

Kunde: Thisted Kommune
Projekt nr.: 18.KA-3
Version: 3
Udarbejdet af: AT/JBJ/KRST/OMU
Kvalitetssikret af: OMU



Brokær, juni 2018

03-01-2020

Teknisk-hydrologisk forundersøgelse Rigkilde-TF-DP-1805 Brokær

Rigkilde-LIFE, Thisted Kommune

Teknisk-hydrologisk forundersøgelse, hvor basiskortlægningen blandt andet omfatter indsamling af vandstandsdata, vandføring, vandkemi, geologi og botanisk kortlægning. Områdets trusler, potentiale og muligheder er gennemgået og er sammenfattet i en overordnet forståelsesmodel. Det udmunder i udvælgelsen af prioriterede tiltag for delområde 7, Brokær i Thisted Kommune og en konsekvensvurdering af en eventuel implementering af disse tiltag.

Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	3
1.1	Vurdering af trusler	3
1.2	Vurdering af potentiale.....	3
1.3	Vurdering af muligheder	4
2	Basiskortlægning	5
2.1	Generel områdebeskrivelse	5
2.2	Geologi.....	7
2.3	Vandstand og vandføring	10
2.4	Vandkemi.....	14
2.5	Botanisk kortlægning	17
2.6	Termografi.....	18
3	Trusler	19
3.1	Dræning og grøfter.....	19
3.2	Forsumpning.....	21
3.3	Tilgroning.....	22
3.4	Vandindvinding.....	23
3.5	Næringsstofbelastning.....	24
3.6	Oversvømmelse med vandløbsvand.....	24
3.7	Oversvømmelse med havvand	25
3.8	Klimaændringer	25
4	Potentiale.....	26
4.1	Naturlig vandkemi	26
4.2	Naturlig grundvandstilstrømning	27
4.3	Naturlige afvandingsforhold	27
5	Muligheder	27
5.1	Eablering af grøblerender	28
5.2	Rydning og afgræsning	28
5.3	Hindring af oversvømmelse fra hav og vandløb.....	28
5.4	Dyrkningsrestriktioner	29
6	Diskussion og vurdering af særlige forhold.....	29
7	Prioritering af tiltag.....	31
8	Konsekvensvurdering.....	34
9	Opsummering og anbefalinger	35
	Referencer	37

Bilagsoversigt

Bilag 1	Oversigtskort med feltlokaliteter.....	38
Bilag 2	Geologisk snit Brokær, nr. 1 NV-SØ.....	40
Bilag 3	Geologisk snit Brokær, nr. 2 NV-SØ.....	42
Bilag 4	Geologisk snit Brokær, Langsgående, SV-NØ.....	44
Bilag 5	Resultat af syretest i felten, Brokær.....	46
Bilag 6	Termobilleder fra droneoverflyvning.....	49
Bilag 7	Prioriterede tiltag.....	51

Ansvarsfraskrivelse

Indeværende materiale er udarbejdet som led i LIFE projektet LIFE14 NAT/DK/000606 som støttes økonomisk af EU Kommissionen. I henhold til artikel II.7.2 i General Conditions kan de holdninger og den viden, der kommer til udtryk i materialet, under ingen omstændigheder blive betragtet som EU Kommissionens officielle holdning og EU Kommissionen er ikke ansvarlig for den videre brug af oplysningerne i materialet.

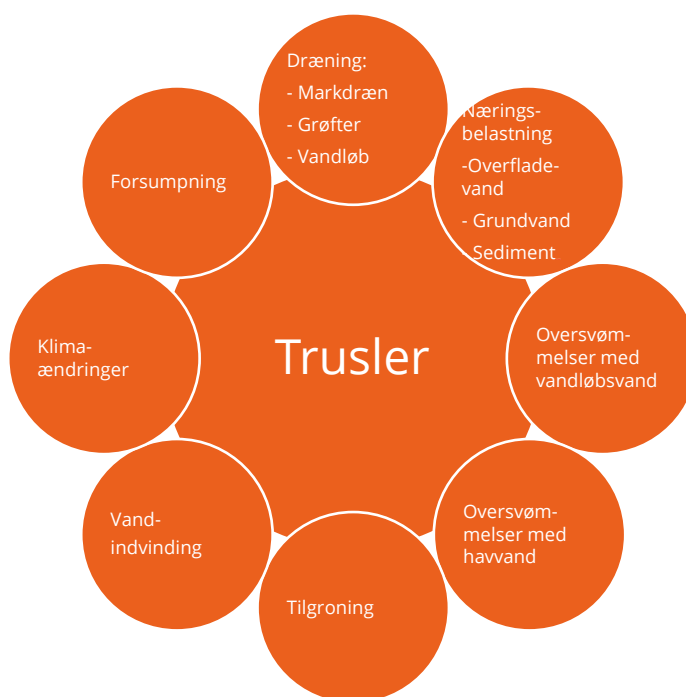
1 Indledning

RigKilde-LIFE er et naturprojekt, hvor formålet er at forbedre kvaliteten af naturen i rigkær, kildevæld, og avneknippemoser og skabe forudsætninger for at naturtyperne kan brede sig i udvalgte Natura 2000-områder. Projektet er finansieret af EU tilskudsordningen LIFE-Natur og det tidligere SVANA samt de 5 deltagende kommuner og Naturstyrelsen. I Thisted Kommune berører RigKilde-LIFE tre Natura 2000-områder. Som et led i projektet har WatsonC i samarbejde med Thisted Kommune udarbejdet hydrologiske forundersøgelser i 8 delområder.

Nærværende rapport præsenterer en sammenfatning af den teknisk-hydrologiske forundersøgelse og forståelsesmodellen for delområde 7, Brokær. Først præsenteres basiskortlægningen (kapitel 2), der indeholder en generel områdebeskrivelse, geologi, vandstandsdata, vandkemi, botanisk kortlægning og termografi. Dernæst gennemgås trusler, potentiale og muligheder, der danner udgangspunktet for forståelsesmodellen for delområde 7, Brokær. De potentielle trusler, der kan være en hindring for at opnå optimale rigkærs- og kildevældsforhold, beskrives i kapitel 3, den samlede vurdering af potentialet for delområde 7, Brokær gives i kapitel 4 og de forskellige muligheder og tiltag, der kan gennemføres for at øge udbredelsen af rigkær/kildevæld, og forbedre de eksisterende rigkær/kildevæld behandles i kapitel 5. Der afrundes med en diskussion og vurdering af de særlige forhold, som gør sig gældende for Brokær (kapitel 6) og der laves en prioritering af tiltag (kapitel 7), en konsekvensvurdering (kapitel 8) og slutteligt en opsummering af anbefalingerne (kapitel 9).

1.1 Vurdering af trusler

Centralt for forståelsesmodellen er vurderingen af de potentielle trusler, der kan være hindrende for optimale forhold. Der tages udgangspunkt i denne bruttoliste over trusler (Figur 1-1):

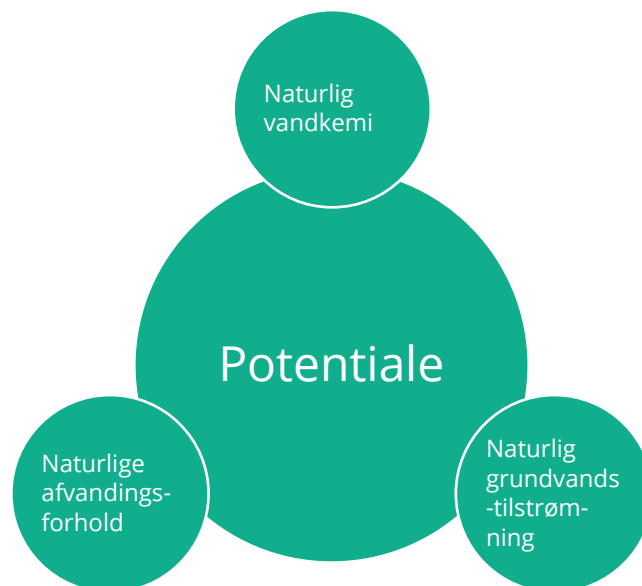


Figur 1-1 Trusler mod optimale rigkærsforhold.

Det er ikke alle trusler, der vil være relevante for delområde 7, Brokær. Men denne bruttoliste anvendes som udgangspunkt i første screening. I takt med dataindsamlingen stiger vidensniveauet og irrelevante trusler fjernes.

1.2 Vurdering af potentiale

I vurderingen af områdets naturlige potentiale betragtes oversigten i Figur 1-2.

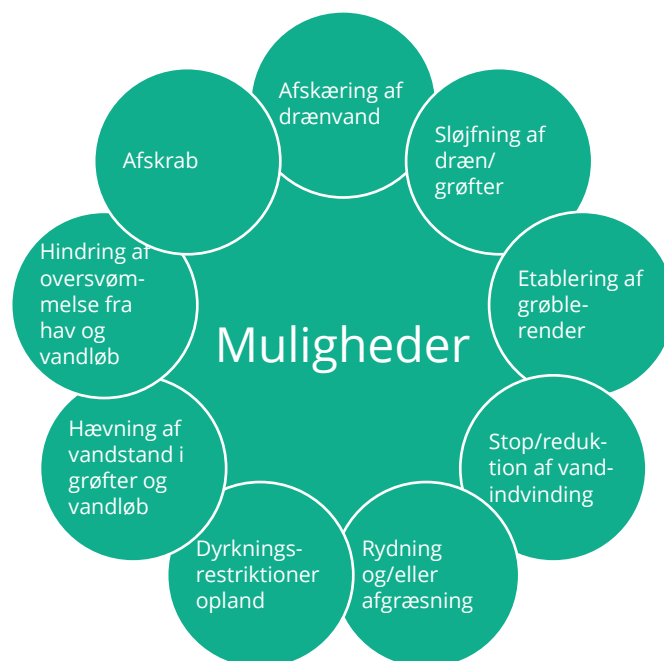


Figur 1-2 Potentiale for forbedrede forhold i Rigkær.

De naturgivne forhold for grundvandsudstrømning udgør sammen med den naturlige grundvandskemi, samt de naturlige afvandingsforhold grundstenen i potentialet for fastholdelse og udbredelsen af rigkær- og kildevældsområder. En samlet vurdering af de enkelte delområders potentiale for at øge udbredelsen af rigkær- og kildevældsområder gives i kapitel 4.

1.3 Vurdering af muligheder

Trusselsbilledet og områdets potentiale giver viften af de tiltagsmuligheder, der kan øge udbredelsen af rigkær/kildevæld og forbedre eksisterende rigkær/kildevæld. Figur 1-3 viser en bruttooversigt over tiltag, der kan komme på tale, og disse tiltag diskuteres yderligere i kapitel 5 og der laves en prioritering af tiltag i kapitel 7.



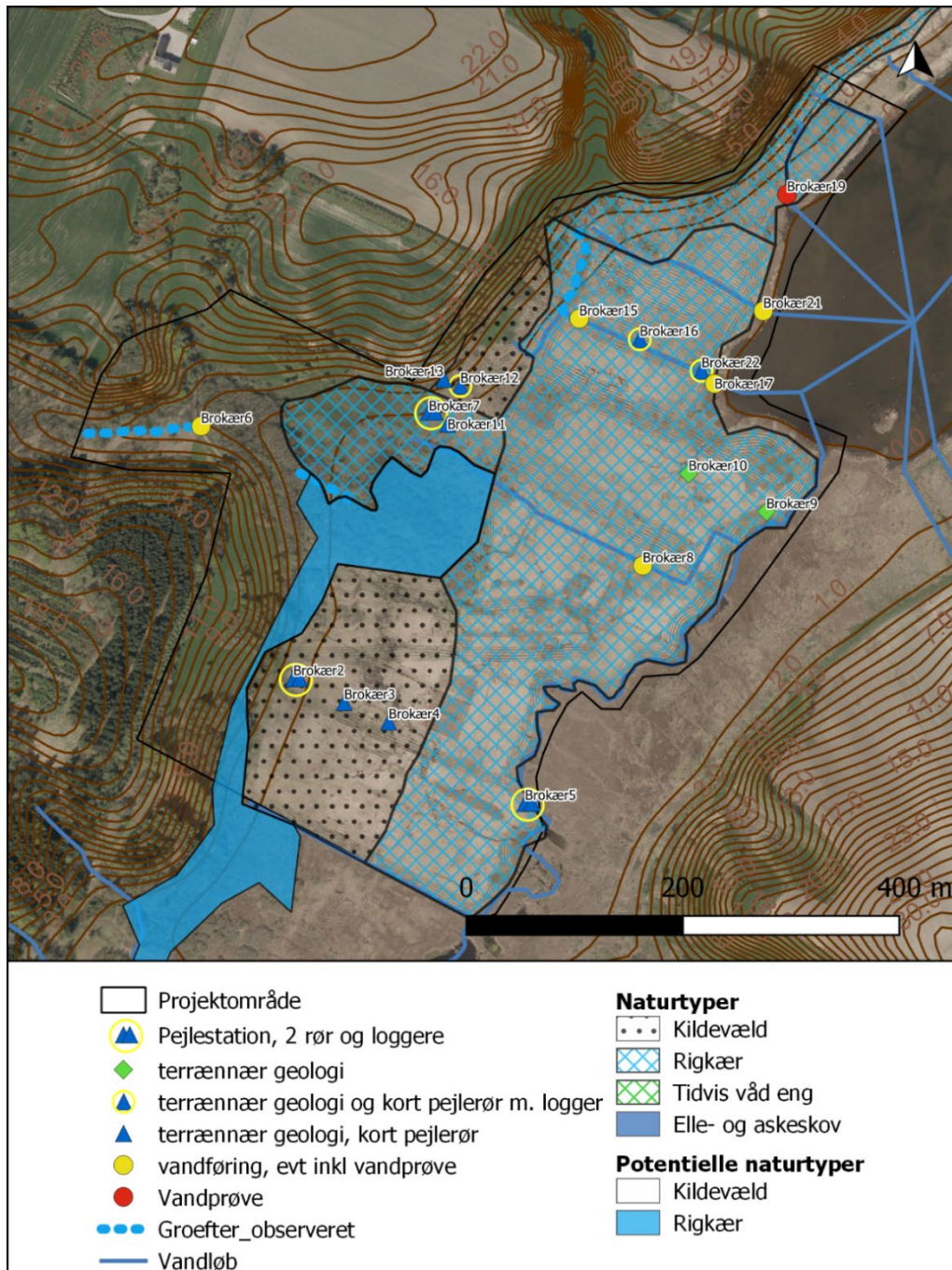
Figur 1-3 Muligheder for tiltag til forbedring af potentialet for rigkær/kildevæld

2 Basiskortlægning

2.1 Generel områdebeskrivelse

Brokær, delområde 7, afgrænses af bakkeskråninger i vest og grænser op til Bodum Bæk mod sydøst og en lukket vig på Limfjorden mod nordøst (Dover Kil). Der er et udløb fra vigen med et højvandslukke gennem en vejdæmning, som kan have betydning for vandstand og salinitet i det tilgrænsende vandområde. I

normale højvandssituationer sørger højvandslukket for at kilen ikke oversvømmes med saltvand. Store dele af nærlandet i den sydlige del er skov eller græsningsarealer.

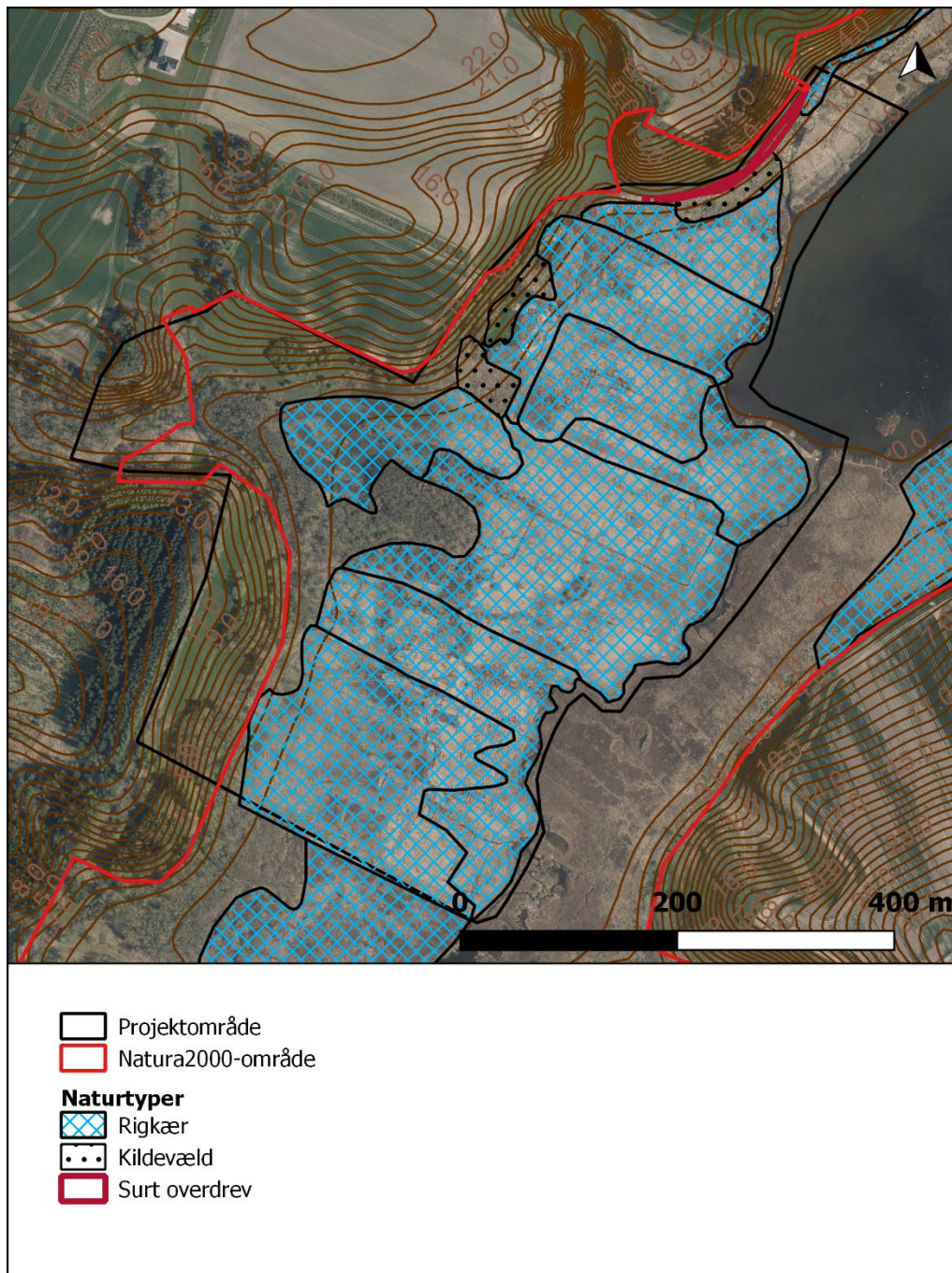


Figur 2-1 Oversigtskort over delområde 7, Brokær. Feltlokaliteter, naturudpegninger, vandløb og højdekurver er fremhævet (findes også som A3 i Bilag 1).

En stor del af området ligger meget lavt og vurderes at kunne blive oversvømmet af fjorden ved ekstremt højvande, hvor fjordniveauet forventeligt bliver højere end vejdæmningen eller trænger sig ind fra vestsiden. Størsteparten af delområde 7, Brokær er kortlagt som rigkær og området indeholder nogle af Thisted Kommunes mest artsrige rigkær/kildevæld. Figur 2-1 præsenterer et oversigtskort over området og viser feltlokaliteterne til de teknisk-hydrologiske forundersøgelser (Findes også på Bilag 1).

På kortet (Figur 2-2) nedenfor kan det ses, at størsteparten af projektområdet ligger indenfor Natura 2000-området nr. 28. Af Figur 2-2 fremgår også den statslige kortlægning af naturtyperne fra 2011, hvor rigkærs-

arealerne er lidt større end ved den seneste kortlægning. Til gengæld viser den seneste kortlægning et større område med kildevæld. Forskellen imellem de to kortlægninger kan dog ligeså vel skyldes forskelle i fokus og detaljeringsgraden, hvormed der kortlægges, som det kan skyldes ændringer i artsammensætning i Brokær.



