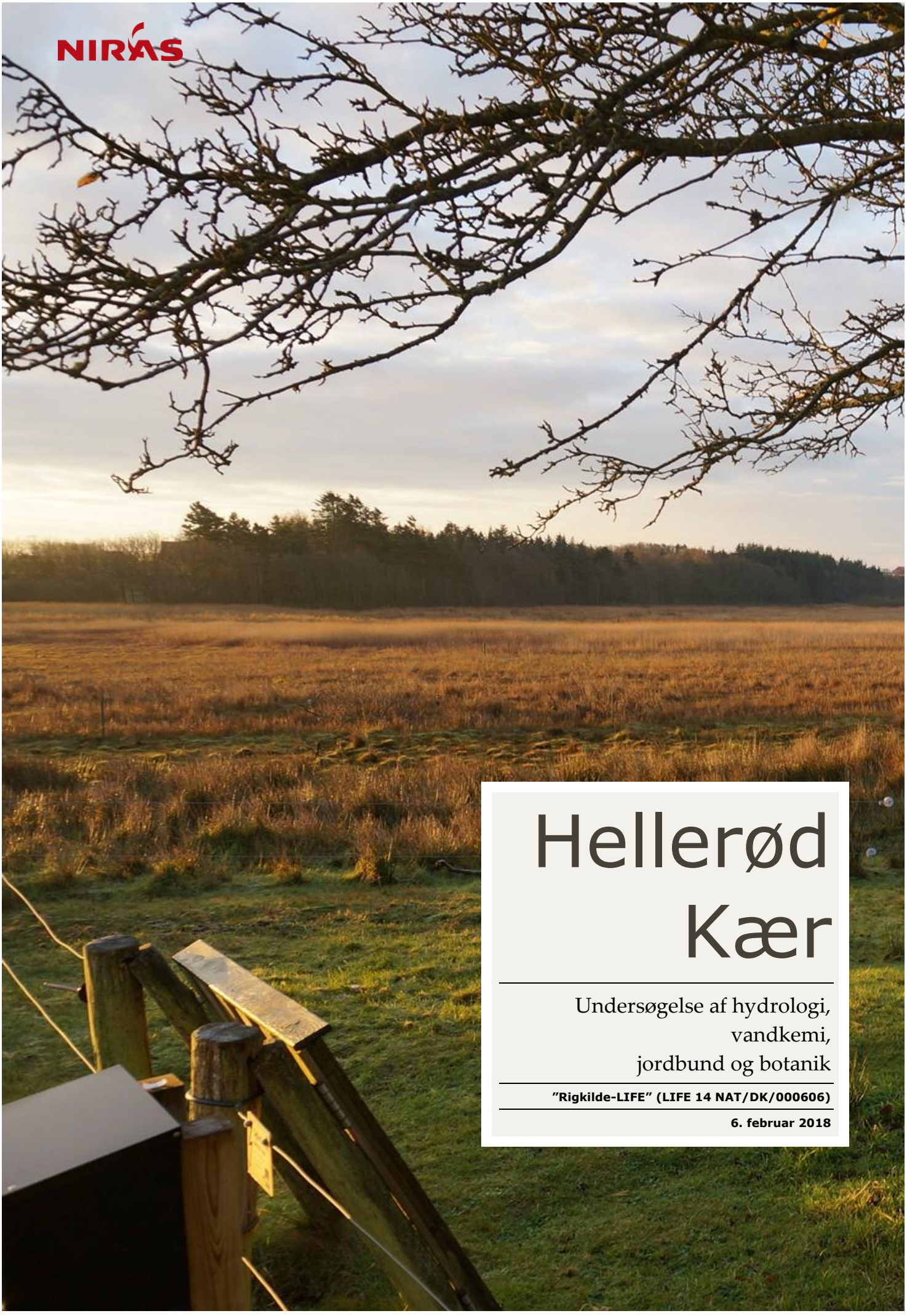


Hellerød Kær

Undersøgelse af hydrologi, vandkemi, jordbund og botanik

"Rigkilde-LIFE" (LIFE 14 NAT/DK/000606)

6. februar 2018

Indhold

1 Indledning 4

2 Fase 1 – Undersøgelser 4

2.1 Botanisk kortlægning 4
2.1.1 Forudsætninger for tilstedeværelsen af naturtypen rigkær 4
2.1.2 Kortlægning af habitatnaturtypen rigkær (7230) 6
2.1.3 Kortlægning og optælling af sump-hullæbe 8
2.1.4 Sammenfatning af botanisk registrering i Hellerød Kær 10

2.2 Analyser på baggrund af artssammensætning 13
2.2.1 Ellenbergs vegetationsindikatorer 16

2.3 Geologisk kortlægning 26
2.3.1 Geologi i oplandet 26
2.3.2 Dybe håndboringer 28
2.3.3 Spydkarteringer til 2m dybde 31
2.3.4 Udbredelse af gytje og forekomst af synlig kalk 32

2.4 Hydrologiske undersøgelser 33
2.4.1 Grundvand i kæret 33
2.4.2 Overfladevand 36
2.4.3 Marin påvirkning 43

2.5 Vandkemiske forhold 45

2.6 Forståelsesmodel 51
2.6.1 Overordnet hydrogeologisk forståelse 51
2.6.2 Gennemgang af områder med rigkær og potentielle rigkær 52

3 Fase 2 - løsningsforslag og konsekvensvurdering 55

4 Fase 3 – Detailprojektering og udbudsmateriale 58

5 Referencer 59

Bilag 1

Kortlægning, vegetationsundersøgelse og optælling af sumphullæbe i Hellerød Kær i Struer Kommune. HabitatVision.

1 Indledning

Denne hydrologiske forundersøgelse samt detailprojekt for Hellerød Kær udspringer af det EU-støttede projekt Rigkilde-LIFE, og opgaven er udbudt under ledelse af Struer Kommune. Rapporten og undersøgelserne er udarbejdet af NIRAS A/S i samarbejde med WatsonC. Desuden er den botaniske registrering gennemført af HabitatVision.

