

GOI kortlægning og beskyttelsesstrategi i naturgenopretningsområder i Åkær Å oplandet

Mette Dahl



GOI kortlægning og beskyttelsesstrategi i naturgenopretningsområder i Åkær Å oplandet

Mette Dahl

Indhold

1.	Indledning	4
2.	GOI typologi	5
2.1	Landskabstype	6
2.2	Ådalstype	7
2.2.1	Kontakttype.....	7
2.2.2	Type af grundvandsforekomst	8
2.3	Strømningstype.....	8
2.4	Hydrologisk Responsenhed	10
3.	GOI kortlægning i Åkær Å oplandet	13
3.1	Landskabstype	14
3.2	Hydrologisk Responsenhed	16
3.2.1	Ådalsmagasin og lokal grundvandsforekomst.....	16
3.2.2	Regional grundvandsforekomst.....	18
3.2.3	Specifik baseflow tilstrømning	18
3.2.4	Regionale potentialeforhold	18
3.2.5	Bidragende grundvandsforekomst	22
3.2.6	Klassifikation af Hydrologiske Responsenheder	22
4.	Naturgenopretningsområder	24
4.1	Delområde 3	29
4.2	Delområde 2	30
4.3	Delstrækning A.....	32
4.4	Delområde 1	33
4.5	Delområde 4	34
4.6	Delstrækning B.....	35
4.7	Delområde 7	37
4.8	Delområde 5	38
4.9	Delområde 6	39
4.10	Område langs det nedre løb af Åkær Å.....	40
5.	Konklusion	42
6.	Referencer	44
7.	Bilag med geologiske profiler	45

1. Indledning

I oplandet til Kolding Å, der via Kolding Fjord udmunder i Lillebælts Natura2000 område, ønsker Kolding Kommune at udarbejde en helhedsplan, hvori indsatsen indenfor grundvand, spildevand, overfladevand, natur, friluftsliv og planlægning koordineres, så der opnås bedre og mere natur samt et forbedret vandmiljø, således at mål opstillet i relation til Vandramme- og Habitatdirektiverne kan opnås.

Som grundlag for vurdering af grundvand-overfladevand interaktion samt vurdering af planlagte naturgenopretningsområder i Åkær Å oplandet, anvendes GOI typologien (Dahl et al., 2007) i dette projekt. Åkær Å oplandet er en del af Kolding Å oplandet.

I rapportens kapitel 2 gennemgås GOI typologiens opbygning kort. I dette kapitel foreslås ligeledes en udbygning af GOI typologiens Ådalstype til Hydrologiske Responsenheder.

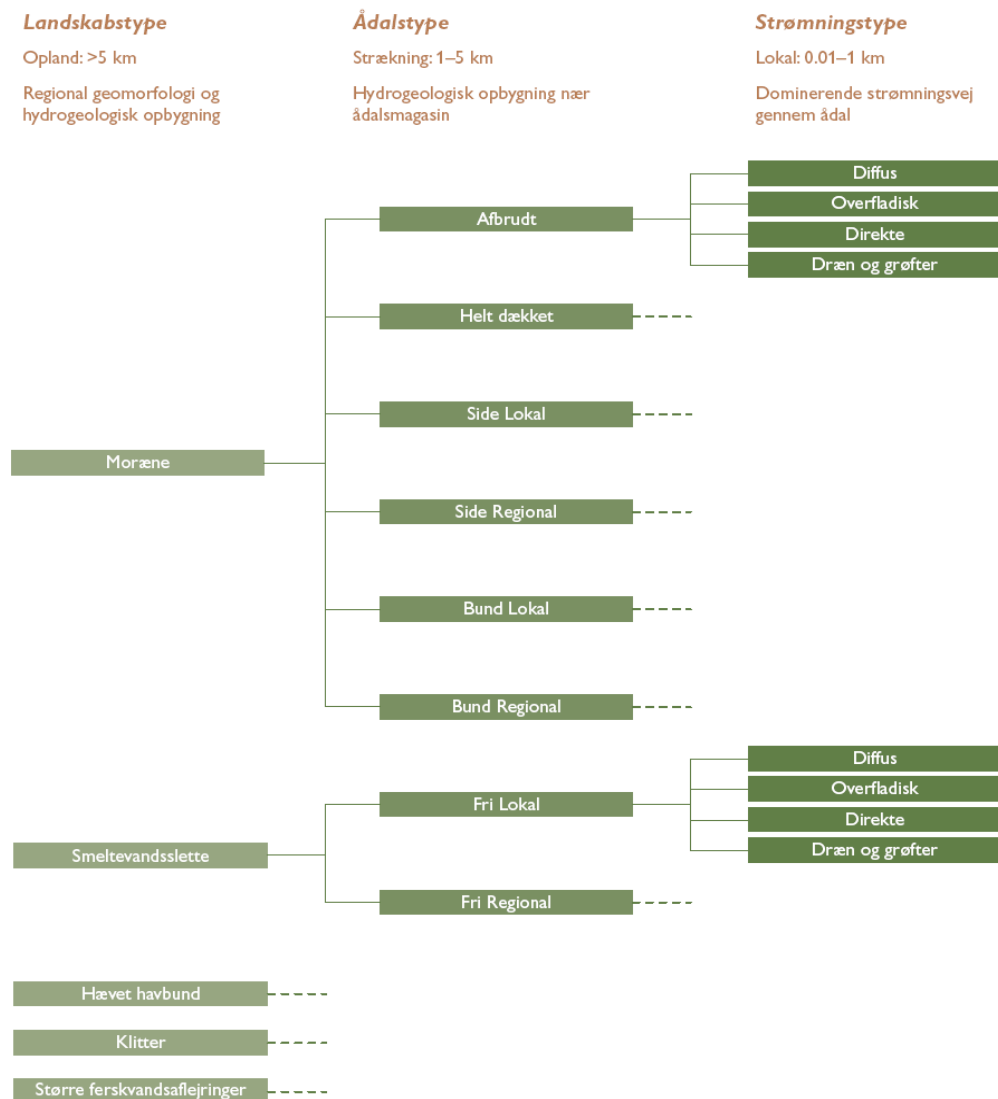
I kapitel 3 præsenteres kortlagte Landskabstyper og Hydrologiske Responsenheder indenfor Åkær Å oplandet. Kortlægningen er gennemført på basis af eksisterende data.

I kapitel 4 vurderes vand- og nitrattilstrømning til Kolding Kommunes planlagte naturgenopretningsområder. Strømningstypernes fordeling af strømningsveje og nitratreduktionskapaciteter er i de planlagte naturgenopretningsområder vurderet i Hinsby et al. (2008a). Ved sammenstilling af nitrattilførsel og nitratreduktionskapaciteter er en beskyttelsesstrategi for begrænsning af nitrattilførsel til overfladevandet i naturgenopretningsområderne foreslået.

Rapporten afsluttes med en konklusion i kapitel 5.

2. GOI typologi

Rapporten omhandler GOI kortlægning i oplandet til Åkær Å ifølge Dahl et al. (2007). GOI er en forkortelse for Grundvand-Overfladevand Interaktion. Figur 2.1 viser GOI typologiens hierarkiske opbygning på gradvist mindre skala. Rapporten omfatter de to første skalaer: Landskabstype og Ådalstype. Den mindste skala, Strømningstype, er kortlagt i Hinsby et al. (2008a). Nedenfor gennemgås de enkelte skalaer.



Figur 2.1. Terminologi, skala hierarki og klassifikationskriterier i GOI typologien (Oversat fra Dahl et al., 2007).

2.1 Landskabstype

På oplandsskala (mere end 5 km) klassificerer Landskabstypen både strømningssystemer og grundvandssystemer på regional skala som en overordnet ramme, der styrer kompleksiteten af udstrømningen til overfladevandet. Klassifikationskriterierne er henholdsvis regional geomorfologi og regional hydrogeologisk opbygning.

GOI typologien omfatter et ubegrænset antal typer af regional geomorfologi, men skelner mellem fire hydrogeologiske opbygninger:

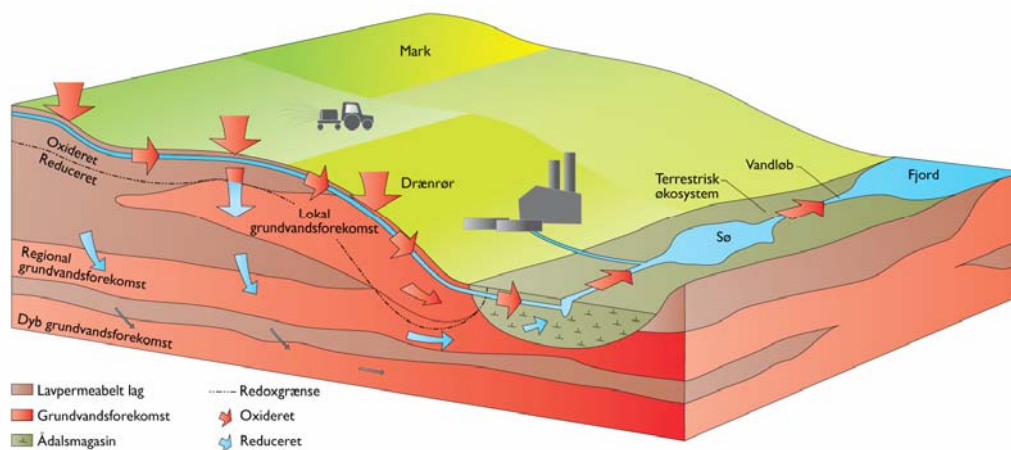
En **enkelt** dominerende fri grundvandsforekomst.

To forbundne grundvandsforekomster af lige stor betydning.

Et **trelagssystem** bestående af en fri grundvandsforekomst, et lavpermeabelt lag og en indelukket (spændt) grundvandsforekomst.

En **vekslende sekvens** af grundvandsforekomster og lavpermeable lag uden en dominerende grundvandsforekomst.

Figur 2.2 viser et eksempel på et morænelandskab med et grundvandssystem, der er opbygget af en vekslede sekvens af sandede grundvandsforekomster og lavpermeable lag af leret moræne. Den regionalt hældende og lokalt bølgende geomorfologi skaber både lokale, intermedieære og regionale strømningssystemer.



Figur 2.2. Eksempel på morænelandskab med lokale, regionale og dybe grundvandsforekomster. Figuren viser også forventede redoxforhold (Oversat fra Dahl et al., 2007).

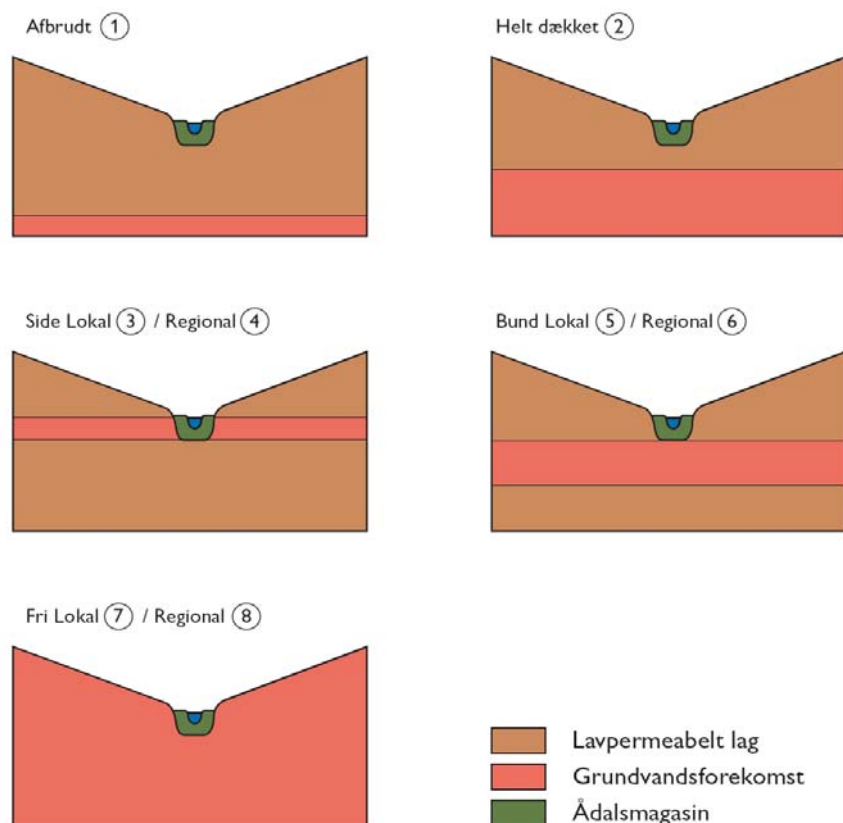
2.2 Ådalstype

På strækningsskala (1-5 km) klassificerer Ådalstypen den hydrogeologiske opbygning nær ådalsmagasinet. Denne skala karakteriserer udvekslingen af grundvand mellem en grundvandsforekomst og et ådalsmagasin (de ofte post-glaciale mere eller mindre organiskholdige aflejringer i selve ådalen).

Den hydrogeologiske opbygning defineres ved en kombination af to karakteristika: kontaktttype og type af bidragende grundvandsforekomst.

2.2.1 Kontaktttype

GOI typologien skelner ifølge Dahl et al. (2007) mellem fem kontaktttyper, der klassificerer den hydrogeologiske opbygning omkring ådalen. Kontaktttypen karakteriserer den fysiske kontakt mellem en grundvandsforekomst og et ådalsmagasin. Kontaktttyperne (figur 2.3) er arrangeret i rækkefølge fra ingen kontakt (type 1) til fuld kontakt (type 7 og 8) mellem grundvandsforekomsten og ådalsmagasinet.



Figur 2.3. Kontaktttyper (Oversat fra Dahl et al., 2007).

2.2.2 Type af grundvandsforekomst

Typologien omfatter to typer af grundvandsforekomster (figur 2.2), der kontrollerer den tidlige kontakt, stabilitet og flux af grundvand til et ådalsmagasin.

Lokal grundvandsforekomst. En terrænnær og generelt lille grundvandsforekomst, der gennem et lokalt strømningssystem bidrager med grundvand til det nærmest beliggende ådalsmagasin og vandløb. Grundvandsforekomsten har en stor grundvandsdannelse, og grundvandet en lille nedtrængningsdybde og kort opholdstid langs strømningssvejen. Forekomsten bidrager med en årstidsmæssigt variabel grundvandsmængde, hvilket medfører en lille baseflow udstrømning, der endda kan ophøre i den tørre tid.

Regional grundvandsforekomst. En dybereliggende og generelt større grundvandsforekomst, der gennem et regionalt strømningssystem bidrager med grundvand til ådalsmagasiner langs større vandløb. Grundvandsforekomsten har ofte en mindre grundvandsdannelse, og grundvandet en stor nedtrængningsdybde og lang opholdstid langs strømningssvejen. Forekomsten bidrager med en kontinuert og mere stabil grundvandsmængde. Fluxen af udstrømmende grundvand afhænger imidlertid af grundvandsdannelsen til forekomsten.

Når en grundvandsforekomst ligger i stor dybde og grundvandet gennem et regionalt strømningssystem kun har kontakt med fjorde og havområder kaldes grundvandsforekomsten for Dyb (figur 2.2). Da en dyb grundvandsforekomst ikke udveksler vand med ådalsmagasiner og vandløb er den ikke omfattet af GOI typologien.

Grundvandsovervågningen (GEUS, 2007) viser, at overfladenært grundvand indeholder mere nitrat end dybere grundvand. Derfor er det vigtigt at få kortlagt udstrømningsområder med overfladenært grundvand til ådale og vandløb.

2.3 Strømningstype

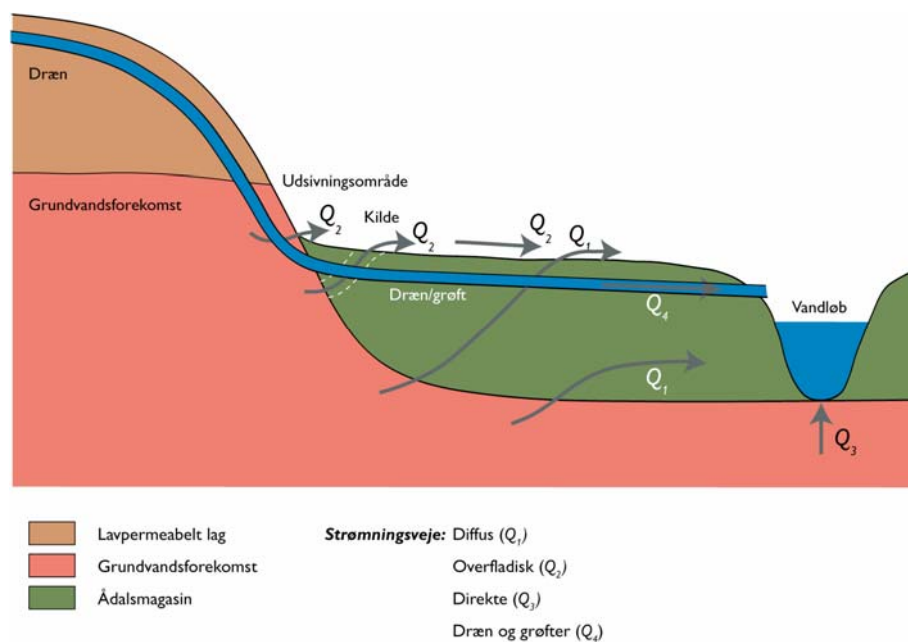
På lokal skala (10-1000 m) klassificerer Strømningstypen den dominerende strømningssvej gennem ådalen til vandløbet. Fire strømningssveje er identificeret som de vigtigste (figur 2.4).

Q₁: Diffus strømning gennem ådalsmagasinet. Strømningssvejen er defineret ved, at grundvandet, under reducerende forhold, kommer i kontakt med ådalsmagasinets sedimenter i længere tid. Vandet kan strømme til nedefra eller fra skrænten, hvorfra det på vej mod vandløbet enten kan forblive i ådalsmagasinet, eller sive ud på ådalens terrænoverflade. Vandet kan også infiltrere ned i ådalsmagasinet fra naturlige udsivningsområder ved skræntfoden eller fra dræn, der udmunder i skrænten. Opholdstiden i ådalsmagasinet forventes at variere mellem uger og år.

Q₂: Overfladisk strømning henover ådalsmagasinet. Strømningssvejen er defineret ved, at vandet kun er i kontakt med ådalsmagasinets sedimenter i kort tid under skiftevis oxiderende og reducerende forhold. Vandet kan strømme ud på overfladen ved skræntfoden enten naturligt eller fra drænudmundinger, eller trænge frem længere ude i skarpt afgrænsede kildevæld med sprækkestrømning. Vandet siver herfra henover ådalsmagasinet, og infiltrerer ikke ned igen. Opholdstiden forventes at variere mellem timer og få dage.

Q₃: Direkte strømning op gennem bunden af vandløbet. Strømningen forløber direkte op i vandløbet, men kan undervejs passere gennem ådalsmagasinet. Opholdstiden forventes at være af timer til dages varighed.

Q₄: Strømning i dræn og grøfter i ådalen. Strømningsvejen er defineret ved, at vand via detailafvanding i ådalen føres helt ud til vandløbsbrinken, hvorved det ledes uden om ådalsmagasinets sedimenter. Opholdstiden i dræn og grøfter i ådalen forventes ligeledes at være af timer til dages varighed.



Figur 2.4. Strømningsveje gennem ådal (Oversat fra Dahl et al., 2007).

