

# Karakterisering af ådalsmagasinet langs Åkær Å

## Grundvand - Overfladevand Interaktion 2 (GOI-2)

Klaus Hinsby, Mette Dahl & Erik Nygaard



# Karakterisering af ådalsmagasinet langs Åkær Å

## Grundvand - Overfladevand Interaktion 2 (GOI-2)

Klaus Hinsby, Mette Dahl & Erik Nygaard

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
Indhold	1
Forord	3
Formål	4
Baggrund	4
Metode	5
Undersøgelsesområder	6
Data og resultater	9
Tolkning af transekter	11
Diskussion og Konklusion	26
Referencer	29
Bilag	30



Ellekrat ved transekt 11, Åkær Å. Her blev der målt 28 mg/l nitrat i åen.



## Forord

I december 2007 har Kolding Kommune indgået to delaftaler med De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) om at foretage en videregående undersøgelse (trin 2) af interaktionen mellem grundvand og overfladevand i Åkær Å oplandet (GOI-2, Bilag 4). Den ene delaftale består i en karakterisering af strømningsfordelingen gennem udvalgte strækninger af ådalsmagasiner i Åkær Å oplandet i henhold til GOI typologien (Dahl et al., 2007), mens den anden omfatter nitratanalyser i forbindelse med denne karakterisering. Opgaven knytter sig til og bygger videre på rapporten ”Indledende GOI kortlægning i Åkær Å oplandet, GOI-1 (Dahl, 2008). Feltarbejdet er udført af Per Jensen, Klaus Hinsby og Mette Dahl.

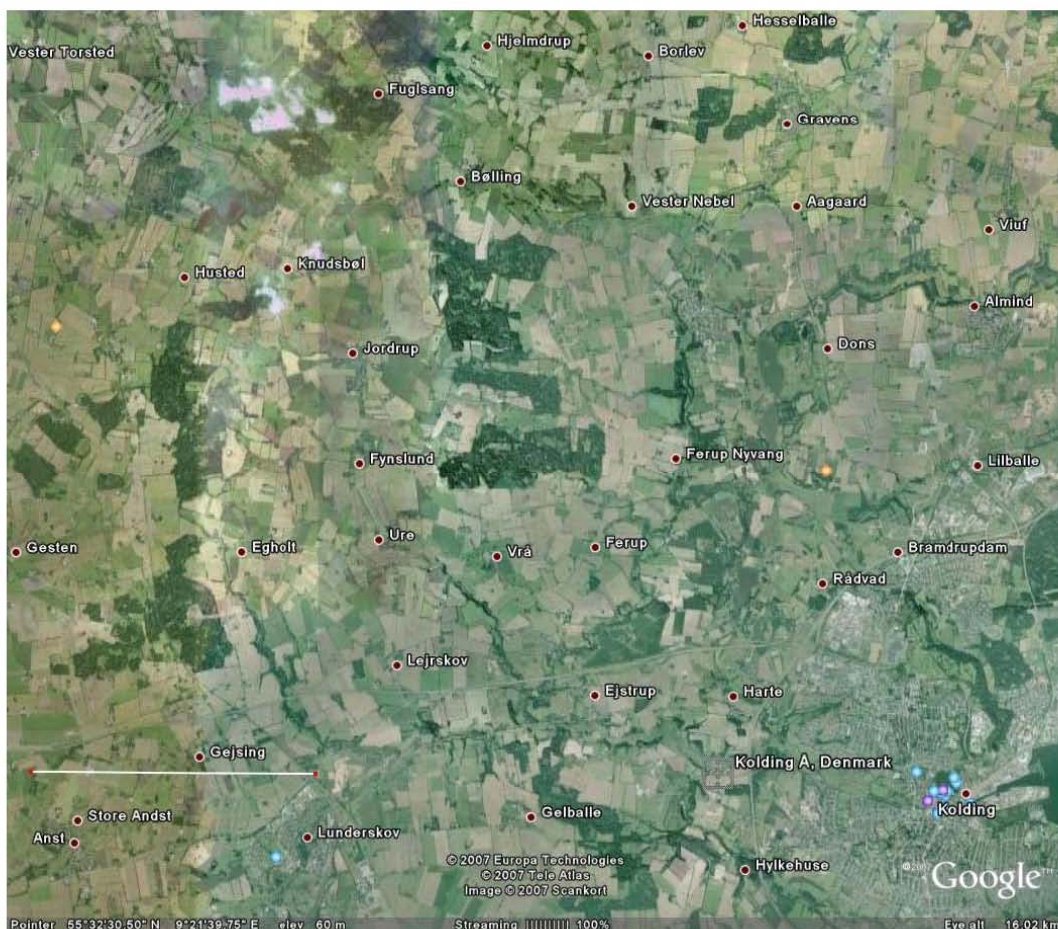
Table 1. Arbejdsplan for projektet ”Ådalstypologisk\* karakterisering af ådalsmagasinet langs Åkær Å, GOI-2”. Tabellen afspejler status ved årsskiftet 2007/2008.

Fase \ Uge	nov-07				dec-07				jan-08					
	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	
Oplæg														
Aftalemøde														
Kontrakt														
Materiel														
Feltarbejde														
Databearbejdning														
Status														
Strømningsfordeling														
Reduktionskapacitet														
Beskyttelsesstrategi														
Rapportering														
Aflevering														

\* Dette udtryk er ændret til ”Hydrogeologiske landskabsenheder” i Dahl, 2008.

## Formål

At karakterisere strømningsfordelingen (strømningsvarianterne) samt nitratnedbrydningspotentialet i udvalgte transekter gennem selve ådalsmagasinet omkring Åkær Å og tilløb til Åkær Å, Figur 1. Karakteriseringen skal primært ske i områder, der aktuelt er udpeget til naturgenopretning, og sekundært i andre delstrækninger af ådalen. Dette sker som en del af karakteriseringen af Landskabs- og Ådalstyper, som er udført ved hjælp af GOI typologien (Dahl et al., 2007). Karakteriseringen er knyttet op på en vurdering af strømnings- og transportforholdene for nitrat i ådalen. Det er hensigten gennem projektet at beskrive den hydrologiske og kvælstofmæssige tilstand og omsætningsforhold på det konceptuelle plan. Herigennem er det hensigten at bidrage til grundlaget for vurdering af naturgenopretningsprojekterne i oplandet til Åkær Å, samt at diskutere forskellige virkemidler til at nedbringe nitratindholdet, bilag 1.



Figur 1. Satellitbillede som viser Åkær ådal i Vest, som møder Kolding Å og løber ud i Kolding Fjord mod Sydøst. I rapporten beskrives og vurderes nedbrydningspotentialet for nitrat i ådalen.

## Baggrund

I forlængelse af et tidligere projekt om karakterisering af interaktionen mellem grundvand og overfladevand (GOI-1) i oplandet til Åkær Å (Dahl, 2008) har der vist sig behov for at kortlægge strømningsforholdene, nedbrydningspotentialerne og næringsstoffbelastningen i selve ådalsmagasinet. Dette behov er en udløber af den konceptuelle vurdering af effekten på naturen af naturgenopretningsprojekter i Åkær ådal og tilgrænsende arealer. Kolding Kommune har bedt GEUS om at fortsætte arbejdet med de to ovennævnte formål, Bilag 4.



## Metode

Den benyttede fremgangsmåde i feltundersøgelserne følger Dahl et al. 2004 og Banke 2005. Dette indebærer at der udvælges et antal transekter gennem ådalen, som eksemplificerer strømnings- og transportforholdene i ådalen, mellem randen af ådalen og åen (Strømningsvarianter i GOI typologien).

I transekterne udføres der så vidt muligt en række undersøgelser og målinger:

- Der udføres korte håndboringer til den dybere del af ådalsmagasinet ved ådalsskrænten, midt i ådalen og ved/i brinken af vandløbet eller grøften. De opborede jordarter beskrives, Figur 2 og 7, og klassificeres efter deres hydrauliske egenskaber og nedbrydningspotentiale for nitrat (redoxforhold og indhold af organisk materiale).
- I denne forbindelse vurderes/måles også potentialeforskellen mellem det øvre frie vandspejl og den dybere del af ådalsmagasinet (i ned til 2 meters dybde).
- Herudover analyseres der for vandets nitratindehold. Dette gøres dels med et feltmåleudstyr, dels i laboratoriet, idet der sker genmåling af nogle af feltmålingerne, mhp. verifikation.
- Strømningsindikatorer (kilder, dræn, vandløb, søer, plantevækst...) i terrænet i nærområderne omkring transekterne registreres. Om muligt udbredes strømningskarakteriseringen af ådalen til yderligere strækninger af ådalen, hvis en sådan tolkning viser sig at kunne baseres på bl.a. COWI's topografiske radarkort og rapport (udleveret af Kolding Kommune).
- Boringer og andre feltobservationer dokumenteres/fotograferes, og borestederne indmåles med GPS.
- Data fortolkes mhp. at vurdere fordelingen af strømningsvejene Q1-Q4 og nitratreduktionskapaciteten i ådalen.
- Nitratmålingerne inddrages i fortolkningen og til verifikation.

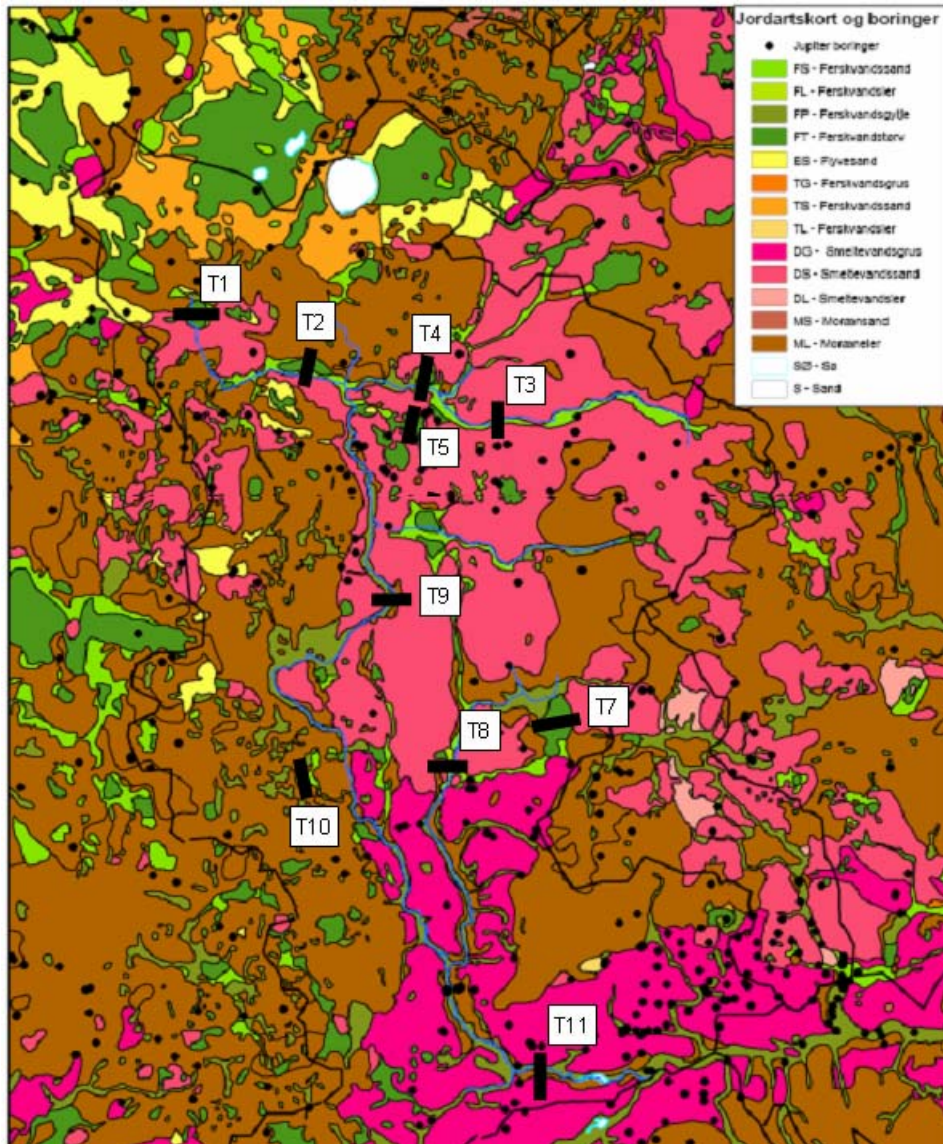


Figur 2. Erfaringsudveksling og prøvebeskrivelse ved transekt 11. Mette Dahl og Per Jensen, GEUS.

## Undersøgelsesområder

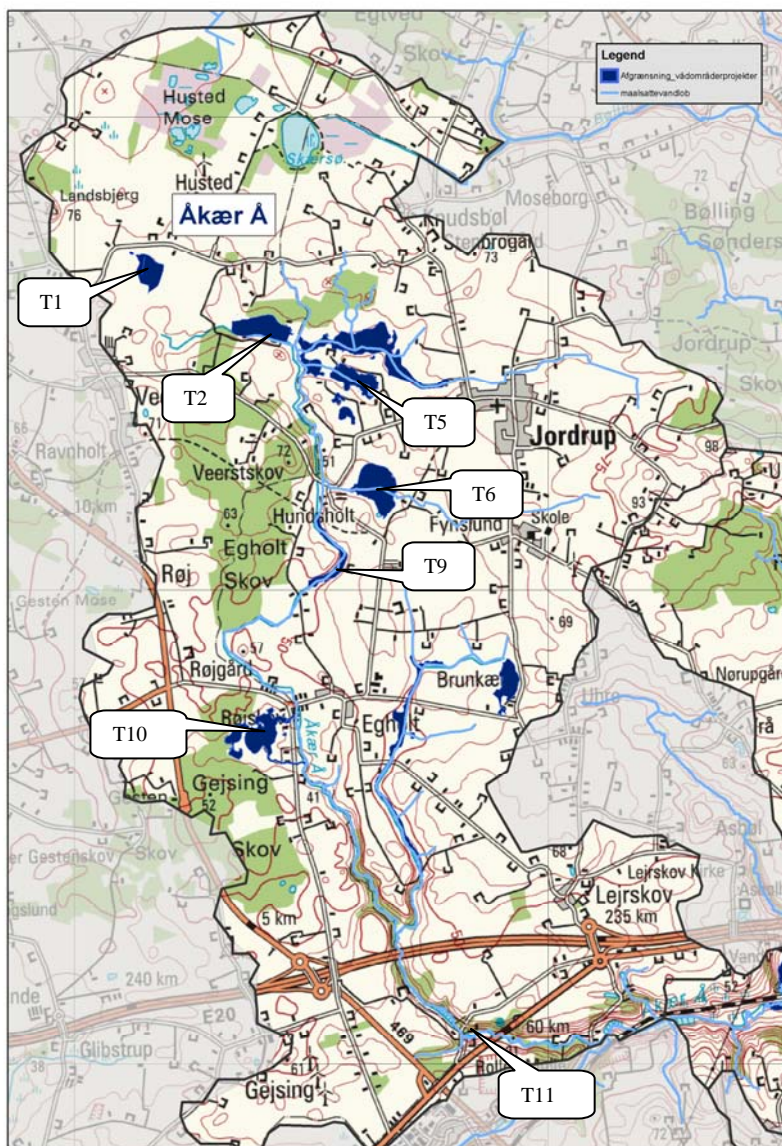
De områder, hvor transekterne er placeret, er udvalgt af Kolding Kommune på grundlag af en liste med 11 forslag (udarbejdet sammen med GEUS). Herved er der forlods sket en prioritering af transekterne (T) i rækkefølgen 1, 2, 5, 6, 10, 9, 11 og 8, Figur 3. Det har været ambitionen som minimum at beskrive 6 transekter. Transekterne er primært placeret i tilknytning til de naturgenopretningsområder, som er beskrevet i COWI, 2007, Figur 4. Kun T11 beskriver en ådalsstrækning, som ikke er knyttet til et naturgenopretningsområde.

I dette afsnit vises det eksisterende datagrundlag, som ligger til grund for de senere fortolkninger.