Hellerød Kær defineres som et ekstremrigkær og disse er sjældne i Struer Kommune. Kærets lodsejere dannede i 2005 Hellerød Kær Naturplejeforening og i samarbejde med Viborg Amt og Struer Kommune blev der igangsat pleje. Der er ryddet pilekrat, tagrør og kæret afgræsses i dag af 30 køer af racen galloway.

Trods plejeindsatsen er der stadig store dele af kæret, som er forsumpet og tilgroet. Projekts formål har været at undersøge årsager til den store forskel på naturkvaliteten i velfungerende områder og områder med ringe naturtilstand, samt at foreslå tiltag, som kan udbrede og forbedre forholdene i området for de to habitatnaturtyper: Rigkær og kildevæld.

Undersøgelsen er opdelt i tre faser, hvor fase 1 er de gennemførte undersøgelser af botanik, geologi, hydrologi og vandkemi. Fase 1 afsluttes af en sammenfattende forståelsesmodel. I fase 2 beskrives forslag til løsninger og konsekvenserne af de foreslåede tiltag. I fase 3 gennemføres detailprojektering og udbud, samt afrapportering af det samlede projekt.

2 Fase 1 – Undersøgelser

I fase 1 er der gennemført en række botaniske, hydrologiske, geologiske og vandkemiske undersøgelser. Resultaterne af disse undersøgelser vises og samstilles i rapportens afsnit 2.

2.1 Botanisk kortlægning

Med henblik på at benytte vegetationsdata til en samlet forståelse af udbredelsen af og potentialet for rigkær i Hellerød Kær, blev der foretaget en botanisk registrering af hele projektområdet.

Nedenfor beskrives først forudsætningerne for at naturtypen rigkær kan forekomme, samt naturtypens øvrige karakteristika. Dernæst sammenfattes resultaterne fra den botaniske kortlægning.

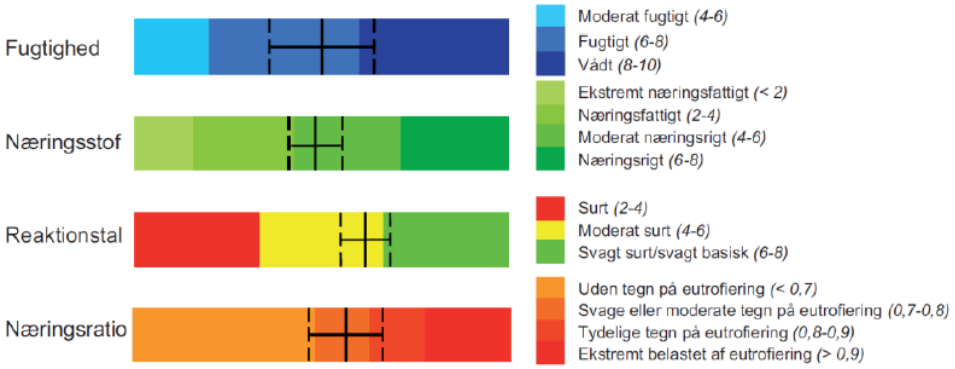
2.1.1 Forudsætninger for tilstedeværelsen af naturtypen rigkær

Rigkærsvegetation er lysåben og relativ artsrig og forekommer på fugtig til vandmættet og mere eller mindre kalkrig jordbund med fremsivende grundvand. Rigkær findes ofte ved foden af skrænter langs ådale og kyster, hvor grundvandsspejlet kommer tæt på overfladen, men kan også forekomme i små lavninger nede i selve ådalen eller på marint forland. Ofte er der tale om meget lokale forekomster på steder, hvor jordbunden er permeabel, og grundvandet derfor kan presses op i overfladen. Der kan være høje koncentrationer af jern, kalk, magnesium m.fl., men der er en lav tilgængelighed af makronæringsstofferne kvælstof og fosfor (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009).

Ellenbergs indikatorværdier beskriver plantearters præferencer for lys (L), temperatur (T), fugtighed (F), pH (reaktionstal, R), næringsstof (N), salinitet (S) og kontinentalitet (K) (Ellenberg, et al., 1992) citeret i (Nygaard, Ejrnæs,

Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009). Indikatorerne bygger på et internationalt anvendt indikator-system, som afspejler en stor viden og erfaring omkring de enkelte plantearters præferencer. Figur 2-1 viser, hvordan Ellenberg-værdier for fugtighed, næringsstof, reaktionstal og næringsratio (N/R) for en lang række danske rigkær fordeler sig.