Modtager ådalen nitratholdigt grundvand, er vandets strømningsvej gennem ådalen afgørende for ådalens nitratreduktionskapacitet og derved afgørende for, hvilket nitratindhold vandet har, idet det når frem til overfladevandet. I tabel 2.1 er de fire strømningsvejes nitratreduktionskapaciteter angivet baseret på et antal danske feltundersøgelser.

Strømningsvej	Organisk indhold i ådalsmagasin (%)	Nitrat reduktionskapacitet (%)
Q ₁ : Diffus	< 3	0
	> 3	100
Q ₂ : Overfladisk		50
Q ₃ : Direkte	< 3	0
	> 3	100
Q ₄ : Dræn og grøfter		0

Tabel 2.1. Nitratreduktionskapaciteter for strømningsveje gennem ådal (Dahl et al., 2007).

2.4 Hydrologisk Responsenhed

For at kunne systematisere en beskyttelsesstrategi i naturgenopretningsområder for nitrattilførsel til det modtagende vandløb har det i projektet været nødvendigt at udvide GOI typologiens klassifikation af Ådalstype på strækningsskala.

Hidtil har Ådalstypen kun karakteriseret den hydrogeologiske opbygning nær ådalen. De hydrogeologiske forhold i hele det bidragende opland har imidlertid betydning for fordeling mellem og størrelsesorden af grund- og drænvandstilstrømning fra opland til ådalssmagasin, og derigennem også for fordeling og størrelsesorden af nitrattilførslen til ådalene. Det foreslås derfor fremover at erstatte Ådalstype med Hydrologisk Responsenhed (HRE), der klassificerer den hydrogeologiske opbygning fra ådalen helt op til vandskellet. Definitionen af Hydrologiske Responsenheder baseres på tidligere arbejder af Winter (2001) og Devito et al. (2005).

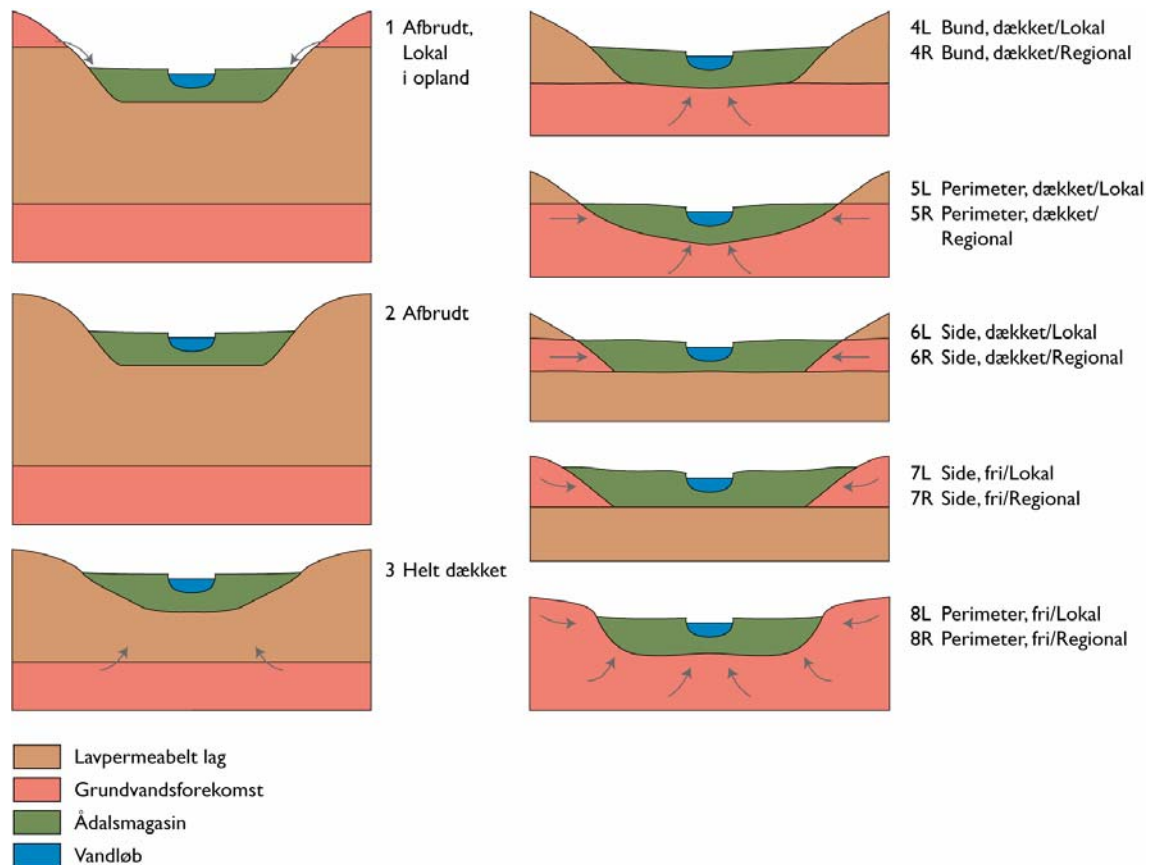
Klimaet i Danmark er fugtigt ($N > Ep$) og tempereret og varierer indenfor vandløbsoplande kun lidt. Indledningsvist er det derfor ikke betydningsfuldt at tage hensyn til dette i definitionen af Hydrologiske Responsenheder i Danmark.

Det væsentligste karakteristika at definere Hydrologiske Responsenheder ud fra er derfor hydrogeologisk opbygning indenfor vandskel (topografiske eller potentialemæssige) til delstrækninger af ådale med tilhørende vandløb. Ved definition af Hydrologiske Responsenheder er der taget udgangspunkt i de to karakteristika, der indgår i definitionen af Ådalstyper i GOI typologien: Kontakttype og type af grundvandsforekomst.

Kontakttyperne i GOI typologien karakteriserer den hydrogeologiske opbygning under ådalssmagasinet (lavlandet) og i den tilstødende ådalsskrænt (den stejle skrænt). Da Hydrologiske Responsenheder også omfatter karakterisering af opbygningen i det bidragende opland, har det været nødvendigt at udbygge disse, da det f.eks. er væsentligt om der i oplandet findes en lokal grundvandsforekomst over et dæklag, eller en grundvandsforekomst er dækket af et lavpermeabelt lag i oplandet.

Herved er der defineret otte typer af *hydrogeologiske opbygninger* vist i figur 2.5. De hydrogeologiske opbygninger er nummereret fra 1 til 8 og navngivet dels ud fra kontakten mellem grundvandsforekomsten og ådalssmagasinet (afbrudt, helt dækket, bund, perimeter, side), dels ud fra tilstedeværelsen af dæklag (dækket) eller fraværet af disse (fri), eller tilstedeværelsen af lokale magasiner i oplandet. '6 Side, dækket' angiver således, at der er kontakt mellem grundvandsforekomsten og ådalssmagasinet langs siden af dette, samt at grundvandsforekomsten er dækket i oplandet.

Sammensættes de hydrogeologiske opbygninger med enten lokale (L) eller regionale (R) *grundvandsforekomster*, hvor det er væsentligt at skelne mellem disse, opstår der 13 typer af Hydrologiske Responsenheder angivet i figur 2.5. Et eksempel på navngivning er '6L Side, dækket/Lokal' og '6R Side, dækket/Regional'. I de Lokale Hydrologiske Responsenheder afgrænses deloplandet af topografiske vandskel. I de Regionale Hydrologiske Landskabsenheder afgrænses deloplandet derimod af vandskel i det regionale potentiale.



Figur 2.5. Hydrologiske Responsheder. L og R svarer til henholdsvis lokal og regional grundvandsforekomst.

Nedenfor er de Hydrologiske Responsheder karakteriseret ifølge figur 2.5.

Afbrudt, Lokal i opland (1). Et impermeabelt lag mellem en grundvandsforekomst og et ådalsmagasin forhindrer grundvandsudveksling mellem dem. Over dæklaget er der en lokal grundvandsforekomst, der bidrager overfladisk eller overfladenært til ådalsmagasinet.

Afbrudt (2). Et impermeabelt dæklag mellem en grundvandsforekomst og et ådalsmagasin forhindrer grundvandsudveksling mellem dem.

Helt dækket (3). Et lavpermeabelt dæklag mellem en grundvandsforekomst og et ådalsmagasin dækker grundvandsforekomsten helt, men laget tillader en lille grundvandsudveksling mellem dem.

Bund, dækket/Lokal (4L) eller Regional (4R). En grundvandsforekomst er i kontakt med et ådalsmagasin langs bunden, hvor grundvandsudveksling finder sted. Langs siderne af ådalen og i oplandet er grundvandsforekomsten tilgrænset af et lavpermeabelt dæklag. Grundvandsforekomsten er henholdsvis lokal eller regional.

Perimeter, dækket/Lokal (5L) eller Regional (5R). En grundvandsforekomst er i kontakt med et ådalsmagasin langs hele perimeteren (bund og sider), hvor grundvandsudveksling finder sted. I oplandet er grundvandsforekomsten dækket af et lavpermeabelt lag. Grundvandsforekomsten er henholdsvis lokal eller regional.

Side, dækket/Lokal (6L) eller Regional (6R). En grundvandsforekomst er i kontakt med et ådalsmagasin langs siden af ådalsmagasinet, hvor grundvandsudveksling finder sted. I oplandet er grundvandsforekomsten dækket af et lavpermeabelt lag. Grundvandsforekomsten er henholdsvis lokal eller regional.

Side, fri/Lokal (7L) eller Regional (7R). En fri grundvandsforekomst er i kontakt med et ådalsmagasin langs siden af ådalsmagasinet, hvor grundvandsudveksling finder sted. Grundvandsforekomsten er henholdsvis lokal eller regional.

Perimeter, fri/Lokal (8L) eller Regional (8R). Et frit grundvandsmagasin er i kontakt med et ådalsmagasin langs hele perimeteren (bund og sider), hvor grundvandsudveksling finder sted. Grundvandsforekomsten er henholdsvis lokal eller regional.

3. GOI kortlægning i Åkær Å oplandet

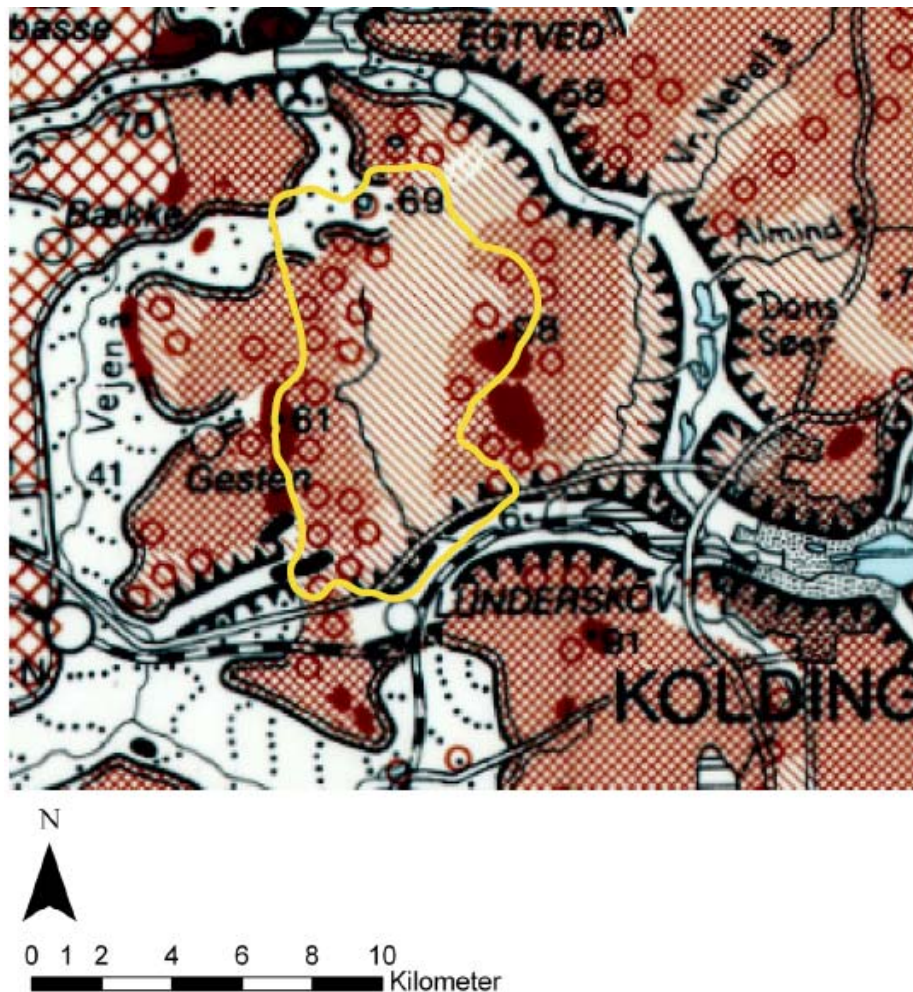
Figur 3.1. viser beliggenheden af Åkær Å oplandet, der har et areal på 51 km². Af figur 3.1 fremgår det, at Åkær Å udspringer i det nordvestlige hjørne. Længere nedstrøms modtager åen et lille grøft tilløb fra Skærsø omtrent, hvor åen også løber sammen med Jordrup Bæk fra øst. Længere sydpå tilstøder Hundsholdt Bæk, og endnu længere nedstrøms Tanggård Bæk, begge ligeledes fra øst. Åkær Å udmunder i Kolding Å, der løber mod øst ud i Kolding Fjord og Lillebælt. Den samlede vandløbslængde indenfor Åkær Å oplandet er 37 km.



Figur 3.1. Vandløb i Åkær Å oplandet.

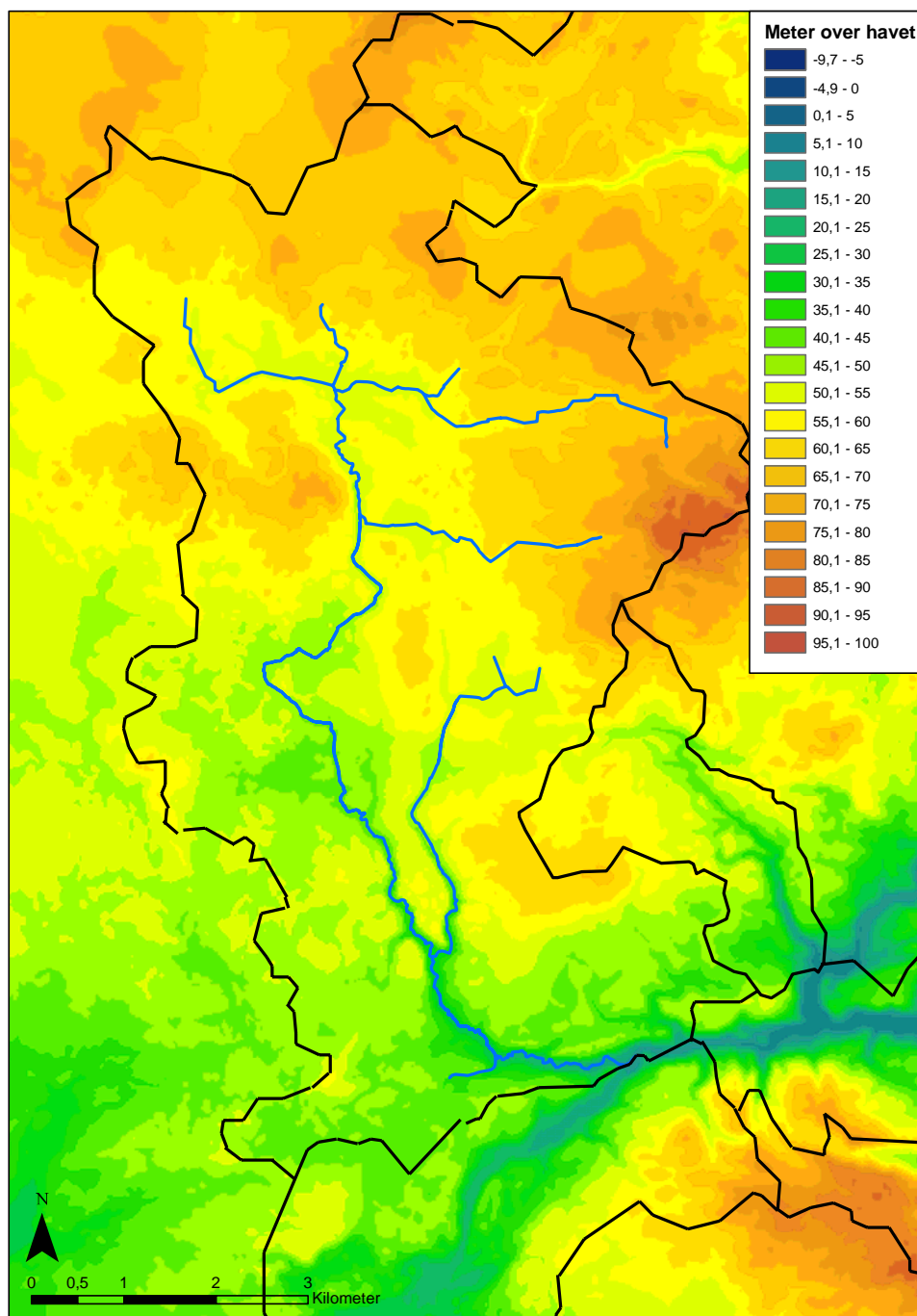
3.1 Landskabstype

Ifølge Smed (1982) er Landskabstypen i Åkær Å oplandet et Weichsel morænelandskab, der overvejende er leret (dobbelt skraveret). Langs med og øst for Åkær Å er morænen ifølge Smed (1982) dog sandet (enkelt skraveret). På GEUS's jordartskort (figur 3.4) er dette område imidlertid karakteriseret som smeltevandssand og -grus, hvilket det antages at være i denne rapport. I den lerede moræne både vest og øst for Åkær Å er der desuden dødisrelief (cirkler). Både mod vest og øst afgrænses oplandet delvist af randmorænestrøg (rødbrune).



Figur 3.2. Udsnit af Landskabskort over Danmark, Blad 3 (Smed, 1982). Den gule streg angiver Åkær Å oplandet.

Figur 3.3 viser et højdekort over oplandet. Landskabet skrånere generelt fra nordøst mod sydvest. Derudover er der mange lokale bakker. Dette skrånende og bakkede landskab giver anledning til en forventning om tilstedeværelse af både lokale og regionale strømningssystemer indenfor oplandet. De lokale systemer forventes dog af være dominerende.



Figur 3.3. Højdekort over Åkær Å oplandet.