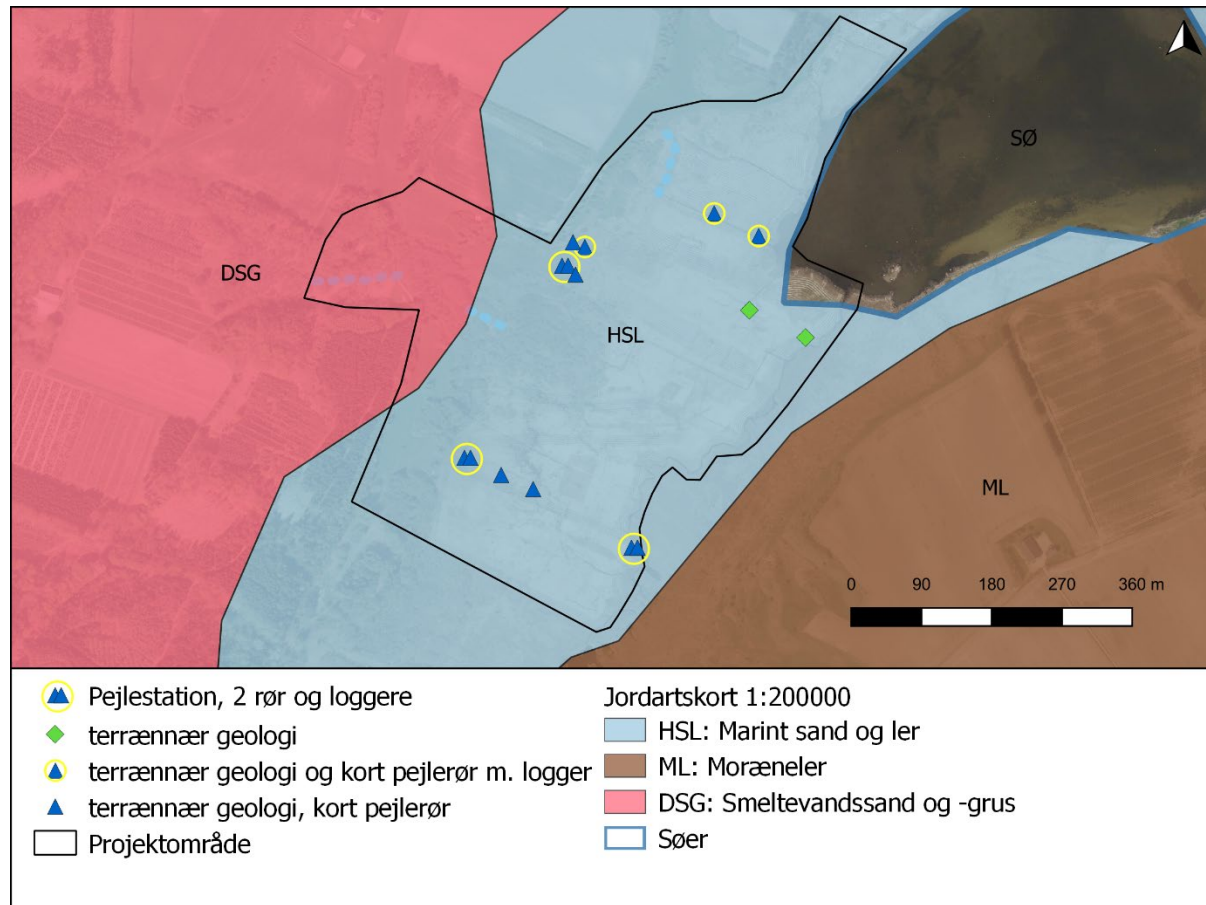
Figur 2-2 Tidligere habitatkortlægning (udført i forbindelse med Statens kortlægning af naturtyper i 2011).

I natura 2000 planen for området er det et mål at sikre og udvide arealet med rigkær og kildevæld og der er fokus på bl.a. at gøre områderne mere robuste overfor klimaforandringer og hyppigere oversvømmelser.

2.2 Geologi

Brokær er lokaliseret ved Boddum Bæk lige sydvest for Dover Kil og Doverodde i et område, der var en tunneldal under sidste istid. I vest afgrænses delområdet af en skrænt med moræneaflejringer, men derudover er landskabet i området dannet som marint forland. Figur 2-3 præsenterer GEUS' jordartskort

1:200000 (ikke detailkortlagt) for området og viser at saltvandssand og ler er den dominerende aflejring i området. Vores undersøgelser viser imidlertid betydelige tørve- og gytjeaflejringer i overfladen indenfor projektområdet.



Figur 2-3 Jordartskort over delområde 7, Brokær (1:200000). Feltlokaliteterne, hvor der er analyseret terrænnær geologi, er indikeret.

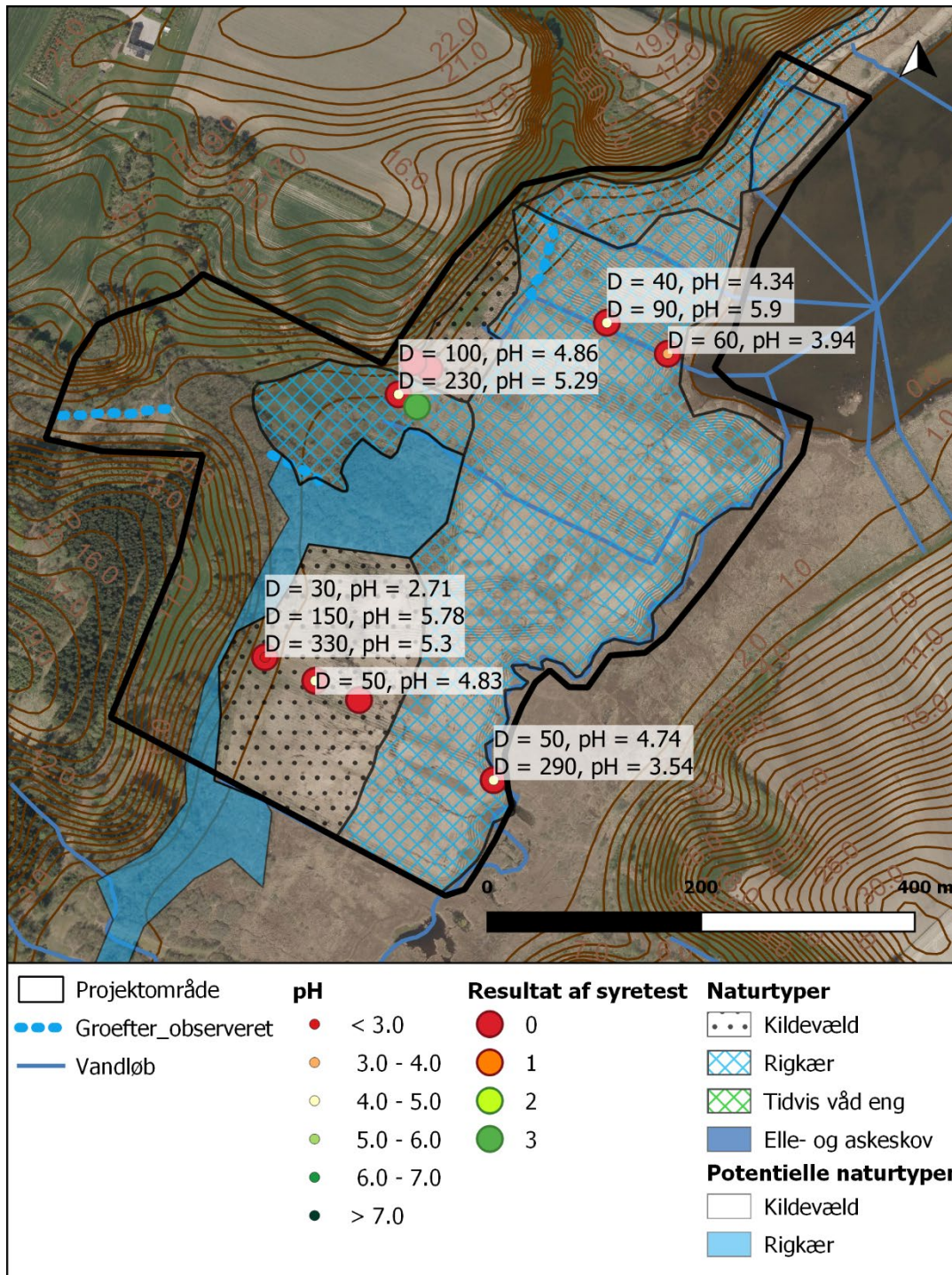
Den geologiske kortlægning i projektet baseres på jordartsbeskrivelser for alle etablerede borer. Derudover er der foretaget korte borer eller spydkarteringer til 2 m.u.t. langs med transekter på tværs af delområdet. Tilstedeværelsen af kalk i de forskellige jordlag er blevet undersøgt ved syretest i felten. Hvis prøven bruser er det tegn på kalk. Jordprøver er også hjemtaget til geologisk prøvebedømmelse (Larsen, 1988). Heraf er udvalgte jordprøver tørret til pH-bestemmelse. Den tørrede jordprøve opføres i demineraliseret vand 1:2,5 og der måles med en pH-elektrode.

Optegningen af de geologiske snit præsenteres på Bilag 2, 3 og 4. På de geologiske snit er der også inddraget eksisterende geologiske information fra nærliggende DGU-boringer, hvor det er muligt.

Langs den sydligste transekt bestående af Brokær2, Brokær3, Brokær4 og Brokær5 forefindes et 50-70 cm tykt tørvelag øverst, som underlejres af markante lag af gytje i Brokær3, Brokær4 og Brokær5. Ved Brokær5 er tykkelsen af gytjeaflejringerne < 4,5 m og på de andre lokaliteter (Brokær3 og Brokær4) er tykkelsen af gytjen < 1,5 m. Ved Brokær2 tættest på skrænten er tørven underlejret af et groft sandlag og vekslende lag af silt, ler og sand, som formodes at være aflejret i et marint miljø.

I området omkring Brokær7, Brokær11, Brokær12 og Brokær13 underlejres et ca. 0,5 m tykt tørvelag overvejende af sand. Men der forefindes gytje med skaller Brokær11 og Brokær12, hvilket alt efter artssammensætning indikerer marine- eller ferskvandsforhold dengang gytjen blev afsat. Området har formentlig været oversvømmet af havet enten i forbindelse med Yoldia eller Littorina transgressionen efter afslutningen af sidste istid.

Langs den nordligste transekt bestående af Brokær16 og Brokær22 findes et markant tørvelag på 190 cm's tykkelse øverst, underlejret af gytje.



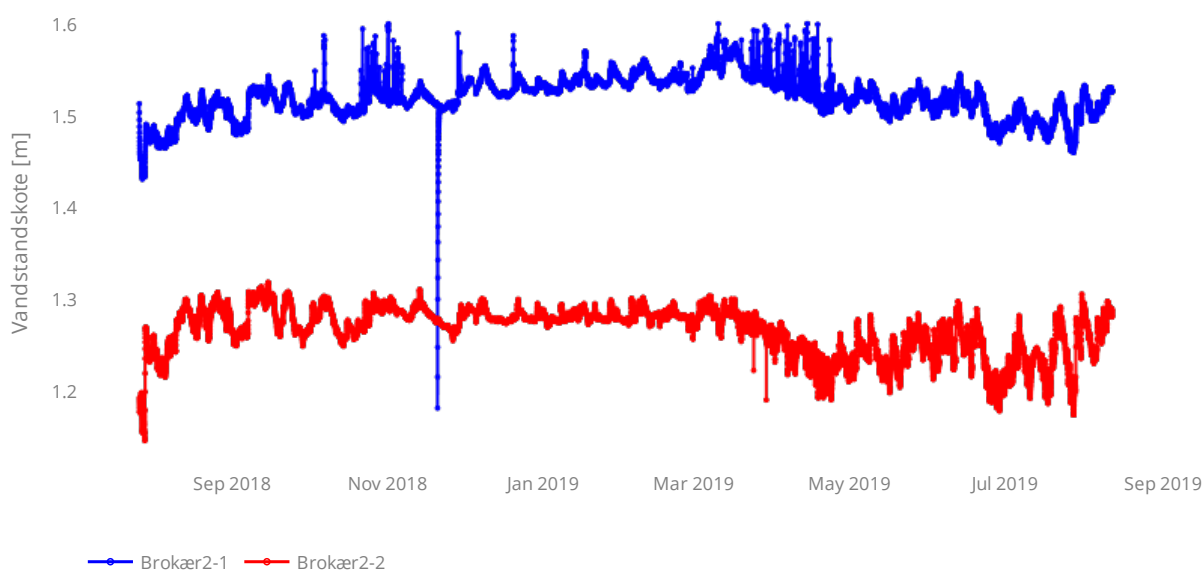
Figur 2-4 Resultatet af syretest i felten og pH-målinger i laboratoriet for delområde 7, Brokær.

Tilstedeværelsen af kalk i de forskellige jordlag er blevet undersøgt ved syretest i felten. Hvis prøven bruser er det tegn på kalk. Der anvendes en skala fra 0-3 alt efter, hvor kraftig reaktionen er med syre. 0: Bruser ikke (kalkfrit), 1: Svag boblen (svag kalkholdig), 2: Jævn brusen (kalkholdig), og 3: Koger kraftigt (stærk kalkholdig). Figur 2-4 præsenterer resultatet af syretesten i felten ved at vise resultatet fra den jordhorisont, hvor reaktionen med syre er kraftigst. Figuren viser også resultatet af pH-målingerne på de hjemtagne jordprøver. Det komplette datasæt af jordprøvebeskrivelser og syretest i felten fremgår også af Bilag 5.

2.3 Vandstand og vandføring

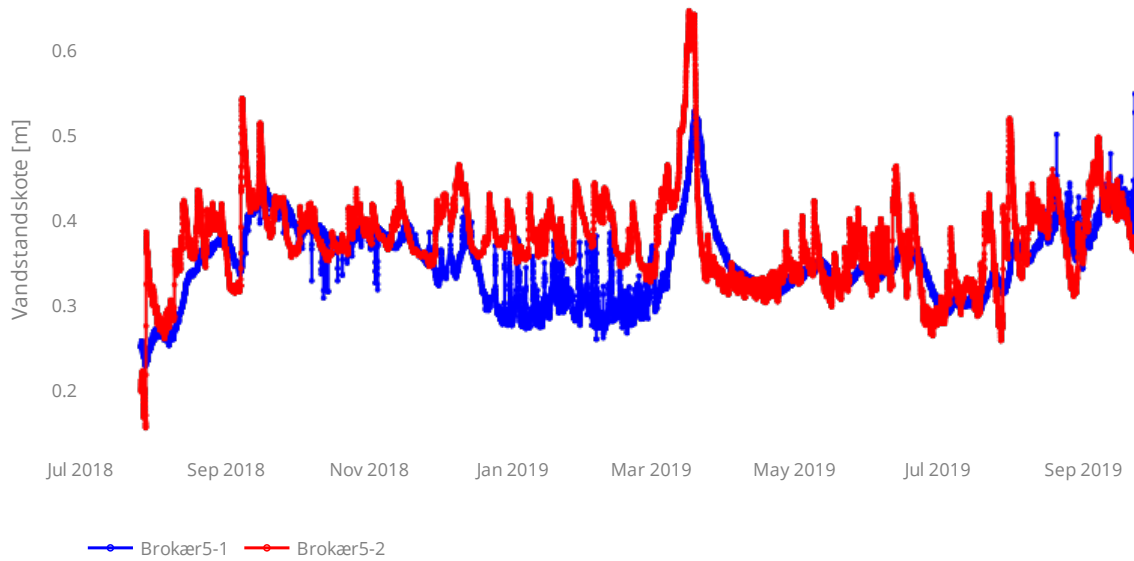
Der er blevet etableret et net af pejlestationer bestående af dybe og korte piezometerrør. Pejlestationerne har til formål beskrive vandstandsforhold og gradienter horisontalt og vertikalt. De dybe og korte rør beskriver den lodrette gradient og traceer af korte piezometerrør beskriver den horisontale gradient. En opadrettet trykgradient beviser ikke, at der er stor udstrømning af grundvand, men indikerer, at der er potentiale for grundvandsudstrømning afhængigt af jordens hydrauliske egenskaber. En nedadrettet gradient er derimod bevis for, at der ikke strømmer grundvand op mod terrænoverfladen. Stabile vandstandsforhold i rodzonen og en stabil opadrettet gradient kendetegner rigkær/kildevæld med gunstige hydrologiske forhold.

Figur 2-5, Figur 2-6 og Figur 2-7 præsenterer vandstandstidsserier fra de tre pejlestationer, hvor der både er dybe og korte piezometerrør (Brokær2, Brokær5 og Brokær7). Figur 2-8 og Figur 2-9 præsenterer vandstandstidsserier fra Brokær12 og Brokær16, hvor kun det terrænnære grundvandsspejl pejles.



Figur 2-5 Vandstandstidsserie for Brokær2, der har terrænkoten 1,27 m DVR90. Den blå linje viser vandstanden i det dybeste filter og den røde linje viser vandstanden i det øverste filter. Der er en opadrettet gradient, når den blå linje ligger over den røde linje.

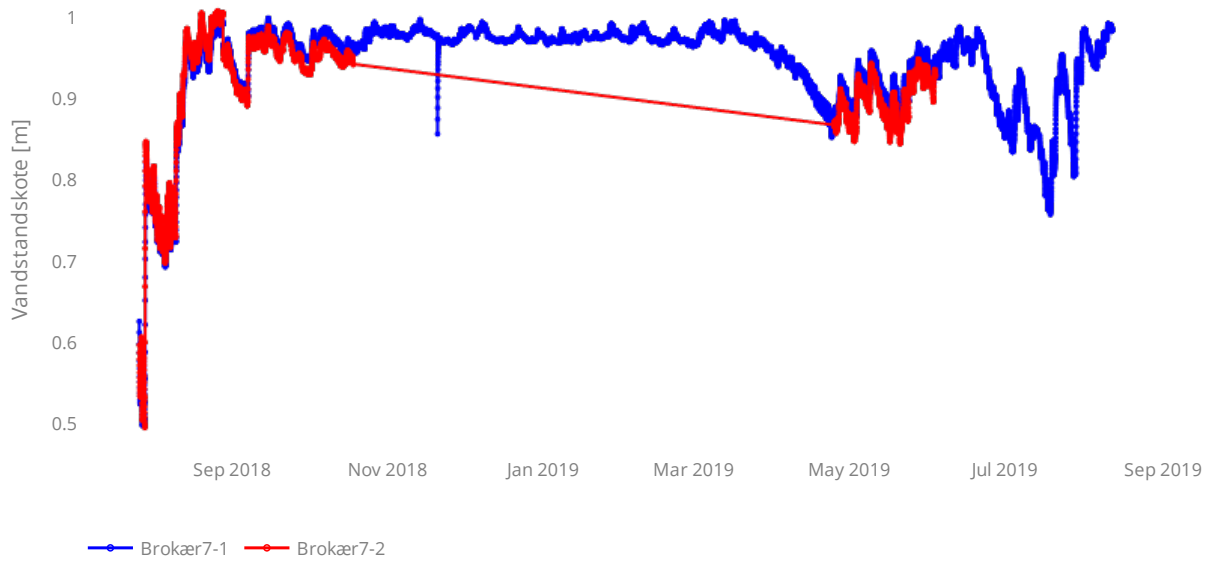
Der kan konstateres en stærk opadrettet gradient ved Brokær2 ud fra vandstandsmålingerne i 2018/19. Brokær2 ligger også indenfor et stort område, der er udpeget som kildevæld og der er ingen tegn på at denne del af projektområdet oplever sommerudtørring.



Figur 2-6 Vandstandstidsserie for Brokær5, der har terrænkoten 0,43 m DVR90. Den blå linje viser vandstanden i det dybeste filter og den røde linje viser vandstanden i det øverste filter.

Vandstandstidsserien ved Brokær5 (Figur 2-6) viser fluktuationerne i vandstanden tæt ved Bodum Bæk og ved denne pejlestation er der også mulighed for at monitorere, hvis vandløbet går over sine bredder. Ved Brokær5 ses vandstanden at fluktuere i både det dybe og det korte piezometerrør og der skifter imellem perioder med nedadrettede og opadrettede gradienter. Lokaltiteten Brokær5 oversvømmes endvidere jævnligt af Bodum Bæk.

Ved opstarten af projektet blev der også opsat en pejlestation tæt ved søbredden i den nordlige del af projektområdet (Brokær22) med samme formål som ved Brokær5. Hensigten ved Brokær22 var at lave en monitorering af om søen oversvømmede området, men det lykkedes desværre ikke at få data fra Brokær22, fordi udstyret blev væltet af køer.

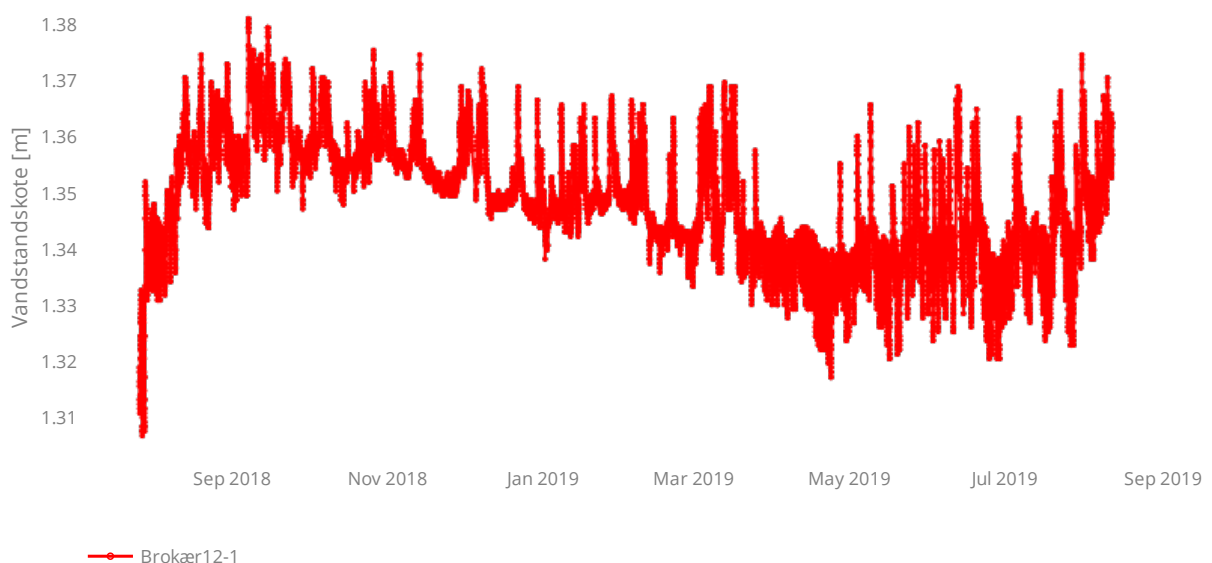


Figur 2-7 Vandstandstidsserie for Brokær7, der har terrænkoten 0.893 m DVR90. Den blå linje viser vandstanden i det dybeste filter og den røde linje viser vandstanden i det øverste filter. Der er en opadrettet gradient, når den blå linje ligger over den røde linje.