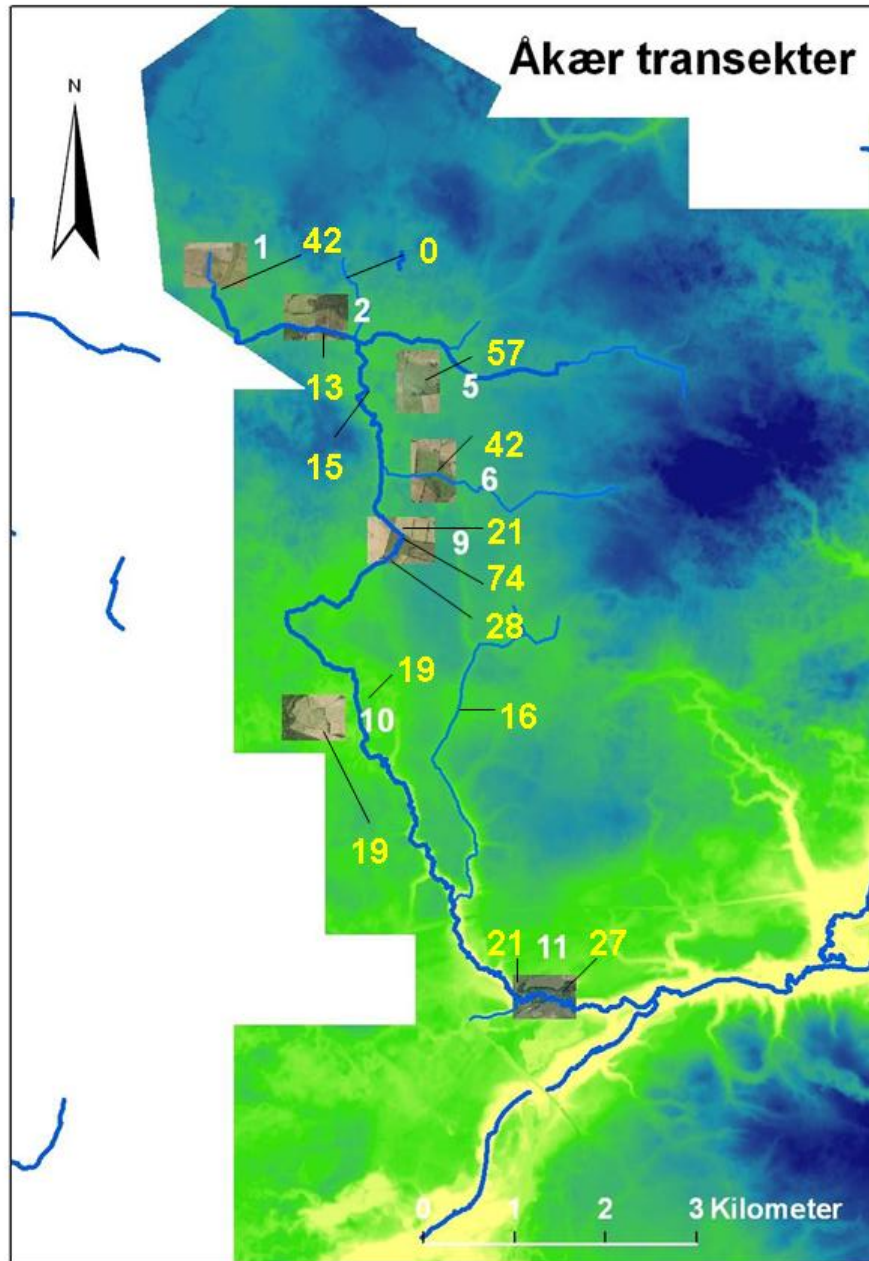
Figur 3. Jordartskort over Åkær Å oplandet med angivelse af foreslåede transekter. I prioriteret rækkefølge er de udvalgte transekter: 1, 2, 5, 6, 10, 9, 11 og 8. Åkær ådal ligger altovervejende i sand- og grusområder, som udgør jordbunden i lavningerne, mens de øvre dele af de omgivende bakker ofte består af moræneler. Dette landskab er overpræget af ferskvandsaflejringer langs åløb og i andre lavninger.





Figur 4. Oplandet til Åkær Å, hvori placeringen af planlagte naturgenopretningsprojekter (mørkeblå) og transekter er vist (efter COWI 2007).

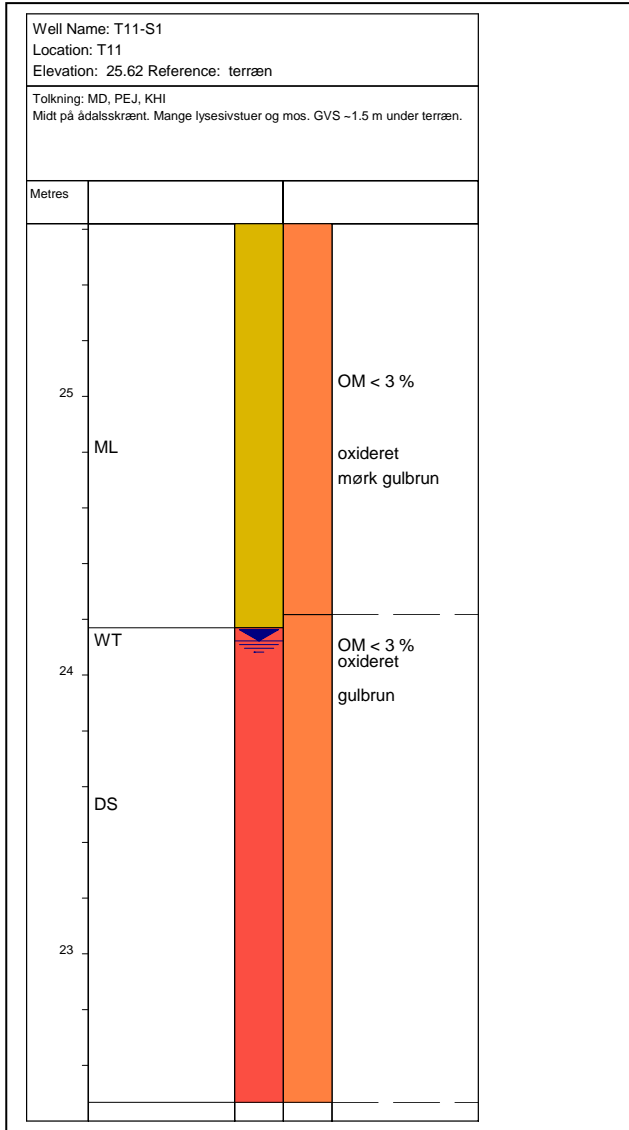
Ved det praktiske feltarbejde blev der undersøgt 7 transekter (1, 2, 5, 6, 9, 10 og 11), Figur 5. Af Figur 5 fremgår også, at de fleste transekter ligger i den øvre del af Åkær Å oplandet (åens kildeområder), hvor åen ikke har skåret sig ned, mens åen i nedstrøms retning skærer sig stedse dybere ned i underlaget.



Figur 5. Transekternes beliggenhed er indsat som små ”vinduer” med luftbilleder på baggrund af et detaljeret højdekort (COWI’s radarkort, som er stillet til rådighed for projektet af Kolding Kommune). I den proximale del af Åkær Å (åens kildeområder) skærer åen sig ikke meget ned, mens den i retning mod den distale del skærer sig stedse dybere ned i underlaget. Farveskalaen fordeler sig jævnt mellem +20 og +100m (fra gult, via grønt til blå). De 7 udvalgte og undersøgte transekter er identificeret med hvide numre, mens gule tal viser det målte nitratindhold i åvand og grøftevand i mg/l.

## Data og resultater

Der er indsamlet data, foretaget beskrivelser og analyseret for udvalgte parametre, jævnfør oversigten i Bilag 1 og 2:



Figur 6. Eksempel på boringsbeskrivelse. Signaturfarver svarer til de angivne standard jordartsbetegnelser, figur 8. WT angiver grundvandsspejlet.

Boringsbeskrivelserne er illustreret grafisk, som eksemplificeret i Figur 6, og samlet i Bilag 2. Det opborede materiale er eksemplificeret i Figur 7.


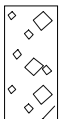


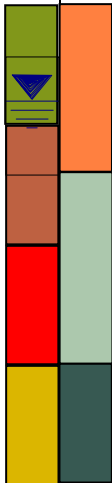





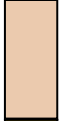




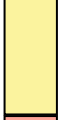


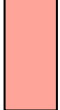




Figur 7. Boreske med opboret prøve af sand og gytje.

Transekter og boringer er lokaliseret i detaljen med GPS-koordinater, på luftbilleder og på COWI's detaljerede radarkort. Alle disse figurer er vist i næste afsnit.

De lithologiske beskrivelser er vist i venstre kolonne af boreprofiler, mens redoxforholdene er illustreret i højre kolonne. Signaturene i Figur 8 herunder forklarer farvekodningen af jordarter og redoxforhold.

Rapporten er trykt sådan at det er muligt at holde siderne mellem denne signaturforklaring og det aktuelle profil sammen, sådan at signaturene kan benyttes under profilfortolkningen. Alle boringsprofiler vises i Bilag 2.

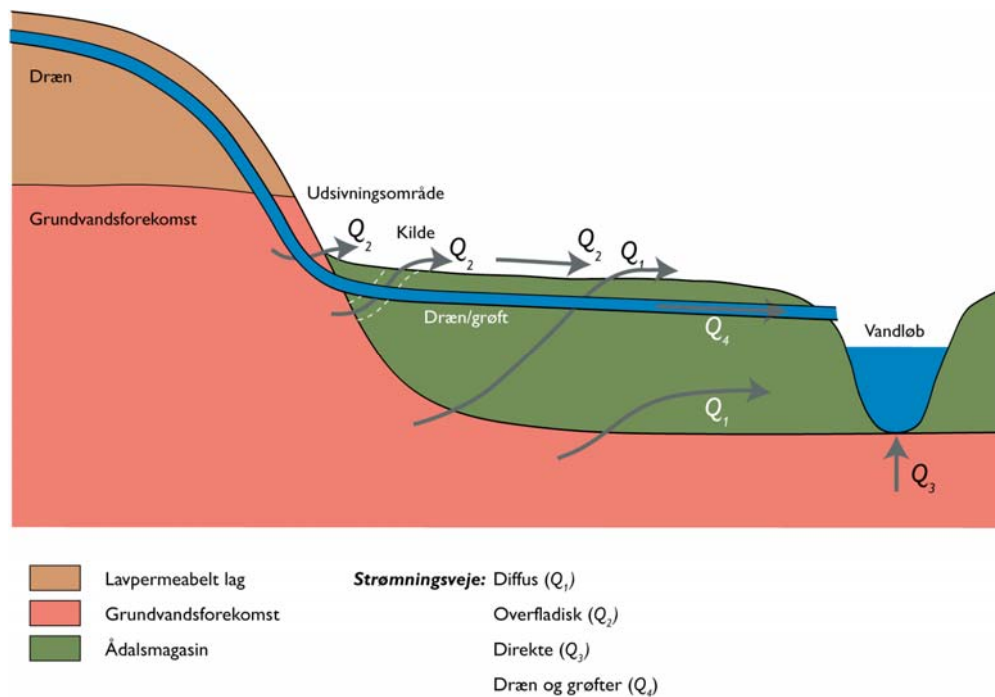
Morænelag		Smeltevandslag		Ferskvandslag		Redoxtilstand		Eksempel	
	Grus MG		Sten		Tørve FT		Oxideret		
	Sand MS		Grus DG		Gytje FP		Reduce- rende		
	Silt MI		Sand DS		Sand FS		Reduce- ret		
	Ler ML		Silt DI		Silt FI				
	Issøler ZL		Ler DL		Ler FL		Vand- spejl, GVS		

Figur 8. Signaturer for lithologi, vandspejl og redoxforhold, som er anvendt i beskrivelserne af boreprofiler.



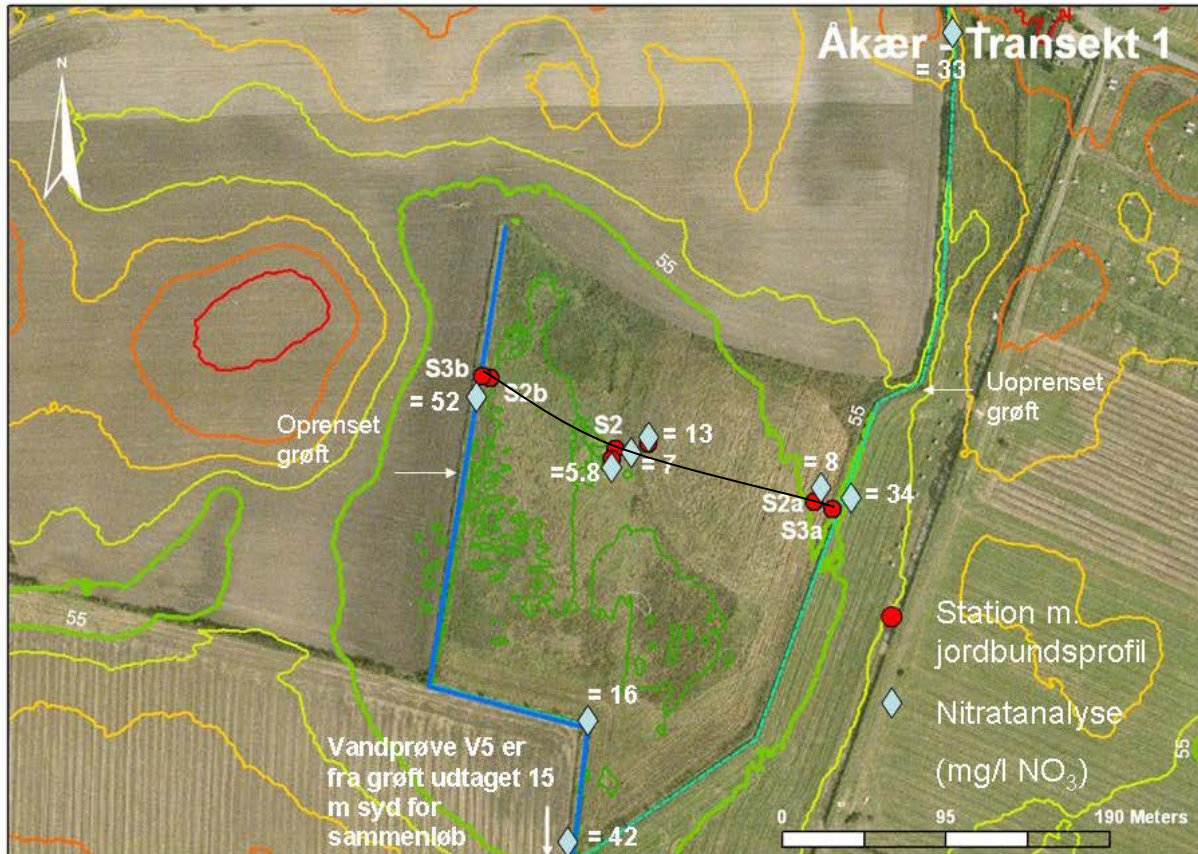
## Tolkning af transekter

I det følgende vises og fortolkes de 7 undersøgte transekter. Hvert af transekterne er illustreret med et profil af boringer og et luftfoto med COWI's radar højdekurver (med 1m ækvidistance), vandløb og grøfter. Også de målte og vurderede nitratindhold er angivet. For hvert transekt er der en kort integreret tolkning af fordelingen af strømningsvejene  $Q_1 - Q_4$  gennem ådalen, Figur 9, samt betydningen heraf for ådalens nitratreduktionspotentiale.



Figur 9. De GOI typologiske strømningsveje gennem ådalsmagasinet til åen.  
 $Q_1$  = Diffus strømning,  $Q_2$  = Overfladisk strømning,  $Q_3$  = Direkte strømning og  
 $Q_4$  = Drænstrømning. Modificeret efter Dahl et al. (2007).

## Transekt 1



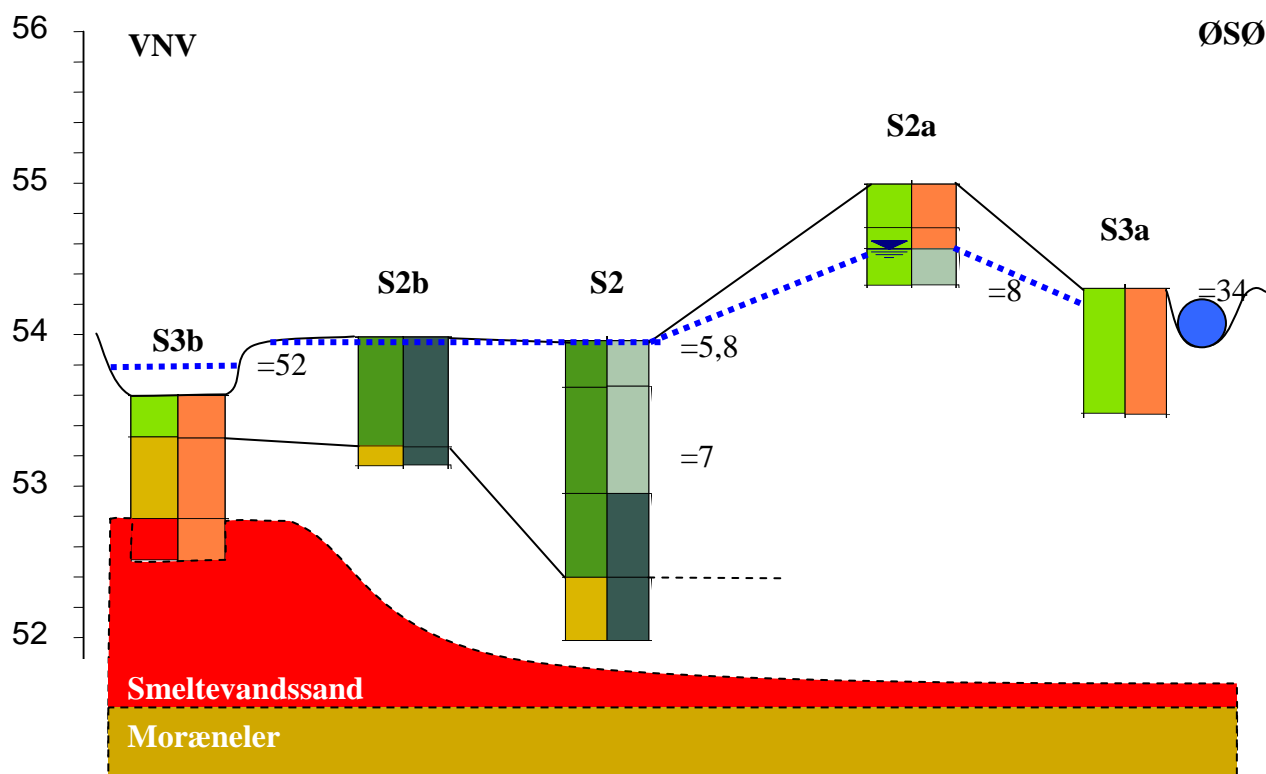
Figur 10A. Området over området ved transekt 1, med angivelse af stationer/boringer og nitratanalyser. På luftbilledet er der fremhævet Åkær Å (udløbere) og topografiske kurver med 1m ækvidistance (COWI). Profillinien er angivet med tynd sort streg.

