

Basiskarakterisering af GNOI område i Urup Dam

Bertel Nilsson, Lærke Thorling, Ingelise Møller, Anne Mette Nielsen,
Per Jensen & Rasmus Ejrnæs

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET



GEUS

Basiskarakterisering af GNOI område i Urup Dam

Udarbejdet for Naturstyrelsen

Bertel Nilsson¹, Lærke Thorling¹, Ingelise Møller¹, Anne Mette Nielsen¹,
Per Jensen¹ & Rasmus Ejrnæs²

¹ De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
² Nationalt Center for Miljø og Energi, Århus Universitet

Resume.....	2
1. Den faglige baggrund	3
2. Konceptet til basiskarakterisering af GNOI område Urup Dam.....	5
3. Habitatområde H97: Urup Dam	6
4. Anvendte metoder til basiskarakteriseringen.....	7
4.1 Geologiske og geofysiske målinger	7
4.2 Hydrologiske målinger.....	8
4.3 Vandkvalitetsmålinger.....	10
4.4 Vegetationskortlægning - metodebeskrivelse	11
5. Oplandets geologi og grundvandets strømning.....	13
5.1 Den kalkrige undergrund.....	13
5.2 Den regionale grundvandsstrømning.....	14
6. Lokal geologi og økohydrologi	16
6.1 Tolkning af moseaflejringerne tilblivelse.....	16
6.2 Geofysik	18
6.3 Hydrologiske forhold	22
6.4. Vandkemiske forhold.....	30
7. Vegetationsundersøgelse.....	40
8. Andre forhold	46
8.1 Er mosen blevet mere fugtig de senere år?	46
8.2 Vandstandsør i terrestriske naturtyper	51
9. Konklusion	52
Referencer.....	55
Bilag.....	58

Resume

GNOI (Grundvand, Natur og Overfladevands Interaktion) er et delelement i det nationale overvågningsprogram for 2011-15, og har som formål at skabe grundlag for at bevare og forbedre den økologiske kvalitet i en række grundvandsafhængige terrestriske økosystem naturtyper. Et feltundersøgelelsesprogram på et antal GNOI områder (2013-15) skal danne basis for tilstandsvurderingen og basisanalysen, samt give grundlag for opstilling af strategiske overvågningsprogrammer i forhold til statens Vand- og Naturplaner. På denne baggrund har Naturstyrelsen iværksat en *basis karakterisering* af de hydrologiske forhold for GNOI område Urup Dam beliggende indenfor NATURA-2000 område nr. 113 (Habitatområde H97) til opbygning af proces og fysisk baseret viden om spillet mellem grundvand og naturtypen rigkær. Rigkæret ved Urup Dam er i nærværende undersøgelse eksemplificeret ved forekomsten af den sjældne orkidé mygblomst, der er beskyttet i henhold til EU's Habitatdirektivs Bilag II.

Karakteriseringen sammenfatter en hydrologisk, geologisk, vandkemisk og botanisk kortlægning i Urup Dam. På dette datagrundlag er en økohydrologisk forståelsesmodel for hovedudbredelsen af mygblomst blevet etableret. Håndboringer og 3D geofysiske profiler har kortlagt udbredelsen og tykkelsen af en sekvens af kalkrige tørv, kalkgytje og sand aflejringer, der tolkes som en tilgrovningssekvens af moseaflejringer antagelig fra et tidspunkt i Holocæn. Udbredelsen af mygblomst er knyttet til disse denne kalkrige jordbund af tørv og kalkgytje. Et netværk af vandstandsør er etableret i to dybder (1,7 og 3 meters dybde) i/under tørv og kalkgytjen. Grundvandets strømningsforhold og gradient forhold (trykvand) er blevet monitoreret i en tør og en våd sæson. Grundvandskemien viser en tydelig transport af kalk fra dybereliggende lag til selve moseområdet, hvor der forventes at ske en vedvarende udfældning af kalk i de perioder hvor der er opadrette gradient og udstrømning over terræn. Den økohydrologiske forståelsesmodel viser sammenhængen mellem udbredelsen af mygblomst og den hydrogeokemiske kortlægning, der tyder på at hovedudbredelsen af mygblomst kan afgrænses til arealet mellem kanten af de grundvandspåvirkede lag af tørv og kalkgytje på den ene side og kanten af det oversvømmede areal i den våde sæson.

En umiddelbar konsekvens af det tværfaglige samarbejde der er etableret i dette projekt er at der er afsløret et behov for at naturovervågningen implementerer de principper for overvågning af grundvandsstand og kvalitet, der er sammenfattet i teknisk anvisning TO-NO1. Dette er nødvendigt for at sikre at gradientforholdene mht opad eller nedadrettet grundvandsstrømning kan fastslås, og at vandprøver fra grundvand ikke påvirkes af overfladevand.

Det blev også klart at betydningen af karbonatsystemet i højere grad skal medtages i vurderingen af grundvandets kvalitet. Dette ligger i den simple kendsgerning af når man i natur-sammenhæng taler om rig og fattig kær er det pH forholdene mere end blot næringsstoffer, der tales om.

Oversvømmelserne i området skyldes ikke at åen løber over, men at grundvandsspejlet stiger til over terræn. Det er således primært påvirkninger af grundvandets trykniveau der kan sætte bevaringstilstanden under pres.

1. Den faglige baggrund

GNOI (Grundvand, Natur og Overfladevands Interaktion) er et delelement i det nationale overvågningsprogram for 2011-15, og har som formål at skabe grundlag for at bevare og forbedre den økologiske kvalitet i en række naturtyper som er afhængige af grundvandskvalitet og mængde jf. Vandramme- og Grundvandsdirektivet. Et feltundersøgelsesprogram på et antal GNOI områder (2013-15) skal danne basis for tilstandsvurderingen og basisanalysen, samt give grundlag for opstilling af strategiske overvågningsprogrammer på den korte og især lidt længere bane i forhold til 2. og 3. generation Vand- og Naturplaner.

En strategi for videreudvikling af overvågning af grundvandets kvantitative og kemiske tilstand i Danmark i forhold til beskyttelse af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer er beskrevet i Nilsson med flere (2013). Overvågningen skal gennem karakterisering og etablering af tidsserier bidrage til at beskytte både drikkevand og økosystemer, og danne udgangspunktet for fastsættelse af tærskelværdier for forurenende stoffer fra diffuse kilder, hvis der er risiko for at påvirkningerne forhindrer god økologisk tilstand af de grundvandsafhængige terrestriske økosystemer (GATØ). Grundvandets kvantitative og kvalitative tilstand er af afgørende betydning for, om GATØ naturtyper kan opnå henholdsvis en god/høj naturtilstand og en gunstig bevaringsstatus jf. Habitatdirektivet og god økologisk og kemisk tilstand i forhold til Vandrammedirektivet. Blandt naturtyperne opført på Habitatdirektivets bilag 1 kan GATØ naturtyperne i Danmark klassificeres i følgende hovedtyper, hvor tallene viser typekoden:

- 2190 Klitlavning, som kan indeholde en række forskellige undertyper som fx rigkær
- 4010 Våd hede: Vegetationen er typisk præget af dværgbuske
- 6410 Tidvis våd eng: Grundvand i rodzonen (måske 20-40 cm), eventuelt udgrøftet rigkær
- 7110 Højmose: Nedbørsbetinget naturtype, med indirekte påvirkning fra grundvand
- 7120 Nedbrudt højmose: Tidligere højmose, hvor vandbalancen er ødelagt
- 7140 Hængesæk: Grundvand strømmer langsomt ud i sø/mose under tilgroning
- 7150 Tørvelavning: Pionersamfund på blotlagt tørv eller fugtigt sand
- 7210 Hvas avneknippemose: Bredzone af grundvandsfødt sø eller vandfyldt lavning
- 7220 Kildevæld: Sivende grundvand på overfladen
- 7230 Rigkær: Ofte sivende grundvand lige under overfladen
- 91D0 Skovbevokset tørvemose: Typisk opstået ved tilgroning af de lysåbne mosetyper
- 91E0 Elle-askeskov: Typisk opstået ved tilgroning af rigkær

Listen skal opfattes som en bruttoliste, der også omfatter de naturtyper, der indirekte er afhængige af en høj grundvandsstand under en i øvrigt nedbørsbetinget naturtype (fx højmose). Samspillet mellem anførte naturtyper på bruttolisten, hydrologi, vandkemi og naturtilstand diskuteres i Ejrnæs med flere (2010).

For GATØ naturtyperne gælder, at sæsonvariationer i vandspejlet eller den samlede tilstrømning af grundvand (evt. begge dele) bestemmer grundvandets kvantitative tilstand, mens det primært er den samlede belastning af næringsstoffer, der bestemmer grundvandets kemiske tilstand. I nogle tilfælde kan for høje koncentrationsniveauer af næringsstoffer dog medføre direkte skade på økosystemer, men generelt er det den samlede sæsonvarierende belastning, der har betydning (Hinsby med flere, 2008, 2012; Dahl med flere, 2010). Det er således nødvendigt at overvåge tids-serier hen over året (i modsætning til GRUMOs årlige prøvetagning) af både næringsstofkoncentrationer, vandstandssvingninger og udstrømning af grundvand for at kunne vurdere den samlede påvirkning af tilstanden i GATØ naturtyperne, samt for at fastsætte tærskelværdier til beskyttelse af økosystemerne, som krævet i EU direktiverne.

På denne baggrund har Naturstyrelsen (NST) besluttet på den korte bane (dvs. 2. generation af Vand- og Naturplaner), at iværksætte en *basis karakterisering* af de hydrologiske forhold for udvalgte GNOI områder i perioden 2013-15, således at en opbygning af proces og fysisk baseret viden om samspillet mellem grundvand og udvalgte GATØ områder kan påbegyndes, som beskrevet i Nilsson med flere (2013).

Nærværende GNOI undersøgelse er den første af disse NST undersøgelser, der skal karakterisere samspillet mellem grundvand, natur og overfladevand i Urup Dam på Fyn.

Urup Dam projektets styregruppe har følgende medlemmer:

- Philip Grinder Pedersen, NST-Aalborg, afløst af Ane Højbjerg Nielsen, NST-Aalborg
- Lærke Thorling, GEUS
- Rasmus Ejrnæs, DCE-Århus Universitet (Kalø)
- Mads Ejbye-Ernst, NST-Vadehavet
- Erik Vinther, NST-Fyn
- Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil, NST-Aalborg (NST kontaktperson)
- Bertel Nilsson, GEUS (projektleder)

Projektet er startet 1. juli 2013 og afrapporteres pr. 31. december 2013. Der har været afholdt flere projektmøder undervejs. Den 3. september 2013, hvor status for den hydrologiske karakterisering blev fremlagt og diskuteret med deltagelse af Erik Vinther (NST), Eigil Pløger og Irina Goldberg (AGLAJA - konsulent til vegetationskortlægning), Martin Søholm (Kerteminde kommune), Yvonne Bæk Sørensen (lodsejer) og Bertel Nilsson (GEUS). Afslutningsmøde den 17. december 2013, hvor projektets resultater blev diskuteret deltog Dirk Müller-Wohlfeil, Jørgen Sivertsen og Erik Vinther (NST), Rasmus Ejrnæs (AU), Martin Søholm (Kerteminde kommune), Irina Goldberg (AGLAJA), Lærke Thorling og Bertel Nilsson (GEUS).

2. Konceptet til basiskarakterisering af GNOI område Urup Dam

Basiskarakteriseringen udføres på to rumlige skalaer.

Oplandets hydrologi og næringsstoffer:

- 1) Kvantificering af den eventuelle kobling mellem tilgrænsende grundvandsmagasiner og GNOI Urup Dam området.

Der er blevet etableret 3 dybere borer (alle boret til 10 m u.t., se kapitel 4.1) i terrænnære grundvandsmagasiner, hvor vandstand og vandkvalitet er blevet målt. Ved simple håndberegninger estimeres mængden af grundvandstilskud fra det tilgrænsende opland til GNOI området.

Lokal hydrologi og næringsstoffer:

- 2) Geologisk karakterisering af mosen og ånære arealer

Den geologiske opbygning af de terrænnære organiske aflejringer og sandindslag i GNOI området blev kortlagt med håndboregrej. Dette blev understøttet af et antal geofysiske profiler.

- 3) Bestemmelse af hovedstrømningsveje og næringsstoftransport blev kvantificeret i henhold til dominerende strømningsveje.

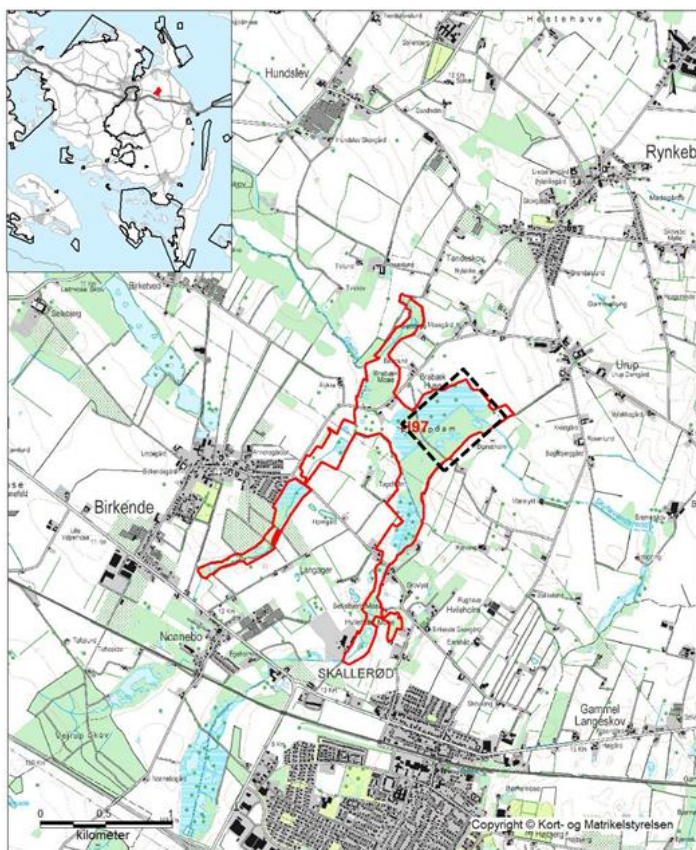
Der er blevet bestemt strømningsveje (grundvand, kilder og grøfter) af tilstrømmende grundvand til Urup Dam habitatområdet. Vandmængderne, der flyder til via de forskellige strømningsveje, er blevet kvantificeret (relativ fordeling) og næringsstofindhold (N og P) blevet bestemt, så stoffluxen kunne estimeres.

NST har i en årrække fulgt udbredelsen af den sjældne orkidé art mygblomst i Urup Dam. På baggrund af disse observationer samt nærværende undersøgelse er der blevet opbygget en økohydrologisk konceptuel model for GNOI området på baggrund af den geologiske og hydrologiske basiskarakterisering samt relation til mygblomst (*Liparis loeselii*) udbredelse i forhold til jordbundforhold og grundvandsbetingede oversvømmelser.

Hovedstrømningsvejene er blevet kvantificeret bedst muligt i Urup Dam området. Ind- og eventuelle udsivningszoner er blevet identificeret, herunder grøfter og kildevæld. Der er blevet etableret et netværk af vandstandsrør til bestemmelse af hydrauliske gradienter og strømningsretninger, samt til udtagning af vandprøver til bestemmelse af næringsstof og stabile ilt- og brintisotoper.

3. Habitatområde H97: Urup Dam

Figur 1 viser afgrænsningen af det 102 ha store Natura 2000-område nr. 113 (Habitatområde nr. 97). Området omfatter Urup Dam, Brabæk Mose, Birkende Mose og Illemose. Natura 2000 basisanalyse 2016-2021 for området angiver hvilke naturtyper og arter, der udgør udpegningsgrundlaget for dette habitatområde. Centralt i området findes mosen Urup Dam. Mosen har stedvis kun et tyndt tørvelag og en meget kalkrig jordbund, hvilket betyder, at der er udviklet store arealer med mosetyper rigkær (Naturstyrelsen, 2013a). Nærværende udviklingsprojekt begrænser sig til et delområde af Urup Dam, vist i stiplede boks i Figur 1.



Figur 1. Kort over Natura 2000 nr. 113 placering og afgrænsning, der består af Habitatområde H97 (rød afgrænsning) (Fra Naturstyrelsen, 2013a). Nærværende undersøgelse er udført indenfor den stiplede boks.

4. Anvendte metoder til basiskarakteriseringen

Basis karakteriseringen af Urup Dam GNOI området er blevet udført i en række af feltundersøgelser gennem perioden juni – november 2013 af GEUS og AGLAJA.

4.1 Geologiske og geofysiske målinger

Den geologiske ramme i GNOI området er fastlagt med håndboringer og suppleret med geofysiske målelinjer til fastlæggelse af laggrænser og udbredelse af de sedimenter, der har opfyldt den tidligere mose/søbassin, der i dag kendes som Urup Dam.

Der er med "Eigelkamp håndboregrej" udført 46 håndborede profiler til gennemsnitlig 150 cm dybde (minimum og maximum dybde: 50 og 310cm). Alle boresteder er indmålt med hånd-GPS (præcision på indtil 2-3m i horisontal-planet). I Bilag 1 findes et kort over boringernes placering, samt en detaljeret beskrivelse af hver enkelt borings geologiske profil.

Yderligere tre dybe boringer alle til 10 meters dybde er udført med borerig (Jysk Geoteknik A/S) (Bilag 2). Boringerne benævnes GNOI 1, 2 & 3 (DGU nr. 146.3146, 146.3147 & 146.3148). Naturstyrelsens 6 m dybe boring fra 2010 benævnes her GNOI 4 (DGU nr. 146.2974). GNOI 1 er udført centralt i mose/søbassinet, mens GNOI 2, 3 & 4 er placeret langs Urup Dam områdets afgrænsning til af de tilstødende landbrugsarealer. Formålet med disse 3 dybe boringer er at få fastlagt de geologiske forhold for de tilgrænsende grundvandsmagasiner. Formålet med GNOI 1 er at fastlægge laggrænser og udbredelse af aflejringer i mosens centrale dele.

Der er målt 3 geofysiske linjer á 240–320 m længde ved brug af geoelektrik og tidsdomæne induceret polarisation, som udføres samtidigt med samme instrument, herefter kaldet DCIP. To af linjerne går tæt forbi de tre nye dybe boringer og gennem dele af mosens/søbassinet (Figur 7a og oversigtskort i Bilag 3). Med DC kortlægges variationer i jordens elektriske modstand, mens IP kortlægger jordens evne til at ophobe elektriske ladninger (kaldet chargeability på engelsk) (Ward, 1990; Slater & Lesmes, 2002). Med tidsdomæne IP måles, hvor hurtigt ophobede elektriske ladninger aflades, når der slukkes for den strøm, der er brugt til DC målingen. DCIP dataene er indsamlet med Iris Instrument Syscal Pro instrument, sat op med gradient array protokoller. Data er tolket med en 1D-LCI inversions algoritme for tidsdomæne IP (Fiandaca med flere, 2012), hvorved elektrisk modstand og chargeability udledes. Desuden præsenteres den normerede chargeability (Slater & Lesmes, 2002). Med DCIP metoden kan man kortlægge søbassinets opbygning. Ved at sammenholde resistivitet, chargeabilitet og den normerede chargeabilitet med boringsoplysninger kan man lave en geologisk tolkning. Sandene aflejringer har en relativ høj resistivitet; typisk 60-150 Ohmm under mættede forhold afhængig af ion-indholdet i porevæsken. Moræneler har typisk en resistivitet på 30-60 Ohmm, mens finkornede rene ler aflejringer eller organiske aflejringer har en lav resistivitet på under 30 Ohmm. Jo federe ler, jo lavere resistivitet. Det er vanskeligt at forudsige en tørvs resistivitet, da det har en meget høj porøsitet og kan bestå af mere end 90 % vand, derfor vil det være porevandets resistivitet, som har afgørende betydning for en tørvs resistivitet. Har porevæsken et højt ion-indhold, vil dets resistivitet være relativ lav og dermed også tørvens, hvor-

imod er der et meget lille ion-indhold i porevæsken, vil dets resistivitet være høj og tilsvarende for tørven. Ved at måle chargeability er det muligt at bestemme udbredelsen af tørv, da flere studier har vist, at tørv har en høj chargeability i forhold til sandede materialer, som også typisk findes i søbassiner (Slater & Reeve, 2002; Comas & Slater, 2004; Kettridge med flere, 2008). Materialer som indeholder ler vil typisk også have en højere chargeability end sandede aflejringer. Den normerede chargeabilitet fremhæver hvilke lag, der har henholdsvis lav eller høj chargeabilitet.

Der er målt georadar langs de dele af de 3 DCIP profiler, hvor der ikke var for vådt eller for bevokset, og yderligere langs linjer, som går på kryds og tværs af områderne vest og øst for den lille vandførende grøft (oversigtskort i Bilag 3). Samlet set er der indsamlet 2 km georadar profiler med et Sensor & Software PulseEkko 100A udstyr med 200 MHz uskærmede antenner. Georadar metoden udsender en højfrekvent elektromagnetisk bølge, som breder sig ned i jorden og reflekteres ved flader, hvor jordens dielektriske egenskaber ændrer sig. Det er primært jordlagenes volumetriske vandindhold og dermed porøsitet under vandmættede forhold, som er afgørende for jordlagenes dielektriske egenskaber. Selv meget små ændringer i vandindhold forårsaget af ændring i porøsitet giver anledning til til en refleksion. Man kan derved kortlægge strukturer i jordlagene (Neal, 2004). Jordlagenes resistivitet er styrende for hvor dybt georadarsignalet kan trænge ned i jordlagene. Hvis jordlagene har en lav resistivitet bliver signalet dæmpet hurtigt. Der er udført en standard processering (Jol & Bristow, 2003), dog er data ikke migreret. Data er tid-dybde konverteret og korekteret med en hastighed på 0,04 m/ns, som giver en god overensstemmelse med DCIP resultaterne og håndboringerne. Radarbølgehastigheden er tilnærmelsesvis omvendt proportional med det volumetriske vandindhold i jordlagene. Tørv med meget høj porøsitet og dermed meget højt volumetrisk vandindhold har typisk en lav radarbølgehastighed, hvilket 0,04 m/ns er. Vands radarbølgehastighed er 0,03 m/ns og i den anden ende af hastighedsskalaen er luft med 0,3 m/ns (= lysets hastighed i luft). Det stemmer også fint med radarbølgehastigheder rapporteret fra studier af moseområder (Slater & Reeve, 2002, Comas med flere, 2005; Lowry med flere, 2009; Proulx-McInnis med flere, 2013).

Alle resultater fra de geofysiske målinger kan ses i Bilag 3.

4.2 Hydrologiske målinger

4.2.1 Grundvandspotentialet i det primære grundvandsmagasin.

En pejlerunde (oktober 2013) er udført i 7 vandforsynings- eller markvandingsboringer, samt de 3 nye GNOI2, GNOI3 og GNOI4 boringer op til en afstand på 1-2 km fra Urup Dam med det formål at få identificeret strømningsretningen i det tilstødende grundvandsmagasin, samt vertikale gradientforhold i de vandførende lag i Urup Dam GNOI området. Det tilgrænsende grundvandsmagasin udgøres af flere ikke-sammenhængende sandlag i det kvartære morænelersdække, der dog formodes at være i god hydraulisk kontakt med hinanden i dybder fra 5 til 25 m u.t. Umiddelbart nord for Urup Dam optræder sandlag i 5-6 m dybde, mens det i sydlige og vestlige dele optræder noget dybere i morænelersdækket (i 20-25 meters dybde). Hver boring, der indgår i det regionale grund-

vandspotentialkort (Bilag 4), er indmålt med en differential GPS (Trimble® R8) med en usikkerhed på få cm i horisontal-planet og få mm i vertikalen.

4.2.2 Grundvandspotentialet i Urup Dam

Et monitoringsnet til overvågning af vandstand og vandkemi bestående af 35 vandstandsør med $\frac{3}{4}$ tomme diameter og 12 cm lange filtre er etableret i to dybder under tørven og kalkgytjen i Urup Dam. Rørene er så vidt muligt placeret parvis i hhv. 1.5-1.7 m u.t. og i 3.0 m u.t. Få steder er det korte rør dog placeret i 0,5 meters dybde i tørven og over kalkgytjen. Rørene er etableret over to perioder: juni- juli 2013 for den vestlige del af området og september 2013 i området øst for den åbne vandførende grøft. Vandstandsørerne blev renpumpet grundigt efter etablering. Erfaringsmæssigt bør der gå 1-2 måneder efter etablering, før de kan tages i anvendelse til måling af vandstand og udtagning af vandprøver. Naturstyrelsens NOVANA boringer, URUP 1-4, har filtre i rod-zonen fra terræn til 1 m u.t. I nærværende projekt er hver boring blevet suppleret med to vandstandsør med et 12 cm filter i 1,5-1,7 m dybde (kort boring) og et filter i 3,0 m dybde (langt rør). Etableringsrutinen følger i vid udstrækning Naturstyrelsens notat om etablering af vandstandsør i terrestriske naturtyper (Naturstyrelsen, 2013b). Ved alle par af vandstandsør er der udført en håndboring så de geologiske forhold er kendt til 1,5-2 meters dybde. Overkanten af alle rør er indmålt med differential GPS. Bilag 5a viser et kort over boringernes og vandstandsørernes placering, samt en detaljeret beskrivelse indmålingen og den tekniske udbygning (Bilag 5b). Bilag 6 viser vandstanden i en tør periode (20. august 2013) og i en våd periode (31. oktober 2013). Pejlingerne er udført jf. teknisk anvisning for grundvandspejlinger (Thorling, 2012a).

Boks 1. Definitioner for boringer og vandstandsør anvendt i denne rapport

Boring: Anvendes om boringer hvor der er nedsat blivende rør af dimensioner over 50 mm. Boringerne er typisk udført med en borerig. Boringen anvendes til pejlinger og vandprøver. Under borearbejdet er der som regel udtaget prøver der kan karakterisere jordlagernes sammensætning

Håndboring: Boring ud før med håndgrej, med det formål at udtage prøver til beskrivelse af jordlagernes sammensætning

Vandstandsør: Rør af stål typisk $\frac{3}{4}$ ", med et filter på 12 cm, der er rammet ned i jorden. Anvendes til pejlinger og vandprøver

4.2.3 Vandføring i Skyllevandsrenden

Vandføringen i Skyllevandsrenden (Figur 10) er blevet målt fire steder i løbet af feltperioden med en akustisk digital flow måler (OTT ADC). Målestationerne registrerer vandføringen:

- (i) i Skyllevandsrenden umiddelbart før indløbet i Urup Dam mosen (VF4),
- (ii) i den åbne vandførende grøft (VF3), der påtænkes rørlagt i forbindelse med et kommende vådområdeprojekt udført af Kerteminde kommune.
- (iii) i Skyllevandsrenden halvvejs gennem Urup Dam området (VF2)
- (iv) nedstrøms GNOI området ved betonbro (VF1), hvor der i efteråret 2013 er etableret en permanent vandføringsstation af Kerteminde kommune.

4.2.4 Vandledningsevnen i tørv, kalkgytje og sand

Til bestemmelse af vandledningsevnen (hydraulisk ledningsevne) i mosens forskellige sedimenttyper er der blevet udført slug tests (falling head) i udvalgte vandstandsrør i Urup Dam (Bilag 7). En slug test udføres ved at sænke en trykmåler, koblet til en computer, ned i vandstandsrøret. Man måler først rovandstanden, som er den naturlige vandstand i røret. Derefter fyldes vandstandsrøret hurtigst muligt op med vand til toppen af røret. Påfyldningen af vand i røret stoppes, og hastigheden, hvormed vandet efterfølgende løber ud af boringsfilteret, måles som tidsforløbet af den faldende vandstand i røret. Den horisontale hydrauliske ledningsevne K kan bestemmes på baggrund af denne hydrauliske test. Enheden for K er m/s eller m/dag. Darcy-fluksen (q) beregnes endeligt som $q = K \cdot i$, hvor i er den hydrauliske gradient. Dette indgår i en overslagsberegning af vandbalancen for Urup Dam området (afsnit 6.3.3).

4.3 Vandkvalitetsmålinger

Vandprøver er udtaget fra vandstandsrør, der dagen forinden var renpumpet.

I vandstandsrør, hvor der var tilstrækkelig ydelse hertil, er der prøvetaget med en peristaltisk pumpe, og under forpumpningen analyseret online for ilt, pH, ledningsevne og temperatur jf. Teknisk anvisning for grundvandsprøvetagning (Thorling, 2012b). I borer, hvor der ikke var mulighed for at anvende en peristaltisk pumpe, blev prøverne udtaget med en 100-ml sprøjte, hvor der via en trevejshane gennem en 5 mm PE slange, der sænkes ned til filteret, blev suget vand op fra boringen.

Alle prøver blev filtreret med et 0,45 μm filter. Dette skete straks ved første prøvetagning i oktober, og umiddelbart inden analyse ved prøvetagning i november. Generelt var prøverne nemme at filtrere, og der var kun ganske lidt suspenderet stof i prøverne, ved prøveudtagning.

I et meget stort antal prøver blev der efter prøvetagningen iagttaget udfældning af hvidt bundfald, formentlig kalk. Dette vanskeliggjorde analyserne for pH, idet trykfaldet under prøvetagningen medvirkede til afgang og dannelse af luftbobler. Tab af kuldioxid ved afgang kan give anledning til stærkt forhøjede pH værdier i målingerne. Disse stærkt forhøjede pH værdier er ikke repræsentative for hverken tilstanden i grundvandet eller overfladevandssystemet.

Ud over de undersøgte borer blev der ved første analyserunde også udtaget prøver og feltanalyser for ilt, pH, ledningsevne og temperatur i "skyllevandsrenden" og en bassin-kilde.

4.3.1 Analyseprogram vandkemi

Ved 1. prøvetagningsrunde (4-5. september 2013) blev der udtaget vandprøver til analyse på GEUS laboratorium for nitrat, ortho-fosfat, klorid, sulfat, natrium, kalium, calcium og magnesium, samt stabile ilt- og brintisotoper

Ved 2. prøvetagningsrunde (6-7. november 2013) blev der alene udført analyse for ortho-fosfat, nitrat, klorid og sulfat. Analyserne blev udført i felten umiddelbart efter prøvetagning på et feltfotometer af typen pHotoFLEX[®].

Resultaterne fra de kemiske analyser fremgår af Bilag 8-10. Bilag 8 viser resultaterne af feltanalyserne og redegør for prøvetagningsomstændighederne for de enkelte prøver. Bilag 9 og 10 viser resultaterne for de kemiske analyser fra hhv. 1. og 2. analyserunde

Analyseparametrene i første runde var udvalgt for at kunne give en overordnet karakterisering af vandkemien i grundvandet, mens anden runde alene tjente som et supplement med fokus på næringsstoffer og redoxforhold, hvortil især sulfat er en nyttig støtteparameter.

Der blev ikke analyseret for ammonium, da ammoniumindholdet i reduceret grundvand ikke er udtryk for en udefra kommende påvirkning i modsætning til nitratinholdet.

Analysen af stabile isotoper ($\delta^{18}\text{O}$ og $\delta^2\text{H}$) anvendes til vurdering af, i hvilket omfang opstrømmende grundvand påvirker den terrestriske naturtype. Måling af ilt- og brintisotoperne skal ses som en støtteparameter til klassifikation af naturtypeforekomsten som grundvandsafhængig.

4.3.2 Aldersdatering.

Det var oprindeligt planlagt at grundvandet skulle dateres med en egnet alderstracer-metode, hvis det tilstrømmende grundvand indeholdt næringsstof fra de omgivende marker. Men da de kemiske analyser viser, at indholdet af næringsstoffer (N og P) er tæt ved eller under detektionsgrænsen, blev det besluttet, at der ingen grund var til at bestemme alderen på grundvandet.

4.4 Vegetationskortlægning - metodebeskrivelse

Der er foretaget en botanisk kortlægning af LIFE-projektområdet Urup Dam (Bilag 11). Kortlægningen indebærer en detailinddeling af området efter fugtighed, næringsstatus, dominerende vandtype og successionsstadium (Ellenberg, 1974). Der er anvendt følgende skala for de respektive parametre:

- Fugtighed: tør (1), fugtig (2), våd (3), vanddækket (4)
- Næringsstatus: næringsfattig (1), moderat næringsrig (2), næringsbelastet (3)
- Dominerende vandtype: grundvand (1), overfladevand (2)
- Successionsstadium: lysåben (1), højstaude/rørsump (2), krat (3), skov (4)

Vegetationen er dokumenteret med stedfæstet dokumentationsfelt, hvor samtlige taxa er registreret indenfor et $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ meter kvadratisk felt samt desuden indenfor en 5m-cirkel med centrum i kvadratet. Vegetationen er dokumenteret i samtlige delområder, hvor der ikke ligger "aktive" NOVANA-prøvefelter.

Projektområdet er inddelt i 61 delområder, hvoraf 54 er dokumenteret i denne undersøgelse. De resterende (delområde 50, 52, 54, 56 samt 59-61) er dokumenteret i NOVANA-regi.

Indenfor er hvert prøvefelt en række parametre vurderet eller målt:

i 5m-cirkel, dækning af

- blad- og levermosser
- Pil
- Rød-El
- Birk
- andre vedplanter
- slidskader
- græsning
- høslæt
- slåning (uden fjernelse af materialet)
- rydning

i 10m cirkel, dækning af

- blankt vand
- dværgbuske
- vedplanter < 1m
- vedplanter >1m

Derudover er der, hvor det var muligt, foretaget måling af tykkelsen af tørvelaget (eller muldlaget) med 50 cm tørvestikker, måling af grundvandstand og måling af pH og ledningsevne i jordvand. Der er taget 4 fotos i hvert dokumentationspunkt i retningen N-S, Ø-V. Potentialet for udvikling af habitatnatur (primært rigkær, 7230) er vurderet for hvert delområde.