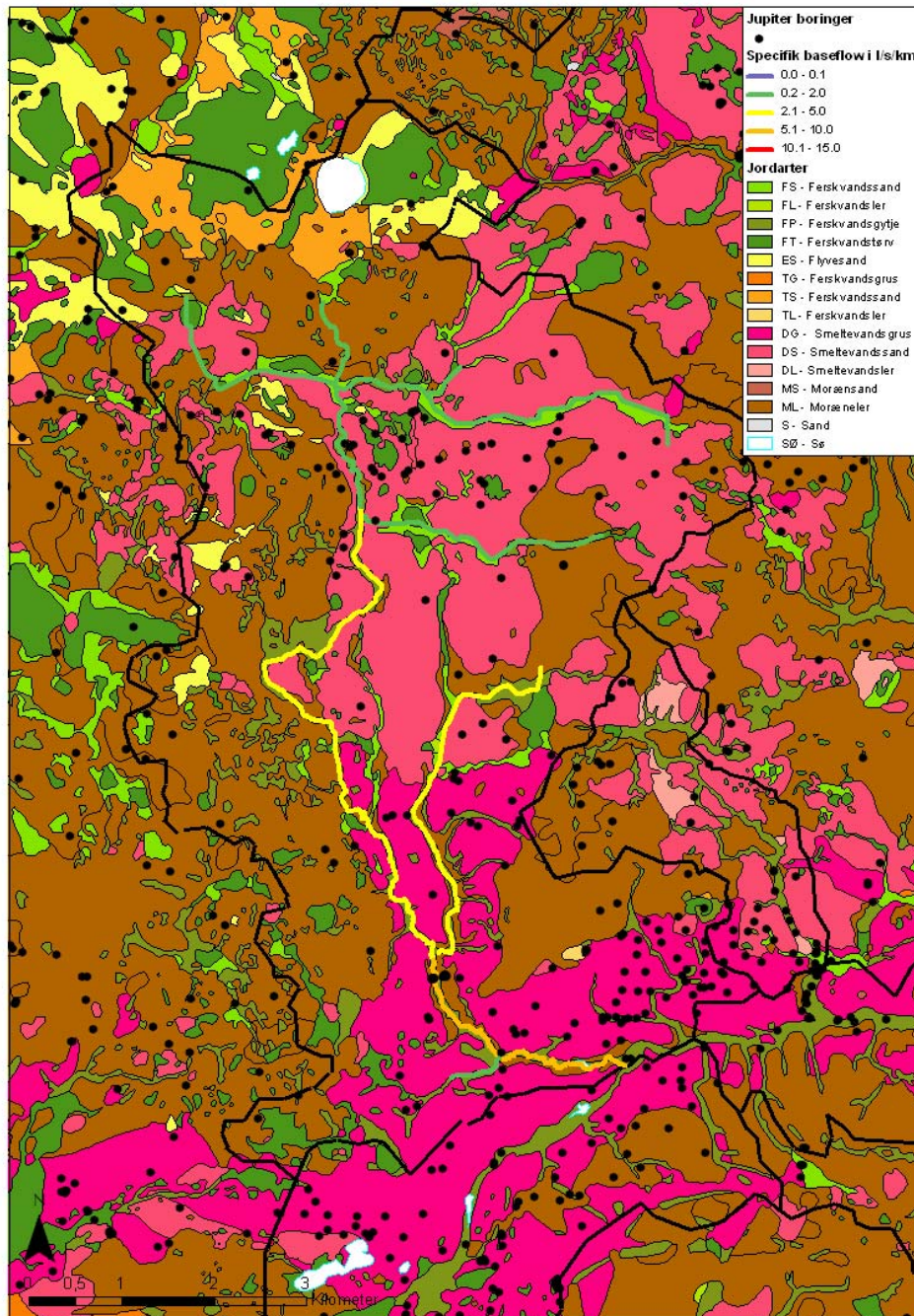
I oplandet er der et grundvandssystem, der er opbygget af en vekslende sekvens af sandede grundvandsforekomster og lavpermeable lag af leret (og sandet) moræne (se bilag 7.2 – 7.14). Både lokale, regionale og dybe grundvandsforekomster er således til stede.

Samlet set giver det en forventning om en uens grundvandstilstrømning til delstrækninger af ådale og vandløb indenfor oplandet.

3.2 Hydrologisk Responsenhed

3.2.1 Ådalsmagasin og lokal grundvandsforekomst

Afgrænsning af ådalsmagasin og lokale grundvandsforekomster foretages ud fra jordartskort og højdekurver (figur 3.4).

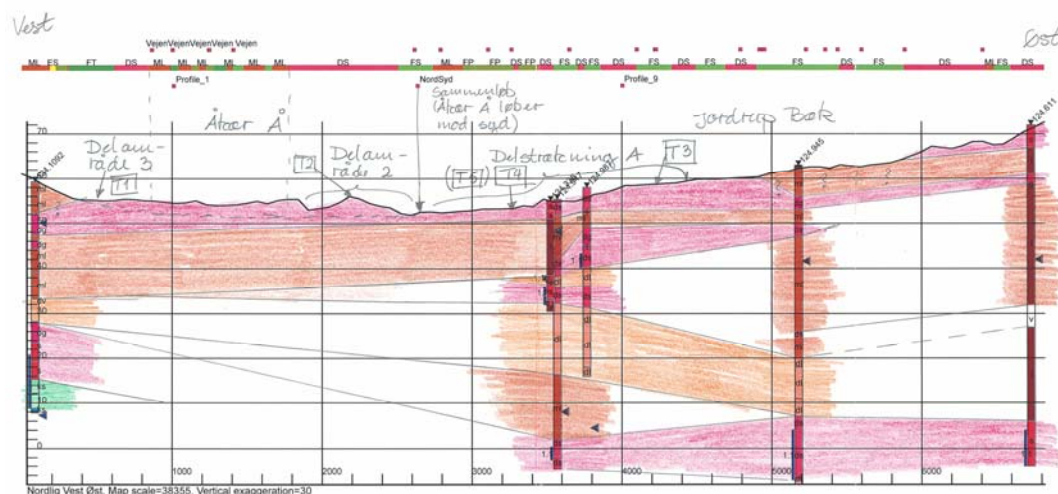


Figur 3.4. Jordartskort (1:25000) med angivelse af Jupiter borer og specifik baseflow tilstrømning til vandløb i Åkær Å oplandet (figur 3.6).

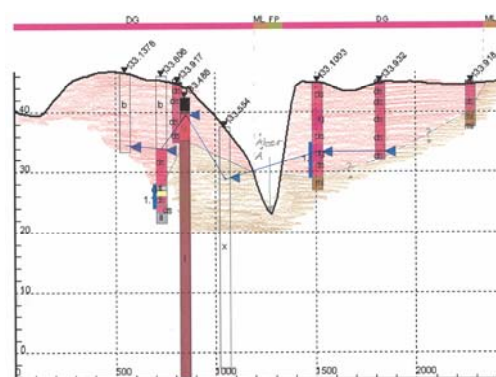
Ådalsmagasinet består af de ofte postglaciale aflejringer i ådalene. Jordartskortet viser jordarten en meter under terrænen. I dette niveau findes både ferskvandssand, -gytje og -tørv i Åkær Å oplandet. Termen 'ådalsmagasin' anvendes i rapporten også om større lavninger i terrænet med postglaciale aflejringer, selvom de ikke ligger i ådale.

Det fremgår af jordartskortet, at ådalsmagasinet langs hovedparten af vandløbsstrækningerne indenfor oplandet er tilgrænset af en lokal grundvandsforekomst, der ligger helt oppe i terrænen og består af smeltevandssand i den nordlige del og smeltevandsgrus i den sydlige del. Nær Åkær Å oplandets topografiske vandskel er grundvandsforekomsten ofte dækket af moræneler. Langs det nedre løb af Åkær Å har vandløbet skåret sig gennem den terrænnære grundvandsforekomst ned i et underlejrende tykt morænelerslag. Grundvandsforekomsten har en tykkelse fra få meter op til 15 m. Figur 3.5-A viser et eksempel på et geologisk profil langs Åkær Ås øvre løb mod vest og Jordrup Bæk mod øst, og figur 3.5-B et profil på tværs af Åkær Ås nedre løb. Tilsvarende geologiske profiler på langs og tværs af vandløbene i oplandet er vist i bilag 7.2-7.14.

A)



B)



Figur 3.5. Eksempler på håndtolkede geologiske profiler A) langs Åkær Ås øvre løb og Jordrup Bæk, samt B) på tværs af Åkær Ås nedre løb. Profilet er udtrukket fra GEUSs Jupiter database. De røde farver angiver grundvandsforekomster og de rødbrune farver lavpermeable morænelerslag. Øverst viser en bjælke jordarter langs profilet udtrukket fra jordartskortet (1:25000).

3.2.2 Regional grundvandsforekomst

Under den terrænnære lokale grundvandsforekomst ligger et morænelerslag, der ofte har en betydelig tykkelse, hvilket fremgår af figur 3.5 og bilag 7.2-7.14. Dette er atter underlejret af regionale grundvandsforekomster. Ofte ser moræneleret ud til at danne bund for ådalsmagasinet og den tilgrænsende terrænnære grundvandsforekomst. Langs det nedre løb af Åkær Å og Tanggård Bæk er ådalen eroderet ned i moræneleret (figur 3.5-B). Ådalsmagasinet er således aldrig tilgrænset af regionale grundvandsforekomster.

3.2.3 Specifik baseflow tilstrømning

Specifik baseflow tilstrømning er beregnet på basis af medianminimum vandføring og er således et mål for grundvandstilstrømningen efter en lang tør periode. Værdierne er beregnet som forskellen i vandføring mellem to stationer divideret med afstanden mellem stationerne. Den specifikke baseflow tilstrømning (figur 3.6) angives således i l/s/km vandløb.

I den nordlige del af vandløbssystemet er den specifikke baseflow tilstrømning omkring 1 l/s/km, i den midterste del 4-5 l/s/km og i den sydlige del 8-10 l/s/km. I det lille tilløb mod syd er den specifikke baseflow tilstrømning ligeledes i størrelsesordenen 1 l/s/km.

Det skal bemærkes, at der på to strækninger er meget langt (8-10 km) mellem datapunkter. Ved flere udspring har det endvidere været nødvendigt at tildele værdien 0 l/s/km for at kunne beregne en specifik baseflow tilstrømning. Data-punkter bør under fremtidige målekampanjer ligge tættere (som minimum ved udspring og sammenløb).

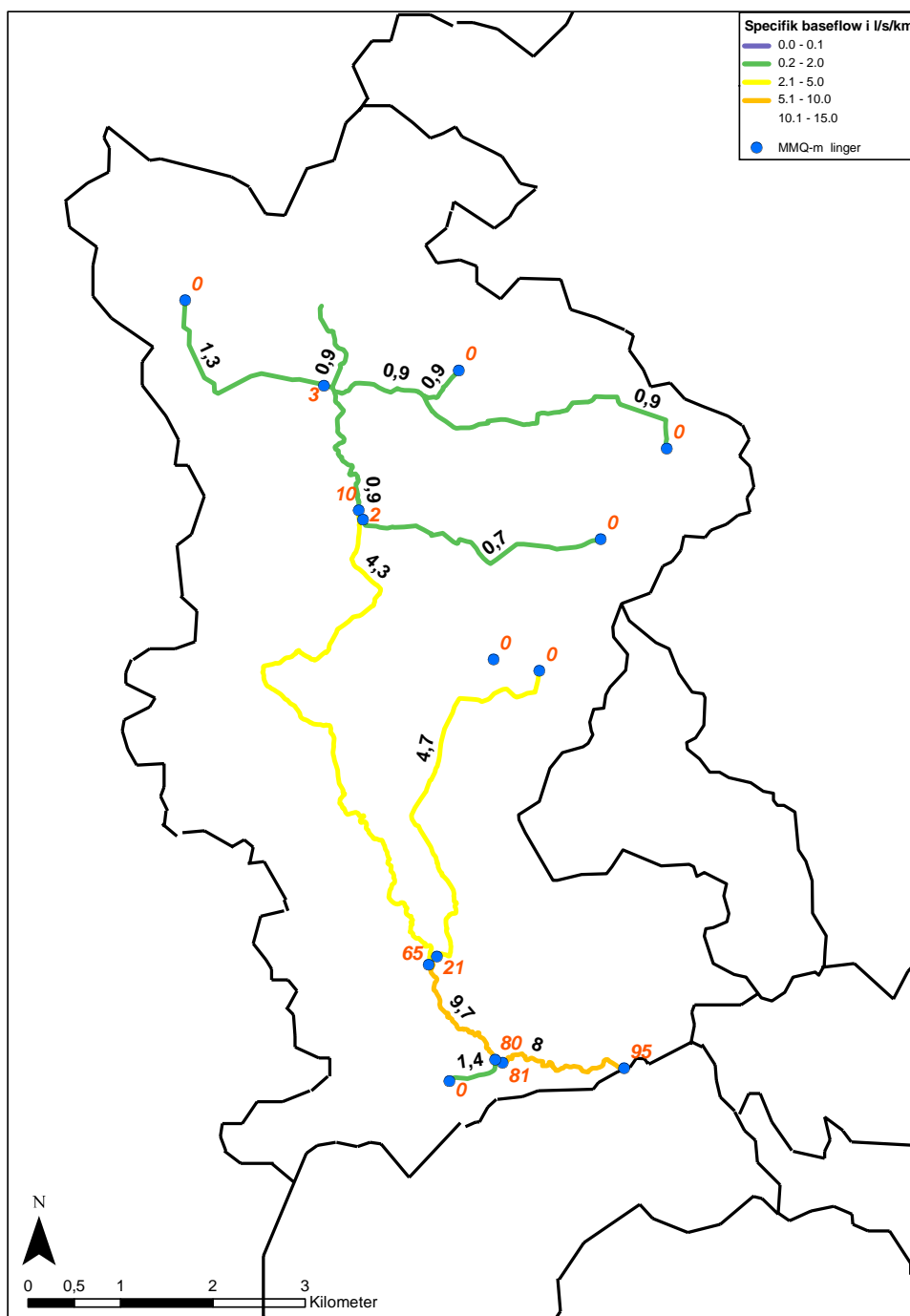
3.2.4 Regionale potentialeforhold

Ifølge det regionale potentialekort (figur 3.7) er der en generel regional grundvandsstrømning fra NV mod SØ. Potentialekurvernes forløb tyder ikke på, at der er kontakt mellem regionale grundvandsforekomster og vandløb indenfor Åkær Å oplandet. Kurveforløbet antyder derimod at det regionale udstrømningsområde ligger længere nedstrøms mod øst i Kolding Ådal.

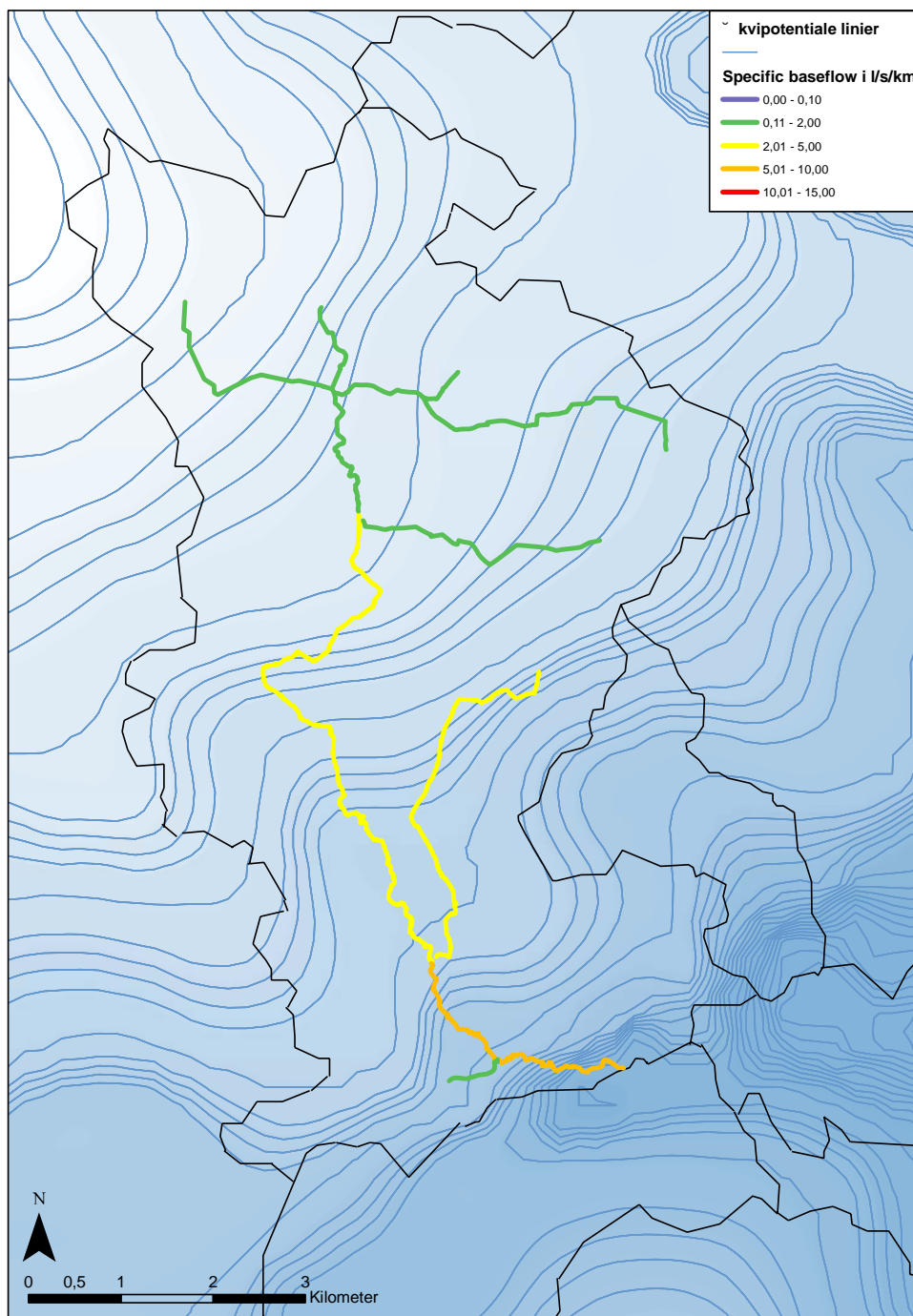
Dette understøttes af at der alle steder i oplandet, hvor der er data til rådighed i Jupiterboringer (se bilag 7.2-7.14), er nedadrettet potentialeforskel fra den terrænnære grundvandsforekomst mod underliggende regionale grundvandsforekomster, samt at det regionale potentiale overalt ligger dybere end vandløbene.

Figur 3.8 viser tilnærmet vertikal potentialeforskel mellem den terrænnære og de regionale grundvandsforekomster. Terrænkoten er anvendt som udtryk for det terrænnære potentiale, hvorfor potentialeforskellen kun er troværdig langs ådale. Kortet skal derudover tages med forbehold, da det lader til, at de regionale potentialer tilsynsladende også rummer data fra terrænnære grundvandsforekomster. Et eksempel på det findes langs Åkær Ås nedre løb, hvor potentialet sandsynligvis stammer fra den terrænnære grundvandsforekomst (jævnfør figur 3.5-B). Her er der desuden næppe nogen interaktion mellem ådalsmagasin og regional grundvandsforekomst, da der mellem dem ligger 25-30 m lav-permeabelt moræneler (figur 3.5-B og bilag 7.13).