Åkært Å udspringer i dette område. Grøfterne i området er gravede og leder sydpå mod Åkær Å (se Figur 10A). Området er i sin oprindelse opbygget af smeltevandssand overlejret af moræneler i det nordlige opland. Moræneleret findes som rudimenter i oplandet omkring transekt 1 og i bunden af boringerne S3b, S2b og S2. Smeltevandssandet udgør bunden under de nuværende lavbundsområder. De højest beliggende lavbundsområder med ferskvandssand og tørv er dræned. Grøfterne ligger langs randen af lavningen og opfanger tilstrømmende grundvand fra oplandet. Det er kun langs den nordlige grænse sandsynligt, at der forekommer grundvandtstilstrømning af betydning fra oplandet til det lave område mellem grøfterne. Vandet i grøfterne (Q4) afspejler således antagelig de dyrkede naboombåders nitratudvaskning. I drænuudløbet midt sydligt på kortet indeholder vandet 16 mg nitrat pr liter, hvilket antagelig afspejler en opblanding af drænvand (Q4) og afstrømmende grundvand (Q1) fra det midterste område. Sidstnævnte indeholder kun lidt nitrat (6-7 mg/l).

Den vestlige grøft er renholdt, mens den østlige er tilgroet. Det kan ikke udelukkes at der er en sammenhæng mellem dette og forskellen i nitratindhold på hhv. 52 og 34 mg/l.

Det vurderes at Q4 er den dominerende strømningsvej gennem området, men Q1 er også virksom. Nedbrydningen vurderes her at kunne fremmes ved at reducere afledningen gennem grøfter og dræn.

Kote m



Figur 10B. Lodret profil VNV-ØSØ langs transektet (Figur 11A). Området udgør ikke en egentlig ådal, men snarere en våd lavning, hvis hydrogeologiske opbygning svarer til ådalstype 3 (Dahl et al., 2007). Oplandet består af moræneler overlejret af et tyndt lag af smeltevandssand, som i det nordlige område også overlejres af moræneler. Istidens smeltevandfloder har skåret sig ned igennem moræneleret, ned i smeltevandssandet, og i denne lavning er der siden aflejret freskvandssand og tørv. Topografien domineres af de opgravede brinker ved grøften ved borerne S2a og S3a, men overfladen falder ca. 1m fra NØ mod SV gennem transektet. Det er kun i dette opgrav at der er en umættet zone.

Omkring denne grøft er der oxiderede eller oxiderende forhold i den øverste meter, mens der i borerne S2 og S2b overvejende er reducerede forhold hele vejen ned til moræne-leret ved bunden af borerne.

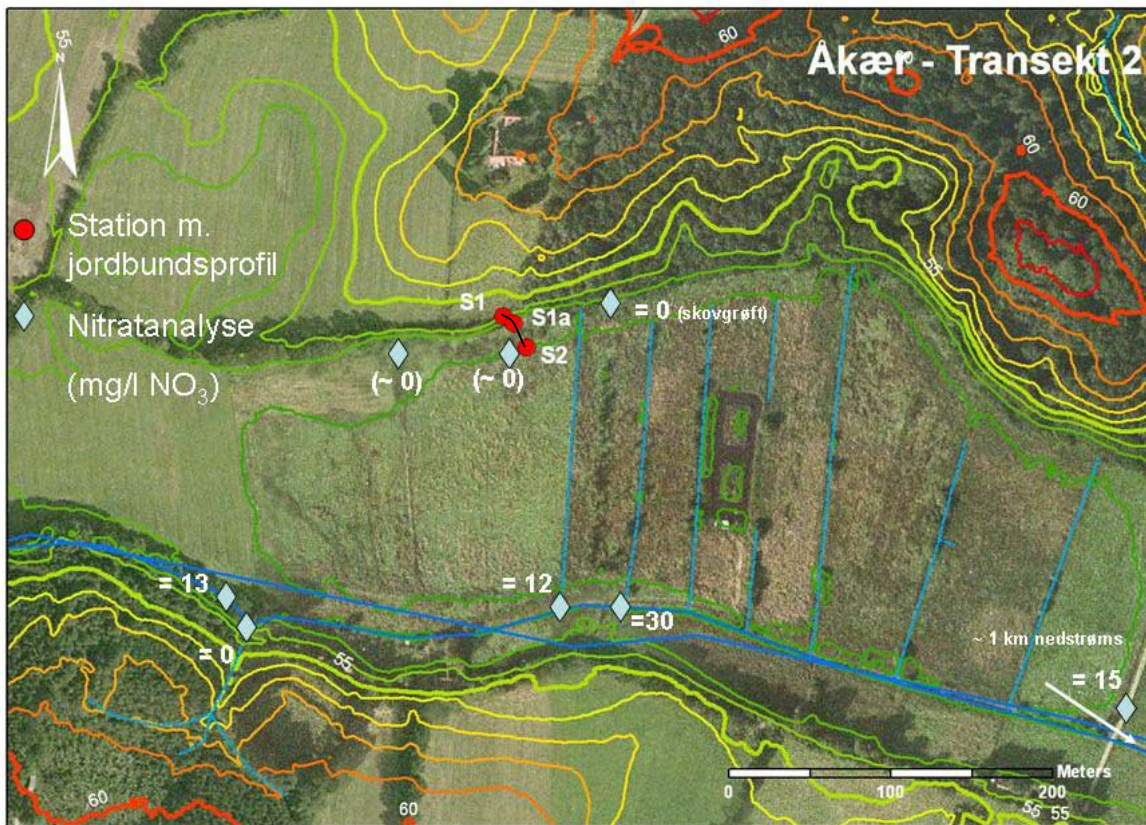
Under bunden af den vestlige grøft ved S3b er der oxiderede forhold gennem moræneleret og ned i det underliggende smeltevandssand. Nitratindholdet er angivet med =.

I den øverste del af S2 er der 6-7 mg nitrat, antagelig som følge af nærhed til markerne ved S2a og S3a. Den østlige grøft er uoprenset og har lavere nitratindhold end den vestlige.

Signaturforklaringer fremgår af Figur 8.



## Transekt 2



Figur 11A. Området ved transekt 2 med stationer/boringer og nitratanalyser. Figuren fremhæver Åkær Å og COWI's scannede topografi med 1m ækvidistance. Af de to angivne forløb af Åkær å har kun det mest snoede kunnet verificeres i felten. Profillinien er angivet med tynd sort streg.

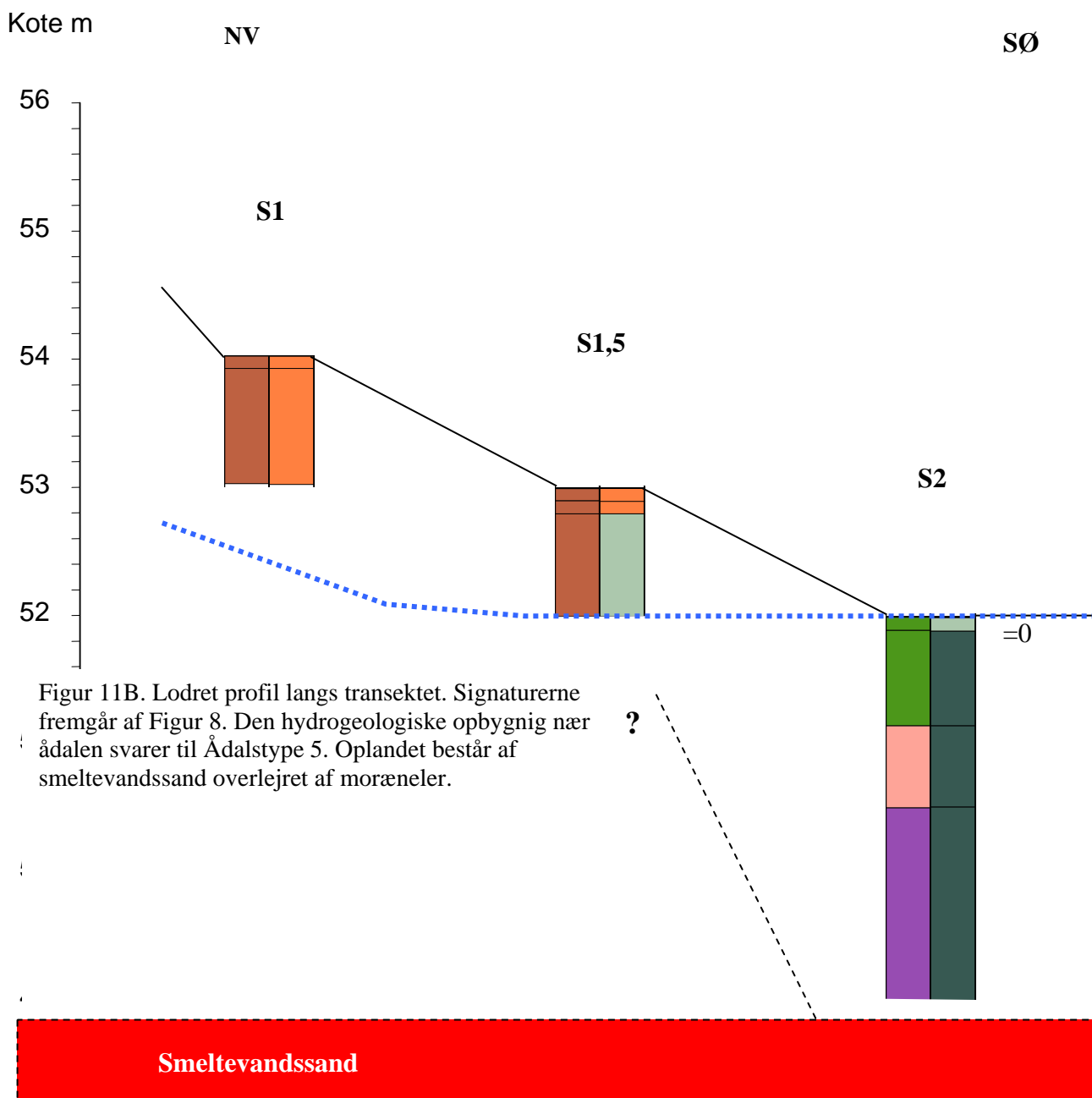
Transektet ligger langs den øvre del af Åkær Å. Transektet beskriver strømmingen gennem en grøftet ådal. Det tilførte grundvand er næsten nitratfrit allerede ved indstrømningen i ådalsmagasinet. Dette skyldes antagelig at det vand, som stammer fra skoven har været tilnærmet nitratfrit hele tiden, mens det som stammer fra det opdyrkede land mod NV, sandsynligvis er reduceret i moræneleret. Der forventes ikke at strømme grundvand op under ådalsmagasinet på grund af det mindst 2m tykke lerlag (S2).

Ved grøfternes udløb i Åkær Å er der målt meget lave nitratindhold, idet det synes at være de lokale tilførsler der præger de indsamlede prøver, som er taget ud for mose og skovstrækninger. En enkelt analyse viser dog 30 mg/l nitrat, hvilket muligvis afspejler en tilførsel fra marker syd for åen (ses på luftfotoet). Det gennemsnitlige nitratindhold i åen synes at være ~15 mg/l, idet der er det samme indhold 1 km længere nedstrøms. 15 mg/l nitrat er således indholdet i blandingsvandet fra ådal, skov og agerbrugsområder langs en længere strækning af Åkær Å's øvre løb.

Det lave nitratindhold i de grøfter, som afvander ådalen, i forhold til det ret høje indhold i grøfterne ved transekt 1, skyldes antagelig at vandet i grøfterne i transekt 2 stammer fra skovdækkede områder i oplandet, mens grøftevandet ved transekt 1 stammer fra opdyrkede marker.

De ca. 100 ha med marker, skov og ådale, som afdrænes til Åkær Å gennem området ved transekt 2 bidrager øjensynligt til at reducere åvandets gennemsnitlige nitratindhold.

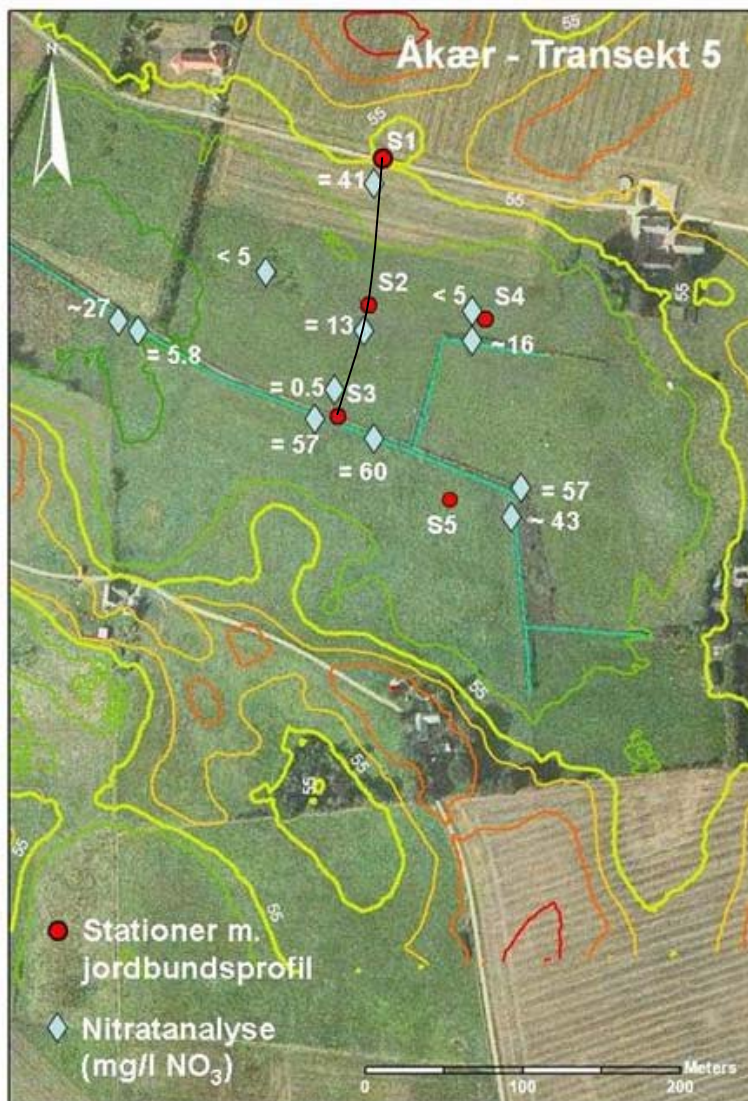




Figur 11B. Lodret profil langs transektet. Signaturerne fremgår af Figur 8. Den hydrogeologiske opbygning nær ådalen svarer til Ådalstype 5. Oplandet består af smeltevandssand overlejret af moræneler.

Figurtekst fortsat: Istidens smeltevandsfloder har skåret sig ned igennem moræneleret, ned i smeltevandssandet, og i denne dal er der siden aflejret en lagserie af issøler, smeltevandsler/gytje og postglacial tørv. Vandspejlet er kun påtruffet i S2. Vandet strømmer antagelig til ådalsmagasinet gennem de reducerede moræneler i oplandet (S1,5). På grund af de meget lavpermeable lag nedest i ådalsmagasinet er det ikke sandsynligt, at grundvandet strømmer til fra smeltevandssandet under ådalen. Vandet passerer primært ådalen via grøfter (Q4) til Åkær Å. Signaturer for jordarter og redoxforhold er forklaret i figur 8.

