

Aalborg Kommune, Forsyningsvirksomhederne

Boringsnære beskyttelsesområder Aalborg Vandforsyning, Brunsted kildeplads

November 2009



Allerød	4810 4200
Århus	8732 3232
Aalborg	9630 6400
Odense	6312 1581

www.niras.dk

NIRAS
-råd du kan regne med



NIRAS A/S
Vestre Havnepromenade 9
DK-9100 Aalborg

Telefon 9630 6400
Telefax 9630 6474

E-mail niras@niras.dk
Web www.niras.dk

CVR-nr. 37295728
Tilsluttet F.R.I

Udgave nr.:

1

Dato:

November 2009

Forfattere:

Rikke Krogshave Laursen, Martin Mortensen og Jacob Birk Jensen fra NIRAS samt Bjarne Madsen fra WaterVision

Kvalitetskontrol:

Torsten Bliksted/TOB

Godkendt af:

Torsten Bliksted/TOB

Sag nr. og filnavn:

G:\SAG\13\079.00\Project documentation\Rapport\Brunsted vandværk\Brunsted Vandværk.doc

1.	BAGGRUND OG FORMÅL	1
2.	BEREGNINGSMETODER.....	2
2.1	Beskyttelsesarealer beregnet med analytiske metoder	2
2.2	Beskyttelsesarealer beregnet med numeriske metoder.....	4
2.3	Bestemmelse af de endelige boringsnære beskyttelsesområder.....	6
3.	KILDEPLADSOMRÅDET.....	7
3.1	Geologiske og hydrologiske forhold	7
3.2	Arealanvendelsen	8
3.3	Indvindingsforhold	9
4.	SCENARIOANALYSE	11
4.1	Beregning af BNBO	11
4.1.1	Resultater fra den analytiske model.....	11
4.1.2	Resultater fra grundvandsmodellen	12
4.1.3	Det resulterende boringsnære beskyttelsesområde.....	12
4.2	Vurdering af BNBO arealernes beskyttelsesgrad.....	13
5.	REFERENCER.....	15

Bilagsoversigt

- 1 Oversigtskort
- 2 Potentialekort
- 3 Geologisk tværprofil
- 4 Analytisk og numerisk BNBO'er
- 5 Det resulterende BNBO
- 6 Samlet lertykkelse
- 7 Parameterværdier

1. **BAGGRUND OG FORMÅL**

Som led i indsatsplanlægningen for grundvandsbeskyttelse har Aalborg Kommune, Forsyningsvirksomhederne bedt NIRAS og WaterVision om at udpege og optegne boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) for fem kildepladser beliggende i delindsatsområdet Sydøst i OSD 20.

Med udpegning af de boringsnære beskyttelsesområder indkredses de arealer i det kildepladsnære område, som kræver en særlige beskyttelsesindsats mod fremtidige forureningstrusler.

De boringsnære beskyttelsesområder udpeges efter et koncept udviklet af WaterVision r (ref. /4/) med baggrund i Miljøministeriets vejledning (ref. /1/).

Denne rapport omhandler udpegning af boringsnære beskyttelsesområder for Brunsted kildeplads.

Rapporten er opbygget med en generel introduktion til beregningsmetoder efterfulgt af en specifik beskrivelse af kildepladsområdet, og sidst beregnes og beskrives de boringsnære beskyttelsesområder for kildepladsen.

2. **BEREGNINGSMETODER**

Grundlaget for opgaven er metoder til beregning af grundvandets strømningsforhold. På grundlag heraf er det muligt at beregne sammenhængen mellem størrelsen af det beskyttede areal, transporttiden til indvindingsboringerne og beskyttelsesgraden af arealet. Herigennem vil der i princippet kunne opnås en sammenhæng mellem forbedring i råvandskvalitet for udvalgte stoffer og den økonomiske investering i beskyttelsesforanstaltninger (arealstørrelse, restriktioner på driften, opkøb af jord mv.).

Filosofien bag beregning af beskyttelsesarealer omkring indvindingsboringer er, at den ydre afgrænsning af det beregnede areal ligger i samme tidsmæssige afstand fra den pågældende indvindingsboring med hensyn til den valgte transporttid. På den måde sikres det, at enhver vandpartikel (eller opløst stof med konservativ transport) uden for det afgrænsede (beskyttede) område vil nå indvindingsboringen efter en tid, der er større end den valgte transporttid.

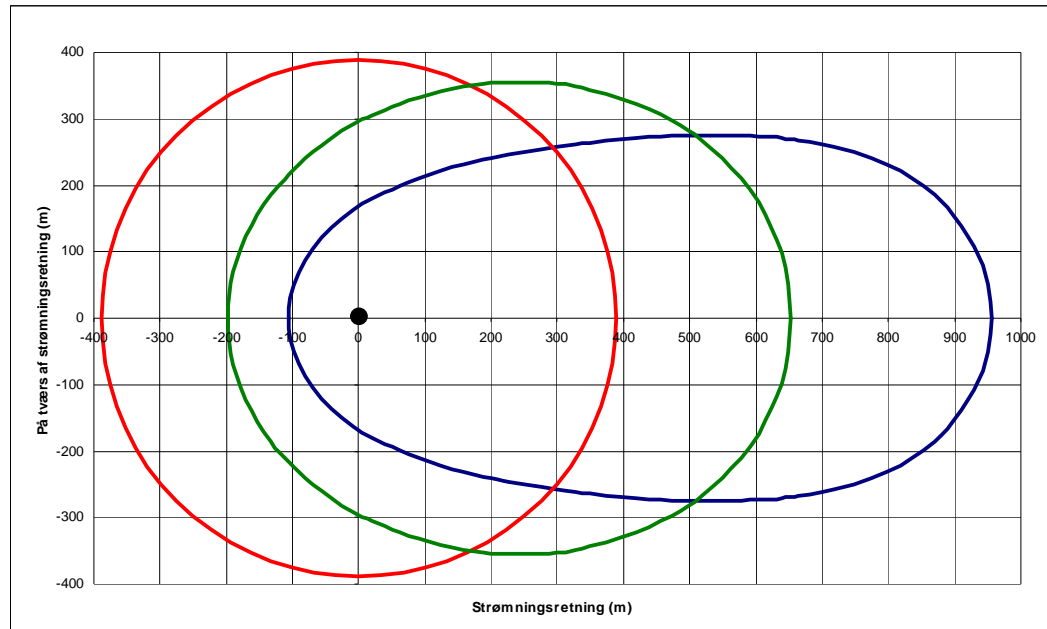
I den nærværende opgave er de boringsnære beskyttelsesområder beregnet vha. af en analytisk metode og vha. en grundvandsmodel. Den grundliggende filosofi bag denne dobbeltbestemmelse er et ønske om at udnytte begge metoders styrke; den analytiske metode tager udgangspunkt i de helt boringsnære forhold, mens grundvandsmodellen integrerer forholdene på en større skala.

2.1 **Beskyttelsesarealer beregnet med analytiske metoder**

I mange sammenhænge, hvor der ikke på forhånd eksisterer numeriske modeller, og hvor der kun er brug for en tilnærmet afgrænsning af problemet, kan det være tilstrækkeligt og ofte mere hensigtsmæssigt, specielt i de boringsnære områder, at anvende forenkede analytiske beregningsværktøjer. Metoderne udmærker sig ved at være relativt enkle og billige at anvende uden et stort forudgående analysearbejde. Dertil kommer, at de er gennemskuelige, og at resultatets afhængighed af parametrene kan aflæses direkte. Metoderne er især velegnede til at danne et første skøn over problemets omfang og i nærområdet til indvindingsboringerne samt anvendelse, hvor den geologiske variabilitet er lille. Ulempen er, at metoderne normalt er begrænset til to dimensioner og ikke kan tage højde for de variationer, der måtte optræde i nedbør, afstrømning og geologi.

Miljøstyrelsen har for nylig udgivet en vejledning om analytisk beregning af boringsnære beskyttelsesområder (BNBO), ref. /1/. Desværre giver de anførte metoder ikke direkte mulighed for at beregne BNBO-arealerne, når der optræder en grundvandsstrøm i området, hvilket der stort set altid gør. Den simple cirkel-løsning vil derfor ofte beregne afgrænsninger, der afviger betragteligt (50 % eller mere) fra mere korrekt beregnede områder. Det betyder, at man risikerer at investere i store arealer, der ikke har nogen værdi set i en beskyttelsesmæssig sammenhæng.

Da det ikke var muligt at finde en eksisterende enkel løsningsmodel til en situation med naturlig grundvandsstrøm, og det eneste alternativ var de numeriske modeller, blev BNBO-modellen udviklet i forbindelse med undersøgelse af Gummersmarke kildeplads, der var den første BNBO opgave, som Københavns Energi igangsatte, ref. /5/. Modellen kan ved hjælp af få nøgleparametre beregne den tilnærmede afgrænsning af et BNBO areal for en indvindingsboring for en fast beskyttelsestid på f.eks. ½, 1 eller 2 år. Som det fremgår af fig. 2.1 vil afgrænsningen variere som følge af ændret hastighed af den naturlige grundvandsstrøm - fra en cirkel og til en tilnærmet ellipseform, der bliver mere langstrakt jo større hastigheden af grundvandet er.