Feltarbejdet blev udført i perioden 21. august - 3. september 2013, svarende til et år og på en årstid, hvor projektområdet var usædvanligt tørt. Dette har medført, at måling af feltkemi og vurdering af vandstand ikke var muligt. Til gengæld var færdsel muligt i stort set hele projektområdet, hvilket ellers kan være meget vanskeligt.

5. Oplandets geologi og grundvandets strømning

5.1 Den kalkrige undergrund

Urup Dam GNOI området er beliggende i det østlige Fyn, der er præget af betydelig erosion fra istidens gletsjere. Figur 2 viser udbredelsen af NV-SØ orienterede åse og tunneldalssystemer i jordoverfladen i Langeskov området afsat af Bælthav isstrømmen for 17.000-18.000 år siden (Smed, 1962; Houmark-Nielsen, 1999). Yderligere ses to parallelle dalsystemer, der orienteret NØ-SV. I dalene findes mindre vandløb, der udgør den øvre del af Geels Å systemet. Jordlagenes opbygning i området udgøres øverst af 15-20m tykke morænelers aflejringer vekslede med tyndere lag af smeltevandssand og -grus indlejret under istiderne. Moræneleren er kalkrig og rig på bryozoa, ligesom smeltevandssand og grus er kalkrigt.



Figur 2. De glacielle landskabsformer ved Urup Dam (midt i kortet) (Smed, 1962).

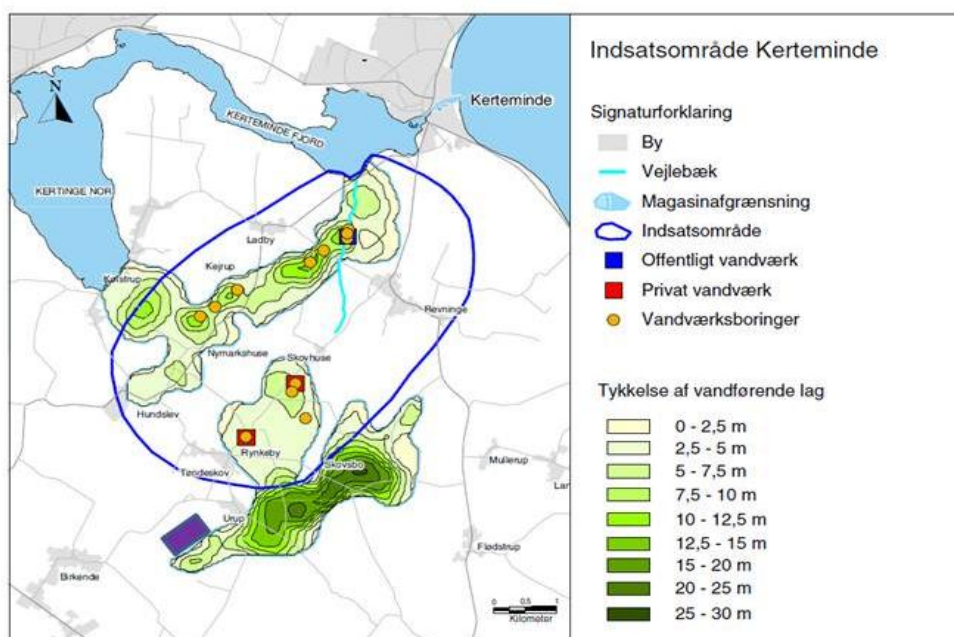
På baggrund af geofysiske undersøgelser (TEM) til kortlægning af grundvandsmagasiner i området umiddelbart øst for Urup Dam er der påvist en større begravet dal af ca. 1 km bredde og 4 km lang med en ØNØ-VSV orientering (Hedeselskabet, 2004). Dalens bund og sider består sandsynligvis af Kerteminde mergel og Lellinge grønsand (Palæocene kalkholdige leraflejringer), mens fyldmaterierne i dalen består af moræneler/smeltevandsler og smeltevandssand (Jørgensen og Sandersen, 2009). Under de Palæocene aflejringer er Danien kalk antruffen i flere borer i området. Det skal nævnes, at ved Kertinge Mark, der ligger ca. 5-6 km nord for Urup Dam, er netop de Palæocene leraflejringer blevet foreslået til potentiel deponering af det radioaktive affald fra Risø (Gravesen med flere, 2012).

Der er således gode indicier for, at den kalkkrævende grundvandsafhængige terrestriske naturtype, der optræder i Urup Dam, rigelig kan forsynes med opløst kalk i grundvandet, der strømmer gennem den kalkrige undergrund af i både de kvartære og Palæocene sedimenter, der støder op til Urup Dam habitatområdet.

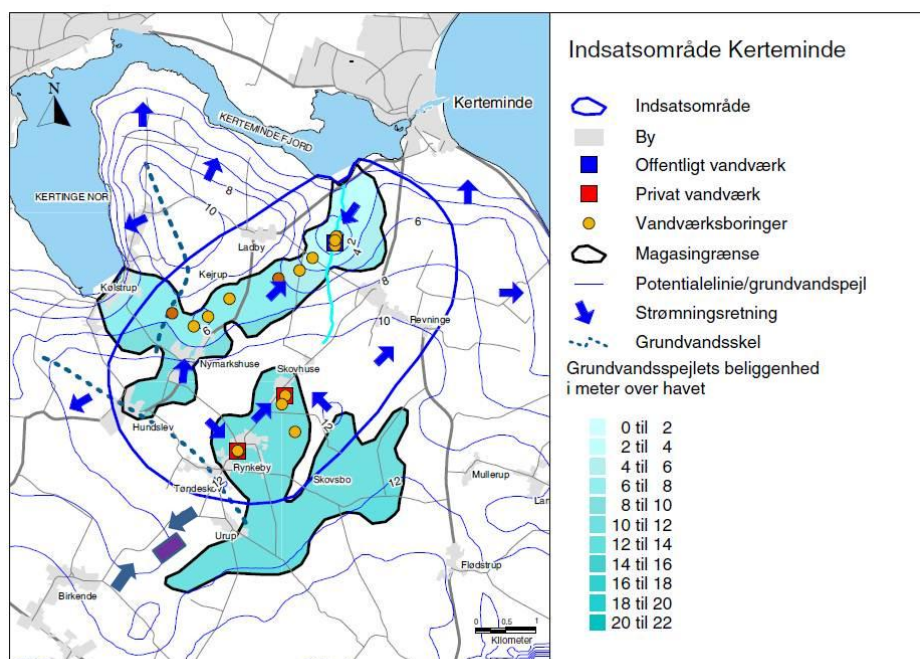
5.2 Den regionale grundvandsstrømning

I forbindelse med grundvandskortlægningen i Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) er det primære grundvandsmagasin af sand og grus blevet kortlagt indenfor Kerteminde Indsatsområde (Fyns Amt, 2006). Det primære grundvandsmagasin, der ligger nærmest Urup Dam, benævnes Rynkeby magasinet og har indtil 2006 været udnyttet til vandsyning af Rynkeby vandværk og virksomheden Orana A/S (Figur 3). Nord for dette magasin findes Kerteminde magasinet, der forsyner Kerteminde by og omegn med drikkevand. Derudover findes umiddelbart omkring og under Urup Dam habitatområdet terrænnære vandførende sandlag. Samspillet mellem grundvand og Urup Dam habitatområdet er nærmere beskrevet i afsnit 6.3.

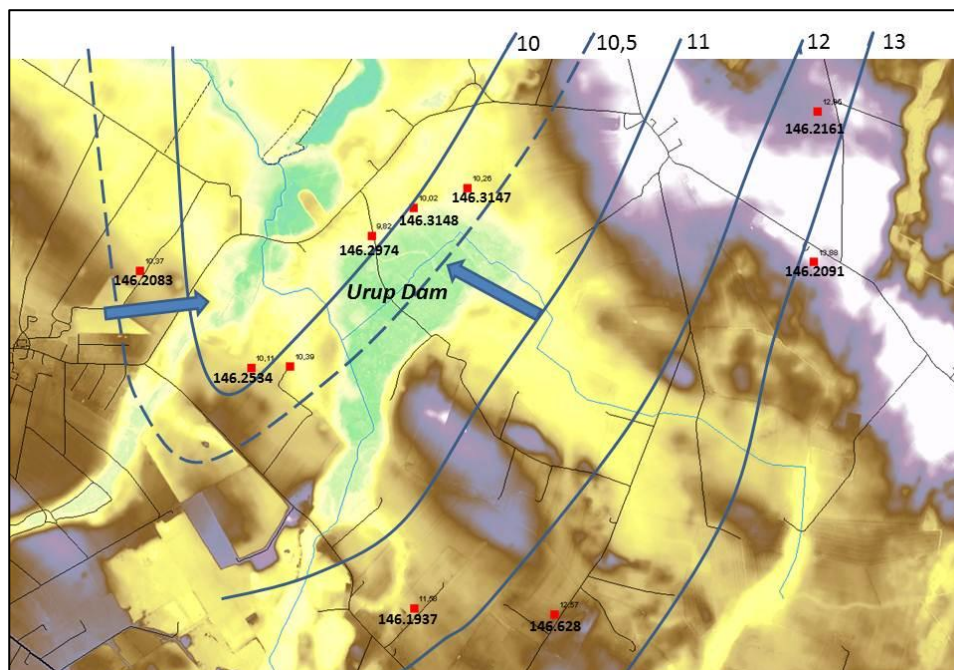
Grundvandets strømningsretning i og udenfor de primære grundvandsmagasiner er i forbindelse med grundvandskortlægningen blevet tolket og strømningsretningerne er vist med pile i Figur 4. Grundvandets strømningsretning er mod sydvest fra grundvandsskellet mellem Urup by, Rynkeby og Hundslev i retning mod Urup Dam, hvilket er i rimelig overensstemmelse med de tolkede potentialforhold som den udførte pejlerunde viser i oktober 2013 af borerer beliggende i op til 1-2 km afstand fra habitatområdet (Figur 5). De pejlede borerer er filtersat i forskellige sandlag fra 5 til 25 m dybde og de tekniske boringsoplysninger fremgår af Bilag 4.



Figur 3. Udbredelse og tykkelse af det primære grundvandsmagasin i Indsatsområde Kerteminde. Lilla boks viser placeringen af Urup Dam habitatområdet. Fra Fyns Amt (2006).



Figur 4. Kort over grundvandstrykket i det primære magasin i Indsatsområde Kerteminde (Fyns Amt, 2006). Lilla boks viser placeringen af Urup Dam habitatområdet. Det fremgår at der Ved Urup dam er et udstrømningsområde.



Figur 5. Grundvandspotentialet i sandlag i 5 til 25 meters dybde i morænelersdækket nær Urup dam. Grundvandstrykket vist i kote værdier (meter over havet). Blå pile angiver den overordnede strømningsretningen. Baggrundskortet er den digitale højdemodel, hvor de brun-grålige farver er højest og grønne farver er laveste (ca. 9-10m o.h.). Bemærk, at det af bilag 5b fremgår at dette trykniveau i den våde periode ligger over terræn i dele af undersøgelsesområdet.

6. Lokal geologi og økohydrologi

6.1 Tolkning af moseaflejringeres tilblivelse

Håndboringerne ved Urup Dam har, som beskrevet i afsnit 4.1, kortlagt udbredelsen af en sekvens af tørv, kalkgytje og sandaflejringer med tørv aflejret øverst. Lagfølgen kan opdeles i 5 geologiske lagenheder, der er beskrevet i en 1,8 meter dyb håndboring udført mellem håndboring HBØ6 og HBØ7 (jf. kort i Bilag 1a). Lagfølgen består af:

Lag 5 (0,0-0,4 m under terræn): Brunsort svagt omsat tørv med en del recente urteagtige rødder og kalkholdig.

Lag 4 (0,4-0,8 m under terræn): Mørk grå, stedvis flødefarvet, stærkt sandet kalkgytje med en del plantedele, spredte skalfragmenter og enkelte recente urteagtige rødder.

Lag 3 (0,8-1,2 m under terræn): Mørk grå, stedvis flødefarvet, stærkt sandet kalkgytje med en del plantedele og spredte skalfragmenter.

Lag 2 (1,2-1,4 m under terræn): Mørk grå, stedvis flødefarvet, stærkt sandet kalkgytje med en del plantedele.

Lag 1 (1,4-1,8 m under terræn): Usorteret svagt leret sand med enkelte mindre sten og plantedele.

På baggrund af glødetabs analyser af de fem lagenheder, samt en kort beskrivelse af makrofossilindholdet er der lavet en tentativ tolkning af moseaflejringeres udvikling antagelig siden engang i Holocæn tid ved Urup Dam. Glødetabs analyserne og makrofossil sammensætningen er vist i Tabel 1.

Tolket tilgroningsmodel:

Lag 1 kan enten repræsentere en senglacial/tidlig Holocæn aflejring (svagt leret usorteret sand) eller en søbredszone fra et tidspunkt i Holocæn, hvor vandstanden har stået lavt.

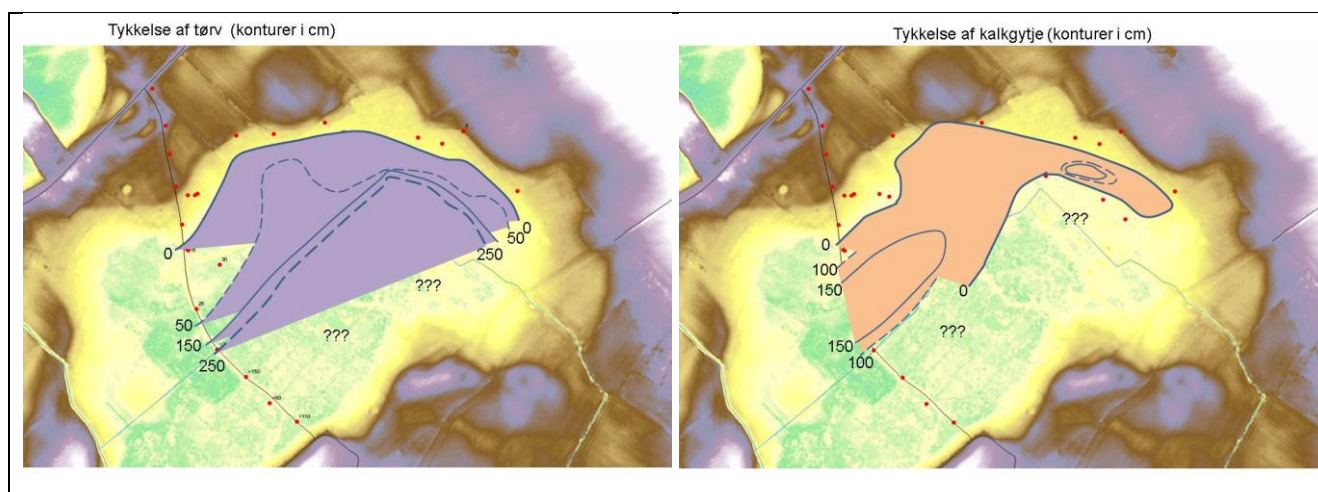
Lagene 2-4 repræsenterer en søaflejring (sandet kalkgytje) med vandplanter (Kransnålalger samt Hvid- og Gul Åkande) og ferskvandsmollusker. Bevoksningen i bredzonen er repræsenteret ved Hvas avneknippe, Bukkeblad, Tigger-Ranunkel og Vandnavle.

Lag 5 udgøres af en tørv, der må have bredt sig ud over de tidligere afsatte søaflejringer i forbindelse med et faldende vandspejl. Det faldende vandspejl er formentlig et resultat af en kombination mellem opfyldning af søbassinet og den fortløbende landhævning. I tørv optræder en del frø fra vandplanter, hvilket antagelig kan tilskrives en opblanding med de underliggende søsedimenter.

Tabel 1. Sammensætningen tørv, kalkgytje og sand aflejring ved Urup Dam bestemt ved glødetabs analyser og makrofossil indhold.

	Lag 5	Lag 4	Lag 3	Lag 2	Lag 1
Dybde (meter under terræn)	0,0 - 0,4	0,4 - 0,8	0,8 - 1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,8
	tørv	kalkgytje	kalkgytje	kalkgytje	sand
GLØDETABSANALYSER (vægt%):					
Organisk materiale	67	13	9	6	1
Minerogent materiale	13	22	42	48	84
CaCO ₃	20	65	49	45	15
MAKROFOSSILANALYSER:					
Prøvemængde (ml)	15	20	20	30	25
Rodfilt	+	+	+	+	+
Vandplanter:					
Kransnålalger, oosporer (<i>Chara</i> sp.)	42	95	36	65	-
Hvid Åkande, frøfragmenter (<i>Nymphaea alba</i>)	15	9	36	18	-
Gul Åkande, frøfragmenter (<i>Nuphar luteum</i>)	8	2	2	-	-
Kær- og sumpplanter:					
Hvas avneknippe, frø (<i>Cladium mariscus</i>)	6	1	3	-	-
Bukkeblad, frø (<i>Menyanthes trifoliata</i>)	-	1	-	-	-
Tigger-Ranunkel, frø (<i>Ranunculus sceleratus</i>)	-	-	1	-	-
Vandnavle, frø (<i>Hydrocotyle vulgaris</i>)	-	-	-	1	-
Landplanter:					
Birk, frø (<i>Betula</i> sp.)	1	-	-	-	-
Løvefod, frø (<i>Alchemilla</i> sp.)	-	-	1	-	-
Trækul	23	1	-	-	-
Kvistfragmenter	-	-	-	1	3
Vedfragmenter	+	+	+	+	+
Barkfragmenter	+	+	+	+	+
Ferskvands mollusker:					
Alm. Sumpsnegl, operculum (<i>Bithynia tentaculata</i>)	+	+	-	+	-
<i>Pisidium</i> sp.	-	+	+	+	-
Skalfragmenter	+	+	+	+	-

Figur 6 viser udbredelse og tykkelse af tørv- og kalkgytje aflejringerne på baggrund af håndboringerne. Bilag 1b viser desuden kortplaner over håndborede dybder under terræn til (i) bund af tørv, (ii) top af kalkgytje, og (iii) top af sand. Den kalkrige tørv udgør den øverste jordbund oven på kalkgytjen. Tørven bliver tykkere mod syd (> 2,5m) og tykkelsen er ukendt under elle/aske-skoven sydøst for Skyllevandsrenden. Kalkgytjen er typisk op til 1m tyk, men med større tykkelser (> 1,5m) lokalt. Udbredelsen af tørv og kalkgytje syd øst for Skyllevandsrenden er ikke undersøgt og derfor angivet med spørgsmålstegn i Figur 6.



Figur 6 Udbredelse og tykkelse af tørv (venstre) og kalkgytje (højre). Konturlinjer viser tykkelser i cm. Områder angivet med "???" er forklaret i teksten.

6.2 Geofysik

De geofysiske data og lagfølgeoplysninger fra de nye hånd- og brøndboringer i Urup Dam (Figur 7a) er sammenstillet i det geologiske tolkningsprogram Geoscene 3D, så alle målinger kan relateres til hinanden med rette geografiske position. Figur 7b viser alle de væsentligste georadarlinjer, hvor det har været muligt at identificere en markant refleksion, som er tolket som overgangen mellem tørv/gytje og et underliggende sandlag. Hvor tørve- eller gytjelaget bliver mere end 2 m tykt, bliver georadarsignalet dæmpet så meget at det ikke er muligt kortlægge afgrænsningen af tørve- og gytjelagene. Alle profiler er gengivet i Bilag 3 og i Figur 8 er vist et eksempel på en vest-østgående profilinje, der er sammensat af DCIP profilinje 02 og georadarlinjerne 02 og 13.

Langs DCIP profilinje 02 viser borerne en fin korrelation med DCIP sektionerne og georadarprofilerne. Hvor der i borerne (ved profilkoordinat 58 m og 146 m i Figur 8) er beskrevet tørv, er der relativ høj chargeabilitet (gul og røde farver) sammenlignet med de øvrige aflejringer i søbasinet. Variationen i chargeability i de øverste lag kan nogle steder relateres til områder, hvor tørv er omsat til muld (profilkoordinat 145 m). I resistivitetssektionen har tørv en resistivitet på ca. 30 Ohmm (grøn farve). I georadarsektionen er tørv reflektiv og giver mest et kaotisk refleksionsmønster og enkelte diskontinuerte refleksioner. Grænsen mellem tørv og gytje giver i visse dele af profilet anledning til en refleksion, andre steder ses grænsen ved at gytjen overvejende er transparent.

Hvor der i borerne er beskrevet gytje ses der i resistivitetssektionen (Figur 8) en lav resistivitet på 15-25 Ohmm (lyseblå/blå farve) og meget lav chargeabilitet.

Det kan ses at niveauet fra den øvre flade del af bassinet med ca. 0,5 m tørve til den dybere del af tørve/gytje bassinet ændrer sig relativt hurtigt over 10–15 m (fx profilkoordinat 30–40 m i Figur 8). Søbassinets bund har en undulerende form, og omkring profilkoordinaterne 230–280 m på DCIP profillinje 02 når bassinet sin maksimale dybde på dette profil regnet som grænsen mellem kalkgytje og underliggende sand (med høj resistivitet) og beliggende i ca. 2.5 meters dybde under terræn (markeret med den grønne farve i overgangen fra lav resistivitet (blå/lyseblå farve) til høj resistivitet (gul til rød farve) i resistivitetssektionen i Figur 8). Det dybeste sted på denne profillinje er placeret lige øst for den vandførende grøft umiddelbart nord for elle-/askeskoven. Når man anvender samme tolkningsprincip for de to andre DCIP profiler vist i Bilag 3, kan man se at den maksimale dybde for grænsen mellem kalkgytjen og det underliggende sand ligger ca. 4.5 m under terræn, placeret i den sydligste del af DCIP03 profilet, som ender ved elle-/askeskoven lidt sydøst for skovkantens nordlige hjørne.

DCIP sektionerne indikerer hvilke aflejringer, der findes under søbassinets. Hvor der er høj elektrisk modstand og meget lav chargeability formodes aflejringerne at være lerfrit sand, og hvor chargeability er relativ høj, er det aflejringer med et vist lerindhold (Slater & Lesmes 2002), enten moræner eller smeltevandssand med tynde lerlag. Det kan ses at der under dele af søbassinets er "kanalformede" sandaflejringer.

Erfaringerne med anvendelse af de to geofysiske metoder i Urup Dam kan opsummeres som følger.

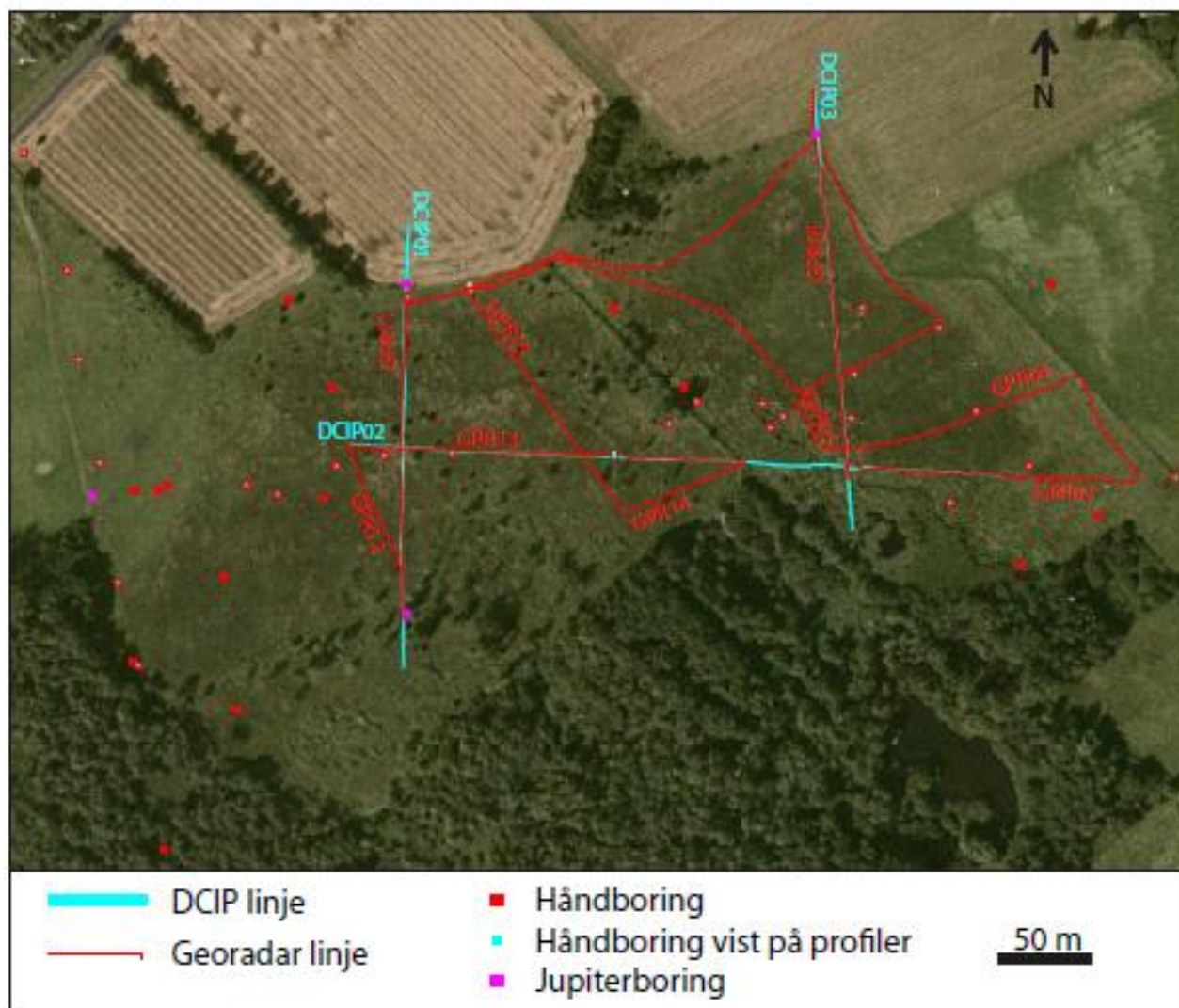
DCIP metoden:

- Hvor der er tørve, er der et kraftigt IP-signal og relativ lav resistivitet omkring 30 Ohmm. Denne sammenhæng er også eftervist af Slater & Reeve (2002) og Kettridge med flere (2008). Variationen i styrken af IP-signalet kan sandsynligvis relateres til hvor omsat tørv er (Kettridge med flere 2008).
- Kalkgytjen har lav resistivitet, omkring 15–25 Ohmm. Det er tilsyneladende muligt at kortlægge bunden af kalkgytjen til stor dybde (mindst 4.5m). Dette er imidlertid ikke verificeret med håndboring.
- Resistivitet og chargeabilitets parametrene giver sammen en indikation af, om det underliggende sediment er moræner eller sand.

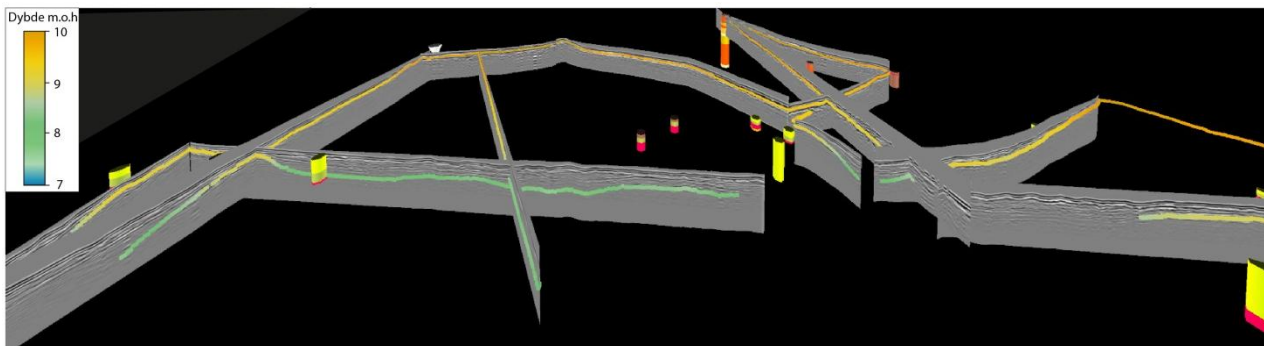
Georadar metoden:

- Når bassinet af tørve og gytje ikke er for dybt (< 1.5 – 2 m), så beskrives form og til dels tykkelse af tørve/gytje-aflejringerne i to lag.
- Når bassinet af tørve og gytje er dybt (> 1.5 – 2 m), så kan grænsen mellem tørve og gytje stadig følges men bunden af gytjelaget kan ikke følges, da signalet bliver dæmpet inden.
- Fladen "bund kalkgytje" eller "top sand" er en god reflektor.

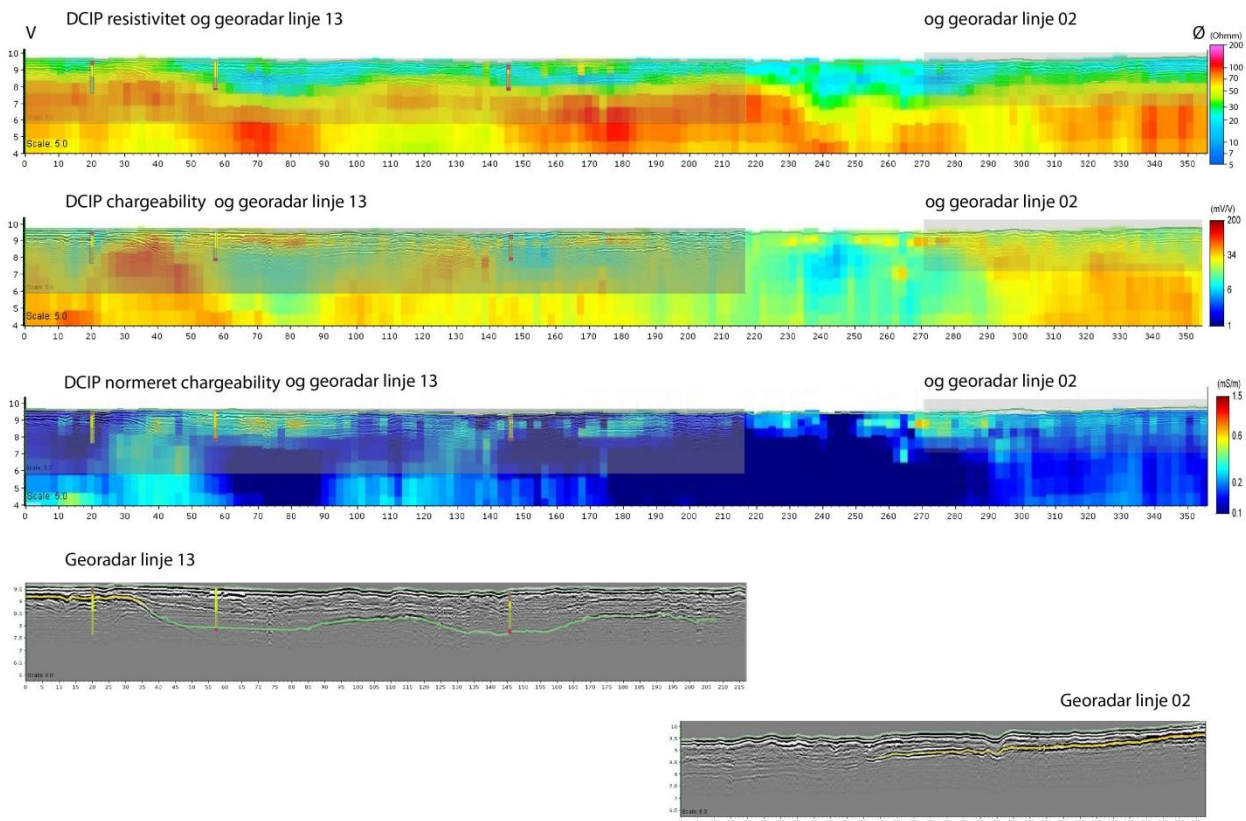
DCIP resultaterne understøtter georadardataene. Det kan være vanskeligt at tolke georadar-dataene uden enkelte DCIP profiler og boringer at støtte tolkning til.



Figur 7a. Lokalisering af DCIP profiler og georadarlinjer i området vist sammen med boringerne.



Figur 7b. Sammenstilling af de opmålte georadarprofiler samt hånd- og brøndboringer i Geoscene 3D. Langt de fleste georadarprofiler er vist i dette 3D diagram. Området er set fra syd. Man ser direkte ind på georadarlinjerne 13 og 02 i forgrunden af diagrammet. I baggrunden (midt for) ser man boring GNOI2 (DGU nr. 146.3147). Den orange-gul-grønne streg markerer en dybderelateret farvekodning angivet i meter over havet (m.o.h.) af en markant refleksion, der tolkes som bunden af tørve- og kalkgytje bassinet. Bagerst i diagrammet ved tørvebassinets nordlige kant op mod morænelandskabet er terrænoverfladen beliggende i ca. 10.5 m.o.h og de centrale dele af tørve- og kalkgytje bassinet er terrænoverfladen beliggende i ca. 9.5 m.o.h. Terrænoverfladen indikeres også på georadarprofilerne, som det sted der første gang oppefra kommer en refleksion markeret med sort/hvid farve på det grå panel. Alle georadarsektioner har en højde på 4 m. Boringernes farvekode følger DGU-standard, på nær for tørv, som er lys gulgrøn for at denne kan adskilles fra kalkgytjen. Brun er muld, lys gulgrøn er tørv, lysegrøn er kalkgytje, rød er sand, orange er smelte-vandssand. For lokalisering, se Figur 7a.