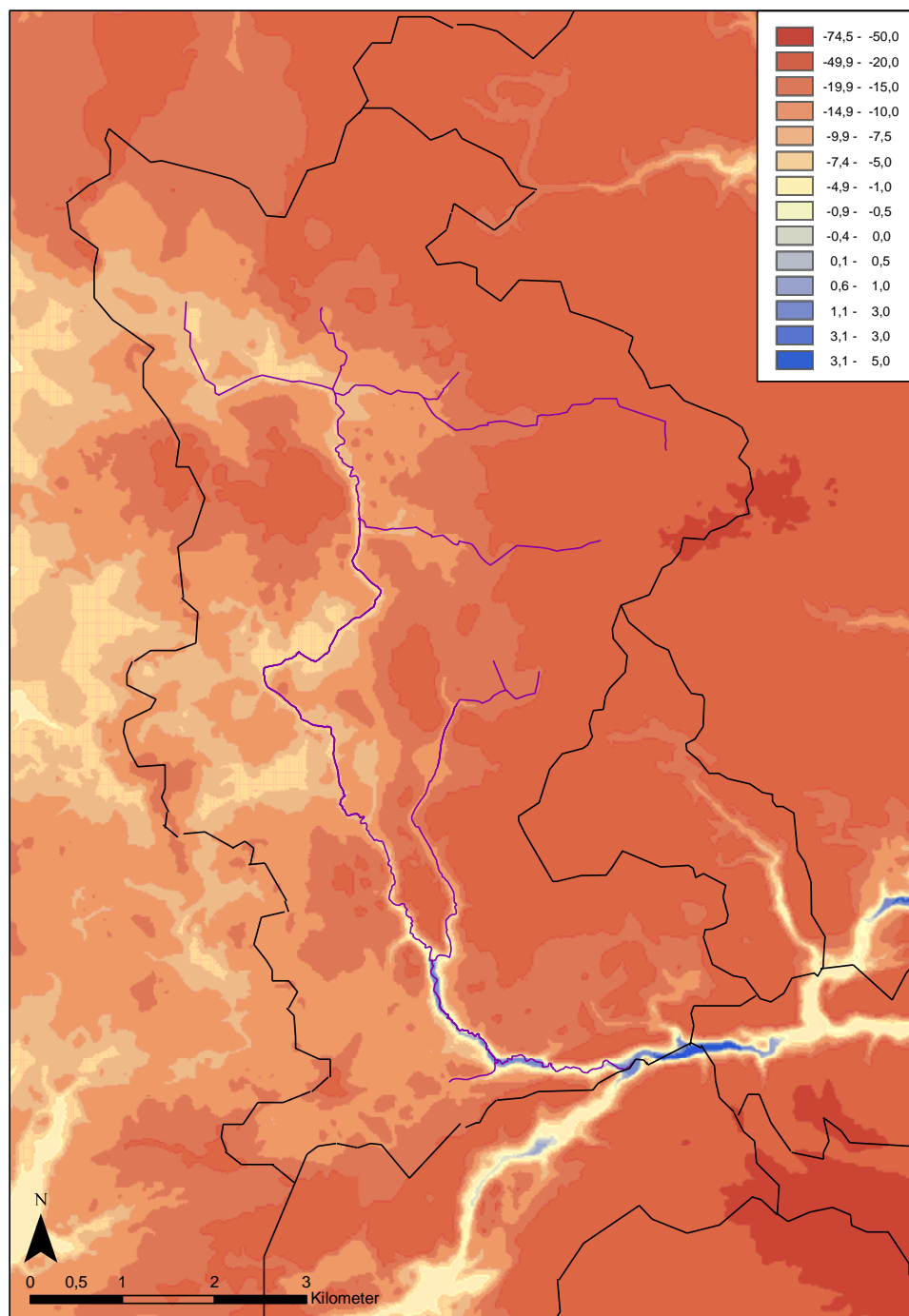
For at kunne benytte kort over horisontale og vertikale potentialeforskelle til at vurdere grundvandsforekomsters interaktion med ådalsmagasiner (og vandløb), anbefales det i fremtiden at lave kortene, så de kun bygger på potentialer fra enten lokale eller regionale grundvandsforekomster.



Figur 3.6. Specifik baseflow tilstrømning relateret til vandløbslængde i Åkær Å oplandet.



Figur 3.7. Ækvipotentialkurver for regional grundvandsforekomst og specifik baseflow tilstrømning til vandløb. Ækvidistancen er 1 m. Lyse farver er højeste og mørke farver laveste potentialer.



Figur 3.8. Tilnærmet vertikal potentialeforskel for regionale grundvandforekomster beregnet som hydraulisk potentiale fratrukket terrænkote. Potentialeforskellen er kun troværdig nær vandløbene, hvor det frie grundvandsspejl ligger nær terræn.

3.2.5 Bidragende grundvandsforekomst

Da ådalsmagasinet aldrig har kontakt med regionale grundvandsforekomster og potentialeforhold og geologisk opbygning ikke tyder på interaktion mellem regionale grundvandsforekomster og ådalsmagasinet indenfor Åkær Ås opland, vurderes det at baseflow tilstrømningen til vandløbene i hele oplandet stammer fra den terrænnære lokale grundvandsforekomst. Tilvæksten i baseflow tilstrømning fra 1 til 8-10 l/s/km ned langs vandløbet skyldes antageligt, at vandløbet længere nedstrøms udover lokale strømningssystemer også fødes af intermedieære strømningssystemer (der passerer under de øvre vandløbsstrækninger). Dette kan dog ikke dokumenteres ud fra eksisterende potentialedata fra terrænnære grundvandsforekomster.

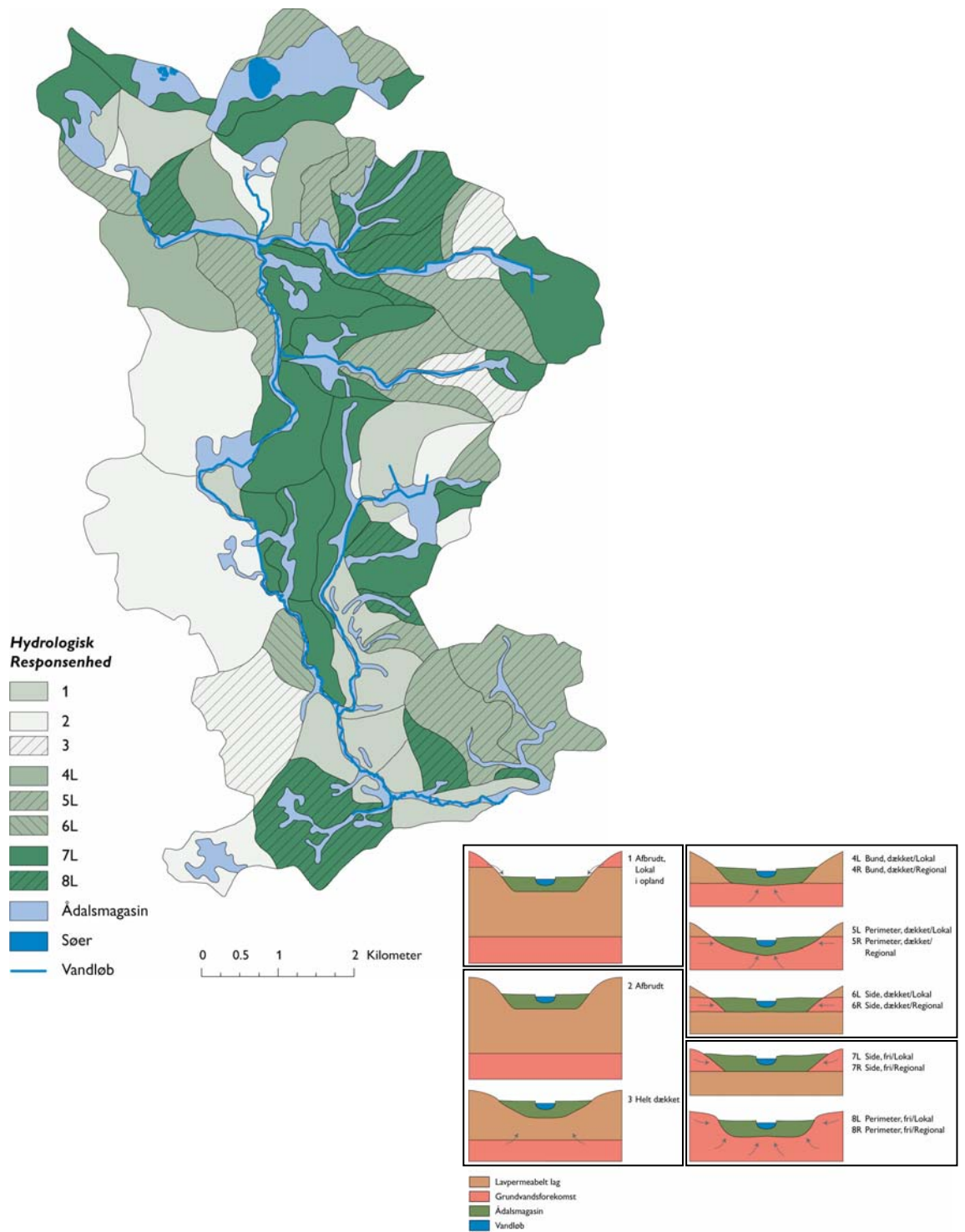
3.2.6 Klassifikation af Hydrologiske Responsenheder

Hydrologiske Responsenheder er klassificeret ved samtolkning af jordartskort (figur 3.4), geologiske profiler på langs og tværs af vandløb (bilag 7.2-7.14) samt 2,5 m højdekurver for alle vandløbsstrækninger (og væsentlige lavninger) i oplandet.

De Hydrologiske Responsenheder udgør deloplande med en homogen hydrogeologisk opbygning afgrænset af det nærmeste vandskel. Da der i definitionen af Responsenhederne primært er lagt vægt på en homogen hydrogeologisk opbygning, har Responsenhederne ikke nødvendigvis en homogen geomorfologi (terrænhældning). De indeholder dog hver især et strømningssystem fra indstrømningsområdet ved vandskellet til udstrømningsområdet i ådalen eller lavningen.

De Hydrologiske Responsenheder er klassificeret ifølge figur 2.5 og fordelingen vist på figur 3.9. Responsenhederne er grupperet (se indsatte figur) således, at enheder der overordnet set ligner hinanden er angivet i samme farvetone. Indenfor farvetonen skelnes de forskellige kontaktyper mellem grundvandsforekomst og ådalsmagasin ved skravering.

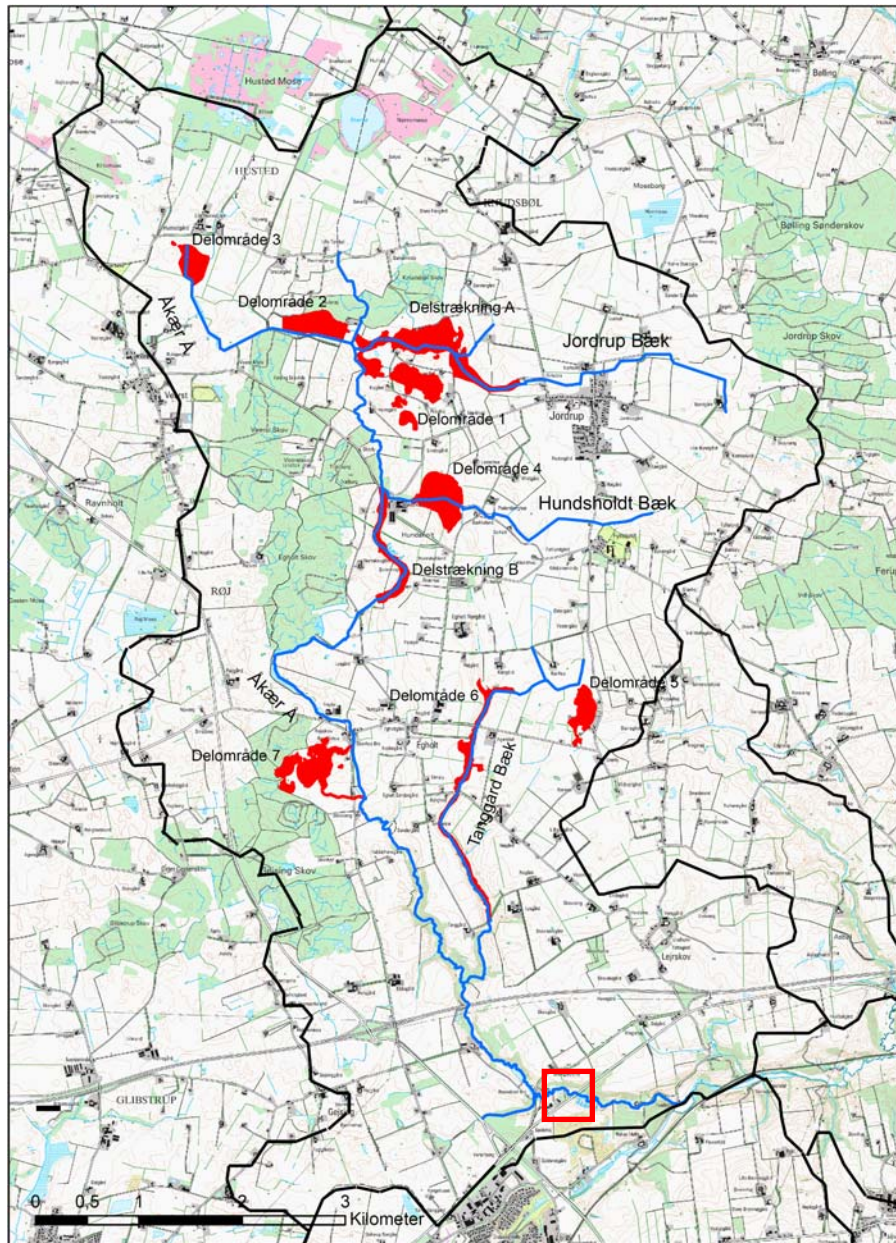
Alle hydrogeologiske opbygninger i figur 2.5 er repræsenteret i Åkær Å oplandet med tilstrømning fra en lokal terrænnær grundvandsforekomst.



Figur 3.9. Klassifikation af Hydrologiske Responsenheder i Åkær Å oplandet.

4. Naturgenopretningsområder

Som led i at opnå en bedre vandkvalitet i slutrecipienten, Natura2000 området i Lillebælt, ønsker Kolding Kommune at gennemføre naturgenopretningsprojekter i udpegede ådale og lavninger (figur 4.1) med henblik på at reducere nitrat-tilførslen til vandløbet, og dermed i sidste ende til Lillebælt.



Figur 4.1. Placering af planlagte naturgenopretningsprojekter i Åkær Å oplandet. Den røde firkant viser placering af et område, hvor tilstrømningen også er vurderet.

Naturgenopretningsområderne er karakteriseret ved deres placering langs vandløb af forskellig orden (Strahler, 1952). Et vandløbs udspringsområde er af nulte orden. Herefter er vandløbet af første orden. Nedstrøms sammenløb af to første ordens vandløb, er vandløbet af anden orden. Nedstrøms sammenløb af to anden ordens vandløb er vandløbet af tredje orden og så fremdeles. Vandløbsstrækninger af samme orden har ofte sammenlignelige fysiske karakteristika, f.eks bredde, vandføringsregime, kontakt med grundvandsstrømningssystemer m.m. (Dahl et al., 2007).

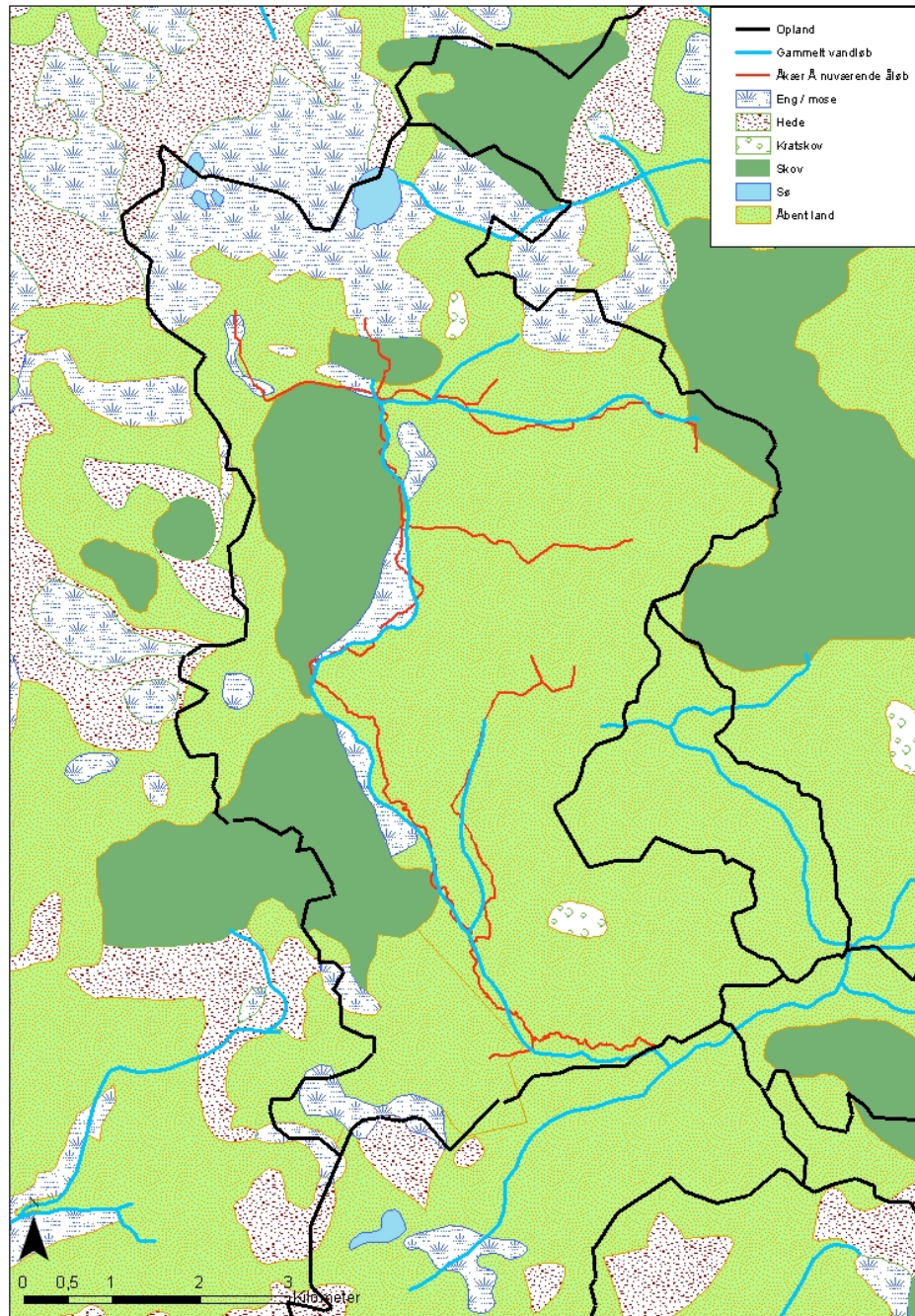
Grundvandstilstrømningen til de planlagte naturgenopretningsområder vurderes i dette kapitel på basis af Hydrologiske Responsenheder og baseflow tilstrømning til vandløb. Baseflow tilstrømningen er et mål for grundvandstilstrømningen efter en lang tør sommerperiode. Da grundvandstilstrømningen kommer fra terrænnære lokale grundvandsforekomster er tilstrømningen sandsynligvis meget større på andre tidspunkter af året. Det eksisterer der dog ikke data til at dokumentere.

Det har ikke været projektets formål at anvende Responsenhederne til at vurdere drænvandstilstrømning til ådale og lavninger. I udvalgte naturgenopretningsområder er drænvandstilstrømningen dog registreret i felten af Hinsby et al. (2008a).