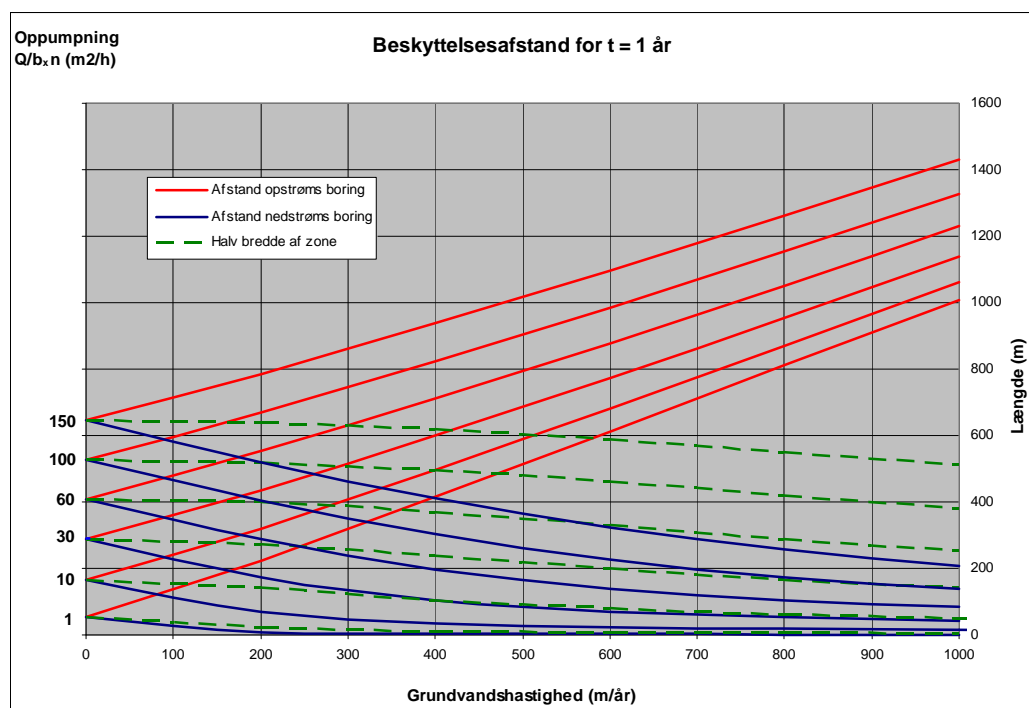


Figur 2.1 Beregnede BNBO afgrænsninger som funktion af størrelsen af den naturlige grundvandsstrøm der i eksemplet kommer fra højre. Rød afgrænsning (cirkel) er uden grundvandsstrøm, mens den blå afgrænsning er med stor grundvandsstrøm.

Ved beregning af BNBO arealer indgår der nogle få nøgleparametre for det pumpede lag. Disse kan bestemmes med forskellig sikkerhed og har forskellig

effekt på størrelsen og formen af de beregnede områder. Nøgleparametrene er den oppumpede vandmængde, Q , den effektive lagtykkelse af det pumpede lag, b , den effektive porøsitet, n_e , samt størrelse og retning af den naturlige grundvandsstrøm, V_0 . Den sværeste parameter at bestemme er n_e , idet der endnu ikke er udviklet særlige målemetoder til at bestemme den med, og n_e baseres derfor på kvalificerede skøn. For kridt, som udgør den vandførende zone på Brunsted kildeplads, er intervallet for n_e relativt stort i forhold til sand og ligger typisk mellem ca. 1 og 10 % afhængig af intensiteten af sprækker.

Med henblik på at forenkle procedurerne for arealberegningerne er der udarbejdet et diagram som en hurtig og enkel metode til at bestemme de vigtigste dimensioner på de boringsnære beskyttelseszoner, hvor der optræder en naturlig grundvandsstrøm. Diagrammet fremgår i reduceret format af fig. 2.2.



Figur 2.2 Beregningsdiagram for BNBO.

2.2

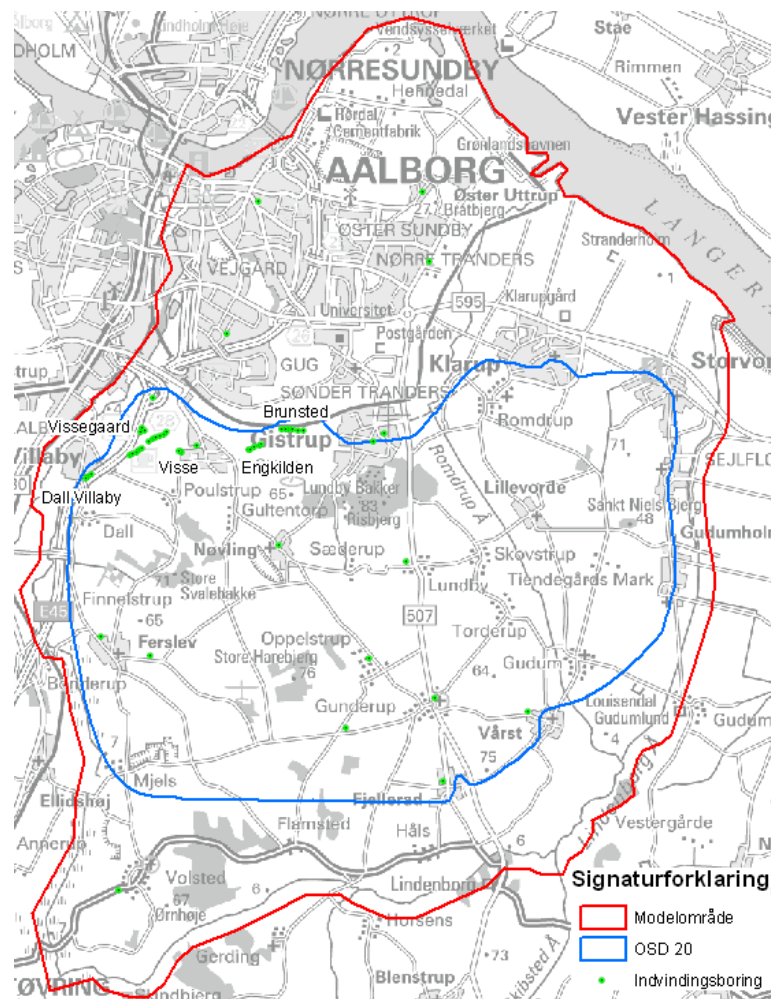
Beskyttelsesarealer beregnet med numeriske metoder

De distribuerede numeriske modelværktøjer, der omfatter partikeltransport beregninger, er mere avancerede end analytiske beregninger. Fordelen er, at man ofte kan opnå en betydelig større sikkerhed på resultaterne, specielt hvor variabiliteten på nedbør, afstrømning og geologi er betydelig. Samtidig vil man umiddelbart kunne få et mål for usikkerheden på resultaterne. Både tidsperspektivet og 3 dimensioner kan uden problemer indgå i beregningerne. Da metoden normalt kræver en væsentlig indsats i forbindelse med opstilling og kalibrering,

er den relativ dyr at anvende og fordrer således en relativ kompliceret og betydningsfuld problemstilling for at brugen kan retfærdiggøres. Metoden er ikke specielt velegnet tæt på indvindingsboringen men derimod ude i oplandet, hvor de radiærsymmetriske strømningsforhold betyder mindre.

Der er tidligere opstillet og kalibreret en numerisk model i 3D for området (ref. /2/). Denne model har været anvendt til at beskrive grundvandets strømningsretning i og omkring Aalborg Sydøst med henblik på at optimere driften og udnyttelsen af ressourcen ved kildepladserne Brunsted, Engkilden og Vissegaard (ref. /2/). Til denne opgave er modellens diskretisering ændret, således at cellestørrelsen er 25 m ved de enkelte borer og gradvist stigende til 100 m for bedre beskrivelse af de boringsnære beskyttelsesområder.

Modellen er opbygget som en stationær GMS model og dækker området vist på figur 2.3. Modellen er konstrueret på baggrund af en 3D geologisk model, ref. /2/.



Figur 2.3 Modelområde, OSD 20 afgrænsning og indvindingsboringer.

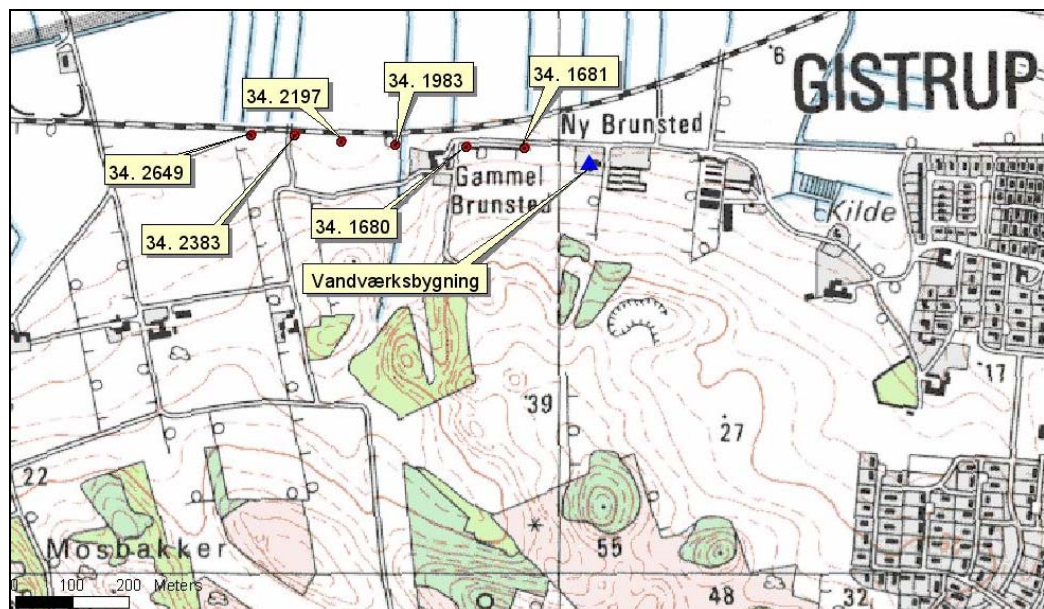
Ved hjælp af partikelflytning i modellen er det muligt at beregne hastigheden af vandpartiklerne og dermed transporttiden af vandet, fra det når det øverste grundvandsmagasin til oppumpning. På denne måde kan det samlede grundvandsdannende opland til kildepladsen beregnes. Dette gælder også afgrænsningen af beskyttelsesarealer, der ligger i samme tidsmæssige afstand fra kildepladsen.