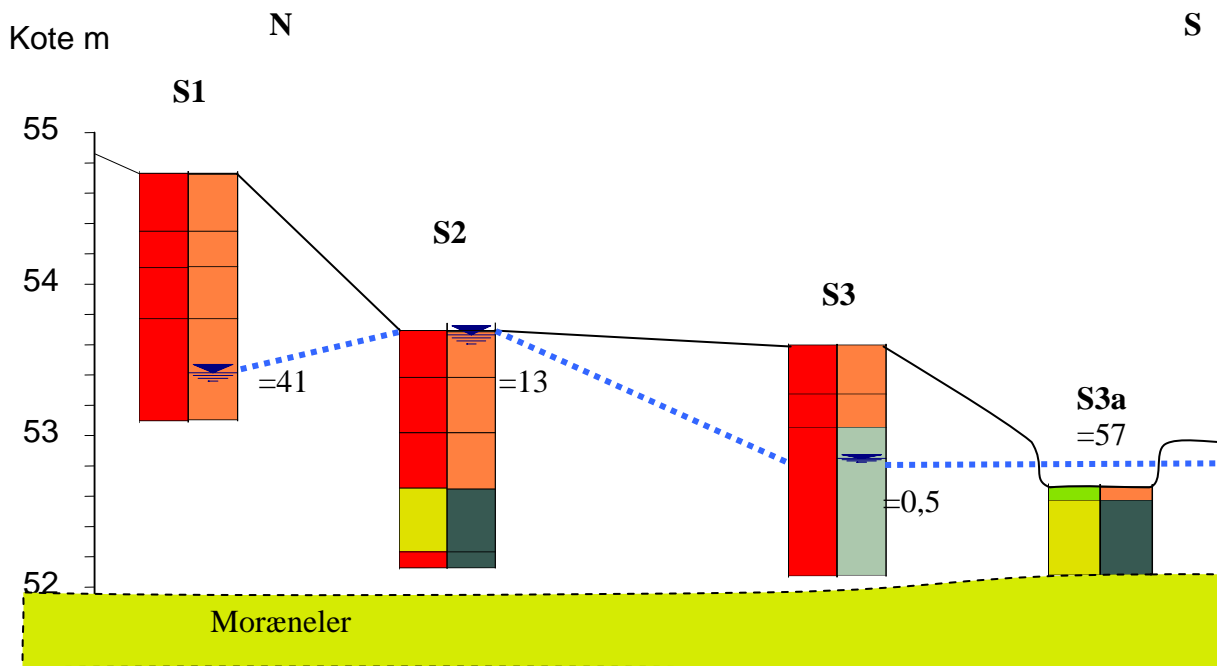
## Transekt 5



Figur 12A. Området ved transekt 5 med stationer/boringer og nitratanalyser. Figuren viser også grøfter og COWI's scannede topografi med 1m ækvidistance. Transektet indeholder gravede grøfter, som formodes at være forbundet (via rør udenfor transektområdet) til Åkær Å's nordlige sammenløbspunkt. Boring S3a er ikke vist: den ligger i bunden af grøften umiddelbart syd for S3. Profilinien er angivet med tynd sort streg.

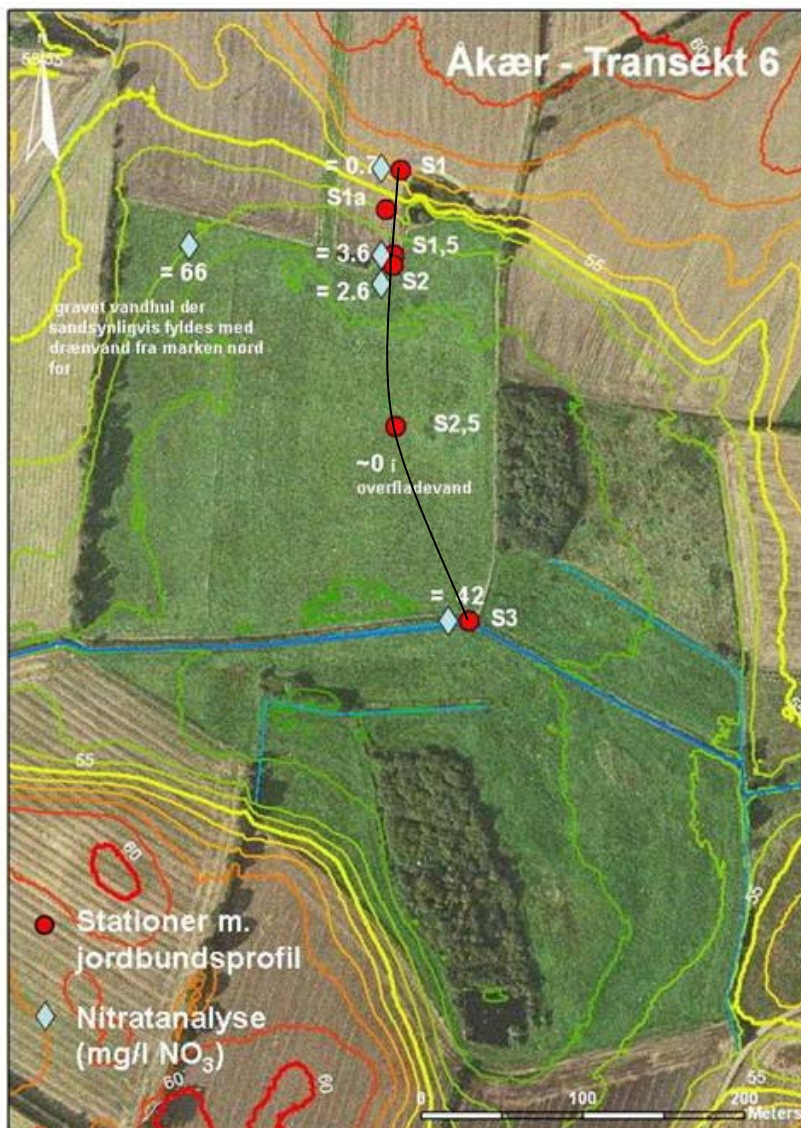
Transektområde 5 udgør en lavning med et gravet system af grøfter, som leder til Åkær Å. Lavningen er udstrømningsområde for sandede smeltevandsaflejringer i et småbakket terræn. Vandet i S1 indeholder en del nitrat og afspejler antagelig tilførsel fra markerne nord for stationen. På vej mod lavningen (Q1) mod grøfterne (Q4) strømmer vandet forbi området ved S2, hvor der er et tyndt lag af morænesand i undergrunden. Stuvning forårsaget af dette morænesand tvinger antagelig det meste vand til at strømme udenom dette lokale område (der er en lille lukket højdekurve umiddelbart NV for S2).

Umiddelbart ved siden af grøfterne synes der at være en umættet zone (S3). Alle målinger, som er taget under denne umættede zone, viser lave indhold af nitrat (0,5 – 5,8 mg/l). Da der ikke er ret meget organisk materiale i lavningen, tyder det på, at lavningen modtager reduceret grundvand, som strømmer i sandet (Q1) oven på det underliggende moræneler. Det veldokumenterede og relativt høje nitratindhold i grøfterne (op til 60 mg/l) skyldes, at grøftevandet domineres af dræntilstrømning direkte fra omliggende marker. Det vurderes, at området domineres af strømningsvej Q4, men at Q1 også er aktiv.



Figur 12B. Lodret profil N-S langs transekt 5 (Figur 12A). Området udgør en lavning med en hydrogeologisk opbygning, der svarer til Ådalstype 3. Oplandet består af morænelre overlejret af smeltevandssand. I lavbundsområdet, der ligger i en lavning i de sandede smeltevandsaflejringer, er der aflejret et tyndt lag humusholdigt ferskvandssand. Under bunden af grøften (S3a) og i området under S2 er der indslag af morænesand som kan være relateret til det regionale underlag af moræneaflejringer. I forbindelse med disse morænesandsindslag er der reducerede forhold og antagelig relativt lav hydraulisk ledningsevne, idet vandet stiver højt i området ved S2. Signaturforklaringer fremgår af figur 8.

## Transekt 6

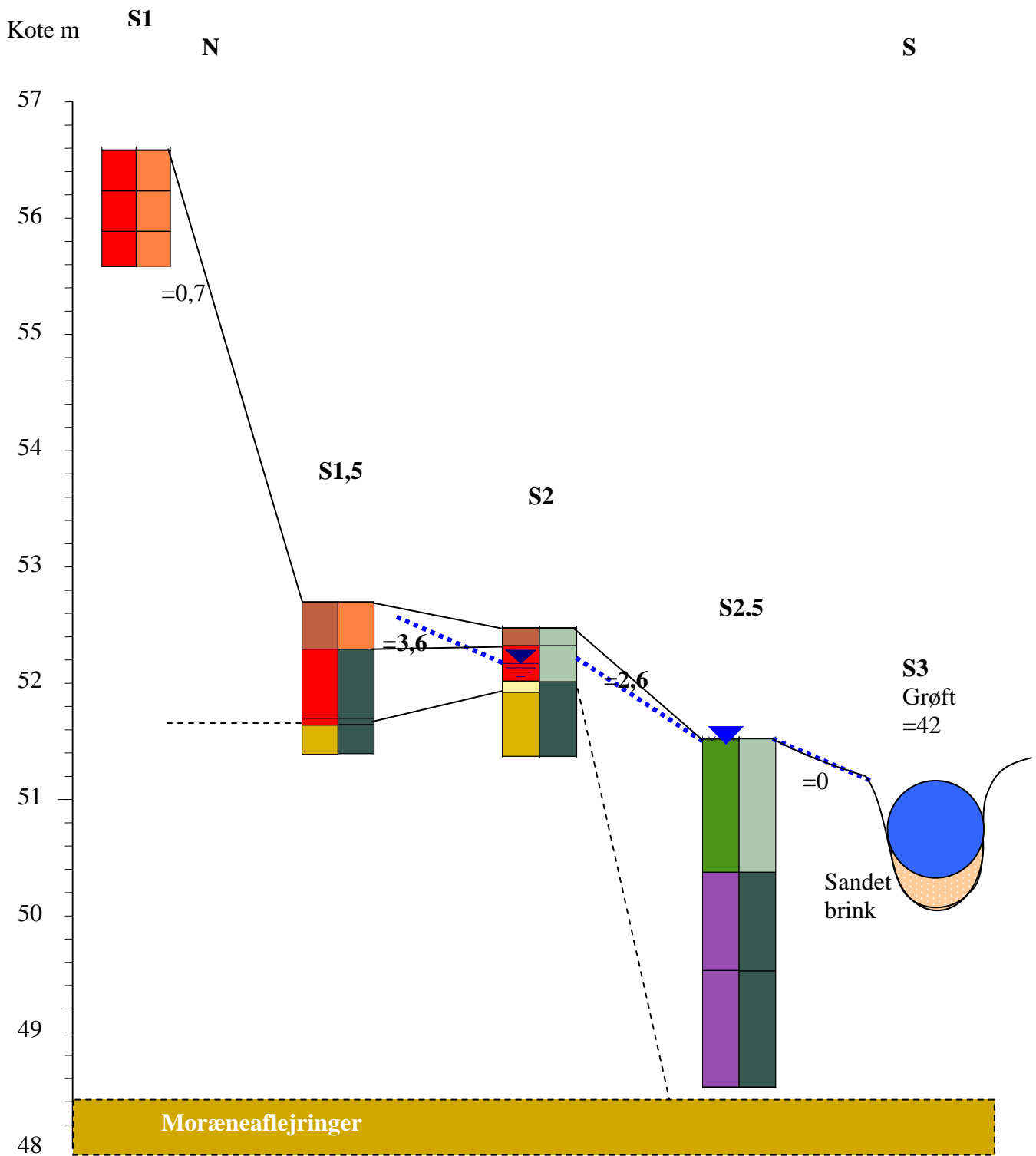


Figur 13A. Området ved transekt 6 med stationer/boringer og nitratanalyser, COWI's scannede topografi med 1m ækvistand, samt punktoplysninger fra nærværende projekt. Transektet indeholder et lavbundsområde med et udrettet tilløb til Åkær Å, samt gravede grøfter. Profilinien er angivet med tynd sort streg.

Området ved transekt 6 udgør en ådal langs Hundsholt Bæk. Oplandet består af smeltevandssand, som underlejres af moræneler. Ådalsmagasinet består i den dybeste del af issøler, som antagelig ligger direkte på moræneaflejringerne.

Der er næsten ingen umættet zone i dalen (S1,5, S2 og S2,5) og den oxiderede zone er begrænset til de marginale områder af dalen. I de centrale dele af ådalen er der reducerende eller reducerede forhold overalt, idet bl.a. åens brinker er lidt hævede over den omgivende lavbund. Dette afspejles i at grundvandet, der gennemstrømmer ådalen (Q1), er nitratfrit (S2,5). Det overraskende lave nitratindhold i S1 lige opstrøms ådalsmagasinet tyder på at der ikke foregår fokuseret strømning fra marken til dette sted. Det gør der derimod længere mod vest (66 mg/l), hvor der øjensynligt udmunder dræn fra markerne i et gravet hul i ådalen. Det vand, som strømmer til Åkær Å fra dette område, passerer lavbundsområdet (som Q1 og Q2). Det er i praksis nitratfrit. Åvandet indeholder >40 mg/l nitrat, hvilket tolkes at afspejle, at der opstrøms i vandløbet tilføres vand direkte via dræn fra marker til åen, og at dette drænvand dominerer åvandet ud for transektet.

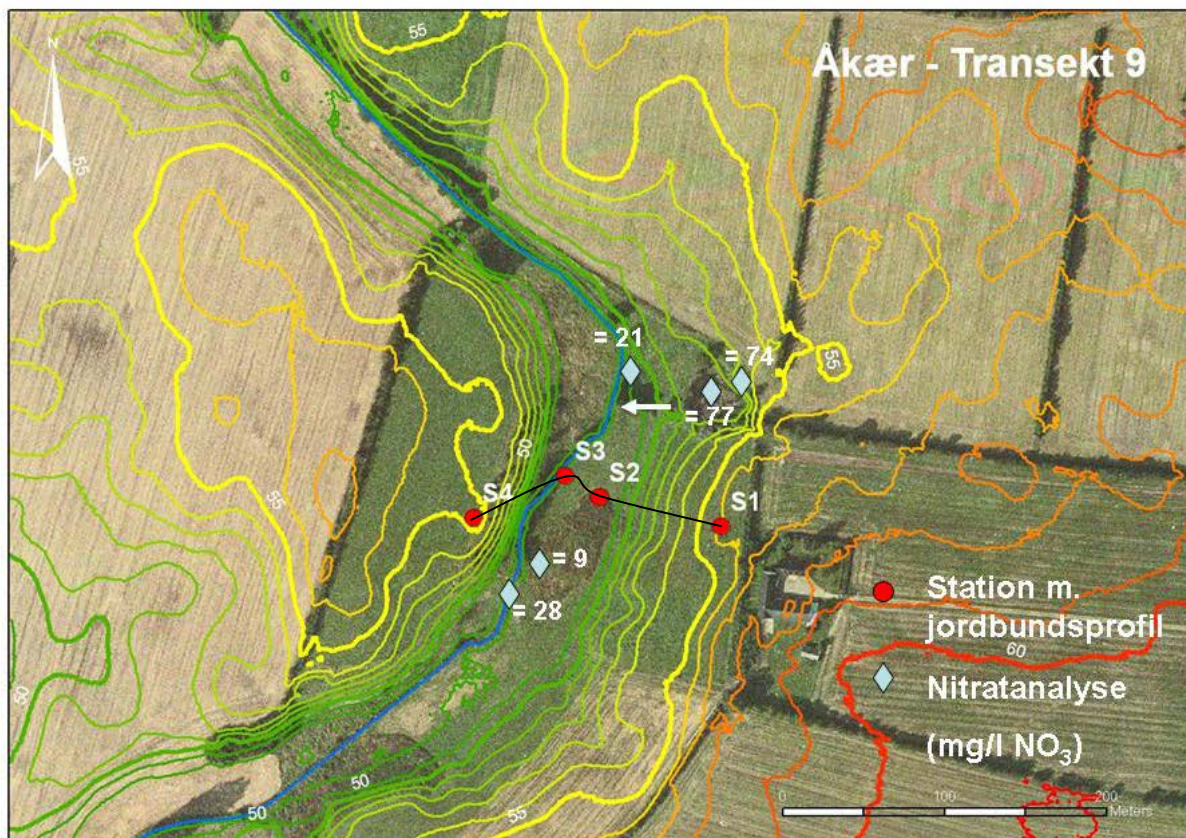




Figur 13B. Lodret profil gennem ådalen ved transekt 6. Ådalen er skåret ned igennem aflejringer af smeltevandssand og videre ned i de underliggende lag af morænemateriale, og har derved en hydrogeologisk opbygning svarende til Ådalstype 3. Dalen er delvist fyldt op med issøler og ferskvandstørv. Der kunne ikke udtages boreprøver i åens vandmættede sandede brinker (S3).

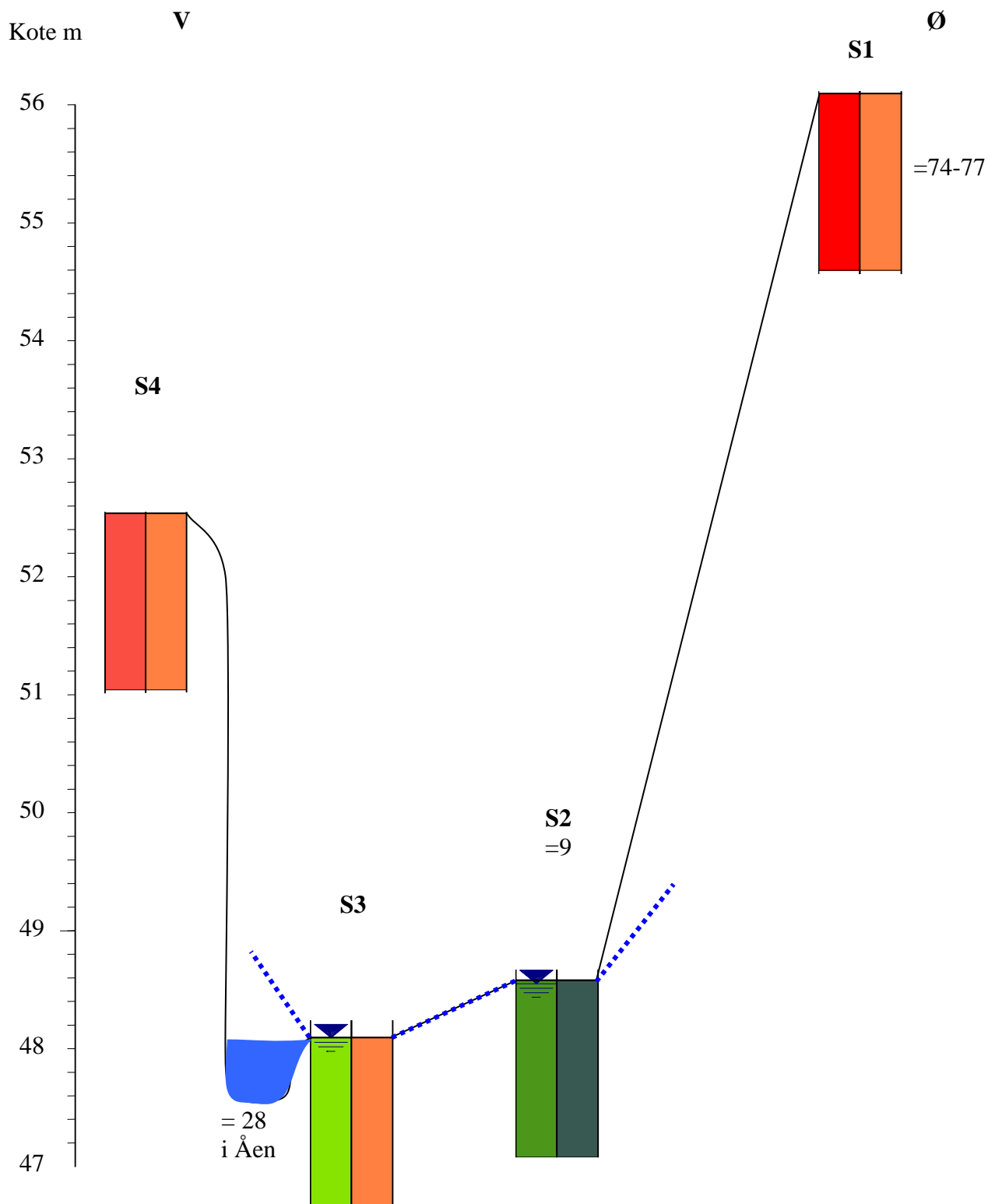
Det vurderes, at der ikke er nogen betydelig tilstrømning nedefra til åen (Q3).