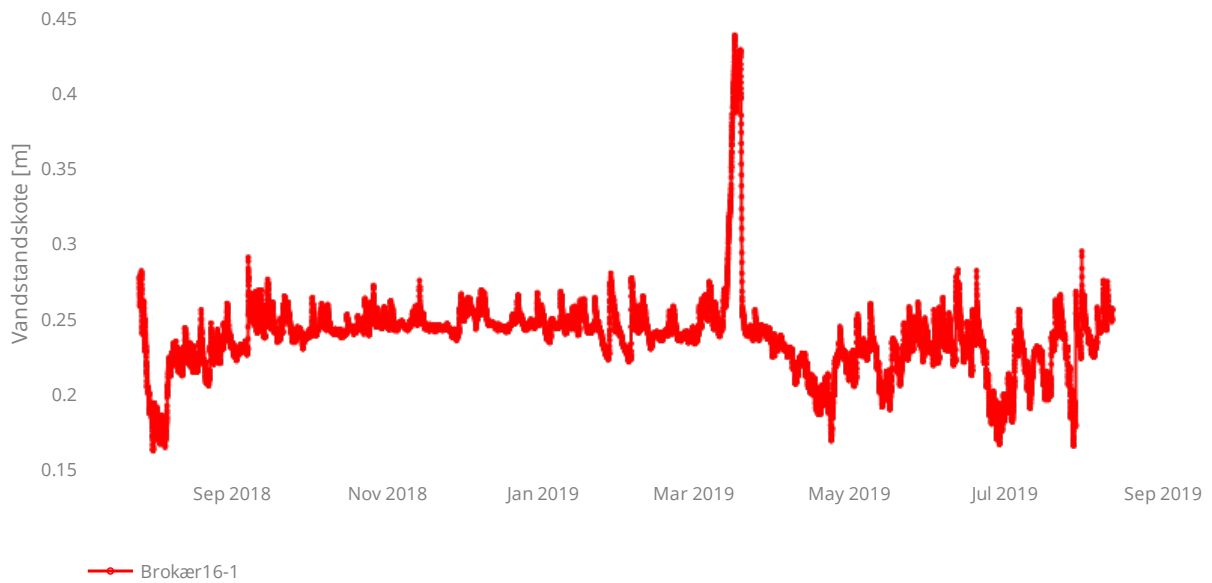
Pejlestationerne ved Brokær7 og Brokær12 ligger forholdsvis tæt på hinanden. Brokær7 er i et område, der er udpeget som rigkær og Brokær12 er i et område, der er udpeget som kildevæld. Vandstandstidsserien ved Brokær7 indikerer en svag opadrettet gradient (Figur 2-7). Desværre har der været udfordringer med at få sensoren i det korteste filter (Brokær7_2) til at sende, hvilket gør at der mangler data herfra i vinterhalvåret. Den 20. november 2018 blev der foretaget en pumpning på det dybe filter (Brokær7_1) i forbindelse med udtagning af vandprøver. Vandstanden efter pumpningen er normaliseret efter ca. 4 timer, hvilket bekræfter at filteret sidder i et vandførende lag.

Vandstandstidsserierne fra både Brokær7 og Brokær12 indikerer at denne del af projektområdet kan have oplevet en svag sommerudtørring efter den usædvanligt tørre forår- og sommersæson i 2018. Udtørringen er ikke ligeså udpræget i løbet af sommeren 2019.

Vandstandstidsserien fra Brokær12 (Figur 2-8) viser da også at vandspejlet ofte ligger og fluktuerer omkring lige over terrænoverfladen. Variationerne i vandstanden ved Brokær12 er kun ± 10 cm i løbet af 2018/19.

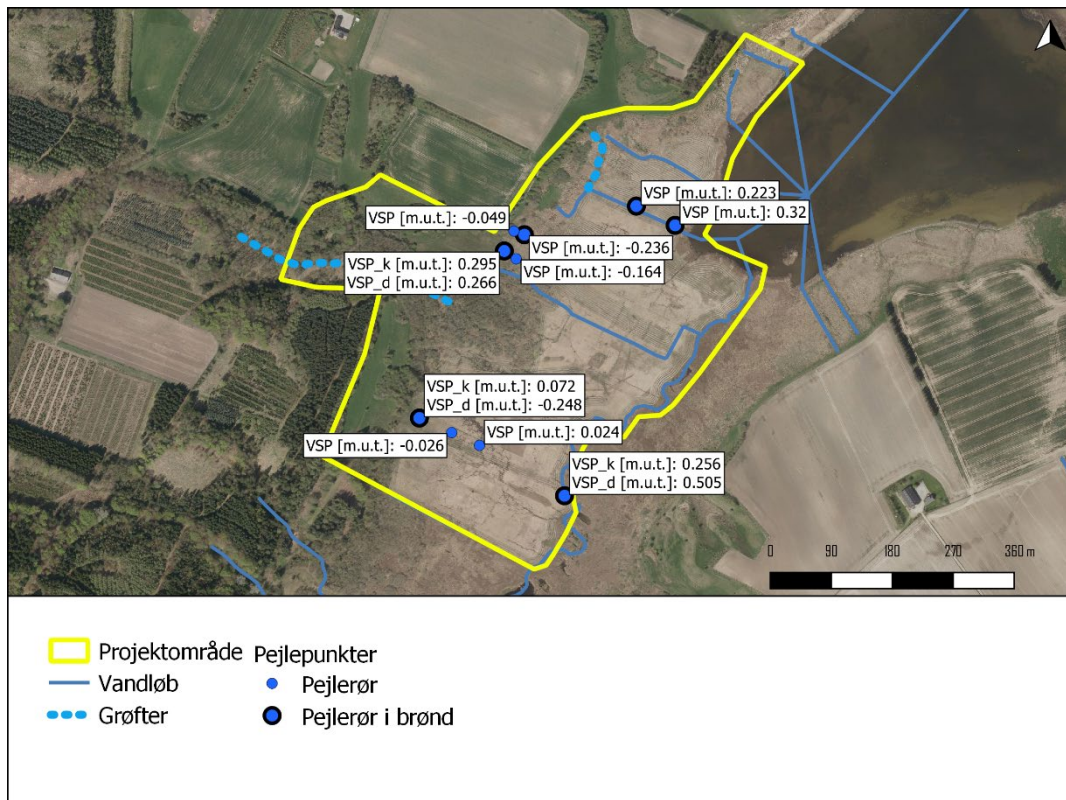


Figur 2-8 Vandstandstidsserie for Brokær12, der har terrænkoten 1,37 m DVR90.

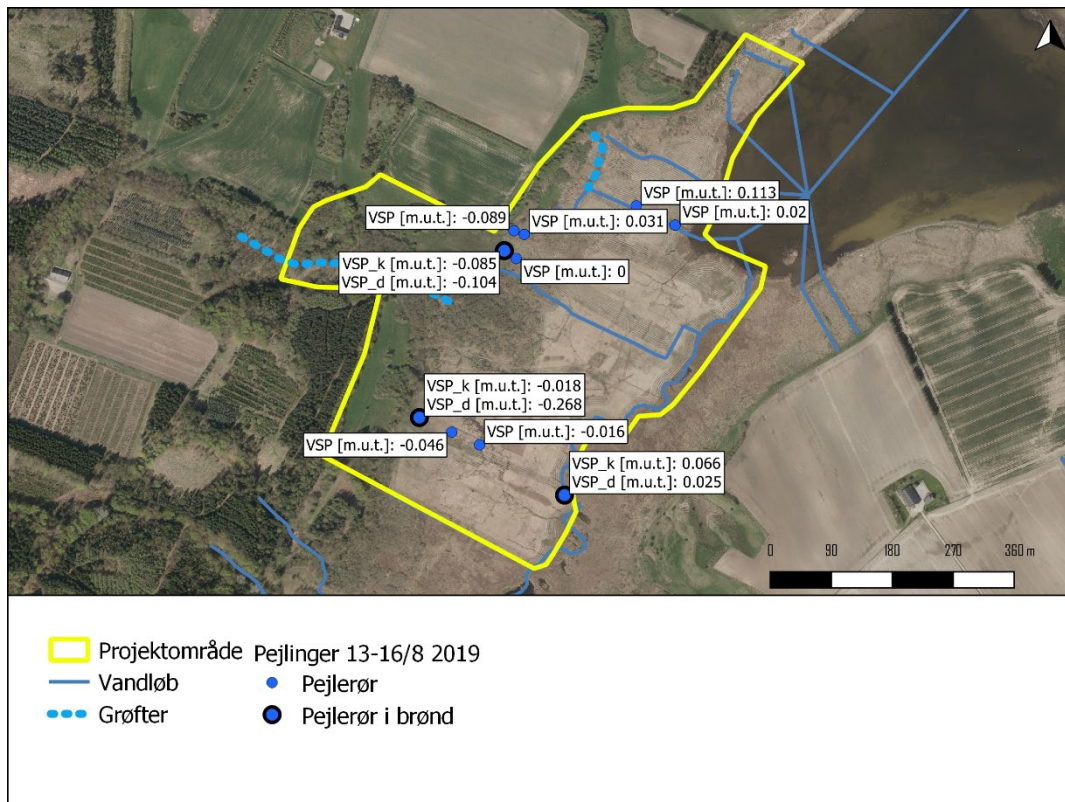


Figur 2-9 Vandstandstidsserie for Brokær16, der har terrænkoten 0,45 m DVR90.

Ved Brokær16 fluktuerer vandspejlet omkring 20 cm under terræn igennem størsteparten af måleperioden. Men i marts 2019 (efter et par nedbørsrige uger) er vandstanden oppe i terræn.



Figur 2-10 Vandstandsdata fra juli 2018 i delområde 7, Brokær.



Figur 2-11 Vandstandsdata fra august 2019 i delområde 7, Brokær.

I juli 2018 og i august 2019 er der foretaget synkronpejlerunder i alle dybe og korte piezometerrør i delområde 7, Brokær. Vandstandsdata fra disse pejlinger præsenteres på Figur 2-10. Da vandspejlet (VSP) ikke er så dybt under terræn (omkring 20-30 cm i sommeren 2018 og < 11 cm i sommeren 2019) og da der flere steder er observeret vand i terræn, konkluderes det, at der er en potentiel stor grundvandsudstrømning til delområdet.

Der er målt vandføring i 4 grøfter for at kunne vurdere i hvilket omfang grøfterne afvander de tilstødende områder og for at få indblik i mængden af tilstrømmende grundvand. Resultatet af vandføringsmålingerne præsenteres i Tabel 2-1 og placeringerne af vandføringsmålingerne ses af Figur 2-1 og Bilag 1.

Tabel 2-1 Vandføringsmålinger i grøfter målt 28. august 2018, ved afslutningen af den lange tørkeperiode juni-august 2018.

	Vandføring (l/s)
Brokær6 (grøft: 466401; 6285495)	5,5
Brokær8 (grøft: 466809; 6285366)	11,4
Brokær15 (grøft: 466750; 6285594)	2,4 (fra kilde)
Brokær17 (grøft: 466875; 6285534)	<1 (fra kilde)
Brokær21 (grøft: 466920; 6285601)	0,9

2.4 Vandkemi

Til vurdering af de grundvandskemiske forhold er der udtaget vandprøver til analyse for kvælstof og fosfor i dybe håndboringer og kilder. Der udtages ikke vandprøver i de korte, terrænnære pejlerør, da det er vores erfaring at nitraten her er omsat og at vandprøver ikke afslører en evt. forhøjet næringsbelastning.

En undersøgelse af de hydrologiske og vandkemiske forudsætninger for rigkær og kildevæld i NOVANA (Pedersen, et al., 2010) viste, at gode rigkær findes de steder, hvor N-koncentrationen i rodzonen ikke overstiger **0,3 mg NO₃-N/l**. Tilsvarende med fosfor viste projektet, at gode lokaliteter ikke overstiger **50 µg PO₄-P/l**. I dette projekt er der kun analyseret for Total-N og Total-P. Erfaringsmæssigt udgør NO₃-N 80-90 % af Total-N mens PO₄-P typisk er 2/3 af Total-P, dog varierende (NIRAS og WATSONC, 2019). pH-værdien i rigkær varierer typisk i intervallet 5.5 – 8 (Andersen, 2018).

Rapporten "Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i natura 2000 områder" (GEUS, 2019) diskuterer grænseværdier for grundvand som understøtter bl.a. rigkær og kildevæld. Konklusionen er, at data fra (Pedersen, et al., 2010) fortsat er det bedste, men dog mangelfulde, grundlag vi har for at kunne fastsætte tærskelværdier. (GEUS, 2019) konkluderer, at tærskelværdier på 1 mg N/l og 1 mg P/l for grundvandsforekomster er bedste bud og tolker således resultaterne i (Pedersen, et al., 2010) lidt anderledes, end der er gjort i dette projekt.

Der er ofte gode forhold for omsætning af nitrat i områder med rigkær, hvis grundvandet strømmer langsomt og diffust op til overfladen. Et forhøjet niveau af nitrat i grundvandet behøver derfor ikke være kritisk i et konkret område. Det samme gør sig gældende for fosfor, men her er de geokemiske processer mere komplekse. Forfosfor omsættes ikke, men kan blive bundet mere eller mindre effektivt til bl.a. jern og kalk. Binds fosfor til kalk er det en fordel fordi bindingen er uafhængig af redoxforhold. Når fosfor bindes til jern, kan der være store udsving i plantetilgængeligt fosfor.

For både kvælstof og fosfor er det vanskeligt at opstille egentlige tærskelværdier og særligt for fosfor kan det være vanskeligt at vide om niveauerne er kritiske ud fra en enkelt måling som er foretaget i projektet. For at konkretisere og gøre målingerne, som er foretaget i dette projekt, så brugbare som muligt er det valgt at definere følgende intervaller.

Tabel 2-2: Definition af de niveauer for kvælstof og fosfor, som er opstillet for projektet

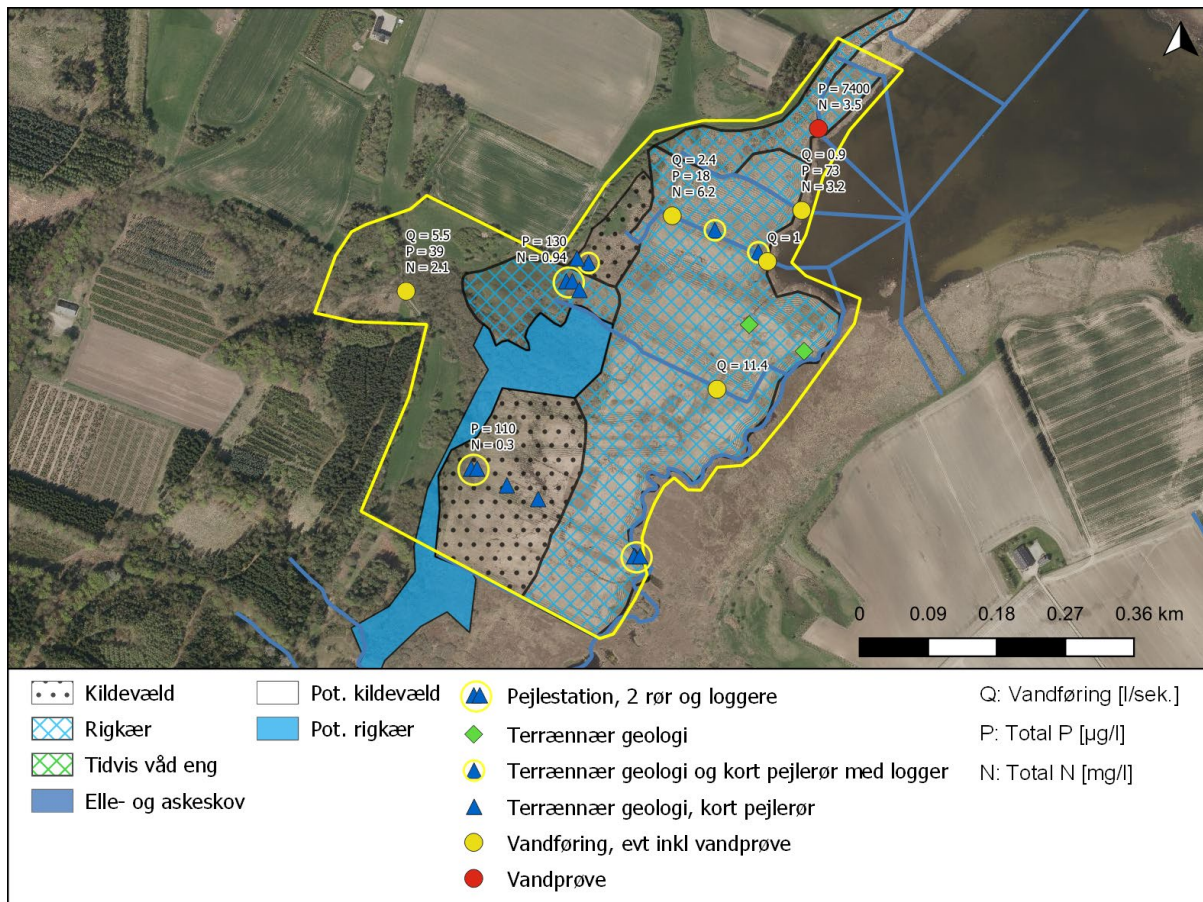
Parameter	interval	vurdering	udbybning
Total-N	< 0,3 mg/l	Gunstig	Ikke kritisk, hverken i grundvand eller rodzone
Total-N	0,3 - 2 mg/l	Opmærksomhedsniveau	Måske kritisk i rodzone, men acceptabelt niveau i grundvand
Total-N	>2 mg/l	Forhøjet niveau	Kritisk i rodzone. Grundvand afhængigt af gunstige forhold for denitrifikation. Bør ikke tilføres næringsfattig natur direkte
Total-P	< 50 µg/l	Gunstig	Ikke kritisk, hverken i grundvand eller rodzone
Total-P	50 - 1000 µg/l	Opmærksomhedsniveau	Måske kritisk i rodzone, men acceptabelt niveau i grundvand
Total-P	> 1000 µg/l	Forhøjet niveau	Kritisk i rodzone. Bør ikke tilføres næringsfattig natur direkte

Resultatet af vandanalyserne opsummeres i nedstående tabel:

Tabel 2-2 Analyser af kvælstof og fosfor i overfladevand, drænvand og udstrømmende grundvand.

	Total-N (mg/l)	Total-P (mg/l)
Brokær2 (dybt pejlerør)	0,3	110
Brokær7 (dybt pejlerør)	0,94	130
Brokær6 (grøft)	2,1	39
Brokær15 (grøft)	6,2	18
Brokær21 (grøft)	3,2	73
Brokær19 (grøft)	3,5	7400

Derudover præsenteres vandkemi data på oversigtskortet sammen med de udpegede naturtyper og vandføringsmålinger på Figur 2-12.