2.3 **Bestemmelse af de endelige boringsnære beskyttelsesområder**

De anvendte metoder resulterer i analytisk bestemte oplande og oplande bestemt med grundvandsmodellen. I den endelige BNBO udpegning arbejdes der med et resulterende område, der omkranser såvel det analytisk bestemte opland samt oplandet bestemt med grundvandsmodellen. Området svarer til et 1 års beskyttelsestid, ref. /1/.

3. KILDEPLADSOMRÅDET

Brunsted kildeplads tilhører Aalborg Vandforsyning og er beliggende på den sydlige skråning af Indkilledalen i den sydøstlige del af Aalborg i et landbrugsområde. Der indvindes vand fra 6 indvindingsboringer, som er beliggende i nærheden af produktionsværket. Figur 3.1 viser et oversigtskort med produktionsværket og Brunsted kildeplads.



Figur 3.1 Oversigtskort med Brunsted kildeplads og produktionsværk (vandværksbygning).

3.1 Geologiske og hydrologiske forhold

Landskabsmæssigt er Brunsted kildeplads beliggende på en moræneflade fra sidste istid. Fladen er karakteristisk ved at bestå af højtliggende kridtforekomster med et dække af kvartære glaciale aflejringer. Mod nord grænser morænefladen op til Indkilledalen, hvor kridtoverfladen ligger dybt. Indkilledalen er sandsynligvis dannet som følge af forskydninger i undergrunden, hvor dalen er opstået som et sænkingsfelt. Under istiden har dalen fungeret som smeltevandsdal, og i Stenalderen har dalen været vanddækket og fungeret som fjordarm. Udover dybtliggende kridtaflejringer overlejret af glaciale sedimenter består de øvre

dalsedimenter af marine sen- og postglaciale aflejringer. På bilag 3 er vist et geologisk snit gennem kildepladsen.

Indvindingsboringer (DGU nr. 34.1681, 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649) på Brunsted kildeplads indvinder alle vand fra et grundvandsmagasin bestående af skrivekridt. Det formodes, at boring DGU nr. 34.1680 ligeledes indvinder vand fra grundvandsmagasinet bestående af skrivekridt, men der findes ingen geologiske oplysninger herom. Boringernes filterindtag er placeret 23 - 60 m.u.t.

Som det fremgår af det geologiske tværsnit, findes der et beskyttende smeltvandslerlag på 13,5 - 17 m over grundvandsmagasinet i boring 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649, mens geologien for boring 34.1681 kun viser grus og sandede dæklag over kalkmagasinet. Yderligere er der i boring 34.2649, 34.2383 og 34.2197 et 2 - 4 m tykt morænelerslag.

Den delvise beskyttelse af grundvandsmagasinet ved Brunsted kildeplads stemmer overens med Aalborg Kommunes kortlægning (ref. /3/) af de akkumulerede tykkelser af lerdækket indenfor OSD20 (bilag 6). Heraf ses, at det for området omkring kildepladsen gælder, at der mod nord i Indkilledalen findes en god naturlig geologiske beskyttelse af grundvandsmagasinet i form af lerlag, mens beskyttelsen er stærkt begrænset, når man bevæger sig mod syd ind på morænefladen.

Nedadtil vurderes grundvandsmagasinet for alle boringer at være begrænset af salt grundvand.

Grundvandsmagasinet i Indkilledalen er spændt, mens grundvandspejlet syd for dalen overvejende er frit. Indvindingsboringerne tilhørende Brunsted kildeplads ligger imellem disse områder. Derfor har de vestlige boringer (DGU nr. 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649) spændt magasin, mens den østlige boring (DGU nr. 34.1681) har et frit grundvandsspejl. I boringerne 34.1983, 34.2197 og 34.2383, hvor grundvandspotentialet er målt, er dette beliggende ca. 0,02 - 0,85 m.u.t. Ved kildepladsen er grundvandets strømningsretning overvejende fra syd mod nord, dog findes også en strømning fra nord mod syd under Indkilledalen.

3.2 Arealanvendelsen

Arealanvendelsen i indvindingsoplandet til Brunsted kildeplads domineres af markarealer med spredt bebyggelse. Syd for indvindingsboringerne, sydvest for Gistrup, ligger Ørnehøj Golfklub indenfor indvindingsoplandet.

I Amtets OSD20-kortlægning er hovedparten af indvindingsoplandet til Brunsted kildeplads udpeget til at have stor nitratsårbarhed, ref. /7/. Enkelte dele af

kildepladsområdet ud mod Indkilledalen er udpeget til at have nogen og lille nitratsårbarhed.

I Aalborg Kommunes kortlægning af forureningskilder i indvindingsoplandet til Brunsted kildeplads er der registreret gårdspladser, hvor evt. renholdelse med pesticider kan udgøre en væsentlig risiko for grundvandsressourcen. Derudover er der en gammel fyldplads kortlagt på vidensniveau 2, to pelsdyrhaller, et kemikalieoplag (sprøjtegifte), fem olietanke, nedsivningsanlæg/septiktanke, møddingspladser og ajlebeholder samt enkeltindvindinger, markvandingsboringer og boringer til vanding af husdyr, der kan udgøre en risiko for grundvandsressourcen.

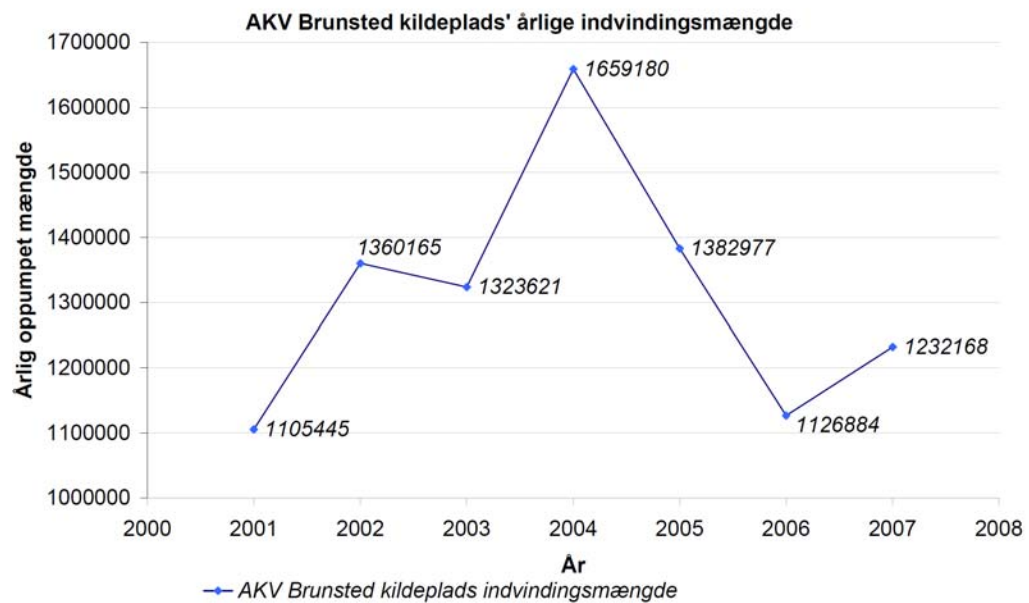
3.3 Indvindingsforhold

Brunsted kildeplads indvinder vand fra 6 indvindingsboringer (DGU nr. 34.1680, 34.1681, 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649), som er filtersatte i aflejringer af skrivekridt, og indvinder fra et dybdeniveau mellem 23 og 60 m u.t. Boringerne er placeret på linje med en minimum afstand på ca. 82 m. I tabel 3.1 er der listet dybde og indvindingsinterval for hver af indvindingsboringerne.

Boring DGU nr.	Dybde	Indvindingsinterval	Indbyrdes afstand
34.1681	60 m	23 - 60 m.u.t.	
			102,5 m
34.1680	50 m	30 - 50 m.u.t.	
			125 m
34.1983	52 m	30 - 49 m.u.t.	
			94 m
34.2197	52 m	31,5 - 49,5 m.u.t.	
			82 m
34.2383	50 m	30 - 48 m.u.t.	
			76,5 m
34.2649	52 m	37 - 49 m.u.t.	

Tabel 3.1 Boringsdata for indvindingsboringerne til Brunsted kildeplads.

Brunsted kildeplads har en indvindingstilladelse på 1.500.000 m³/år. For kildepladsen er det ikke oplyst, hvordan indvindingsforholdet mellem de 6 boringer er fordelt. Figur 3.2 viser Brunsted kildeplads' årlige vandindvinding for perioden 2001 - 2007.



