnet en værdi som fordeles i 3 kategorier. Hvis en celle er mørkeblå, er der en meget høj sikkerhed på potentialet, cellerne vil f.eks. indeholde mindst 1 synkronpejlet boring. I de grønne celler vil der typisk kun være 1 ældre pejling eller udelukkende støttepunkter. I de lysegule celler er der lille sikkerhed, og i de områder er der ingen pejlinger eller kun få støttepunkter.

#### 4.5.2 Sikkerhed i forhold til geologisk kompleksitet og gradient

Sikkerheden af potentialekortet er også vurderet ud fra geologiske og gradientmæssige forhold. De geologiske komplekse områder er vist med røde vandrette linjer og omfatter 2 områder. Det nordlige område er sammenfaldende med Alnarpsdalen og placeret i den nordlige del af regionen. Det andet område indeholder den nordlige del af Søndersødalen og strækker sig også uden for dalen i nordlig retning og er placeret omkring Birkerød, Farum, Allerød og Stenløse. Gradientområderne er markeret med rød streg repræsenterer de områder, hvor der er en stejl gradient i potentialet ofte omkring 1-1,6 %.

#### 4.5.3 Samlet vurdering af sikkerhed på potentialet

Dataindekseringen viser, at der er en god datadækning i totredjedele af området, hvor potentialeforløbet er bestemt med stor sikkerhed. Det mest datatynge område findes i den nordlige del, hvor der ikke er ret mange boringer, der er filtersat i kalken. Dette område er ligeledes kendetegnet ved komplekse geologiske forhold, hvorfor potentialekortet her skal tillægges forholdsvis lille sikkerhed.

Desuden findes der mindre områder med lille sikkerhed lokalt i områder med en generelt god datadækning, fx mellem Lyngby og Lundtofte og vest for Øst-

by og Sønderby på Hornsherred. Også i den nordlige del af Hornsherred er der en lille sikkerhed på grund af få pejlinger.

Der fremgår også områder med geologisk komplekse forhold og/eller områder med høj gradient i områder der ellers generelt har stor sikkerhed i potentialeforløbet. Især området omkring Farum fremstår geologisk komplekst samtidig med høj gradient og et enkelt lille område med lille sikkerhed på grund af få data. Det samme gælder området omkring Birkerød og Blovstrød, samt syd for Hørsholm. I disse områder skal potentialeforløbet betragtes som generelt.

#### **4.6 Øvrige temakort**

Der er udarbejdet temakort for filtertop meter under terræn i bilag 5. Der er fravalgt boringer med ukendt filter og boringer, hvor filtertop ligger mindre end 10 meter under terræn. Der er anvendt en farveskala i gul-brune nuancer, hvor de brune er de dybeste. Det er i den nordligste del af Sjælland de dybeste filtersætninger findes. I den mellemste del af regionen er den typiske dybde til filtertop mellem 50 til 80 m.u.t. I den sydligste del af regionen findes der mange boringer filtersat 10-20 m.u.t.

Der er også udarbejdet temakort for koten til filtertop bilag 6. Der er her fravalgt boringer med ukendt filter eller ukendt terræn. Der er anvendt en farveskala i rød-blå nuancer, hvor de blå er de dybeste. Det er i den nordligste del af Sjælland samt ved Hundested, der er den laveste kote. I et område mellem Stenløse, Værløse og Søllerød findes koten til filtertop i omkring - 40 til -50 meter. Det fremgår også hvor mange boringer der findes indenfor hvert interval.

Der er udarbejdet temakort for magasinbjergarten i bilag 7. De grønne og lyseblå markeringer er kalkaflejringer, og de røde er sand- og grusaflejringer. Den nordlige del af Sjælland er domineret af boringer, der er filtersat i sand, mens den sydlige del af Sjælland domineres af kalkboringer. I den mellemste del af regionen er boringerne filtersat i sand eller kalk. Hvis boringen ikke er filtersat, viser tematiseringen den magasinbjergart som findes i bunden af boringen.