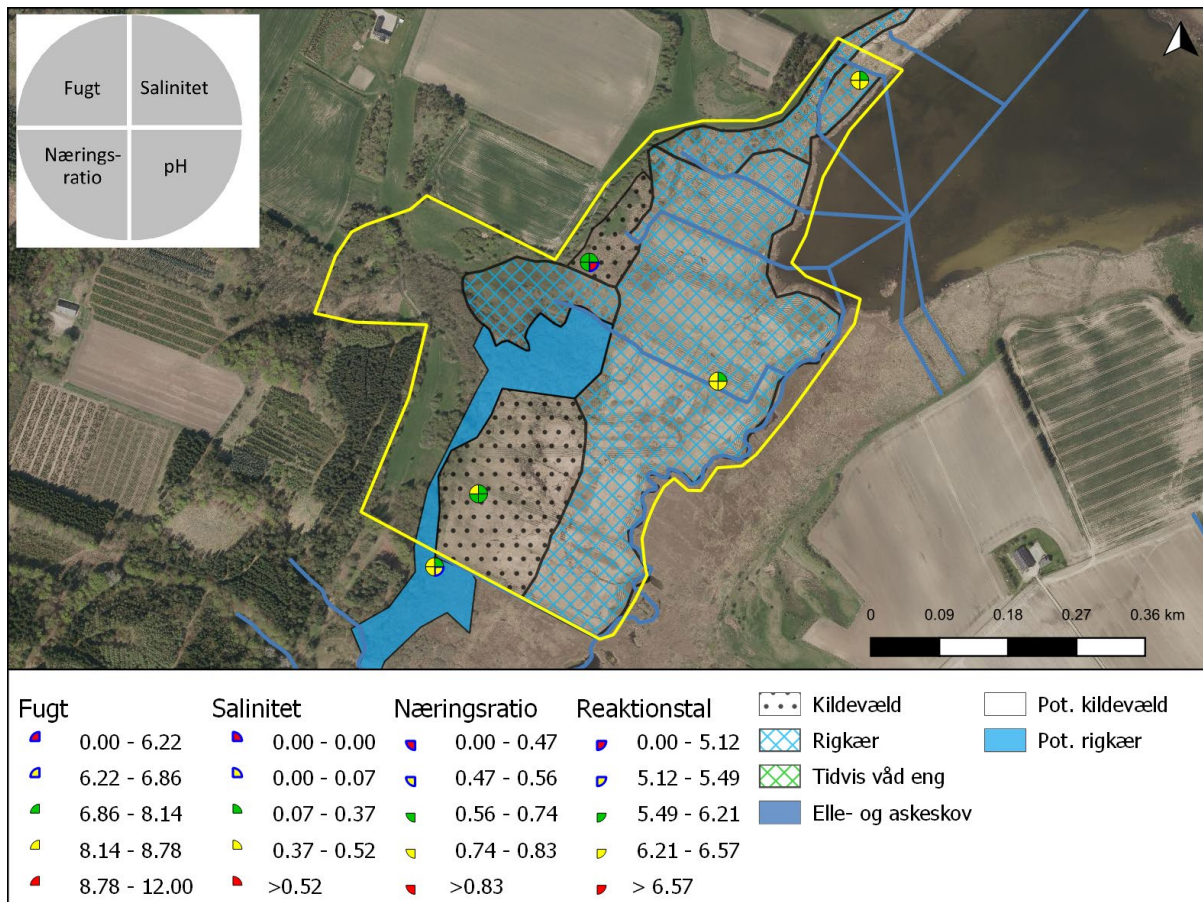


Figur 2-12 Analyseresultater af kvælstof og fosfor i overfladevand, drænvand og udstrømmende grundvand sammen med 4 vandføringsmålinger (Q) fra delområde 7, Brokær.

Vandprøverne viser generelt et højt indhold af kvælstof og fosfor i grøfter med stor grundvandstilstrømning (kildedefødt). I de dybe pejlerør under de velfungerende kær ved Brokær2 og Brokær7 er niveauerne dog beskedne. Hvis vand fra kilder / grøfter ledes direkte ud over rigkærsområder, så kan det give anledning til eutrofiering. Såfremt drænvand og grundvand skal kunne understøtte de næringsfattige naturtyper i Brokær, så er det afgørende, at vandet kommer diffust op til overfladen sådan, at nitraten kan blive omsat undervejs. I enkelt vandprøve i en grøft i projektområdets nordlige del viser meget højt fosforindhold. Der kan her være tale om en uren prøve med et stort indhold af partikært bundet fosfor, som ikke er et reelt udtryk for plantetilgængeligt fosfor. Det er ikke forventningen, at der findes en væsentlig kilde/forurening som bør tages hånd om.

2.5 Botanisk kortlægning

Thisted Kommune har gennemført en botanisk kortlægning af delområde 7, Brokær der præsenteres på Figur 2-13 sammen med udregnede Ellenberg indikatorer. Vegetationssammensætningen indenfor dokumentationscirklerne (5m) kan ved hjælp af Ellenbergs indikatorsystem benyttes til at udlede information om det miljømæssige forhold, som har betydning for plantesamfundene (Ellenberg, 1974); Nygaard et al. 2009).



Figur 2-13 Botanisk kortlægning af delområde 7, Brokær og Ellenberg Indikatorer, der giver information om de miljømæssige forhold, som har betydning for plantesamfundene (Fugt, Salinitet, Næringsratio og pH). De grønne symboler viser at de miljømæssige forhold er optimale/gennemsnitlige for rigkær. De gule og røde symboler indikerer at en given parameter ligger højere end, hvad der er optimalt for rigkær, mens de tilsvarende farver med den blå omkransning indikerer at den pågældende parameter ligger lavere end, hvad der er optimalt for rigkær.

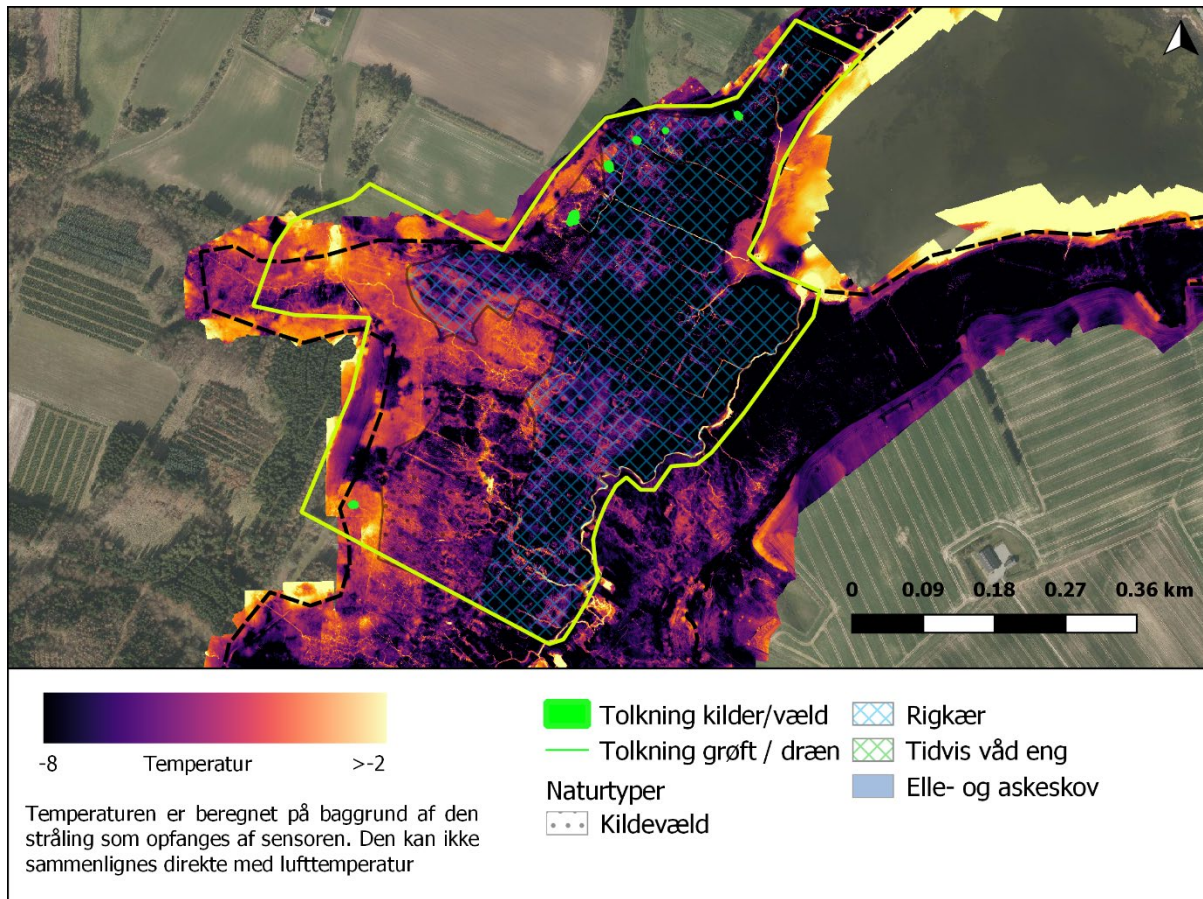
Ved begge de to dokumentationscirkler indenfor rigkærsområdet (både tæt ved Brokær19 og tæt ved Brokær8) viser Ellenberg Indikatorene helt gennemsnitlige forhold på salinitets-parameteren og de andre tre parametre - fugt, næringsratio og pH – er en smule under gennemsnittet. I kildevældsområdet, som ligger centralt lokaliseret i Brokær (tæt ved Brokær12 og Brokær13), viser dokumentationscirklen gennemsnitlige værdier for de tre parametre - fugt, næringsratio og salinitet, men et meget lavere pH-værdier end, hvad der er optimalt for rigkær. I kildevældsområdet i den sydlige del af Brokær (tæt ved Brokær2) indikeres gennemsnitlige værdier for de tre parametre - salinitet, pH og næringsratio, men fugtighedsparameteren er en smule højere end, hvad der er optimalt for rigkær. I området lige syd for delområde 7, Brokær, som er udpeget til potentielt rigkær, viser dokumentationscirkelns Ellenberg Indikatorer gennemsnitlige forhold for salinitet, en smule forhøjede værdier for fugt og næringsratio, samt en smule lavere pH-værdier. Det er værd at notere sig, at alle 5 dokumentationscirkler i Brokær viser gennemsnitlige salinitetsforhold, så botanikken indikerer ikke saltvandspåvirkning selvom delområde 7, Brokær ligger kystnært og lavt i terræn.

2.6 Termografi

Med droneflyvninger er det muligt at kortlægge overfladetemperaturen i forholdsvis store områder og muligt at lokalisere udstrømning af grundvand. Om vinteren vil det udstrømmende grundvand være relativt varmere end jordoverfladen og de optimale forhold for termofotografering i vældområder er overflyvninger sent på natten før solopgang, inden solens opvarmning af overfladen har fået en betydning. Kildevæld og strømmende vand på terræn kan således identificeres mere effektivt ud fra de termografiske observationer end de kan ved feltinspektioner og derudover opnås en detaljeret viden om grøfters tilstand og funktion.

På Figur 2-14 ses små udstrømningsområder og systemer af render, som ikke var kendt på forhånd og som i nogle tilfælde ikke kunne erkendes i selv den fineste højdemodel. Ovenpå termofotografiet er der indtegnet små grønne markeringer af de steder, hvor de relativt varmere områder kan tolkes som naturlige udstrømningsområder (Figur 2-14 findes også i A3 på Bilag 6).

Temperaturbillederne er meget detaljerede og det er nødvendigt, at kigge på dem i langt større format end de er gengivet i denne rapport. Det kræver en tolkning at skelne de mange strukturer fra hinanden, blandt andet fordi vegetations sammensætningen påvirker den overfladetemperatur, som ses fra luften.



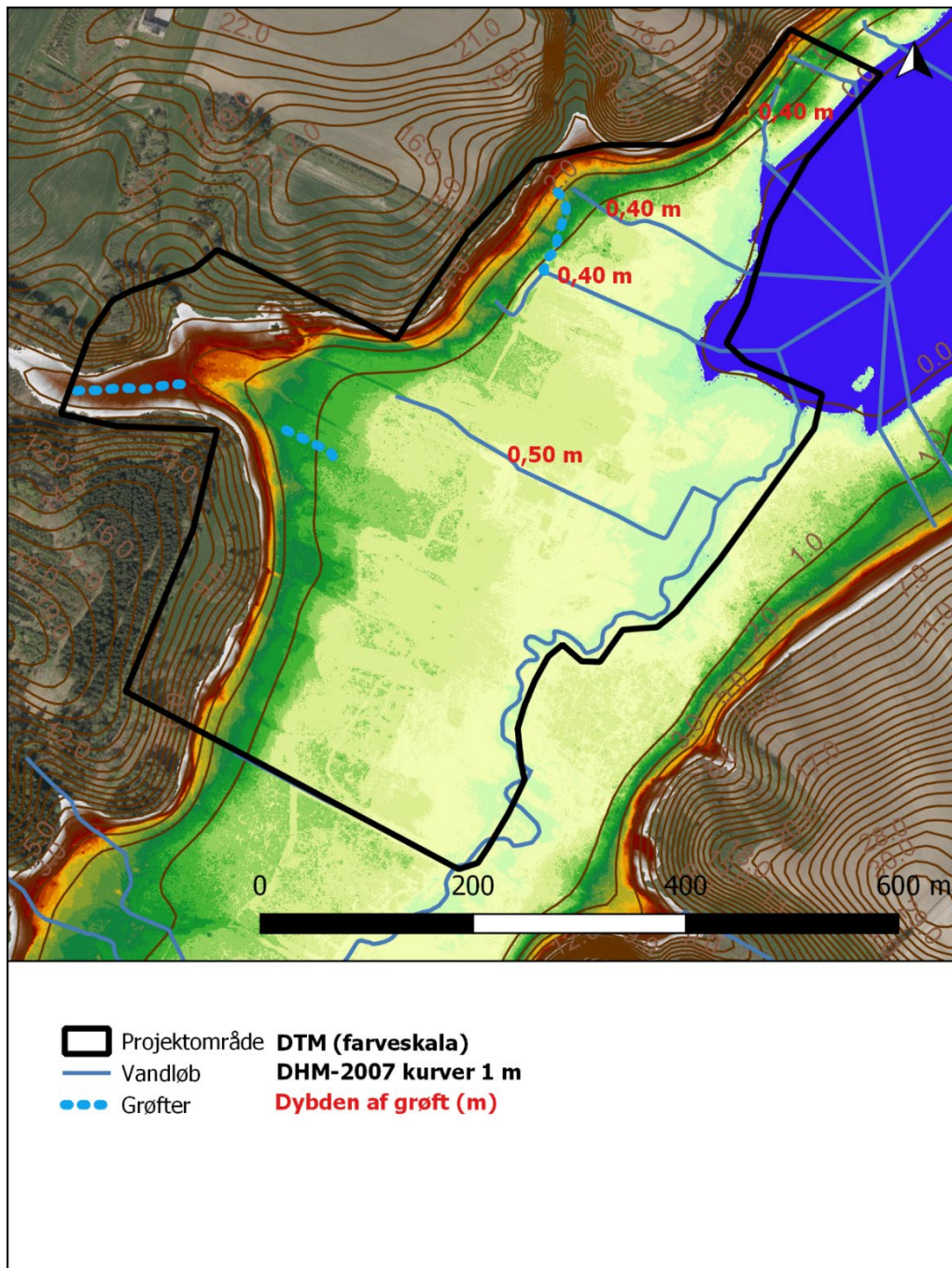
Figur 2-14 Termografi/temperaturkortlægning fra droneoverflyvning i april 2019.

3 Trusler

3.1 Dræning og grøfter

Dræning og grøfter kan give anledning til unaturlige vandstandsforhold og forhindre grundvand i at trænge op til overfladen. Til kortlægningen af dræningssituationen er FOT temaet for vandløb og grøfter anvendt og sammenholdt med ortofoto og en højopløst (0,4 m) terrænmodel. Derudover er der også indhentet drænaplysninger fra Orbicons drænarkiv.

Med udgangspunkt i Orbicons drænarkiv og besigtigelser i området kortlægges de dræn, der enten udmunder i delområderne eller er beliggende indenfor delområderne. Endelig er alle vandløb og grøfter gennemgået, ligesom at synlige drænbrønde i terrænet er blevet markeret, hvor det er muligt.



Figur 3-1 Oversigtskort med den digitale højdemodel, der præsenterer terrænhældningerne indenfor delområde 7, Brokær. Derudover indikeres drænforløb og dybden af grøfterne.

Af Orbicons drænarkiv fremgår der ingen markdræn, der løber til delområde 7, Brokær. Indenfor selve delområdet er der heller ikke tilgængelige drænkort i Orbicons drænarkiv. Der kan dog godt tidligere have været drænet, selvom der ikke forefindes materiale i Orbicons drænarkiv.

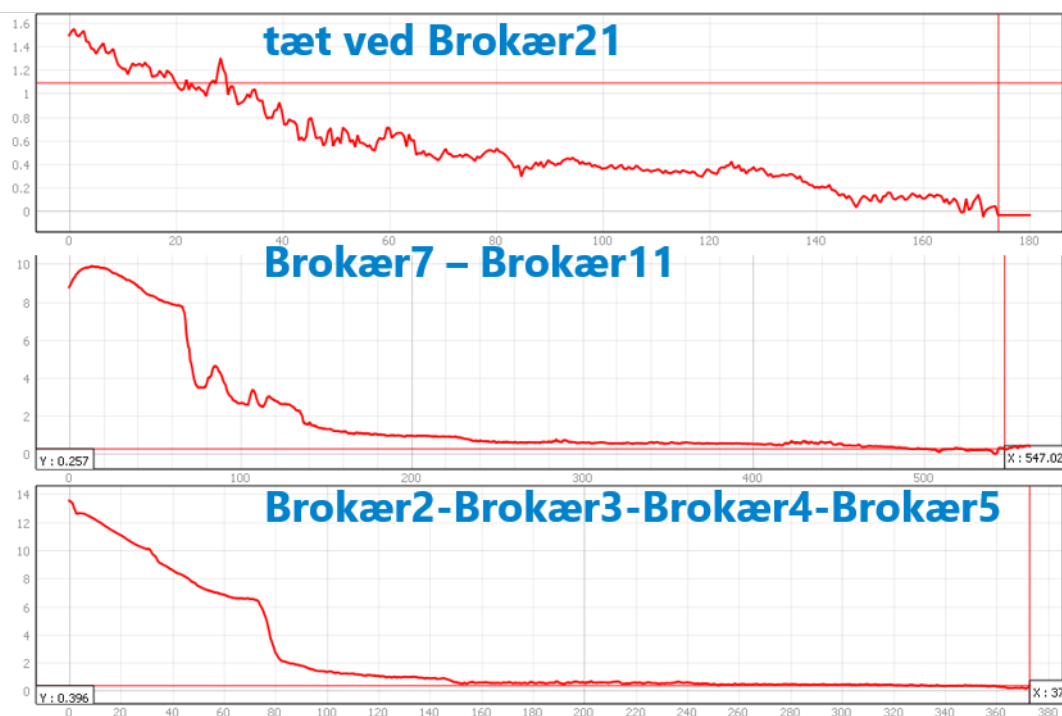
Brokær er til gengæld gennemskåret af grøfter, der anvendes til afvanding af området (se Figur 3-1). I hele delområdetets længde på ca. 850 m er der mindst 6 grøfter, der løber på tværs (NØ-SV) og der er etableret nyere grøfter langs med skræntfoden. Dybderne af grøfterne varierer imellem 40 cm og 50 cm. En gennemgang af historiske kort (eks. Lave målebordsblade fra 1926-1941) viser, at der tidligere kan have været flere grøfter – helt op til 11 tværgående grøfter. Men disse kan være forsvundet i tilgroning.

Dræn og grøfterne vurderes ikke at udgøre en trussel, der kan hindre optimale forhold for rigkær, fordi store dele af projektområdet er vandlidende.

3.2 Forsumpning

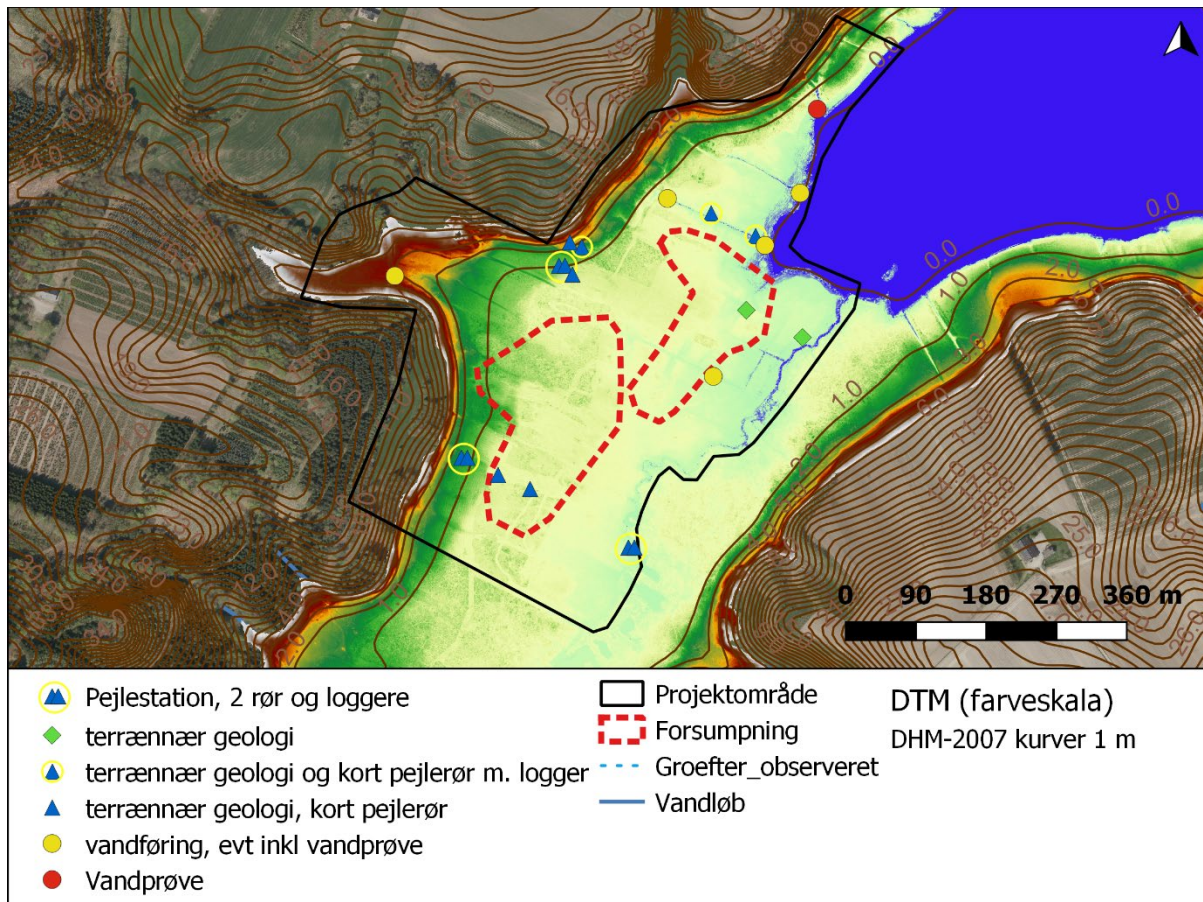
Risikoen for forsumpning er vurderet ved besigtigelse, ved pejling af vandstand og ved topografisk analyse af afvandingsforhold. Hvis et område forsummer, fordi overskydende vand ikke kan strømme af på terræn, så er der risiko for at jorden bliver for blød til at arealet f.eks. kan afgræsses og der er risiko for, at stillestående overfladevand kommer til at dominere i rodzonen frem for gennemstrømmende grundvand.