Figur 3.2 Årlige indvindingsmængder [m³/år] for Brunsted kildeplads for perioden 2001-2007.

De 6 indvindingsboringer (34.1680, 34.1681, 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649) på Brunsted kildeplads indvinder en oxideret vandtype tilhørende den iltede zone. Råvandet har et nitratindhold varierende mellem 19 - 29 mg/l. I boringernes råvand er der ikke fundet miljøfremmede stoffer eller indikationer på problemer med forhøjet kloridindhold. Der ses ingen umiddelbar udvikling i de kemiske parametre, som kan indikere fremtidig forringelse af drikkevandskvaliteten. I tabel 3.2 ses en sammenfatning af råvandsanalyserne for de 6 indvindingsboringer for udvalgte kemiske parametre.

Råvandskvalitet		Boring DGU nr. 34.1680, 34.1681, 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649
Nitrat	mg/l	19 - 29
Sulfat	mg/l	15 - 19
Klorid	mg/l	25 - 26
Jern	mg/l	<0,01 - 0,049
Mangan	mg/l	<0,001 - 0,006
Ammonium	mg/l	<0,005 - 0,009
Iltindhold	mg/l	5,8 - 10
Arsen	µg/l	0,81 - 1,9

Tabel 3.2 Sammenfattende analyseresultater for indvindingsboringer ved Brunsted kildeplads.

4. SCENARIEANALYSER

4.1 Beregning af BNBO

Boringsnære beskyttelsesområder svarende til ½ og 1 års transporttid er beregnet for Brunsted kildeplads med den forenklede analytiske metode og med den eksisterende grundvandsmodel for området.

I beskrivelsen af de boringsnære beskyttelsesområder er den effektive tykkelse af den vandførende zone i grundvandet og den effektive porøsitet afgørende for størrelsen af området. Tykke grundvandsmagasiner og store effektive porøsiteter resulterer i små oplande og omvendt. Som grundlag for den analytiske beregning er bl.a. magasindybden vurderet ud fra lokale boringsdata (lithologi, boringslogs og filtersætning), og denne er i mange tilfælde mindre end magasin-tykkelsen i den anvendte grundvandsmodel, da den primært er designet til at fokusere på de regionale forhold. Anvendes den numeriske model alene (og direkte) vil beregningerne derfor ofte resultere i BNBO områder, som er mindre end de analytiske.

4.1.1 Resultater fra den analytiske model

På grundlag af oplysningerne i boreprofilerne, flowlogs og renpumpninger af indvindingsboringerne er et sæt af parametre udvalgt for de seks boringer, jf. bilag 7. Dette er bl.a. gjort under hensyn til parametrene i grundvandsmodellen, specielt den beregnede hastighed af grundvandet. Parametrene er præsenteret i tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parametre anvendt til beregninger i den analytiske model. Q er den oppumpede vandmængde, T er transmissiviteten, B er den effektive lagtykkelse af det pumpede lag, n_e er den effektive porøsitet, I_o er den hydrauliske gradient i kildepladsområdet, og V_o beskriver størrelsen af den naturlige grundvandsstrøm.

Boring	Q [m ³ /t]	T [m ² /s]	B [m]	n_e	I_o	V_o [m/år]
34.1680	28,54	0,0120	20	0,10	-	-
34.1681	28,54	0,0120	20	0,10	-	-
34.1983	28,54	0,0110	18	0,10	-	-
34.2197	28,54	0,0120	18	0,10	-	-
34.2383	28,54	0,0150	22	0,10	-	-
34.2649	8,5	0,0120	20	0,10	-	-

Der er tidligere udført flowlogs på tre af de seks boringer. Disse sandsynliggør, at der både er tale om strømninger i sprækket kridt og knuste kridtzoner, hvorfor den effektive porøsitet, n_e , vurderes at være høj. De lokale gradientforhold omkring kildepladsen synes at være meget domineret af afvandingen til Landgrøften, således at der lokalt tilsyneladende sker grundvandsstilstrømning til kildepladsen fra både et sydligt og et nordligt opland, og at der derfor ikke i nævneværdig grad sker en forskydning af BNBO afgrænsningen som følge af den naturlige grundvandsstrømning.

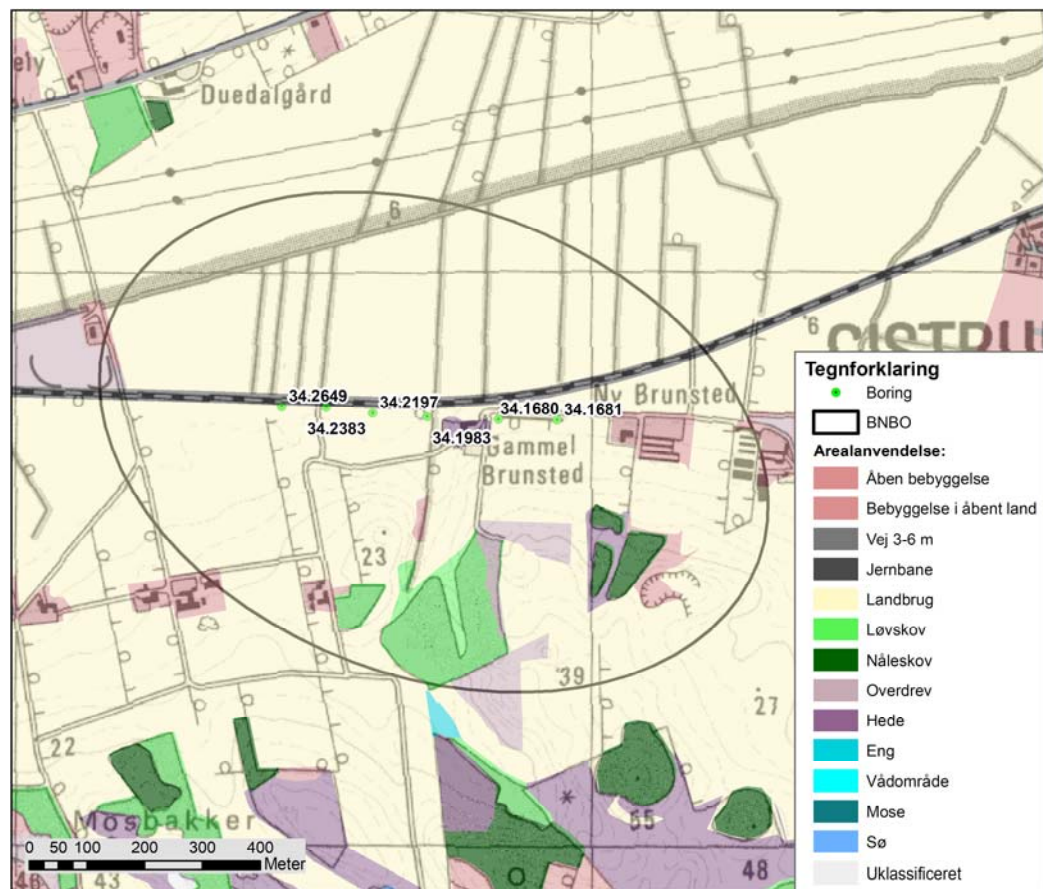
Det har derfor i denne enkle BNBO beregning været nødvendigt at antage, at den naturlige grundvandsstrøm er forsvindende lille i det lokale kildepladsområde. Da de seks indvindingsboringer ligger på linie langs afvandingsgrøften, giver dette en BNBO afgrænsning af form som en ellipse. I middel er der regnet med en effektiv tykkelse af den vandførende zone på 19,5 m. Det samlede BNBO opland for de seks boringer er beregnet til 77 ha.

4.1.2 *Resultater fra grundvandsmodellen*

Idet der er størst tillid til magasindybden bestemt ud fra boringsdata er det valgt at foretage ændringer i modellen, således at der er overensstemmelse med magasindybden i modellen og magasindybden bestemt ud fra boringsdata. De beregnede BNBO'er vist på bilag 4. Middelgrundvandsdannelsen til det primære magasin i det boringsnære beskyttelsesområde er jf. grundvandsmodellen 346 mm/år.

4.1.3 *Det resulterende boringsnære beskyttelsesområde*

På baggrund af resultaterne fra den analytiske model og fra grundvandsmodellen er det endelige boringsnære beskyttelsesområde optegnet og vist på figur 4.1 og bilag 5. Oplandet er foreningsmængden af de i bilag 4 viste oplande.



Figur 4.1 Det resulterende boringsnære beskyttelsesområde.

4.2 Vurdering af BNBO arealernes beskyttelsesgrad

Der er i bilag 6 (ref. /3/) angivet den akkumulerede lertykkelse for dæklagene over grundvandsmagasinet i OSD20. Heraf ses det, at Brunsted kildeplads ligger på kanten af ingen beskyttelse til, at der findes et beskyttende lerlag. Dette stemmer overens med det geologiske profilsnit på bilag 3, hvor boring 34.1681 ingen beskyttende dæklag har over kalkmagasinet, mens boring 34.1983, 34.2197, 34.2383 og 34.2649 har et beskyttende smeltevandslerlag på 13,5 – 17 m samt et 2 – 4 m tykt morænelerlag over grundvandsmagasinet. Morænelerlaget findes dog ikke i boring 34.1983. Moræneleret kan være gennemsat af sprækker og forskydninger med mulighed for en hurtig gennemsivning af dæklagene, hvorved den beskyttende effekt af morænelerlaget på 2 - 4 m reduceres. Smeltevandslerlaget ved Brunsted kildeplads yder til gengæld i henhold til Miljøstyrelsens zoneringsvejledning god beskyttelse af grundvandsmagasinet. God beskyttelse svarer i zoneringsvejledningen til, at lerdækket enten består af minimum 10 m smeltevandsler/marint ler eller 30 m moræneler, ref. /6/. Lerdækket over grundvandsmagasinet ved Brunsted kildeplads giver en god beskyttelse af den nordlige del af BNBO-området, mens den sydlige del af kildepladsens BNBO-område er uden beskyttende lerlag.