## Transekt 9



Figur 14A. Området ved transekt 9 med stationer/boringer og nitratanalyser, COWI's scannede topografi med 1m ækvidistance, samt punktoplysninger fra nærværende projekt. Transektet indeholder en smal, nedskåret ådal langs Åkær Ås midterste løb. Pilen angiver tilstrømning af drænvand via grøft til Åkær Å med et nitratindhold på 77 mg/l. Profillinien er angivet med tynd sort streg.

Ådalen fødes af grundvand fra smeltevandssandet i oplandet, som er oxideret (i hvert fald den gennemborede del) og tilfører nitratholdigt grundvand. Dette ses især ved drænuudløbet (Q4), med nitratkoncentrationer på 74 og 77 mg/l. Den del af det udsivende grundvand, som ikke er kanaliseret, siver på overfladisk (Q2) og gennem de humusrige ferskvandslag (Q1) med reducerede forhold. Her reduceres nitratindholdet reduceres i lag med højt organisk indhold (fx ved S2). Hvor indholdet af organisk stof og reducerende mineraler er lavt oxideres lagene (S3). Vandet i åen ud for transektet er en blanding af udsivende grundvand fra ådalsmagasinet (Q1), drænvand (Q4) og opstrøms vand i åen, hvilket resulterer i en nitratkoncentration i åvandet på <30 mg/l. Det vurderes at dræntilstrømningen (Q4) er dominerende fra området, hvilket bl.a. kan konkluderes på baggrund af nitratindholdene på 21 og 28 mg/l i Åkær Å, hhv. op- og nedstrøms det undersøgte område.

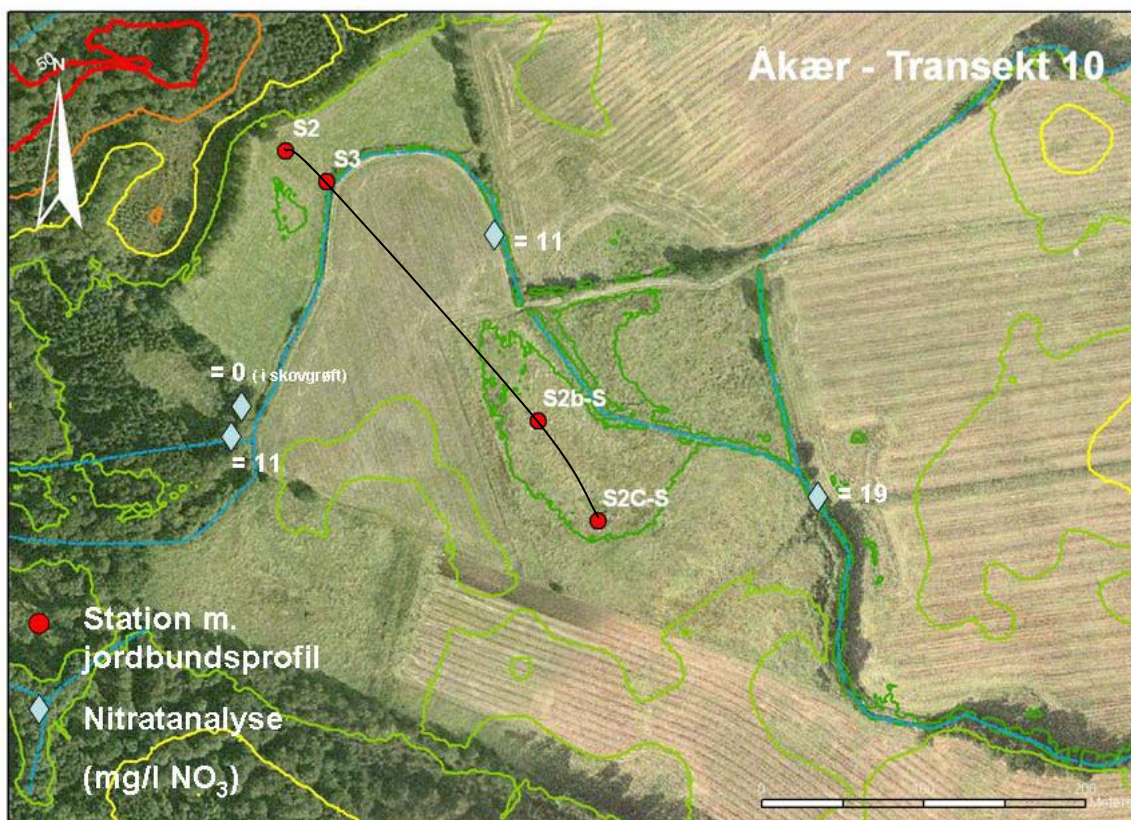


**Moræner**

Figur 14B. Lodret profil langs transekt 9. Ådalen er skåret ned igennem aflejringer af smeltevandssand og videre ned i de underliggende lag af moræner. Den hydrogeologiske opbygning svarer således til en Ådalstype 3. Ådalsmagasinet består af ferskvandssand og -tør. I disse tolkes der generelt at være reducerede forhold (S2), men de mere sandede ferskvandsaflejringer tæt på åløbet er oxiderede. Nitratværdien ved S2 refererer til overfladevand SV profillinien, men i samme sediment og omtrent samme topografiske niveau.



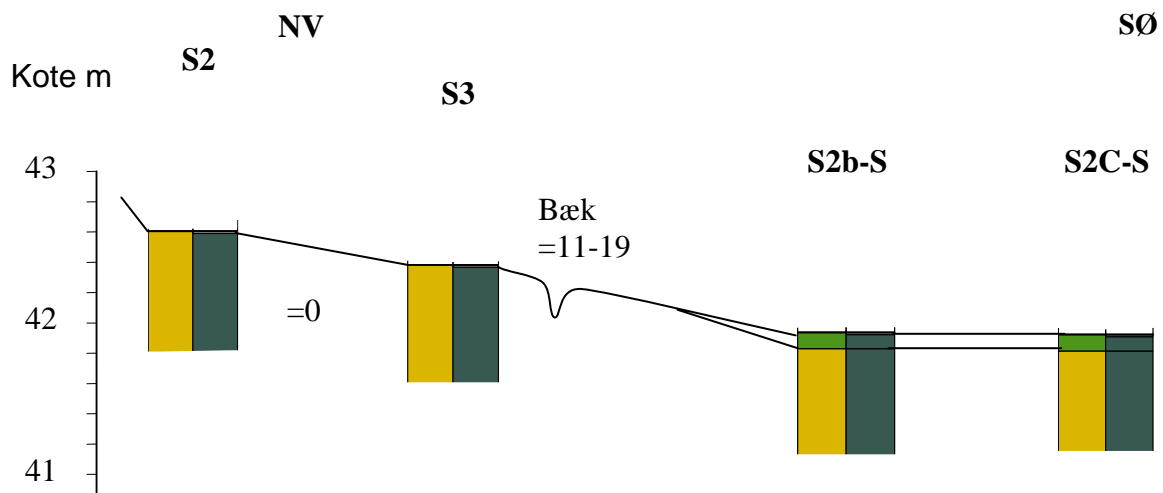
## Transekt 10



Figur 15A. Området ved transekt 10 med stationer/boringer og nitratanalyser, COWI's scannede topografi med 1m ækvidistance, samt punktoplysninger fra nærværende projekt. Profillinien er angivet med tynd sort streg.

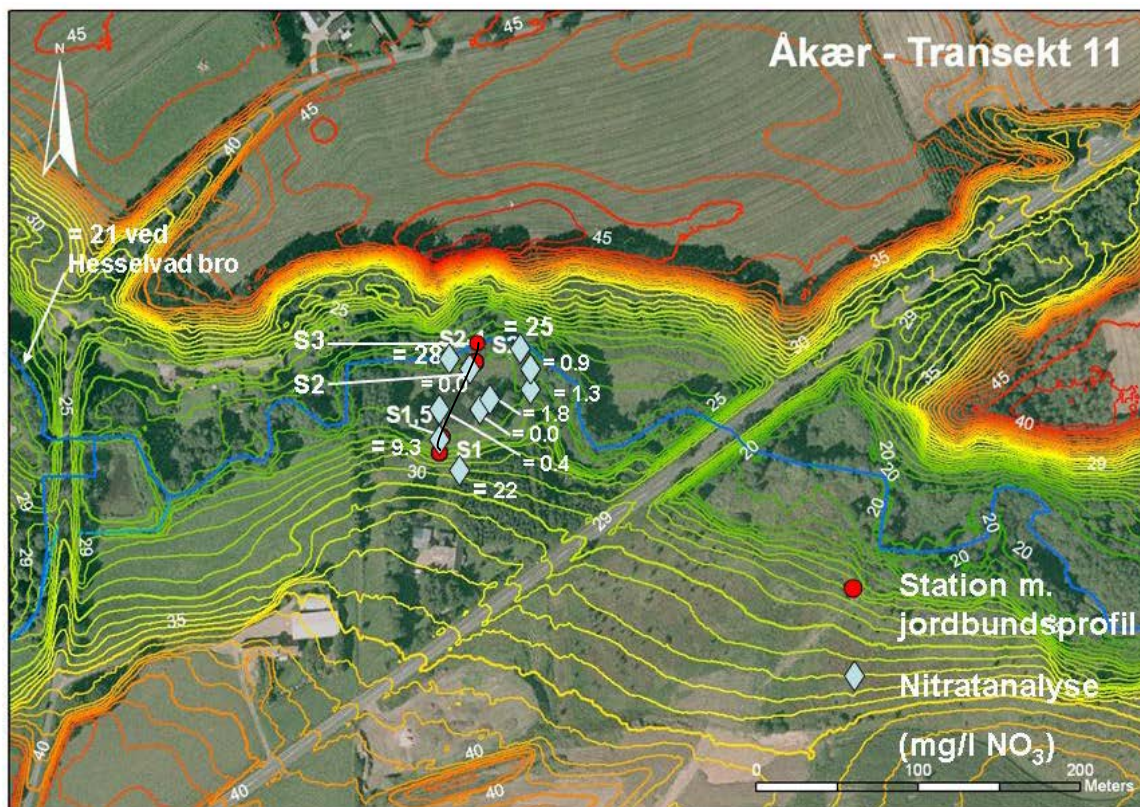
Transektet ligger i en lavning vest for Åkær Ås midterste løb i et leret dødis morænelandskab. Data er sparsomme, men det formodes at det relativt lave nitratindhold i bækken skyldes blandet tilførsel fra skov og mark. Ved nedbør kan der forventes strømning til bækken nær den lerede overflade. Denne overfladenære tilstrømning kan formodes at transportere nitrat direkte til bækken, mens en anden del siver til bækken i lavningerne langs bækken (Q1), hvor der kan foregå nitratreduktion i de tynde humusholdige lag og ved infiltration i det underliggende moræneler. Vand med oprindelse i skoven er nitratfrit, jævnfør målingen i en skovgrøft. Der er næppe nogen betydelig tilstrømning til grøfterne via Q1 og Q3 strømningsvejene.





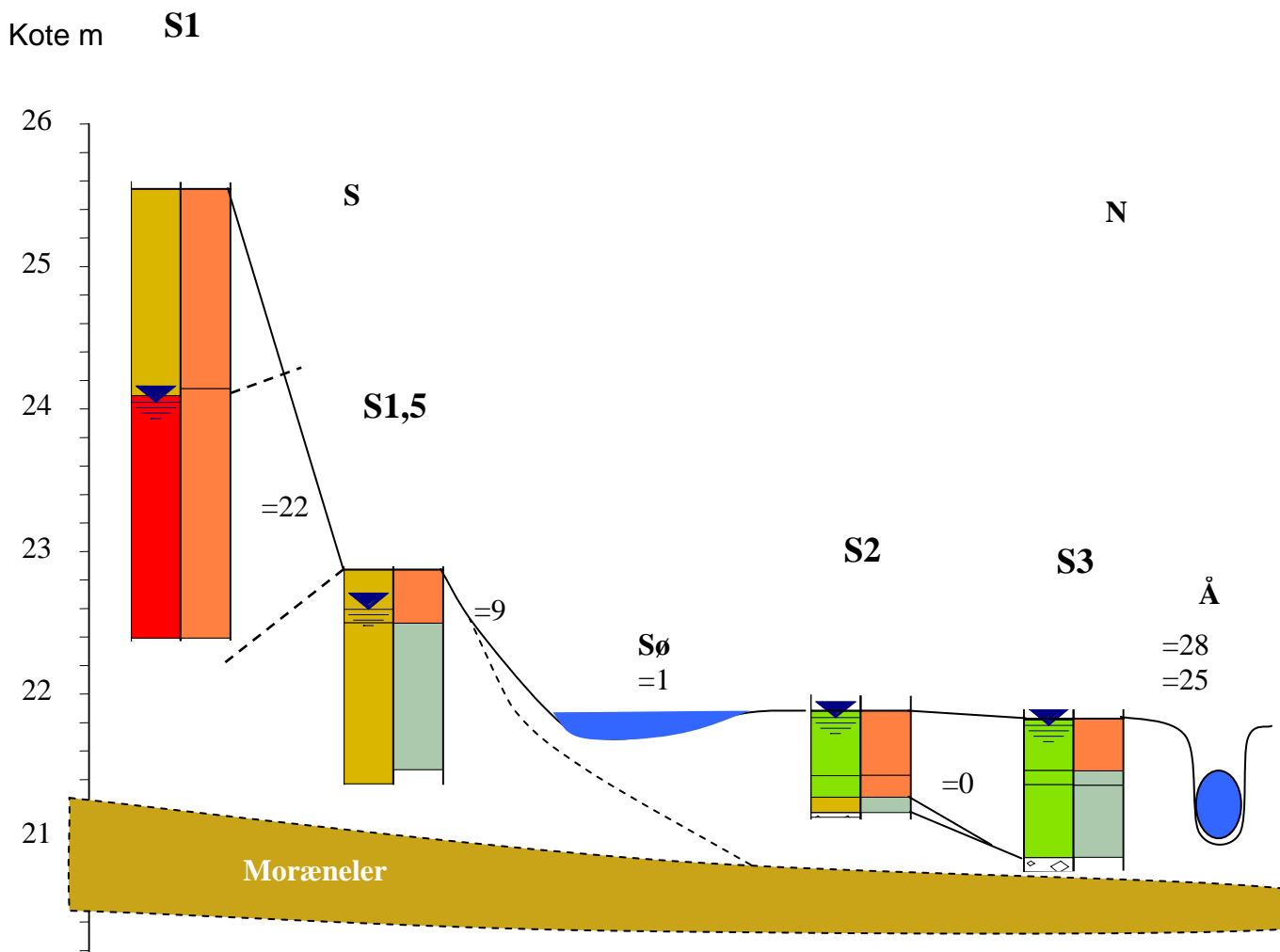
Figur 15B. Lodret profil langs transekt 10. Transektet ligger i en lavning i en leret dødsmoræne. I lavningen ligger der postglaciale ferskvandstørv. Den hydrogeologiske opbygning nær lavningen svarer til Ådalstype 1. De fire stationers beliggenhed ligger på en linie, som følger bækkens slyngninger. De kemiske forhold i jordbunden er overalt reducerede.

## Transekt 11



Figur 16A. Kort over området ved transekt 11, med angivelse af stationer/boringer og nitratanalyser, COWI's scannede topografi, samt punktoplysninger fra nærværende projekt. Profillinien er angivet med tynd sort streg.