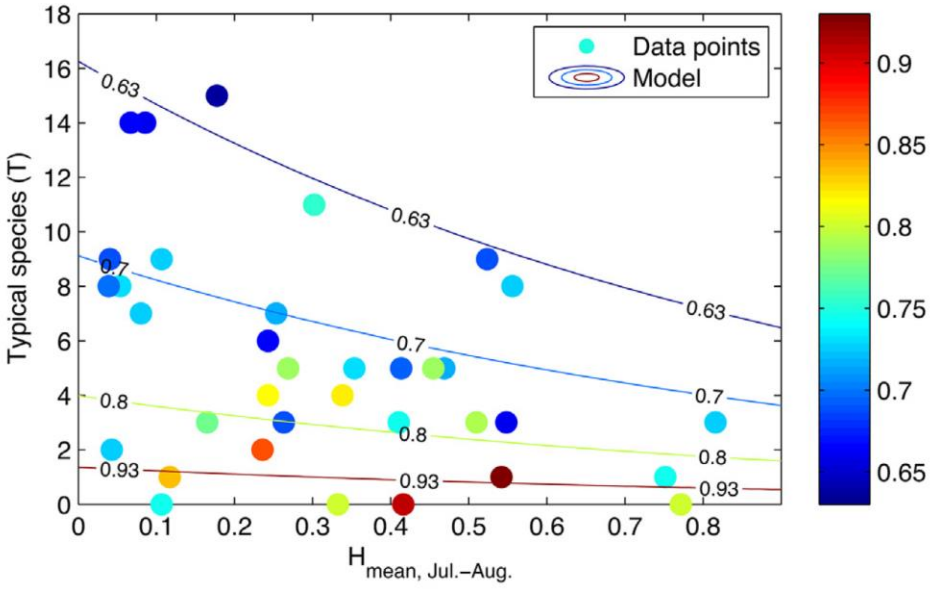
Forholdet mellem Ellenbergs indikatorværdi for næringsstof og reaktionstal (pH) for et prøvefelt har vist sig at være et godt mål for, om vegetationen er næringsbelastet for en lang række våde naturtyper. Næringsratioen, som den benævnes, (N/R) udtrykker tendensen til, at der forekommer en overhyppighed af næringselskende arter i forhold til, hvad man skulle forvente ud fra områdets surhedsgrad. Dette kan forekomme som en konsekvens af belastning med næringsstoffer fra landbrug, men også naturligt i forbindelse med eksempelvis oversvømmelse fra vandløb, tangopskyl på strande eller akkumulering af næringsrigt materiale i rørskov.



Figur 2-1: Karakteristik af de økologiske kår i rigkær ud fra prøvefelternes gennemsnitlige Ellenbergværdier for fugtighed, næringsstof, reaktionstal (pH) og næringsratio (N/R), gengivet fra rapporten: Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009). Den fuldt optrukne vertikale linje viser de gennemsnitlige værdier for de 2774 prøvefelter, der tilhører plantesamfundet rigkær, og de stiplede linjer viser standardafvigelsen.

Sammenhængen mellem vandstandsforhold og forekomsten af karakteristiske rigkærsarter er undersøgt i (Johansen, Andersen, Ejrnæs, & Pedersen, 2018) og Figur 2-2 viser resultater fra denne undersøgelse. På y-aksen vises antallet af karakteristiske arter for 35 rigkær baseret på en svagt modificeret udgave af listerne i (Ejrnæs, Nygård, Fredshavn, Nielsen, & Damgaard, 2009) og på x-aksen vises sommervandstanden i meter under terræn. De farvede linjer viser næringsratio, som forklarer en stor del af den spredning der er i punkterne. Undersøgelsen viser tydeligt, at for står udtørring om sommeren begrænser naturkvaliteten i rigkær. Der findes ikke tilsvarende data, som entydigt viser, at der også kan blive for vådt til rigkær. Der er dog Hollandske studier fx (Lucassen, Smolders, Lamers, & Roeloefs, 2005), som påpeger, at en vis grad af sommerudtørring kan være med til at holde næringstilgængeligheden lav. Samtidigt er det en udbredt udfordring at få afgræsset kærområder, som er meget våde året rundt.

I Hellerød Kær er sommerudtørring på baggrund af den nuværende viden et mindre problem end udfordringerne med at aflede overfladevand og deraf følgende forsumpning af områder, hvorfor Figur 2-2 har begrænset relevans.



Figur 2-2 Forekomst af karakteristiske arter for rigkær og kildevæld under varierende grad af sommerudtørring i rigkær for 35 lokaliteter fordelt på Jylland (primært midt/øst), Fyn og på Sjælland.

2.1.2 Kortlægning af habitatnaturtypen rigkær (7230)

Naturtypen rigkær er på det europæiske habitatdirektivs bilag 1 (Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992). Habitatnaturtypen betegnes 7230: rigkær. Ifølge bestemmelsesnøglen, som beskriver, hvad der er omfattet af NATURA 2000-naturtyperne i Danmark, omfatter habitatnaturtypen rigkær moser og enge med konstant vandmættet jordbund, hvor grundvandet er mere eller mindre kalkholdigt, men næringsfattigt, således at den særlige rigkærsvegetation opstår (Habitatbeskrivelser ver. 1.05, 2016). Vegetationen er ideelt set lavtvoksende og lysåben, men også tidlige tilgroningsstadier hører med til typen. Typen kan omfatte forekomster med mere eller mindre vældpræg, men ikke forekomster oprindelig opstået som hængesæk. Med græsning eller slåning er vegetationen åben og lavtvoksende som regel med stor forekomst af lave arter af star og mos. Uden græsning eller slåning udvikles mere højtvoksende og tilgroede naturtyper, som efterhånden kan udgå af typen rigkær og blive til krat eller sumpskov. En sjælden variant af rigkær er ekstremrigkær, som findes på særligt kalkrig bund.

Rigkær under tilgroning med pilekrat er også omfattet af habitatnaturtype 7230, så længe dækningen med træer og buske er mindre end 50 %, eller hvis dette var tilfældet i 1994, hvor direktivet trådte i kraft (Habitatbeskrivelser ver. 1.05, 2016).

Næringsrige eller højtvoksende enge, samfund af større star-arter, højstaudesamfund/sumpe samt krat bør ikke henføres til rigkær, medmindre de er tidlige tilgroningsstadier af mere lavtvoksende næringsfattige enge med rigkærskarakter. Sådanne tilgroningsstadier kan ved genoptagen græsning/slåning igen blive til lavtvoksende rigkær. De næringsrige enge præges af mere næringskrævende arter som eng-kabbeleje, alm. mjødurt, kær-tidsel, kål-tidsel, angelik, lådden dueurt, hjortetrøst, rørgræs, kær-galtetand, eng-nellikerod, kruset skræppe, lav ranunkel, skov-kogleaks, kryb-hvene, knæbøjet rævehale og eng-svingel. Alle disse arter kan dog også forekomme i mindre omfang i habitatnaturtypen rigkær (Habitatbeskrivelser ver. 1.05, 2016).