## 5 Geologiske principskitser

Der er optegnet 4 geologiske principskitser til illustration af geologiske forhold i Region Hovedstaden. Profilerne er tolket på baggrund af NOVANA lagene (Sjællandsmodellen), suppleret med den geologiske forståelse i området. Der er udarbejdet 4 principskitser, som viser den overordnede geologiske opbygning i området. Skitserne dækker dels det primære kalkmagasin og dels de overliggende kvartære aflejringer. Bilag 8 viser placeringen af profillinjerne, mens bilag 9, 10, 11 og 12 indeholder de geologiske principskitser.

- Profil A i bilag 9 illustrerer de to væsentligste dalsystemer Alnarpdalen og Søndersødalene i Hornsherred. I den nordlige ende er det primære magasin beliggende i den kvartære lagserie. I profilets sydlige ende ses områder, hvor Lellinge Grønsand Formationen er bevaret over Danien kalken.
- Profilet B i bilag 10 illustrerer foruden dalsystemerne, ligeledes randmorænestrøget med flagedannelse omkring Nærum. Profilet fortsætter til Amagers sydspids.
- Profilet C i bilag 11 viser et snit gennem Søndersødalene og væsentlige kildepladser. I profilets nordlige ende findes Lellinge Grønsand Formationen bevaret over Danien kalken.
- Profilet D i bilag 12 viser de lidt datatynde områder omkring Frederiksværk, gennem væsentlige kildepladser ved Slangerup, Søsum, Sønder sø og Hove. Profilet går gennem Søndersødalene og området syd for dalen med et tyndt morænedække.

Der er i tolkningen af de geologiske forhold benyttet de nyeste NOVANA lag (Sjællandsmodellen), udleveret af Region Hovedstaden. Der henvises til Miljøstyrelsens **Revision af udpegningen af grundvandsforekomster i Danmark** for en nærmere beskrivelse af NOVANA modellen. Nedenstående er et uddrag herfra:

”På Fyn og Sjælland/øerne er de geologiske modeller opstillet i NOVANA projektet, som udføres af GEUS anvendt. Modellerne er stadig under udvikling, men de nuværende modeller giver et fornuftigt og sammenhængende billede af geologien på tværs af amterne i en skala, som er anvendelig ved udpegning af grundvandsforekomsterne, da modellerne blandt andet er opstillet, så de afspejler amternes egne bud på deres grundvandsforekomster.”

”På Sjælland indeholder NOVANA-modellen fire sandlag. Modellen er baseret på data fra HUR, Vestsjællands Amt og Storstrøms Amt, der i efteråret 2006 er samlet til en sammenhængende model. Brugen af data fra 3 forskellige amter afspejles i modellen i form af en inhomogen fordeling af grundvandsmagasinerne i de forskellige sandlag. Det er dog vurderet, at modellen repræsenterer de regionale modeller tilfredsstillende og at modellen er det bedste udgangspunkt for en samlet udpegning af grundvandsforekomster på Sjælland.”