Den nedre del af Åkær Å løber ved transekt 11 i en dyb dal, som er nedskåret i den øverste del af et tykt lag af moræneaflejringer, der i dybden antageligt har reducerende forhold. Moræneleret strækker sig ud under ådalen, således at der antagelig ikke er nogen betydelig tilstrømning til vandløbet direkte herfra (Q3). Over disse moræneaflejringer findes der en succession af to ligeledes udstrakte lag af hhv. oxideret (?) smeltevandssand, overlejret af oxideret (?) moræneler. Nær skræntfoden er den nedre moræne kun oxideret i den øverste halve meter med umættede forhold (figur 16B, S1,5). I morænen ligger der linser af smeltevandsand (S1), hvorfra der siver oxideret grundvand ud i kilder. Andre steder i ådalsskrænten er der okkeraflejringer ved kilder, hvilket tyder på, at det tilstrømmende grundvandet her er reduceret. Nitratindholdet reduceres fra S1 til S1,5, frem til den kunstige sø som følge af passage gennem organisk holdige sedimenter (Q1). Fra søen er der et overfladisk afløb (Q4) med en nitratkoncentration på omkring 1 mg/l. I S2 og S3 står grundvandsspejlet i terræn over ferskvandssand med >3% organisk materiale. Her udnyttes reduktionskapaciteten ikke idet vandet, der siver overfladisk (Q2) fra søområdet i praksis er nitratfrit. Fra oplandet ovenfor ådalsskrænten tilføres der lidt nitrat, men det reduceres i ådalen, så der tilledes Åkær Å næsten nitratfrit vand. Åkær Å's nitratindhold ved transektet stammer således fra opstrøms strækninger (og/eller den anden side af ådalen). Det stigende nitratindhold (21 til 28/25 mg/l) fra Hesselvadbro til S3 ved Åkær Å skyldes antagelig et nitrattilskud enten fra den lille tilløbende bæk fra vest, dambruget på den nordlige side af åen (umiddelbart opstrøms det undersøgte område) og/eller drænvandstilstrømning fra marker nord for åen.



Figur 16B. Lodret profil langs transektet. Ådalen er nedskåret i tykke regionalt udbredte moræneaflejringer. Over denne moræne er der en succession af et dække af smeltevandsgrus, der atter er overlejret af moræneler. Den hydrogeologiske opbygning svarer til Ådalstype 3. Drænumdindinger og kildevæld ved foden af ådalsskrænten leder grundvandet via ådalsmagasinet, og til dels via en kunstigt anlagt sø, til Åkær Å. I ådalen er der i bunden af borerne et gruset og stenet lag, der antages at afdræne naturligt til Åkær Å. Morænesandet i S2 er antagelig omlejret. Herover ligger der ferskvandssand. Vandspejlene viser at strømmingen nær ådalsskrænten primært foregår under jordoverfladen (ved S1 og S1,5), mens den strømmingen nedstrøms for søen foregår overfladisk (Q2, ved S2 og S3). Nitratindholdet i mg/l er angivet med = ud for det relevante niveau.

Det grundvand der når søen er stort set nitratfrit, mens indholdet i det målte vand i S1,5 og S1 har stigende nitratindhold hen mod ådalsskrænten. Nedstrøms for søen er vandet i ådalen nitratfrit. Signaturer for jordarter og redoxforhold er forklaret i figur 8.

Det topografiske opland til ådalstrækningen ved Transekt 11 er på 30 ha (figur 17) og strækker sig langs åen. De geologiske og topografiske forhold er overordnet de samme langs strækningen, hvorfor ovenstående vurdering forventes at gælde langs hele denne ådalstrækning. Den modstående side af strækningen udviser tilsvarende forhold og afvander ca. 100 ha.

## Diskussion og Konklusion

Denne undersøgelse har til formål at give en kvalitativ karakteristik af strømnings og nitratreduktionsforholdene i Åkær ådal. Den kvantitative effekt indenfor transektområderne af forskellige tiltag til reduktion af tilført nitrat til Åkær Å, kan således ikke bestemmes på dette grundlag. Forud for iværksættelse af eventuelle tiltag til reduktion af nitrattilførslen til Åkær Å på grundlag af nærværende resultater bør disse effekter derfor kvantificeres.

I Åkær ådal er der blevet karakteriseret 7 transekter (nr. 1, 2, 5, 6, 9, 10 og 11). Dette er sket ved observationer af vandspejl, beskrivelse af jordlagene i den/de øverste meter, observationer i transektområdet og måling af nitratindehold i prøver af grundvand og overfladevand. Alle nye data stammer fra december 2007, hvorfor de afspejler en stærkere strømning og højere nitratindehold i Åkær Å end ved baseflow.

Transekterne er udvalgt for at eksemplificere situationen i ådalen, primært i naturgenopretningsområder. Transekternes repræsentativitet og variabiliteten i transektområderne er ikke undersøgt. Resultaterne er derfor mest troværdige præcis der, hvor data er indsamlet. En påvirkning af den nitratudvaskning, som foregår til Åkær Å gennem transektområdet, kan kun ske indenfor det topografiske opland, hvor transektet ligger, og ofte endda kun en del af dette opland (opdelingen kan afvige fra Dahl, 2008).

Anvendelse af resultaterne indenfor andre dele af ådalsmagasinet kan kun baseres på analogislutninger.

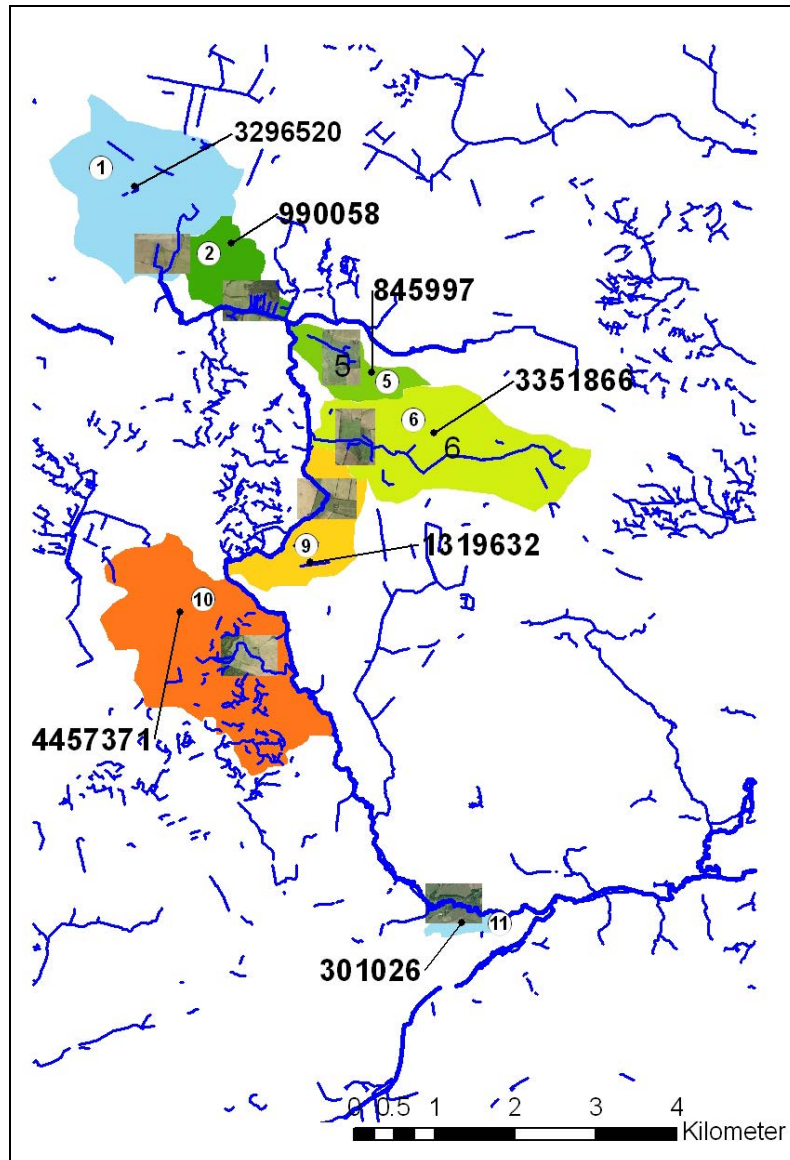
Transekterne viser fire principielt forskellige situationer.

- I T1 og T2 er ådalen nedskåret i et område med morænejorde, idet dalene gennembryder morænedækket ned til de underliggende smeltevandslag. Her er der afsat ferskvandslag med højt humusindhold. Der er således i udgangspunktet mulighed for Q3 tilstrømning direkte til vandløbet nedefra. Dette hindres imidlertid i T2 af lag i bunden af ådalen af smeltevandsler og issøler. I T1 er der afskærende drængrøfter langs yderranden af lavbundsområdet på strømningsvejen, mens grøfterne i T2 følger grundvandets strømning. De afskærende grøfter har det højeste nitratindehold.
- T10 ligger i et område, som er helt domineret af moræneler, og hvor overfladisk Q2 og Q4 dominerer. Nitratudledningen er beskeden, antagelig dels fordi oplandets arealanvendelse er halvt skov, dels fordi en del overfladevand ledes til lavninger langs bækken, hvor der er omsætningsmulighed i det tynde humusholdige jordlag.
- T5, T6 og T9 har alle en bund under vandløb og ådal bestående af moræneaflejringer. Der tolkes derfor ikke at være nogen Q3. Strømningen gennem smeltevandsaflejringerne til å og grøfter foregår ved Q1 og Q2 (evt. Q4). Da der i T5 ikke er megen humusholdig aflejrings til at reducere nitrat må nitraten derfor evt. reguleres på tilførselssiden. T6 og T9 viser at der er stor forskel i nitratindeholdet i og udenfor strømningsrutene i jorden.
- I T11 er der både moræneaflejringer nederst og øverst, omgivende et sandlag. Strømningen tolkes at være domineret af Q1 (samt Q4) med reduceret vand.

Virkemidler til om nødvendigt at reducere udvaskning af nitrat til Åkær Å omfatter, med udgangspunkt i nærværende rapport, både tiltag i baglandet udenfor ådalen og i ådalen. Udenfor ådalen er det reduktion i kildestyrke der kan komme på tale. Dette kan være enten en reduceret udbringning eller omlægning til mindre gødningskrævende produktion, så som skov.

I selve ådalen vil der kunne anvendes nogle tekniske foranstaltninger. Disse går ud på at øge opholdstiden for det nitratholdige vand i nitratreducerende miljøer. Den øgede opholdstid kan fx opnås ved at afskære dræn, som indeholder uacceptabelt meget nitrat, så vandet ikke løber forbi de organisk rige områder, men gennem disse lag. Eller alternativt ved at lede vandet til stagnations-/infiltrationsbassiner. I begge tilfælde vil vandstanden øges. Derfor kan der evt. differentieres mellem dræn som tillæder nitratholdigt vand, og som kan omlægges af denne grund, og dræn som fører vand som allerede er blevet reduceret.





Figur 17. Detaljerede topografiske oplande til transektområderne langs Åkær Å. Oplandsgrænserne er baseret på COWI's detailkort og de kan derfor afvige fra Dahl (2008). For hvert opland der angivet det pågældende transekts nummer og arealet i kvadratmeter.

For Åkær Ås opland som helhed varierer nitratinholdet i tilledende grøfter og dræn mellem 16 og 77 mg/l. De mest koncentrerede tilledninger forekommer direkte fra rørlagte dræn. Typiske nitratinhold for ureduceret, grundvand fra markdræn ligger i intervallet 57-77 mg/l. Det er samme størrelsesorden som måles i Landovervågningsoplandene (Grant et al., 2002). Åkær Å's hovedløb indeholder 20-30 mg/l nitrat, hvilket svarer til gennemsnittet for Odense Å i perioden 1992-2002 (Hinsby et al. 2007, Larsen et al. 2008). Nitratinholdet i grundvand eller overfladevand, som er indsamlet i vådområder mellem dræn, grøfter og å, eller i kanten af skovområder, er meget lavt (0-10 mg/l). Heraf tolkes at en betydelig del af vandføringen og nitratinholdet i åen i december situationen stammer "direkte" fra markdræn.

I dette projekt er operationaliteten af GOI-typologiens koncepter blevet afprøvet. Herved er det vist at metoden er anvendelig til konceptuel og relativt prisbillig beskrivelse og systematisering af data vedrørende grundvandstilstrømning til åen. Sammen med analyser af grundvandets og åvandets nitratinhold er der således basis for identifikation af ådalsstrækninger, langs hvilke forskellige

klasser af virkemidler mod nitratudvaskning kan være relevant. Disse klasser omfatter at der ikke er noget behov for indgriben, at der kan ændres på udbringningen, at der kan ændres på strømningsbanen mellem mark og å. I konkrete tilfælde vil der også kunne være behov for kvantificering af status og effekterne af indgreb gennem numerisk modellering.

Nærværende undersøgelse viser at der er betydelige forskelle i opbygning, strømningsforhold og nitratudledning/-nedbrydning mellem deloplandene til Åkær Å. Undersøgelsen viser også at der er et vist potentiale for at nedbringe nitratudvaskningen ved entreprenørmæssige tiltag. Variabiliteten indenfor de topografiske vandløbsoplande er dog ikke undersøgt, så der må forventes at være betydelig variation indenfor disse. Der er derfor flere væsentlige veje at gå i et evt. videre arbejde for at forbedre grundlaget forud for eventuelle tiltag overfor lodsejere:

- Der kan foretages tilsvarende analyser af omsætningsforholdene i de vigtigste af de deloplande (jævnfør Dahl, 2008), som ikke er omfattet af nærværende arbejde.
- Datagrundlaget kan forbedres, hvilket vil være nødvendigt for evt. at kunne vurdere transport og nedbrydning kvantitativt i en numerisk model.

## Referencer

- Banke, M., 2005: Metode til estimering af strømningfordeling i ådale (Kandidatafhandling, KU).
- COWI, 2007: Indsats i delområder ved Åkær Å og Kolding Å, Kolding Kommune, Teknisk forvaltning og Skov- og Naturstyrelsen, Randbøl Skovdistrikt, Indledende Undersøgelse.
- Dahl, M., Nilsson, B., Langhoff, J.H., and Refsgaard, J.C., 2007: Review of classification systems and new multi-scale typologies of groundwater-surface water interaction. *J. Hydrol.*, 2007, vol. 334, 1-16.
- Dahl, M., 2008: Indledende GOI kortlægning i oplandet til Åkær Å.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, M. L., Jensen, P. G., Pedersen, M., and Rasmussen, P. Landovervågningsoplande 2002. NOVA 2003. 468, -132. 2003. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Hinsby, K., Condesso de Melo, M.T and Dahl, M.. 2007. 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*, submitted.
- Larsen, M.A.D., Søgaard, H. and Hinsby, K. 2008. Temporal trends in N & P concentrations and loads in relation to anthropogenic effects and discharge in Odense River 1964-2002. *Hydrology Research*, 39, 41-54.
- Nilsson, B., Jensen, P., Sonnenborg, T., Kidmose, J., Karan, S og Engesgaard, P., 2007: Bestemmelse af grundvandstilstrømningen til Skærsø, GEUS Rapport 2007/65.

## **Bilag**

*Bilag 1.* Oversigt over analyser.

*Bilag 2.* Stations-/boringsbeskrivelser.

*Bilag 3.* Projektbeskrivelse for – ”Ådalstypologisk karakterisering af ådalsmagasinet omkring Åkær Å, GOI-2”.

*Bilag 4.* Referat af aftalemøde mellem parterne vedrørende – ”Ådalstypologisk karakterisering af ådalsmagasinet omkring Åkær Å, GOI-2”.



## Bilag 1. Resultater af undersøgelser og analyser

Bilagstabel 1. Nitratkoncentrationer i vandprøver udtaget i transekterne T11, T5 og T6. Prøver fra Åkær Å og gravede grøfter repræsenterer blandingsvandtyper med varierende forhold af alle strømningsskomponenterne Q1 – Q4. Hvor grøftvandet generelt domineres af Q4, mens å vandet har en relativt højere andel af dybere nitratfrit vand (Q3).

Prøvenr.	Transekt	Lokalitet	Dominerende strømningsskomponent	NO <sub>3</sub> <sup>+</sup> mg/l
1	T11	Sø	Q1+Q2	1.8
2		Åkær Å		25
3		nedstrøms sø	Q1+Q2	0.9
4		Kilde med okker	Q2	0
5		kilde uden okker, Q2	Q2	0.4
6		nedstrøms sø før å	Q1+Q2	1.3
7		T11-S2	Q1	0
8		Åkær Å		28
9		T11-S1	(Q2)	22
10		T11-S1.5	Q1 (+Q2)	9.3
11	T5	fra drænuvløb?	Q4	57
12		Grøft syd for drænuvløb	Q1+Q4	~43
13		Grøft 20 m øst for S3,	Q1+Q4	~47
14		Brinkudløb, vest	Q1	5.8
15		grøft nedstrøms G3	Q1+Q4	~27
16		fra S1 boring	Q2	41
17		fra S2 boring,	Q1	13
18		fra sø ~75 m vest for S2	Q1+Q2	< 5
19		fra S3 boring	Q1	0.49
20		fra grøft ved S3, stripprøve ~44	Q1+Q4	57
21		fra nordlige grøft	Q1 + Q4 ?	~16
22		overfladevand ved S4	Q1	
23	T6	fra S1 boring	(Q2)	0.7
24		fra S1.5	Q2	3.6
25		fra S2	Q1	2.6
26		fra sø 5 m sv for S2,5	Q1	< 5
27		fra grøft ved S3,	Q1+Q4	42
28		fra gravet vandhul	Q2	66

\* ~ eller < angiver usikker feltmåling med teststrips

Bilagstabel 2. Nitratkoncentrationer i vandprøver udtaget i transekterne T2, T1, T10 og T9, samt enkelte andre udvalgte lokaliteter. Prøver fra Åkær Å og gravede grøfter repræsenterer blandingsvandtyper med varierende forhold af alle strømningsskomponenterne Q1 – Q4. Hvor grøftvandet generelt domineres af Q4, mens å vandet har en relativt højere andel af dybere nitratfrit vand (Q3).