2.1.2.1 *Rigkærskarakteristiske arter*

Rigkær er karakteriseret ved stor artsrigdom, og der findes mange sjældne plantearter og mosser i rigkær. Nogle af de mest hyppigt forekommende plantearter i rigkær er kær-tidsel, alm. star, rød svingel, fløjlsgræs og kær-snerre. Mere karakteristisk for rigkær er arter som trævlekrone, kær-trehage og sumpsnerre samt de mindre almindelige arter som skede-star, leverurt, eng-troldurt, fåblomstret kogleaks, tvebo baldrian, loppe-star, krognæb-star, tvebo star, hjertegræs og sump-hullæbe. I rigkær, som ikke græsses, vil der kunne udvikles et højstaudesamfund af eksempelvis alm. star, glanskapslet siv, sump-snerre, grå-pil, kattehale, kær-svovlrod, kær-tidsel, alm. fredløs, tagrør, muse-vikke, gul fladbælg og hjortetrøst (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009).

Tilstanden af de danske habitatnaturtyper beregnes på baggrund af en metode, der er baseret på en række strukturelle indikatorer samt forekomsten af specifikke karplanter. Strukturindekset karakteriserer de aktuelle påvirkninger af naturgrundlaget, så en forbedring heraf over tid giver muligheder for en forbedring af artsindholdet. Artsindekset giver en indikation på, om naturtypens tilknyttede arter har formået at kolonisere og overleve i området (Fredshavn & Ejrnæs, 2007). Artsindekset er baseret på tre kategorier:

- Bidragarter: Arter der naturligt hører til naturtypen, og hvis tilstedeværelse fortæller noget om de positive og negative påvirkninger, naturtypen udsættes for på arealet.
- Problemarter: Arter der normalt ikke eller kun sporadisk forekommer i naturtypen, og hvis tilstedeværelse indikerer en omfattende uønsket negativ påvirkning af naturtypen.
- Nularter: Arter der normalt ikke optræder i naturtypen, og som derfor må opfattes som tilfældige gæster uden udsagnskraft[1].

Faglig rapport fra DMU nr. 735 (Fredshavn & Ejrnæs, 2009) indeholder en liste over arter og disse arters artsscore, der indgår som en del af beregningen af artsindekset. Her er arterne tildelt point, der svarer til artens følsomhed over for forringelser af naturtilstanden. Lave point tildeles arter, der er tolerante eller ligefrem begunstiges af forringelser, mens høje point tildeles arter, der er følsomme over for forringelser, og som forsvinder, når forringelserne af tilstanden når et vist niveau. Arter med de højeste artsscorer (dvs. artsscore 6 eller 7) betegnes som tostjernearter (angivet med **), og arter med artsscore 4 eller 5 betegnes som stjernearter (angivet som *).

2.1.2.2 *Naturtypekarakteristiske strukturer*

Ud over artssammensætningen er der en række positive og negative naturtypekarakteristiske strukturer, som kan anvendes i forbindelse med kortlægningen af rigkær og andre danske naturtyper. De strukturer, der er karakteristiske for habitatnaturtypen rigkær (7230) fremgår af Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Naturtypekarakteristiske strukturer for habitatnaturtypen rigkær (7230) (Fredshavn, Ejrnæs, & Nygaard, 2016).

Positive strukturer	**Negative strukturer**
Vandstand i eller over jordoverfladen	Dækning af tagrør o.a. høje græsser

[1] Dvs. som ikke indikerer noget bestemt eller sigende for naturtypen.

Artsrig mosflora	Dækning af nælde, skræppe, lodden dueurt
Artsrig urtevegetation	Lukkede krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
Våd bund med udpræget knoldstruktur	Tegn på tilskudsfodring/gødskning

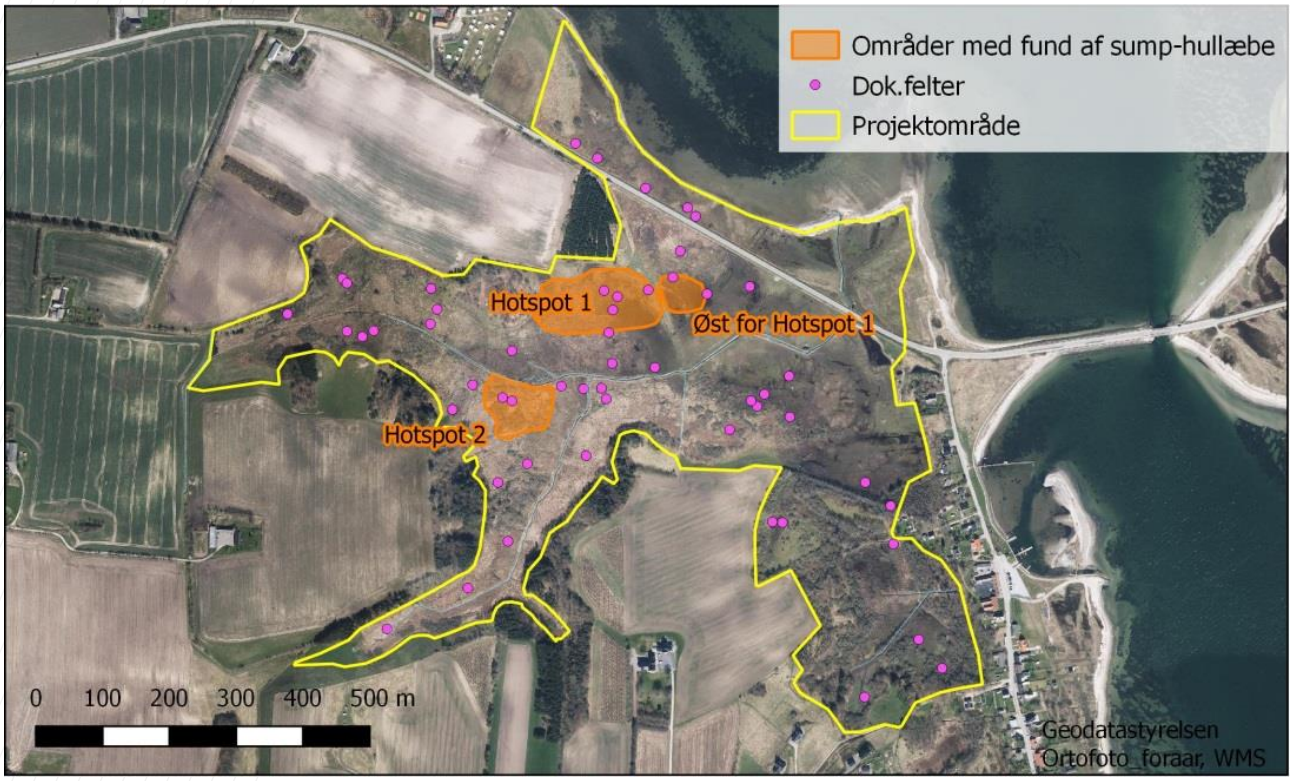
2.1.3 Kortlægning og optælling af sump-hullæbe