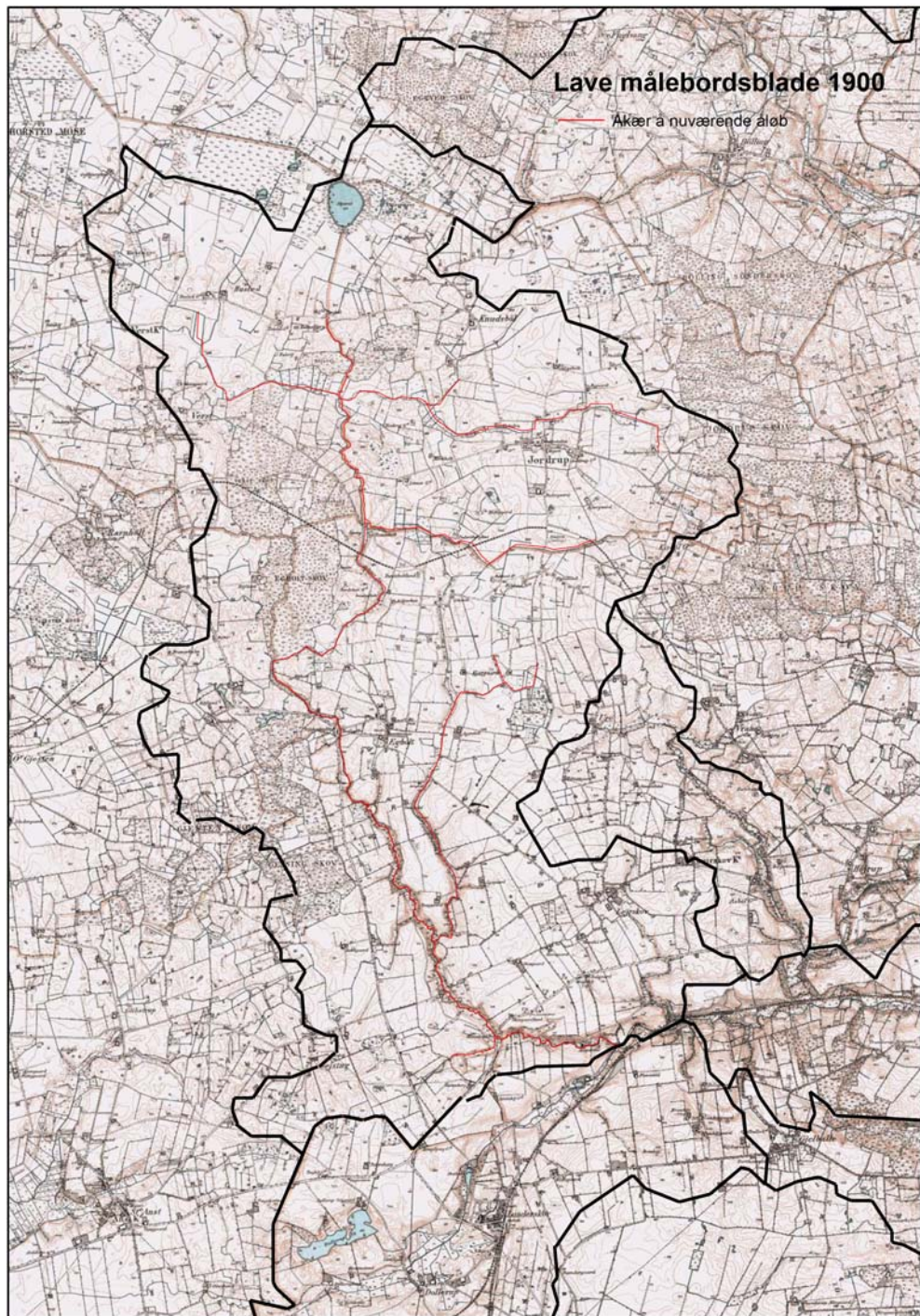
Udfra sammenstilling af tilstrømningers nitratindhold med informationer om fordeling af strømningsveje og nitratreduktionskapaciteter i naturgenopretningsområderne fra Hinsby et al. (2008a) foreslås en beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til de modtagende vandløb i de enkelte områder.

Tiltagene tager udgangspunkt i forsøg på primært at reducere nitrattilførslen i selve ådalen eller lavningen, sekundært i at begrænse den fra det bidragende opland, fremfor at anvende oversvømmelser fra vandløbet.

Figur 4.2, 4.3 og 4.4 viser arealanvendelsen i henholdsvis 1780, 1900 og 2005. De historiske kort er medtaget for at illustrere den naturlige hydrologi (og arealanvendelse) i naturgenopretningsområderne, da et af formålene med naturgenopretningsprojekter også må være at genskabe naturlig hydrologi i områderne.



Figur 4.2. Arealanvendelse i år 1780 på Videnskabernes Selskabs kort i Åkær Å oplandet. Datidige og nutidige vandløbsplaceringer er endvidere vist.



Figur 4.3. Arealanvendelse i år 1900 på Lave Målebordsblade i Åkær Å oplandet. Nutidige vandløbsplaceringer er endvidere vist.



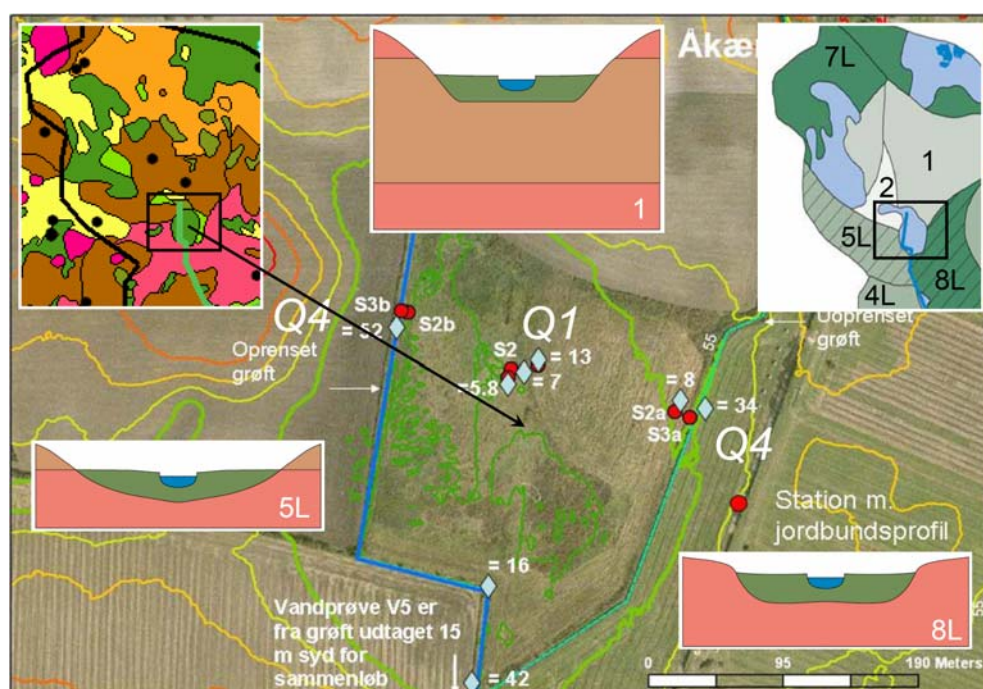
Figur 4.4. Arealanvendelse i år 2005 på orthofoto. Nutidige vandløbsplaceringer er endvidere vist.

4.1 Delområde 3

Delområde 3 er en lavning, som udgør Åkær Ås udspringsområde. I 1780 er delområdet angivet som et vådområde (figur 4.2). I 1900 er det angivet som grøftet ager (figur 4.3). I 2005 fremstår det som et fugtigt område (figur 4.4). I dag er det omkranset af pilekrat, som det fremgår af figur 4.5. Delområdet er i dag omgivet af dyrkede marker til alle sider.



Figur 4.5. Udsigt over delområde 3 ved Åkær Ås udspring.



Figur 4.6. Sammenstilling af informationer for delområde 3 ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Delområdet er sandsynligvis et dødishul, der ligger i et ellers meget fladt terræn (figur 3.3). Ifølge Hinsby et al. (2008a) ligger der ferskvandssand og -tørvi i lavningen. Ifølge figur 4.6 er den nordlige del tilgrænset af moræneler som mod nord er overlejret af en lokal grundvandsforekomst (HRE 1), den vestlige del er tilgrænset af smeltevandssand, der er overlejret af et morænedække øverst i oplandet (HRE 5L), og mod øst er det tilgrænset af smeltevandssand (HRE 8L). Området modtager meget lidt baseflow, i størrelsesordenen 1 l/s/km, som består af lokalt terrænnært grundvand (figur 3.7).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) domineres gennemstrømningen af lavningen af de afskærende grøfter (Q4), men diffus strømning (Q1) forventes også at være til stede fra nord. Grøfterne fører nitratholdigt vand (34-52 mg/l), mens den diffuse gennemstrømning har betydeligt lavere nitratindhold (6-13 mg/l).

En beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til vandløbet for delområde 3 kan være, at *inaktivere de afskærende grøfter* og lade grundvandet sive diffust gennem lavningen for at opnå en øget nitratreduktion.

4.2 Delområde 2

Delområde 2 (figur 4.7) ligger på nordsiden af Åkær Ås øvre løb. Vandløbet er her af første orden. Umiddelbart øst for delområdet støder en grøft til Åkær Å fra Skærsø i nord (figur 4.8), og Åkær Å løber sammen med Jordrup Bæk fra øst (figur 4.9). I 1780 fremstår delområdet som eng/mose. I 1900 fremstår det som en grøftet eng, mens det i 2005 ser ud til at anvendes som grøftede enge og måske brakmarker. Idag er det en ugræsset eng. Området har gennem hele perioden mod nord været tilgrænset af en lille skov.



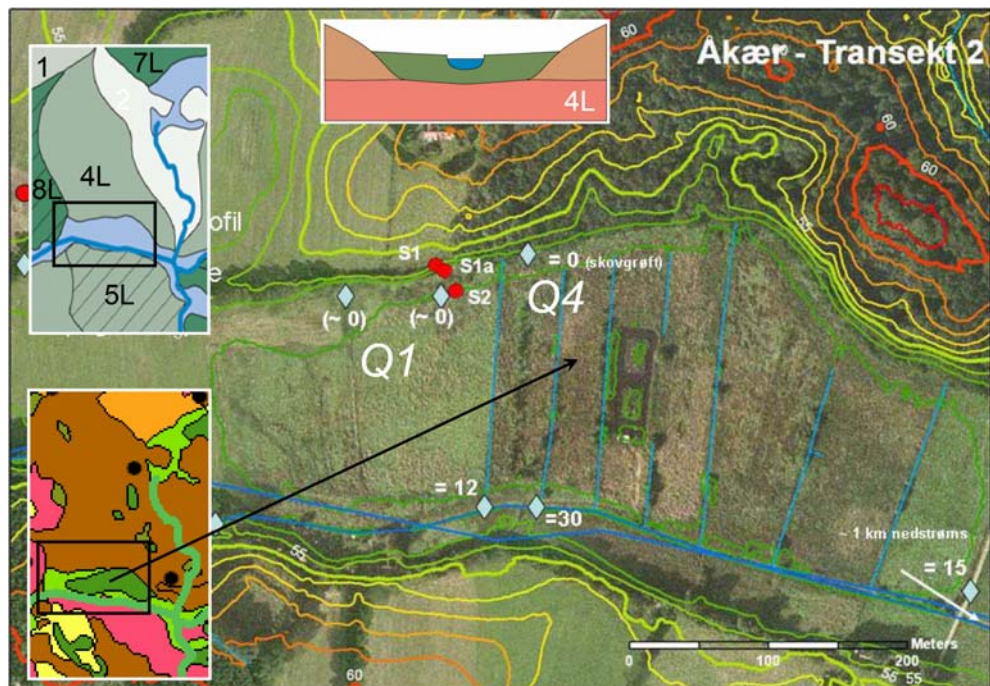
Figur 4.7. Åkær ådal (øvre løb) ved delområde 2.



Figur 4.8. Grøft fra Skærsø ved sammenløb med Åkær Ås øvre løb.



Figur 4.9. Åkær Ås øvre løb ved sammenløb med Jordrup Bæk.



Figur 4.10. Sammenstilling af informationer for delområde 2 ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) underlejres ferskvandstørn af -ler i området. Mod nord er det tilgrænset af moræneler af 10-15 meters tykkelse. Ådalsmagasinet er langs bunden sandsynligvis tilgrænset af en grundvandsforekomst, der består af smeltevandssand. Delområdet er klassificeret som HRE 4L. Delområdet modtager kun meget lille baseflow, i størrelsesordenen 1 l/s/km.

Da ådalsskrænten er skovbevokset modtager området ikke nitrat via grøfter der afvander skoven (figur 4.10). Området modtager heller ikke nitrat fra landbrugsområdet mod vest, da nitraten sandsynligvis er reduceret i moræneleret (Hinsby et al., 2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) domineres gennemstrømningen af ådalen af grøfter (Q4), der er parallelle med strømningsretningen (figur 4.10), men diffus strømning (Q1) forventes også at være til stede. Grøftvandet er som før nævnt nitratfrit. Den diffuse gennemstrømning er ligeledes nitratfrit.

Det vurderes *ikke at være nødvendigt at foretage tiltag* i delområde 2 for at beskytte vandløbet mod nitrattilførsel fra baglandet.

4.3 Delstrækning A

Delstrækning A (figur 4.11) ligger på begge sider af Jordrup Bæks nedre løb. Vandløbet er af anden orden. Ådalen har et meget lille relief til det omgivende opland. I 1780 er området angivet som åbent land. I 1900 er det angivet som et grøftet eng, og i 2005 er hovedparten af området opdyrket. I dag henligger det som ugræsset eng. Området er tilgrænset af opdyrkede marker.



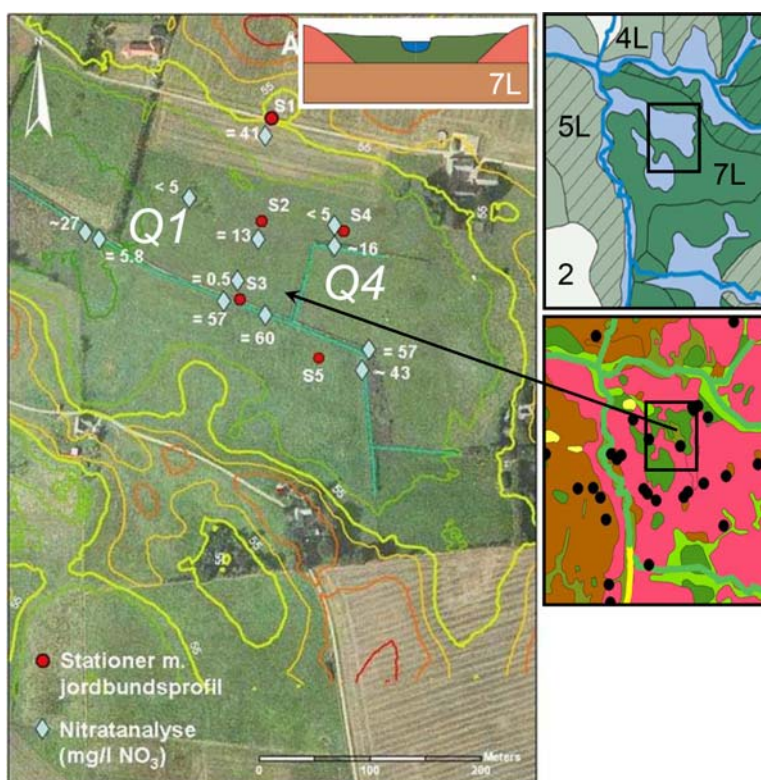
Figur 4.11. Ådal langs Jordrup Bæk ved delstrækning A.

Ifølge jordartskortet (figur 3.4) er der i ådalssmagasinet aflejret både ferskvandsgynte, -sand og lidt -tørv. Ådalen tilgrænses mod syd af en fri lokal grundvandsforekomst, der består af smeltevandssand (HRE 8L ifølge figur 3.9). Det samme er tilfældet nord for ådalen i den østlige ende. I den nordvestlige ende tilgrænses ådalen dog af moræneler, der overlejrer en lokal grundvandsforekomst. Delstrækningen er her klassificeret som henholdsvis HRE 4L og 5L. Vandløbet modtager også her kun omkring 1 l/s/km baseflow.

Da der ikke er lavet kortlægning af strømningsvejene gennem ådalen af Hinsby et al. (2008a), er det *ikke muligt at vurdere en beskyttelsesstrategi* for delstrækning A på det foreliggende grundlag.

4.4 Delområde 1

Delområde 1 (figur 4.12) ligger i nogle svage lavninger syd for Jordrup Bæk. I 1780 er det delvist angivet som eng/mose, delvist som åbent land. I 1900 er den nordlige del angivet som grøftet ager, mens den sydlige del er angivet som mose med tørveskær. I 2005 ser det ud til delvist at være opdyrket, delvist at henligge udyrket. Området er omgivet af dyrkede marker.



Figur 4.12. Sammenstilling af informationer for delområde 1 ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) er der i lavningen hovedsageligt aflejret ferskvands-sand, men der er også indslag af ferskvandssilt. Delområdet er til alle sider tilgrænset af en fri lokal grundvandsforekomst, der består af smeltevandssand. Dette er underlejret af moræneler. Delområdet er klassificeret som HRE 7L. Der er ingen data for baseflow tilstrømning, men den antages at være meget lille her også. Det tilstrømmende grundvand ved S1 har en høj nitratkoncentration (41 mg/l).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) domineres gennemstrømningen af lavningen af grøfter (Q4), men diffus strømning (Q1) er også aktiv. Nitratindholdet i grøftvandet er op til 60 mg/l. I den diffuse gennemstrømning er nitratindholdet mindre end 6 mg/l.

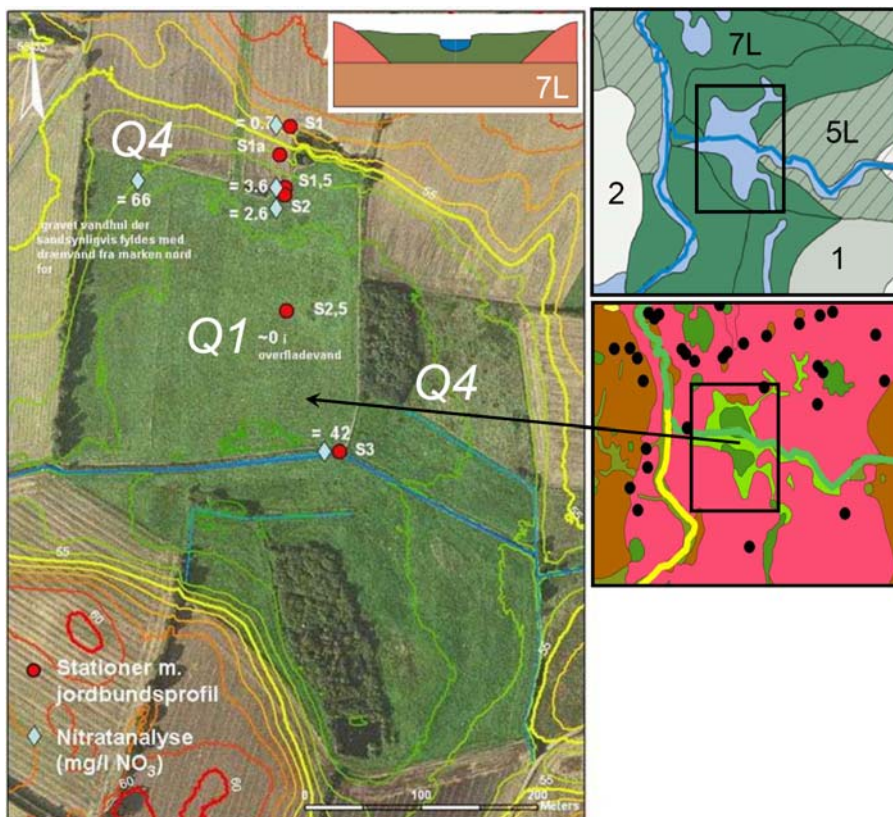
En beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til Åkær Å fra delområde 1 kan være, at *inaktivere grøfterne* og lade grundvandet sive diffust gennem lavningerne for at opnå en øget nitratreduktion.

4.5 Delområde 4

Delområde 4 (figur 4.13) er en lavning, der ligger på begge sider af Hundsholt Bæk, der er et første ordens vandløb. I 1780 er delområdet angivet som åbent land, i 1900 er det angivet som grøftet eng/ager, og i 2005 ser det ud til at være et engområde. Delområdet er på alle sider omgivet af dyrkede marker.