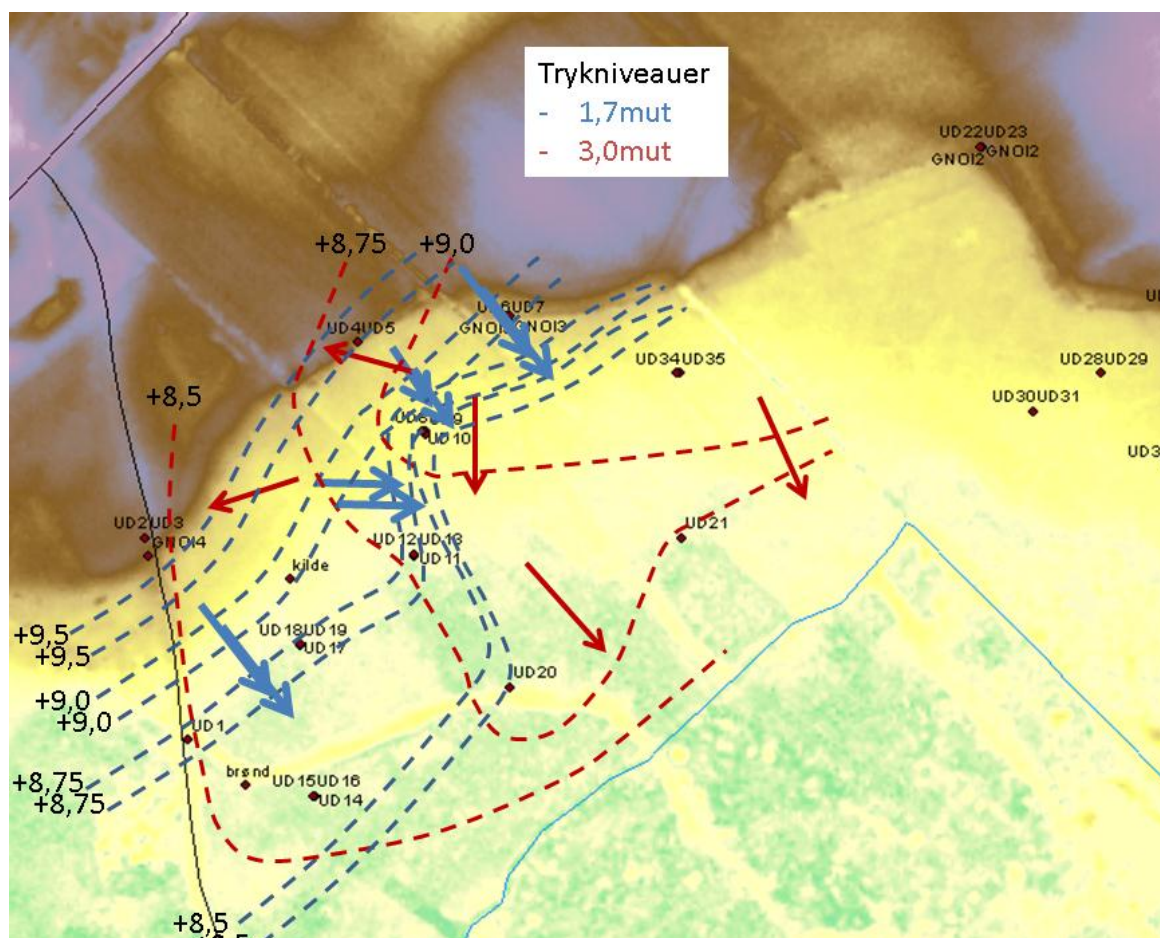
Figur 8. Eksempel på geofysiske profiler langs de Ø-V-gående georadarlinjer 02 og 13 forrest i Figur 7b sammenstillet med DCIP profil 02. Fra oven og ned vises resistivitetssektionen, chargeability-sektionen og den normaliserede chargeability-sektion (chargeability/resistivitet). Georadarlinjerne 02 (0-85 m) og 13 vises dels lagt oven på DCIP sektionerne, dels alene. DCIP-sektionerne med georadar-sektioner er overhøjet 5 gange, mens georadar-sektionerne nederst er overhøjet 8 gange. Georadarprofil linje 02 er nederst forskudt 75 m mod V (til venstre) i forhold til den rigtige geografiske placering i forhold til DCIP profilet. Profilerne vises også i en større størrelse i Bilag 3.

6.3 Hydrologiske forhold

6.3.1 Grundvandets strømning under Urup Dam

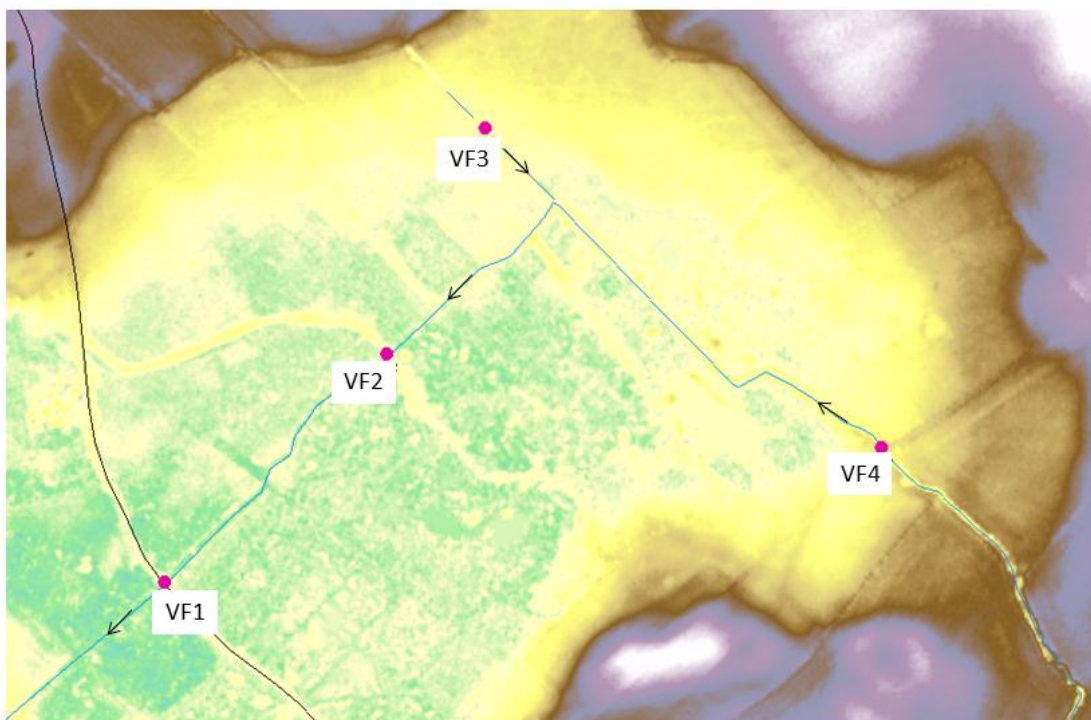
Grundvandspotentialet blev målt i henholdsvis 1,5-1,7 m og 3 m u.t. Først i den vestlige del af området, mens østsiden af Urup dam efterfølgende er pejlet i forbindelse med de supplerende undersøgelser. Trykniveauerne i de to dybder er vist i Figur 9 for pejlerunden i august 2013, der kun omfatter vandstands-rørene i vestdelen af området. Grundvandets strømningsretning er i mod S-SØ i de øvre 1,5-1,7 m u.t.. I 3 m u.t. er strømningsretningen den samme (S-SØ) syd for URUP2 boringen, mens det har en mere vestlig retning i den vestligste del af området. Den hydrauliske gradient er generelt opadrettet (trykvand), hvilket er en absolut betingelse for at naturtypen rigkær kan eksistere. Trykniveauet i 1,5-1,7 m u.t. i august pejlerunden skærer terræn i området nær bassin-kilden. I begyndelsen af den våde sæson (slut oktober 2013) skærer trykniveauet i 1,5-1,7 m

u.t. nær URUP 2 vandstands-rørene med oversvømmelser på jordoverfladen til følge. Arealet med opadrettede gradient er betydelig større end i den tørre periode.

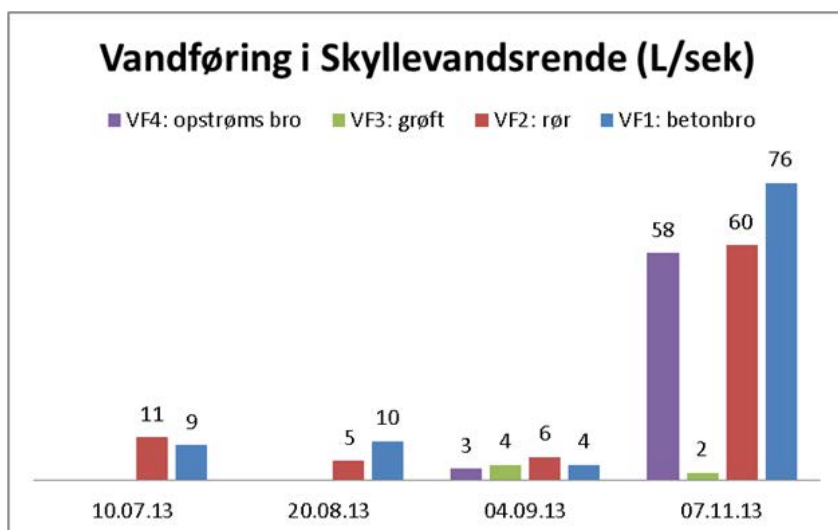


Figur 9. Grundvandspotentialet den 20. august 2013 i 1,5-1,7 og 3 m u.t. under terrænet i Urup Dam. Bemærk, at vandstands-rørene øst for UD34/35 først blev etableret september 2013. Pilene viser strømningsretningen i hhv. ca. 1,7 meters dybde (blå) og i 3 meters dybde (rød).

Synkronmålinger af vandføringen er blevet udført 3 forskellige steder i Skyllevandsrenden og ét sted i den lille vandfyldte grøft 4 steder (Figur 10) 4 gange i perioden juli til november 2013 (Figur 11). I den tørre periode frem til før slutningen af oktober er vandføringen i Skyllevandsrenden konstant mellem ca. 5 og 10 L/sek. Vandføringen i den lille grøft (VF3) er målt to gange i perioden til værdier mellem 2 og 4 L/sek og viser, måske lidt overraskende, ingen forskel mellem tør (september) og våd (november) periode, hvis denne vandføring skal repræsentere drænastrømning fra arealerne nord for habitatområdet. Til gengæld er der i den våde periode målt en tilvækst i vandføringen fra VF2 til VF1 på 16-18 L/sek, svarende til en stigning på 25 %. Samtidig er vandføringen fra det opstrøms VF4 + vandføringen fra den lille grøft identisk med vandføringen målt i VF2 på ca. 60 L/sek. Noget tyder altså på, at der ingen eller meget lille kontakt er mellem grundvandzonen og Skyllevandsrenden i Urup Dams østlige del. Til gengæld ser der ud til at være en ganske god kontakt mellem grundvandzonen og vandløbet på den sidste strækning mellem VF2 og VF1 i den våde periode.



Figur 10. Vandføring målt i Skyllevandsrenden nedstrøms mosen (VF1), hvor vej over mosen krydser vandløbet (ved to betonrør) (VF2), i lille vandfyldt grøft (VF3) fra tilstødende mark nord for Urup Dam, der påtænkes naturgenoprettet, og ved indløb til Urup dam (VF4). Pile viser strømningsretning i grøft og vandløb.

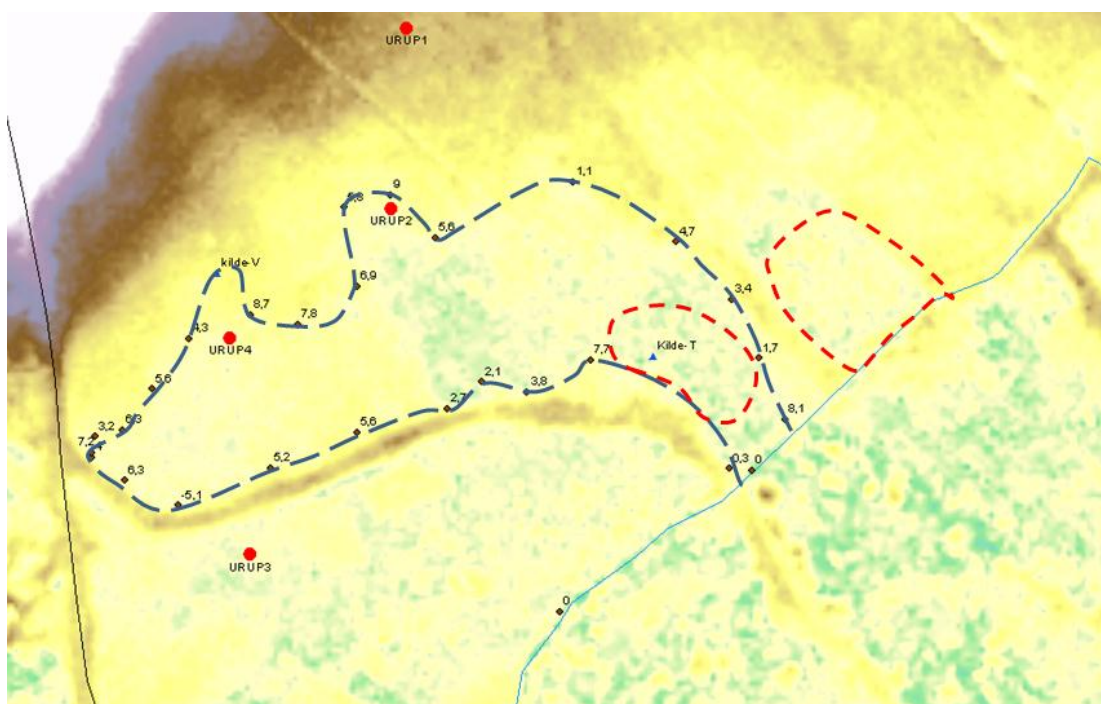


Figur 11. Vandføringsmålinger ved de fire målestationer i perioden juni til november 2013.

6.3.2 Oversvømmelser i den våde sæson

Kanten af oversvømmelsesområdet er blevet indmålt i et delområde af Urup Dam den 27. november 2013 med det formål at få lidt bedre indsigt i, hvad der forårsager de længerevarende oversvømmelser i vinterhalvåret. Det valgte delområde er vist i figur 12 og afgrænses mod syd af vejen gennem mosen. Vejen er bygget af fyldmaterialer fra blandt andet byggeaffald. Det vides ikke, om tørven er fjernet under vejen. Nivellementerne viser, at vandoverfladen ved det våde områdes kant ligger højere end vandstanden i åen den pågældende dag, hvor oversvømmelsen blev opmålt. Den højere vandstand i det oversvømmede område i forhold til åen kan forklares med udsivning af grundvand. Det kan ikke udelukkes, at vejen i nogen grad fungerer som dæmning for oversvømmede areal.

Figur 12 viser kanten af de oversvømmede arealer i den tørre periode midt på sommeren (juli 2013), hvor bassin-kilden (benævnt Kilde-T) stadig er vandfyldt samt i området øst herfor, der heller ikke tørrer helt ud midt på sommeren.



Figur 12 Kanten af oversvømmede arealer i tør periode (juli 2013, rød stiptet linje) samt i våd periode (27. november 2013, blå stiptet linje). De viste arealer udgør det samlede våde areal i den tørre periode, mens det viste areal i den våde periode kun er et delareal. Vandstanden i hver enkelt GPS målepunkt langs oversvømmelseskanten er angivet i cm i forhold til vandløbet, hvor vandstanden er sat til et relativt nul niveau i forhold til de øvrige GPS målinger samme dag.

6.3.3 Vandbalance betragtninger

Der er lavet en overslagsberegning af hvor stor en vandmængde, der kan tænkes at strømme ud på overfladen af vådområdet fra grundvandszonen og efterfølgende sive til Skyllevandsrenden på overfladen af tørven eller umiddelbart under, hvor de hydrauliske ledningsevneforhold antages at være gunstige for vandgennemstrømningen. Det opmålte oversvømmede areal pr 27. nov. 2013 udgør ca. 7.500m². Den udstrømmende vandmængde kan beregnes som Darcy fluxen (q), hvor $q = K \cdot i$ (K = horisontal hydraulisk ledningsevne og i = vertikal hydrauliske gradient). Hydraulisk ledningsevne af tørven ved URUP2 vandstandsørret er ved slug test bestemt til 5,7 m/dag og den hydrauliske gradient er bestemt til 0,05-0,1 m/m samme sted. Med baggrund i disse tal kan den samlede vandmængde beregnes til 0,3-0,6 m/dag * 7500 m² giver i størrelsesordenen 2.250-4.500 m³/dag. Al erfaring med bestemmelse af hydraulisk ledningsevne i organiske sedimenter i vådområder viser, at K værdien let kan variere med en faktor 10 eller mere, og tilsvarende forventes den hydrauliske gradient at kunne variere med en faktor 2-3 på tværs af udstrømningsarealet. Dette betyder, at beregningen af mængden af udstrømmende grundvand til det aktuelle areal kan variere betydeligt. Det vil kræve flere feltmålinger for at kunne blive mere præcist.

Tilvæksten i vandføring mellem VF2 og VF1 er den 7.11.2013 (Figur 11) målt til 16-18 liter/s, svarende til 1400-1600 m³/dag. Tilvæksten af vandføring på den relativt korte delstrækning af Skyllevandsrenden kan meget sandsynligt alene forklares ved den øgede mængde af grundvand, der strømmer til mosen når den våde sæson starter i efteråret.

6.3.4 Relation mellem udbredelse af mygblomst, oversvømmelser og jordbund

Naturstyrelsen har i en årrække fulgt udbredelsen af mygblomst i Urup Dam. Figur 13 viser optællingsresultaterne fra de årlige optællinger i perioden 2002-2006 og 2011-2012 og angiver således udviklingen i artens udbredelse i området.



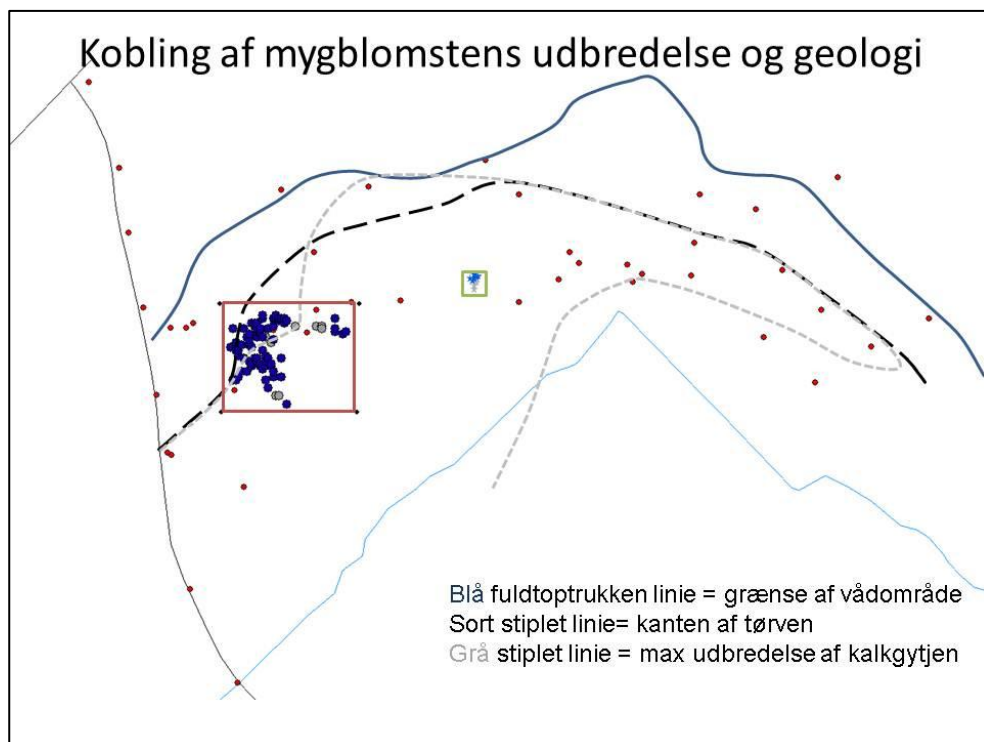
Figur 13. Årlige optællinger af mygblomst i perioden 2002-2006 og 2011-12. Hver polygon viser den maksimale mygblomst udbredelse i 2002-2006 (venstre) og 2011-2012 (højre). De røde prikker angiver placeringen af vandstandsørrene URUP1-4.

I det 100 x 80 m store NOVANA-prøvefelt 32 er yderligere blevet optalt mygblomst i 2x2m felter indenfor prøvefelt 32, som vist i Figur 14 (rød ramme). Samtidig er der foretaget en optælling i et noget mindre areal vist med grøn ramme. Optællingen er foretaget 5. september i 2007 og 1-2.

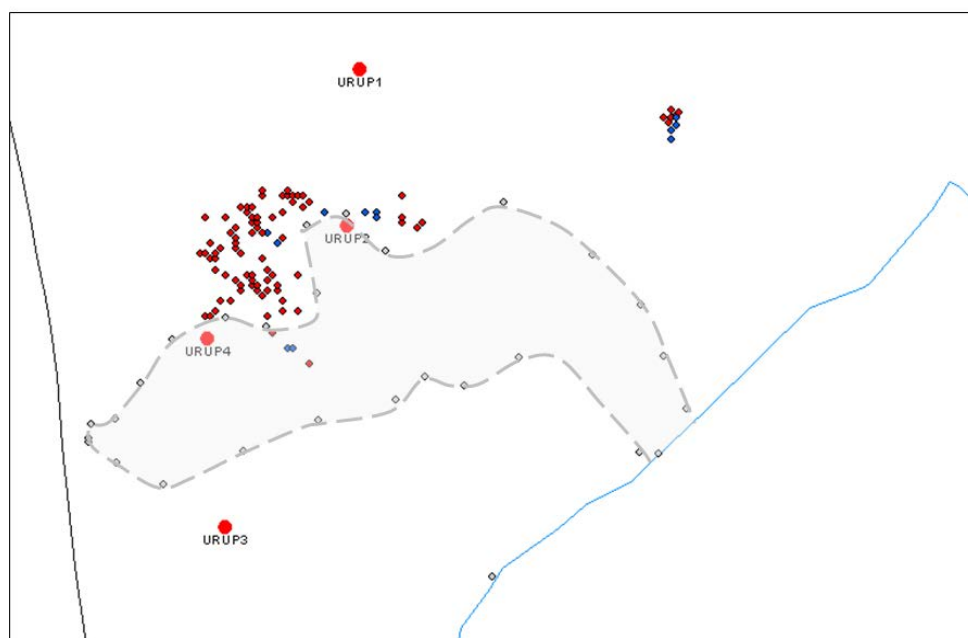
august 2012. Det betyder, at der i 2007 har været en måned ekstra, hvor kreaturer og snegle har kunnet æde planten. De 2 optællinger er derfor ikke helt sammenlignelige.

Kortlægningen af den kalkrige jordbund af tørv og kalkgytje viser, at der med overvejende sandsynlighed er sammenhæng mellem de kalkrige sedimenter og udbredelse af mygblomst (Figur 14). Sammenfaldet understøtter vores viden om, at mygblomst i kraft af sin specielle tilpasning til meget næringsfattige, våde og kalkrige kær har en forkærlighed for områder, hvor kalkrigt grundvand og eventuelt tillige kalkrige tørvelag begrænser tilgængeligheden af makronæringsstoffer (særligt fosfat). Sammenfaldet mellem mygblomstens udbredelse og de helt specifikke arealer, hvor oversvømmelsens våde kant står, tolker vi som en indikation på at mygblomsten ikke trives med stagnerende vandstand i vækstsæsonen (Figur 15). 2013 var et usædvanligt tørt år, og der er grund til at tro, at det registrerede oversvømmede område i sommerperioden vil være væsentligt større i et vådt år. Oversvømmelsen er observeret i det sene efterår 2013, men hydraulikken i systemet vil reagere præcist på samme måde en våd sommer, hvor området oversvømmes som eksempelvis observeret i den usædvanlig våde sommer i 2011 (se Figur 30).

Sammenfaldet mellem udbredelsen af mygblomst og den hydrologisk kortlægning tyder på, at det nuværende hovedudbredelse af mygblomst kan afgrænses til arealet mellem kanten af de grundvandspåvirkede lag af tørv og kalkgytje på den ene side og kanten af det potentielt oversvømmede areal på den anden. De store oversvømmelser i sommeren 2011 og 2012 har dog tilsyneladende forrykket artens udbredelse længere mod nordvest (se figur 13).



Figur 14. Relation mellem mygblomst forekomst med geologi. NOVANA-prøvefelt 32 (rød ramme) og mindre tællefelt (grøn ramme) er begge optalt i hhv. primo august 2007 og primo september 2012.



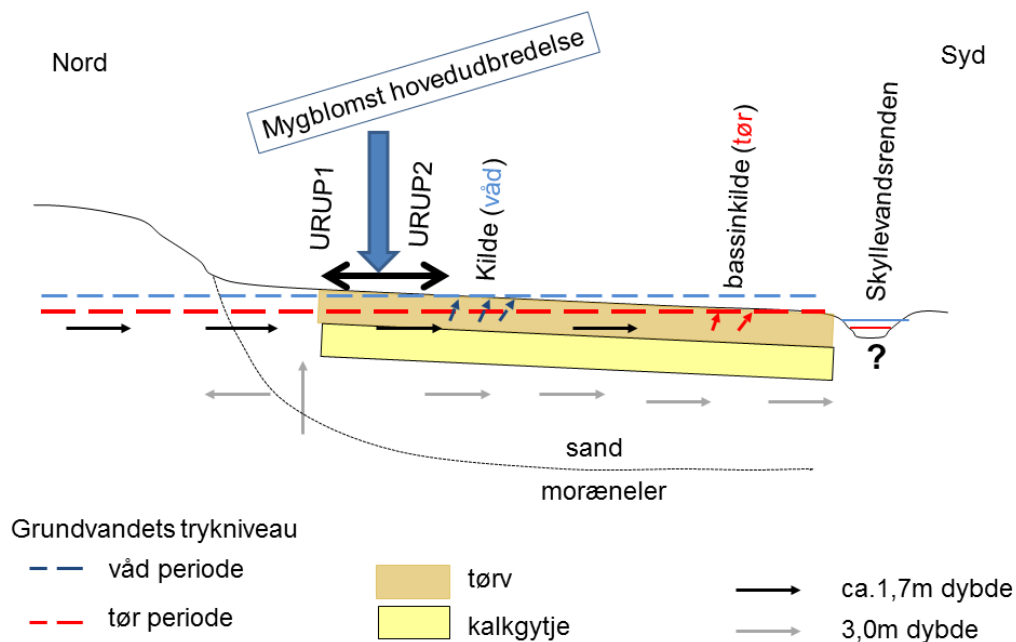
Figur 15. Relation mellem mygblomst forekomst og oversvømmelse i våd periode. Blå mærker er optælling af mygblomst 1-2. august 2007 og røde mærker 5. september 2012. Grå mærker angiver GPS målinger af oversvømmelsens kant 27. november 2013. De røde cirkler angiver NOVANA vandstands-rørerne URUP 1-4 i området.

6.3.5 Konceptuel økohydrologisk forståelses model

Figur 16 viser en konceptuel forståelsesmodel, som bygger på nedenstående:

- Et nord-syd gående tværsnit langs en strømningslinje der går gennem området ved URUP 1 og 2 vandstandsruerne gennem den permanente bassin-kilde og til Skillevandsrenden. Der er skitseret et lag med tørv (brunt) over kalkgytje (gult) over et sandlag. Den mere præcise beliggenhed af kontakten mellem sandlaget og de overliggende tørv/gytje aflejringer er baseret på håndboringer og geofysiske målinger.
- Strømningsretninger i 3 m (grå pile) og i ca. 1,7m dybde (sorte linjer) er indtegnet
- Grundvandets trykniveau i en tør (røde stiplede linje) og våd (blå stiplede linje) er vist. Bemærk, at trykniveauet over terræn i den våde situation flere steder er højere end vandoverfladen af det oversvømmende område.
- Udstrømningen af grundvand i vådområdet i den tørre periode sker i området ved den grundvandsfødte bassin-kilde. I den våde periode antages det, at en væsentlig del af grundvandet strømmer ud på mosens overflade langs kanten af det oversvømmede areal, der er blevet indmålt med differential GPS 27. nov. 2013 og viser, at vandstanden i det oversvømmede areal står 5 ± 3 cm højere end vandstanden i åen (Figur 12). Dette indikerer at oversvømmelsen kan forklares med udstrømning af grundvand lige så snart trykniveauet bliver højere end mosens overflade. Oversvømmelsen er observeret i det sene efterår 2013, men hydraulikken i systemet formodes at ville fungere præcist på samme måde en (særlig) våd sommer (fx 2011), hvor området oversvømmes som eksempelvis observeret i sommeren 2011. Den våde situation er helt analog til strømningsmønsteret til en sø, hvor en væsentlig del af indstrømningen sker langs søens kanter (Kidmose med flere., 2011).
- Vandstanden i vandløbet er således vist med et vandspejl lavere end mosens overflade. Det kan selvfølgelig ikke udelukkes at de helt å-nære arealer periodevis også oversvømmes af åen under særlig nedbørsrige somre, hvor vandføringen kan være nedsat som følge af stor grødevækst.
- Mygblomst har tilsyneladende sit hovedudbredelsesområde fra på den ene side kanten af den kalkrige jordbund af tørve/kalkgytje til den anden side, kanten af den grundvandsbetingede oversvømmelse i den våde periode. Det skal bemærkes, at rigkærnatur mange steder i Danmark også optræder på kalkrig minerogen jord.

økohydrologisk forståelsesmodel (tilgroet sø/mose)



Figur 16. Konceptuel økohydrologisk model for hovedudbredelse af mygdike ved Urup Dam langs et nord-syd gående profil. Det skal bemærkes at spørgsmålstegnet under Skyllevandsrenden er angivet, da kontakten mellem grundvandszonen og Skyllevandsrenden ikke er undersøgt nærmere i nærværende undersøgelse.

6.4. Vandkemiske forhold

Grundvandets kemiske sammensætning i de udtagne vandprøver viser, at der ikke tilføres nitrat fra det landbrugspåvirkede opland til naturområdet. Grundvandsprøverne i hele området er kalkfældende, hvilket betyder, at når grundvandet oversvømmer området, kan det forventes, at der afsættes kalk i de øvre jordlag i forbindelse med trykafkastning og kontakt med atmosfæren. Endelig ses der i den vestlige del af området mange indtag med en betydelig ionbytning, hvilket kun optræder, hvis grundvandet undervejs har passeret marine aflejringer eller andre saltvandpåvirkede lag. Dette underbygger den økohydrologiske model, med udstrømning af grundvand i naturområdet. I yderste konsekvens kan dette grundvand have været i kontakt med de underlæggende kalklag, hvor opferskningen endnu ikke er tilendebragt, se 6.4.2. (Mielby og Sandersen, 2005)

6.4.1 Næringsstoffer og redoxforhold

Samtlige grundvandsprøver er reducerede og nitratfri ($< 1\text{ mg/l}$). Der er også et lavt indhold af orthofosfat i alle prøver, hvoraf langt hovedparten har et indhold under detektionsgrænsen ($< 0,02\text{ mg/l}$ eller $< 0,007\text{ mg/l}$). Kun i en enkelt boring (A2: 1,83 m u.t.) er der et særdeles højt orthofosfat

indhold på 2,75 mg/l. Der er intet i de nærliggende håndboringer eller andet, der peger på en forklaring af denne undtagelse. Det lave fosforindhold er forventeligt i kalkfældende grundvand, idet fosfat bindes til kalken.

Næringsstofindholdet i den enkelte prøve, der er udtaget i Skyllevandsrenden, er også lavt, idet nitratinholdet er <1 mg/l, hvilket også peger på, at en betydelig del af vandløbets vand stammer fra reduceret grundvand.

Samlet set er der ikke nogen næringsstofpåvirkning af naturområdet, der kan tilskrives grundvandet.

Der er ikke med sikkerhed fundet ilt i nogen af feltanalyserne. Spor af ilt skyldes prøvetagningsomstændighederne, med lave flow og manglende indstilling af ligevægt ved elektroden. Kun indholdet af sulfat kan anvendes til at skelne mellem forskelle i oxidationsniveau for grundvandet. En meget betydelig del af prøverne indeholder mere end 40-50 mg/l sulfat. Dette er det højeste sulfatinhold, man kan forvente, når ikke grundvandet er tilført yderligere sulfat efter grundvandsdannelsen.

De ekstra sulfatbidrag i grundvandet kan i første række stamme fra reduktion af nitrat fra det omliggende landbrug, idet der ved nitratreduktion med sulfider, fx pyrit, dannes ca. 1 mg/l sulfat hver gang 1 mg/l nitrat reduceres. Derudover kan der dannes sulfat, hvis atmosfærisk ilt oxiderer pyrit, når grundvandsspejlet i den tørre periode falder i de reducerede sedimenter i mosen.

Det er ikke muligt i dette regi at afgøre, om der er et svovlkredsløb i mosen, hvor der finder sulfatreduktions sted under udfældning af sulfider (pyrit) om vinteren, når grundvandsstanden er høj, og disse sulfider igen oxideres, når vandspejlet falder igen om sommeren og luftens ilt kan oxidere sulfider i en zone der svinger mellem at ligge over og under grundvandsspejlet.

På den anden side vil der i de dybeste indtag i 3 m u.t., være vandmættede forhold hele tiden, og da der samtidig er en opadrettet gradient, må sulfat i grundvandet i disse indtag stamme opstrøms fra, hvor det mest sandsynligt er dannet i forbindelse med reduktion af nitrat.

De højeste sulfatinhold ses i randen af naturområdet (Figur 17) tættest på de dyrkede arealer. Nogle indtag har et meget lavt indhold af sulfat, hvilket tolkes som, at der har været en meget lang opholdstid i grundvandet, eller at vandet har en relativ lang opholdstid i tørvelagene, hvor det høje indhold af organisk stof giver anledning til sulfatreduktion med højere rater end i almindeligt grundvand.



Figur 17. Sulfat i grundvandet med fra hhv. 1,75 meter under terræn (små cirkler) og 3 meter under terræn (store cirkler).