Af jordartskortet (Figur 2-3) fremgår det, at store arealer indenfor Brokær delområdet udgøres af sandede aflejringer. Men ud fra egne feltobservationer af den terrænnære geologi (se Bilag 2, Bilag 3, Bilag 4, samt afsnit 2.2) kan det konkluderes, at der også er markante gytje- og tørveaflejringer indenfor delområdet. De finkornede aflejringer med et stort indhold af tørv og gytje kan øge risikoen for at et område forsummer og kan gøre, at det nærmest bliver "levende" ligesom en hængesæk. Risikoen for forsumpning er særlig høj i de områder, hvor terrænet er fladt og næsten helt uden terrænhældning (se terrænprofiler på Figur 3-2).



Figur 3-2 Terrænprofiler på tværs af delområde 7, Brokær.

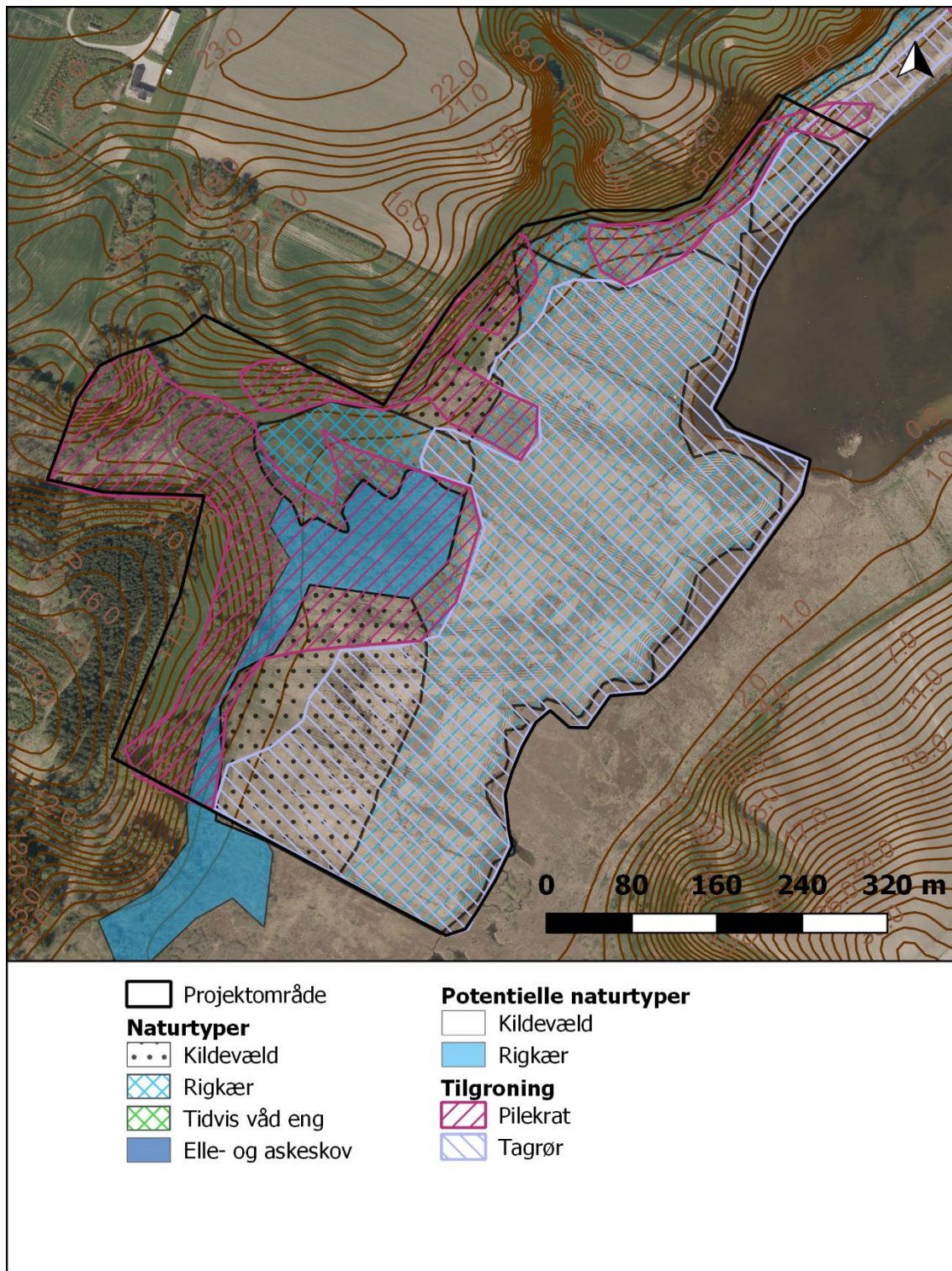
Forsumpning vurderes derfor til at være en trussel, der kan hindre optimale forhold for rigkær i delområde 7, Brokær, hvilket også bekræftes af feltobservationer. Udbredelsen af de områder, der særligt er truet af forsumpning, er vist med rød stiplede linje på Figur 3-3.



Figur 3-3 Områder i delområde 7, Brokær med stor risiko for forsumpning.

3.3 Tilgroning

Status og risiko for tilgroning er vurderet ved analyse af historiske ortofotos, samt ved feltinspektion. For megen tilgroning kan udgøre en trussel for optimal rigkærsforhold, hvis eksempelvis pilekrat og tagrør får overtaget i et område, så kan denne tilgroning skygge for de rigkærs-arter, som er ønskelige i områderne. På oversigtskortet (Figur 3-4) er områder, der vurderes at være tilgroede, blevet udpeget.



Figur 3-4 Oversigtskort med udpegninger af hvor tilgroning udgør en trussel, da en vegetationshøjde >40 cm kan være problematisk i forhold til at skygge for rigkærs-arter.

3.4 Vandindvinding

Risikoen for påvirkning fra vandindvinding er vurderet ved en screening af borer i Jupiterdatabasen (GEUS, 2019), herunder udtræk af indvindingstilladelser og aktuel indvinding. Ud fra boringernes placering, indvindingsmængde, indvindingsdybde og områdets geologi laves en kvalitativ vurdering af truslen ud fra forsigtighedsprincippet.

Ved delområde 7, Brokær er den nærmeste vandindvindingsboring til husholdningsbrug inaktiv (DGU nr. 44.399). Den nærmeste mindre almen vandforsyning er Doverodde Vandværk cirka 650 m nord for Brokær. Her er der tilladelse til at indvinde 15.000 m³/år og udnytter i dag omkring 90% af indvindingstilladelsen. I lidt større afstand fra delområdet ligger en anden mindre almen vandforsyning, Boddum Vandværk 1,7 km vest for Brokær. Boddum Vandværk har tilladelse til at indvinde 40.000 m³/år og udnytter i dag omkring 90% af indvindingstilladelsen. Indvindingsmængderne på de almene vandværker vurderes ikke at være store nok til at give sænkninger indenfor projektområdet. Derfor udgør vandindvinding ikke en trussel, der kan hindre optimale forhold for rigkær.

3.5 Næringsstofbelastning

Næringsstofbelastningen er både blevet vurderet ved direkte og indirekte metoder.

De direkte metoder omfatter:

- Måling i overfladevand (drænudløb, kilder, vandløb og grøfter)
- Vurdering af grundvandsnæringsstofniveauer i grundvand ud fra boringer i oplandet
- Vurdering af grundvandsnæringsstofniveauer ud fra dybe håndboringer etableret i projektet. Vores erfaring viser, at vi skal ned under de organisk holdige aflejringer for at træffe nitrat.

Der er udtaget vandanalyser til analyse af kvælstof og fosfor i dræn og udvalgte steder i vandløb og grøfter. Resultatet af vandanalyserne er præsenteret i afsnit 2.4.

De indirekte metoder omfatter:

- Udpeging af direkte tilgrænsning til dyrkede arealer
- Botaniske vurderinger. Hvad er den tilsyneladende næringsstofbelastning vurderet ud fra plantesamfundet?

Ved 3 af de 5 dokumentationscirkler i Brokær er der indikeret et højere næringsratio end i det gennemsnitlige rigkær (se Ellenberg Indikatorer i afsnit 2.5).

Delområde 7, Brokær omkranses af marker og skov, men det forventes ikke, at tilstrømning med næringsrigt drænvand fra oplandet er et problem på denne lokalitet fordi højbundsjordene ikke er drænet.

Vandanalyserne af de vandprøver, der er udtaget af overfladevand i grøfterne og grundvandet i de dybe piezometerrør (Figur 2-12, afsnit 2.4) viste for høje niveauer af Total-N og Total-P i forhold til de tålegrænser for rigkærarter, der er fundet af (Pedersen, et al., 2010). Den højest målte værdi af Total-N ved Brokær15 er 6,2 mg/l og den højest målte værdi af Total-P ved Brokær19 er 7400 µg/l. Men på oplandsskala har en gennemgang af Jupiterdatabasens vandanalyser (GEUS, 2019) foretaget i nærliggende boringer ikke vist forhøjede nitratkoncentrationer. Men der var svagt forhøjede koncentrationer af Total-P i 3 nærliggende boringer, hvor de senest målte værdier af fosfor ligger imellem 75-87 µg/l i boringerne DGU nr. 44.399, 44.477 og 44.353.

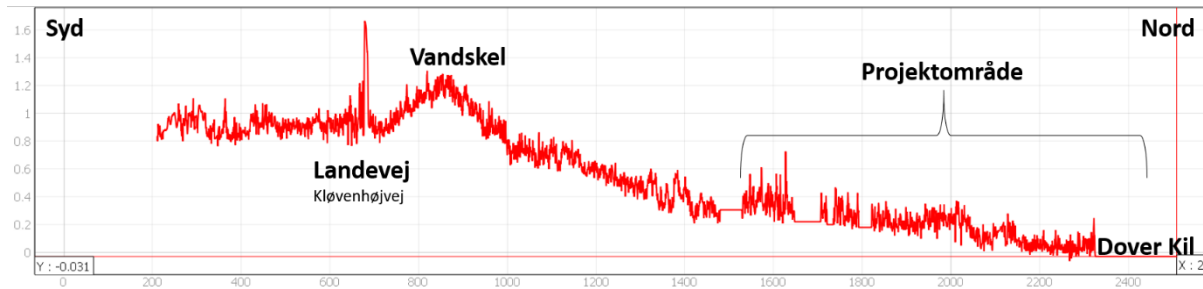
Alt i alt vurderes næringsstofbelastning til at kunne udgøre en reel trussel i Brokær, der kan hindre optimale forhold for rigkær. Det bør være et særligt opmærksomhedspunkt ved valg af tiltag i området.

3.6 Oversvømmelse med vandløbsvand

Der blev opsat vandstandsloggere i de områder, hvor der er risiko for oversvømmelse med vandløbsvand. Oprindeligt blev der opsat en logger både ved Boddum Bæk (Brokær5) og ved søbredden i den nordlige del af projektområdet (Brokær22), men desværre har det kun været muligt at få data fra den førstnævnte pejlestation. Pejlestationen ved Brokær5 monitorer således, hvis vandstanden i Boddum Bæk går over sine bredder. Siden opsætningen af pejlestationen ved Brokær5 i sommeren 2018 synes vandstanden i Boddum Bæk generelt at have været høj (se Figur 2-6) – i hvert fald forhold til vandløbets tværsnit, og i området langs med bækken er det svært egentligt at definere, hvornår vandløbet starter og slutter, fordi et stort område er oversvømmet. Oversvømmelsen er naturlig og vanskelig at forhindre. En udgravning af vandløbet vil

formentlig ikke have den store effekt og vil heller ikke bidrage til naturlig hydrologi i området. Dog kan det være relevant at sikre regelmæssig grødeskæring i Boddum Bæk til mindskelse af oversvømmelserne.

På Figur 3-5 præsenteres længdeprofil af Boddum Bæk og det fremgår at vandløbet har to udløb til Limfjorden.



Figur 3-5: Længdeprofil af Boddum Bæk, der har 2 udløb til Limfjorden. I den nordlige del af vandløbet, hvor delområde 7, Brokær findes, strømmer vandet i Boddum Bæk mod Dover Kil og cirka 700 m syd for projektområdet strømmer vandet mod Limfjorden i sydlig retning.

3.7 Oversvømmelse med havvand

Den marine påvirkning og den potentielle risiko for oversvømmelse med havvand er vurderet ud fra den højopløste terrænmodel sammenlignet med højvandstatistik. Denne analyse beskriver det maksimale påvirkede areal ved forskellige vandstande i fjorden, herunder også maksimale vandstande i et klimascenarie (se også afsnit 3.8).

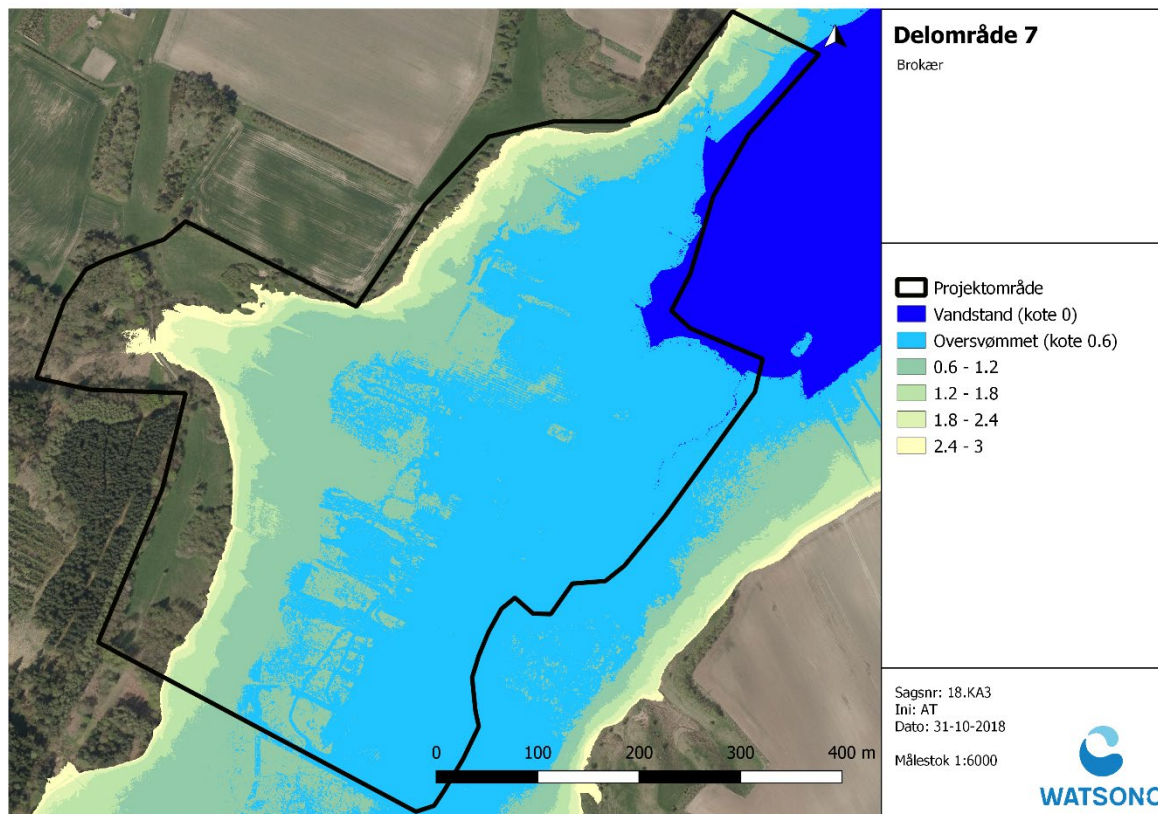
Selvom Brokær delområdet ligger kystnært og lavt i terræn, så vurderes der med den nuværende havvandstand ikke at være en trussel med hensyn til oversvømmelse med havvand, fordi området beskyttes af en vejdæmning/Doveroddevej (omkring kote 1,5 m DVR90) og et højvandslukke. Ifølge Højvandsstatistikker fra Thisted Havn, så er vandstanden ved en 10-års stormhændelse oppe på kote 1,7 m DVR90 i dette område, hvilket betyder at vejdæmningen og dermed Brokær kun bliver oversvømmet hvert 10. år (Kystdirektoratet, 2018).

3.8 Klimaændringer

Klimaændringerne resulterer i en hævet havvandstand og øget stormflodsfrekvens, blandt andet. Denne teknisk-hydrologiske forundersøgelse sætter særligt fokus på risikoen for disse havspejlsstigninger, da en hævet havvandstand i visse områder kan underminere effekten af andre tiltag, hvis risikoen ikke håndteres.

Ved Brokær kan truslen fra fremtidige havspejlsstigninger blive reel, fordi en stor del af området ligger under kote 0,6 m DVR90 og forskellige klimafremskrivninger estimerer en global havspejlsstigning på omkring 60 cm i 2100. Seneste rapport fra FN's klimapanel (IPCC) konkluderer, at det globale havspejl vil stige imellem 26 og 77 cm ift. 1986-2005 havspejlet, hvis den globale gennemsnitstemperatur får lov at stige med 1,5°C (IPCC, 2018).

I forhold til oversvømmelsesrisikoen er det vigtigt at have i mente, at oversvømmelsen i de værste stuvningshændelser kan ske både fra syd og fra nord. Vejdæmningen v. Doveroddevej på kote ca 1,5 m DVR90 i nord og vejdæmningen v. Kløvenhøjvej på kote ca. 1,6 m DVR90 i syd (se Figur 3-5) beskytter mod de generelle havspejlsstigninger i fremtiden, men ved stormhændelser vil havvandstanden hyppigere og hyppigere kunne overstige vejdæmningernes kote jvf. Højvandsstatistikker fra Thisted Havn (Kystdirektoratet, 2018). Ved v. Kløvenhøjvej er der formentlig ikke et højvandslukke så vandet fra fjorden løber ind i projektområdet via Bodum Bæk og underførslen af Kløvenhøjvej ved vandstande lige over 1 m i fjorden.



Figur 3-6 Oversigtskort med den digitale højdemodel og en tematisering der illustrerer oversvømmelsesscenerier ved forskellige havvandstande indenfor delområde 7, Brokær. Alt under kote 0,6 m DVR90 er farvet blåt, fordi forskellige klimafremskrivninger estimerer en global havspejlsstigning på omkring 60 cm i 2100.

Den generelle havspejlsstigning, som følger af klimaændringerne, vurderes ikke at være en trussel for rigkæret, fordi vejdæmningerne (v. Doveroddevej og Kløvenhøjvej) beskytter imod havvandstande op til kote 1,5 m DVR90. Men den øgede stormflodsfrekvens kan blive en udfordring, alt efter selve oversvømmelsernes størrelse (se Figur 3-6) og hvor hyppigt oversvømmelsen med saltvand sker. Et hollandsk studie af forskellige rigkærs-arters salttolerance har vist, at der sker en signifikant reduktion i den totale biomasse af 5 udvalgte arter (Djævelsbid, Kærmangeløv, Engviol, Engforglemmegej og Kragefod) allerede, når saliniteten er omkring 200 mg Cl/l (Stofberg, Klimkowska, Paulissen, Witte, & van der Zee, 2015). Klimaændringer og havspejlsstigninger kan derfor komme til at udgøre en trussel, der kan hindre optimale forhold for rigkær. Det må dog forventes, at der såfremt diget i fremtiden oversvømmes vil blive foretaget en forhøjning af hensyn til infrastrukturen. Så hvor relevant truslen er for Brokær-områdets rigkær afhænger af de klimasikringstiltag, der muligvis gennemføres uafhængigt af dette projekt.