I Hellerød Kær findes en stor bestand af orkideen sump-hullæbe. I 2012 blev sump-hullæbe registreret i den centrale del af Hellerød Kær i det område, der i plejeplanen for området betegnes H5 (BioWitt, 2015). Det svarer til hotspot 2 i den undersøgelse, der blev gennemført i sommeren 2017 (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017). Område H5 beskrives i plejeplanen som et ekstremrigkær, og der blev ved besigtigelsen i 2012 registreret en større bestand af sump-hullæbe (150 - 200 planter, heraf cirka 50 blomstrende), se evt. Figur 2-3.



Figur 2-3: Blomstrende sump-hullæbe. Foto fra NIRAS, d. 11. juli 2017.

I sommeren 2017 blev der foretaget en kortlægning af udbredelsen af sump-hullæbe. Der blev fundet to populationer i projektområdet. Arten blev registreret i hotspot 2, hvor den også blev fundet i 2012, samt umiddelbart øst for hotspot 1. I 1980'erne menes at have været en stor bestand af sump-hullæbe i hotspot 1, men den blev ikke genfundet i 2017. Sump-hullæbe blev heller ikke registreret i hotspot 3 og 4 eller i det øvrige område. Udbredelsen, samt tidligere udbredelsesområde af sump-hullæbe fremgår af Figur 2-4.



Figur 2-4: Kortlægning af udbredelsen af sump-hullæbe i Hellerød Kær (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017). Bemærk, at sumphullæbe ikke er genfundet i Hotspot 1, men kun øst for Hotspot 1.

Der blev ved besigtigelsen i 2017 foretaget en optælling af antallet af blomstrende og vegetative individer af sump-hullæbe. Resultatet af denne optælling fremgår af Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Antal af blomstrende og vegetative individer af sump-hullæbe i Hellerød Kær i sommeren 2017 (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017).

Lokalitet	**Blomstrende individer**	**Vegetative individer**	**I alt**
Hotspot 1	0	0	0
Hotspot 2	**629**	**1.119**	**2.246**
Øst for hotspot 1	**29**	**31**	**60**
Hotspot 3 og 4	0	0	0
Øvrige projektområde	0	0	0
I alt			**2.306**

Der blev registreret 2.306 individer af sump-hullæbe. Omkring en tredjedel af disse var blomstrende individer.

Der er således umiddelbart tale om en stor fremgang i antallet af individer af sump-hullæbe i Hellerød Kær, men der har ikke tidligere været foretaget så grundig og præcis en optælling, hvor alle individer, både blomstrende og vegetative er optalt.

2.1.4 Sammenfatning af botanisk registrering i Hellerød Kær

Den botaniske registrering blev fortaget af HabitatVision, og den samlede metodebeskrivelse og afrapportering findes i en separat rapport i bilag 1 (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017). Nedenstående beskrivelser er lavet på baggrund af HabitatVisions afrapportering, samt de bagvedliggende data fra feltskemaerne fra dokumentationsfelterne og beregnede indikatorer på baggrund af vegetationssammensætning.

Følgende undersøgelser blev gennemført i forbindelse med vegetationskortlægningen:

- Kortlægning af habitatnaturtyper
  - Afgrænsning samt dokumentationsfelter med 5 m cirkel og pin-point-ramme (jf. tekniske anvisning til DEVANO). Både karplanter og mosser er registreret.