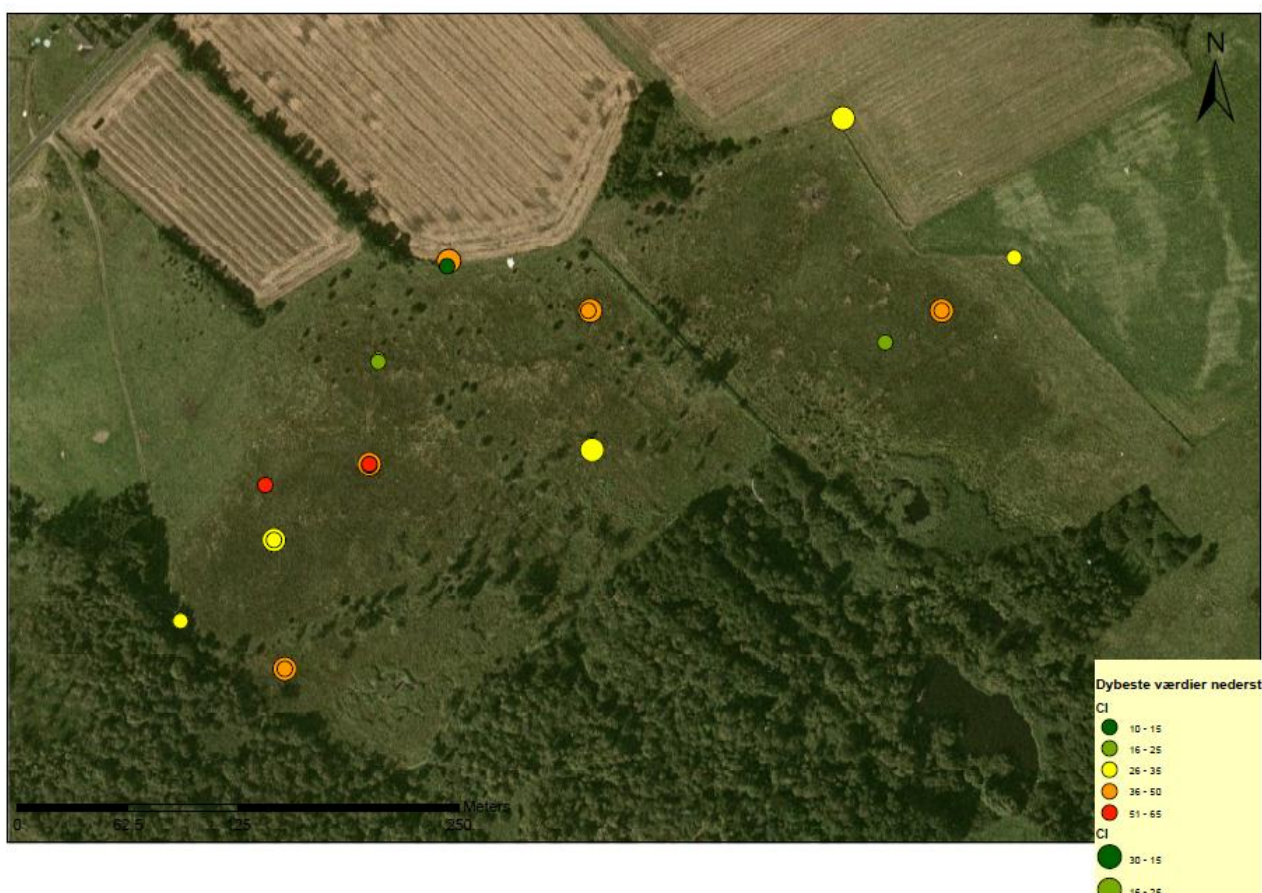
6.4.2 Salt og Ionbytning

Indholdet af klorid i grundvandet ligger inden for de almindeligt forekommende værdier med en medianværdi på 35 mg/l. Indholdet af natrium er let forhøjet med en medianværdi på 53 mg/l. Dette viser, at der er en markant ionbyttet vandkvalitet, idet molforholdet mellem Na og Cl ligger over 2 i langt de fleste indtag. Ionbytningen er defineret som den molære koncentration af Na/molære koncentration af klorid, og denne værdi ligger tæt på 1 når grundvandets saltindhold (NaCl) er i ligevægt med sedimenterne. Figurene 18-20 viser den geografiske fordeling af klorid, natrium og ionbytningen. Det markant ionbyttede vand viser med al tydelighed, at der ikke er overfladevand eller helt nydannet grundvand i i prøverne, men at der i stedet er tale om grundvand, der har været i kontakt med marine aflejringer eller aflejringer, hvor der tidligere har været saltvand. Når sådanne aflejringer gennemskyldes af ferskere vandtyper vil der under opferskningen af sedimenterne ske en ionbytning af grundvandet, således det forarmes med calcium og magnesium, og beriges med natrium og kalium.

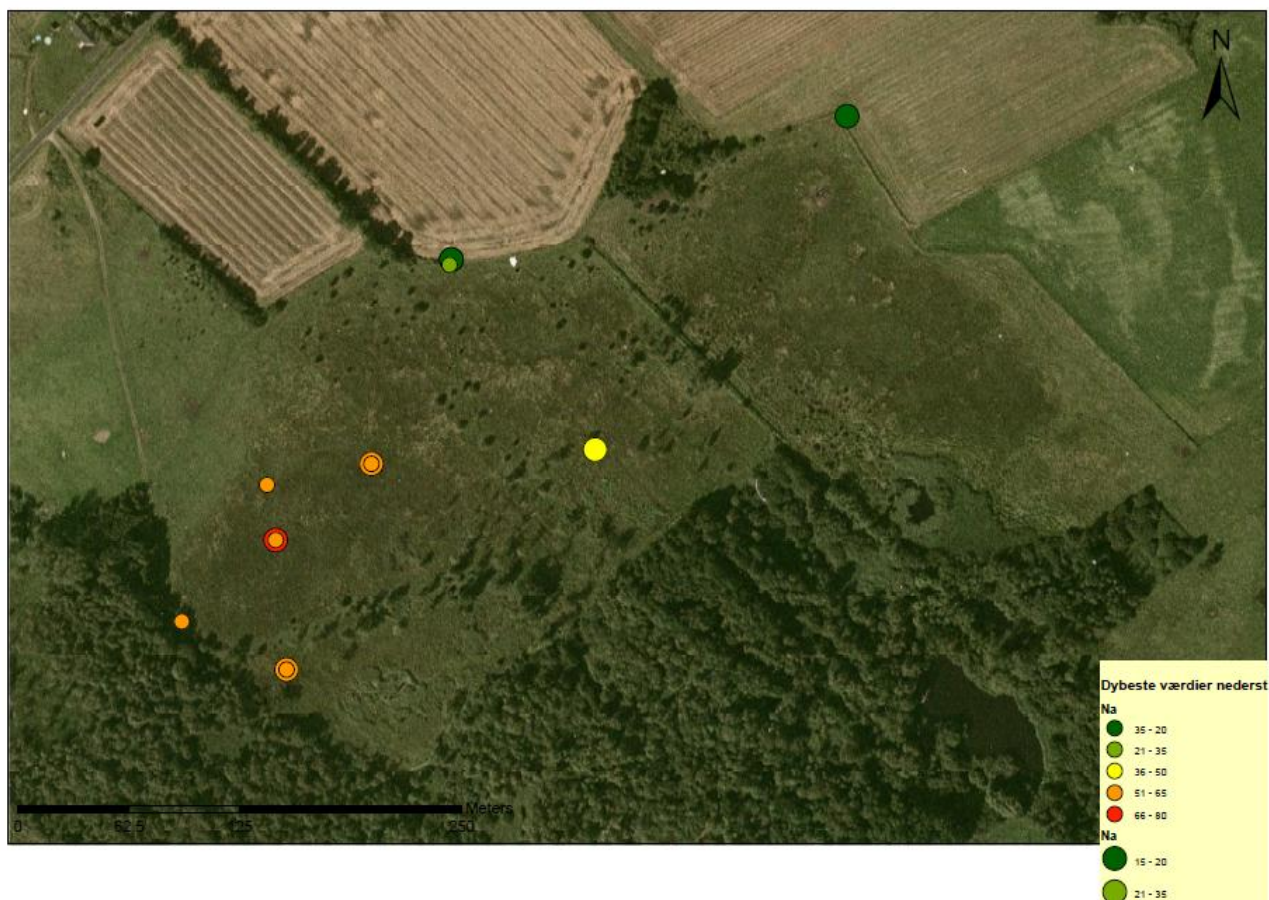
Figur 20 viser den geografiske fordeling af ionbytningsindexet. Det fremgår, at ionbytningen er størst netop midt i området, hvor der er opadrettet gradient, mens der i kanten af naturområdet er mere normale ionbytningsindexer omkring 1.

Dette understøttes også af Figur 21, der viser at ionbytningsgraden stiger med faldende sulfatindhold. Sulfat kan være en ganske udmærket aldersindikator (Thorling, 1994). Figur 21 kan derfor fortolkes således at, ionbytningsgraden stiger med stigende opholdstid, idet sulfatindholdet falder med opholdstiden i takt med, at den relativt langsomme sulfatreduktion skrider fremad. Det er grundvand med de længste opholdstider, der har den største andel af påvirkning fra sedimenter, der endnu ikke er helt opfersket. Dette er i overensstemmelse med, at man kan forvente, at sedimenter, hvor grundvandet har en kort opholdstid, er skyllet igennem så mange gange af ferskere vand, at der er opnået ligevægt mellem kationerne på sedimenterne og i grundvandet.

Det samlede billede af at der udstrømning af saltvandspåvirket grundvand, med bidrag fra dybe magasiner er helt i overensstemmelse med den konceptuelle hydrogeologiske model, der er opstillet i Mielby og Sandersen, 2005. Hvor den øvre grundvandscirkulation bliver opblandet med mindre bidrag fra dybtliggende kalklag.



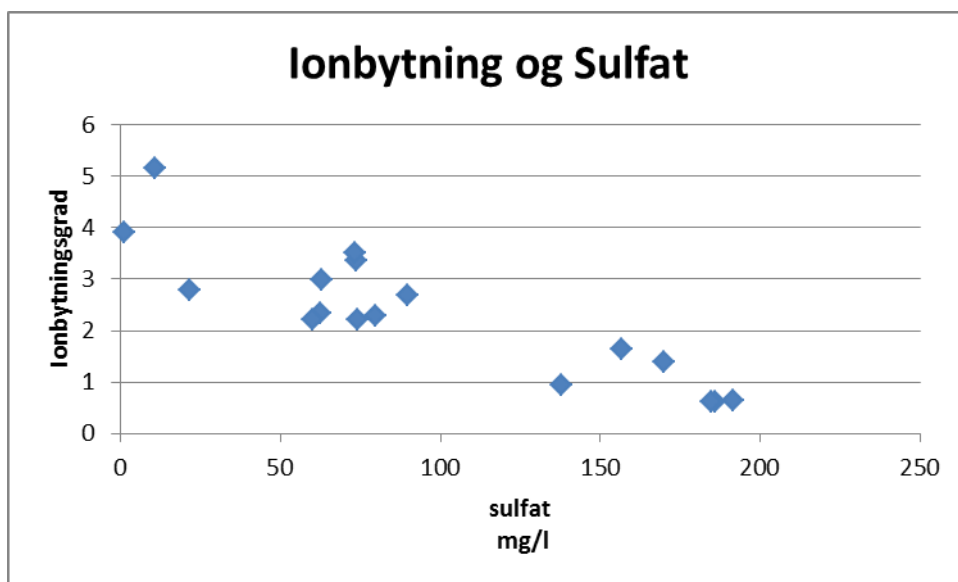
Figur 18. Klorid i grundvand, bemærk prøverne stammer fra både 1,75meter under terræn (små cirkler) og 3 meter under terræn (store cirkler).



Figur 19. Natrium i grundvand, bemærk prøverne stammer fra både 1,75 meter under terræn (små cirkler) og 3 meter under terræn (store cirkler).



Figur 20. Ionbytning i grundvand, bemærk prøverne stammer fra både 1,75 meter under terræn (små cirkler) og 3 meter under terræn (store cirkler).



Figur 21. Ionbytningen udviser en vis sammenhæng med sulfatindholdet, således de højeste sulfatindhold har den laveste ionbytningsgrad, mens kun det mest sulfatreducerede grundvand har den højeste ionbytningsgrad.

6.4.3 Karbonatsystemet

I en meget betydelig del af prøverne er der iagttaget afgang med kraftig bobledannelse og udfældning af hvidt svæv/bundfald umiddelbart efter prøvetagningen. Samtidig var der under måling af pH problemer med stigende pH under prøvetagningen af flere filtre. I et enkelt tilfælde var afgangningen særligt voldsom og pH blev målt til over 10. Dette fortolkes således, at den iagttagede afgang er frigivelse af CO_2 . Dette vil nemlig forårsage såvel en pH stigning som udfældning af kalk. Udfældning af kalk og afgang CO_2 gør analyserne for alle dele af karbonatsystemet usikre, og der var ikke på forhånd taget højde for denne situation, da fokus oprindeligt lå på at måle næringsstoffer.

Da kalktilførsel til systemet er vigtig for opretholdelse af naturtypen, er det relevant at foretage en særskilt undersøgelse heraf. Dette forudsætter dog, at hydrogenkarbonat kan analyseres straks i felten, og at det kan lykkes, at filtrere prøverne til analyse for Ca og Mg før kalk fælder ud.

Den kraftige afgang finder ikke kun sted ved prøvetagningen. Det kan også forventes, at alt udstrømmende grundvand vil kunne danne kildekalk (fx i kalkgytjen) eller medvirke til at opretholde et neutralt pH i de ellers potentielt sure tørvelag, hvor der i dette tilfælde er fundet et kalkindhold omkring 20 vægt-% (Tabel 1). Dette sker idet grundvand er overmættet med CO_2 i forhold til atmosfæren og når grundvandet trykafastes og kommer i kontakt med atmosfæren vil søge mod et ligevægtspartialtryk for CO_2 , der svarer til atmosfærens indhold af CO_2 .

En overslagsberegning af hvor meget kalk der tilføres området kan beregnes. I afsnit 6.3.3 angives den daglige flux af vand fra grundvandet at være 2250-4500 m^3/dag . Antages der 100 dage med grundvandstilstrømning af denne størrelse, 1.000 m^3 , og en kalkudfældning på ca. 100 mg/l, vil 10 ton kalk afsættes i området om året. Dette er fordelt jævnt over hele området ca. 1,2 kg/m^2 .

Forudsætninger på gæt af kalkdannelse.

Molmassen af kalk CaCO_3 er $40+12+3\cdot 16=100\text{g}/\text{mol}$.

En beregning af indholdet af hydrogenkarbonat i prøverne (ud fra antagelse om ionligevægt) viser der ca. 250-450 mg/l i prøverne.

Partialtrykket af kuldioxid er typisk 10 gange større i grundvand end i atmosfæren. Beregninger kræver anvendelse af en model, da pH ændre under afgang, men en afgang på 60 mg/l er ikke urimelig, hvilket vil udfælde 40 mg Ca i alt 100 mg/l kalk.

Da arealet med opadrettet gradient variere over året er der ved et konservativt skøn afsat 100 dage med opadrettetgradient i hele området.

Tilsvarende konservativt og for at understrege det skønsmæssige i beregningen er grundvandsfluxen sat til 1000 m^3/dag .

Sammenfattende er afsætningen i størrelsesorden $\text{kg}/\text{m}^2/\text{år}$ og ikke ton eller mg pr. m^2 pr år.

Grundvandet sikrer således en vedvarende tilførsel af en stor pulje af plantetilgængelige Ca og Mg ioner for de kalkelskende plantesamfund.

Det skal endelig bemærkes, at også denitrifikation kan give anledning til produktion af frit kvælstof, der også kan give anledning til afgasning i vandprøver. Dette kan specielt forventes i prøver med høj sulfat, hvor vi har relativt ungt landbrugspåvirket grundvand.

6.4.4 Særlige bemærkelsesværdige vandkvaliteter.

I et indtag, nemlig URUP 4, 3 m u.t. blev den mest ekstreme vandkvalitet iagttaget. Sulfatindholdet var på blot 1 mg/l, og samtidig var prøven stærkt ionbyttet med 80 mg/l Na og blot 4 mg/l Ca. pH blev målt til 10,6, hvilket naturligvis ikke er et udtryk for pH i grundvandet, men et udtryk for grundvandets tendens til at ville afgive CO₂ (Figur 22). Disse tre uafhængige målinger peger alle på at der er tale om udstrømmende grundvand, der kommer fra dybere kalkholdige lag med lang opholdstid. Bemærk dog, at i dette ekstremt ionbyttede tilfælde er der nok hydrogenkarbonat i massevis men ikke kalk i grundvandet, idet al Ca er afsat i de sedimenter der er under opferskning.

Prøven på samme lokalitet i 1,75 m u.t. havde de samme karaktertræk, men i mindre grad. De vekslende geologiske lag på stedet betyder formentlig, at vandet ikke vil strømme pænt lodret op, men blandes med andre vandkvaliteter.

I UD7, i 1,5 m u.t. kunne der ikke måles pH, men der er ligeledes et meget lavt sulfatindhold og en høj ionbytningsgrad. Der er fundet et meget højt indhold af Ca, som kan skyldes en filtrerings fejl, idet der alternativt skulle have været et indhold af hydrogenkarbonat på 315 mg/l for at sikre ionbalance. Dette er en relativ høj værdi, men dog forventelig værdi, der ses i visse stærkt reducerede vandkvaliteter, og uden en nærmere undersøgelse af karbonatsystemet i området kan det ikke afvises, at gammelt vand af denne type strømmer ud i området.

Vandkvaliteten i vandløbet Skyllevandsrenden og i bassin-kilden adskiller sig fra grundvandsprøverne ved at have meget høje indhold af K på omkring 20 mg/l, hvilket er 5-6 gange højere end fundet i grundvandet, og også over hvad der typisk findes i alm grundvand. Der er ingen iøjnefaldende årsager hertil.

Ionbytningsgraden er omkring 1,6, hvilket viser, at der er en påvirkning fra det udstrømmende grundvand. pH i vandløbet er neutralt med en værdi omkring 7,42, og Ca indholdet overordentligt højt med over 200 mg/l Ca. For at der skal kunne være ionbalance skal indholdet af hydrogenkarbonat være 322 mg/l i åvandet og 500 mg/l i kilden. Alt i alt, er der behov for en gentagen analyse af karbonatsystemet, idet meget tyder på at prøvetagningen med det stærkt fældende kalk har drillet.

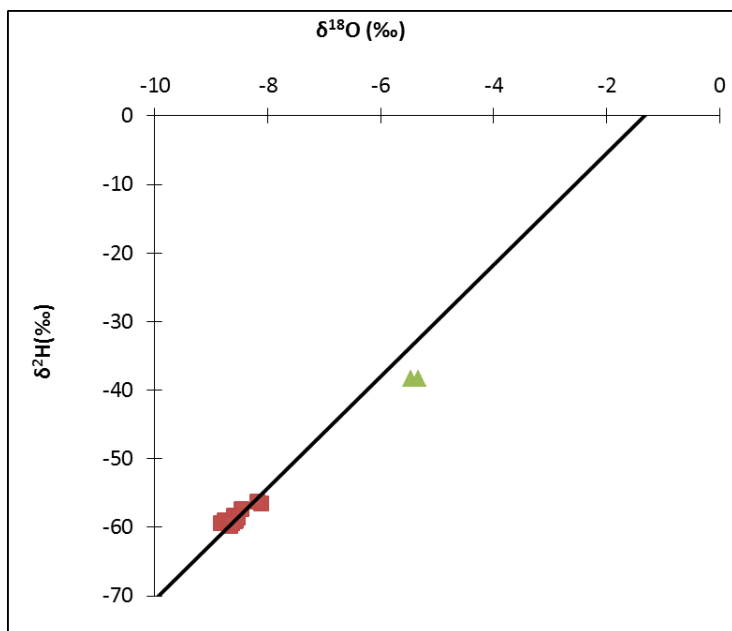


Figur 22. pH i grundvand, bemærk prøverne stammer fra både 1,75 og 3 meter under terræn og ikke alle indtag kan ses, da der er flere niveauer i samme punkt.

6.4.5 Stabile isotoper

Stabile ilt og brintisotoper er brugt som en supplerende karakteristik af om en udtagen vandprøve mest repræsenterer grundvand eller overfladevand. Den forholdsmæssige sammensætningen af de to stabile isotoper $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ og $^2\text{H}/^1\text{H}$, idet sammensætningen af grundvand har sammen gennemsnitlige sammensætning som dansk nedbør, der infiltrerer til grundvandsmagasinerne. Overfladevand vil til gengæld være præget af fordampningsprocessen ved kontakt med atmosfæren, idet en forarmning af isotopforholdet sker ved en forholdsmæssig større fjernelse af den lette ilt og brint isotop end de tungere isotoper.

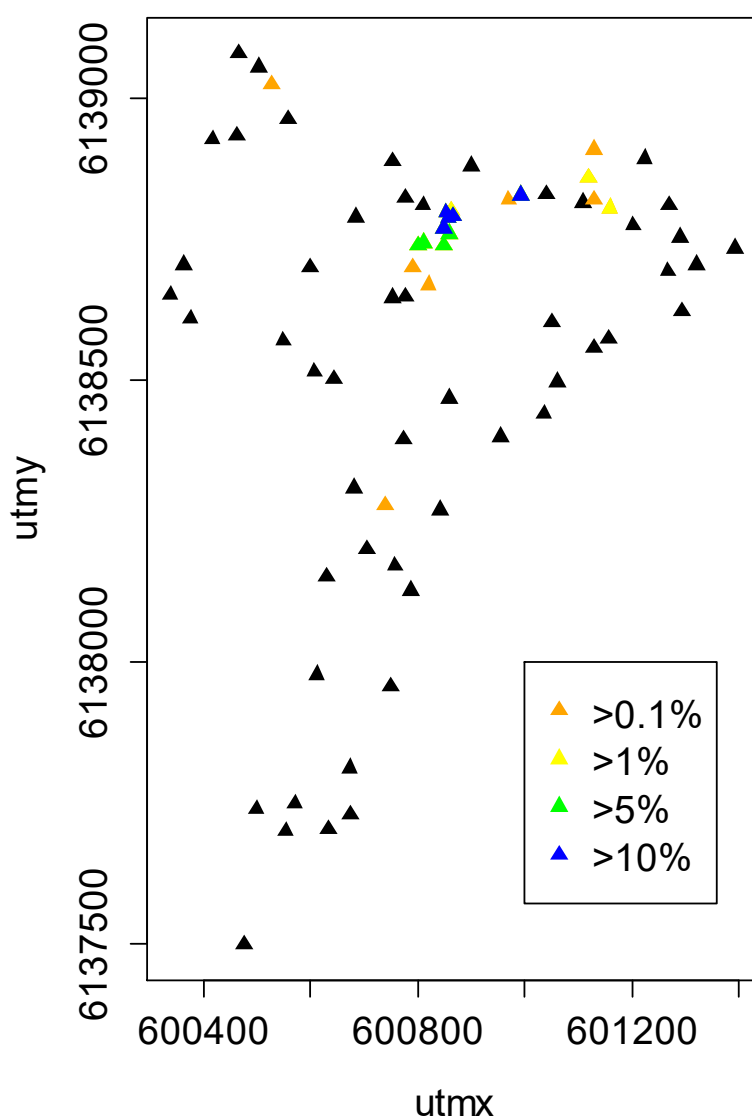
Prøverne udtaget fra vandstandsrørene i Urup Dam viser $\delta^{18}\text{O}$ værdier mellem -8,1 - -8,8 ‰ og $\delta^2\text{H}$ på ca. -60 ‰ (Figur 23), hvilket svarer godt til de intervaller, der anses for typiske værdier fundet i terrænnært dansk grundvand. Prøverne udtaget fra henholdsvis bassin-kilden og fra Skillelevandsrenden giver $\delta^{18}\text{O}$ værdier mellem -5,3 og -5,5 ‰ og $\delta^2\text{H}$ på ca. -40 ‰, og en anelse under GMWL, hvilket forklares med at både kildevandet og åvandet har været i kontakt med atmosfæren lang tid nok til at fordampning har kunne forskyde både ilt og brint isotop forholdet. Der er således god evidens for at den terrestriske naturtype rigkær ved Urup Dam er præget af tilstrømmende grundvand med en relativt lang opholdstid i grundvandssystemet. Anvendelsen af denne ret simple isotop teknik vurderes at være et godt supplerende diagnostisk værktøj til at karakterisere vandprøvers oprindelse i det hydrologiske kredsløb.



Figur 23. Stabile iltisotoper og deuterium i både grundvand og overfladevand i det vestlige Urup dam (4-5. September 2013). Grønne trekanter er fra bassin-kildevæld og fra Skyllevandsrenden. Røde firkanten er fra vandstandsrør i grundvandszonen. Tendenslinjen viser Global Mean Water Line (GWML).

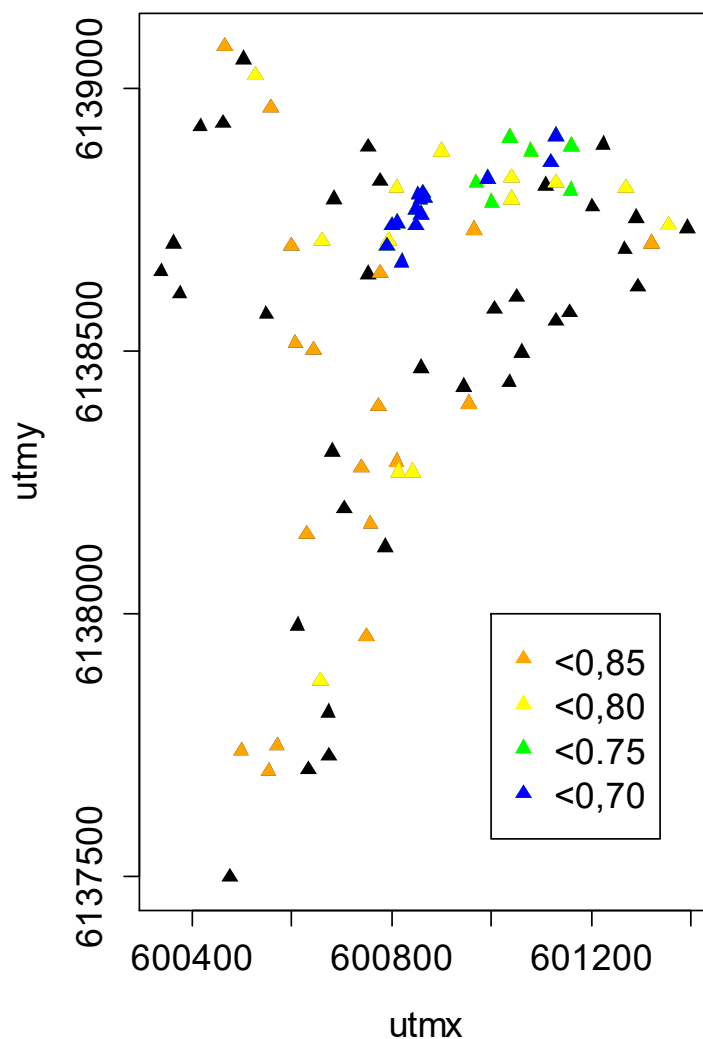
7. Vegetationsundersøgelse

Vegetationskortlægningen af Urup Dam området i dette projekt (2013) giver sammen med NO-VANA-overvågningen, hvor vi i projektet har haft adgang til artslistes fra perioden 2004-2011, et godt overblik over områdets eksisterende naturtilstand. Vi har analyseret data med henblik på at vurdere, hvilke dele af området som er direkte grundvandspåvirket, og om de indsamlede vegetationsdata tyder på, at der er trusler mod forekomsten af det grundvandsafhængige terrestriske økosystem.



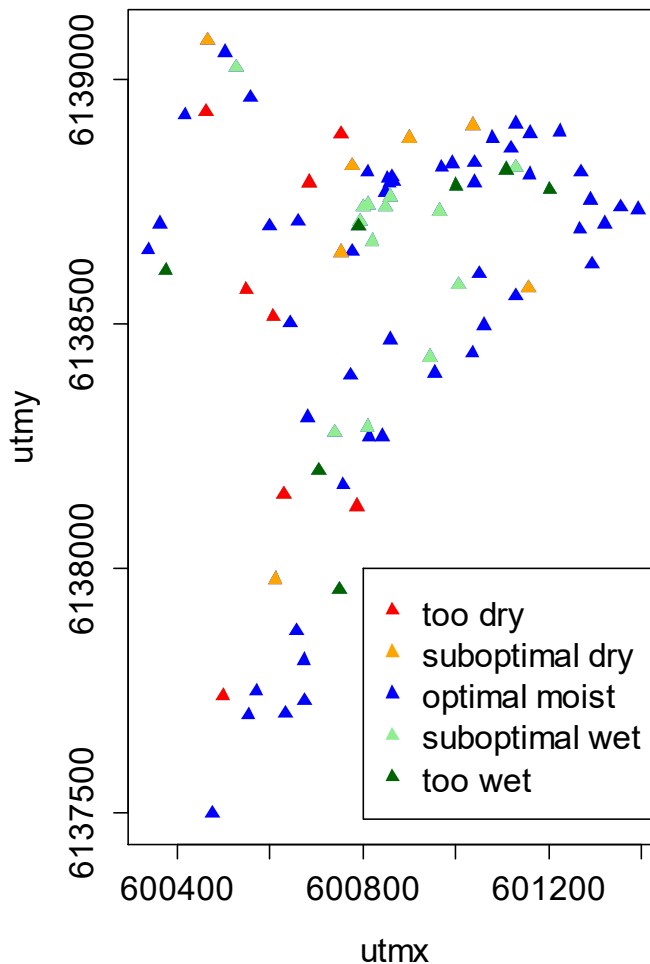
Figur 24. Plot som viser GNOI-prøvefelter og NOVANA-prøvefelter ved Urup Dam med forudsigelse af deres sandsynlighed for at rumme ekstremrigkær med mygblomst vurderet ud fra vegetationens nuværende sammensætning.

Figur 24 viser sandsynligheden for at et prøvefelt er egnet levested for mygblomst, forudsagt ud fra en national model af mygblomst's præferencer. Modellen bygger på Ellenberg-tal (Ellenberg, 1974) eller med andre ord på de miljøforhold (fugtighed, pH, næringsstofstatus) som kan udledes, når man har en artsliste. Figuren viser klart, at det er et begrænset område af Urup Dam som i dag ser ud til at egne sig som levested for mygblomst. Når sandsynlighederne er så lave, skyldes det at mygblomst er en sjælden plante, så selv under optimale levevilkår vil den langt fra optræde i alle prøvefelter.



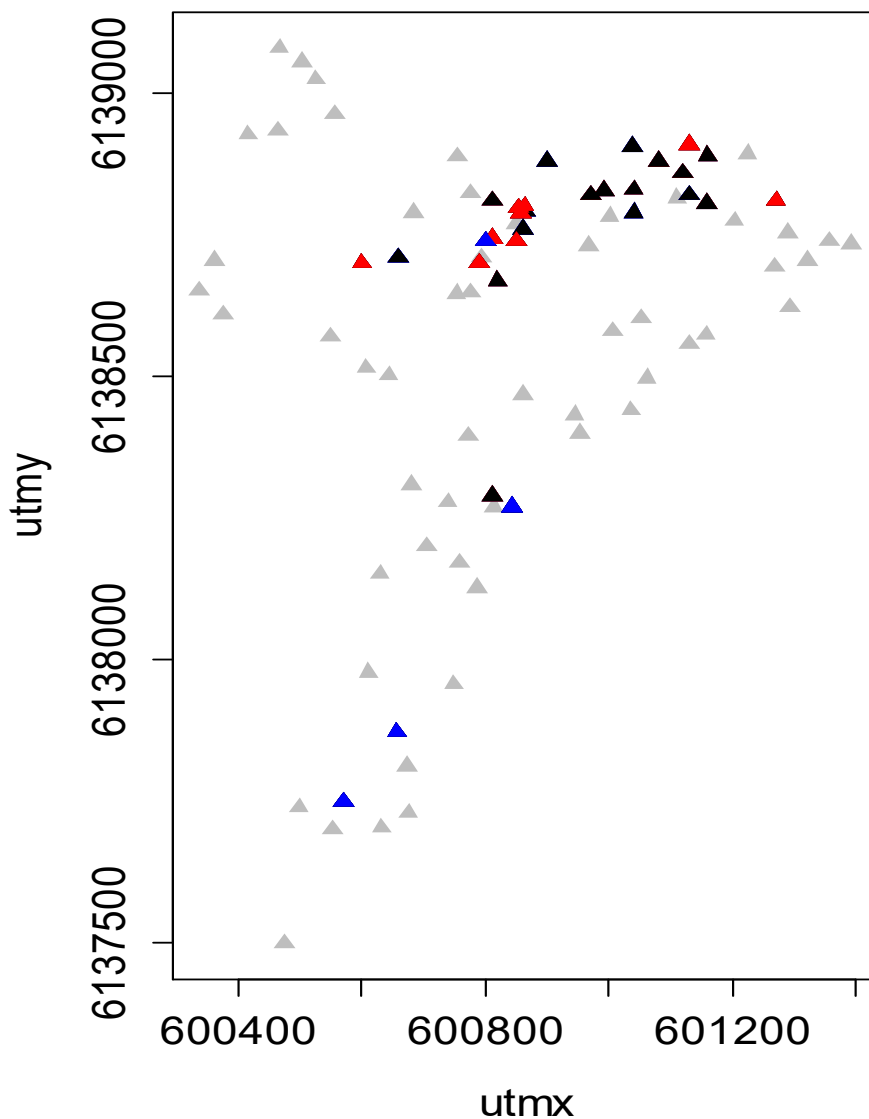
Figur 25. Plot som viser GNOI-prøvefelter og NOVANA-prøvefelter med beregning af indikation for næringsbelastning (Ellenbergs næringsratio). Gule og orange trekanter vurderes at være moderat eutrofierede, sorte trekanter stærkt eutrofierede. Blå trekanter vurderes at være næringsbegrænsede med stort rigkærspotentiale.

Figur 25 viser, hvordan næringsstofstatus (næringsratio, Andersen et al. 2013) varierer mellem områdets prøvefelter. Her ses et tydeligt sammenfald mellem lav næringsstatus og de prøvefelter som havde højest sandsynlighed for at kunne indeholde mygblomst.