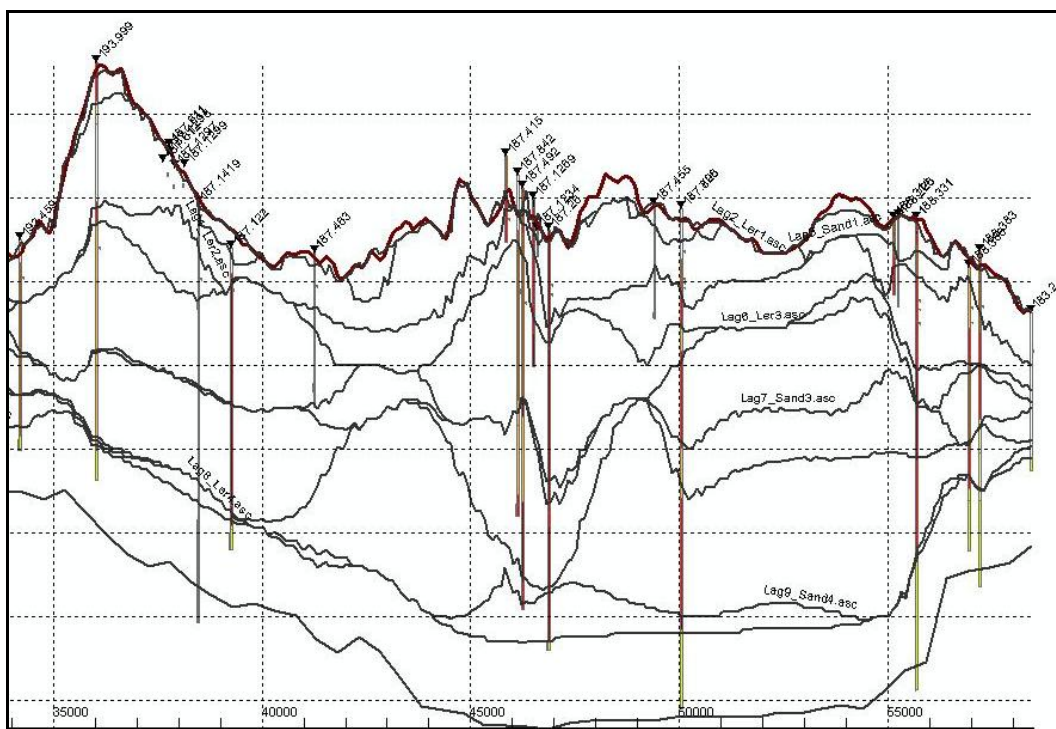
Profilerne er optegnet vha. det geologiske modelværktøj Mike GeoModel. GEUS Jupiterdatabase samt NOVANA lagene er indlæst heri sammen med potentialekortene for kalkmagasinet og for sandet i Alnarpdalen.

Profilerne er optegnet med en:

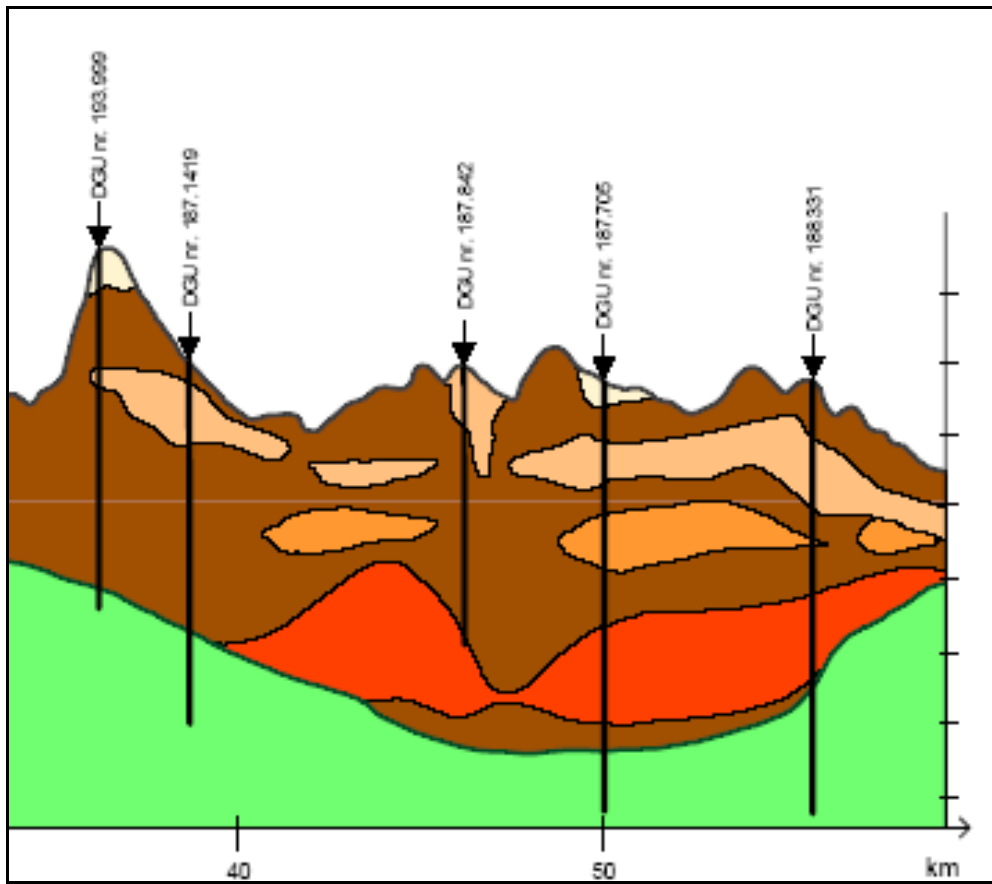
- Bufferzone på 100 meter
- Vertikal overhøjning på 100