4 Potentiale

4.1 Naturlig vandkemi

Rigkær understøttes af næringsfattigt, kalkholdigt tilstrømmende grundvand og dermed er den naturlige vandkemi en forudsætning for det økologiske potentiale. Vurderingen foretages ud fra analyse af grundvand på oplandsskala og på selve lokaliteten.

Til vurdering af kalktilførslen til kæret er der foretaget syretest på udvalgte jordprøver for at undersøge deres kalkindhold og prøver er blevet hjembragt til laboratoriemåling af jord-pH (Figur 2-4 og Bilag 5). I delområde 7, Brokær er der kun påvist kalkholdige sedimenter ved Brokær11 ved syretest i felten og der er målt pH-værdier imellem 2,71 og 5,9. Grundet det begrænsede kalkindhold, de lave pH-værdier og

næringsstofbelastningen særligt fra fosfor vurderes den naturlige vandkemi alt i alt til ikke at være optimal for rigkær.

4.2 Naturlig grundvandstilstrømning

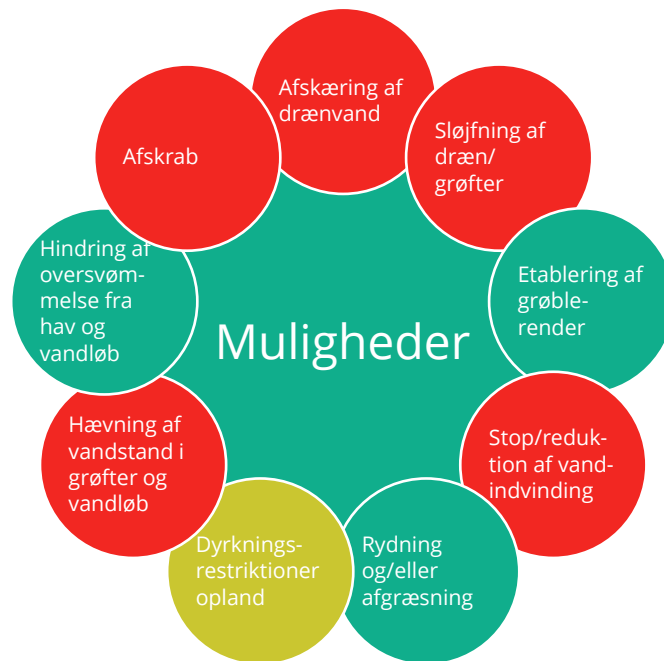
En stabil og stor grundvandsudstrømning giver favorable vilkår for rigkær. Udstrømningens karakter er blevet undersøgt ved kontinuerte pejlinger ved fem pejlestationer (Brokær2, Brokær5, Brokær7, Brokær12 og Brokær16), hvoraf tre havde både dybe og korte piezometerrør til måling af den vertikale gradient. Vandstandstidsserien fra Brokær2, som er placeret indenfor et område, der er kortlagt som kildevæld, viser en stor opadrettet gradient (Figur 2-5) og her er der ingen tegn på at området oplever sommerudtørring. Vandstandstidsserierne fra Brokær5 og Brokær7 viser ikke en ligeså stærk opadrettet gradient, men dog en opadrettet gradient. Derudover ses tegn på en svag sommerudtørring efter den usædvanligt tørre forår- og sommersæson i 2018 (Figur 2-6 og Figur 2-7). Der er foretaget to synkronpejlerunder i et større antal boringer, som viste terrænnær vandspejl i hele området, hvilket indikerer en stor og stabil grundvandsudstrømning. På baggrund af den begrænsede sommerudtørring, som kun ses ved Brokær7 og Brokær12, samt de observerede opadrettede gradienter vurderes Brokær at have et stort hydrologiske potentiale.

4.3 Naturlige afvandingsforhold

Et svagt hældende terræn eller et terræn med naturlige render, hvor regnvand såvel som udsivende grundvand kan afstrømme giver det bedste rigkærspotentiale. Forholdet mellem regnvand og grundvand er vigtig for rigkær og den gængse forståelse er, at regnvand skal afdrænes på terræn og helst ikke stå tilbage i små pytter. I delområde 7, Brokær er afvandingsforholdene problematiske og store dele af området er vandlidende, hvilket f.eks. vanskeliggør afgræsning. Grundet det flade terræn har vandet svært ved naturligt at afstrømme. Derfor kan der blive behov for tiltag, der forhindrer forsumpning.

5 Muligheder

Efter gennemgangen af bruttolisten med potentielle trusler som hindrer optimale rigkærs- og kildevældsforhold er det muligt at indkredse de 5 trusler, som er aktuelle i delområde 7, Brokær. Truslerne mod optimale rigkærsforhold i Brokær er: Forsumpning, tilgroning, næringsstofbelastning, oversvømmelse med vandløbsvand og klimaændringer. Da de resterende trusler kan udelukkes, vil de mulige tiltag, der behandles i dette kapitel, kun kredse omkring afhjælpningen af disse aktuelle trusler. På Figur 5-1 er de mulige tiltag, som ikke er relevante i delområde 7, Brokær blevet farvet røde og de mulige tiltag, som kun har begrænset relevans er farvet gule.



Figur 5-1 Prioritering og udvælgelse af mulige tiltag til forbedring af potentialet for rigkær/kildevæld

5.1 Etablering af grøblerender

Da forsumpning vurderes at udgøre en af de største trusler mod optimale rigkærsforhold og da delområde 7, Brokær generelt er vandlidende er der behov for at lave grøblerender og evt. oprensning af eksisterende grøfter således at effektiv afvanding sikres. Grøblerender og grøfter skal både lede det opstigende grundvand og regnvandet hurtigt bort og hindre dannelsen af vandhuller. Oprensningen og udførelsen af grøblerender skal ske med største forsigtighed, så påvirkningen på de velfungerende rigkærs-områder bliver mindst mulig.

5.2 Rydning og afgræsning

Tilgroning er identificeret som en trussel ved Brokær (Figur 3-4). Hvis f.eks. pilekrat og tagrør får overtaget i et område, så kan kratvegetation og høje græsser skygge for de rigkærs-arter, som er ønskelige i områderne. En hydrologisk genopretning kan ikke alene redde lokaliteter, der er kraftigt truet af tilgroning. De hydrologiske tiltag skal derfor suppleres af plej tiltag. Her foreslås kratrydning som en mulighed og på længere sigt kan gentaget slåning eller afgræsning være nødvendigt for at holde områderne lysåbne. Afgræsning af området er en udfordring, fordi der er store områder, som er forsumpede og dyrene går derfor ikke der forbi. Der kan eventuelt laves forbindelsesledninger til dyrene, så de kan komme forbi de forsumpede områder og ud til de "lidt fastere" områder tættere på Boddum Bæk. Derudover kunne man overveje en anden type kvæg, der passer bedre til området karakter.

5.3 Hindring af oversvømmelse fra hav og vandløb

Oversvømmelsesrisikoen fra Limfjorden vurderes at kunne blive en trussel ved delområde 7, Brokær i et fremtidigt klimascenarie. Derfor kunne det være relevant at se på, om koten på det beskyttende dige ved vejdæmningen kunne hæves og evt. videreføres langs med den nordøstlige side af Doveroddevej. Derudover kunne der overvejes at etablere et højvandslukke ved Kløvenhøjvej syd for projektområdet, hvorfra der også er en oversvømmelsesrisiko under fremtidige ekstrem situationer. Men disse tiltag vurderes ikke som et tiltag, der kan foreslås af naturhensyn alene, men må anskues som en klimasikringsopgave, der skal løftes gennem andre midler.

Oversvømmelsesrisikoen fra Boddum Bæk er naturlig og vanskelig at forhindre. Det vurderes at en udgravning af vandløbet formentlig ikke vil have den store effekt og vil heller ikke bidrage til naturlig

hydrologi i området. Dog kan det være relevant at sikre regelmæssig grødeskæring i Boddum Bæk til mindskelse af oversvømmelserne.

5.4 Dyrkningsrestriktioner

Da det ikke kan afvises, at næringsstofbelastningen er en trussel ved Brokær og da tilstrømmende næringsrigt grundvand/drænvand kan være begrænsende for kvaliteten af rigkær og kildevæld, kan dyrkningsrestriktioner i oplandet være et relevant langsigtet tiltag, som kan løfte områdets potentiale for artsrigdom. I første omgang er det de hydrologiske tiltag, der er vigtigst. Men en mindsket næringsbelastning fra oplandet vurderes på længere sigt at kunne give større artsrigdom i rigkærene og gøre området mindre afhængigt af pleje og afgræsning. Særligt vil indsatser i nærområdet kunne have en positiv indvirkning på rigkærs-forholdene eks. ved at omlægge til vedvarende græs på de nærmest tilgrænsende marker. Men dyrkningstiltag er bekostelige og effekten kan være mange år om at indtræffe, derfor vil denne tiltagsmulighed ikke blive prioriteret i første omgang.

6 Diskussion og vurdering af særlige forhold

Brokær er overordnet set et område, hvor der er stor grundvandsudstrømning og hvor der i mindre grad forekommer unaturlig hydrologi. Alligevel er der meget stor forskel på de velfungerende kær/kildevæld og de mere trivielle forekomster af samme. Som en del af denne forundersøgelse efterspørges en forklaring og en forståelse af, hvad der giver disse variationer. I dette afsnit prøver vi at dykke ned mere lokalt og beskrive og forklare lokale variationer (Thisted Kommune, 2018) indenfor udvalgte områder i projektområdet.

I det område, som benævnes **Kildevæld1** på Figur 6-1, findes den største artsdiversitet og flest arter, som er karakteristiske for rigkær og kildevæld. Forklaringerne på, at dette område er særligt velfungerende, er:

- Kotemæssigt ligger den mest velfungerende del højere end kote 0,7 m DVR90 og oversvømmes sjældent. På Figur 3-2 ses det, at de første ca. 70 m fra skræntfoden er lidt højere end det resterende.
- Kreaturerne har let adgang til at komme ned i området fra det højereliggende græsningsareal og græsningstrykket er derfor passende.
- Hydrologien er gunstig, der er masser af grundvand og ingen kunstig afvanding
- Udstrømningen er diffus og der er ingen egentlige kilder med rindende vand. Det betyder, at vandet har en stor opholdstid ved strømning gennem ådalssedimenterne, hvor iltfrie forhold og indhold af kalk i grundvandet medvirker til at omsætte og tilbageholde næring.

Rigkær1, som ligger centralt, rummer ligeledes velfungerende kær (Figur 6-1). Området er topografisk meget ensartet og bærer præg af, at der sandsynligvis har kørt maskiner på arealet historisk set.

Nord for dette område ligger **Kildevæld2**, som dækker over et område med særlig stor udstrømning (Figur 6-1). Selve kildefeltet, hvor der kommer rigtig meget grundvand op, fremstår med den karakteristiske grønne farve på ortofotoet. Dokumentationscirklen, som vises på Figur 6-1, ligger ca. 0,5 m højere end området mod syd (Rigkær1). Omkring denne dokumentationscirkel findes blandt andet soldug og Ellenberg-værdierne for artslisten indikerer også betydeligt mere sure forhold, end hvad der er typisk for rigkær. De angiveligt mere sure forhold på dette sted har ikke en oplagt forklaring. Lokale forskelle i den underliggende geologi kan være forklaringen. Der er kun et enkelt sted i Brokær fundet egentlige kalkholdige aflejringer, mens gytjelaget de fleste steder ikke har vist tegn på kalk/skaller. Derudover kan det have betydning, at der er en lille lokal forhøjning, som gør at grundvandet ikke kan fastholdes helt i terrænniveau. I Hellerød Kær på Thyholm er der ligeledes et eksempel på en lokal forekomst af sphagnum og soldug, som ligger tæt på skræntfoden, og hvor der ligger mere kalk-indikerende arter længere inde i kæret.

Det kraftige kildefelt i området **Kildevæld2** fremstår derudover tydeligt næringspåvirket og tilgroet. Forklaringen på, den høje vækst er forventeligt nitratniveauet i det indstrømmende grundvand, som ikke omsættes fordi udstrømningen er meget kraftig og grundvandet ikke kommer i kontakt med de organiske

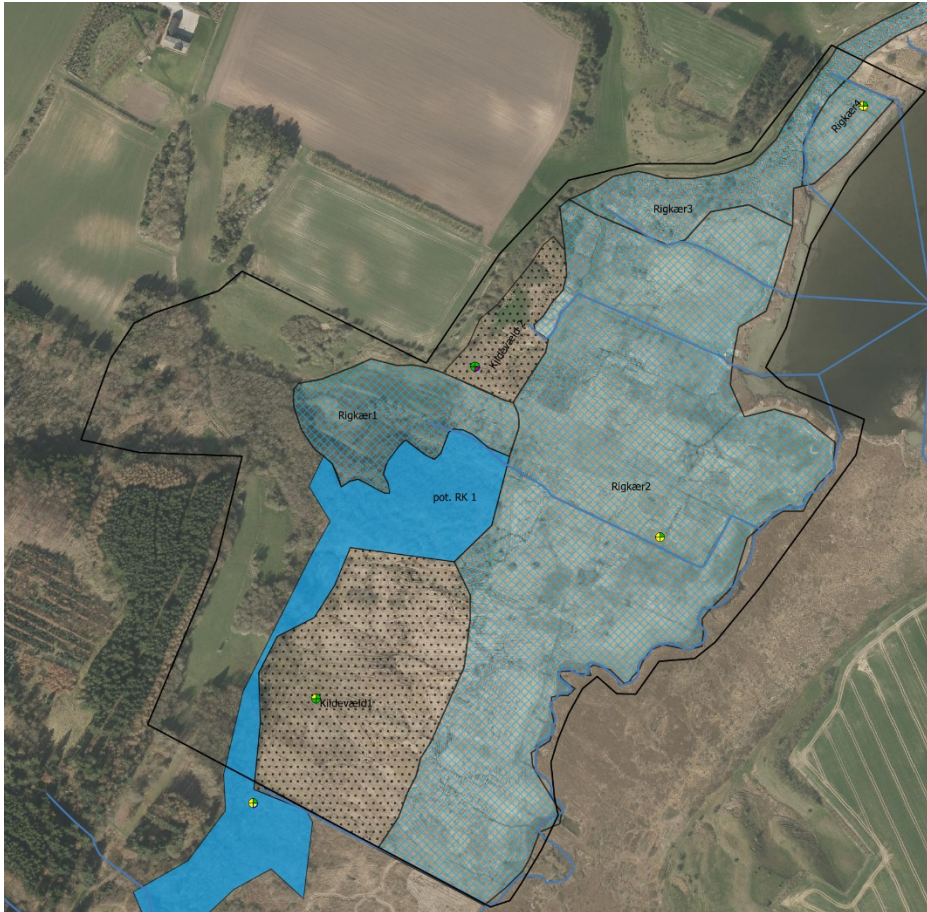
aflejring i tilstrækkelig grad. Nedenfor kilden opsamles vandet i render og grøfter. Unaturlig hydrologi og afvanding er dog ikke forklaringen på, at kildevældet fremstår uden karakteristiske nøjsomme kildevældsarter.

Det store areal, som ligger lidt væk fra skræntfoden og som benævnes **Rigkær2**, indeholder sporadisk rigkærarter, men er domineret af tagrør og med begrænset dække af mosser og lavtvoksende arter i den sydlige og centrale del af projektområdet (Figur 6-1). Området slås af den nuværende lodsejer med støtte fra Thisted Kommune. Der kan observeres et ret tæt dække af førne i bunden i de områder, hvor tagrør høstes, hvilket vurderes at have en negativ indvirkning på lavtvoksende rigkærarter. Fjernelse af afklippet materiale vil klart være en fordel for at få fjernet næring og i særdeleshed for at få mere lys til mosser og andre arter, som er særligt sårbare overfor et lag af førne. Mindre næring kan på sigt udpine tagrørsvegetationen, så den bliver mindre dominerende, men dog er det vores opfattelse, at det kan være en meget lang proces. På kortere sigt er det mere lys til bundvegetationen, der kan gøre en forskel. Bedre afgræsning og/eller opsamling af høstet materiale er de oplagte virkemidler her.

Der spørges også til slåningens betydning for mikrotopografi i området. Høstning af tagrør forhindrer selvfølgelig tuedannelse og mindsker de lokale variationer, som skabes ved opvækst af mospuder, optræd fra kreaturer mm. Der høstes med en maskine, som har meget store luftfyldte dæk og som anses for at være særdeles skånsom. Vi tror, det bedste for området vil være at fortsætte denne høstning under de nuværende forudsætninger – om muligt med opsamling af materialet.

Rigkær2 har generelt ikke helt samme potentiale som de områder, der ligger langs skræntfoden. Det vurderes, at årsagen dels skyldes de hyppigere oversvømmelser med vandløbsvand og dels fordi der er mindre udstrømning af grundvand, når man kommer tættere på vandløbet. Området er meget fladt og regnvand vil generelt være lang tid om at strømme væk fra disse områder. Derudover er græsningstrykket meget lavt og stedvis ikke eksisterende, fordi kreaturerne har vanskeligt ved at færdes i området. En anden kvægtypemå forventes at kunne færdes betydeligt bedre i området end den nuværende. Dog viser erfaringer fra Hellerød Kær, at der også er store områder som Galloway-kreaturerne ikke afgræsser, selvom de har adgang dertil. Vores bud er, at det vil kræve en stor indsats af dyreholderen på stedet at sikre afgræsning af de vandløbsnære arealer. Dyrene skal i tørre perioder "tvinges" til at bevæge sig ud i områderne for at søge føde og tagrørene må ikke være for store og tætte på dette tidspunkt. Er tagrørene mindre og bliver de holdt bedre nede, vil der være nye skud, som dyrene er interesserede i. Derfor tror vi, at høstningen bør fortsætte og der bør opsamles materiale over en længere årrække samtidig med, at der er dyr på området.

Rigkær 3 og rigkær 4 er ikke gennemgået i dette afsnit.



Figur 6-1 Oversigt over forskellige forekomster af rigkær og kildevæld med angivelse af lokationer hvor særlige lokale forhold gør sig gældende.

7 Prioritering af tiltag

Ud af de ovennævnte 5 trusler i delområde 7, Brokær (Forsumpning, tilgroning, næringsstofbelastning, oversvømmelse med vandløbsvand og klimaændringer) prioriteres det først og fremmest at håndtere udfordringerne med forsumpning og tilgroning, som også er tætforbundne udfordringer.

De prioriterede tiltag tager udgangspunkt i de nuværende forhold og den nuværende afgræsning med Limousinekvæg. Tiltagene har til formål at gøre det lidt lettere for kvæget at komme ud i området ved at forbedre afvandingen af overfladevand gennem helt terrænnære render/grøfter (step 1) samt at opbygge adgangsveje af naturmaterialer på de mest kritiske steder, som kvæget har svært ved at passere (step 2).

De afgræssende dyrs muligheder for at komme rundt er således helt centralt for udvælgelsen af de prioriterede tiltag. Men som nævnt tidligere, så må en anden kvægttype forventes at kunne færdes betydeligt bedre i området end de nuværende Limousinekvæg. Den foretrukne løsning er, at valget af kvægrace tilpasses forholdene men i tilfælde af, at der ikke kan tilføres andre kvægtypen, så kan step 2 blive en nødvendighed.

Ud over de tiltag, som kræver et fysisk indgreb i området, så anbefales fortsat høslæt i området og det anbefales at opsamle høstet materiale og vurdere på effekten – særligt i Rigkær2 på Figur 6-1.

Det er først og fremmest de hydrologiske tiltag, som anbefales udført (step 1). Delområde 7, Brokær er truet af forsumpning, hvilket kan afhjælpes ved etablering af en grøblerende i det mest vandlidende område (nr. 1). Denne grøblerende/grøft skal udføres til ca. 30 cm dybde med anlæg 1:2, hvilket gør renden ca. 120 cm bred. Selve grøften/grøblerenden udformes sådan, at den kan afgræsses og passeres af kvæg, så evt. næringsbetinget vegetation i grøfterne kan holdes nede. Hovedformålet med grøften er at forhindre,

at området forsummer yderligere og vandet fokuseres indenfor det tilgroede område og hindres i at risle ned over det velfungerende kildevældsområde. Derudover foreslås en oprensning af nogle af de eksisterende afvandingsrender (nr. 2) og grødeskæring i Boddum Bæk (nr. 3).