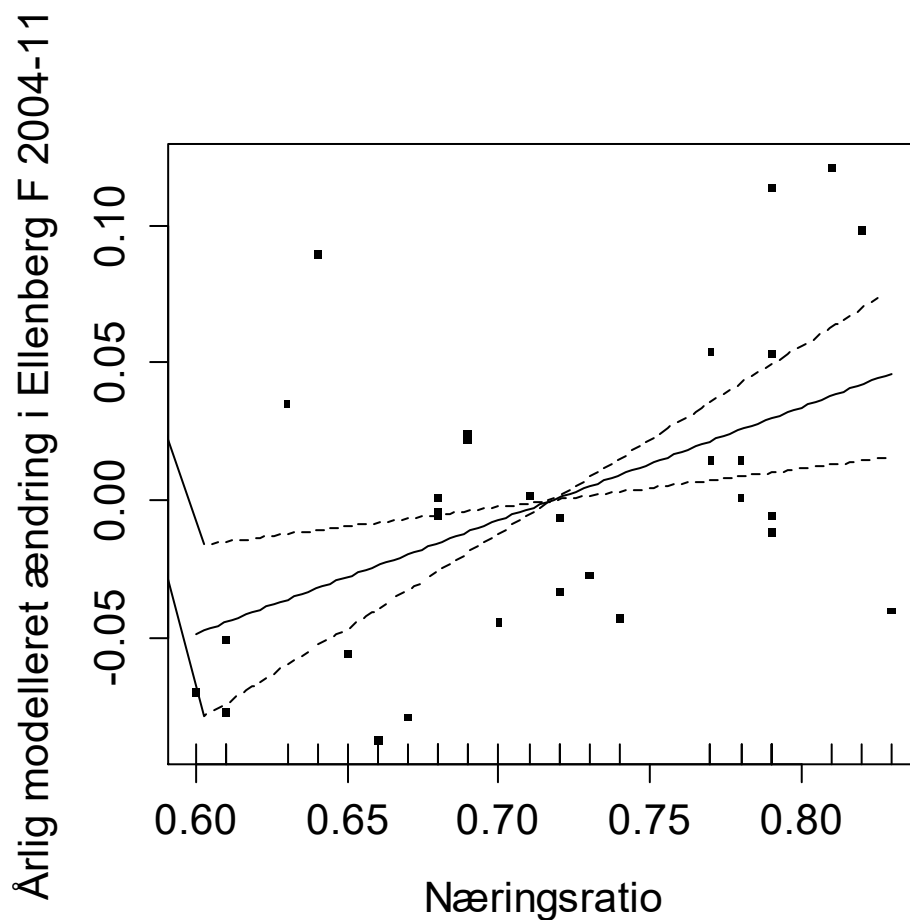


Figur 26. Plot som viser GNOI-prøvefelter og NOVANA-prøvefelter med beregning af indikation for fugtighedsforhold (Ellenberg's fugtighed). Gule og orange trekanter vurderes at være for tørre til rigkær. Blå trekanter vurderes at være optimale og grønne trekanter vurderes at være for våde.

Figur 26 viser fugtighedsforholdene relativt til de optimale fugtighedsforhold for mygblomst. Når det gælder fugtighed er der mange prøvefelter i Urup Dam som ser ud til at have en optimal fugtighed. Men lige omkring det bedste område er der også mange prøvefelter som enten ser ud til at være for tørre eller for våde.

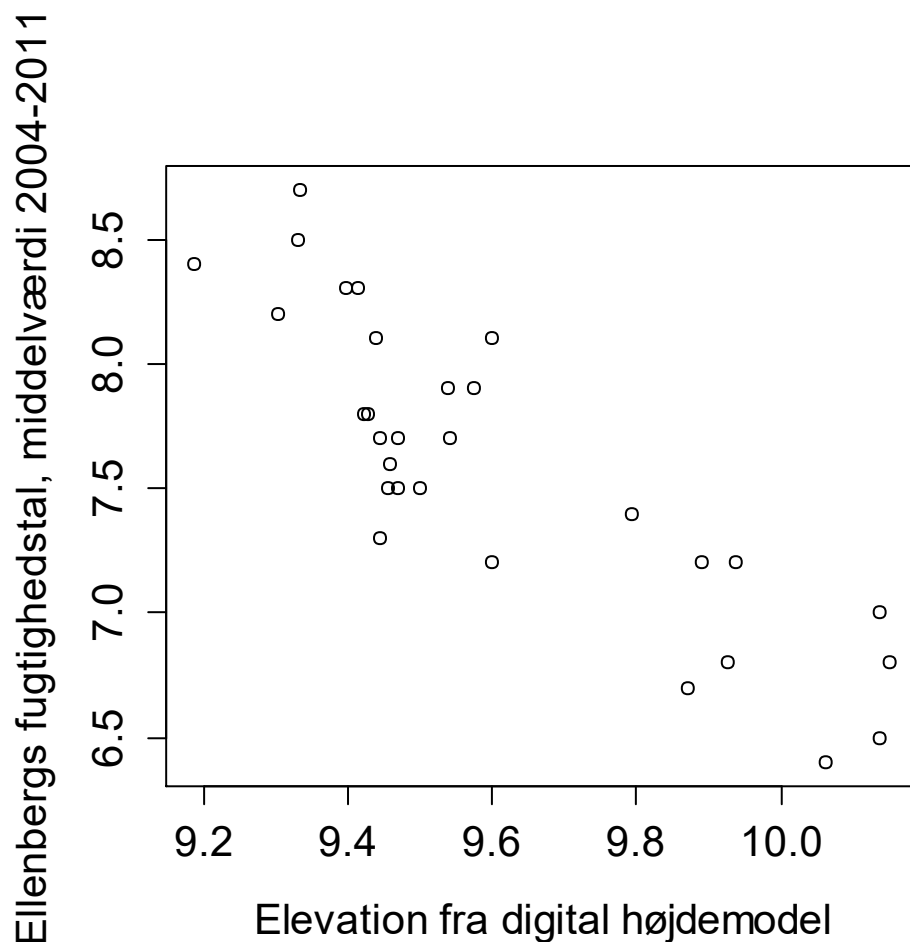


Figur 27. Plot som viser GNOI-prøvefelter (grå) og NOVANA-prøvefelter (sort, blå, rød) med beregning af ændring i vegetationen i overvågningsperioden fra 2004-2011. Blå plots har vegetation som fortæller, at det er blevet vådere, røde felter har vegetation, som tyder på, at det er blevet tørrere i perioden.



Figur 28. Plot som viser den modellerede ændring i Ellenbergs fugtighedstal gennem overvågningsperioden fra 2004-2011 som funktion af næringsratio. Figuren viser at Ellenbergs fugtighedstal har været faldende for felter med lav og gunstig næringsratio, mens fugtighedstallet generelt har været stigende for felter med højere næringsstatus ($p=0,005$, $r^2=0,22$).

Figur 27 viser NOVANA prøvefelter som ud fra vegetationen ser ud til at være blevet vådere eller tørrere i overvågningsperioden 2004-2011. I det gode område er fugtighedstallet faldet, mens det er steget andre steder i Urup Dam. Figur 28 viser at der generelt er en tendens til at fugtigheden er faldet i de mest næringsfattige områder og steget i de lidt mere næringsrige områder. Umiddelbart kender vi ikke forklaringen på dette mønster. Det kan ikke udelukkes at der er tale om tilfældige ændringer i enkelte arters hyppighed fra 2004-2011 som skyldes andre forhold end fugtighedsændringer.



Figur 29. Plot som viser den middelværdien for Ellenbergs fugtighedstal gennem overvågningsperioden fra 2004-2011 som funktion af højdeniveauet fra den digitale højdemodel. Figuren viser at den digitale højdemodel giver en ret god forudsigelse af fugtighedsforholdene i overvågningsfelterne fra Urup Dam ($r = -0,86$, $p < 0,0001$, Pearson Product Moment correlation).

Figur 29 viser at der er en god korrelation i Urup Dam mellem højden over havniveau ud fra den digitale højdemodel og prøvefelternes Ellenberg-indikation for fugtighed. På den ene side støtter dette troværdigheden af Ellenberg F og på den anden side betyder det, at det er muligt at bruge den digitale højdemodel til at modellere vandstanden i Urup Dam.

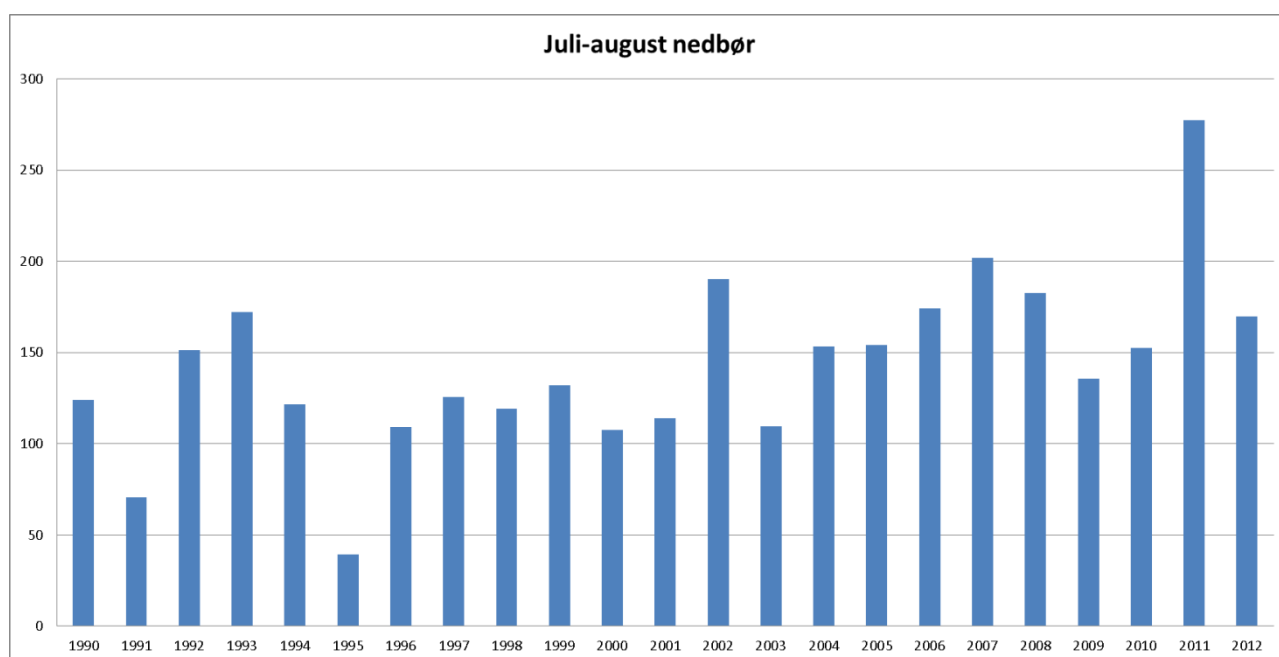
8. Andre forhold

8.1 Er mosen blevet mere fugtig de senere år?

Lodsejerne i Urup Dam oplever at mosen de senere år er blevet mere fugtig. Flere faktorer, der vil kunne spille ind på den overordnede vandbalance for Urup Dam, diskuteres i afsnit 8.1.

Nedbør

DMI vurderer at der har været en tydeligt stigende tendens i årsnedbøren på landsplan fra ca. 1870 til i dag på ca. 100mm (Jørgensen & Cappelen, 2007). Stigningen er størst i Vestdanmark og mindst i Kattegatområdet og på Bornholm. Det gælder både i mængde og intensitet. Tendensen vil ifølge klimamodellerne fortsætte på grund af den globale opvarmning (www.klimatilpasning.dk). Ukorrigerede nedbørsdata for sommermånederne juli og august fra det 10 x 10 km beregningsgrid i DK-modellen (www.novana.dmi.dk), der dækker Urup Dam området, er vist i Figur 30. Middelværdien for de to sommer måneder for hele 1990-2012 perioden er 140mm, hvor 8 ud af ti år i perioden 1990-2000 var under middelværdien for hele perioden mens 8 ud af ti år i perioden fra 2002-2012 var vådere end middelværdien for hele perioden. Det er således rimeligt at slutte, at de to sommer måneder er blevet vådere de seneste 10 år, med en særlig våd sommer i 2011.



Figur 30. Sommernedbøren i juli og august i perioden 1990-2012 fra 10 x 10 km beregningsgrid i DK-modellen (www.novana.dmi.dk), der dækker Urup Dam området. Nedbør vist på y-aksen i mm. Middelværdien for de to sommer måneder i perioden 1990-2012 er 140mm.

Vandindvinding

Vandindvindingen fra Rynkeby vandværk der lå ca. 2-3 km fra Urup Dam blev stoppet i 2006. Under forudsætning af at de jordlag, hvor Rynkeby vandværk hentede sit vand fra stod i hydraulisk kontakt med de øverste 3-5 meter under Urup Dam, kan det ikke udelukkes, at det kunne give stigende vandstand i området ved Urup Dam, efter at indvindingen blev stoppet. Reduceret vandindvinding som følge af en effektiv vandsparekampagne i Danmark siden ca. 1990 (GEUS, 2012) må forventes at kunne sætte sit aftryk i stigende vandstande (herunder genetablering af artesisk trykniveau) i områder med natur af høj naturkvalitet, der er beliggende nær de neddrogede større kildepladser de fleste steder i Danmark.

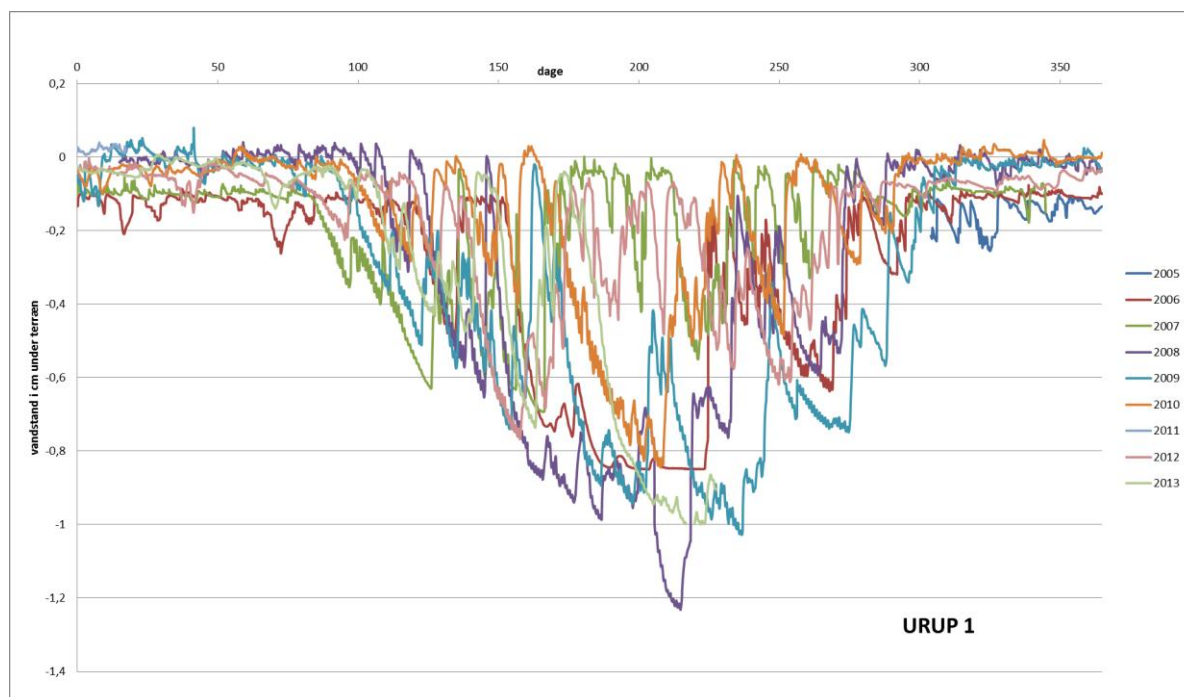
Vandstands-rørene URUP1-4

Kontinuerte pejleserier fra NOVANA vandstands-rørene URUP 1 til 4 i Urup Dam er vist som eksempel i Figur 31-34, der kan bruges til at vurdere,

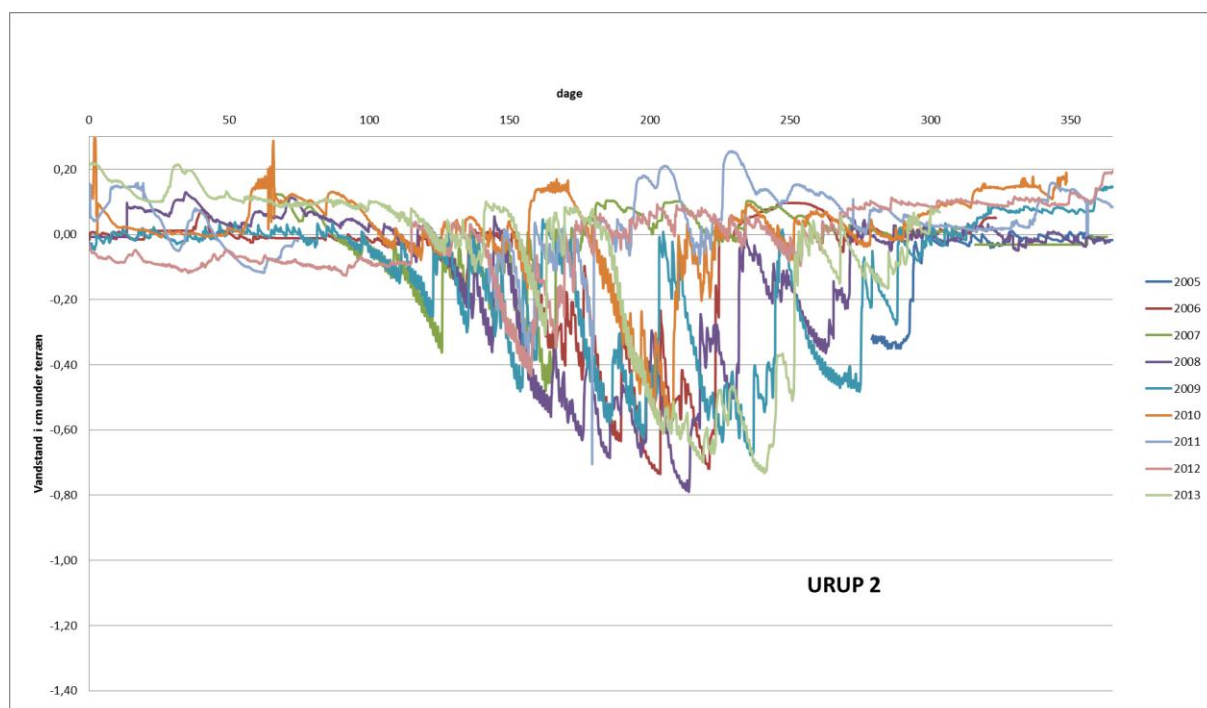
- (i) ydre påvirkninger fra ændret vandindvinding i nærområdet til Urup Dam eller
- (ii) trends i sæsonvariationer eller generelt mere våde/tørre år i observationsperioden.

Pejleserierne for de fire vandstands-rør er af henholdsvis 8 års længde (URUP1 og 2) og af ca. 2 års længde (URUP 3 og 4). Til trods for den ret korte observationsperiode for URUP 3 og 4 har måleperioden omfattet to yderpunkter i det hydrologiske regime med et meget vådt år med oversvømmelser i sommeren 2012 og en usædvanlig tør sommer i 2013.

Vandstands-rørene URUP 1 og 2 (Figur 31 og 32) ligner ganske meget hinanden i den tidlige udvikling. Faldet er dybere i URUP 1 med typisk vandstandsdybde på ca. 0,9-1,0m i perioden 15. juni til 1. september (max dybde -1,2m i august). I URUP 2 vandstands-røret falder vandstanden i stort set samme periode som i URUP 1, men med mindre udsving, svarende til 0,6-0,8 m under jordoverfladen.



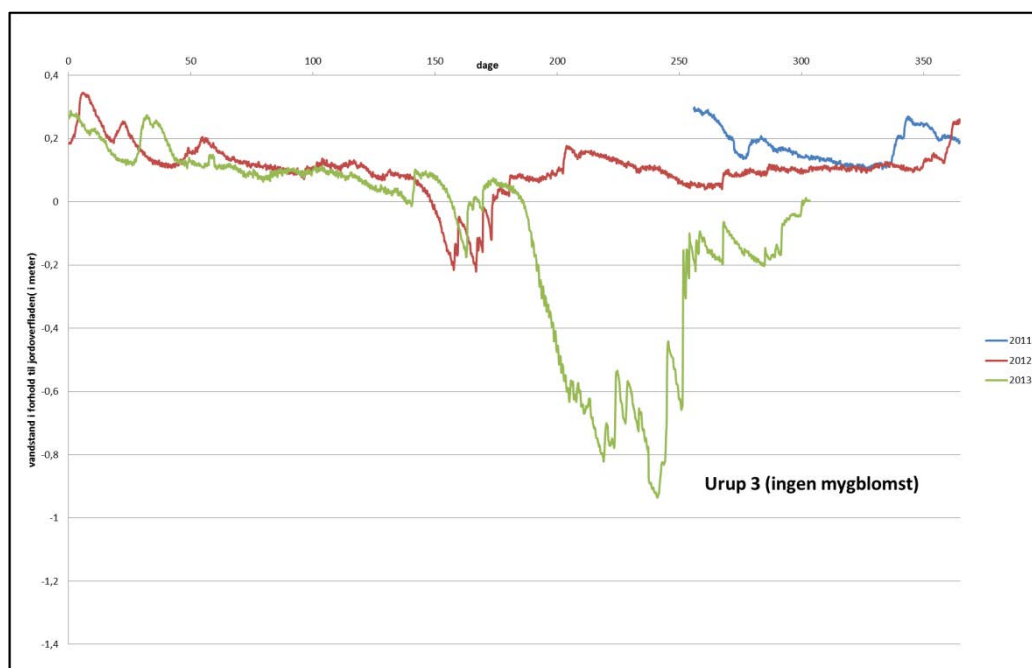
Figur 31. Pejleserie 2005-2013 i URUP 1 vandstandsør. Vandstandsørret ligger udenfor hovedudbredelse af mygblomst i hele NOVANA overvågningsperioden fra 2002-2006 og 2011-2012.



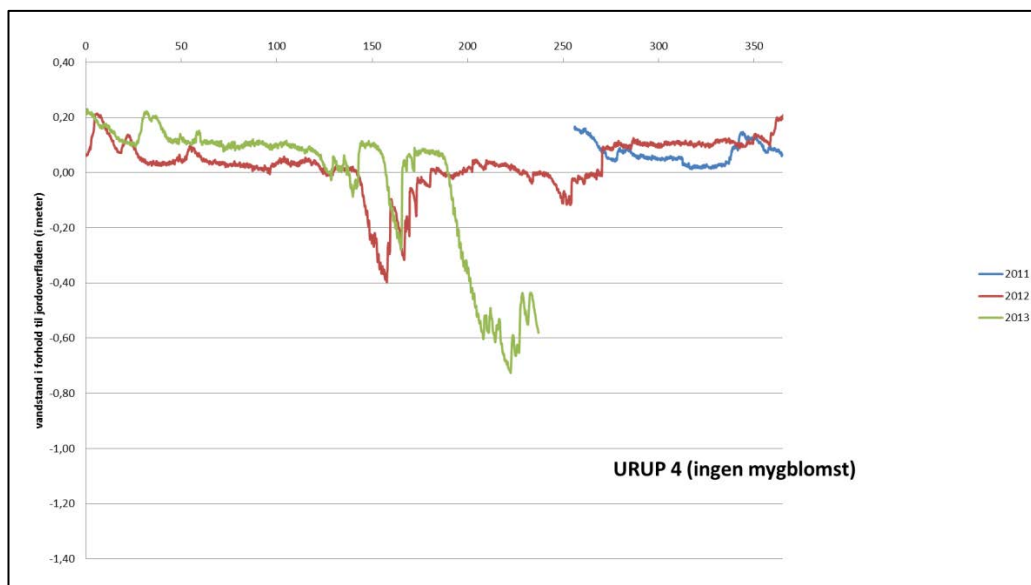
Figur 32. Pejleserie 2005-2013 i URUP 2 vandstandsør, der er beliggende indenfor hovedudbredelsesområdet for mygblomst i NOVANA overvågningsperioden 2002-2006 og 2011-2012.

De noget kortere pejleserier for URUP 3 og 4 vandstandsørerne (Figur 33 og 34) ligner meget hinanden med mere end 300 dages oversvømmelse i det meste af 2012 og en kraftig udtørring i sommeren 2013. **Bemærk at URUP 3 og 4 vandstandsørerne begge har filterinterval hele vejen**

fra bund af rør og op over terræn til 30-40cm over jordoverfladen. Denne konstruktion vurderes at være meget uhensigtsmæssig, da der i den våde periode sker overløb direkte ned i røret ved oversvømmelser. Trykniveauet målt med diver kan være OK under selve oversvømmelsen og igen midt i den tørre periode, men diver målingen vil rimelig sikkert være behæftet med fejl i de perioder hvor vandstanden falder under terræn eller i de perioder med kortvarige kraftige hændelser med sommernedbør sker med overløb til følge. Der er udarbejdet et **notat til Naturstyrelsens faggruppe FKG-Natur (Naturstyrelsen, 2013b)**, hvor nye anbefalinger gives til etablering af vandstandsør ved NOVANA stationer.



Figur 33. URUP 3 pejleserie (2011-2013). Ligger i oversvømmet zone udenfor hovedudbredelseszo-
nen af mygblomst.



Figur 34. URUP 4 pejleserie (2011-2013). Vandstandsørret ligger udenfor hovedudbredelsesområdet for mygblomst i 2002-2006, mens det ligger lige på kanten i 2011-2012 (jf. Figur 13).

Ud fra data fra de 4 vandstandsør kan der ikke ses nogen umiddelbar tendens med stigende vandstand i Urup Dam pejleserierne fra 2006 og frem, som følge af at Rynkeby vandværk stoppe med at indvinde grundvand.

Der ses tydelige sæsonmæssige variationer i vandstanden som forventeligt i alle 4 vandstandsør. URUP 1, 2 og 4 viser vandstandssænkninger i den tørreste periode på 0,8 til mere end 1 meters dybde. Bedømt ud fra URUP 2 vandstandsørret kan varigheden af perioden med lavest vandstand strække sig fra slutningen af juni til midten af august.

Det anbefales, at der etableres en sammenhæng mellem den sæsonmæssige vandstandsændring i og ved et rigkær (hydrological impact) i relation til de vækstmæssige betingelser for naturtypen rigkær (ecological effect). Det skal vurderes, hvordan vækst betingelserne er for rigkær (gerne eksemplificeret ved mygblomst) igennem hele året, men med særlig fokus på den kritiske vækst sæsonen fra maj/juni (forår) til juli/august (sommer). Whiteman med flere (2004) har udviklet en guideline, hvor den økologiske effekt på forskellige naturtyper i UK, som resultat af det hydrologiske regime (afsænkningen af vandstand/oversvømmelser). Det hydrologiske impact kan inddeles i tre kategorier: (i) acceptable vandstandsændringer, (ii) tålelig i en kortere periode og (iii) ikke acceptable lang periode med vandstandsændringer, dvs. for tørt/for vådt i den kritiske vækst periode fra maj til august.

Grødeskæring og vandpest

Vandføringsevnen om sommeren i Skyllevandsrenden giver Kerteminde kommune mange kvaler på grund af opblomstring af vandpest, der over kort tid kan mindske vandaflodningen på Skyllevandsrendens meget flade stykke gennem mosen. Regulativet for Geels å og Skyllevandsrenden (Fyns amt, 2006) foreskriver praksis for grønnskæring i dette vandløbssystem. Det er dog forbun-

det med betydelige udfordringer som følge af Skyllévandsrendens meget lille fald og visse år med særlig stor sommernedbør.

Med baggrund i de behandlede emner er det ikke umiddelbart noget der tyder på, at mindsket vandindvinding kan gøre mosen vådere. Det er uklart om ændret praksis i grødeskæring i Geels å systemet kan forklare om mosen skulle være blevet mere fugtig de senere år samtidig med at sommernedbøren har været stigende.

8.2 Vandstandsrør i terrestriske naturtyper

I henhold til den tekniske anvisning TA-N01 (Fredshavn med flere, 2011) skal der opsættes 4 vandstandsrør på hver af de udvalgte NOVANA-stationer til overvågning af terrestriske naturtyper.

Formålet med opsætningen af vandstandsrørene er at følge vandstandssvingninger (inkl. vertikale gradient forhold) og vandkvalitet i de aktuelle naturtyper med henblik på at sammenkæde dette med naturtypernes vegetation og tilstand. Ved opsætning af rørene, valg af dybde for filtersætning og indsamling af vandprøver er det derfor vigtigt at tage hensyn til dette dobbelte formål.

Den tekniske anvisning til opsætning af vandstandsrør og udtagning af vandprøver fra rørene har imidlertid vist sig i praksis at give nogle problemer. TA-N01 angiver opsætning af 4 vandstandsrør med slidser i hele rørets længde. Disse rør kan i princippet vise vandstandssvingningerne i relation til den vegetation, de er opstillet i. Dog er der på Fyn erfaringer med, at overfladevand som forventet let kan trænge ind i rørene og påvirke vandkemi og loggerresultaterne. Det har været forsøgt at løse dette problem ved at tilstoppe den øverste del af rørenes slidser med bentonit. Bentonitten har dog i visse tilfælde påvirket vandkemien i rørene og må betragtes som et "fremmedelement" specielt i højmoser og andre kalkfattige naturtyper.

Vandet i rørene med lange filtre ikke relateres til en bestemt zone i jordprofilet, men stammer fra både overfladevand, det øverste tørvelag / rodzonen og den underliggende mineraljord. Kemiske analyser af vandprøver udtaget fra disse rør vil således ikke afspejle det "plantetilgængelige vand i rodzonen" og kan derfor heller ikke sammenlignes med vandprøver fra stationer, hvor prøverne er udtaget i det øverste tørvelag / rodzonen. Desuden vil et filterrør med slidser på tværs af hele tørvelaget og underliggende mineraljord ikke give viden om de vertikale vandbevægelser i og umiddelbart under naturtypens rodzone.

I Naturstyrelsen (2013b) stilles forslag til faggruppe FKG-Natur om ændring af vandstandsrørenes filtersætning, samt hvilke praktiske forhold, der skal overvejes i forbindelse med opsætning af vandstandsrør i de terrestriske naturtyper, hvor der ifølge teknisk anvisning TA-N01 (Fredshavn med flere, 2011) skal måles vandstand og samtidig udtages vandprøver. Dette vil indebære en revision af TA-N01.

Nærværende GNOI basiskarakterisering af Urup Dam har i videst mulig omfang fulgt de foreslåede principper om at filtersætte i to dybder, så gradient forhold kan undersøges og vandprøver fra flere dybder kan måles. I Naturstyrelsen (2013b) gives to forslag til filtersætning i to dybder med såkaldt "korte" og "lange" vandstandsrør, hvor det korte rør skulle filtersættes i de øvre tørveaflej-

ringer og det lange rør i et underliggende sand lag (minerogent). I basiskarakteriseringen i Urup Dam er det valgt at filtersætte de korte vandstandsrør i 1,5-1,7 meters dybde og de lange vandstandsrør i 3 meters dybde, da det passer bedst med de geologiske aflejringer ved Urup Dam. Ofte er filtersætningen i 1,5-1,7 meters dybde sammenfaldende med tørveaflejringerne i Urup Dam, men ikke altid. Det er vigtigt i kommende GNOI projekter, at den anvendte strategi fra Urup dam fastholdes.

9. Konklusion

Kortlægning af tykkelse og horisontal udbredelse af tørv, kalkgytje, sandet sediment og/eller ler i nævnt rækkefølge er udført på to detaljeringsniveauer i Urup dam: Håndboringskampagne og geofysisk kortlægning. Det anbefales, at plotte data i fladerne (meter under terræn): (i) bund af tørv, (ii) top af kalkgytje, (iii) top af sand. Derved kan en umiddelbar sammenhæng mellem botaniske observationer af kalkkrævende vegetation sammenholdes med geologien. Det vurderes at de anvendte kortlægningsmetoder af de geologiske forhold i en tilgroet mose med tilknyttede rigkær eller andre terrestriske naturtyper vil være velegnet langt de fleste steder i Danmark.

Den geofysiske kortlægning af tykkelse og horisontal udbredelse med de hér anvendte geofysiske metoder (georadar og DCIP) har i den aktuelle undersøgelse været et væsentligt supplement til at opnå kendskab til rumlige udbredelse og tykkelse af specielt tørve- og gytje aflejringerne, samt toppen af det underliggende sandlag. Geofysikken fylder "videnshullerne" ud mellem håndboringerne. Det er dog altid afgørende nødvendigt at have geologiske lagfølge oplysninger fra hånd- eller brøndboringer til verifikation af karakteristiske signaler i de geofysiske profiler. Geofysikken giver desuden en helt unik indsigt i den interne basinstruktur i en vis dybde (>1,5-2m) som aldrig kan opnås med selv nok så detaljerede håndboringsundersøgelser. Af hensyn til den hydrogeologiske forståelse af grundvandets strømningsforhold kan det i særlige tilfælde være afgørende vigtigt at have denne detaljerede indsigt. Det vurderes, at de anvendte geofysiske metoder er meget egnede til kortlægning af specielt tørv og gytje. Hvis tørve- og gytje-lagene samlet bliver tykkere end 1,5-2 m kan laggrænsen stadig ses mellem tørv og gytjen, mens toppen af det underliggende sandlag forsvinder ved brug af georadar med 200 MHz antenner på denne lokalitet. Det vurderes, at de anvendte geofysiske undersøgelser egner sig godt til kortlægning af tykkelse og udbredelse af tørv, gytje og delvis sandlag i stor detalje af et sø/mose system. Det vurderes dog, at håndboreundersøgelser ofte vil give tilstrækkeligt indsigt i den rumlige fordeling af tørv og kalkgytje i de øverste 1-1,5m, som er en vigtig parameter for at forstå, hvor rigkær vegetationen forekommer på jordoverfladen. Det vil dog være formålet med den specifikke undersøgelse, der afgør om der er særlig behov for den store detalje som geofysikken giver. Det vides ikke, om de to anvendte metoder kan bruges i alle typer geologi, hvor GATØ naturtyperne forekommer. Det anbefales derfor at geofysikken inddrages i flere værkstedsområder, hvor fordele og ulemper ved anvendelse af geo-

fysikken evalueres, så det bedre kan vurderes om geofysikken skal have fast plads i ”den geologiske karakteriserings værktøjskasse” eller den kun skal hentes frem ved særlige lejligheder.