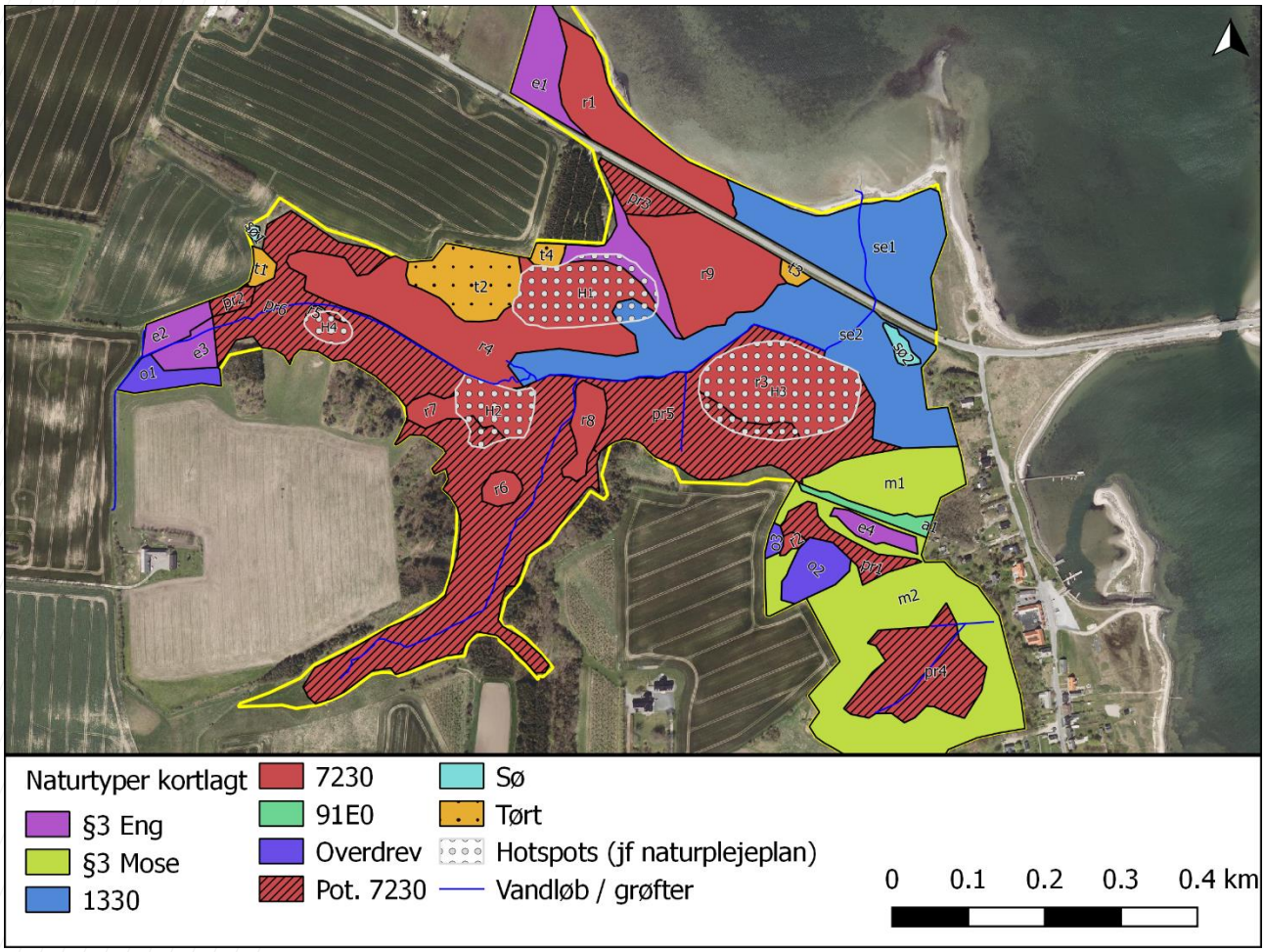
- Kortlægning af naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3
  - Afgrænsning samt dokumentationsfelter med 5 m cirkel (jf. tekniske anvisning til besigtigelse af naturarealer omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3 mv.). Både karplanter og mosser er registreret.

- I alt 52 dokumentationsfelter udlagt
  - 33 var forhåndsudlagte, genereret ud fra tidligere botaniske kortlægninger, herunder naturbeskyttelseslovens § 3 (7 felter) og DEVANO[2] (3 felter), og de øvrige placeret nær stationer hvor der indsamles geologiske og hydrologiske data eller tilfældige fordelt i projektområdes våde naturtyper.
  - 19 nye felter blev udlagt stratificeret tilfældigt under besigtigelserne, efter afgrænsning af naturtypen, i det omfang der var behov for at dokumentere nye naturtyper, eller arealernes biologiske potentiale m.m.
  - Ved hvert felt blev der taget et repræsentativt foto samt lavet en kort beskrivelse af området.

- Kortlægning og optælling af orkidéen sump-hullæbe
  - Detaljeret undersøgelse af hotspot H1 og H2, hvor arten tidligere er fundet. Transekter blev udlagt med 2 meters mellemrum og alle individer blev registreret, hhv. vegetative og blomstrende.
  - Hotspot H3 og H4 blev undersøgt gennem de øvrige besigtigelser
  - Arten blev fundet i et nyt område øst for hotspot 1. Hér blev alle individer, hhv. vegetative og blomstrende, samt afgrænsningen registreret.

På baggrund af ovenstående botaniske registrering, er nedenstående inddeling i hhv. habitatnaturtyper og naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3-beskyttede lavet (se Figur 2-5).

[2] Den statslige kortlægning af bl.a. habitatnaturtyper.



Figur 2-5: Kortet viser afgrænsning af de kortlagte habitatnaturtyper og naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. De enkelte delområder af hver naturtype er nummereret, f.eks. rigkær r1-r9. Endvidere vises dokumentationsfelternes placering i projektområdet, samt de hotspots, som er defineret i Plejeplanen for Hellerød Kær fra 2015 (BioWitt, 2015).

Arealfordelingen i ha af de forskellige naturtyper i Hellerød Kær ses i Tabel 2-3 nedenfor:

Tabel 2-3: Arealfordelingen i naturtyperne i Hellerød Kær, samt antallet af delområder.

Habitatnaturtype	**Areal (ha)**	**Antal delområder**
7230 Rigkær	10,90	9
Potentielt rigkær	13,43	6
1330 Strandeng	6,42	2
91E0 Elle- og askeskov	0,24	1
Øvrige naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3	8,22	12

Som det ses af Figur 2-5 og Tabel 2-3 er der relativt store områder med rigkær i projektområdet, og nogle områder er endog af meget høj botanisk værdi (ekstremrigkær). Det drejer sig primært om de hotspots, som blev kortlagt i forbindelse med udarbejdelsen af plejeplanen for Hellerød kær i 2015 (BioWitt, 2015) med en ganske lidt ændret afgrænsning ved kortlægningen i 2017, samt et areal øst for hotspot H1 i den østlige del af rigkær r9.

Der er dog kortlagt endnu større områder med potentielle rigkær, dvs. hvor vegetationen og de umiddelbart synlige fysiske forhold tyder på, at der er et vist potentiale for, at habitatnaturtypen rigkær kunne eksistere. Der er altså umiddelbart et relativt stort potentiale for at udvide arealet med rigkær, såfremt de forudsætningsgivende økologiske faktorer som f.eks. fugtighed, næringsstoftilgængelighed og pH også grundlæggende er til stede.