På profilerne kan der forekomme boringer, som ligger med en indbyrdes afstand på op til 200 meter. I tolkningen af de geologiske forhold er der, som nævnt ovenfor, benyttet NOVANA lagene, idet disse repræsenterer den overordnede geologiske opbygning på Sjælland. På de enkelte profiler kan disse lag derfor vise en anden overordnet geologi end den enkelte boring aktuelt viser. Dette er et resultat af tolkningen af flere tætliggende boringer indenfor et givent område. Principskitserne gengiver den overordnede geologi og ikke en detailltolkning af enkelte områder.

Nedenstående figur 5.1 viser et profiludsnit af Profil A med NOVANA lagene, Jupiterboringer og figur 5.2 et tilsvarende udsnit med den principielle, tolkede geologi.



Figur 5.1: Profiludsnit af Profil A med NOVANA lagene. Terræn er angivet med brun stregfarve og NOVANA lagene med sort stregfarve.



Figur 5.2: Udsnit af principskitse for profil A med den tolkede geologi.

## 6 Sammenligning med tidligere potentialekort for kalkmagasinet

Potentialekortet for kalkmagasinet 2008 er sammenlignet med 2 tidligere potentialekort. Det er henholdsvis potentialekortet for kalkmagasinet udarbejdet i 1999 (Rambøll) og potentialekortet for det sydligste af Frederiksborg Amt udarbejdet i 2001. Det skal bemærkes at det sidstnævnte potentialekort svarer til en genskabning af det kort Frederiksborg Amt selv havde udarbejdet, primært på baggrund af synkronpejlerunder fra 1999 og 1997.

Der er foretaget en sammenligning af potentialerne, hvor de tidligere potentialekort hver for sig, er blevet trukket fra potentialekortet fra 2008, og forskelle på mere end 2 meter er tematiseret.

De blå områder angiver, områder hvor potentialet er faldet, mens de røde områder angiver områder hvor potentialet er steget. De gule områder er områder hvor potentialændringen er mindre end 2 meter. Der er endvidere vist pejlinger i 2008 med blå prik, mens de tidligere pejlinger i henholdsvis 1999 og 2001 er vist med rød cirkel og prik. Indvindingsboringer er vist med grøn prik og afværgeanlæg med rød trekant.

Bilag 13 viser forskellen mellem Rambølls potentialekort for kalkmagasinet fra 1999 og potentialet i 2008. Der er flere mindre afvigelser. I den nordlige del af området vurderes forskellen begrundet i, at der i 1999 ikke er medtaget flere pejlinger uden for området, så den afsluttende konturering afviger.

Potentialet i 2008 generelt højere end det var i 1999, især mellem Buddinge og Søborg, syd for Sengeløse samt nord for Ganløse, hvis der ses bort fra afvigelserne langs afgrænsningen af kortet.