Vandstandsrør er placeret med filtre i hhv. 1,7 og 3,0 meters dybde. Pejledata fra både en tør periode med lav vandstand (august 2013) og en våd periode med høj vandstand (november 2013) plottes med trykniveauer i disse to dybder. En terrænnær grundvandsstrømning (1,7 m's dybde) har retning fra NV mod SØ. Det lidt dybere grundvand (3 m's dybde) viser højeste trykniveau umiddelbart under URUP1 NOVANA stationen, hvorfra retningen af grundvandsstrømningen tilsyneladende sker imod syd, vest og nordvest. Pejlerunden må formodes at repræsentere en typisk sommerperiode med lav vandstand i vådområdet. Der følges op med pejlerunder i efteråret/vinteren for at konstatere om der måtte være årstidsvariationer i trykniveau mønsteret. Det vurderes, at den anvendte instrumenteringsmetode med vandstandsrør filtersat i to dybder er en meget effektiv fremgangsmåde til at bestemme de lokale gradienter, strømningsveje og mængder på, der kan bruges de fleste steder i Danmark. Lokale forhold er dog bestemmende for præcis hvilke to dybder, der skal vælges.

Grundvandskemien viser i dette eksempel, at der ikke sker nogen påvirkning af området med næringsstoffer via grundvandstransport. Tværtimod er der ikke fundet nitratholdigt grundvand i naturområdet, og al nitrat fra det landbrugspåvirkede opland reduceres, således det ikke har indflydelse på plantesamfundene. Grundvandskemien viser også, at der sker en tydelig transport af kalk fra dybereliggende lag til selve vådområdet, hvor der forventes at ske en vedvarende udfældning af kalk i de perioder, hvor der er opadrettet gradient og udstrømning over terræn. Dette understøttes af den høje ionbytningsgrad, der er fundet af det opstrømmende grundvand centralt i området.

Det har ikke indenfor projektets rammer været muligt at skabe fuld afklaring om hvorvidt vejen der går på tværs af mosen i oversvømmelsessituationen virker som en dæmning eller om grundvandet blot siver under vejen i retning mod Skjællevandsrenden. Det anbefales at indmåle vandoverfladen på begge sider af vejen i en oversvømmelsesperiode. Hvis vandstanden står (næsten) lige højt og i øvrigt højere end i Skjællevandsrenden, må der være god hydraulisk kontakt under vejen. Hvis vandoverfladen nord for vejen står væsentlig højere er det muligt at vejen enten fungerer som en dæmning eller blot forsinker udstrømningen under vejen. Når disse informationer er kendt ved indmåling med differential GPS kan det overvejes om der ved at fjerne vejen opnås bedre betingelser for at mygblomsten kan sprede sig i retning mod Skjællevandsrenden.

En konceptuel hydrogeologisk forståelsesmodel viser sammenhængen mellem trykniveauet i det terrænnære og lidt dybere grundvand i en tør og en våd periode i relation til de perioder med grundvandsbetingede oversvømmelser af vådområdets areal. Desuden forklarer den, hvorfor nogle kildevæld løber tørre, mens andre er permanent våde året rundt. Sidstnævnte er dem der holder de græssende køer med vand midt på sommeren. Det er vigtigt at indmåle den ”våde kant” af oversvømmelsen med differential GPS ift vandstanden i den nærliggende å (her Skjællevandsren-

den). Derved kan det fastslås, om oversvømmelsen som hovedregel er betinget af grundvandsud-sivning i den våde periode eller tilbageløb af åvand. Et vandløb, der gennemskærer mosen med et meget lille fald som Skyllevandsrenden (1,5 ‰) vil dog altid være i risiko for ved høje nedbørs-mængder at overskride vandføringsevnen med oversvømmelser af de ånære areal til følge. Det er seneste observeret i sommeren 2012 i Urup Dam. Den konceptuelle forståelsesmodel er indtil vi-dere lokal i karakter. Dog forventes det når flere GNOI lokaliteter er undersøgt, at der kan udledes en egentlig typologi af konceptuelle GATØ modeller i stil med de hollandske erfaringer fra "sand dune deposits".

Mygblomstens præcise levesteder i Urup Dam er monitoreret af NST (tidligere Fyns amt) i en årræk-ke på udvalgte arealer af Urup Dam. Der ses en stærk korrelation mellem mygblomstens hoved-udbredelse og de helt specifikke arealer mellem oversvømmelsens våde kant, hvor de kalkrige tørve/kalkgytje aflejringer begynder. Noget tyder på at ved kortlægning af denne hydrokemiske zone i forbindelse med kommende naturgenopretningsprojekter vil gode vækst betingelser kunne identificeres for mygblomsten. Det vides ikke om samme forhold gælder andre terrestriske natur-typer.

Kerteminde kommunes planlægger etablering af et nyt vådområde på marker umiddelbart nord for GNOI-området. Der foreslås afledning af overskydende drænvand/grundvand via en ny rørlæg-ning af den åbne vandførende grøft direkte ud i Skyllevandsrenden. På baggrund af håndboringer langs den åbne vandfyldte grøft kan det ikke udelukkes at grundvandet står i direkte kontakt med bunden af den åbne grøft's nordlige ende, mens det er meget lidt sandsynligt, at grundvand siver ind i grøftens bund i det mere sydlige forløb grundet forekomst af tykke tørve- og gytje-aflejringer. Det vurderes, at rørlægningen med lukkede rør ikke vil få nogen negativ hydrologisk effekt på GNOI-områdets rigkær vegetation. Tværtimod er der chancer for, at området i den åbne grøfts nordlige ende bliver mere fugtig, idet dræning af grundvand via grøftens bund stoppes og grund-vandsspejlet muligvis vil hæves til naturligt niveau. Om det fremmer væksten af områdets vegeta-tion med høj naturkvalitet vides dog ikke. Da Naturstyrelsen har kendskab til vådområdeprojekter med lignende problemstilling forventes overvejelserne med rørlægning af den åbne grøft at gælde i en lang række naturgenopretningsprojekter over hele landet. En lokalspecifik vurdering vil dog altid være nødvendig.

Kerteminde kommunes vådområdeprojekt omfatter opgravning af drænledninger samt overflade-afgravninger i området med henblik på at skabe mindre lavninger, hvor drænvandet kan samles, således at der kan ske en omdannelse af nitrit/nitrat til frit N. Det vurderes, at hverken opgravning af drænledninger eller "overfladeskrab" vil få en negativ effekt på tilstrømningen af grundvand til den tilstødende Urup Dam. Det skal dog understreges at nærværende Urup dam projekt finansie-ret af NST ikke har undersøgt denne problemstilling nærmere. Det vides således ikke, om overve-jelserne med opgravning af drænledninger og "overfladeskrab" i et vådområde tæt ved et eksiste-rende moseområde kan generaliseres og vil være gældende i en lang række naturgenopretnings-projekter over hele landet. En lokalspecifik feltundersøgelse vil efter vores opfattelse altid være

nødvendig. Endelig er det heller ikke sikkert, at den ønskede nitratreduktion vil finde sted som planlagt, hvis det bliver grundvand, der i forvejen er nitratreduceret, der løber i drænene.

Referencer

Andersen, D. K., Nygaard, B., Fredshavn, J. R., & Ejrnæs, R. (2013). Cost-effective assessment of conservation status of fens. *Applied Vegetation Science*, Vol. 16, 3, 491-501.

Comas C, Slater L (2004). Low-frequency electrical properties of peat. *Water Resources Research* 40, W12412.

Comas X, Slater LD, Reeve A (2005). Stratigraphic controls on poolformation in a domed bog inferred from ground penetrating radar (GPR). *Journal of Hydrology* 315, 40-51.

Dahl M, Hinsby K, Refsgaard JC (2010). GOI typologiens anvendelsesmuligheder - med fokus på beskyttelse af overfladevand og økosystemer i relation til vand og naturplaner. Rapport fra Miljøministeriet, 106 pp., <http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/7B5FB219-3674-41DA-AAF2-D742290304E2/0/GOItypologiansvendelsesmuligheder.pdf>

Ellenberg, H (1974). Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, Göttingen 9, 1-97.

Fredshavn JR, Nielsen KN, Ejrnæs R, Nygaard B (2011). Teknisk anvisning til overvågning af terrestriske naturtyper. TA-NO1 version 1.07. Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestriske Naturdata, AU-DMU.

Fyns Amt (2006). Indsatsplan for grundvand. Kerteminde 2006. Miljø- og Arealafdelingen, Fyns Amt.

Fyns Amt (2006). Regulativ fr Geels å og Skyllevandsrenden. Amtsvandløb nr. 03.00 og 03.01.

GEUS (2012). Grundvand. Status og udvikling 1989-2011 (Redaktør: Thorling L). www.grundvandsovervaagning.dk

Gravesen P, Nilsson B, Binderup M, Pedersen SAS (2012). Lav- og mellem radioaktiv affald fra Risø, Danmark. Omegnsstudier. Område Kertinge Mark, Kerteminde kommune. GEUS rapport nr. 125.

Hedeselskabet (2004). Geologisk model – Indsatsområde Kerteminde. Fase 3a. Udført for Fyns Amt, juni 2004.

- Hinsby K, Condesso de Melo MT, Dahl M (2008). 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*, 401, 1-20.
- Hinsby K, Markager SS, Kronvang B, Windolf J, Sonnenborg TO, Thorling L (2012). Threshold values and management options for nutrients in a temperate estuary with poor ecological status. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 2663-2683
- Hinsby K, Dahl M (2010). Udpegning af kritiske deloplande for nitratbelastning af økosystemer via grundvandsforekomster, 74 pp. <http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/7FDDF939-5F42-43B7-BA1B-18FA2DF249C5/0/Udpegningafkritiskedeloplande.pdf>
- Houmark-Nielsen M (1999). A lithostratigraphy of Weichselian glacial and interstadial deposits in Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, Vol. 46, pp. 101–114. Copenhagen.
- Jol HM, Bristow CS (2003). GPR in sediments: advice on data collection, basic processing and interpretation, a good practice guide. In C.S. Bristow & H.M. Jol: *Ground Penetrating Radar in Sediments*. Geological Society, London, Special Publications 211, p. 9-27.
- Jørgensen AMK, Cappelen J (2007). Klimaændringer de seneste 150år. *Aktuel Naturvidenskab*, 3, 10-14.
- Jørgensen F, Sandersen P (2009). Kortlægning af begravede dale i danmark. Opdatering 2007-2009. Udarbejdet for Statens Miljøcentre. Downloaded fra www.begravededale.dk
- Kettridge N, Comas X, Baird A, Slater L, Strack M, Thompson D, Jol H, Binley A (2008). Ecohydrogically important subsurface structures in peatlands revealed by ground-penetrating radar and complex conductivity surveys. *Journal of Geophysical research* 113, G04030.
- Kidmose J, Engesgaard P, Nilsson B, Laier T, and Looms MC (2011). Spatial distribution of seepage at a flow through lake: Lake Hampen, Western Denmark, *Vadose Zone Journal*, HOBE Special Issue, 10, 110-124.
- Lowry CS, Fratta D, Anderson MP (2009). Ground penetrating radar and spring formation in a groundwater dominated peat wetland. *Journal of Hydrology* 373, 68-79.
- Mielby S, Sandersen P (2005). Indsatskortlægning i Nyborg-området. – Om samspillet mellem geologiske stor-skalastrukturer og forekomsten af salt grundvand. ATV-møde om Jord- og grundvandsforurening 2005, 353-365
- Naturstyrelsen (2013a). Natura 2000-plan 2016-2021. Urup Dam, Brabæk Mose, Birkende Mose og Illemose. Natura 2000-område nr. 113. Habitatområde H97

Naturstyrelsen (2013b). Notat vedr.: Vandstandsør i terrestriske naturtyper - Opsætning, filter-sætning, udtagning af vandprøver. Dateret 24. september 2013. Udarbejdet af Bertel Nilsson (GEUS) og Erik Vinther (NST).

Neal A (2004). Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: Principles, problems and progress. *Earth Science Reviews* 66, 261-330.

Nilsson B, Hinsby K, Thorling L, Ejrnæs R (2013). UDCAST til programbeskrivelse for overvågning af grundvand afhængige terrestriske økosystemer. Overvågning af grundvandets kemiske og kvantitative tilstand til sikring af god økologisk tilstand i afhængige terrestriske økosystemer (2011-2015). GEUS rapport udarbejdet for Naturstyrelsen.

Proulx-McInnis S, St-Hilaire A, Rousseau AN, Jutras S (2013). A review of ground-penetrating radar studies related to peatland stratigraphy with a case study on the determination of peat thickness in a northern boreal fen in Quebec, Canada. *Progress in Physical Geography* 37, 767-786.

Slater, L., & Lesmes, D. 2002. IP interpretation in environmental investigations. *Geophysics* 67, 77-88

Slater LD, Reeve A (2002). Investigating peatland stratigraphy and hydrogeology using integrated electrical geophysics. *Geophysics* 67, 365-378.

Smed P (1962). Studier over den fynske øgruppes glacielle landskabsformer. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. København. Bind 15, p 1-75.

Thorling L (1994). Sulfat som aldersindikator i grundvand. *Vand og Jord*, vol. 1 nr. 3 pp. 113-115.

Thorling L (2012a). Pejling af grundvandsstanden i felten. Teknisk anvisning TA-GO3. GEUS, 2012. www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/g03_pejlinger.pdf

Thorling L (2012b). Prøvetagning af grundvand i felten. Teknisk anvisning. GEUS 2012. www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/g02_provetagning.pdf

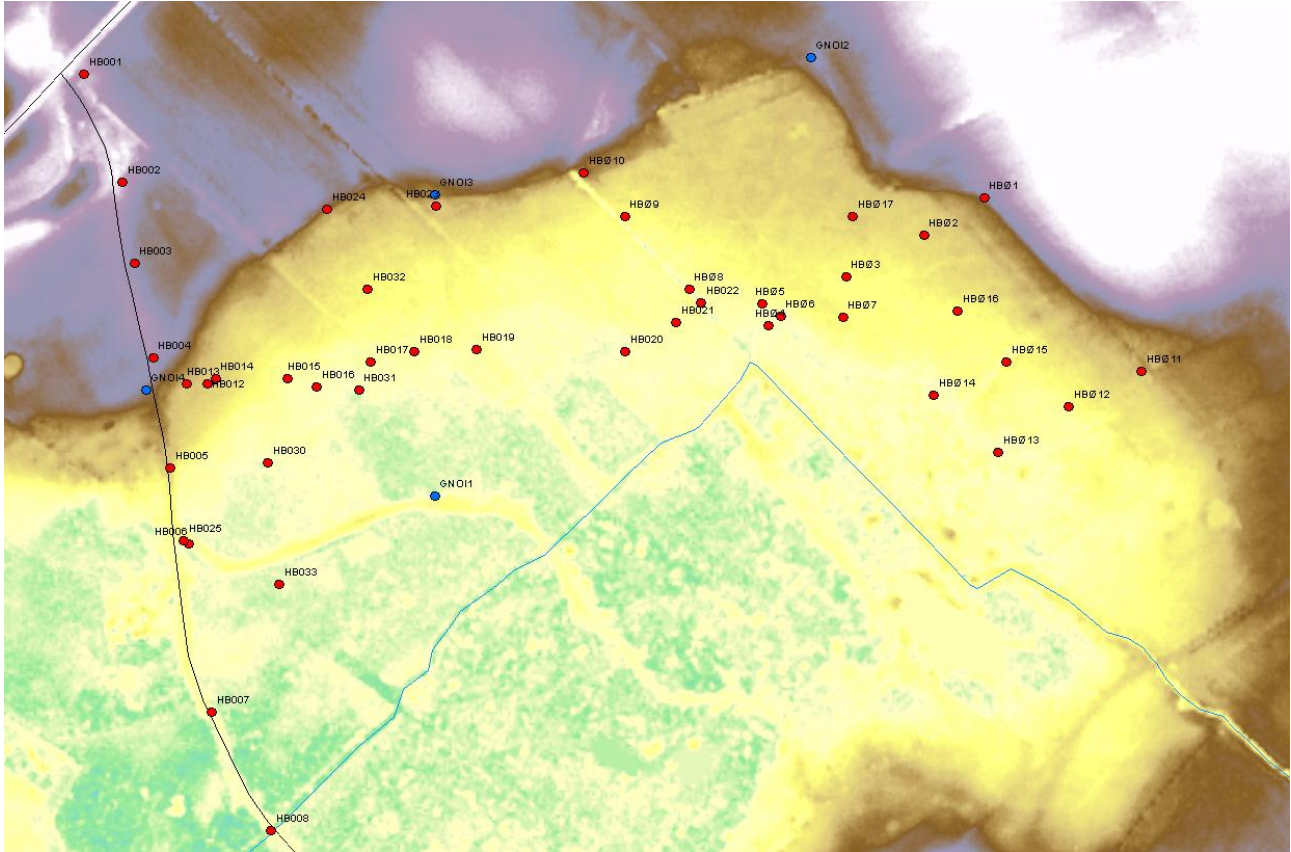
Ward SH (1990). Resistivity and induced polarization methods. In Ward S.H. (ed.): *Geotechnical and environmental Geophysics* 1, *Investigations in Geophysics* 5, 147-189. Society of Exploration Geophysics.

Whiteman MI, José PV, Acreman M, Treweek J, Brooks AW (2004). Introduction and structure (Part 1) In: Eds. A.W. Brooks, P.V. Jose, and M.I. Whiteman: *Ecohydrological Guidelines for Low-land Wetland Plant Communities*. Environment Agency (Anglian Region).

Bilag

- 1a. Beskrivelse af håndboringer
- 1b. Kortplaner over håndboreddybder i meter under terræn: (i) bund af tørv, (ii) top af kalkgytje, (iii) top af sand.
2. Beskrivelse af dybe boringer
3. 3D geofysiske profiler: DCIP og georadar metode
4. Pejlerunde regionale boringer (november 2013)
- 5a. kortplan for vandstandsrør i Urup Dam.
- 5b. Tekniske boringsoplysninger om vandstandsrør i Urup Dam.
6. Pejlerunde i vandstandsrør den 20. august 2013 (tør periode) og 31. oktober 2013 (våd periode).
7. Slugtest i udvalgte vandstandsrør i Urup Dam (bestemmelse af hydraulisk lednings-evne)
8. Prøvetagning af grundvand 4-5. september 2013 i området vest for åben vandførende grøft.
9. Vandkemisk feltarbejde med spektrofotometer
10. Vandkemisk analyse af makroioner på GEUS laboratorium

Bilag 1a - Håndboringer ved Urup Dam



Håndboringer ved Urup dam (røde cirkler). Dybe boringer GNOI1, 2 & 3 (146.3146, 146.3147 & 146.3148) udført af brøndborer (blå cirkel) i nærværende projekt. GNOI 4 (146.2974) udført tidligere af Naturstyrelsen i 2010.

HB 001

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600702; 6138971 (på mark ved Brabækvej)

(cm)

0-85	SAND, mellem, enkelte gruskorn, lys gulbrun (smeltevandssand)
85-110	SAND, mellem, fugtigt
110-120	SAND, mellem-groft, sand-silt slirer, gulbrunt
120- >155	SAND, mellem, velsorteret sand, lys gråbrun
155	VSP

HB 002

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600725; 6138907 (fold starter)

(cm)

0-35	MULD, fint-mellem sand, sortbrun
35-40	SAND, fint og mellem, gråbrun
40-135	SAND, mellemk., mørkere slirer Fe+Mn, mørkt gulbrun
135	fugtigt
135-165	SAND, mest mellem, svagt gruset, lys gråbrun (smeltevandssand)
165	VSP

HB 003

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600732; 6138859

(cm)

0-35	SAND, mellem, st. muldholdig, sortbrun
35-55	SAND, fint, st. siltet, slirer af muld, lys gulbrun
55-75	SAND, fint, lys gulbrunt
75-90	SAND, tynde lag af ler slirer, gulbrunt
90-100	SAND, mellem gulbrunt, fugtigt
100	VSP
100-110	SAND, mellem, gulbrunt
110-120	LER, siltet, lagdelt med planterester (issøaf ?)

HB 004

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600743; 6138803 (udfor piezometer UD2+3 & DGUnr. 146.2974)

(cm)

0-35	SAND, st. muldholdig, fint-mellem, få gruskorn, sortbrun
35-65	SAND, mellem, få grus korn, slirer af org. materiale, lys gulbrun
65-70	SAND, grus-stenet
70-85	SAND, mellem, lys gulbrun
85-130	SAND, mellem og groft, kalkholdig, lys gulbrun, fugtig (MS)
130-145	LER, siltet, sandet, sv gruset, gråbrun, gulbrune partier, kalkholdig (ML)
140	VSP

HB 005

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600753; 6138738

(cm)

0-15	MULD, sandet, sortbrun
15-60	SAND, mellem og groft, få grus korn, gulbrunt
60-85	LER, siltet, sandet, sv. gruset, kalkholdigt, gråbrun (ML)
65	VSP

HB 006

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600764; 6138693 (5-10m fra piezometer UD1)

(cm)

0-50	SAND, st organisk indhold
25	VSP (stiger fra ca. 60cm)
50-65	TØRV, st omsat
65-85	LER, st siltet, reduceret

HB 007

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600778; 6138593

(cm)

0-5 MULD, sortbrun

5-30 TØRV, st omsat, sortbrun

30- >220 GYTJE, en ferskvandssnegl ?, st kalkholdigt, lysgrå, helt blød (kalkgytje)

HB 008

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600813; 6138523 (ved Skyllevandsrenden)

(cm)

0 - > 220 TØRV, st omsat

ca. 20 VSP

HB 009

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600863; 6138476

(cm)

0-50 TØRV, st omsat

50-150 TØRV, omsat

ca. 100 VSP

HB 010

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600904; 6138431 (ved hus)

(cm)

0-50 MULD (fyld ?)

50 VSP

50- >110 TØRV, omsat med rester af ved og lagdeling, sortbrun

HB 011

Dato: 25/6-2013

UTM 32V: 0600950; 6138399

(cm)

0 - > 110 TØRV, omsat med planterester, sortbrun

HB 012

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600775; 6138788 (vestligste punkt i V-Ø profil gennem rigkær)

(cm)

0-25	MULD, st sandet, sortbrun
25-40	SAND, mellem, lysgråbrun, kalkholdig
40-45	SAND, fint, siltet, få grus korn, lys gråbrun, kalkholdig
45-60	SAND, fint og mellem, st siltet, sv leret, lys gråbrun, kalkholdig (MS)
60-65	do.
65-70	SAND, mellem, få gruskorn, lys gråbrun, kalkholdig
70	VSP
70-80	SAND, mellem, sv siltet, kalkholdig
80-100	SAND, sv gruset, lerslirer, kalkholdig
100-105	SAND, mellem, st siltet, leret, sv gruset, gråbrun, kalkholdig (MS)
105 ->	LER, siltet, sandet, gruset, lys gråbrun, kalkholdig (ML)

HB 013

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600763; 6138788 (kant af højt græs)

(cm)

0-25	MULD, st sandet, st org indhold, sortbrun kalkholdig
25-35	SAND, mellem og fint, sv siltet, lysgråbrun, kalkholdig
35-45	SAND, fin-mellem, sv siltet, gulbrun, kalkholdig
45	VSP
45-95	SAND, mellem, sv gruset, lerklumper, gulbrun, kalkholdig
95 ->	LER, siltet og sandet, olivengrå, kalkholdig (ML)

HB 014

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600780; 6138791

(cm)

0-20	MULD, st sandet, st org indhold, kalkholdig
20-30	SAND, mellem, lys gråbrun, kalkholdig
30	VSP
30-40	SAND, mellem, sv siltet, få gruskorn, gråbrun, kalkholdig
40-90	do. + mange bryozoer (glacial)
90-130	do. + mange bryozoer, grå, kalkholdig

HB 015

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600823; 6138791 (ca. 15m vest for NOVANA station)

(cm)

0-25	TØRV, st omsat, kalkholdig
20	VSP
25-60	SAND, fint og mellem, siltet, gulbrunt, kalkholdig
60-80	SAND, fint, st siltet, lysbrungrå kalkholdig
80-100	SAND, fint, st siltet, lerslirer, olivengrå, kalkholdig (issøafl ?)

100-155	SAND, st siltet, sv leret kalkholdig
155-200	SAND, fint og mellem, siltet, enkelte lerslirer, gråbrun, st kalkholdig

HB 016

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600840; 6138786

(cm)

0-25	MULD, st org indh, kalkholdig
25	VSP
25-50	SAND, mellem, sv siltet, enkelte lerslirer, lysgråbrun, kalkholdig
50-125	do.

HB 017

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600872; 6138801 (grøft mellem HB 016 og HB 017)

(cm)

0-45	TØRV, sortbrun
45-100	GYTJE, leret, siltet, lys, st kalkholdig (kalkgytje)
ca. 45	VSP
100-140	SAND, meget rig på bryozoer, st kalkholdig
140-155	SAND, mest sandet, st siltet, sv gruset, olivengrå, rig på bryozoer, st kalkholdig

HB 018

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600898; 6138807 (i bælte med træer og speciel vegetation + oliefilm)

(cm)

0-30	MULD, kalkfri
30-100	TØRV, sortbrun
40	VSP
100-200	GYTJE, st kalkholdig, meget blød (kalkgytje)

HB 019

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600935; 6138808 (samme strøg af træer som HB 018)

(cm)

0-100	TØRV, kalkfri
ca. 45	VSP
100-165	GYTJE, st kalkholdig (kalkgytje)
165-180	SAND, mellem, olivengrå, kalkholdig

HB 020

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600323; 6138807

0-35	MULD
35-60	TØRV
ca. 45	VSP
60-145	GYTJE, kalkholdig (kalkgytje)
145-165	SAND, mest mellem, siltet, olivengrå, kalkholdig

HB 021

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0601053; 6138824

(cm)

0-30	MULD, st org indh, kalkfri
20	VSP
30-65	GYTJE, st kalkholdig (kalkgytje)
65-90	SAND, mellem, st siltet, tynde lerslirer, med bryozoer, kalkholdig
90-135	do.

HB 022

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0601068; 6138836 (ved åben grøft)

(cm)

0-20	MULD, st org indh, st kalkholdig
20	VSP
20-60	GYTJE, st kalkholdig (kalkgytje)
60-80	SAND, mellem, lerslirer, kalkholdig
80-120	do. + bryozoer

HB 023

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600911; 6138893 (ved piezometer UD 6&7)

(cm)

0-35	MULD, st sandet, sortbrun, kalkholdig
35-45	GYTJE, lys gulbrun, st kalkholdig (kalkgytje)
45-60	SAND, mest mellem, få gruskorn, gulbrun, st kalkholdig
60-100	LER, siltet, sandet, sv gruset, sandslirer, gulbrun, kalkholdig (ML)
75	VSP
100-165	LER, siltet, sandet, sv gruset, sandslirer, gulbrun, kalkholdig (ML)

HB 024

Dato: 26/6-2013

UTM 32V: 0600846; 6138891 (ved piezometer UD4&5)

(cm)

0-35	MULD, sandet, sortbrun, kalkholdig
35-60	SAND (MS)
60	VSP
60-145	LER, sandslirer, kalkholdig (ML)

HB 025

Dato: 27/6-2013

UTM 32V: 0600761; 6138695 (ved piezometer UD1)

(cm)

0-40	FYLD
35	VSP
40-70	TØRV
70-150	GYTJE, kalkholdig (kalkgytje)
150-170	SAND, mellem, olivengrå, kalkholdig

HB 030 (ved URUP4)

Dato: 10/7-2013

UTM 32V: 600811; 6138741

(cm)

0-35	TØRV, mørkbrun, omsatte planterester, kalkholdig
Ca. 40	VSP
35-80	GYTJE, lysgrå, kalkholdig (Kalkgytje)
80-140	LER, grå, leret, st. kalkholdig
140-145	SAND, siltet, grå, kalkholdig

HB 031 (ved URUP2)

Dato: 10/7-2013

UTM 32V: 600865; 6138784

(cm)

0-30 TØRV, mørkbrun, planterester, kalkholdig

30-40 GYTJE, st. kh (kalkgytje)

40-50 SAND, mellem, gulbrun, st. kalkholdig

ca. 40 VSP

HB 032 (ved URUP1)

Dato: 10/7-2013

UTM 32V: 600870; 6138844

(cm)

0-35 TØRV, mørkbrun, planterester, kalkholdig

35-40 GYTJE, st. kh (kalkgytje)

40-50 SAND, mellem-grov, gulbrun, st. kalkholdig

ca. 35 VSP

HB 033 (ved URUP3)

Dato: 10/7-2013

UTM 32V: 600818; 6138669

(cm)

0-30 TØRV, mørkbrun, lettere omsat, kalkholdig

30-195 GYTJE, blød, lysgrå, st kalkholdig (kalkgytje)

ca. 35 VSP

195-200 SAND, mellem, grå, kalkholdig

HBØ 1

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601261; 6138900

(cm)

0-45	MULD, st. sandet
45-50	TØRV, omsat
50-70	SAND, mest mell, gul brun, kh
70-115	SAND, sv. gruset, enkelte sten, gul brun, kh
115-150	SAND, mell., sv. gruset, st. kh, lys brun
150-155	SAND , mellem-grov, sv. gruset, slirer af silt, lys brungrå, kh
155	VSP
155->175	SAND, mellem-grov, sv. gruset, slirer af silt, lys brungrå, kh

HBØ 2

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601200; 6138876

(cm)

0-20	MULD
20-30	SAND, mell. lysgulbrun, få gruskorn, kh
30-95	LER, siltet, sandet, sv. gruset, mange rødder, oliven-gulbrun, kh (ML)
95->175	LER, siltet, sv. sandet, olivengrå, st. kh (ML)

HBØ 3

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601154; 6138851

(cm)

0-20	TØRV, st. omdannet, muldholdigt, sortbrunt, kh
20-30	GYTJE, st. siltet og sv. leret, lyst gulbrunt, st. kh (Kalkgytje)
30-55	SAND, fint og mell. gulbrunt, st. kh

55-110 LER, siltet og sandet, olivenbrunt, sv. gruset, st. kh
110-150 LER, siltet, sv. gruset, olivengult, st. kh
150->190 LER, siltet og sandet, sv. gruset, olivengråt, st. kh

HBØ 4

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601108; 6138822

(cm)

0->310 TØRV, sv. omdannet, rig på planterester, sort-brun, ikke kh

HBØ 5

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601104; 6138835

(cm)

0-25 TØRV, st. omdannet, sortbrunt, kh
25-45 GYTJE, st kh, lyst gulbrunt (kalkgytje)
45-80 SAND, mest mell, sv. gruset, lyst gulbrunt, kh
80-85 SAND, mell., sv. gruset, brungråt, kh
85 -> LER, siltet og sandet, sv. gruset, gråbrunt, kh (ML)

HBØ 6

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601115; 6138828

(cm)

0-50 TØRV, ferskvandsskaller ?, kh
50-85 Gytje, st. kh (kalkgytje)
85 VSP
85 -> SAND, fint-mell, st. siltet, gråbrunt, st. kh

HBØ 7

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601152; 6138827

(cm)

0-50	TØRV
50-300	GYTJE, st. kh, (kalkgytje)
300->	SAND, fint-mellem, siltet, rig på kalkkorn, olivengrå, st. kh

HBØ 8

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601061; 6138844

(cm)

0-40	TØRV, skaller, st kh
40-60	Gytje, st kh, (kalkgytje)
60	VSP
60->150	SAND, mest fint, st. siltet, leret, gråbrunt, st. kh

HBØ 9

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 601023; 6138887

(cm)

0-38	TØRV, st. omsat, sandet og siltet, sortbrunt
38-40	GYTJE, st kh (kalkgytje)
40-47	SAND, fint og mellem, sv. siltet, lyst gulbrunt, enkelte gruskorn, st. kh
47	VSP
47-90	SILT, leret og sandet, lys olivengrå, lagdelt, kh (smeltevandsafl.)