Rækkefølgen og prioriteringen af tiltag 1-4 anbefales som følgende:

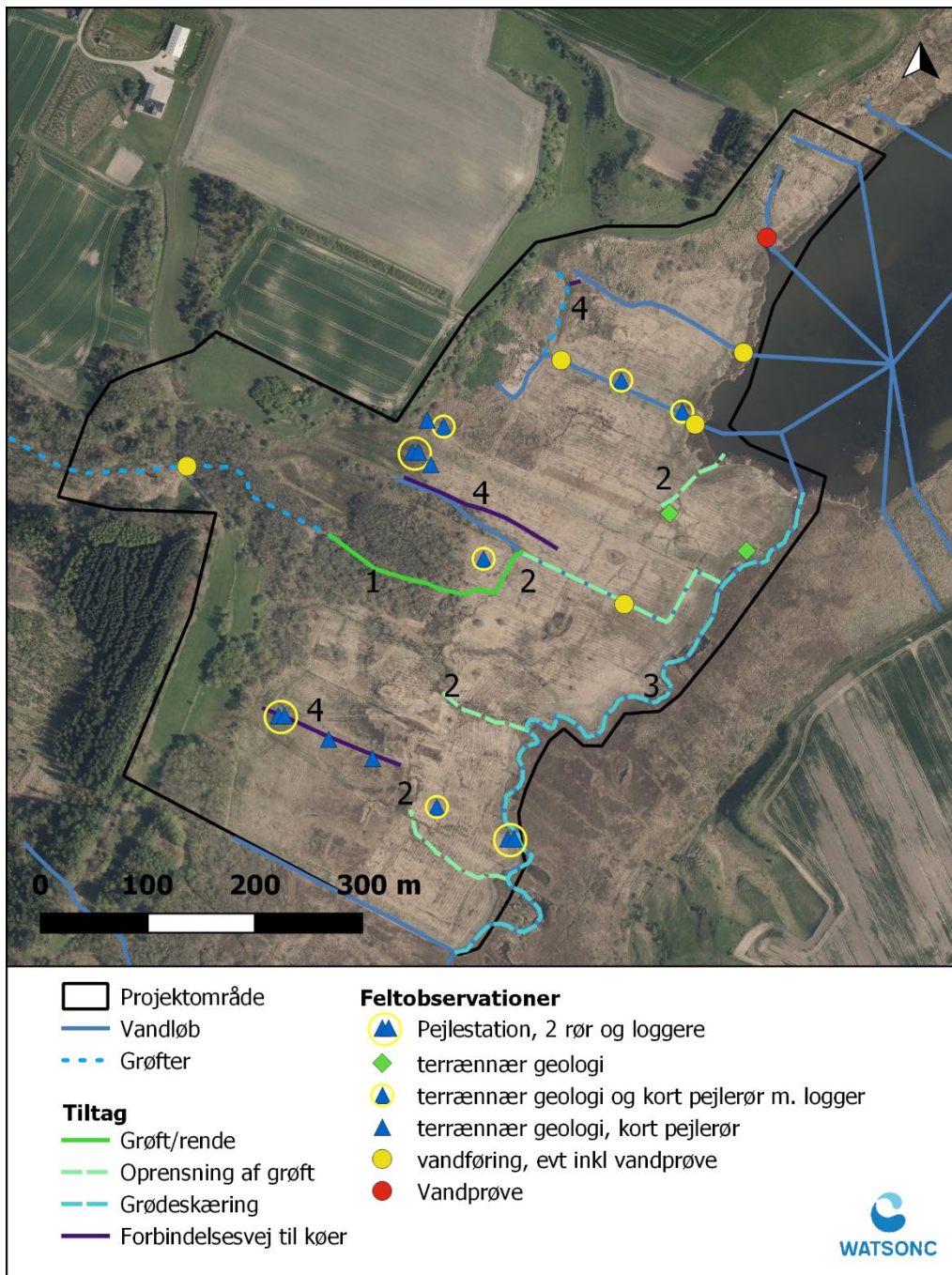
Step1:

- Tiltag 1 – undgå at området oversvømmes af vand fra bækken fra oplandet. Der er lidt for meget nitrat i vandet og vandet ophobes på overfladen og kan ikke trænge væk grundet den flade hældning.
- Tiltag 3 – grødeskæring i Bodum bæk
- Tiltag 2 – reetabler små grøblerender til at hjælpe overfladevandet ud til bækken

Step 2:

- Tiltag 4 – Gør det lettere for kreaturer at afgræsse den vandløbsnære del

Problemet med tilgroning opstår til dels pga. næringsstofbelastningen og til dels fordi græssende kreaturer/kvæg ikke kan få adgang til de områder, der ligger ude ved Boddum Bæk. De ovennævnte tiltag i step 1 skal derfor afhjælpe forsumpningen og gøre det lettere for kreaturer/kvæg at få adgang til hele området.



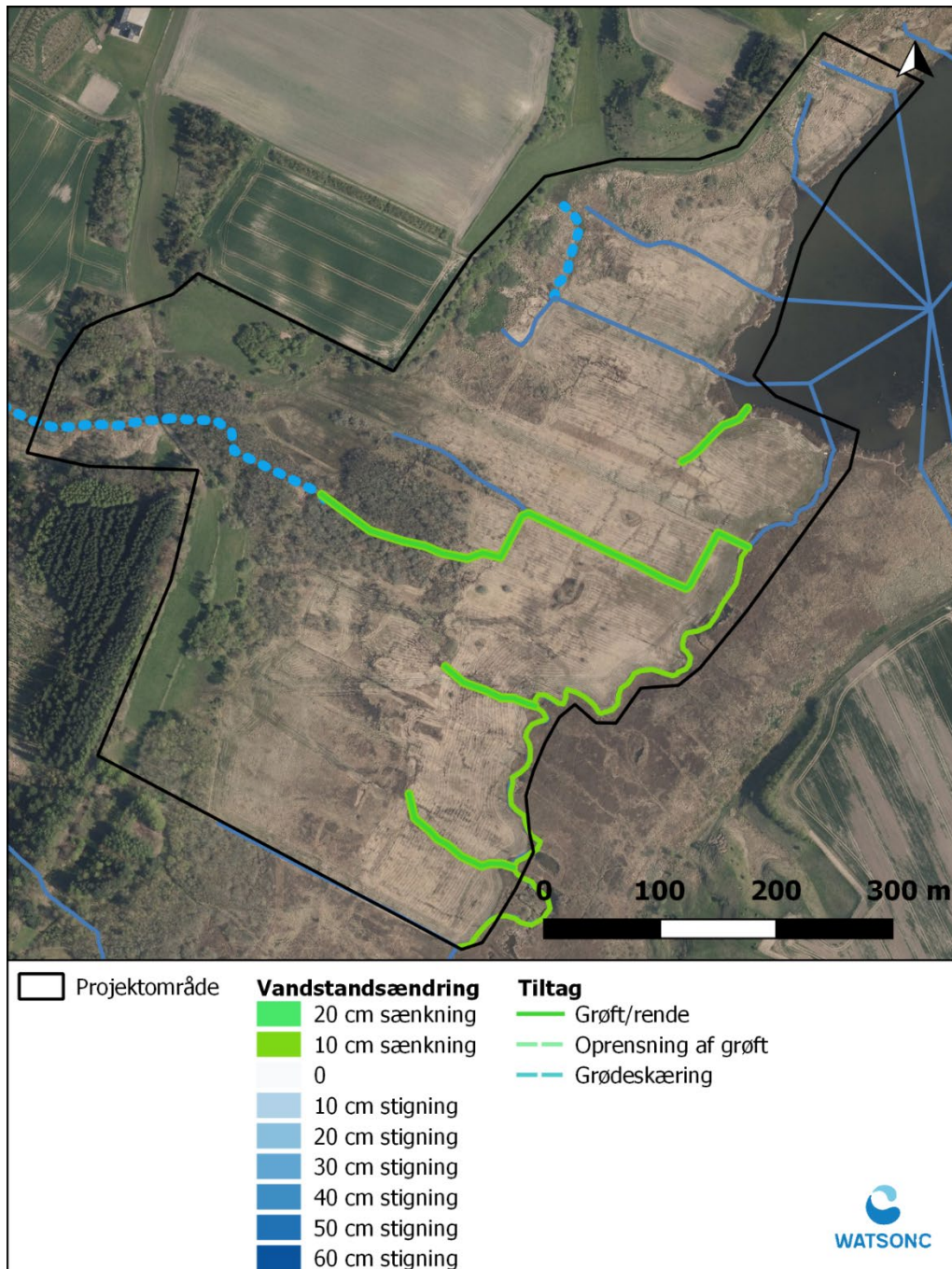
Figur 7-1 Prioriterede tiltag i delområde 7, Brokær (findes også som A3 i Bilag 7).

Der foreslås derudover etablering af forbindelsesveje (nr. 4) til kreaturerne som step 2. Forbindelsesvejene anbefales placeret i de blødeste områder, som kreaturerne ikke vil passere i dag (se Figur 7-1) og der skal udelukkende anvendes naturmaterialer. Men dette tiltag vurderes at have den laveste prioritet i blandt de prioriterede tiltag og forbindelsesvejene til køerne skal derfor kun etableres, hvis der fortsat er et behov, når de hydrologiske tiltag er udført (step 1).

Placeringen af de 3 forbindelsesveje, der er skitseret på kortet (Figur 7-1), er kun et forslag. Den endelige placering vil først blive klarlagt nærmere i samarbejde med myndighederne i forbindelse med detailprojekteringen.

8 Konsekvensvurdering

De beskudne hydrologiske ændringer i form af etablering af en grøblerende og oprensning af eksisterende grøfter vil medføre, at vand som i dag samler sig på terræn hurtigere vil kunne komme væk. Effekterne vil dermed primært kunne ses på omfanget af oversvømmede arealer. Nedenstående beregning, Figur 8-1, er en beregning af den teoretiske afvandningseffekt i tørven, som søges minimeret af hensyn til de grundvandsafhængige naturtyper.



Figur 8-1 Modellering af ændringer i grundvandstand/vandspejl før/efter udførelse af de hydrologiske tiltag.

Modelberegninger af de mulige konsekvenspåvirkninger, når nye grøblerender etableres og eksisterende grøfter oprenses, vises på Figur 8-1. Kortet viser en ændring i terrænnært vandspejl i tørven efter udførelse af de ovennævnte hydrologiske tiltag. I Brokær er den hydrauliske ledningsevne sat til $1 \cdot 10^{-6}$ m/s for et lag, som er 2 m tykt. Det svarer til den gennemsnitlige værdi for tørv. Indgrebene har en meget begrænset

indvirkning på vandspejlet i tørven i perioder uden nedbør og oversvømmelse. Den primære effekt er, at regnvand, vandløbsvand og overskydende grundvand skal blive opsamlet og ledt mere effektivt væk fra området. Det er ikke umiddelbart muligt med beregninger at illustrere den effekt tiltagene har på stagnerende vand ovenpå terræn.

Naturmæssigt øges det hydrologiske potentiale for rigkær til at omfatte et større område end i dag. Ca. 1-2 ha, som ikke er blevet kortlagt som rigkær i forbindelse med rigkildeprojektet (Figur 2-13), forventes at udvikle sig i retning af rigkær, som følge af tiltagene. Det relativt beskedne areal skyldes, at store dele af Brokær i forvejen er kortlagt som rigkær/kildevæld. De oversvømmelser med vandløbsvand som jævnligt finder sted i den lave sydligste del vil ikke blive forhindret, men grøblerenderne skal sikre at overfladevandet hurtigere kan ledes væk og give plads til grundvand i rodzonen.

På de eksisterende og velfungerende kildevælds- og rigkærsarealer vurderes konsekvenserne af en mere effektiv afvandning at være små. Forventningen er, at de velfungerende rigkær vil brede sig til et større område indenfor de mindre velfungerende rigkær, når forsumpningstruslen mindskes.

Alle de prioriterede tiltag og konsekvenserne af disse er indenfor Natura 2000-området.

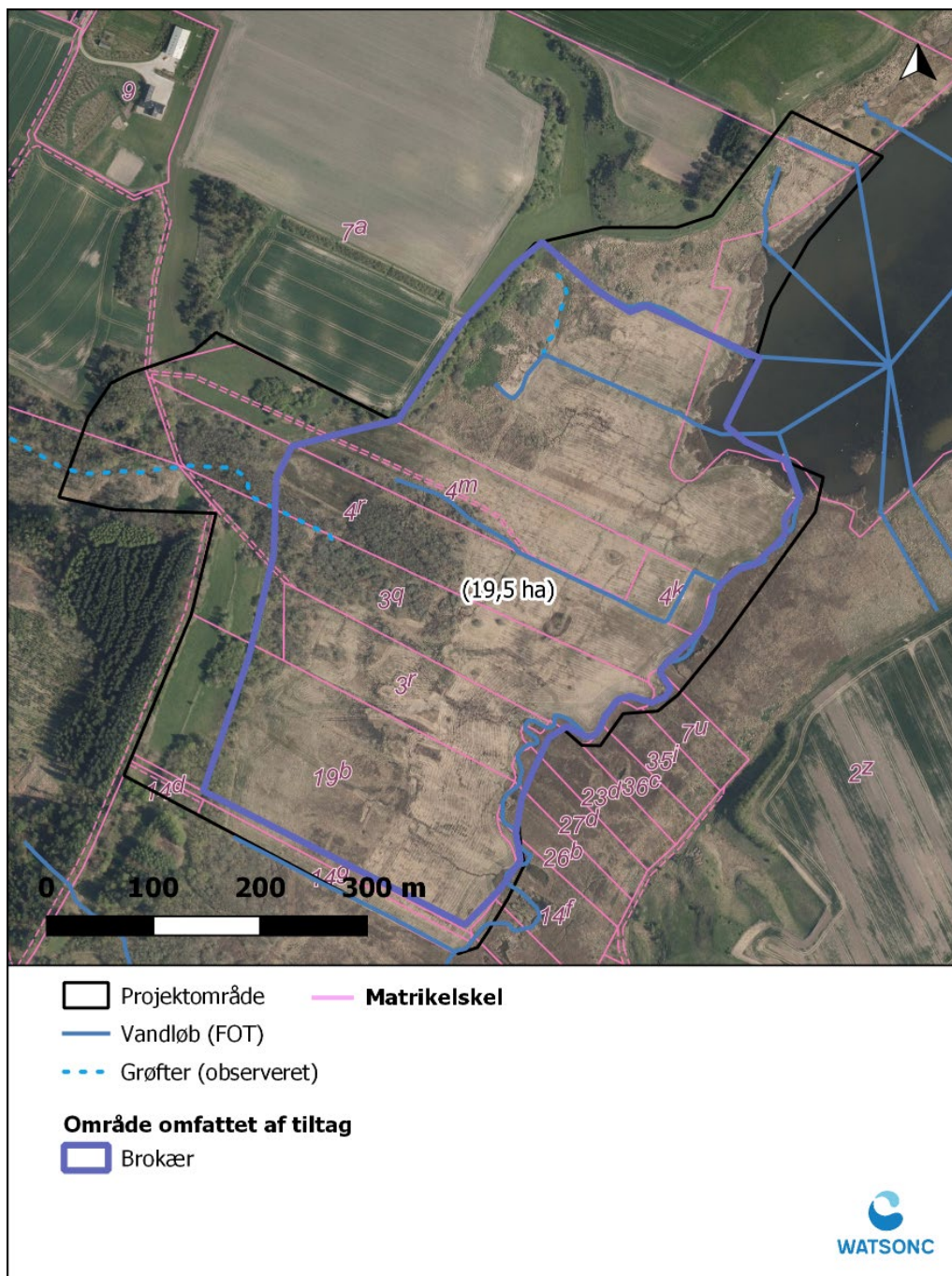
9 Opsummering og anbefalinger

I denne teknisk hydrologiske forundersøgelse anbefales først og fremmest en række af tiltag til håndtering af de to største trusler mod optimale rigkærsforhold i Brokær (forsumpning og tilgroning). Disse hydrologiske tiltag er skitseret i kapitel 7.

Det skal som opsummering nævnes, at delområde 7, Brokær har et stort hydrologisk potentiale pga. af en forholdsvis stor grundvandsudstrømning, men det svagt hældende terræn giver udfordrende afvandingsforhold. Det udsivende grundvand (og regnvand) ender med at stå tilbage i små pytter, med forsumpning og mindsket afgræsning til følge. Ved etablering af en grøblerende i det mest vandlidende område og oprensning af nogle de eksisterende afvandingsrender, samt grødeskæring i Boddum Bæk vurderes det, at forsumpning kan bremses og den naturlige hydrologi, som er gunstig for rigkærene, kan genskabes. Derudover vil etableringen af nogle forbindelsesveje til kreaturer/kvæg sikre at hele projektområdet kan afgræsses.

Fortsat afgræsning af rigkærsområderne i Brokær er vigtigt, da tilgroning og næringsstofbelastning er udfordringer i dette delområde. De hydrologiske tiltag, der skitseres i denne rapport, skal suppleres af plejetiltag (som f.eks. afgræsning) for at forhindre tilgroning. Det anbefales derfor, at man sikrer fortsat afgræsning for at holde områderne lysåbne og der at der med fordel kan vælges kreaturer, der passer bedre til områdets karakter. Det anbefales at fortsætte høslæt i området og det anbefales ligeledes at opsamle materialet, som minimum over en periode for at se på om det har en betydelig indvirkning på de mindre velfungerende rigkærsområder i dag.

Afslutningsvis præsenteres et oversigtskort af de arealer, som vil blive berørt af de hydrologiske tiltag (Figur 9-1). Samlet set vil en gennemførelse af tiltagene i Rigkilde-projektet berøre ca. 20 ha, mens der ikke foreslås tiltag i den nordligste og den vestligste del.



Figur 9-1 De berørte arealer af de hydrologiske tiltag.

Referencer
















- Andersen, D. K. (18. 12. 2018). *envina.dk*. Hentet fra Envinas hjemmeside:
http://envina.dk/sites/default/files/u40/dagmar_kappel_andersen_au.pptx
- Ellenberg, W. D. (1974). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta. Geobotanica*, s. 1-258.
- GEUS. (2019). *Jupiterdatabasen*. Hentet fra <http://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter/>
- GEUS. (2019). *Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i natura 2000 områder*. Klima, Energi og forsyningsministeret.
- IPCC. (Oktober 2018). *Global Warming of 1.5 °C*.
- Kystdirektoratet. (2018). *Højvandsstatistikker 2017*.
- Larsen, G. (1988). *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse*. Dansk geoteknisk forening.
- NIRAS og WATSONC. (2019). *Naturen en rentabel del af landbruget, projekt med 300 målinger af næring i vandløb og dræn*.
- Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A., & Fredshavn, J. (2009). Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse. *Faglig rapport fra DMU nr. 728*. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Pedersen, A. B., Andersen, D. K., Ejrnæs, R., Johansen, O. M., Damgård, A., Nygård, B., & Dybkær, J. B. (2010). *Hydrologiske og vandkemiske forudsætninger for en god naturtilstand i grundvandsafhængige terrestriske økosystemer*. DMU.
- Stofberg, S., Klimkowska, A., Paulissen, M., Witte, J.-P., & van der Zee, S. (2015). Effects of salinity on growth of plant species from terrestrializing fens. *Aquatic Botany*(121), s. 83-90.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.12.004>
- Thisted Kommune. (2018). *Udbudsmateriale, Teknisk-hydrologisk forundersøgelse og Detailprojektering, Etablering af hensigtsmæssige vandstandsforhold i Natura 2000*. Thisted: Thisted Kommune.