Endnu en relativt stor del af projektområdet er kortlagt som strandeng, da der sker en marin påvirkning både af arealer nærmest fjorden, men også i den indre del af kæret bag Jegindøvej, gennem Egebjerg Bæks udløb. Strandengene er i god tilstand for naturtypen.

Der er kortlagt et lille område med naturtypen elle- og askeskov i den østlige del af projektområdet, men den vil ikke behandles yderligere, da det ikke er relevant for formålet med projektet. Det samme gælder de § 3-beskyttede naturområder, der er kortlagt i området.

Der er ikke ved vegetationskortlægningen fundet kildevæld, som kunne registreres som en selvstændig habitatnaturtype. Kildevæld er geomorfologisk defineret, og er floristisk kendetegnet ved et nogle få stærkt specialiserede mos-arter, som kun findes i et fåtal af kildevæld. Der er i en række dokumentationsfelter noteret at området har vældpræg eller er trykvandspåvirket, og der er fundet én karakteristisk art for naturtypen kildevæld i 8 felter i området. Det drejer sig om felter i hotspot H1, og nærmeste felter øst og vest for hotspot H1, hotspot H3 samt rigkær nr. r8.

De kortlagte rigkærområder r4 og r9 i den nordlige del af kæret indeholder de største arealer med intakt og værdifuld rigkær med begrænsede tilgroningstrusler.

Især i den nordlige og østlige del omkring hotspot H1 ses flere steder værdifuld og artsrig rigkærsvegetation. Vegetationen er flere steder åben med eksponeret jordbund som et resultat af rydninger og efterfølgende græsning. Det er påfaldende at mosdiversiteten og abundansen er meget begrænset i hele området. I den vestlige ende ses ligeledes værdifuld rigkærsvegetation. I det potentielle rigkærsområde vest for de vestligste prøvefelter ved pr6 ses dominans af artsfattig tagrørs-vegetation.

I den sydvestlige del af kæret er omkring 80-90% af området karakteriseret ved kraftig tilgroning med høje stauder af især tagrør og med begrænset botanisk værdi. Flere steder har gråpil endvidere overtaget dominansen. Der findes pletvis, på en mindre del af arealet, værdifulde områder med veludviklet og mangfoldigt rigkær. Der findes endvidere et hotspot-område med meget værdifuld mosvegetation, H2, og tusindvis af sump-hullæber og rundbladet soldug. Det er påfaldende at mosdiversiteten og mosforekomsten er meget begrænset i hele området, bortset fra hotspot-området.

I Kærets sydøstlige del findes hotspottet H3 med række karakteristiske arter, dog igen meget beskeden mosdiversitet. I det afgrænsede område mod sydøst er anslået 80-90% af området er karakteriseret ved kraftig tilgroning med høje stauder af især tagrør og med begrænset botanisk værdi. Flere steder har gråpil endvidere overtaget dominansen. Der findes pletvis værdifulde områder med veludviklet og mangfoldigt rigkær. Det er påfaldende at mosdiversiteten og mosforekomsten er meget begrænset i hele området.

I afsnit 2.2 følger en analyse på baggrund af resultaterne af den botaniske registrering i habitatnaturtyperne rigkær og strandeng, samt af de områder, som er kortlagt som potentielle rigkær. Disse er udvalgt, fordi de er de mest relevante for forståelsen af den nuværende udbredelse af rigkær i Hellerød Kær, samt vurderingen af mulige tiltag for at sikre eller udvide arealet med rigkær i fremtiden.

2.2 Analyser på baggrund af artssammensætning

Vegetationssammensætningen inden for de enkelte naturtyper kan som beskrevet i afsnit 2.1.1 bruges til at beskrive naturtypens tilstand og kvalitet, samt beregne indikatorer for økologiske parametre som næringsstoftilgængelighed, fugt, pH og salinitet, som er forudsætningsgivende for naturtypen rigkær.

I Tabel 2-4 ses de vigtigste vegetationsparametre, som er registreret for hvert dokumentationsfelt, samt gennemsnitsværdier for hhv. rigkær, potentielle rigkær og strandenge. Endvidere er landsgennemsnittet af Ellenberg-værdierne for rigkær vist, se også Figur 2-1 i afsnit 2.1.1.

Tabel 2-4: Gennemsnitsværdier for udvalgte vegetationsparametre, som er registreret i hvert dokumentationsfelt i hhv. rigkær, potentielle rigkær og strandenge, samt landsgennemsnit af Ellenberg-værdierne i rigkær[1].

Vegetationsparameter	**Optimale forhold for rigkær.[1]**	**Rigkær, gennemsnit i Hellerød Kær**	**Potentielle rigkær, gennemsnit i Hellerød Kær**	**Strandeng, gennemsnit i Hellerød Kær**
Antal arter i cirkel (78 m^2)	-	34,0	20,3	12,5

Antal arter i pin- point-ramme	-	15,6	8,8	6,0
Antal stjernearter (*+**)	-	17,9	7,3	3,5
Antal tostjernearter (**)	-	1,0	0,1	0
Rigkær (7230), antal karakteristiske arter	-	2,0	0,7	0
Kildevæld (7220), antal karakteristiske arter	-	0,2	0	0
Ellenberg_Næring_gb_mean	3,8	4,5	5,3	5,8
Ellenberg_Salinitet_gb_mean	0,22	0,4	0,3	1,3
Ellenberg_Fugtighed_gb_mean	7,50	7,9	7,8	7,9
Ellenberg_pH_gb_mean	5,85	5,8	6,0	7,0

[1.] (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009).

Af Tabel 2-4 ses, at der er væsentligt flere arter i rigkærene end i de potentielle rigkær, både når det glæder det samlede antal arter i dokumentationsfeltet (cirklen), pin-point-rammen, stjernearter og karakteristiske arter. Det til trods for, at der også inden for rigkærene er mindre velfungerende dele med færre arter.