90-> SAND

HBØ 10

Dato: 2/9-2013

UTM 32V: 600998; 6138913

(cm)

0-50 MULD, st. sandet, sortbrunt, kalkfri

50→100 SAND, mest mell, sv. gruset, siltet, gulbrunt, (MS)

HBØ 11

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601329; 6138795

(cm)

0-30 MULD, st. sandet, sortbrunt, sv. gruset og enkelte sten

30-50 SAND, fint og mell., sv. gruset, lysgulbrunt, st. kh

50-80 SAND, mest mell, sv gruset, lysgråbrunt, kh (smeltevandssand)

80-135 SAND, mest mell, sv. gruset, lysgråbrunt, kh (MS)

100 VSP

100->185 LER, siltet og sandet, sv gruset, olivengrå, kh (ML)

HBØ 12

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601286; 6138774

(cm)

0-60 TØRV, sv. omdannet, stedvis kh

60-70 GYTJE, st kh, lysgrå, (kalkgytje)

70 VSP

70-80 SAND, mest mell, lysgråt, kh
80->110 LER, siltet og sandet, sv. gruset, kh (ML)

HBØ 13

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601244; 6138747

(cm)

0->310 TØRV, let omsat, sortbrun, skalfragmenter, stedvis kh

HBØ 14

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601206; 6138781

(cm)

0-240 TØRV, brun-sort mørkgulbrun, få kalkskaller, kh

240-> SAND, fint og mellem siltet, olivengråt, rig på kalkfragmenter, st kh

HBØ 15

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601249; 6138801

(cm)

0-20 TØRV,

20-40 GYTJE, st kh, lysgrå, (kalkgytje)

40-60 SAND

55 VSP

60-> LER

HBØ 16 (ved rigkær)

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601220; 6138831

(cm)

0-25 TØRV, få kalkskaller, kh

25-35 GYTJE, st kh (kalkgytje)

35-50 LER

50 VSP

HBØ 17 (plet med sivgræsser ved siden af arealer med lavt græs og orkideer)

Dato: 3/9-2013

UTM 32V: 601158; 6138887

(cm)

0-20 MULD, st sandet

20-60 SAND, st hk (MS)

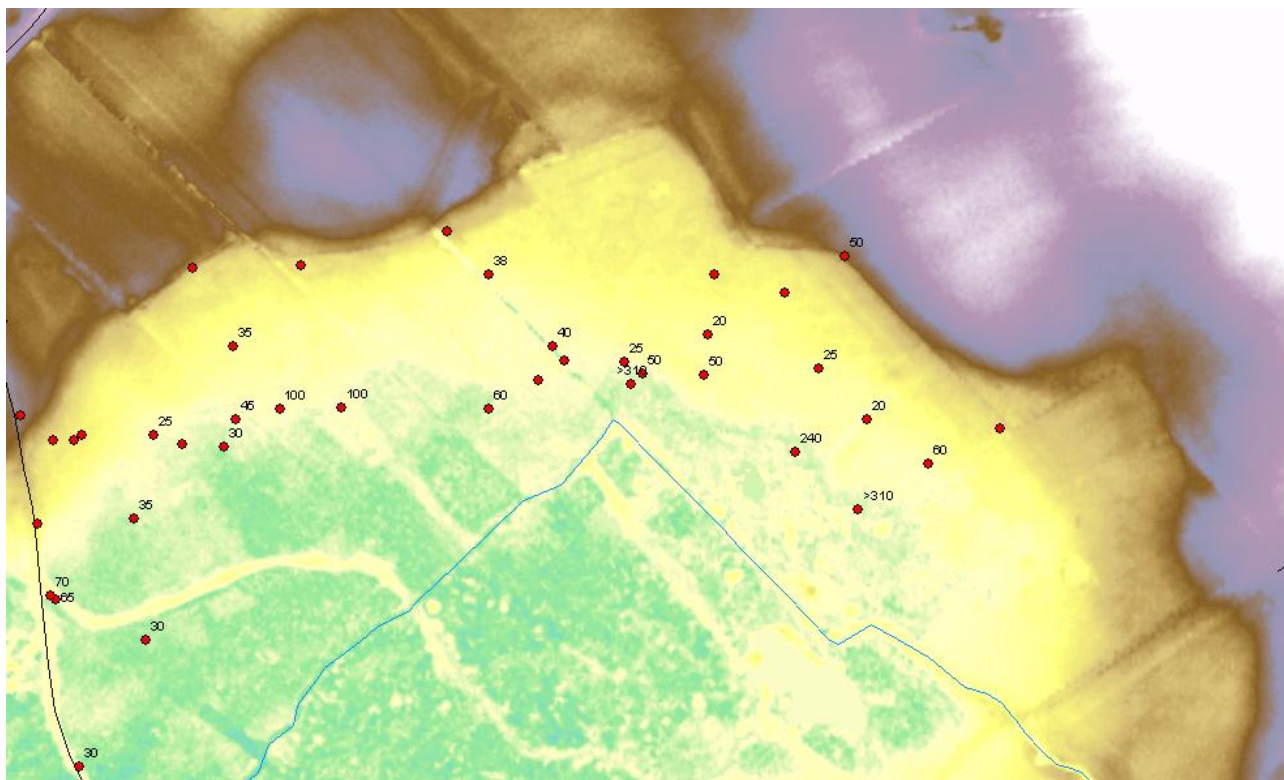
60-145 SAND, mest mell, sv gruset, gråbrunt, kh (smeltevandssand)

Ca. 90 VSP

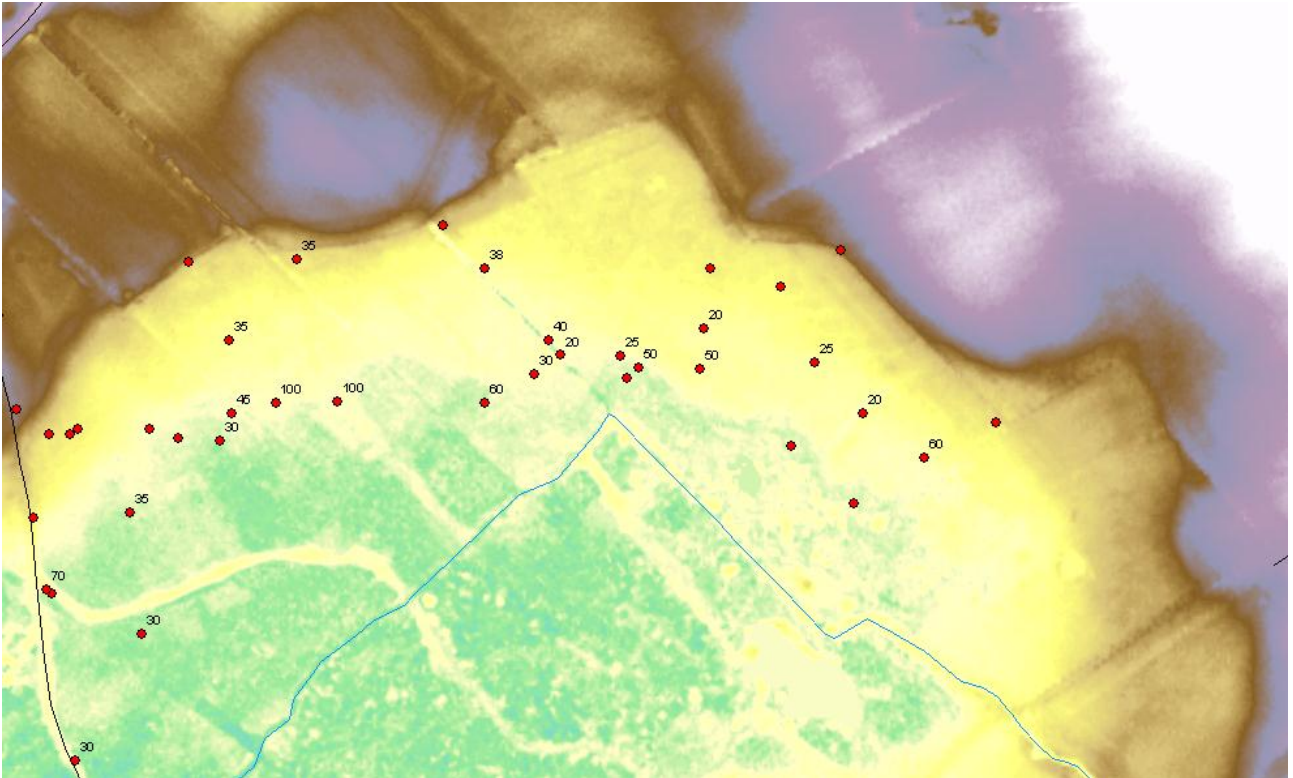
145-160 LER, med planterester, st siltet, udydelig lagdeling, olivengråt, st kh (issøler)

160-> LER, siltet og sandet, sv gruset, olivengråt, st kh (ML)

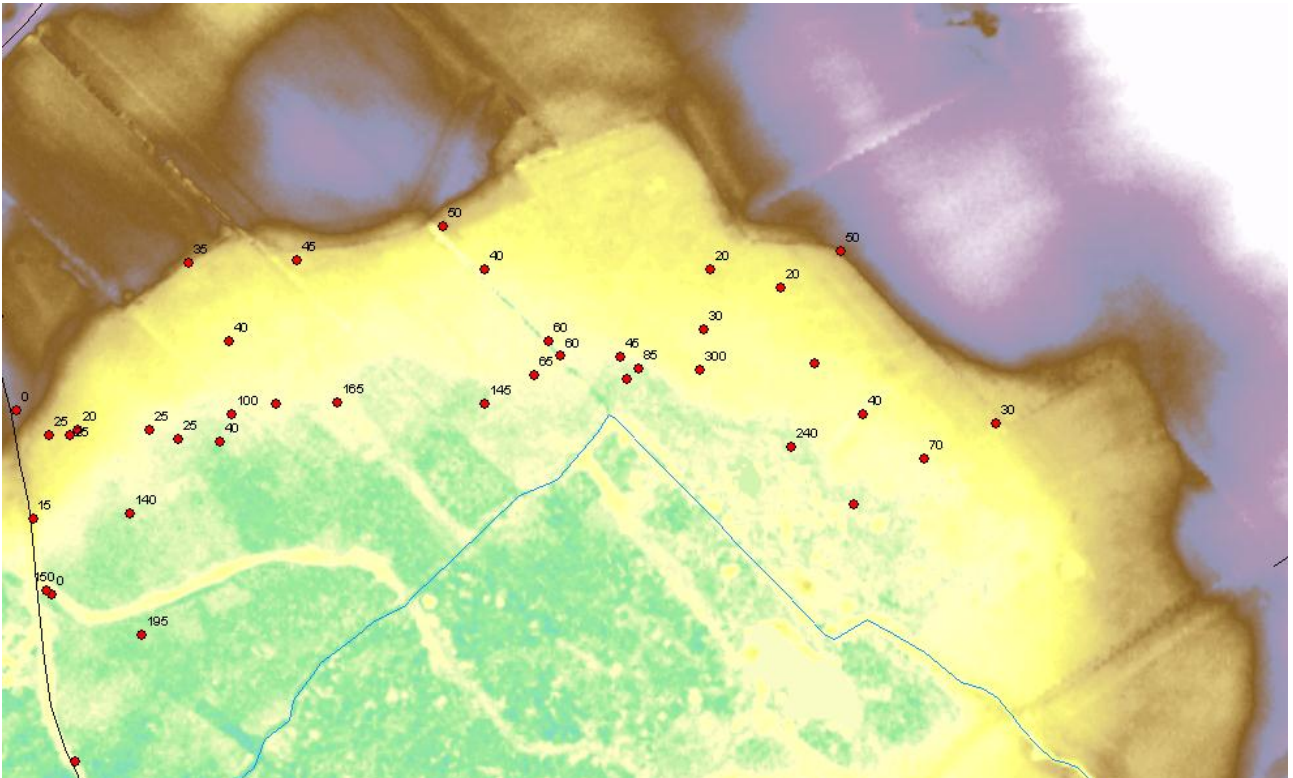
Bilag 1b – kortplaner over håndboreddybder til (i) bund af tørv, (ii) top af kalkgytje, (iii) top af sand



Bund af tørv (cm under terræn)



Top af kalkgytje (cm under terræn)



Top and sand (cm under terræn)

Bilag 2 - Dybe boreriger

GNOI 1: 146.3146

Top	Bund	DGU-symbol	Beskrivelse
0	0,2	postglacial ferskvandstørv - ft	TØRV, svagt sandet, mørk brun, kalkholdig. (postglacial ferskvandstørv). Prøve udtaget ved .2 m. Note: Omsat tørv med få intakte planterester.
0,2	0,5	postglacial ferskvandstørv - ft	TØRV, svagt sandet, mørk brun, pletvis kalkholdig. (postglacial ferskvandstørv). Prøve udtaget ved .5 m. Note: Omsat tørv med få intakte planterester.
0,5	1	postglacial ferskvandsgytje - fp	GYTJE (DYND), indh. af planterester, grå, kalkholdig, "kalkgytje", Udført: slemmeanalyse. Prøve udtaget ved 1 m. Note: Kransnålalger Chara, En enk snegl, et enk skalfragment.
1	1,5	postglacial ferskvandsgytje - fp	GYTJE (DYND), svagt siltet, svagt indh. af planterester, lys brungrå, ostrakoder, kalkholdig, "kalkgytje", Udført: slemmeanalyse. Prøve udtaget ved 1.5 m. Note: Slire af gråbrun.
1,5	2	postglacial ferskvandsgytje - fp	GYTJE (DYND), leret, svagt siltet, svagt indh. af planterester, slirer af sand, slirer af tørv, horisontal lagdeling, grå, ostrakoder, kalkholdig, "lergytje", Udført: slemmeanalyse. Prøve udtaget ved 2 m. Note: Kransnålalger Chara. Sandlag med bryozøer.
2	2,5	sand - s	SAND, fint og mellem, svagt siltet, gruset, svagt indh. af planterester, grå, få bryozøer, kalkholdig. (sand), Udført: sigte/slemmeanalyse. Prøve udtaget ved 2.5 m. Note: Enk sten. Senglacialt nedskyssand???
2,5	3	sand - s	SAND, mest fint, svagt siltet, svagt gruset, svagt indh. af planterester, grå, få bryozøer, kalkholdig. (sand), Udført: sigte/slemmeanalyse. Prøve udtaget ved 3 m. Note: En enk sten. Senglacialt nedskyssand???
3	3,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 3.5 m. Note: En enkelt sten.
3,5	4	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 4 m.
4	4,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 4.5 m.
4,5	5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 5 m.
5	5,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 5.5 m.
5,5	6	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 6 m.
6	6,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, stærkt sandet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 6.5 m.
6,5	7	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 7 m.
7	7,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 7.5 m.
7,5	8	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 8 m.
8	8,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 8.5 m.
8,5	9	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 9 m.
9	9,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 9.5 m.
9,5	10	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, mørk grå, få bryozøer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 10 m.

GNOI 2: 146.3147

Top	Bund	DGU-symbol	Beskrivelse
0	0,2	muld - m	MULD, sandet, indh. af planterester, mørk brun, kalkholdig. (muld). Prøve udtaget ved .2 m.
0,2	0,5	muld - m	MULD, sandet, indh. af planterester, mørk gråbrun, svagt kalkholdig. (muld). Prøve udtaget ved .5 m.
0,5	1	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest fint, få slirer af ler, brun, kalkfri, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 1 m.
1	1,5	glacial morænesand (sandet till) - ms	SAND, slirer af ler, grå, få bryozoaer, kalkholdig, "morænesand". Prøve udtaget ved 1.5 m.
1,5	2	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, få bryozoaer, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 2 m.
2	2,5	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, lys brungrå, svagt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 2.5 m.
2,5	3	glacial vekslende små smeltevandslag - dv	SILT, svagt sandet, mange slirer af sand, grå, kalkholdig, "smeltevandssilt". Prøve udtaget ved 3 m.
3	3,5	glacial smeltevandssler - dl	LER, ret fedt, grå, kalkholdig, "smeltevandssler". Prøve udtaget ved 3.5 m.
3,5	4	glacial smeltevandssilt - di	SILT, sandet, grå, kalkholdig, "smeltevandssilt". Prøve udtaget ved 4 m.
4	4,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 4.5 m.
4,5	5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 5 m.
5	5,5	glacial moræneler (leret till) - ml	LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, kalkholdig, "moræneler". Prøve udtaget ved 5.5 m. Note: En enk sten.
5,5	6	glacial smeltevandssand - ds	SAND, fint og mellem, svagt siltet, grå, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 6 m.
6	6,5	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, svagt siltet, svagt gruset, grå, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 6.5 m.
6,5	7	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, svagt siltet, gruset, grå, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 7 m. Note: En enk sten.
7	7,5	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, svagt siltet, svagt gruset, grå, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 7.5 m.
7,5	8	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, svagt siltet, svagt gruset, grå, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 8 m.
8	8,5	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, gråbrun, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 8.5 m.
8,5	9	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest mellem, gråbrun, bryozoaer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 9 m.
9	9,5	glacial smeltevandssand - ds	SAND, mest fint, siltet, grå, få bryozoaer, kalkholdig, "smeltevandssand". Prøve udtaget ved 9.5 m.
9,5	10	glacial smeltevandssilt - di	SILT, svagt leret, svagt sandet, grå, kalkholdig, "smeltevandssilt". Prøve udtaget ved 10 m.

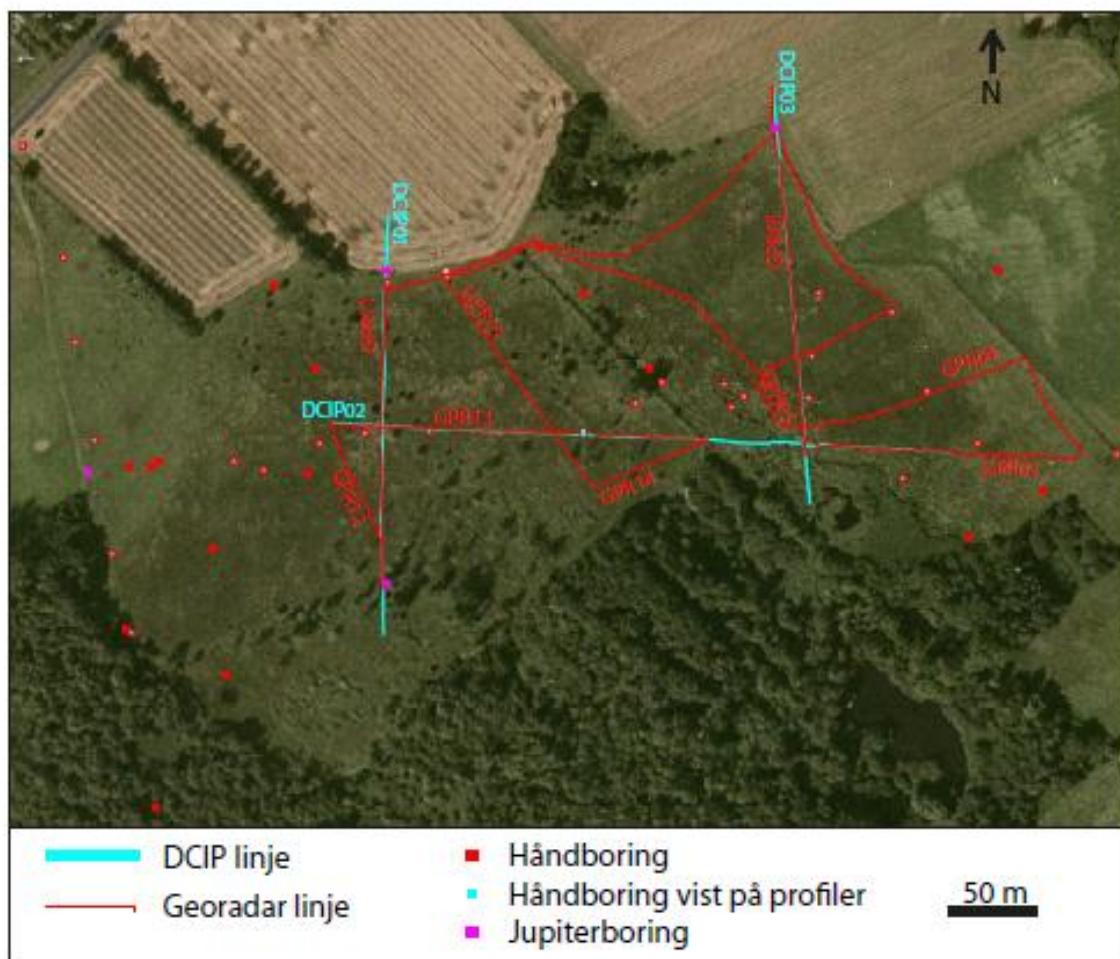
GNOI 3: 146.3148

Top	Bund	DGU-symbol	Beskrivelse
0	0,2 ukendt lag, oplysninger mangler - x		INGEN PRØVE, (ukendt lag, oplysninger mangler).
0,2	0,5 muld - m		MULD, stærkt tørve-holdig, svagt sandet, mørk brun, kalkholdig. (muld). Note: Hovedsagelig organisk stof, men ingen intakte planterester.
0,5	1 glacial morænesand (leret till) - ml		LER, siltet, stærkt sandet, svagt gruset, svagt indh. af planterester, grå, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand". Note: Reduceret kerne omgivet gulbrun oxideret rand.
1	1,5 glacial smeltevandssand - ds		SAND, mest fint, svagt siltet, indh. af planterester, , grå, få bryozøer, kalkholdig, "smeltevandssand".
1,5	2 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, fint og mellem, svagt siltet, svagt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand".
2	2,5 glacial morænesand (leret till) - ml		LER, siltet, stærkt sandet, svagt gruset, grå, kalkholdig, "morænesand".
2,5	3 glacial morænesand (leret till) - ml		LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, svagt indh.af kalkklaster, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand".
3	3,5 glacial morænesand (leret till) - ml		LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, svagt indh.af kalkklaster, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand".
3,5	4 glacial morænesand (leret till) - ml		LER, siltet, sandet, svagt gruset, grå, svagt indh.af kalkklaster, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand".
4	4,5 glacial smeltevandssand - ds		SAND, fint og mellem, svagt siltet, grå, få bryozøer, kalkholdig, "smeltevandssand".
4,5	5 glacial smeltevandssand - ds		SAND, fint og mellem, svagt gruset, klumper af silt, grå, få bryozøer, kalkholdig, "smeltevandssand".
5	5,5 glacial smeltevandssand - ds		SAND, mellem og groft, svagt gruset, grå, få bryozøer, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand".
5,5	6 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, mellem og groft, svagt siltet, gruset, stenet, grå, få bryozøer, stærkt kalkholdig, "morænesand".
6	6,5 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, mellem og groft, svagt siltet, gruset, stenet, grå, få bryozøer, stærkt kalkholdig, "morænesand".
6,5	7 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, mellem og groft, svagt siltet, gruset, stenet, grå, få bryozøer, stærkt kalkholdig, "morænesand".
7	7,5 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, mellem og groft, svagt siltet, gruset, stærkt stenet, grå, få bryozøer, kalkholdig, "morænesand".
7,5	8 glacial morænesand (sandet till) - ms		SAND, mellem og groft, svagt siltet, gruset, stenet, grå, få bryozøer, stærkt kalkholdig, "morænesand".
8	8,5 glacial smeltevandssand - ds		SAND, mest groft, stærkt gruset, grå, få bryozøer, kalkholdig, "smeltevandssand".
8,5	9 glacial smeltevandssilt - di		SILT, leret, grå, kalkholdig, "smeltevandssilt".
9	9,5 glacial smeltevandssilt - di		SILT, svagt leret, grå, kalkholdig, "smeltevandssilt".
9,5	10 glacial smeltevandssand - ds		SAND, mest fint, svagt siltet, grå, kalkholdig, "smeltevandssand".

Bilag 3 – 3D geofysiske profiler: DCIP og Georadar metoder

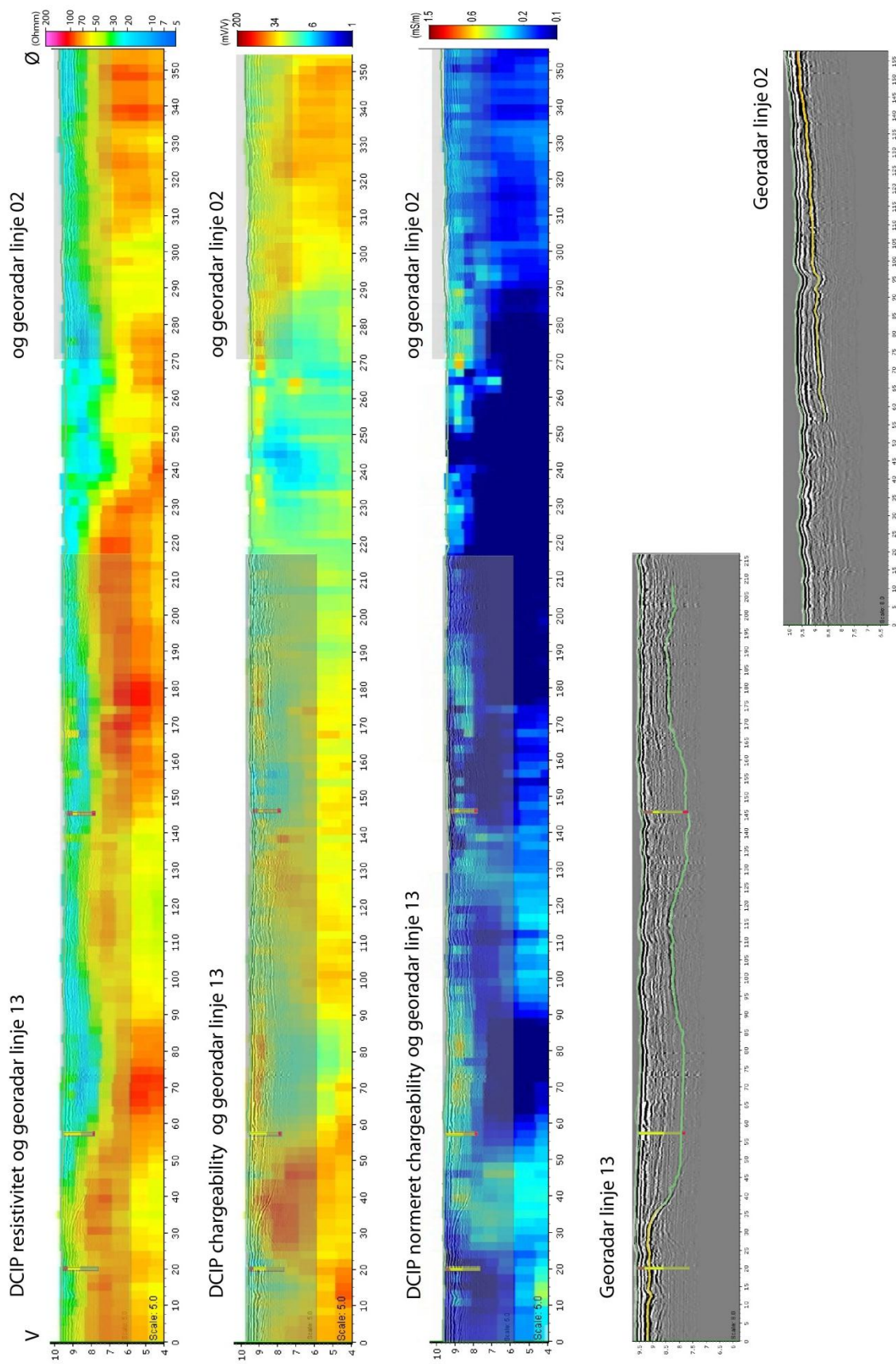
Der er målt DCIP langs tre profiler: DCIP01 (240 m), DCIP02 (320 m) og DCIP03 (240 m). Målingerne er udført med et Iris Instruments Syscal Pro instrument sat op med gradient array protokoller og 2 m minimumselektrodeafstand.

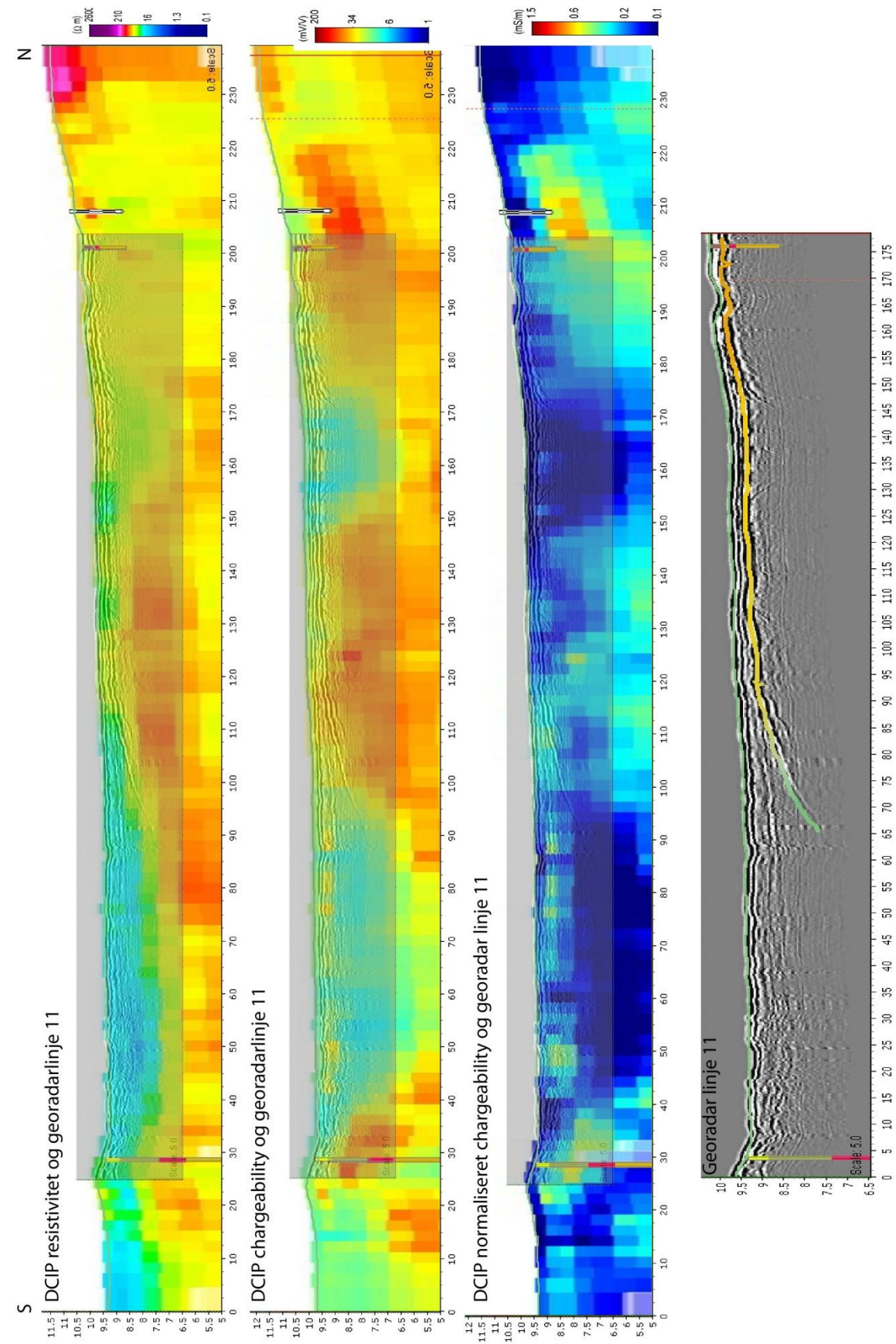
Der er målt ca. 2 km georadarlinjer fordelt på 16 profiler. Målingerne er udført med et Sensor & Softwares PulseEKKO 100A system med 200 MHz antenner. Der er en georadar "trace" for hver 0,1 m langs profilet. Data er dewowet, lavpasfilteret, forstærket med AGC med et vindue på 4 pulsbrejder, og dybdekonverteret og kotekorrigeret med en hastighed på 0,04 m/ns.



Feltoversigt: DCIP og georadar linjer samt hånd og brøndboringer

Vest-øst orienterede DCIP02 og georadarlinjerne 02 og 13.



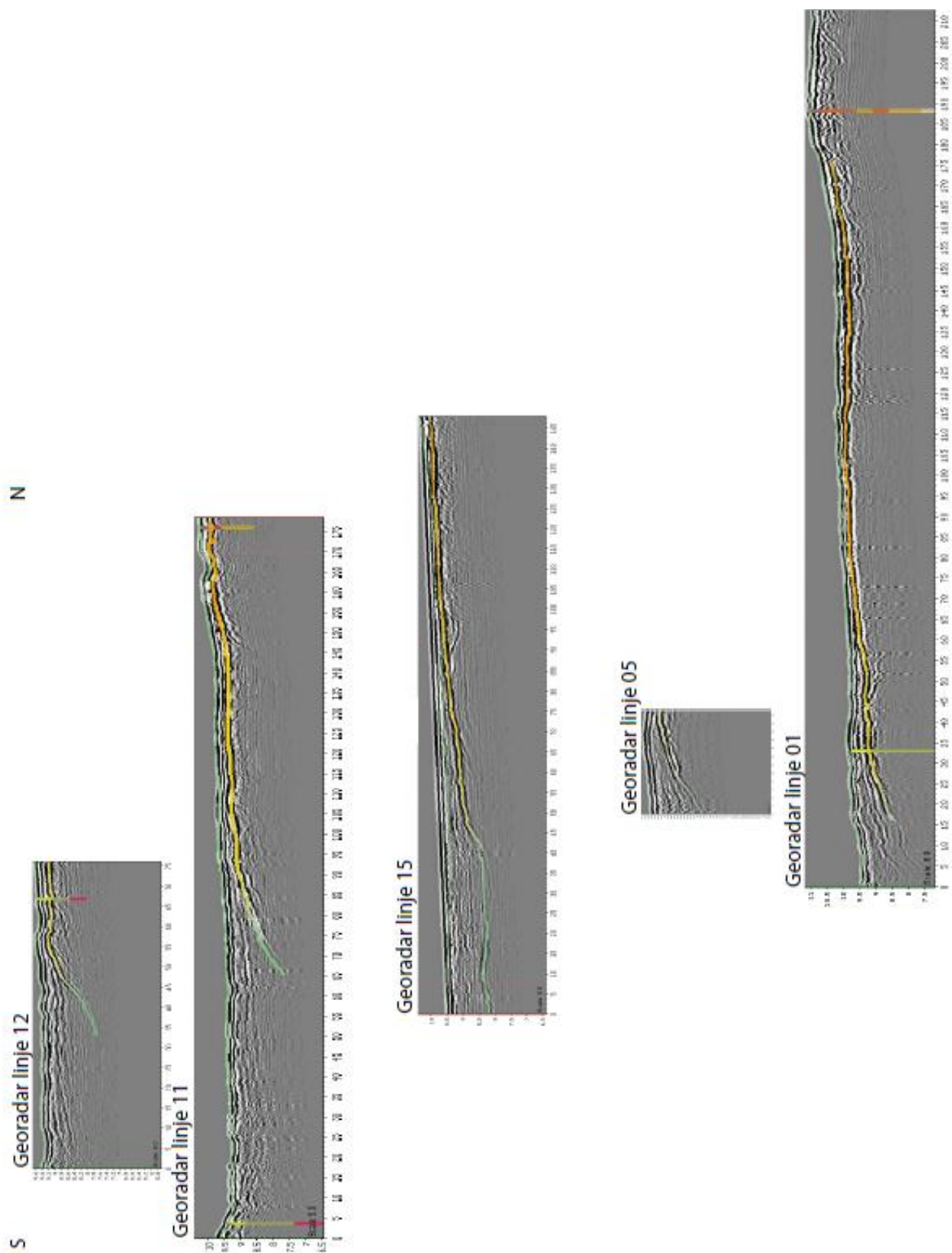


Syd-nord orienterede DCIP01 og georadarlinje 11.