Prøvenr.	Transekt	Lokalitet/	Dominerende Strømningskomponent	NO3* mg/l
29	T2	Åkær Å		13
30		Skovgrøft	Q2	0
31		Åkær Å		12
32		"grøft" syd for skov	Q2	0
33		Engareal	Q1	< 5
34		Engareal	Q1	< 5
35		Åkær Å, øst		30
36		ÅÅ, ~800 m nedstr. T2		15
37	T1	S2 (på natureng)	Q1+Q2	7.2
38		S2a	Q1	8.2
39		Grøft, øst - uoprenset	Q1+Q4	34
40		Grøft, vest - oprenset	Q1+Q4	52
41		Grøft, syd	Q1+Q4	42
42		fra "natureng" overflade	Q1+Q2	5.8
43		fra mark overflade	Q1+Q2	13
44		fra dræn/kildevæld? i grøft 100 m nord for T1	Q1+Q4	16
45		Grøft, nordøst	Q1+Q4	33
46	T10	Grøft, vest	Q1+Q4	11
47		Grøft, øst	Q1+Q4	11
48		fra skovgrøft	Q2	0
49		Grøft, sydøst	Q1+Q4	19
50	T9	ÅÅ, nedstrøms bro/ vådområde		28
51		fra "kilde" i vådområde	Q1	8.9
52		fra markdræn til sø	Q4	74
53		søudløb	Q4	77
54		ÅÅ, opstrøms drængroft		21
55	Diverse	brinkudløb på grøft fra Skærsø	Q1	9.3
56		Skærsø rende / grøft		0
57		TB, nedstrøms vej mod Egholt (delområde 6)		16
58		ÅÅ, opstrøms bro ved Røjskov hus		19
59		ÅÅ, Dybvad Bro		21



\* < angiver usikker feltmåling med teststrips

## Bilag 2. Beskrivelser af boringer i boringsnummerfølge, og fra Transekt 1-11




T1 S2 53.96				
Tolkning: PEJ, KHI - st i vådområde med græs, lysesiv og 1 m høje bynke?				
Kote				
	FT			Reducerende, mørkebrun store plant- efragmenter
53	FT			Reducerende, rød gråbrun - OM > 3 % mere omdann- et
	FT			Reduceret, sort gråbrun - OM > 3 % meget omdan- net
52	ML			Reduceret, let oliven




T1 S2a 55				
Tolkning: PEJ, KHI - På græseng/mark ca. 10 m vest for grøft (T1 S3a)				
Kote				
55				
	FS			Oxideret - Muld, OM > 3 %
	FS			Oxideret
	WT			gråt mellem- kornet sand
	FS			OM < 3 %
54				Reducerende ? brungrå

T1 S2b 53.98			
Tolkning: PEJ, KHI - 5 m øst for vestlige grøft- vådbund m. lysesiv			
Kote			
53	FT		Reduceret mørkebrun til sort OM > 3 %
	ML		Reduceret - let oliven

T1 S3a 54.26			
Tolkning: PEJ, KHI - I bund af grøft			
Kote			
54	FS		Oxideret ? mellemkornet
53			




T1 S3b 53.59			
Tolkning: PEJ, KHI - I bund af oprenset vestlig grøft - ca. 20 cm vand i grøft			
Kote			
53	FS		Oxideret OM < 3 %
	ML		Oxideret OM < 3 %
	DS		Oxideret ? OM < 3 %

T1 S2a 55			
Tolkning: PEJ, KHI - På græseng/mark ca. 10 m vest for grøft (T1 S3a)			
Kote			
55			
54	FS		Oxideret - Muld, OM > 3 %
	FS		Oxideret
	GVS FS		gråt mellem- kornet sand OM < 3 %
			Reducerende ? brungrå

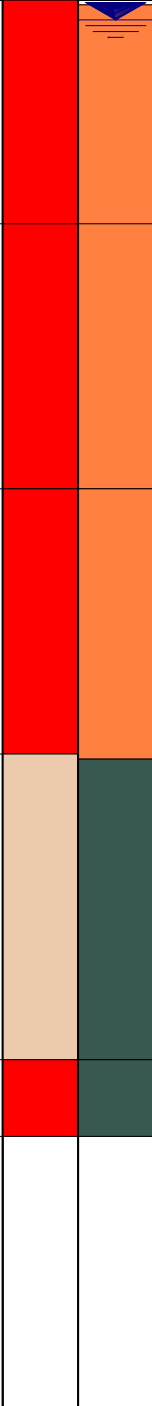
T2-S1 54			
Tolkning: PEJ, KHI - Boret i kant af vej på top af skråning ned mod vådområde			
Kote			
54			
	MS		Muldhori- sont, OM > 3 % - mørke- run, oxide- ret
	MS		Oxideret morænesand
53			

T2-S1a			
53			
Tolkning: PEJ, KHI - Boret midt på skråning ned mod vådområde			
Kote			
53			
	MS		Muldhorisont, OM > 3 % oxideret lysegul morænesand, oxideret - OM < 3 %
	MS		
	MS		gråt morænesand, reducerende ? sandet er finere (fint - mellemkornet) med grus end i de overliggende lag
52			

T2 S2			
52			
Tolkning: PEJ, KHI - Boret 15m inde i vådområde			
Kote			
52			
	FT		let omsat græslag, reducerende
	FT		ferskvandst- ørv, OM > 3 % - reducer- et
51			
	DL		smeltevands- ler - silt, OM < 3 %, reduceret - lys grågrøn
50			
	ZL		fed issøler, OM < 3 %, Olivengrøn, reduceret
49			

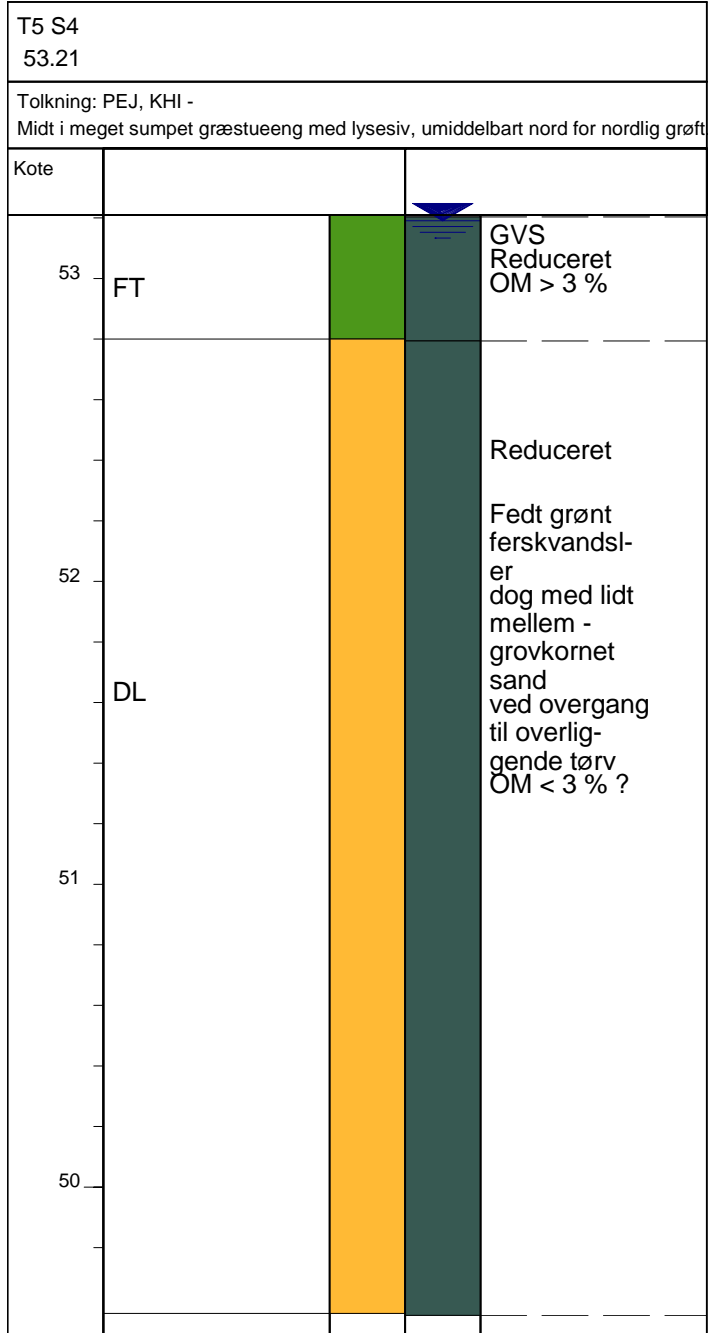
T5 S1 54.75			
Tolkning: PEJ, KHI - Kløvergræs mark umiddelbart syd for vej. NO3 = 41 mg/l			
Kote			
54	DS, mest mellem lidt grus		OM > 3 % brunsort muldhorisont Oxideret
	DS, mellemkornet		OM < 3 % Oxideret, mørk gulbrun
	DS, fint og mellemkornet		OM < 3 % Oxideret, lys gulbrun
	DS, fint og mellemkornet		OM < 3 % Oxideret, gulbrun GVS NO3 = 41 mg/l
53			



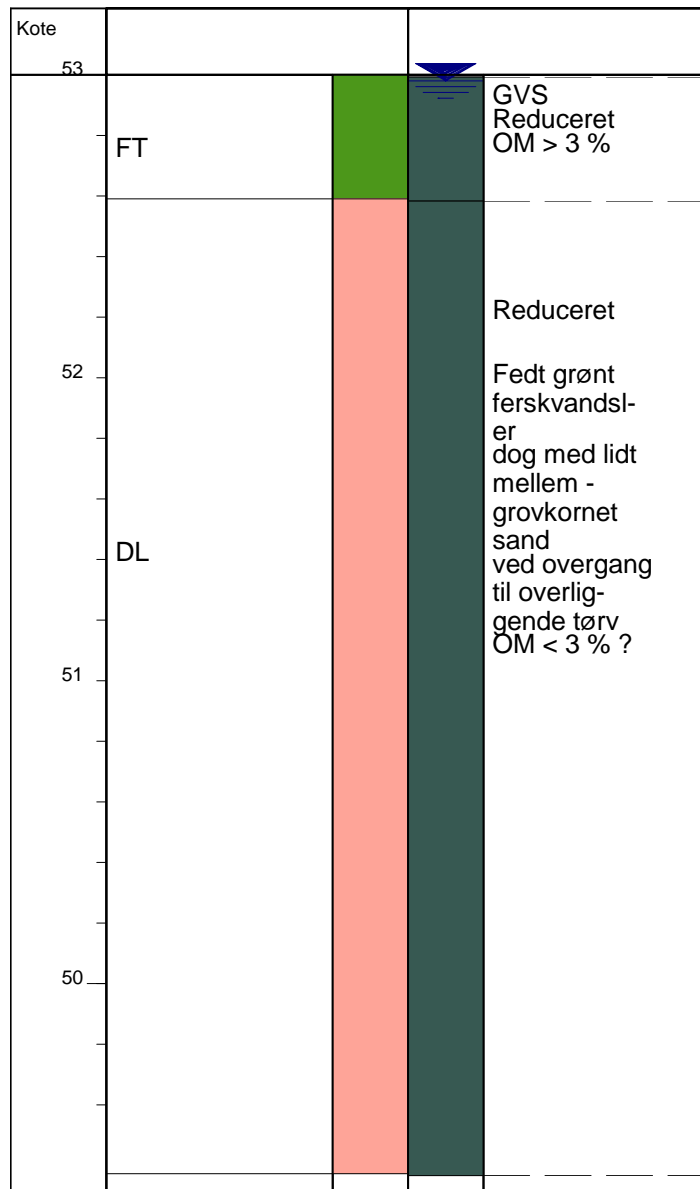
T5 S2 53.67			
Tolkning: PEJ, KHI - Midt på græseng med tuer - vandspejl ved terræn. NO3 i boring = 13 mg/l			
Kote			
			GVS
	DS, mest mellem lidt grus		Oxideret, NO3 = 13 mg/l meget mørk brun, OM > 3 %
	DS, mellemkornet - velsorteret		Oxideret, lys grå - brun OM < 3 %
53	DS, mellemkornet let gruset		OM < 3 % Oxideret, mørk gulbrun
	FP, let lamineret m. siltindslag		OM < 3 % Reduceret, let oliven grå enkelte små oxiderede striber enkelte små planterester
	DS, mellemkornet		Reduceret med oxiderede partier
52			

T5 S3 53.59			
Tolkning: PEJ, KHI - Tør græseng - på skrænt ved grøft. NO3 i boring = 0.5 mg/l			
Kote			
	DS, mest mellem lidt grus		Oxideret meget mørk brun, OM > 3 %
	DS, mellemkornet - velsorteret		Oxideret, brun OM < 3 %
53			
	DS, mellem - grovkornet let gruset		Reducerende ?, NO3 = 0.5 mg/l OM < 3 % mørkebrun sekvens finer opad, i ca. 50 mut velsorteret mellemkornet sand i bund mellem - grovkornet sand med gruskorn, dårligt sorteret
52			

T3a 52.6				
Tolkning: PEJ, KHI - Bund af grøft - vandprøvetagning mislykket ler/gytje stopper filter.				
Kote				
	FS			Vandstand ca. 25 cm over grøftebund Oxideret, OM ≥ 3 % Reduceret OM > 3 % lys olivengrå - oliven grøn med større plante/rod fragmenter
	FP			
52				



T5 S5  
53






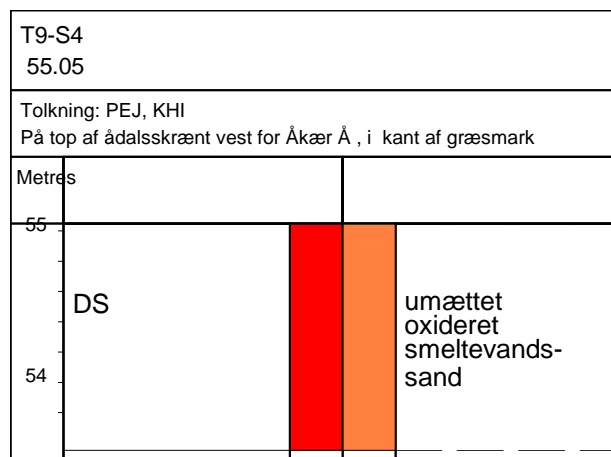
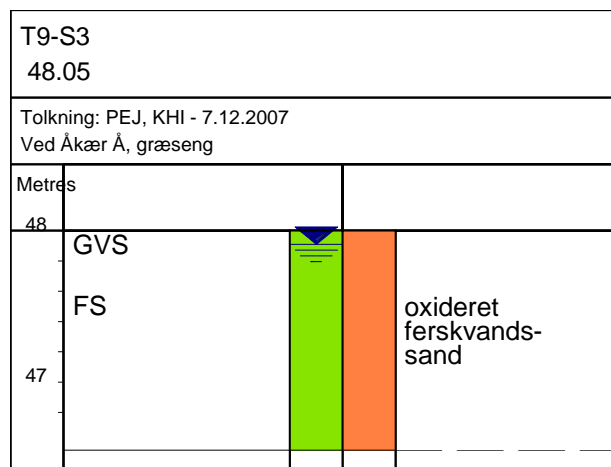
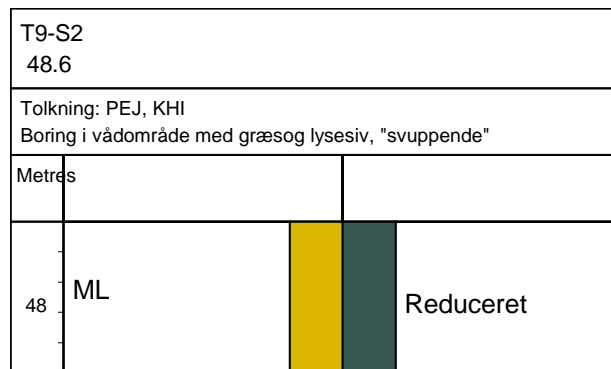
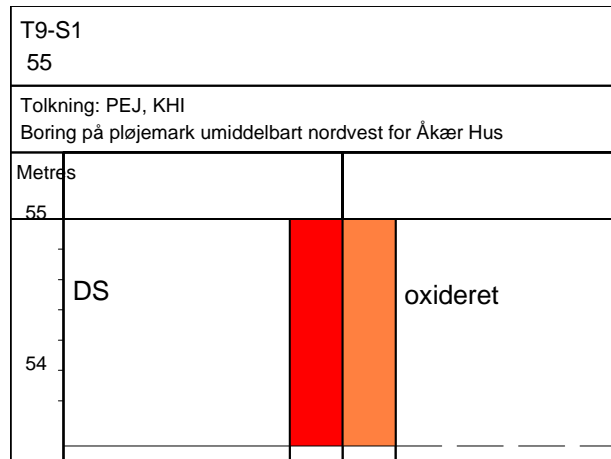


T6-S1 56.66				
Tolkning: PEJ, KHI - 5.12.2007 Midt på bakkeskrænt på pløjet mark. NO3 =0.7 mg/l				
Metres				
	DS Sandet muldjord			mørkebrun OM > 3 % Oxideret
56	DS mellemkornet med sekundær gs og grus			gulbrun Oxideret OM < 3 %
	DS mellemkornet med sekundær			Oxideret OM < 3 %

T6-S2 52.28				
Tolkning: PEJ, KHI - 5.12.2007 For fod af bakkeskrænt i starten af vådområde med græs og lysesiv NO3 = 2.6 mg/l				
Metres				
	MS			Reducerende, OM > 3 %, muld
52	DS - finkor- net WT			finkornet sand, velso- rteret
	DI			Reducerende, men med oxiderede striber
	ML, fed			Reduceret, OM < 3 % med enkelte oxiderede striber
51				fed ler med enkelte sand og grus korn

T6-S1,5 52.52				
Tolkning: PEJ, KHI - 5.12.2007 6m nord for S2 - forsøg på at finde overfladenært oxisk vand til NO3 analyse NO3 = 3.6 mg/l - prøven er sandsynligvis delvist reduceret				
Metres				
	MS			Muld horisont, OM > 3 % oxideret ?
52	DS			mellemkornet smeltevands- sand, OM < 3 % Reduceret finkornet
	DS			smeltevands- sand, OM < 3 %
	ML			Reduceret
51				Reduceret Fed moræneler kun få sand og gruskorn, OM < 3 %

T6-S2.5 51.41			
Tolkning: PEJ, KHI - 5.12.2007 Midt i vådområde på kant af "sø" NO3 ~ 0 mg/l i prøve fra nærliggende "sø"			
Metres			
51	FT		meget mørkebrun tørv OM > 3 %  Reducerende
50	ZL		OM < 3 % Reduceret gullig oliven issøler ? med en anelse silt
49	ZL		OM < 3 % Reduceret lys blålig issøler ?