Ved Brunsted kildeplads består det indvundne grundvand af en oxideret vandtype. Denne grundvandstype er især sårbar overfor klorerede opløsningsmidler samt gruppen af pesticider, som kun nedbrydes langsomt eller slet ikke i et oxideret miljø. Dette gælder f.eks. de hyppigt forekomne pesticidnedbrydningsprodukter Atraziner og BAM. Til gengæld er det oxiderede grundvand mindre sårbart overfor blandt andet oliestoffer, visse andre pesticider som fenoxysyrer (f.eks. dichlorprop og MCPP), idet disse anses som værende forholdsvis let nedbrydelige i et oxideret miljø.

Generelt udgør miljøfremmede stoffer som phenoler samt overfladeaktive stoffer (som f.eks. LAS) en risiko for grundvandet, da de opløses let i vand og derfor nemt transporteres. Den hurtigste nedbrydning af stofferne sker dog under oxiderede forhold, som er til stede ved Brunsted kildeplads.

BNBO arealet er fortrinsvist beliggende i landbrugszone, hvilket indebærer risiko for forurening med blandt andet pesticider. Der er på nuværende tidspunkt ikke fundet pesticider i råvandet fra Brunsted kildeplads' indvindingsboringer. BNBO arealets beliggenhed indebærer desuden, at der er mulighed for traditionel beskyttelse i forhold til nitrat og pesticider, som udføres på åbne dyrkede arealer.

Endvidere er der indenfor BNBO arealet beliggende et nedsivningsanlæg samt 3 septitanke, hvilket indebærer en risiko for forurening med overfladeaktive stoffer som f.eks. LAS.

5. REFERENCER

- /1/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2 2007, Boringsnære beskyttelsesområder - BNBO.
- /2/ Grundvandsmodel, Kapacitetsundersøgelse Brunsted Engkilden Kildepladser, Aalborg Kommune, Vandforsyningen, januar 2005.
- /3/ Delindsatsplan for grundvandsbeskyttelse, Aalborg Sydøst, Aalborg Kommune Forsyningsvirksomhederne, januar 2005.
- /4/ Notat af WaterVision, Grundlæggende ligninger for analytisk beregning af beskyttelsesområder, november 2006.
- /5/ Boringsnære beskyttelsesområder – Gummersmarke Kildeplads. Analyse af grundvandsbeskyttelse og økonomiske virkemidler. Udført for Københavns Energi A/S af WaterVision og Fødevarøkonomisk Institut, 2006.
- /6/ Zonering – Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen, vejledning, Miljøstyrelsen, 3/2000.
- /7/ Aktivitetsområde 20/OSD 20, Sårbarheds- og vandressourcevurdering, rapport udarbejdet af Orbicon for Nordjyllands Amt, juni 2006.

Bilag 1

Oversigtskort

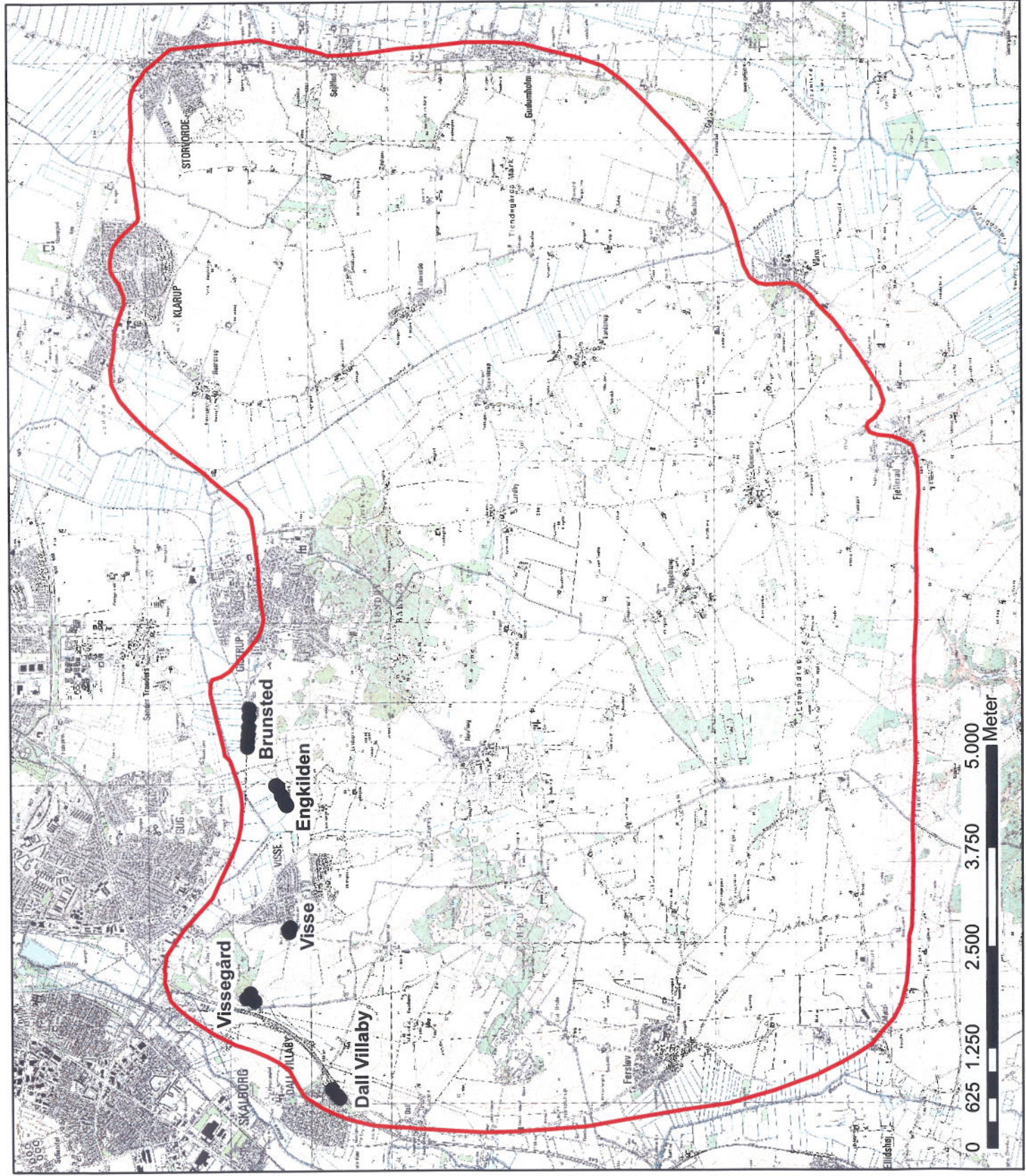
Bilag 1
Kildepladsernes placering
i OSD 20

Mål: 1:65.000

Tegnforklaring

- Boring
- OSD 20 område

Udført: RKL
Kontrol: JBJ
Godkendt: JBJ
Sag nr.: 13.079.00
Dato: 24/7, 2009
Sti: G:\SAG\13\079.00\Project
documentation\OSD20\ArcMap\
Bilag1.mxd





Bilag 2
Potentialekort

Bilag 2

Gradienter ved kildepladser

Mål: 1:35.000

Tegnforklaring

-  Boringer
-  Gradient (o/oo)

Potentiale

- 1 m
- 2 m
- 3 m
- 4 m
- 5 m
- 6 m
- 7 m
- 8 m
- 9 m
- 10 m
- 11 m
- 12 m
- 13 m
- 14 m
- 15 m
- 16 m
- 17 m
- 18 m
- 19 m
- 20 m
- 21 m
- 22 m
- 23 m
- 24 m
- 25 m
- 26 m
- 27 m
- 28 m