Figur 4.13. Ådal langs Hundsholt Bæk ved delområde 4.



Figur 4.14. Sammenstilling af informationer for delområde 4 ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) ligger der ferskvandstørv underlejret af issøler i lavningen. Lavningen tilgrænses på alle sider af en fri terrænnær grundvandsfo-rekomst, der består af smeltevandssand. Lavningen og smeltevandssandet er sandsynligvis underlejret af moræneler. Delområdet er derfor klassificeret som HRE 7L.

Delområdet modtager også her kun i størrelsesordenen 1 l/s/km baseflow. Grundvandstilstrømningen ved S1 til S2 er tilnærmet nitratfri, mens drænvandstilstrømningen har høj nitratkoncentration (66 mg/l), som det fremgår af figur 4.14.

Ifølge Hinsby et al. (2008a) passerer vandet lavningen som diffus (Q1) og overfladisk strømning (Q2). Området afdrænes dog også af grøfter (Q4). Den diffuse og overfladiske afstrømning er nitratfri, mens grøftvandet er nitratholdigt (et sted er målt 42 mg/l).

En beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til Hundsholt Bæk fra delområde 4 kan være, at *inaktivere grøfterne* og lade grundvandet sive diffust og overfladisk gennem lavningen for at opnå en øget nitratreduktion.

4.6 Delstrækning B

Delstrækning B (figur 4.15-4.17) ligger langs Åkær Ås midterste løb. Vandløbet er her et tredje ordens vandløb. I 1780 er det angivet som del af en større eng/mose, der ligger vest for det nuværende vandløb. I 1900 er det angivet som eng. I 2005 anvendes det som eng med høslet (figur 4.15). Delstrækningen er omgivet af landbrug.



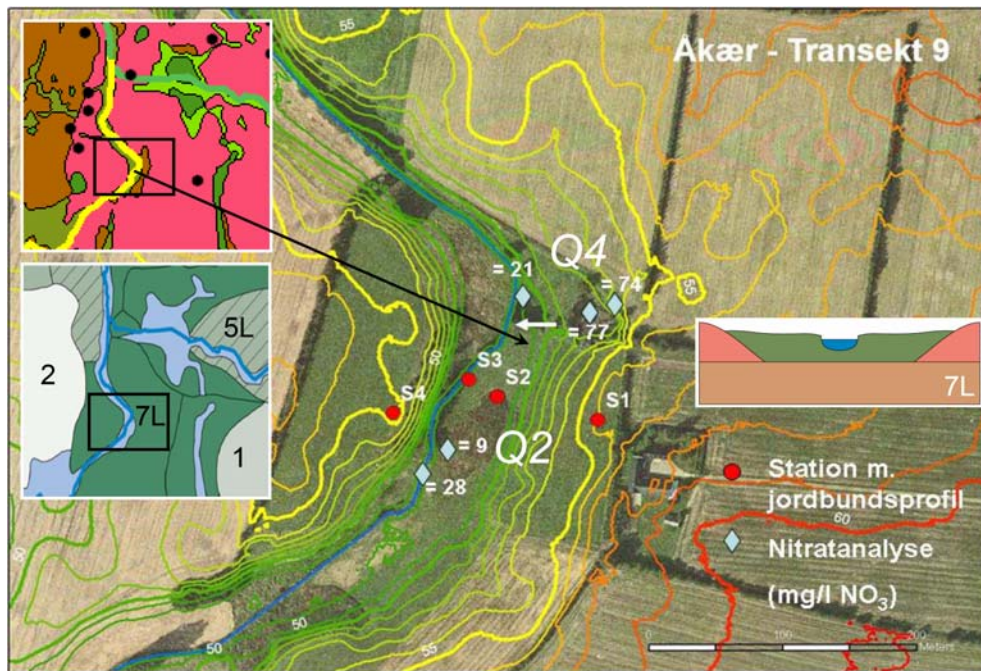
Figur 4.15. Ådal langs Åkær Ås midterste løb ved delstrækning B.



Figur 4.16. Åkær Å ved delstrækning B (opstrøms).



Figur 4.17. Åkær Å ved delstrækning B (nedstrøms).



Figur 4.18. Sammenstilling af informationer for delstrækning B ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

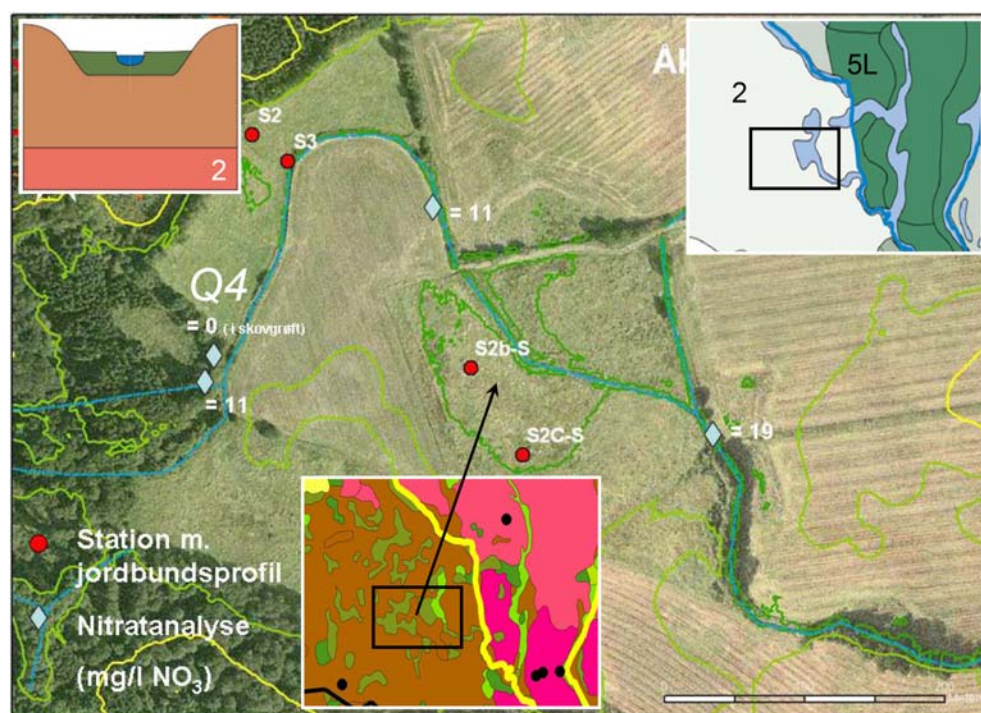
Ifølge Hinsby et al. (2008a) er der aflejret ferskvandstørv og -sand i ådalsmagasinet. Ådalsmagasinet er tilgrænset på begge sider af en fri terrænnær lokal grundvandsforekomst. Både ådal og grundvandsforekomst ser ud til at være underlejret af moræneler. Delstrækningen er derfor klassificeret som HRE 7L. Delstrækningen modtager omkring 4 l/s/km baseflow.

Ifølge Hinsby et al. (2008a) domineres gennemstrømningen af ådalen af strømning i en grøft (Q4), der modtager drænvand fra oplandet med et nitratindhold på 74-77 mg/l ved indløbet i ådalen (figur 4.18). Hvor det tilførte grundvand i stedet passerer ådalen overfladisk (Q2) er nitratindholdet kun 9 mg/l.

En beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til Åkær Å fra delstrækning B kan være, at *inaktivere grøften og lade al grundvandet sive overfladisk* gennem ådalen for at opnå en øget nitratreduktion. Er dette ikke tilstrækkeligt kan der suppleres med *nitratbegrænsende tiltag i oplandet*.

4.7 Delområde 7

Delområde 7 ligger i en dødislavning, der mod øst afvander til Åkær Ås midterste løb (figur 4.1 og 4.19). I 1780 er delområdet angivet delvist som eng/mose, delvist som skov. I 1900 er det angivet som eng. I 2005 ser det ud til at henligge udyrket. Mod vest er det tilgrænset af skov, mod øst af landbrug.



Figur 4.19. Sammenstilling af informationer for delområde 7 ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) ligger der et ganske tyndt tørvelag i lavningen. Lavningen er tilgrænset og underlejret af moræneler, der under lavningen er ca 20 m tykt (bilag 7.10). Delområdet er klassificeret som HRE 2. På grund af oplandets lille terrænhældning og de tykke morænelers aflejringer er det sandsynligt, at oplandet er drænet. Lavningen forventes derfor ikke at modtage ret meget grundvand. Grøftilstrømningen fra vest, hvor oplandet er skovbevokset indeholder ikke nitrat (figur 4.19). Derimod kan der fra eventuelle dræntilløb til lavningen fra øst forventes et vist nitratindhold, da oplandet her er opdyrket.

Delområde 7 forventes ikke at have væsentlig indflydelse på kvaliteten af vand, der strømmer til Åkær Å herfra. Det vurderes derfor *ikke at være nødvendigt at lave beskyttelsestiltag* her.

4.8 Delområde 5

Delområde 5 (figur 4.20) er en lavning, der ligger i udspringsområdet for Tanggård Bæk (figur 4.1). I 1780 er området angivet som åbent land, i 1900 som mose med tørveskær. I 2005 ser det ud til at være udyrket. Delområdet er omgivet af landbrug til alle sider.



Figur 4.20. Lavning ved Tanggård Bæks udspring ved delområde 5.

Ifølge jordartskortet (figur 3.4) er der i lavningen aflejret ferskvandssand, der i de dybere midterste dele er overlejret af ferskvandstørv. Området er på øst- og vestsiden tilgrænset af tykke morænlerslag (ca 20 meter, bilag 7.14). Mod syd og nordøst ligger der over moræneleret en fri lokal grundvandsforekomst, der består af smeltevandssand. Disse områder er klassificeret som henholdsvis HRE 2 og 7L (figur 3.9). Grundvandstilstrømningen til området er sandsynligvis meget lille, men der kan forekomme grundvandstilstrømning fra de terrænnære grundvandsforekomster mod syd og nordøst. Fra vest og øst er det sandsynligt, at der kan forekomme nitratholdig drænvandstilstrømning.

Da der ikke er lavet kortlægning af strømningsvejene gennem lavningen af Hinsby et al. (2008a), er det *ikke muligt at vurdere en beskyttelsesstrategi* for delområde 5 på det foreliggende grundlag.

4.9 Delområde 6

Delområde 6 (figur 4.21 – 4.24) ligger langs Tanggård Bæks midterste løb. Vandløbet er her et anden ordens vandløb. I 1780 er det angivet som åbent land, i 1900 samt idag som eng (figur 4.21 – 4.23). Ådalen er omgivet af landbrug til begge sider. Syd for delområdet er ådalsskrænterne tilplantet med træer (figur 4.24).



Figur 4.21. Ådal langs Tanggård Bæks øvre løb ved delområde 6.



Figur 4.22. Ådal langs Tanggård Bæks midterste løb (opstrøms) ved delområde 6.



Figur 4.23. Ådal langs Tanggård Bæks midterste løb (nedstrøms) ved delområde 6.



Figur 4.24. Skovbevokset ådal langs Tanggård Bæks nedre løb syd for delområde 6.

Ifølge jordartskortet ligger der i ådalsmagasinet langs den øvre del ferskvands-sand, mens der i den nedre del er ferskvandsgytje. Ådalen er langs den øvre del eroderet ned i en fri terrænnær grundvandsforekomst, der består af smeltevandsgrus. Denne del er klassificeret som HRE 7L (figur 3.9). Langs den nedre del er ådalen eroderet videre ned i et underlejrende morænelerslag af 10-20 meters mægtighed (figur 3.4 og bilag 7.4 og 7.11). Moræneleret overlejres af den frie terrænnære grundvandsforekomst. Denne del er klassificeret som HRE 1 (figur 3.9).

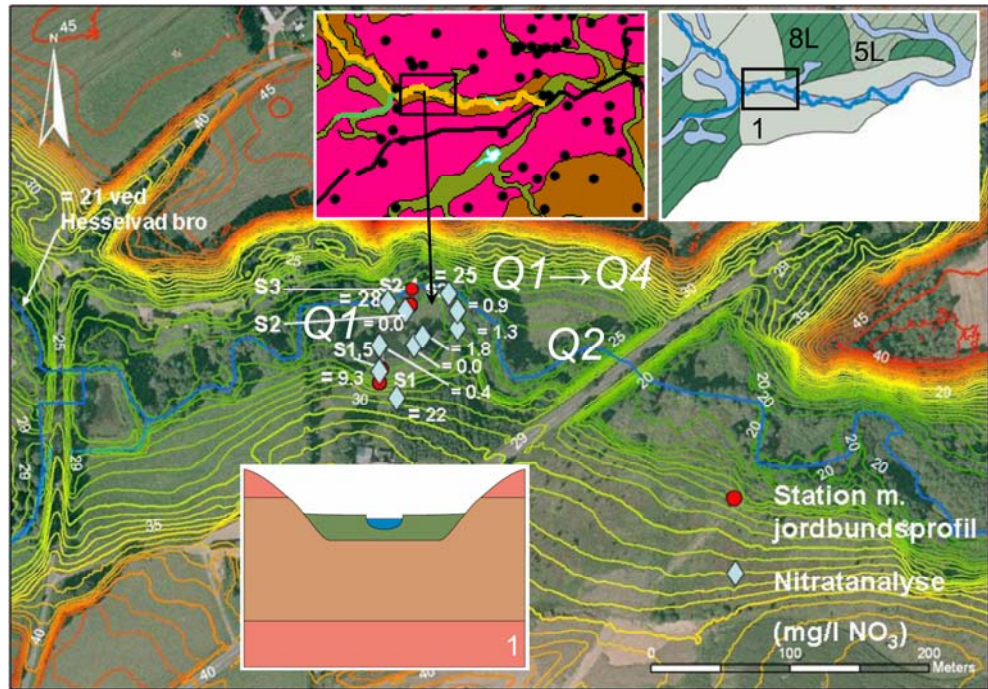
Langs den øvre del, hvor den terrænnære grundvandsforekomst når helt ud i ådalsskrænten er der sandsynligvis tilstrømning af nitratholdigt grundvand til ådalen fra begge sider.

Langs den nedre del afvandes den terrænnære grundvandskomst fra øst (på grund af morænelerets lille hydrauliske ledningsevne) antageligt primært gennem de mange små løb, der er eroderet ned i smeltevandssgruset. Her er grundvandstilstrømningen gennem moræneleret sandsynligvis meget lille. Langs overgangen fra smeltevandsgrus til moræneler i den østlige ådalsskrænt er der en del kildevæld med aflejring af organisk materiale. Baseflow tilstrømningen på 5 l/s/km stammer derfor sandsynligvis fra de mange små tilløb og kildevæld. Det er sandsynligt, at vandet heri er nitratholdigt på grund af landbrugsarealanvendelse.

Da der ikke er lavet kortlægning af strømningsvejene gennem ådalen af Hinsby et al. (2008a), er det *ikke muligt at vurdere en beskyttelsesstrategi* for delområde 6 på det foreliggende grundlag.

4.10 Område langs det nedre løb af Åkær Å

På figur 4.1 er til sidst angivet et område, der ligger udenfor Kolding Kommunes udpegede naturgenopretningsområder. Området er medtaget her for også at få indsigt i tilstrømningsforholdene langs den nedre del af Åkær Å. Ådalen er dybt nederodet og vandløbet er af tredje orden. I 1780 er området angivet som åbent land, i 1900 som eng. I dag anvendes ådalen til afgræsning eller den ligger uopdyrket hen. Vandløbsbredden og en del af ådalen er bevokset med elletræer. Oplandet anvendes til landbrug.



Figur 4.25. Sammenstilling af informationer for område langs det nedre løb af Åkær Å ifølge denne rapport og Hinsby et al. (2008a).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) er der i ådalssmagasinet aflejret ferskvandssand. Den hydrogeologiske opbygning ligner meget den nedre del af Tanggård Bæks. Ådalen er eroderet dybt ned i et tykt morænelerslag af 20-30 meters mægtighed (bilag 7.5, 7.12 og 7.13). Herover ligger en fri terrænnær grundvandsforekomst, der består af smeltevandssgrus. Området er klassificeret som HRE 1 (figur 4.25).

Hovedparten af tilstrømningen (baseflow tilstrømning på 8 l/s/km) foregår også her sandsynligvis via små tilløb til ådalen og kildevæld i ådalsskrænten, der afvander smeltevandssgruset. Denne tilstrømning er sandsynligvis nitratholdig. Det nitratholdige vand i de små tilløb vil hovedsageligt strømme direkte til Åkær Å. Tilstrømningen af grundvand gennem moræneleret er sandsynligvis meget lille. Nitratindholdet i den øvre oxiderede del er af størrelsesordenen 22 mg/l (S1 på figur 4.25).

Ifølge Hinsby et al. (2008a) domineres gennemstrømningen af ådalen af diffus strømning (Q1), der på vej mod Åkær Å passerer en lille anlagt sø. Herfra fortsætter vandet dels overfladisk (Q2), dels i en grøft (Q4). Grundvandet er allerede ved ankomsten til søen nitratfrit.

En beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til Åkær Å fra denne strækning kan være at lave *nitratbegrænsende tiltag i oplandet over den grusede terrænnære grundvandsforekomst* for at minimere den direkte tilstrømning til vandløbet via de små tilløb.

5. Konklusion

GOI typologi og Hydrologiske Responsenheder

I rapporten er grundvandstilstrømning til ådale og lavninger indenfor Åkær Å oplandet vurderet på basis af eksisterende data og koncepterne i GOI typologiens Landskabstyper og Ådalstyper (Dahl et al., 2007). Sidstnævnte er dog videreudviklet til og foreslås erstattet af Hydrologiske Responsenheder (HREer).

Hydrologiske Responsenheder udgør deloplande med en homogen hydrogeologisk opbygning afgrænset af det nærmeste vandskel. De indeholder et strømningssystem fra indstrømningsområdet ved vandskellet til udstrømningsområdet i ådalen eller lavningen. Hele Åkær Å oplandet er klassificeret i Hydrologiske Responsenheder, der således indbyrdes er sammenlignelige i deres hydrogeologiske opbygning, men ikke nødvendigvis i deres geomorfologiske udformning (terrænhældning). På detailskala internt i Responsenhederne kan der dog være forskelle, f.eks i dæklagstykkelse, placering af redoxgrænse og dræintensitet.

Naturgenopretningsområder

Som led i at opnå en bedre vandkvalitet i slutrecipienten, Natura2000 området i Lillebælt, ønsker Kolding Kommune at gennemføre naturgenopretningsprojekter i udpegede ådale og lavninger med henblik på at reducere nitrattilførslen til vandløbet, og dermed i sidste ende til Lillebælt.

Grundvandstilstrømningen til de planlagte naturgenopretningsområder er vurderet på basis af Hydrologiske Responsenheder og baseflow tilstrømning til vandløb.

Det har ikke været projektets formål at anvende Responsenhederne til at vurdere drænvandstilstrømning til ådale og lavninger. Dræintensiteten i oplandet vil sandsynligvis være kontrolleret dels af den hydrogeologiske opbygning, der er indbygget i HREerne, dels af terrænhældningen, der ikke er karakteriseret i HREerne. I udvalgte naturgenopretningsområder er drænvandstilstrømningen registreret i felten af Hinsby et al. (2008a).

Ud fra sammenstilling af tilstrømnings nitratindehold med informationer om fordeling af strømningssveje og nitratreduktionskapaciteter i naturgenopretningsområderne fra Hinsby et al. (2008a) er en beskyttelsesstrategi for nitrattilførsel til de modtagende vandløb i de enkelte områder diskuteret.