Syd-nord orienterede DCIP03 og georadarlinje 01.

For de tre ovenstående figurer vises fra oven og ned resistivitssektionen, chargeability-sektionen og den normaliserede chargeability-sektion (chargeability/resistivitet). Georadarlinjerne vises dels lagt oven på DCIP sektionerne, dels alene. DCIP-sektionerne med georadar-sektioner er overhøjet 5 gange mens georadarsektionerne nederst er overhøjet 8 gange.

I figuren med DCIP02 og georadarlinjerne 02 og 13 vises den samlede længde af georadarprofil 13 og 0–85 m af georadarlinje 02. Den østlige halvdel af georadarlinje 02 er placeret øst for DCIP02.



Georadarlinjerne 01, 05 (øst for vandførende grøft), 11, 12 og 15 (vest for vandførende grøft), alle orienteret i N-S retning.

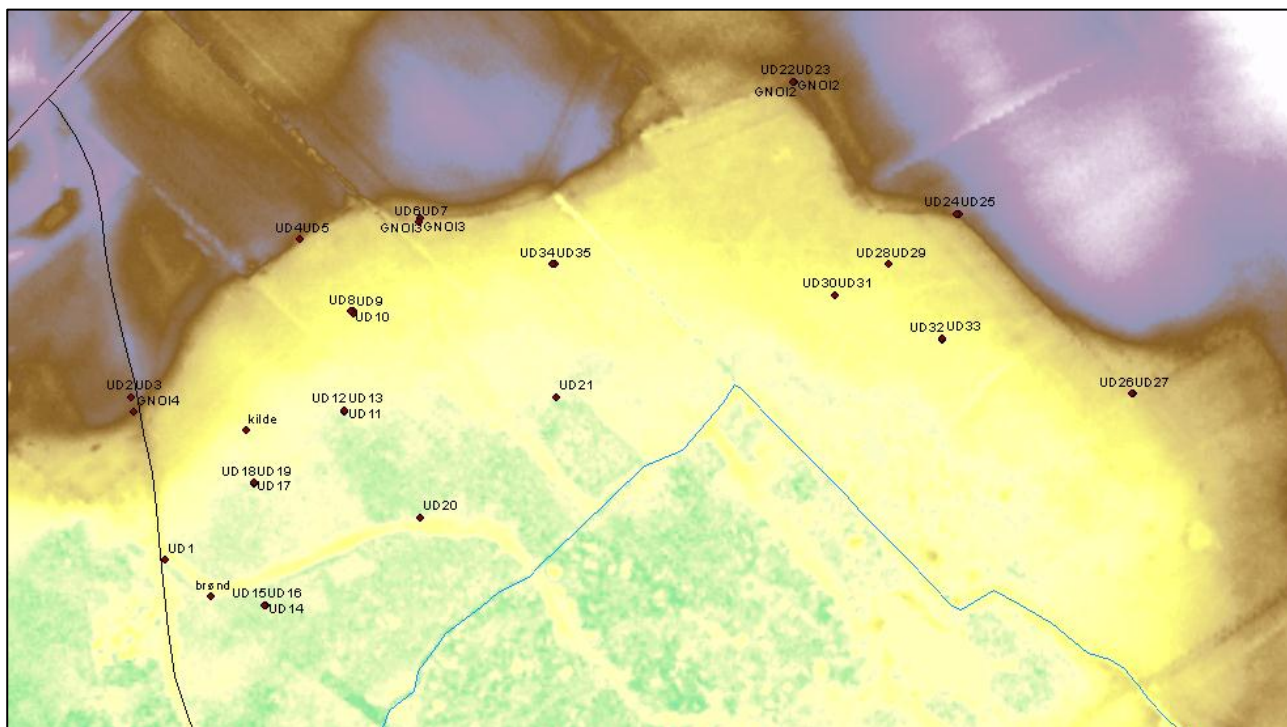
I georadar-sektionerne ses en tydelig gennemgående refleksion. Under den kraftige refleksion dæmpes signalet stort set fuldstændigt. Refleksionen kan følges i store dele af området. I borerer korrelerer den med bunden af tørve- og gytjeaflejringerne og toppen af sandlag. Når gytjen bliver relativt tyk dæmper den georadarsignalet og den kraftige refleksion dør ud.

På georadarlinjerne 11 og 12 samt 01 og 05 kan man se, at søbassinet bliver dybere end georadar-signalet kan trænge igennem.

Bilag 4 - Regionale boringer (pejlet oktober 2013)

utmx	utmy	Vsp (ko- te)	DGU nr.	
600739	6138784	9,82	146.2974	GNOI4
600910	6138900	10,02	146.3148	GNOI3
601133	6138981	10,26	146.3147	GNOI2
601493	6137225	12,57	146.628	
600913	6137250	11,58	146.1937	
600242	6138240	10,11	146.2534	
602559	6138677	13,88	146.2091	
599783	6138641	10,37	146.2053	
600401	6138247	10,39	baghuset	
602576	6139296	12,95	146.2161	

Bilag 5a – Kortplan for vandstandsør i Urup Dam habitatområdet



Bilag 5b - Tekniske boringsoplysninger

pktm	ID	Dybde u. terræn	utm x	utm y	MP	kote, MP	MP til terræn	Kote, terræn
UD1	UD1-1.7m	1,7	600758	6138696	top af rør	10,109	0,37	9,739
GNOI4	146,2974	6,4	600739	6138784	top af rør	11,33	0,32	11,01
UD2	UD2-3m	3	600738	6138793	top af rør	12,17	1,075	11,095
UD3	UD3-1.3m	1,3	600738	6138793	top af rør	11,868	0,785	11,083
UD4	UD4-3.0m	3	600838	6138887	top af rør	11,979	1,1	10,879
UD5	UD5-1.5m	1,5	600838	6138887	top af rør	11,495	0,62	10,875
GNOI3	146,3148	5-6	600910	6138900	top af	10,751	0,13	
GNOI3	146,3148	5-6	600910	6138900	beton kant	10,919	0,30	10,62
UD6	UD6-3.0m	3	600909	6138897	top af rør	11,408	1,135	10,273
UD7	UD7-1.5m	1,5	600909	6138897	top af rør	10,919	0,643	10,276
UD8	Urup 1	0-1	600870	6138844	top af rør	10,329	0,52	9,809
UD9	URUP1-1.75m	1,75	600870	6138843	top af rør	10,146	0,37	9,776
UD10	URUP1-3.0m	3	600869	6138844	top af rør	10,858	0,94	9,918
UD11	Urup 2	0-1	600865	6138784	top af rør	9,985	0,69	9,295
UD12	URUP2-1.75m	1,75	600865	6138785	top af rør	9,704	0,39	9,314
UD13	URUP2-3.0m	3	600865	6138785	top af rør	10,406	1,13	9,276
UD14	Urup 3	0-1	600818	6138669	top af rør	9,739	0,59	9,149
UD15	UD-A2-1.89m	1,83-1,94	600817	6138669	top af rør	9,904	0,725	9,179
UD16	UD-A1-3m	3	600817	6138669	top af rør	10,261	1,055	9,206
UD17	Urup 4	0-1	600811	6138741	top af rør	9,847	0,56	9,287
UD18	URUP4-1.75m	1,75	600811	6138742	top af rør	9,542	0,24	9,302
UD19	URUP4-3.0m	3	600811	6138742	top af rør	10,283	0,99	9,293
UD20	UD-A3-3.0m	3	600910	6138721	top af rør	10,453	1,07	9,383
UD21	UD-A4-3.0m	3	600991	6138793	top af rør	10,382	1,1	9,282
GNOI2	146,3147	5-6	601133	6138981	top af rør	11,416	0,341	11,075
GNOI2	146,3147	5-6	601133	6138981	beton kant	11,455	0,38	11,075
UD22	UDA5-3.0m	3	601132	6138981	top af rør	12,019	1,00	11,02
UD23	UDA6-1.75m	1,75	601132	6138981	top af rør	11,389	0,36	11,029
UD24	UDA7-3.0m	3	601231	6138902	top af rør	12,296	1,05	11,246
UD25	UDA8-1.75m	1,75	601230	6138902	top af rør	11,601	0,325	11,276
UD26	UDA9-3.0m	3	601335	6138795	top af rør	11,519	1,17	10,349
UD27	UDA10-1.75m	1,75	601334	6138795	top af rør	10,654	0,315	9,945
UD28	UDA11-3.0m	3	601189	6138872	top af rør	10,962	1,04	9,922
UD29	UDA12-1.75m	1,75	601189	6138872	top af rør	10,25	0,31	9,94
UD30	UDA13-3.0m	3	601157	6138854	top af rør	10,824	1,10	9,724
UD31	UDA14-0.5m	0,5	601157	6138854	top af rør	10,26	0,53	9,73
UD32	UDA15-3.0m	3	601221,3	6138827	top af rør	10,726	1,06	9,666
UD33	UDA16-0.5m	0,5	601221,3	6138828	top af rør	10,324	0,65	9,674
UD34	UDA17-3.0m	3	600990	6138872	top af rør	10,612	1	9,612
UD35	UDA18-1.75m	1,75	600989	6138872	top af rør	9,886	0,255	9,631

Bilag 6 – Lokal pejlerunde i tør periode (20. 08.13) og i våd periode (31.10.13)

pktm	vsp dato	VSP (muMP)	VSP (kote)	vsp dato	VSP (muMP)	VSP (kote)	Kote, terræn
UD1	20-08-13	1,46	8,649	31-okt	0,805	9,304	9,739
GNOI4	20-08-13	1,51	9,82	31-okt	1,34	9,99	11,01
UD2	20-08-13	3,83	8,34	31-okt	3,47	8,7	11,095
UD3	20-08-13	2,19	9,678	31-okt	2,095	9,773	11,083
UD4	20-08-13	3,125	8,854	31-okt	2,19	9,789	10,879
UD5	20-08-13	2,195	9,3	31-okt	1,425	10,07	10,875
GNOI3				31-okt	0,61	10,141	
GNOI3				31-okt	0,785	10,134	10,619
UD6	20-08-13	1,965	9,443	31-okt	1,415	9,993	10,273
UD7	20-08-13	2,01	8,909	31-okt	1,48	9,439	10,276
UD8				31-okt	0,68	9,649	9,809
UD9	20-08-13	1,75	8,396	31-okt	1,315	8,831	9,776
UD10	20-08-13	1,8	9,058	31-okt	1,085	9,773	9,918
UD11				31-okt	0,69	9,295	9,295
UD12	20-08-13	0,945	8,759	31-okt	0,34	9,364	9,314
UD13	20-08-13	1,65	8,756	31-okt	1,05	9,356	9,276
UD14				31-okt	0,59	9,149	9,149
UD15	20-08-13	1,37	8,534	31-okt	0,75	9,154	9,179
UD16	20-08-13	1,7	8,561	31-okt	1,025	9,236	9,206
UD17				31-okt	0,56	9,287	9,287
UD18	20-08-13	0,805	8,737	31-okt	0,215	9,327	9,302
UD19	20-08-13	1,685	8,598	31-okt	0,925	9,358	9,293
UD20	20-08-13	1,65	8,803	31-okt	1,15	9,303	9,383
UD21	20-08-13	1,66	8,722	31-okt	1,045	9,337	9,282
GNOI2				31-okt	1,055	10,361	11,075
GNOI2				31-okt		11,455	11,075
UD22				31-okt	1,755	10,264	11,019
UD23				31-okt	1,26	10,129	11,029
UD24				31-okt	2,03	10,266	11,246
UD25				31-okt	1,385	10,216	11,276
UD26				31-okt	1,45	10,069	10,349
UD27				31-okt	1,015	9,639	9,945
UD28				31-okt	0,89	10,072	9,922
UD29				31-okt	0,555	9,695	9,94
UD30				31-okt	2	8,824	9,724
UD31				31-okt	0,78	9,48	9,73
UD32				31-okt	0,83	9,896	9,666
UD33				31-okt	0,67	9,654	9,674
UD34				31-okt	0,975	9,637	9,612
UD35				31-okt	0,195	9,691	9,631

Bilag 7 – Hydraulisk ledningsevne. Slug test i udvalgte vandstandsrør

	ID		Dybde	m/dag
Regionalt				
sand	GNOI-3		5,5	23,3
ML	UD6	UD6-3.0	3	0,12
ML	UD7	UD7-1.5	1,5	0,01
kalkgytje ?	UD8	URUP 1	0,5	0,01
Silt ?	UD10	URUP1-3.0	3	0,002
Tørv	UD11	URUP 2	0,5	5,7
Sand	UD12	URUP2-1.75	1,75	1,2
Sand	UD13	URUP2-3.0	3	4,9
Sand	UD20	UDA3-3.0	3	5,2
Sand	UD22	UDA5-3.0	3	0,6
Sand	UD24	UDA7-3.0	3	3,1
ML	UD25	UDA8-1.75	1,75	0,1

Bilag 8 - Prøvetagning af grundvand 4-5 sept 2013 i området vest for åbenvandførende grøft. Prøverne er filtreret hvis ikke andet er bemærket.

ID	Dato	kl	prøve nr	pH	ledn	ilt	T	prøver	prøvetagning	bemærkninger
UD-A1 - 3 mut	4.9.13	14:10	1	6,85	97	0,1	12,8	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	peristaltisk	
UD-A2 - 1,83mut	4.9.13									tør
UD.A3 - 3mut	4.9.13	15:00	2	7,3	67,5	0,09	14,5	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	peristaltisk	afgasser så der dannes bobler under iltmåleren
UD-A4 - 3mut	4.9.13	15:05	3	7,3	65,3	4,5	19,2	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	Elektorder i kop
UD2- 3mut	4.9.13							2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O		tør
UD3 - 1,3 mut	4.9.13							2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O		tør
Urup 4 - 1,75 mut	4.9.13	14:49?	4	7,48	60	2,99	18,5	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	gulligbrun filtrat. Elektroder i kop
Urup 4 - 3mut	4.9.13	16:11	5	10,58	45,7	>3	17,4	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	uklart hvidligt >5 filtre brugt
Urup 2 - 3mut	4.9.13	16:50	6	7,18	74,1	0,01	13,2	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	peristaltisk	klart kun lidt afgasning
Urup2 - 1,75mut	4.9.13	17:00	7	7,08	78,1	0,11	14,7	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	meget lavt flow i gris til phvm
Urup1 -3mut	4.9.13	17:25	8	7,11	40,6	<0,5		2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	pumpes tør under grise-målinger
Urup 1 - 1,75 mut	4.9.13							2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	kun lidt vand
UD6 - 3mut	5.9.13	09:25	9	7,25	55,2	0,7	15,6	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	pumpes tør under grise-målinger
UD7 - 1,5 mut	5.9.13	09:50	10					1x40ml +18O/16O + ufiltreret	sprøje suget	gråbrud mudder m sand 100 ml i boringen i alt
GNOI 3	5.9.13	11:17	11	7,28	87,1	0,22	14,3	2x40ml +18O/16O nitratstrip	peristaltisk	
UD2- 3mut	5.9.13	11:57						< 1 mg/l	sprøje suget	40 ml grå mudder i alt
UD3 - 1,3 mut	5.9.13									tør
UD1 - 1,7 mut	5.9.13	12:58	12	7,8	62,6	<2,8	18	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	klart vand meget svært at filtrere kraftig afgasning, usikker gris
Urup 4	5.9.13	13:00								tør
Brønd	5.9.13	14:00								Brunt stinkende mudder sænkes ved længerevarende pumpning
UD-A2 - 1,83mut	5.9.13	14:28	13					2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	gråbrud mudder m sand 100 ml i boringen i alt
Sø	5.9.13	15:00	14					2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	svært at filtrere
Å, ved betonbro	5.9.13	15:30	15	7,42	67,1	3,98	16,3	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	sprøje suget	Meget svær at filtrere
GNOI 3	5.9.13	16:30	16	7,25	85,8	0,05	13,7	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	peristaltisk	
GNOI 2	5.9.13	17:30	17	7,22	86	0,05	13,2	2x40ml + ¹⁸ O/ ¹⁶ O	peristaltisk	

Bilag 9 - Vandkemisk analyse på GEUS laboratorium

Lab.nr.	Prøve nr.	dybde	Cl	NO ₃	SO ₄	PO ₄	Na	K	Ca	Mg
		mut								
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
130725	A1 - 3 mut	3	43	<0,08	80	<0,02	64	4,00	140	13,8
130726	A3 - 3mut	3	31	<0,08	74	<0,02	45	3,46	89	9,9
130727	A4 - 3mut	3	30	<0,08	62	<0,02	45	3,92	84	8,4
	Urup 4 -									
130728	1,75 mut	1,75	30	<0,08	21	<0,02	55	4,02	70	9,2
	Urup 4 -									
130729	3mut	3	32	<0,08	0,96	0,09	80	2,22	3,98	0,17
	Urup 2 -									
130730	3mut	3	30	<0,08	90	0,04	52	3,29	101	8,7
	Urup2 -									
130731	1,75mut	1,75	28	<0,08	63	<0,02	55	3,28	86	9,2
130732	Urup1 -3mut	3	26	<0,08	74	<0,02	56	2,85	34	3,8
130733	UD6 - 3mut	3	34	<0,08	138	<0,02	21	3,10	67	5,1
	UD7 - 1,5									
130734	mut	1,5	10	<0,08	11	<0,02	35	3,25	164	<0,04
	GNOI 3									
130735	10mut	10	41	<0,08	186	0,05	17	2,53	151	14,5
	UD1 - 1,7									
130736	mut	1,7	27	<0,08	73	0,04	61	5,58	68	9,2
	A2 -									
130737	1,83mut	1,83	41	<0,08	60	2,75	59	4,37	175	10,9
130738	Sø		60	<0,08	157	0,09	64	22	240	14,8
	Å, ved be-									
130739	tonbro		59	0,26	170	0,03	53	19	205	12,4
130740	GNOI 3		41	<0,08	185	0,05	17	2,56	151	14,5
130741	GNOI 2		35	<0,08	192	0,03	15	2,22	156	13,2

Bilag 10 - Vandkemisk feltanalyse med spektrofotometer, november 2013

ID		Dybde m.u.t.	Cl	NO ₃	SO ₄	PO ₄
	URUP 1		30	0,5	97	<0,007
UD35	UD-A18	1,75	43	0,4	134	<0,007
UD31	UD-A14	0,5	23	0,75	97	<0,007
	Urup 1-3	3	14	0,4	93	0,01
	Urup 1-1.75	1,75	24	0,5	26	0,01
UD30	UD-A13	3	39	0,7	58	<0,007
UD34	UD-A17	3	47	0,4	139	<0,007
UD12	Urup 2-1.75	1,75	57	0,45	93	0,02
UD13	Urup 2-3	3	42	0,7	93	<0,007
UD11	URUP 2		42	0,7	69	<0,007
UD29	UD-A12	1,75	39	0,4	183	<0,007
UD28	UD-A11	3	36	0,4	178	<0,007
UD24	UD-A7	3	36	0,5	181	<0,007
UD25	UD-A8	1,75	30	0,3	125	<0,007
UD27	UD-A10	1,75		0,4	9?	0,01
UD26	UD-A9	3		0,25	70	<0,007
UD22	UD-A5	3		0,3	137	0,06
UD23	UD-A6	1,75		0,3	75	0,06
	GNOI 2	5		0,4	158	<0,007
UD33	UD-A16	0,5		0,25	58	<0,007
UD32	UD-A15	3		0,3	123	<0,007

Bilag 11. Vegetationskortlægning i Urup Dam 2013



Arbejdsrapport udført af AGLAJA for DCE, november 2013

Vegetationskortlægning i Urup Dam 2013

Arbejdsrapport udarbejdet for DCE, november 2013

Feltarbejde og fotos: Irina Goldberg og Eigil Plöger

Databearbejdning og rapport: Eigil Plöger og Irina Goldberg

AGLAJA

v. Eigil Plöger

Lundevej 48, Vråby

4652 Hårlev

www.aglaja.dk

Forsidekort: Urup Dam - detailkortlægning

Indhold

Metode	4
Resultater	5
Diskussion	5
Bilag 1	8
Bilag 2	11

Metode

Der er foretaget en kortlægning af life-projektområdet Urup Dam. Kortlægningen indebærer en detailinddeling af området efter fugtighed, næringsstatus, dominerende vandtype og successionsstadium. Der er anvendt følgende skala for de respektive parametre:

- Fugtighed: tør (1), fugtig (2), våd (3), vanddækket (4)
- Næringsstatus: næringsfattig (1), moderat næringsrig (2), næringsbelastet (3)
- Dominerende vandtype: grundvand (1), overfladevand (2)
- Successionsstadium: lysåben (1), højstaude/rørsump (2), krat (3), skov (4)

Vegetationen er dokumenteret med stedfæstet dokumentationsfelt, hvor samtlige taxa er registreret indenfor et $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ meter kvadratisk felt samt desuden indenfor en 5m-cirkel med centrum i kvadratet. Vegetationen er dokumenteret i samtlige delområder, hvor der ikke ligger "aktive" NOVANA-prøvefelter.

Projektområdet er inddelt i 61 delområder, hvoraf 54 er dokumenteret i denne undersøgelse. De resterende (delområde 50, 52, 54, 56 samt 59-61) er dokumenteret i NOVANA-regi.

Indenfor hvert prøvefelt er der vurderet eller målt en række parametre:

- i 5m-cirkel, dækning af
 - blad- og levermosser
 - Pil
 - Rød-El
 - Birk
 - andre vedplanter
 - slidskader
 - græsning
 - høslæt
 - slåning (uden fjernelse af materialet)
 - rydning
- i 10m cirkel, dækning af
 - blankt vand
 - dværgbuske

- vedplanter < 1m
- vedpalnter >1m

Derudover er der, hvor det var muligt, foretaget måling af tykkelse af tørvelag (eller muldlag) med 50 cm tørvestikker, måling af grundvandstand og måling af pH og ledningsevne i jordvand. Der er taget 4 fotos i hvert dokumentationspunkt i retningen N-S, Ø-V. Potentialet for udvikling af habitatnatur (primært rigkær, 7230) er vurderet for hvert delområde.

Feltarbejdet er udført i perioden 21. august - 3. september i et år og på en årstid, hvor projektområdet var usædvanligt tørt. Dette har medført, at måling af feltkemi og vurdering af vandstand ikke var muligt. Til gengæld var færdsel muligt i stort set hele projektområdet, hvilket ellers kan være meget vanskeligt.

Resultater

Vegetationsdata for de 54 prøvefelter findes i bilag 2, regneark (faneblad artsdata). Strukturparametre, måling af feltkemi og koordinater for de tilsvarende prøvefelter findes i samme bilag (faneblad strukturdata).

GIS-filer i Mapinfo-format findes i Bilag 3 med hhv. delområder (delområder_urup_dam_DCE.Tab) og dokumentationsfelter (urup dokfelter_DCE.Tab).

Vurdering af potentialet fremgår af Kort 1 og i større målestok i Bilag 1, der ligeledes viser placeringen af dokumentationsfelterne og tilhørende ID-nummer.

Diskussion

Et gennemgående træk i registreringen har været, at hovedparten af arealer med eksisterende lysåben habitatnatur eller med vegetation, der indikerer potentiale herfor, er beliggende på et tyndt tørvelag. Dette ligger oven på kalk- eller mergelgytje fra tidligere søaflejringer. Tørv indeholdende skalaflejringer giver ligeledes grobund for kalkpåvirket vegetation.

Den mest udprægede kalkkærsvegetation ses udviklet på tørvelagstykker på mellem 10 og 30 cm (delområde 50-57 og 59, Mygblomst-kærene). Her er vegetationen stedvist naturligt lavtvoksende, hvis ikke "problemarten" Butblomstret Siv er dominerende.

pH og ledningsevne er i områder, hvor måling i jordvand var mulig, ikke overraskende gennemgående høj, når tørvelaget var tyndt eller tørv indeholdt skalaflejringer. Gennemsnit af pH og ledningsevne er hhv. 7,3 og 1,4 mS/cm.

Rigkær eller potentielle rigkær med mindre kalkpræget vegetation ses gennemgående i den sydlige del af projektområdet. Der er her tale om mere typiske tørveholdige kær.

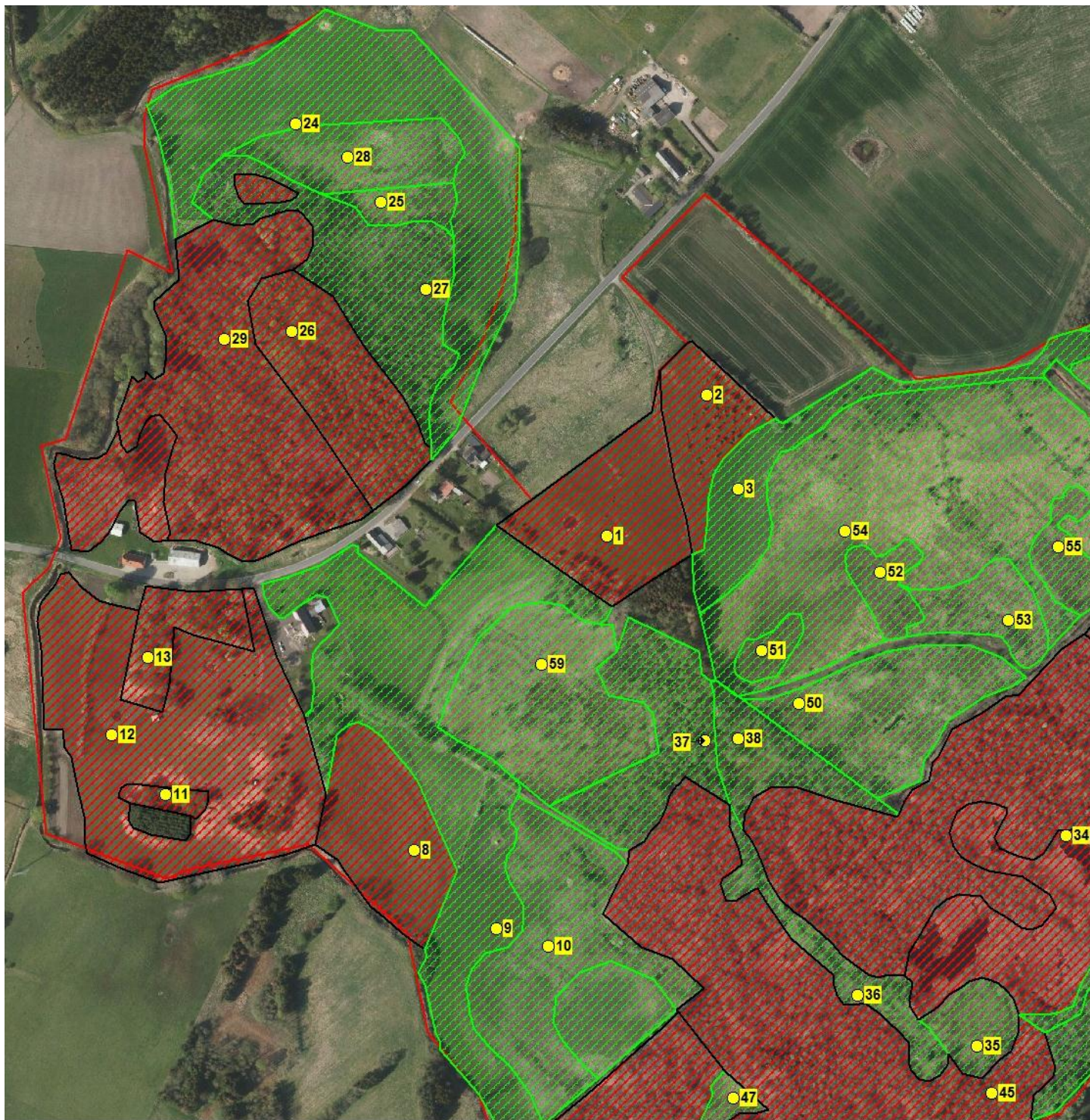
Bevægeligt grundvand findes kun i meget begrænset i projektområdet. Delområde 11 indeholder en tilgroet kilde, der selv i den tørre sommer var vandførende. Delområde 60 udgøres af et væld domineret af Top-Star. Underliggende et tyndt tørvelag findes her et stærkt vandførende gruslag, som ligeledes i en tør sommer er meget våd.

Groft sand eller grus er ikke ualmindeligt i projektområdet. I tilfælde, hvor laget af søgytje er tyndt, findes underliggende ofte et gruslag. Ligeledes er det ikke ualmindeligt, at der er grus eller groft sand under mere eller mindre kulturpåvirkede enge. Jordbunden på partier med tørbundsvegetation udgøres i den sydlige del af projektområdet generelt af sand eller grus.

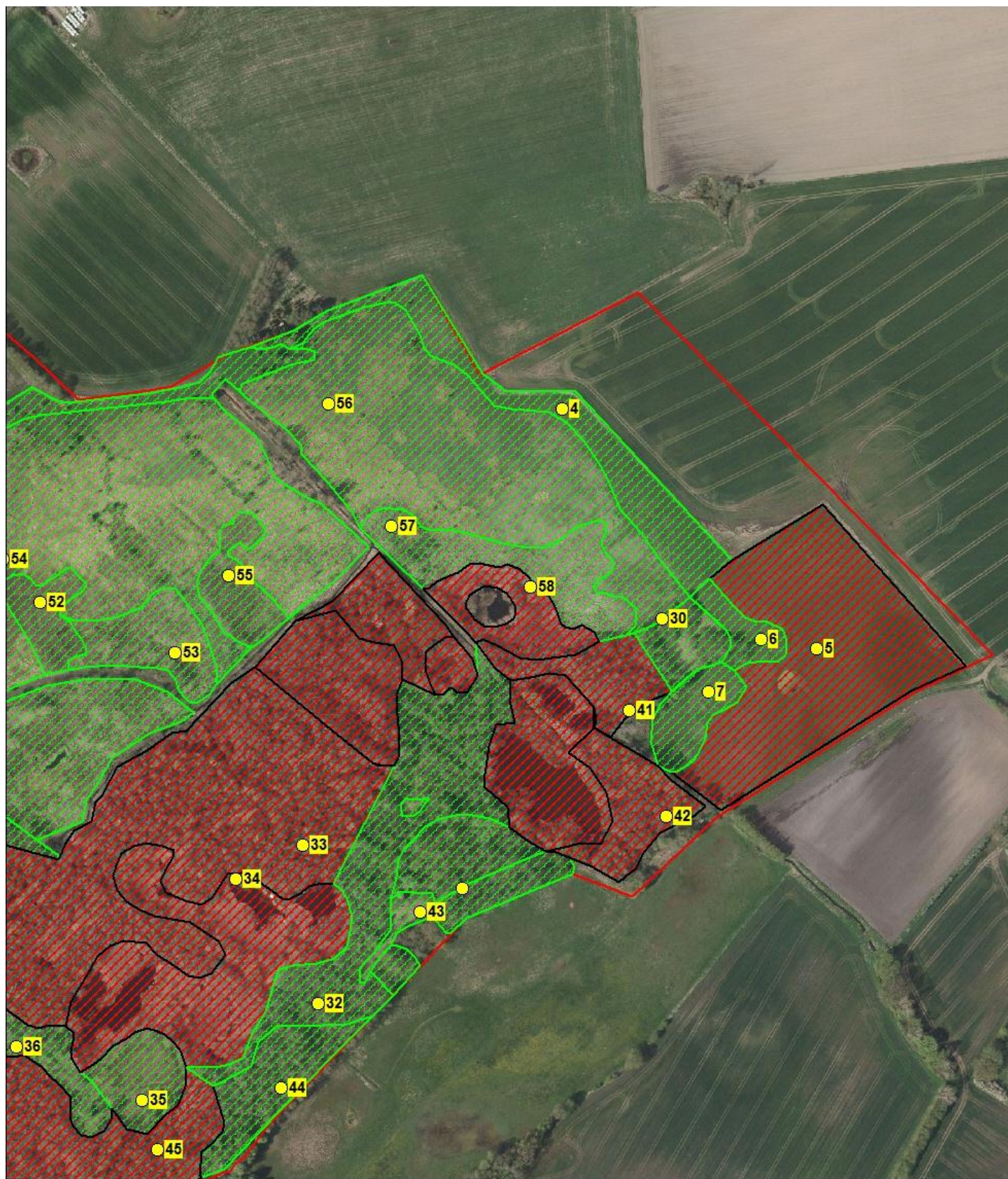


Kort 1. Grønskraverede områder udgør arealer med eksisterende lysåben habitatnatur eller potentiale for lysåben habitatnatur. Rødskraverede områder vurderes ikke at have potentiale for udvikling af habitatnatur rigkær, væld eller tidvis våd eng. Rød linje viser afgrænsningen af projektområdet.

Bilag 1



Nordvestlige del af projektområdet. Grønne polygoner udgøres af lysåben habitatnatur eller vurderes at have potentiale herfor. Røde polygoner vurderes ikke at have potentiale. Dokumentationsfelter er vist med placering og nummer.



Nordøstlige del af projektområdet. Grønne polygoner udgøres af lysåben habitatnatur eller vurderes at have potentiale herfor. Røde polygoner vurderes ikke at have potentiale. Dokumentationsfelter er vist med placering og nummer.



Sydlig del af projektområdet. Grønne polygoner udgøres af lysåben habitatnatur eller vurderes at have potentiale herfor. Røde polygoner vurderes ikke at have potentiale. Dokumentationsfelter er vist med placering og nummer.

Bilag 2

Indhold	Filnavn
Vegetationsdata for de 54 prøvefelter	Urup_Dam_til DCE.xls, faneblad artsdata
Strukturparametre, måling af feltkemi og koordinater for 61 dokumentationsfelter for	Urup_Dam_til DCE.xls, faneblad strukturparametre
Mapinfo-tabel med delområder	delområder_urup_dam_DCE.tab i Zip-mappe
Mapinfo-tabel med dokumentationsfelter	urup dokfelter_DCE.tab i Zipmappe