Bilag 1 Oversigtskort med feltlokaliteter

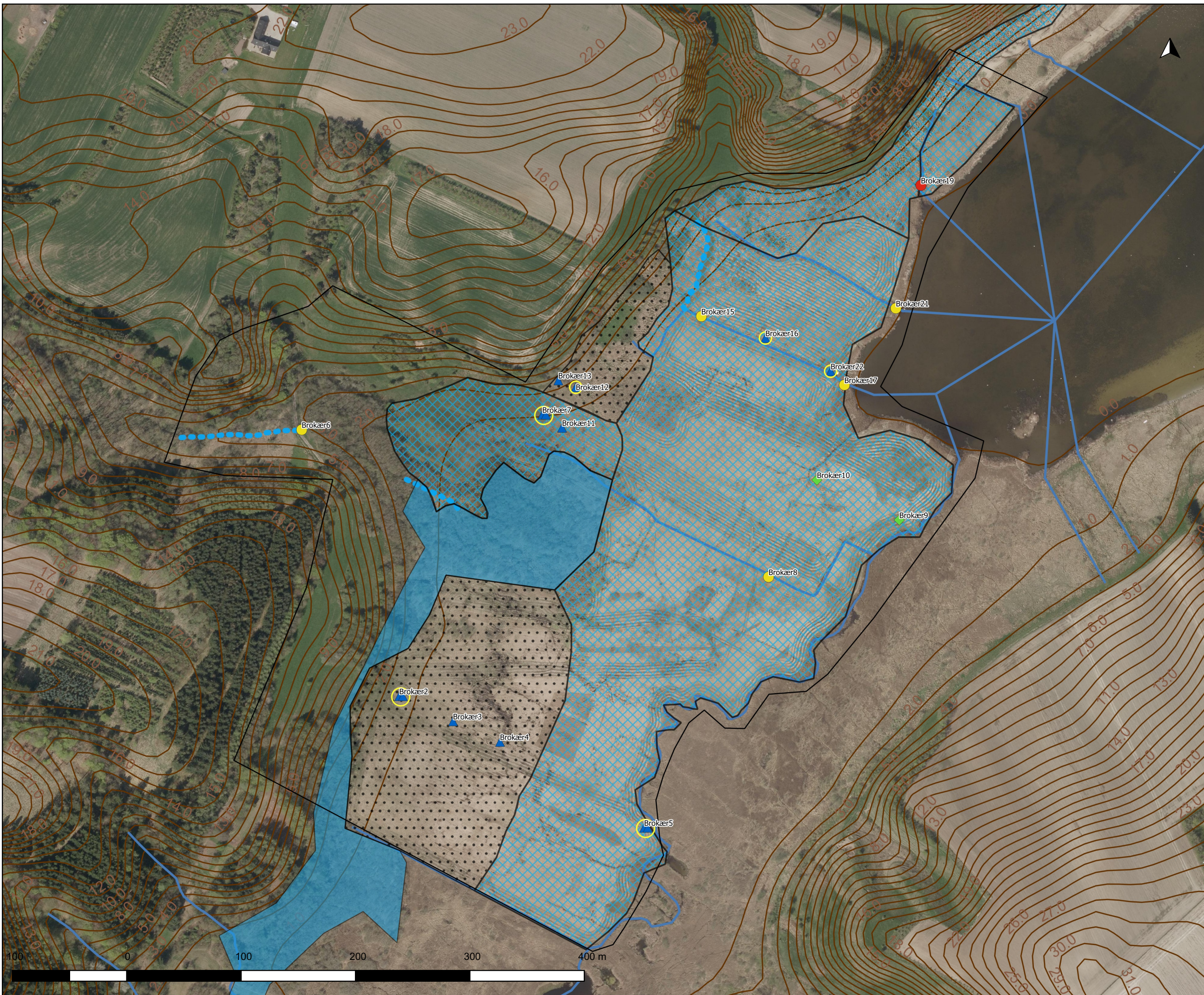
**Rigkilde LIFE,
Thisted**
**Rigkilde-TF-DP-1805
Brokær**

Bilag1

Tegnforklaring

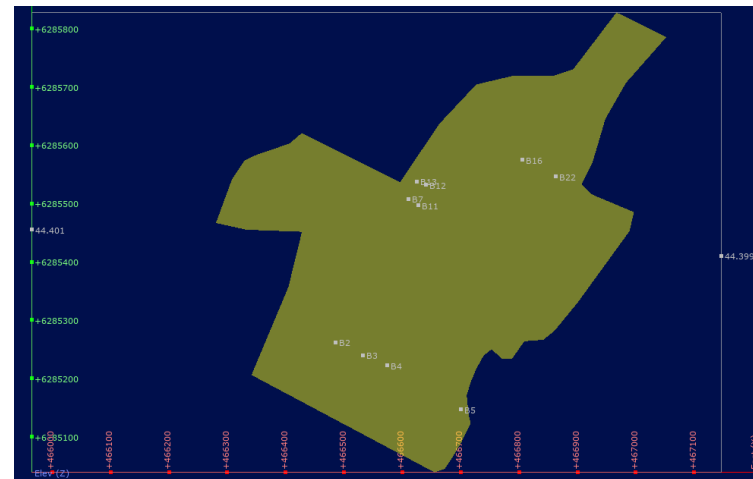
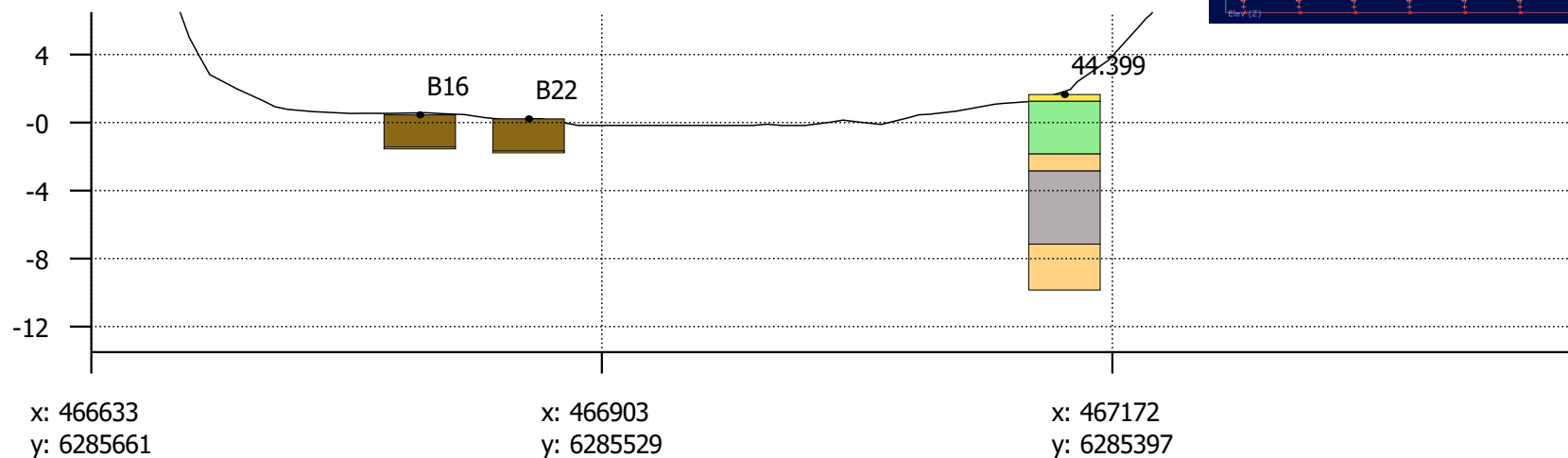
-  Projektområde
- Naturtyper**
-  Kildevæld
-  Rigkær
-  Tidvis våd eng
-  Elle- og askeskov
- Potentielle naturtyper**
-  Kildevæld
-  Rigkær
- Feltarbejde, dataindsamling**
-  Pejlestation, 2 rør og loggere
-  terrænnær geologi
-  terrænnær geologi og kort pejlerør m. logger
-  terrænnær geologi, kort pejlerør
-  vandføring, evt inkl vandprøve
-  Vandprøve
-  Vandløb
-  Grøfter observeret

Udført: OMU
Kontrol: <>
Sagsnummer: 18.KA3
Dato: 03-01-2018



Bilag 2 Geologisk snit Brokær, nr. 1 NV-SØ

Brokær tværsnit nr. 1, NV-SØ



Legend

Grupperet_Lithologi

 GRUS	 MULD	 SILT
 GYTJE	 NO DATA	 TØRV
 LER	 SAND	

Location

A: 466633, 6285661
 B: 467419, 6285277

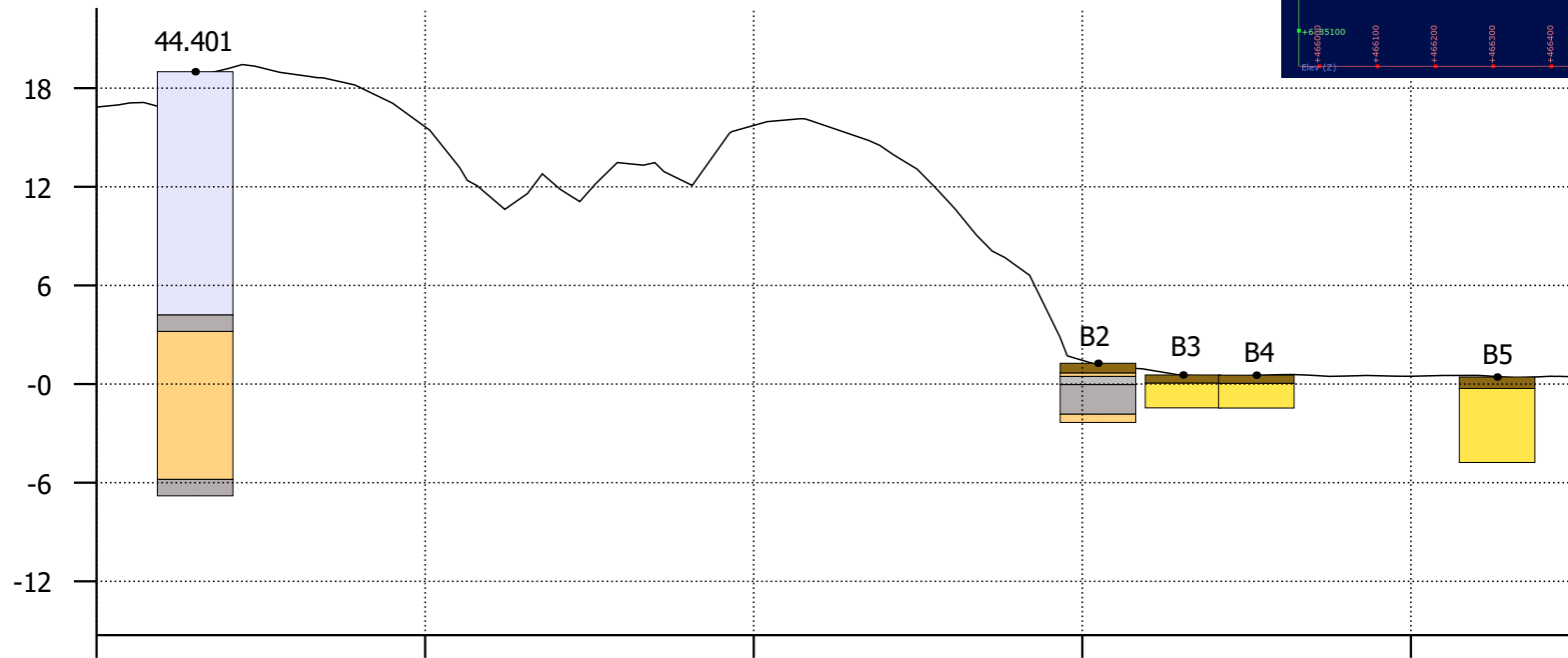
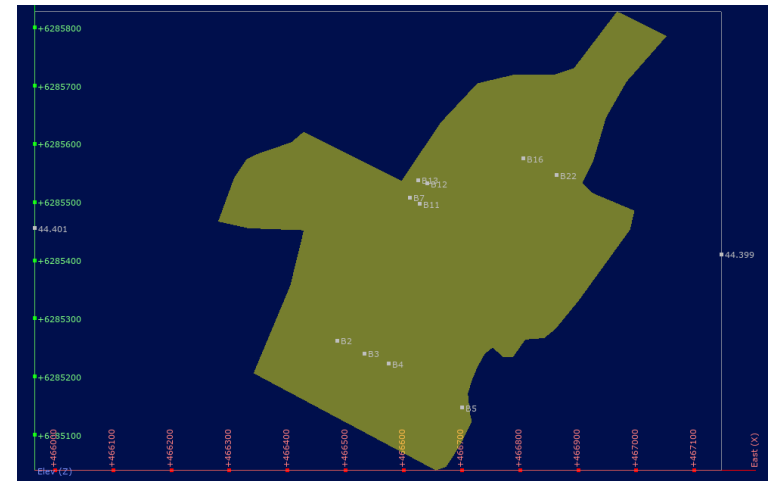
Scale: 1:4.200

Vertical exaggeration: 10x



Bilag 3 Geologisk snit Brokær, nr. 2 NV-SØ

Brokær tværsnit nr. 2, NV-SØ



x: 465952 x: 466128 x: 466303 x: 466478 x: 466653
 y: 6285556 y: 6285460 y: 6285364 y: 6285267 y: 6285171

Legend

- Grupperet_Lithologi**
- | | | |
|--|--|---|
| GRUS | MULD | SILT |
| GYTJE | NO DATA | TØRV |
| LER | SAND | |

Location

A: 465952, 6285556
 B: 466746, 6285120

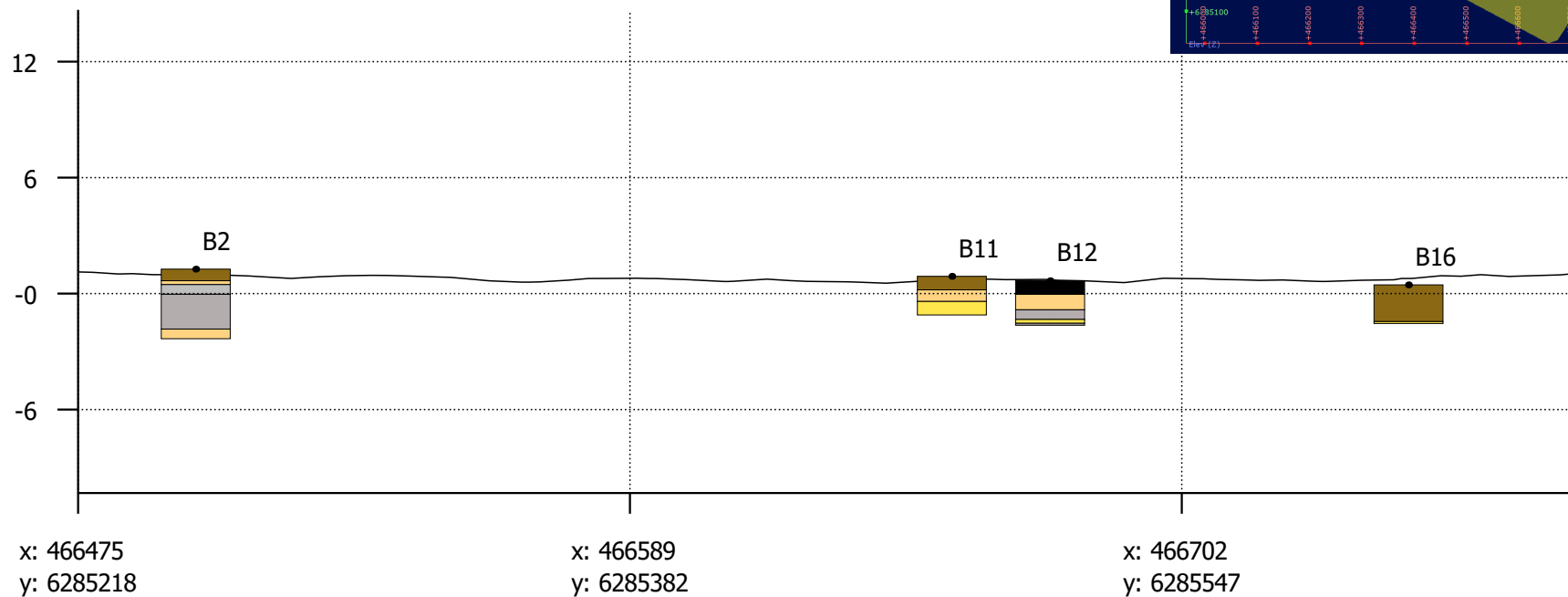
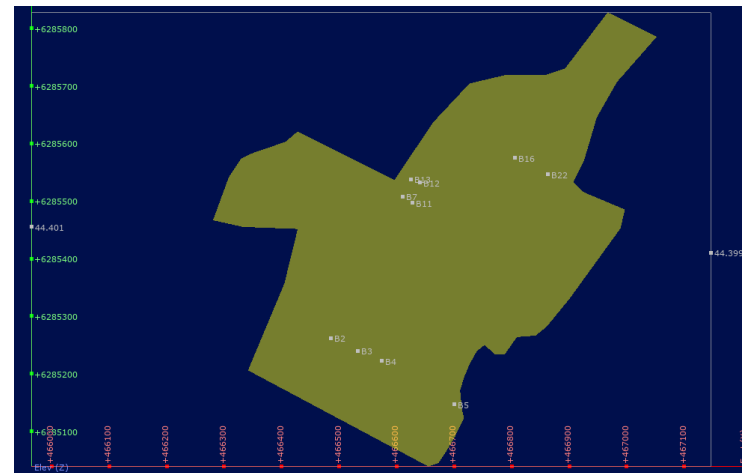
Scale: 1:4.600

Vertical exaggeration: 10x



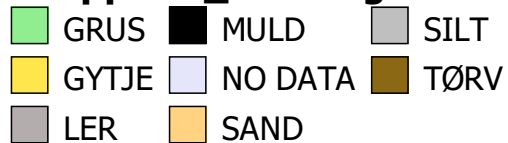
Bilag 4 Geologisk snit Brokær, Langsgående, SV-NØ

Brokær Langsgående tværsnit, SV-NØ



Legend

Grupperet_Lithologi



Location

A: 466475, 6285218

B: 466785, 6285665

Scale: 1:2.500

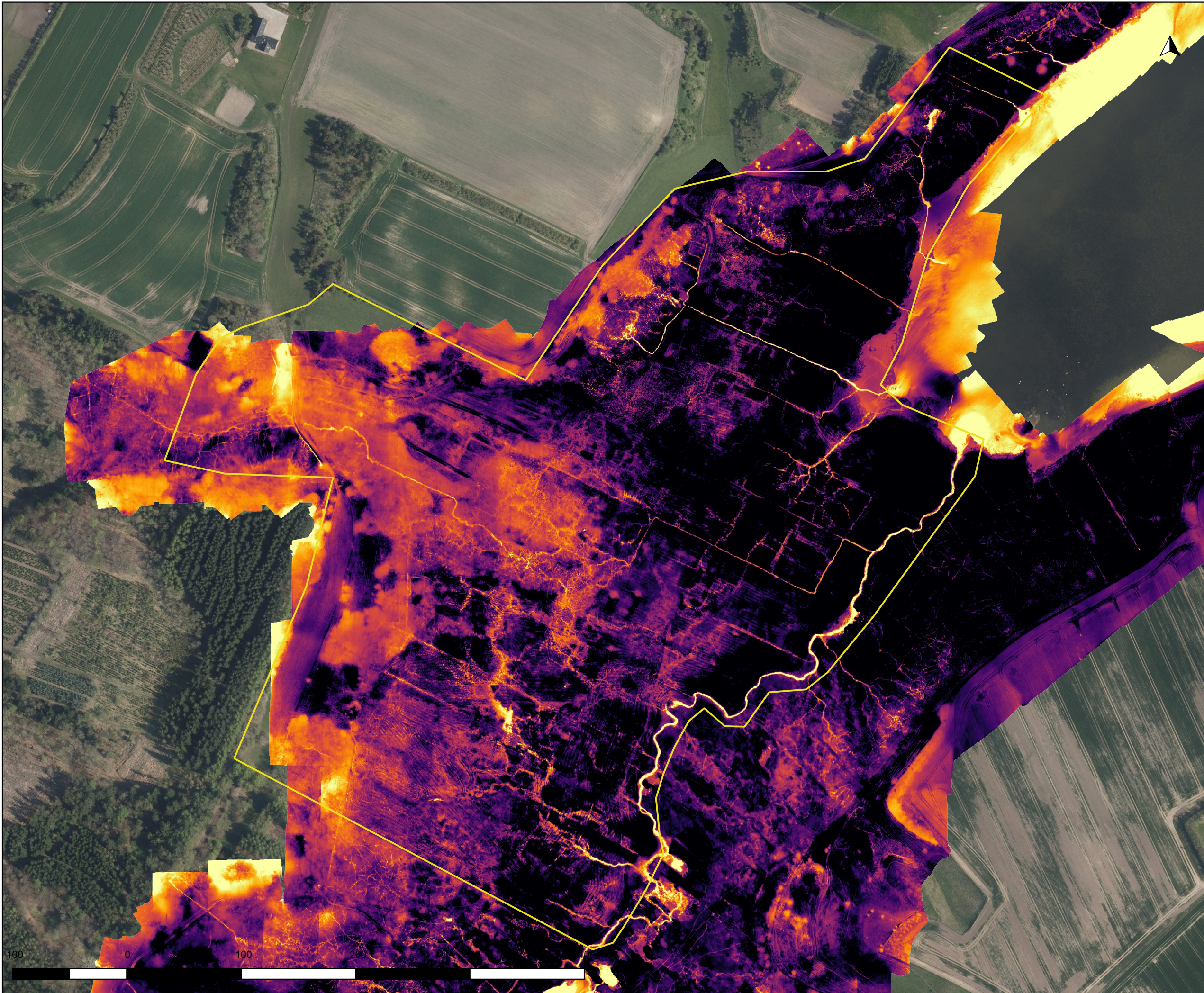
Vertical exaggeration: 7x

0m 50m



Bilag 5 Resultat af syretest i felten, Brokær

Bilag 6 Termobilleder fra droneoverflyvning



**Rigkilde LIFE,
Thisted**
**Rigkilde-TF-DP-1805
Brokær**

Bilag 6

Tegnforklaring

 Projektområde



Temperaturen er beregnet på baggrund af den stråling, som opfanges af sensoren. Den kan ikke sammenlignes direkte med lufttemperatur.

Udført: AT
Kontrol: OMU
Sagsnummer: 18.KA3
Dato: 14-11-2019



Bilag 7 Prioriterede tiltag

**Rigkilde LIFE,
Thisted**
**Rigkilde-TF-DP-1805
Brokær**

Bilag 7

Tegnforklaring

▭ Projektområde

— Vandløb

- - - Grøfter

Tiltag

— Grøft/rende

- - - Oprensning af grøft

— Grødeskæring

— Forbindelsesvej til køer

Feltobservationer

▲ Pejestation, 2 rør og loggere

◆ terrænnær geologi

▲ terrænnær geologi, kort pejlerør m. logger

▲ terrænnær geologi, kort pejlerør

● vandføring, evt inkl vandprøve

● Vandprøve



Udført: AT
Kontrol: OMU
Sagsnummer: 18.KA3
Dato: 06-12-2019