Udført: MOW

Kontrol: JBJ

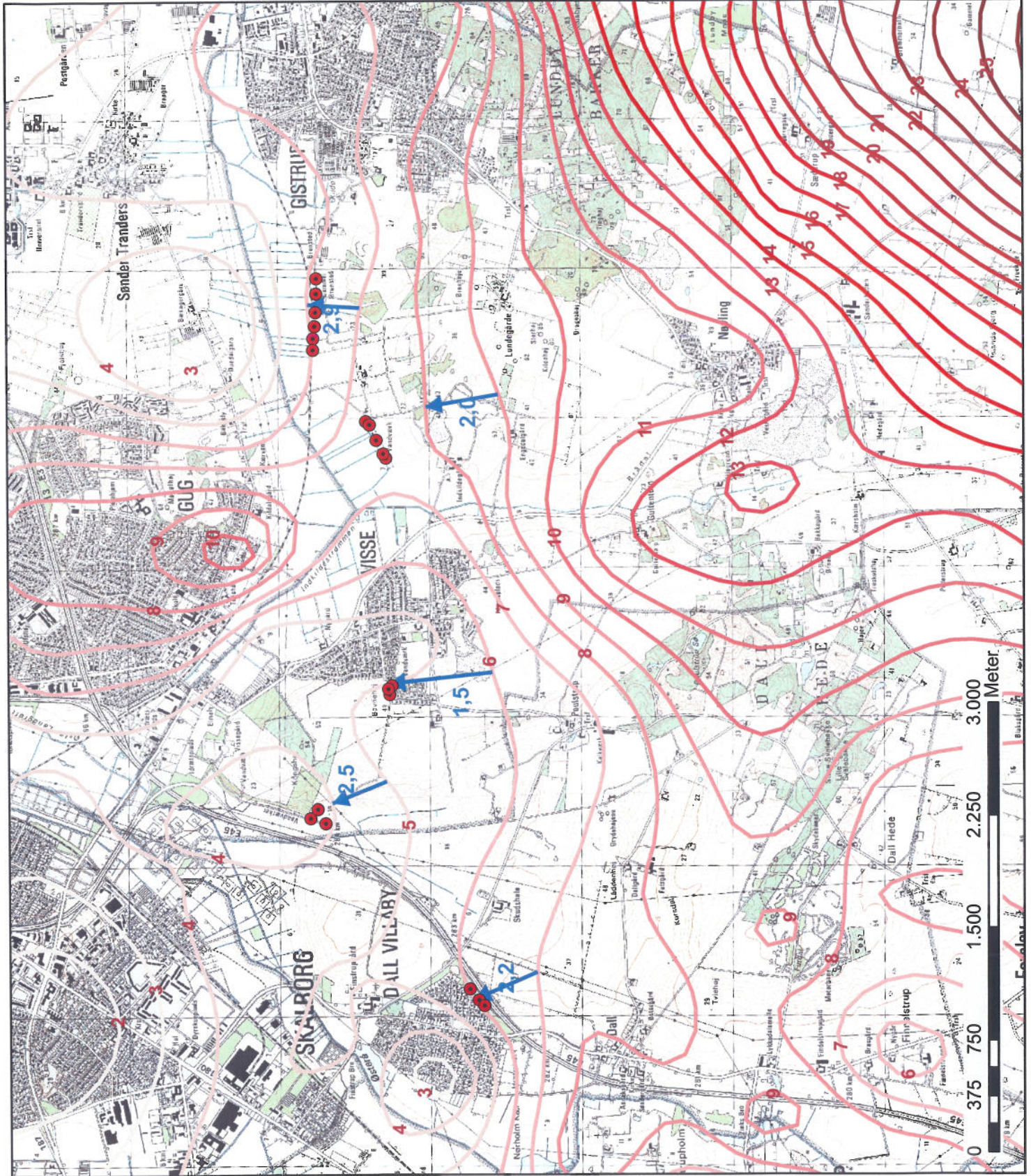
Godkendt: TOB

Sag nr.: 13.079.00

Dato: 23/08, 2008

Sti: G:\SAG13\079\001

Project documentation\Layout



Bilag 3
Geologisk tværprofil

Brunsted Vandværk
 Skematisk geologisk tværsnit af kildeplads mod V - Ø

BILAG 3

Signaturforklaring

34.981 Boringnummer

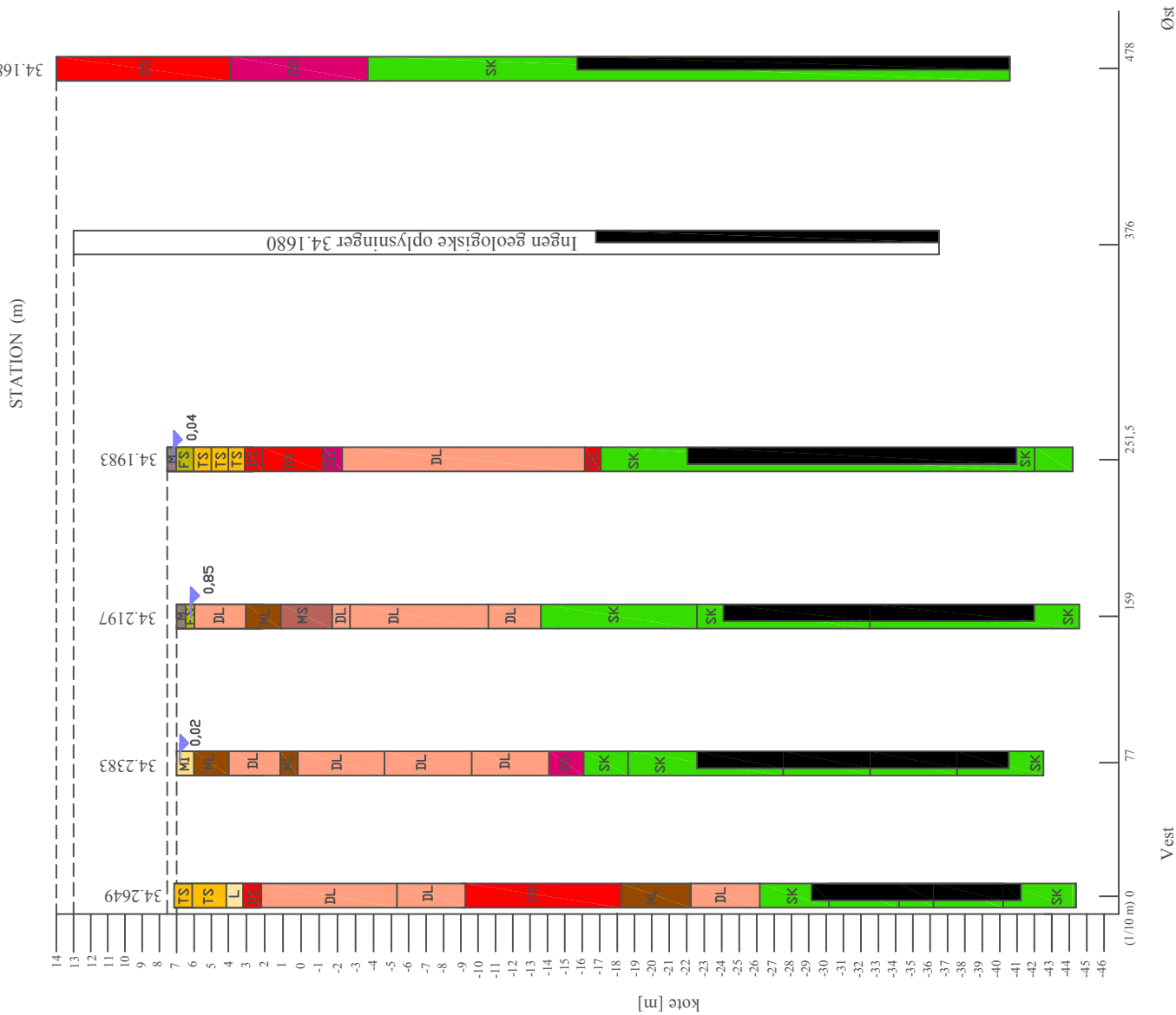
Filter

- Filter
- Ferskvandsand (FS)
- Ferskvandsand (FS)
- Campanien-masstrichien skrivelid (SK)
- Ler (L)
- Moreneler (ML)
- Morenesand (MS)
- Smeltevandssand (DS)
- Smeltevandsler (DL)
- Smeltevandsgrus (DG)
- Muld (M)
- Vandstand (m.u.t.)