Kun i få områder er potentialet i 2008 lavere end det var i 1999. Her er det primært området ved Gentofte omkring Ermelundværkets indvindingsboringer.

Bilag 14 viser forskellen mellem potentialet fra Frederiksborg Amt og potentialet i 2008 i den sydlige del af det gamle Frederiksborg Amt. Potentialekortet fra 2001 omfatter ikke den nordlige del af det gamle Frederiksborg Amt. Der indgår en del flere pejlinger i det nye potentialekort, som kan være årsag til at der er afvigelser imellem de 2 potentialekort.

Potentialet mellem de 2 kort afviger flere steder. Ved Æbelholt Kildeplads, Slingerup og Bagsværd Vandværk viser den nye undersøgelse i 2008 et højere potentiale end det var i den tidligere undersøgelse, mens den nye undersøgelse i 2008 viser et lavere potentiale mod Øresundskysten mellem Vedbæk og Nivå, og ved Hillerød og Lillerød.

Potentialet er fastlagt med en generelt høj sikkerhed og med en god datadækning. Enkelte steder er datagrundlaget mangelfuldt og potentialet kendes kun fra ældre pejlinger fra Jupiterdatabasen. Det er f.eks. omkring Frederiksborg Slot og syd for Hillerød. I den nordlige del af regionen er der i nogle områder meget få boringer, der kunne eventuelt suppleres med nye boringer til kalken. Nogle få steder kunne der forsøges igen at opsøge nogle boringer, der ikke blev pejlet i synkronpejlerunden, enten fordi der ikke kunne gives adgang til boringen eller fordi boringen ikke var pejlbare. Der kunne også oprettes nogle støttepunkter i områder, hvis der er lokalt kendskab til hvordan potentialeforholdene er.

Endelig kan der suppleres med boringer filtersat i sand i den nordlige del af området, udvalgt på baggrund af de optegnede geologiske profiler.

1. Boringsregistrering område 3, Dele af Ballerup, Ledøje-Smørum og Albertslund kommuner, Alectia 2008 for Miljøcenter Roskilde
2. Dragør potentialekort, Orbicon A/S 2007
3. Lokalisering og pejling af brønde og borerer samt udarbejdelse af potentialekort i Helsingør Indsatsområde, WaterTech 2006
4. Lokalisering og pejling af brønde og borerer samt udarbejdelse af potentialekort i Esrum-Helsingø NV, WaterTech 2006
5. Boringsregistrering område 2, Søllerød, Lyngby-Taarbæk, gentofte, Gladsaxe og Værløse kommuner, samt dele af Ballerup og Herlev kommuner, Orbicon 2006 for Københavns Amt
6. Potentialekort for Københavns Amt 2005, Orbicon A/S 2006
7. Lokalisering og pejling af brønde og borerer samt udarbejdelse af potentialekort i Helsingø NV, Niras 2002
8. Tisvilde Hegn, DGE 2002
9. Boringsregistrering område 1, Høje Tåstrup samt dele af Ledøje-Smørum, Albertslund og Ishøj kommuner, Rambøll 2002 for Københavns Amt
10. Potentialekort for Frederiksborg Amt 2001, Dansk Geofysik 2001
11. Lokalisering synkronpejlinger og temakort, Indsatsområde vest for Arresø, HOH 2001
12. Sårbarhedskortlægning af grundvandsressourcen nordvest for Arresø Niras 2000
13. Synkronpejlinger i Hornsherred, DGE 2000
14. Jægerspris, WaterTech 2000
15. Grundvandspotentiale i kalkmagasinet oktober 1999, Rambøll for Københavns Amt
16. Medianminimumsvandføring på deloplande på Sjælland, baseret på historiske og nye målinger, Orbicon A/S 2008 for Miljøcenter Roskilde
17. Manual til dataindeksning, Hedeselskabet 2004
18. Vejledning om udarbejdelse af potentialekort. GEUS udkast 19. december 2008