Tiltagene tager udgangspunkt i forsøg på primært at reducere nitrattilførslen i selve ådalen eller lavningen, sekundært i at begrænse tilførslen fra det bidragende opland, fremfor at anvende oversvømmelser fra vandløbet.

I naturgenopretningsområderne er der god overensstemmelse mellem geologien i oplandet og nitratkoncentrationen i det tilstrømmende grundvand. Er ådalen tilgrænset af en sandet terrænnær grundvandsforekomst er det tilstrømmende grundvand nitratholdigt. Er ådalen derimod tilgrænset af et tykt lavpermeabelt lag af moræneler er det tilstrømmende grundvand nitratfrit eller -fattigt.

Hvor der er dræntilstrømning til ådalen indeholder vandet altid høje nitratkoncentrationer (57-77 mg/l). Til sammenligning indeholder Åkær Ås hovedløb 20-

30 mg/l nitrat, mens grundvand og overfladevand i ådale indeholder 0-10 mg/l (Hinsby et al., 2008a).

På basis af screeningerne i naturgenopretningsområderne konkluderes det, at GOI typologiens nitratreduktionskapaciteter for strømningsveje gennem ådale er operationelle og kan anvendes i forbindelse med naturgenopretningsprojekter til at vurdere behov for tiltag i henholdsvis ådal eller opland.

Operationel beskyttelsesstrategi for grundvandsafhængige økosystemer og overfladevand

På basis af projektets resultater vurderes det, at der er behov og grundlag for at udvikle og teste en operationel beskyttelsesstrategi overfor nitrattilførsel til grundvandsafhængige økosystemer og overfladevand baseret på GOI typologien og Hydrologiske Responsenheder.

6. Referencer

COWI (2007): Indsats i delområder ved Åkær Å og Kolding Å. Indledende forundersøgelser.

Dahl, M., Nilsson, B., Langhoff, J.H. og Refsgaard, J.C. (2007): Review of classification systems and new multi-scale typology of groundwater–surface water interaction. *Journal of Hydrology* 344: 1-16.

Devito, K., Creed, I., Gan, T., Mendoza, C., Petrone, R., Silins, U. og Smerdon, B. (2005): A framework for broad-scale classification of hydrologic response units on the Boreal Plain: is topography the last thing to consider?. *Hydrological Processes* 19: 1705-1714.

GEUS (2007): Grundvand. Status og udvikling 1989-2006. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser. Tilgængelig elektronisk på: http://www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/1989_2006.htm

Henriksen, H.J. og Sonnenborg, A. (2003): Ferskvandets kredsløb. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser. NOVA temarapport.

Hinsby, K., Dahl, M. og Nygaard, E. (2008a): Karakterisering af ådalsmagasinet langs Åkær Å. Grundvand-Overfladevand Interaktion 2 (GOI-2). GEUS rapport, nr. 5.

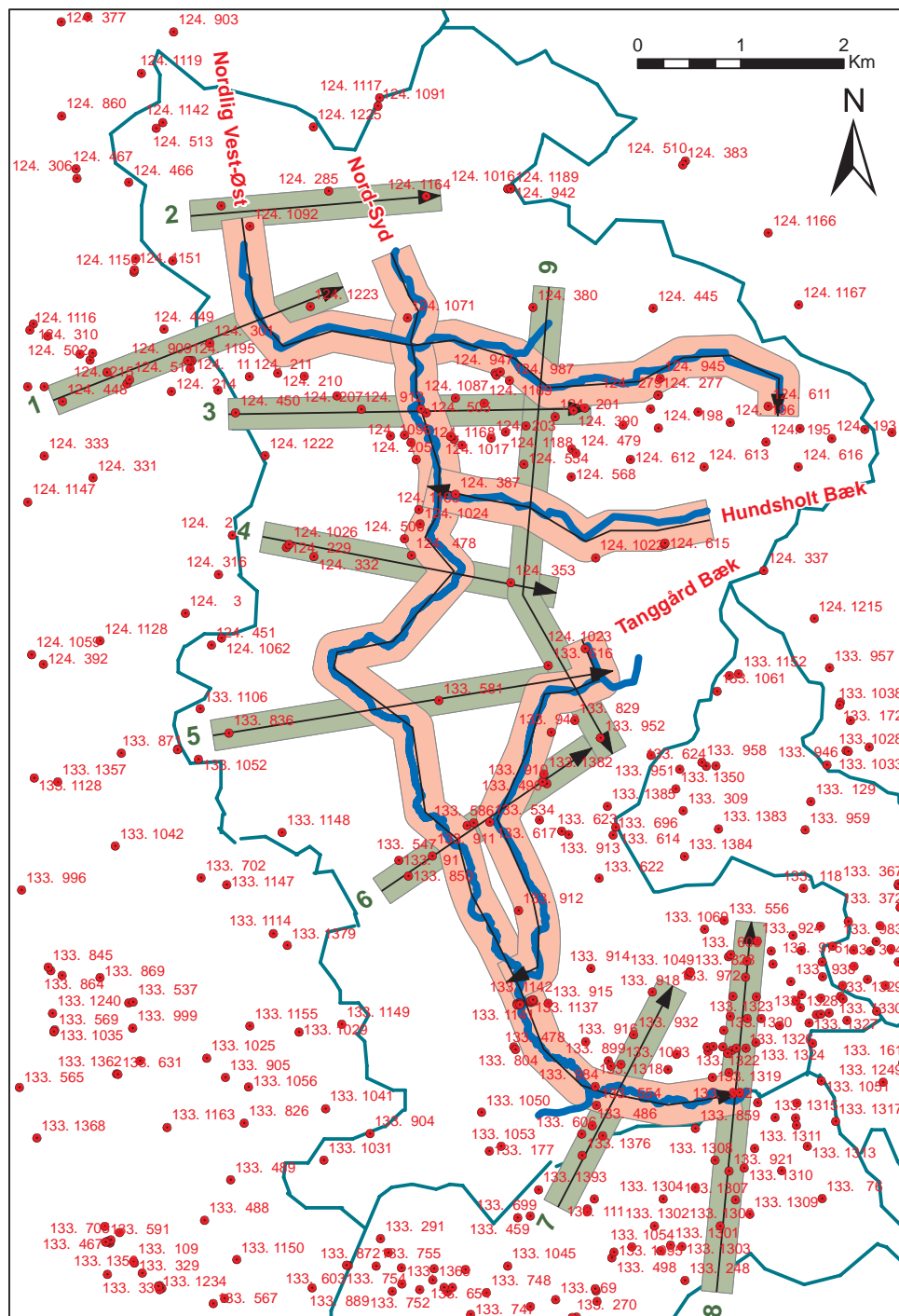
Hinsby, K., Condesso de Melo, T. og Dahl, M. (2008b): European case studies supporting the derivation of natural background levels and groundwater threshold values for the protection of dependent ecosystems and human health. *Science of the Total Environment*: in press.

Smed, P. (1982): Landskabskort over Danmark, Blad 3. Geografforlaget.

Strahler, A.N. (1952): Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Bulletin of the Geological Society of America* 63: 1117-1142.

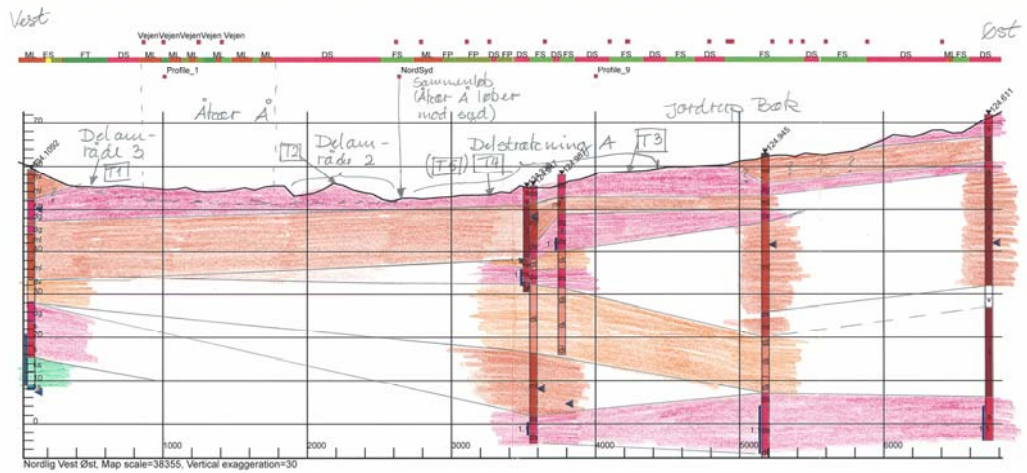
Winter, T.C. (2001): The concept of hydrologic landscapes. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 37(2): 335-349.

7. Bilag med geologiske profiler

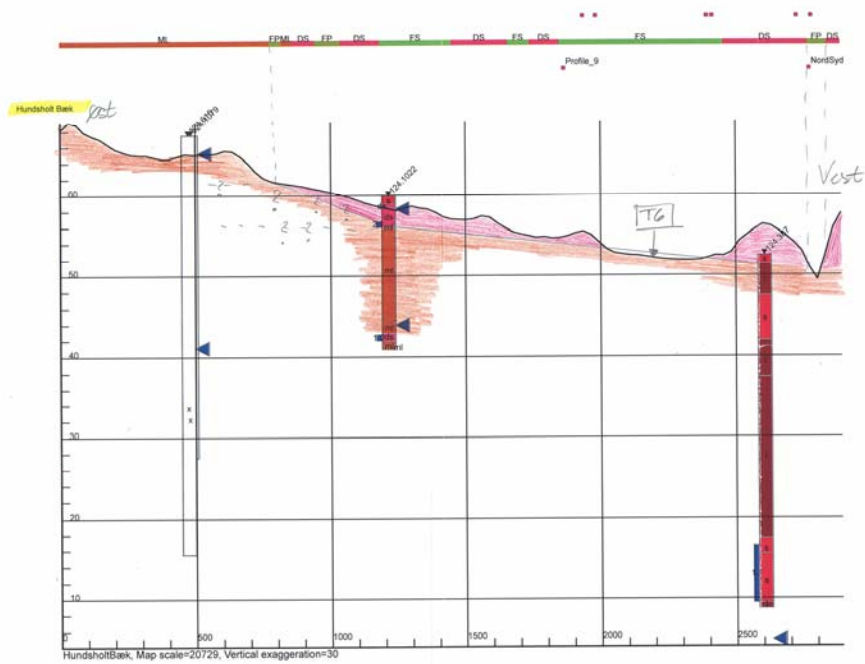


Bilag 7.1. Placering af boringer i Jupiter databasen samt af geologiske profiler indenfor oplandet til Åkær Å. Profiler på tværs af vandløb er nummereret fra 1 til 9 med grøn skrift ved begyndelsen af profilet. Profiler langs vandløb er navngivet med rød skrift ved begyndelsen af profilet.

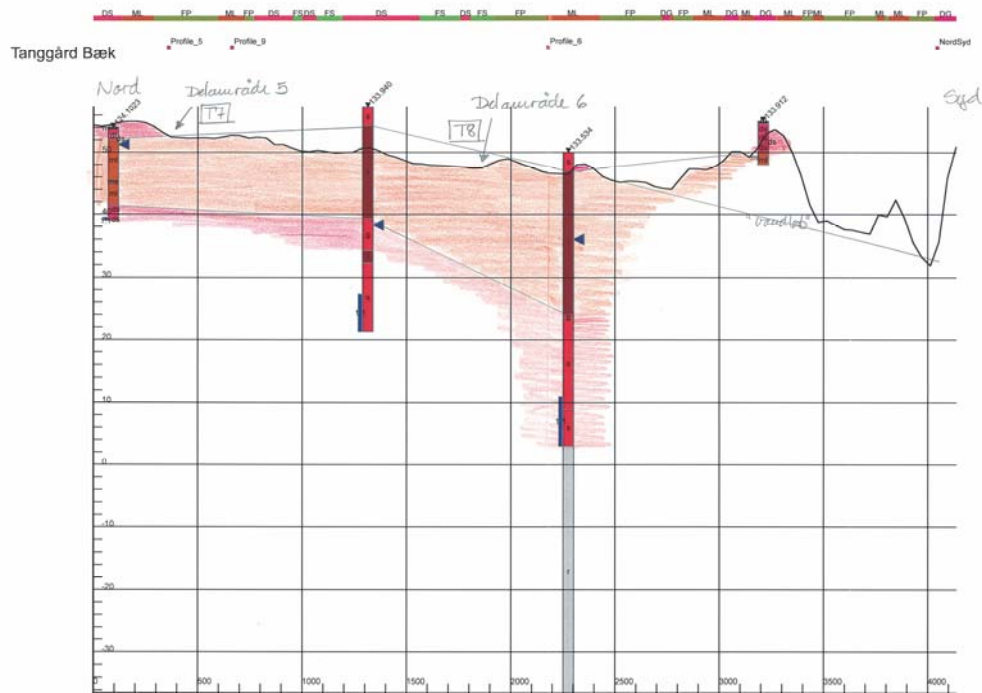
Nordlig VestØst



Bilag 7.2. Geologisk profil (Nordlig VestØst) langs udspring og øvre del af Åkær Å (mod vest) samt Jordrup Bæk (mod øst). Placering er angivet på bilag 7.1.

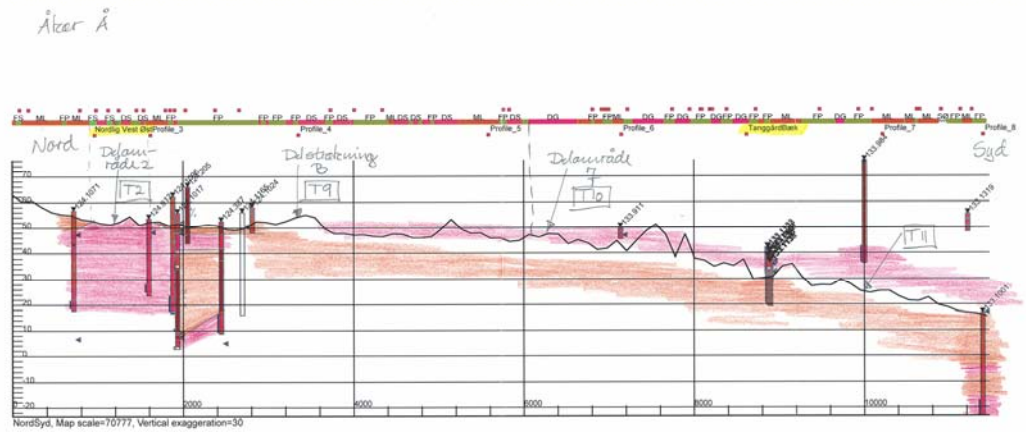


Bilag 7.3. Geologisk profil langs Hundsholt Bæk. Placering er angivet på bilag 7.1.

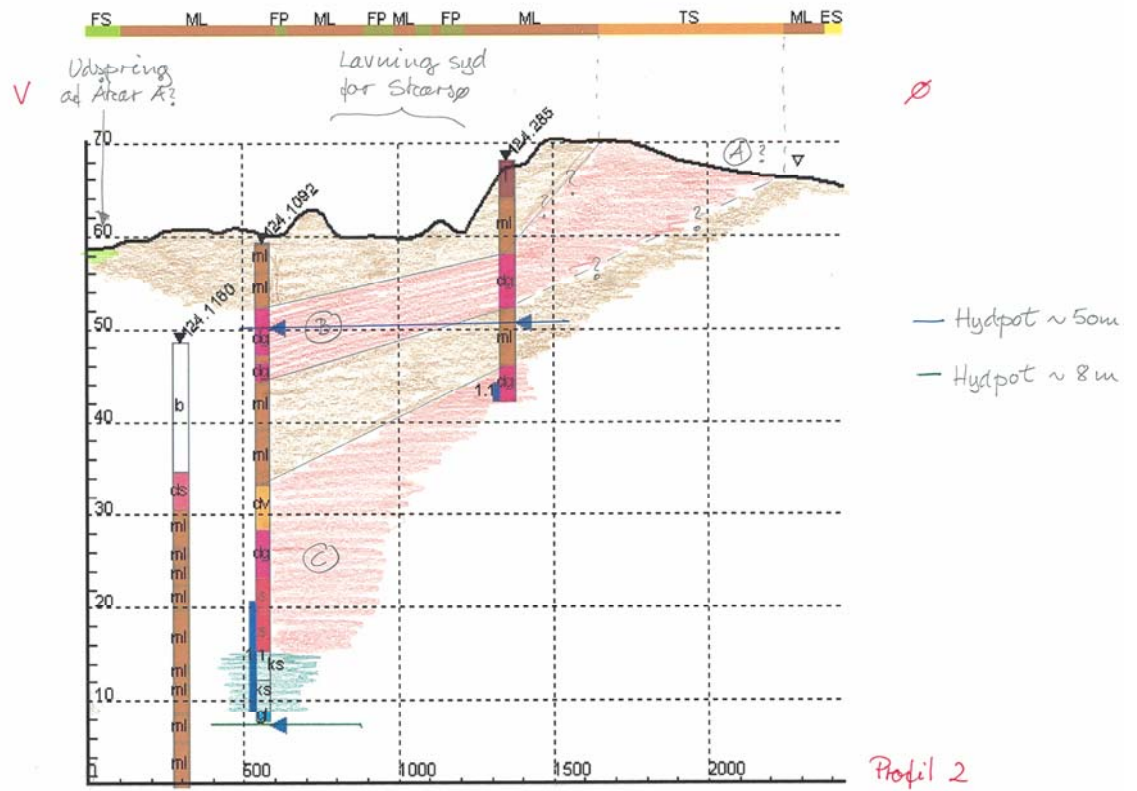


Bilag 7.4. Geologisk profil langs Tanggård Bæk. Placering er angivet på bilag 7.1.