Sagsnr: 13.079.00
 Dato: 08.10.2008
 Udført: AAC
 Kontrol: MMO



V. Havnepromenade 9
 9000 Aalborg
 E-mail niras@niras.dk
 Telefon 9630 6400
 Telefax 9630 6474



Bilag 4
Analytisk og numerisk BNBO'er

Boringsnære beskyttelsesområder

- Brunsted

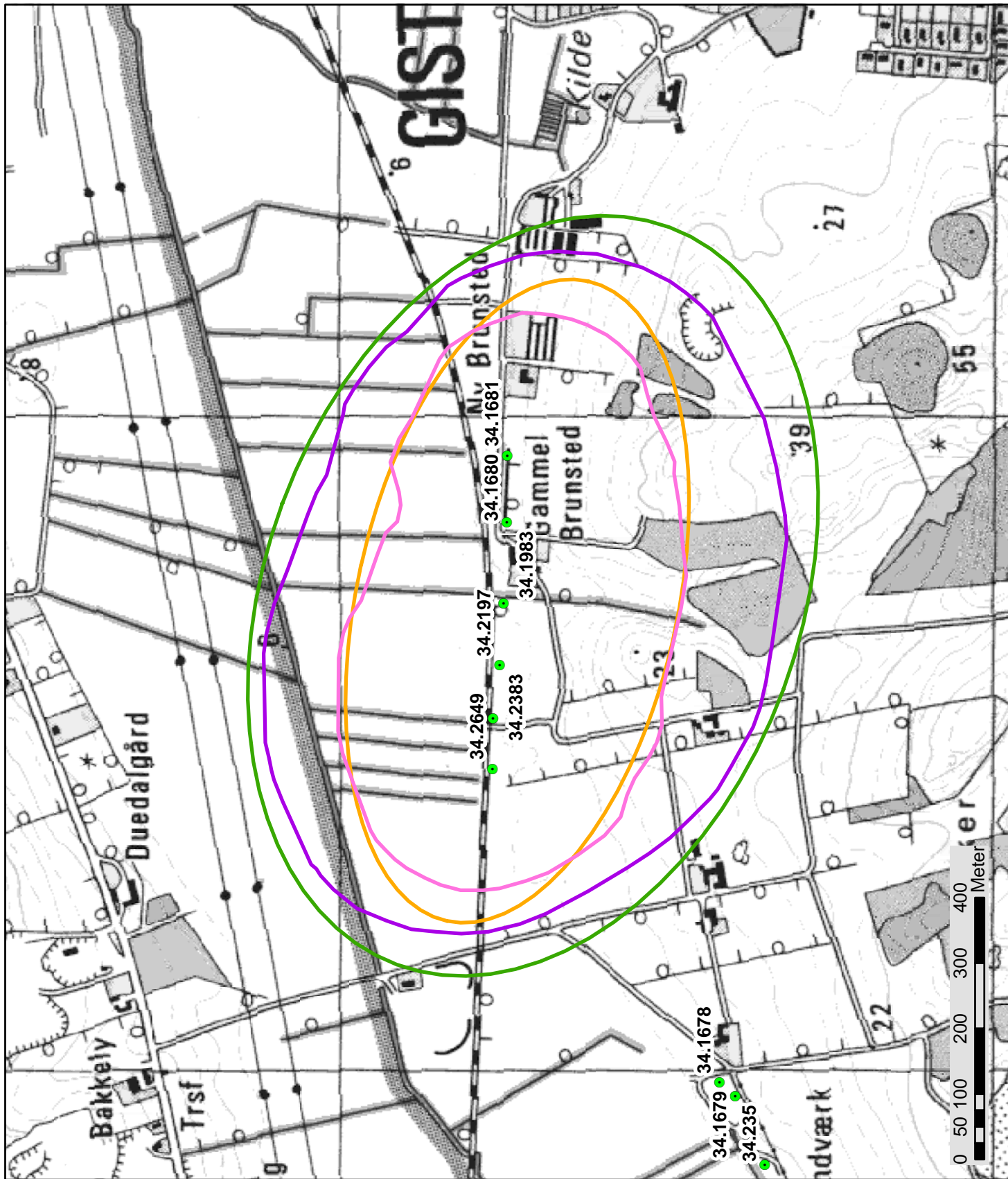
Bilag 4

Mål: 1:8.000

Tegnforklaring

- Boring
- Numerisk BNBO 0,5 år
- Numerisk BNBO 1 år
- Analytisk BNBO 0,5 år
- Analytisk BNBO 1 år

Udført: RKL
Kontrol: JBJ
Godkendt: JBJ
Sag nr.: 13.079.00
Dato: 20/7, 2009
Sti: G:\SAG131079.00\Project
documentation\OSD20\ArcMap\
Brunsted_BNBO.mxd



Bilag 5
Det resulterende BNBO

Boringsnære beskyttelsesområder

- Brunsted

Bilag 5

Mål: 1:8.000

Tegnforklaring

● Boring

□ BNBO

Arealanvendelse:

Åben bebyggelse

Bebyggelse i åbent land

Vej 3-6 m

Jernbane

Landbrug

Løvskov

Nåleskov

Overdrev

Hede

Eng

Vådområde

Mose

Sø

Uklassificeret

Udført: RKL

Kontrol: JBJ

Godkendt: JBJ

Sag nr.: 13.079.00

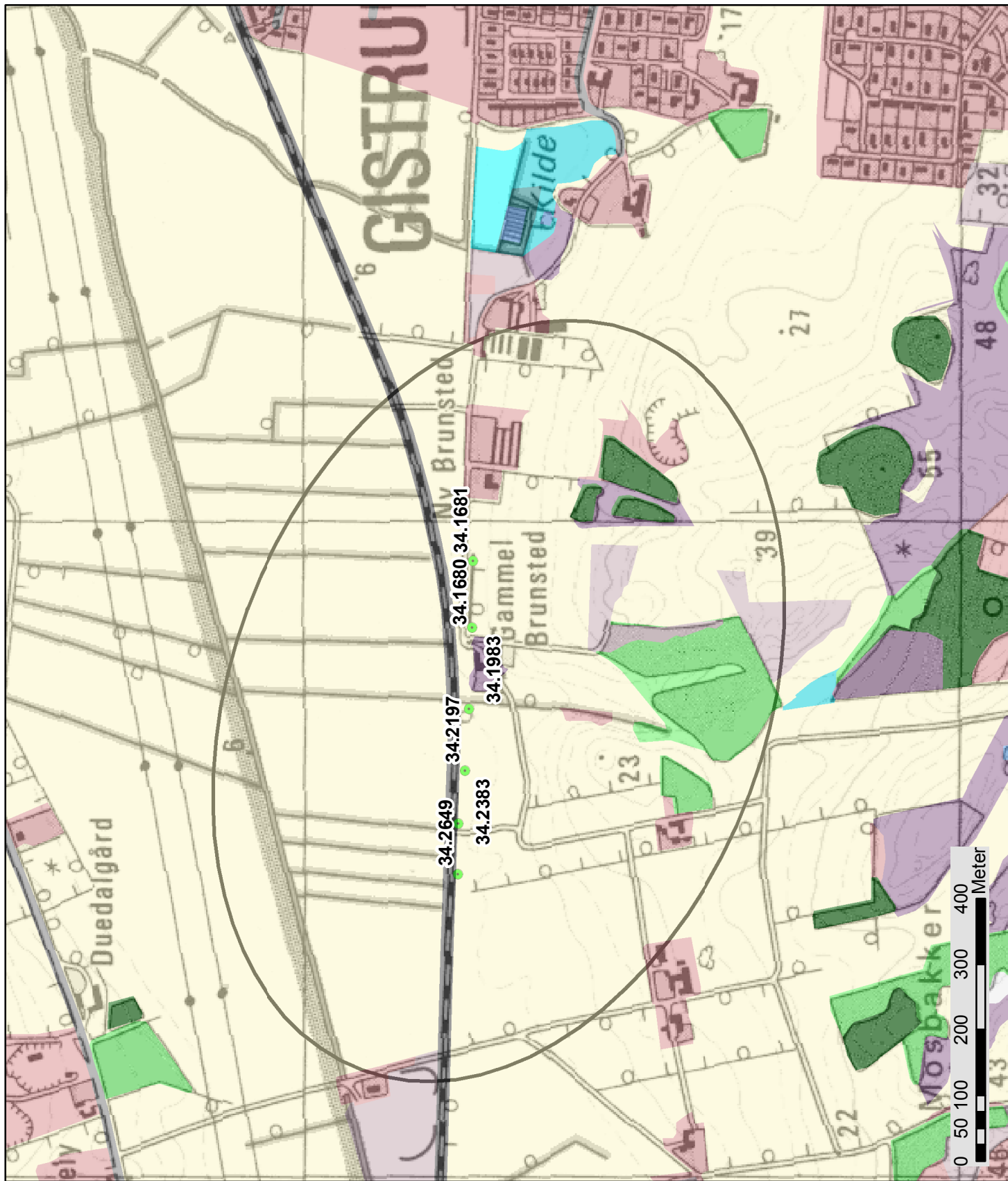
Dato: 2017, 2009

Sti: G:\SAG1\31079_00\Project

documentation\OSD20ArcMap\

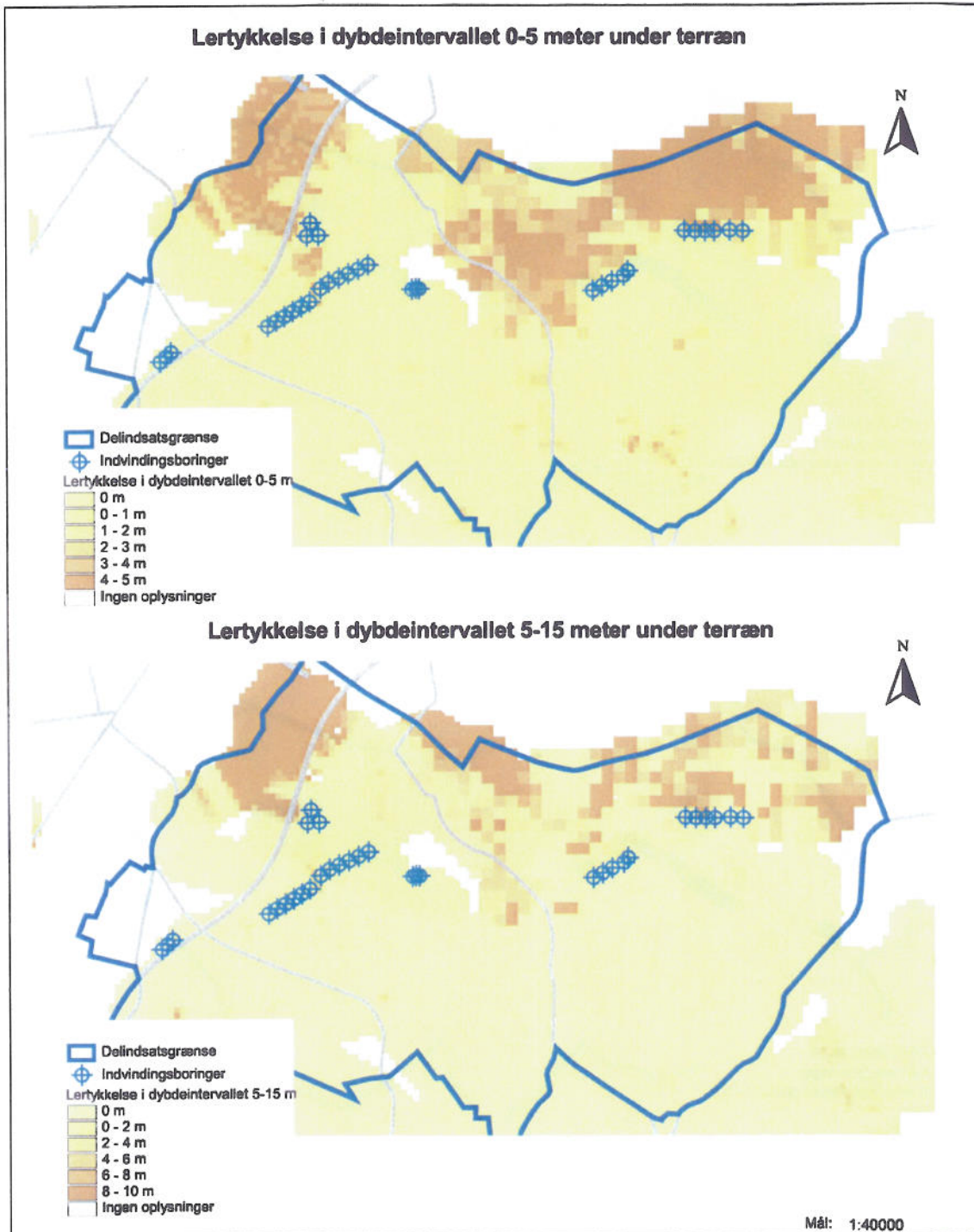
Brunsted_Resulterende_BNBO.mxd

NIRÅS



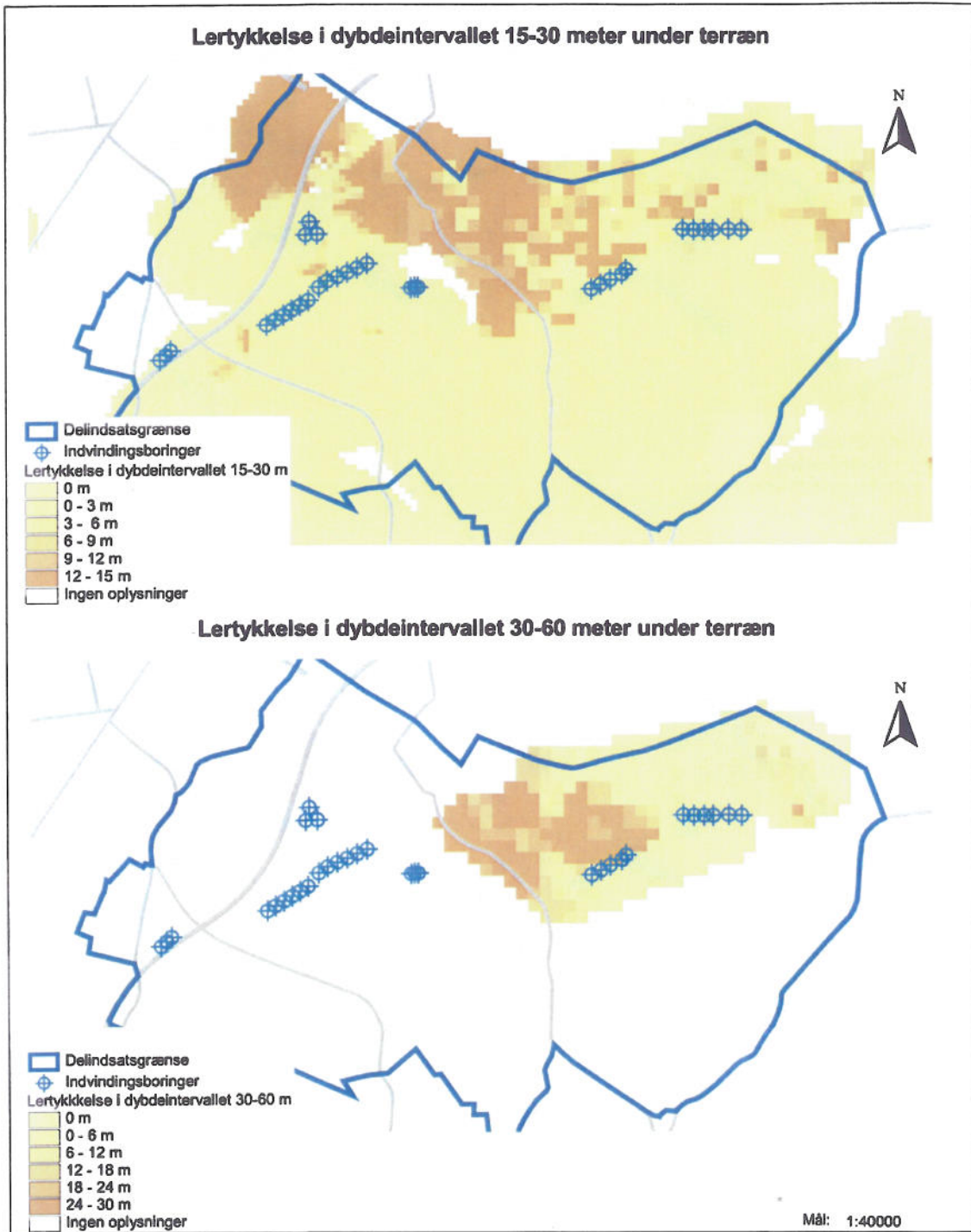
Bilag 6
Samlet lertykkelse

Delindsatsplan - Aalborg SØ



Figur 4: Kort med angivelse af lerlagstykkelsen i dybdeintervaller 0-5 m og 5-15 m

Delindsatsplan - Aalborg SØ



Figur 5: Kort med angivelse af lerlagstykkelsen i dybdeintervaller 15-30 m og 30-60 m

Bilag 7
Parameterverdier

Aalborg Vandforsyning - SØ

Beskyttelseszoner - parameterværdier																	
Boring nr.	Tilladelse (m ³ /år)	Fastlagt Q (m ³ /h)	GV hast. beregnet			Boreprofil				Flowlog			Orientering				
			GVmax (m/år)	GV (m/år)	GVmin (m/år)	T _{beregnet} (m ² /s)	T _{skønnet} (m/s)	K (m/s)	b _{skønnet} (m)	Bj.art	Q _{log} (m ³ /h)	b (m)	Neff min mid max	Imiddel	Vinkel ihft nord		
Visse	98.000	11,19	867	619	434		0,0050		10			0,05	0,07	0,10	0,0028	20,5	
34.1016		3,73	442	315	221		0,0050	0,00050	10	SK		0,05	0,07	0,10	0,0014		
34.1301		3,73	442	315	221		0,0055	0,00050	10	SK		0,05	0,07	0,10	0,0014		
34.981		3,73	442	315	221		0,0018	0,0040	8	SK		0,05	0,07	0,10	0,0014		
Dall Villaby	64.200	7,33										0,05	0,07	0,10			
34.718		2,44	608	434	304		0,0180	0,00054	28	SK	38	27	0,05	0,07	0,10	0,0018	-48,6
34.719		2,44	608	434	304		0,0180	0,00054	28	SK	25	25	0,05	0,07	0,10	0,0018	-48,6
34.3208		2,44	568	405	284		0,0030	0,00050	10	SK	38	10	0,05	0,07	0,10	0,0018	-48,6
Vissegaard	400.000	45,66											0,05	0,07			
34.1676		15,22	1135	811	568		0,0300	0,0180	28	K	51	10	0,05	0,07			
34.1677		15,22	757	541	378		0,0110	0,00040	25	K	15	15	0,05	0,07	0,10	0,0028	-22,2
34.1929		15,22	1104	788	552		0,0004	0,0075	12	SK	10	10	0,05	0,07	0,10	0,0030	-6,0
Brunsted	1.500.000	171,23															
34.1680		28,54	719	514	360		-	0,0120	0,00060	20	85,7	20	0,05	0,07	0,10	-	8,0
34.1681		28,54	719	514	360		-	0,0120	0,00060	20		20	0,05	0,07	0,10	0,0019	7,5
34.1983		28,54	732	523	366		0,0070	0,0110	18	SK	60	18	0,05	0,07	0,10	0,0019	7,0
34.2197		28,54	799	571	399		-	0,0120	0,00067	18		18	0,05	0,07	0,10	0,0019	6,0
34.2383		28,54	817	584	409		0,0250	0,0150	22	SK		20	0,05	0,07	0,10	0,0019	5,0
34.2649		28,54	719	514	360		-	0,0120	0,00060	20	50	20	0,05	0,07	0,10	0,0019	4,0
Engkilden	1.300.000	148,40															
34.236		29,68	1436	1026	718		-	0,0160	0,00062	26	96	25	0,05	0,07	0,10	-	-15,5
34.1043		29,68	1459	1042	729		0,0200	0,00063	32	SK	90	46	0,05	0,07	0,10	0,0037	-15,5
34.235		29,68	1436	1026	718		-	0,0080	0,00062	13	72	10	0,05	0,07	0,10	0,0037	-13,3
34.1679		29,68	1459	1042	729		-	0,0100	0,00063	16	93	10	0,05	0,07	0,10	0,0037	-11,1
34.1678		29,68	1417	1012	708		-	0,0170	0,00061	28	66	25	0,05	0,07	0,10	0,0037	-11,1