T10 S2C-S

41.94

Tolkning: PEJ, KHI -

Sydlig udkant af moseområde med græstuer, lysesiv og bynke ?

Kote (m)				
41	FT ML			Reduceret - sort, OM > 3 % Reduceret OM < 3 % let oliven grøn enkelte gule striber
40				

T10 S3

42.41

Tolkning: PEJ, KHI -

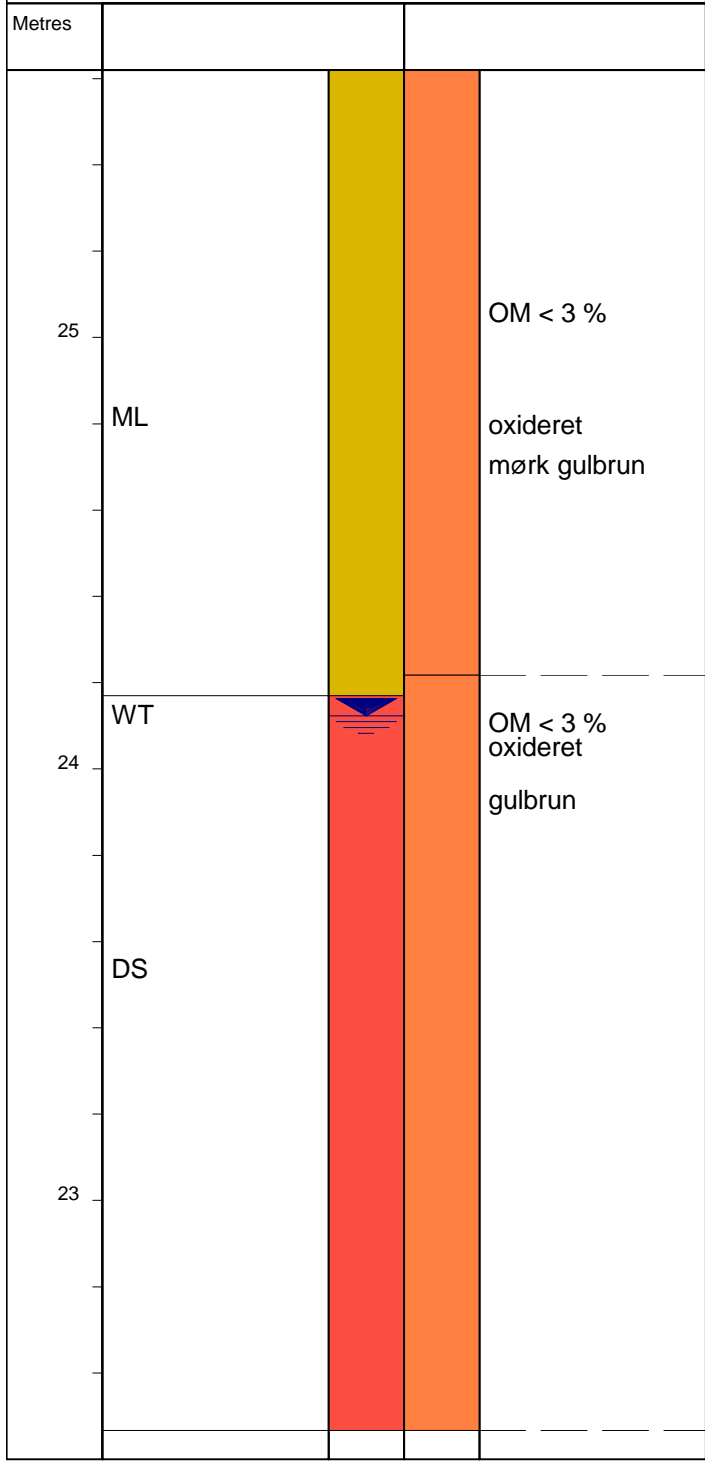
På grøftkant i niveau med vandstand i grøft - græseng





Kote (m)				
42	FT ML			Reduceret - sort, OM > 3 % Reduceret OM < 3 % let oliven grøn enkelte gule striber











Well Name: T11-S1  
 Location: T11  
 Elevation: 25.62 Reference: terræn

Tolkning: MD, PEJ, KHI  
 Midt på ådalsskrænt. Mange lysesivstuer og mos. GVS ~1.5 m under terræn.



T11 S1,5 22.97				
Tolkning: MD, PEJ, KHI Ved skræntfod, græs, lysesiv				
Metres				
	ML			OM > 3% Oxideret gulbrun
	GVS			
22	ML			Vandprøve v10: = 9 mg NO3/l prøve formentlig blandingsvand fra både den oxiderede og reducerede zone OM < 3 % lys grågrøn men med oxiderede partier (gley præg) reducerende

Well Name: T11-S2			
Elevation: 22.03			
Tolkning: MD, PEJ, KHI Midt mellem vandløb og kunstigt anlagt sø (opgravet vold omkring sø). Terræn let hældende mod vandløb. Græseng med lysesiv, rødæl. Fugtig "svuppende" overflade.			
Metres			
22	WT FS Fint sand med sekundært silt		oxideret mørk gulbrun OM > 3% m småsten og grus
	FS finende opad ms til fs		oxideret let gruset
	ML let sandet		reducerende gleypræg
	Stenlag		

T11-S3			
22.03			
Tolkning: MD, PEJ, KHI Umiddelbart syd for Åkær å på græsset eng m. græs, lysesiv, rødæl. Meget fald på vandløb, der er stærkt gruset og med høj vandstand efter nattens og gårsdagens regn. Meget fugtig "svuppende" overflade.			
Metres			
22	FS siltet OM > 3% mørk gulbrun		oxideret
	FS, OM > 3%, mørk gråbrun		reducerende
	FS siltet		reducerende
21	Stenlag		

## **Bilag 3, Projektbeskrivelse:**

### **Ådalstypologisk karakterisering af ådalsmagasinet omkring Åkær Å, GOI-2**

#### **Emne**

Undersøgelse af strømnings- og transportforhold, samt nitratnedbrydningspotentialer i transsektorer i Åkær ådal.

#### **Formål**

At udbrede den karakterisering af Landskabs- og Ådalstyper, som er udført ved hjælp af GOI typologien, til ådalen, og at vurdere strømnings- og transportforholdene for næringsstoffer i ådalen. Karakteriseringen sker primært i transsektorer gennem områder, der aktuelt er udpeget til naturgenopretning.

Det videre formålet er at bidrage til grundlaget for vurdering af naturgenopretningsprojekter i oplandet til Åkær Å.

#### **Aktiviteter**

1. Baseret på projektets første del (Grundvand/Overfladevand Interaktion (GOI) kortlægning i oplandet til Åkær Å) udvælges et antal transsektorer gennem Ådalen som illustrative eksempler på strømnings- og transportforholdene i ådalen (Strømningsvarianter).
2. I transsektorerne udføres der målinger af differentielt potentiale mellem det øvre frie vandspejl og den dybere del af ådalen (i op til 2 meters dybde). Herved vægtes betydningen af strømningselementerne Q1-Q3.
3. På trykmålingsstederne udføres der også korte håndboringer med beskrivelse af jordart og klassifikation efter hydrauliske egenskaber og nedbrydningspotentialer for nitrat.
4. I terrænet i nærområderne omkring transsektorerne noteres strømningsindikatorer (kilder, dræn, vandløb, søer, plantevækst...).
5. Der foretages fotodokumentation af borings og andre feltobservationer samt indmåling af boresteder med GPS.
6. De indsamlede data tolkes med hensyn til strømningsvarianter og relativ nitratreduktionskapacitet.
7. Der angives mulige tiltag til nedbringning af nitratpåvirkningen af ådalsmagasinet.
8. Resultaterne rapporteres ved udgangen af januar 2008, eller senere ved aftale med Kolding Kommune, idet GEUS undersøger om en strømningskortlægning af ådalen kan baseres på COWI's radarkort og rapport (udleveret af Kolding Kommune) og inddrages i rapporteringen. Afleveringen kan ske i forbindelse med en præsentation.

Kolding Kommune varetager lodsejer kontakten og varsler dem forud for feltarbejdet.

## Arbejdsplan

Ramme: 250.000kr	nov-07				dec-07				jan-08				
Fase	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Projekt oplæg													
Aftalemøde			✱										
Kontrakt													
Materiale og udstyr													
Feltarbejde													
Databearbejdning													
Status							✱						
Klassificering af strømningsfordeling													
Tolkning af nitrat reduktionskapacitet													
Beskyttelsesstrategi													
Rapportering													
Aflevering													✱

## Budget

Projektet gennemføres for Kolding Kommune indenfor en ramme på 200.000 kr. (eksklusiv moms). Der udføres mindst 6 transektorer (ud af de prioriterede i oplægget fra Mette Dahl, udleveret på møde i Kolding Kommune 19-11-2007) i prioritetsrækkefølgen nr. 1, 2, 5, 6, 10, 9, 11, og 8

## Projektstyring og udførelse

Opgaven udføres af GEUS, Hydrologisk afdeling.

Kontaktperson for Kolding Kommune: Mette List

Kontaktperson for GEUS: Erik Nygaard (direkte telefon: 38142720)

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)

Øster Voldgade 10

1350 København K

Telefon: 38142000

E-mail: eny@geus.dk



## Bilag 4. Referat af møde med Kolding Kommune

**Emne:** Anvendelse af GOI typologien som grundlag for beskyttelse af overfladevand mod forurening med nitrat, og videreførelsen af fase 1 (GOI-1) i fase 2 (GOI-2) med strømnings og nitratreduktionsvurdering i Åkær ådal.

### Dagsorden:

1. Præsentation af mødedeltagerne og mødets formål.
2. Åkær Å projektet i relation til det overordnede projekt om beskyttelse af Lillebælt, som indsats/Natura2000 område.
3. Status for GOI-typologisk karakterisering af oplandet til Åkær Å, Del 1.
4. Erfaringerne fra projektet BRIDGE i relation til Grundvandsdirektivet, og nyttiggørelsen i forhold til projektet for Åkær Å, Del 2.
5. Oplæg til projekt om GOI-typologisk karakterisering af ådalen langs Åkær Å, Del 2.
  - a. Projektets formål og ramme.
  - b. GEUS' projektoplæg (karakteristiske transektter med geologiske profiler og måling af relativt potentiale) (fotodokumentation, beskrivelse).
  - c. Klassificering af strømningsfordeling i transektter (Q1-Q3).
  - d. Tolkning fra transektters nitratreduktionskapacitet.
  - e. Beskyttelsesmuligheder ved transektter.
  - f. Budget og Tidsplan.

Ramme: 250.000kr	nov-07				dec-07				jan-08				
Fase	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Projektoplæg													
Aftalemøde			*										
Kontrakt													
Materiale og udstyr													
Feltarbejde													
Databearbejdning													
Status							*						
Klassificering af strømningsfordeling													
Tolkning af nitrat reduktionskapacitet													
Beskyttelsesstrategi													
Rapportering													
Aflevering													*

6. Videre perspektiver.
  - a. Verifikation (forslag om at supplere med nitratmålinger).
  - b. Regionalisering af strømningsfordelingen i ådalen på grundlag af transektter og detaljerede kort til dækning af hele Ådalen .
7. Kontrakt.
8. Annoncering overfor grundejere.
9. Eventuelt

**Ad. 1.** Deltagerne var fra Kolding Kommune Jette Vindum, Mette List og Hans Martin Olsen, og fra GEUS Klaus Hinsby og Erik Nygaard.

Mødet havde til formål at fastlægge og aftale en videreførelse af GOI-1 kortlægningen gennem en karakterisering af hydrauliske og nitratnedbrydningsmæssige forhold i ådalen langs Åkær å.

**Ad. 2.** Jette, Mette og Hans forklarede baggrunden for Åkær Å projektet i relation til det overordnede projekt om beskyttelse af Lillebælt, som indsats/Natura2000 område. Udvaskning/nedbrydning af nitrat er kun et element i problemstillingen.

**Ad. 3.** Erik og Klaus gennemgik det metodiske grundlag og resultaterne af den GOI-typologiske karakterisering af oplandet til Åkær Å, Del 1 (GOI-1). De forventede strømningsveje til ådalsaquiferen er herved identificeret.

**Ad. 4.** Klaus præsenterede erfaringerne fra projektet BRIDGE i relation til Grundvandsdirektivet, og nyttiggørelsen i forhold til det foreslåede projekt for Åkær Å, GOI-2. Kravene til udledninger fra oplandene til åer baseres på acceptkriterier for slutrecipienten.

**Ad. 5.** Oplæg til projektet GOI-2 om karakterisering af strømningsvarianter i ådalen langs Åkær Å.

- a. Projektets formål og ramme. Formålet er at karakterisere strømningsvarianter og nitratnedbrydningspotentialer i ådalen langs Åkær Å. GEUS' medbragte projektoplæg forudsatte en økonomisk ramme på 250.000 kr i forhold til de 200.000 kr som Kolding Kommune oplyste at kunne reservere til opgaven. I resten af diskussionen antoges derfor en proportional neddrøstring af ambitionsniveauet.
- b. GEUS' foreslog at der ved feltarbejde blev undersøgt langs et antal karakteristiske transekter i form af borede geologiske profiler og måling af relativt potentialer. Jordprøver skal karakteriseres geologisk, hydraulisk og nitratreduktionsmæssigt, samt dokumenteres fotografisk og positionsmæssigt.
- c. I forbindelse med rapporteringen klassificeres strømningsfordelingen i transekterne som Q1-Q3.
- d. Herudover tolkes den relative nitratreduktionskapacitet i transekterne.
- e. Mulighederne for gennem beskyttelsestiltag af påvirke nitrattilførslen til Åkær å diskuteres.
- f. Budgettet blev fastlagt til 200.000 kr og rapporteringen til ultimo januar 2008, idet rapporteringen evt. kan udskydes, dersom det betyder at den med fordel kan nyttiggøre resultaterne af COWI's arbejde indenfor samme opland.

Den udleverede tidsplan blev diskuteret i lyset af punkt 5f, og der var enighed om at afhandle deadline *ad hoc*.

Vedrørende Gant diagrammet var der enighed om at der skal fremsendes en status ultimo 2007 efter at felddata er indsamlet. Aflevering af endelig rapport ultimo januar 2008 er således fleksibel.

**Ad. 6.** Videre perspektiver

Der diskuteredes en eventuel kortlægning af strømningsindikatorer i ådalen baseret på nye detailkort og den mulige sammenbindende tolkning mellem transekterne som dette evt. vil kunne tilføje. I denne sammenhæng blev der udleveret et digitalt detailkort og en rapport, begge fra COWI. GEUS afklarer om dette materiale lever op til de skitserede forventninger.

Herudover diskuteredes muligheden for at teste den stipulerede sammenhæng mellem nitratreduktionspotentialer, strømningsveje i ådalen og udvaskning til åen med egentlige nitratmålinger i åen og ådalen. Hvis Kolding Kommune finansierer målingerne i åen (50.000 kr) foretager GEUS målinger i traceerne som egen indsats pga. den videnskabelige betydning. Der var enighed om det hensigtsmæssige i disse målinger og Mette undersøger om kommunen kan bidrage med de 50.000 kr.

**Ad. 7.** Kontrakt. Erik fremsender forslag til kontrakt for GOI-2 traceundersøgelsen samt en selvstændig kontrakt vedrørende nitratmålinger.

**Ad. 8.** Kolding Kommune varsler feltarbejdet overfor de berørte lodsejere.

**Ad. 9.** Eventuelt: Erik fremsender udkast til referat.