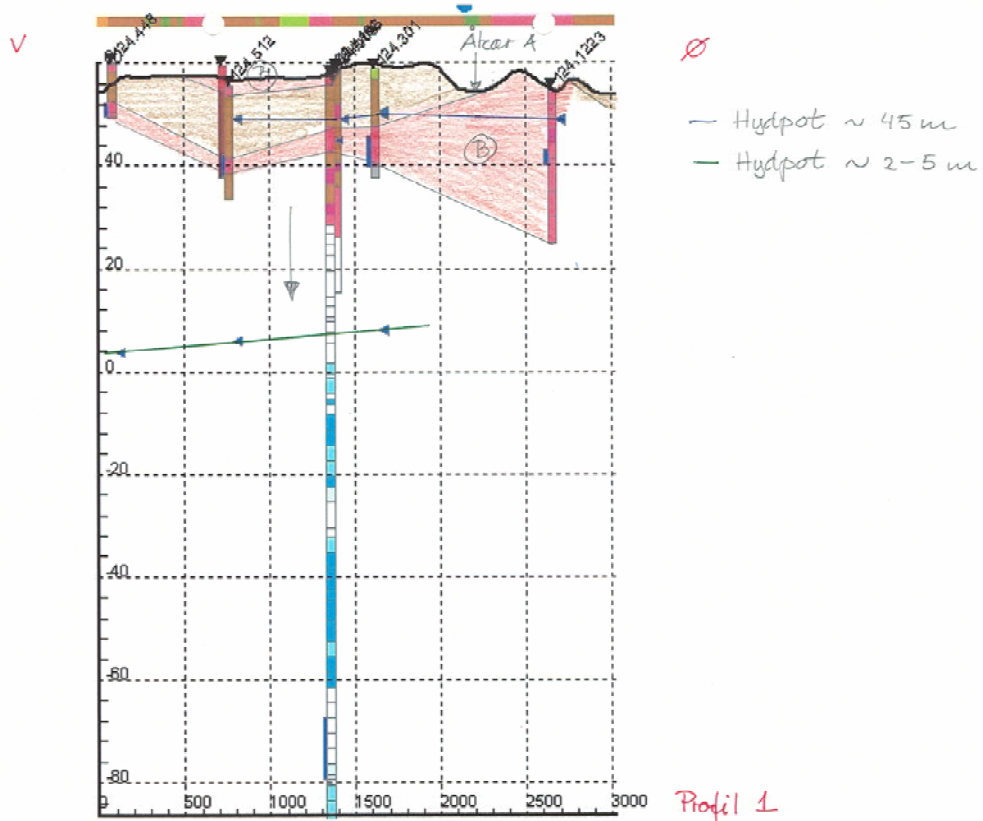
Nord-Syd



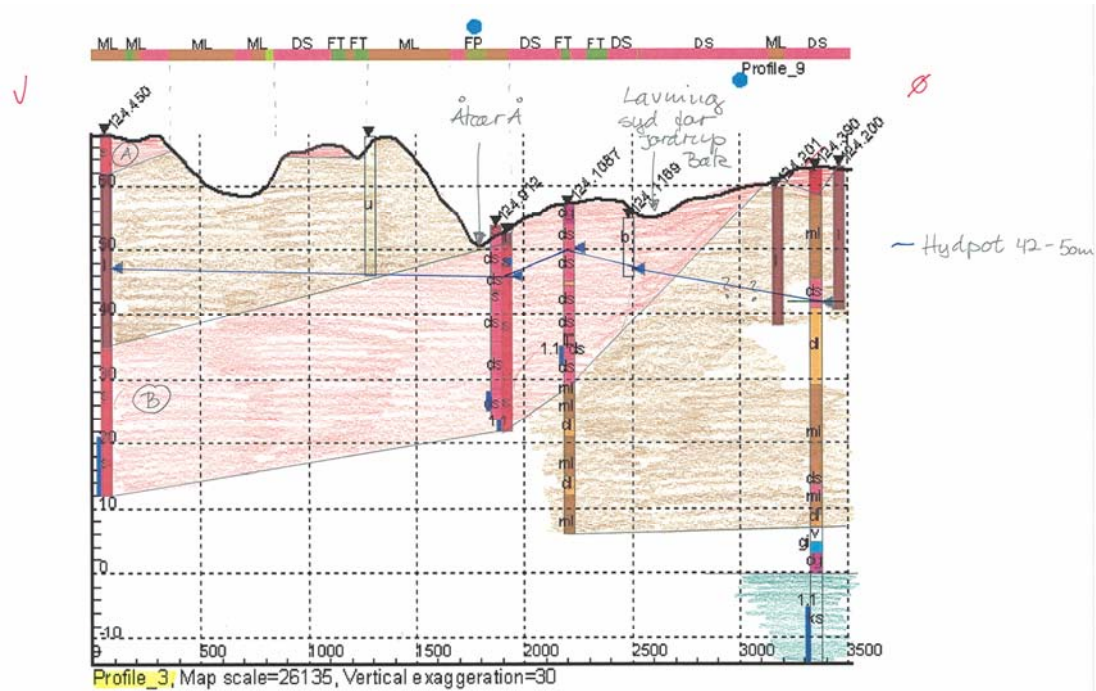
Bilag 7.5. Geologisk profil (Nord-Syd) langs grøft fra Skærsø samt langs øvre, midterste og nedre del af Åker Å. Placering er angivet på bilag 7.1.



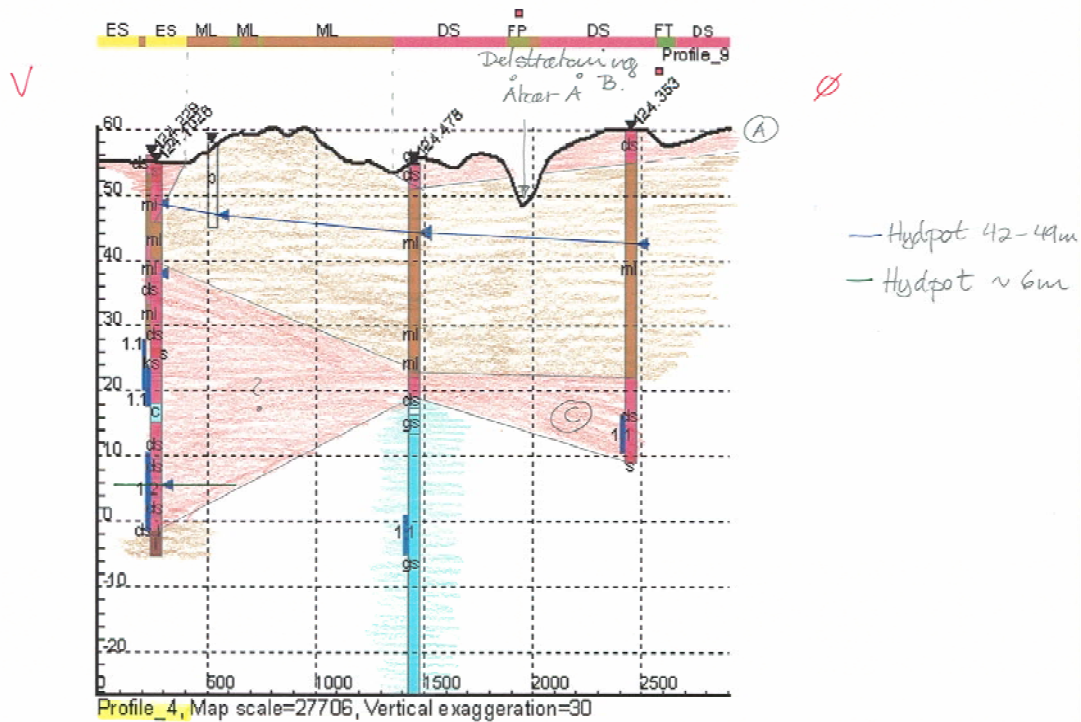
Bilag 7.6. Geologisk profil 2 (placering er angivet på bilag 7.1).



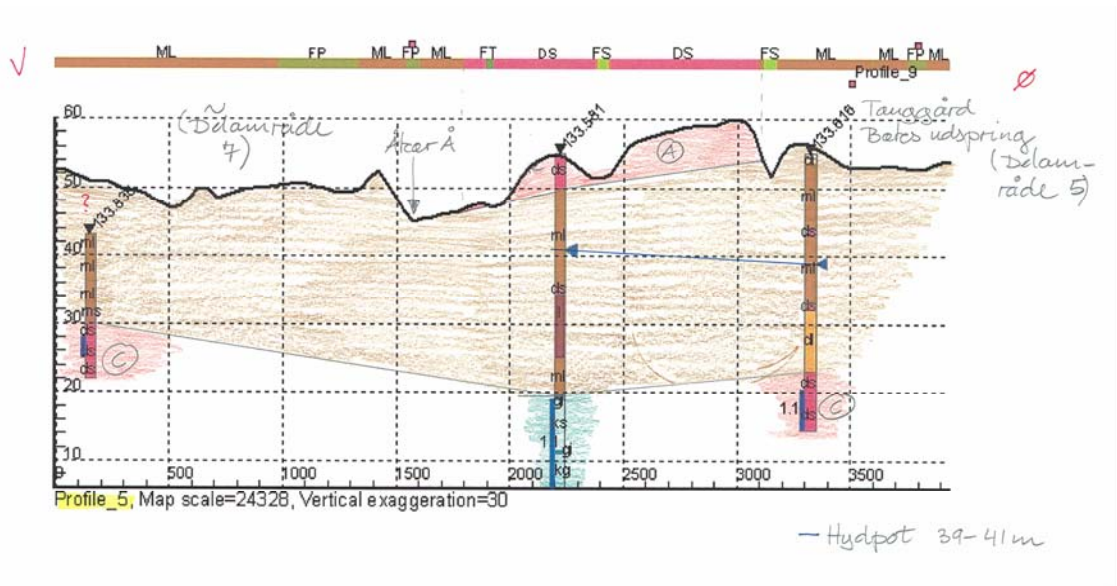
Bilag 7.7. Geologisk profil 1 (placering er angivet på bilag 7.1).



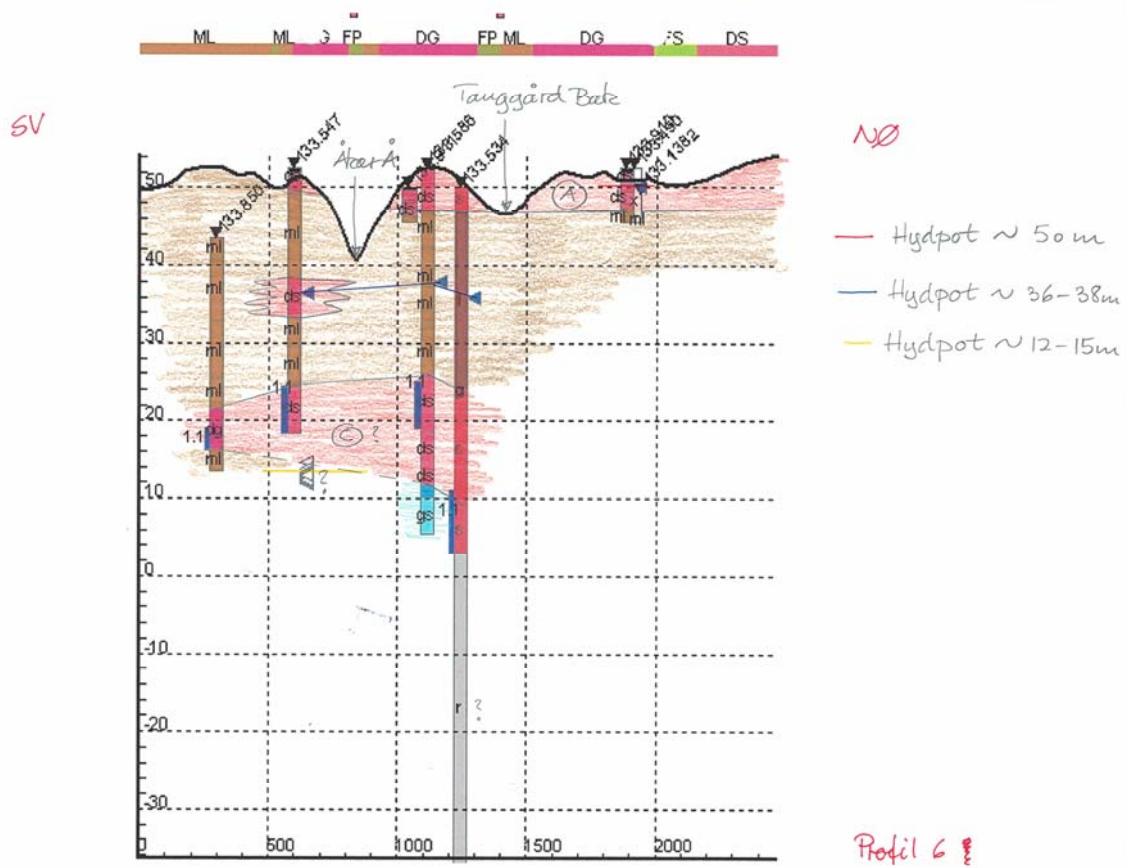
Bilag 7.8. Geologisk profil 3 (placering angivet på bilag 7.1).



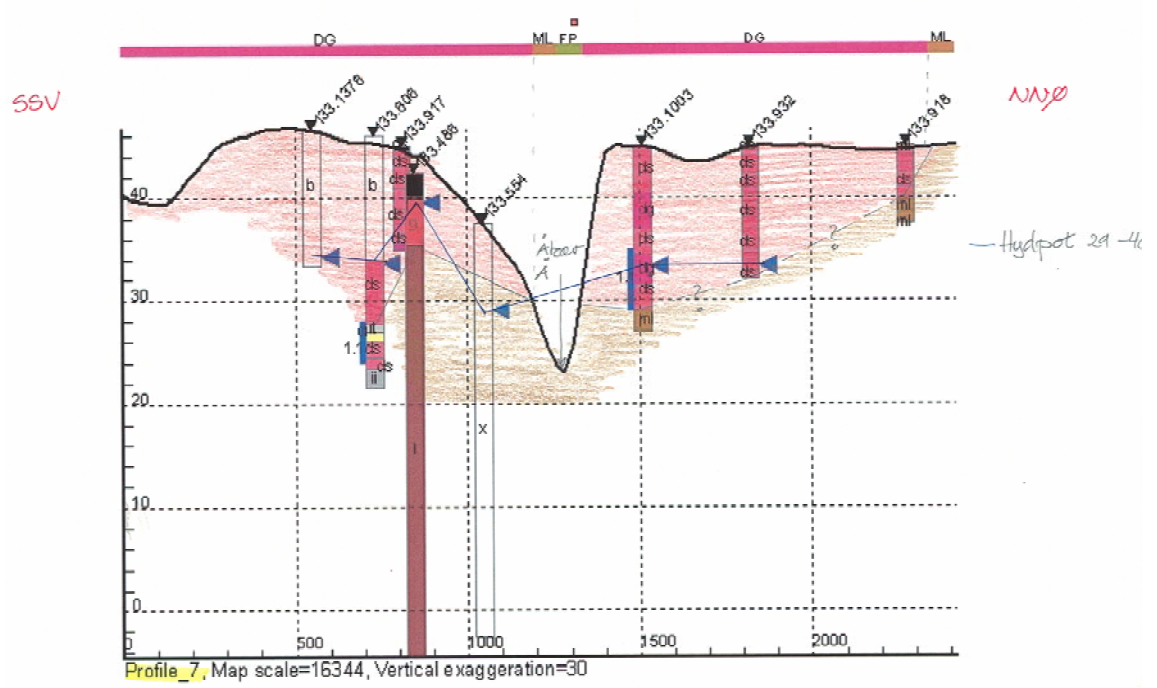
Bilag 7.9. Geologisk profil 4 (placering angivet på bilag 7.1).



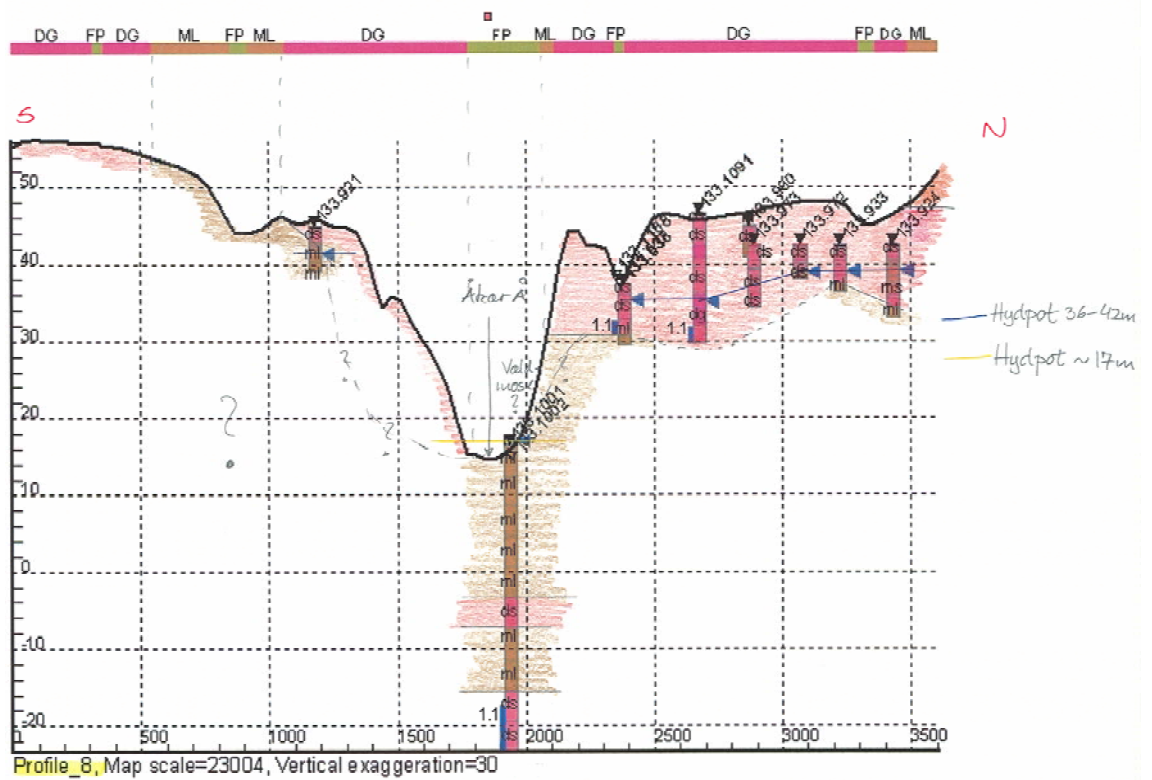
Bilag 7.10. Geologisk profil 5 (placering angivet på bilag 7.1).



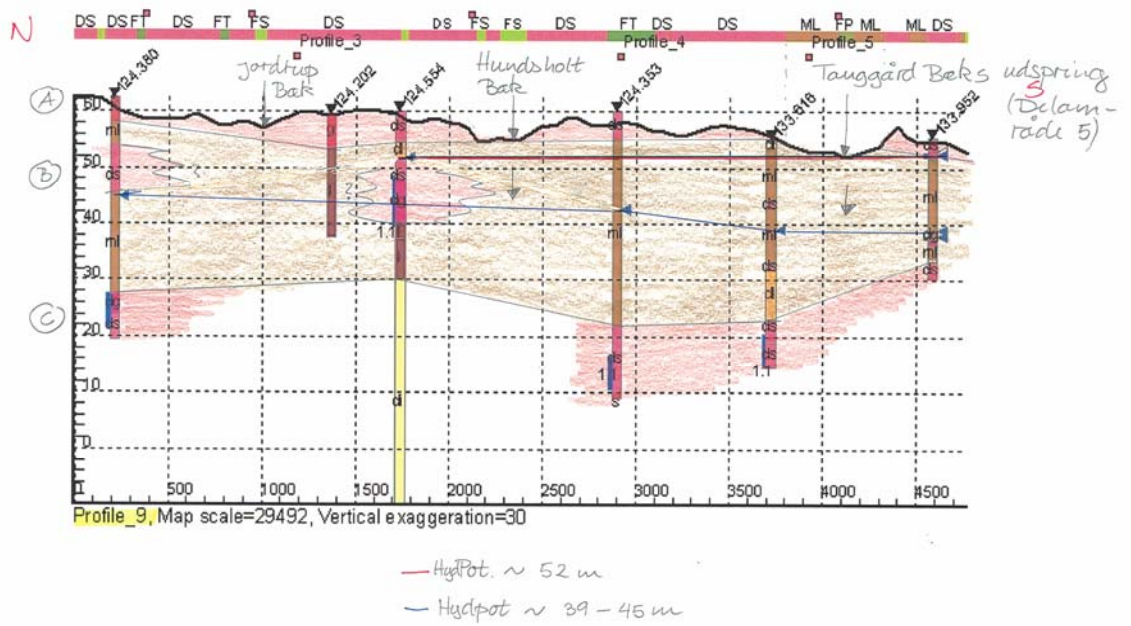
Bilag 7.11. Geologisk profil 6 (placering angivet på bilag 7.1).



Bilag 7.12. Geologisk profil 7 (placering angivet på bilag 7.1).



Bilag 7.13. Geologisk profil 8 (placering angivet på bilag 7.1).



Bilag 7.14. Geologisk profil 9 øst for og parallelt med Åkær Å (placering er angivet på bilag 7.1).