Med hensyn til Ellenberg-Næring værdierne ligger værdierne fra rigkærene i Hellrød Kær i gennemsnit en smule højere end det som er optimalt for rigkær, mens værdierne for de potentielle rigkær ligger endnu højere.

På baggrund af de arter, der findes i dokumentationsfelterne, tyder værdierne for Ellenberg-salinitet på en vegetationssammensætning i både rigkær og potentieller rigkær, som er påvirket af saltvand. I strandengene ligger Ellenberg-S naturligt nok væsentligt højere end i rigkær og kildevæld. Der kan altså godt være rigkær tilstede i områder med en vis saltpåvirkning, men ved en vis salinitet vil vegetationssammensætningen ændre sig til strandengsvegetation, og de karakteristiske arter for rigkær forsvinde.

Generelt ligger Ellenberg-fugt i Hellerød kær som forventet højere end det som landsdækkende data indikerer er optimalt. Værdierne for Ellenberg-fugt ligger på ca. samme niveau for rigkær og potentielle rigkær. De bedste rigkær findes dog i den tørre ende af spektret. Dette illustreres senere, se eksempelvis Figur 2-7.

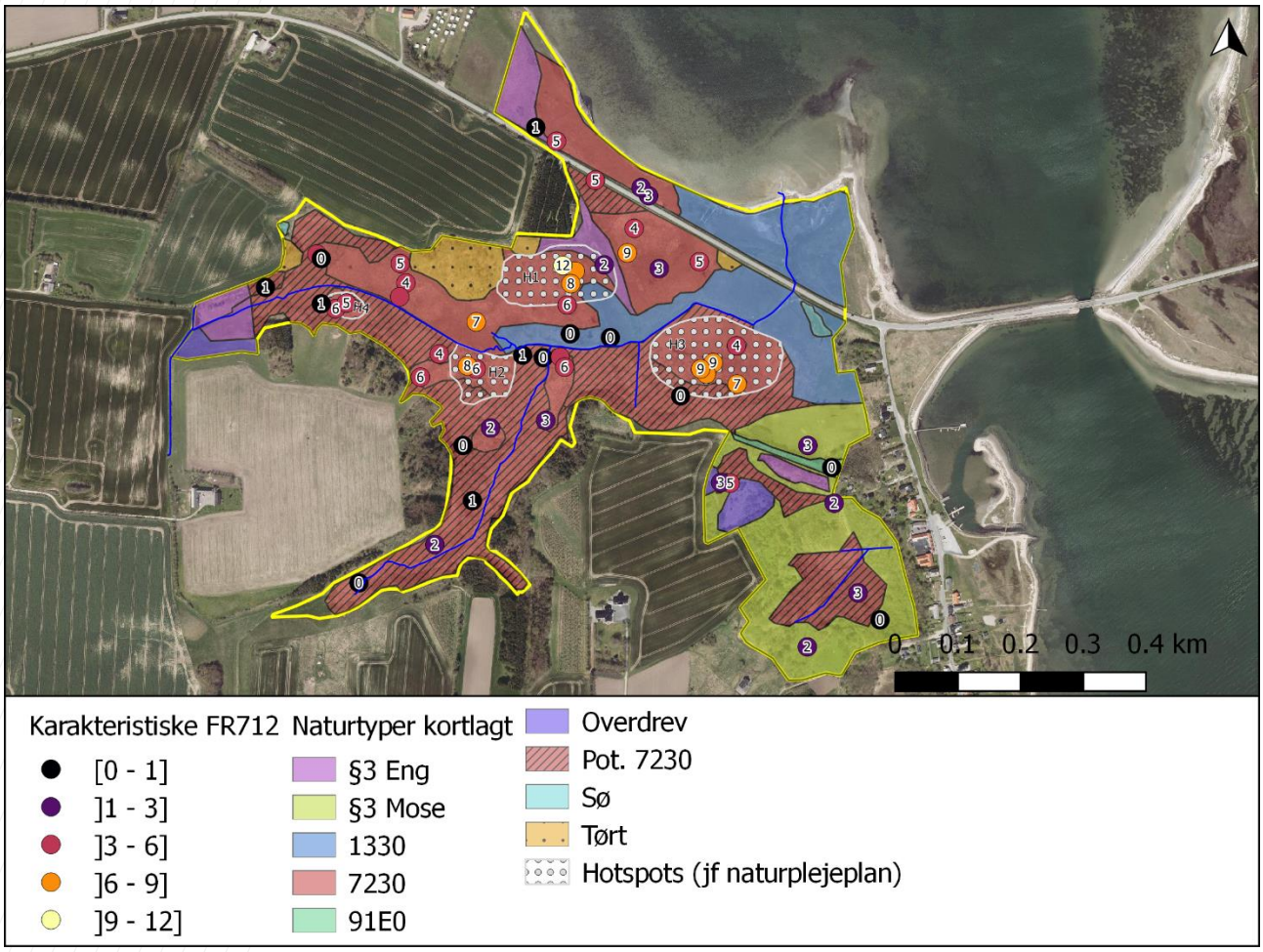
For Ellenberg-pH ligger værdierne i rigkærene ganske lidt over landsgennemsnittet for rigkær. De potentielle rigkær yderligere en anelse højere. Det tyder på at forholdene er svagt sure-svagt basiske (jf. Figur 2-1 afsnit 2.1.1) dvs. der er formentlig er en vis mængde kalk tilstede, også i felterne i de potentielle rigkær.

Ved at plotte værdierne for parametrene i Tabel 2-4 for hvert dokumentationsfelt på kort over projektområdet, kan der skabes et overblik over hvor i projektområdet de mest velfungerende rigkær findes, og hvor de mindre velfungerende områder er. I de følgende beskrivelser henviser nummereringen af hotspots, naturtyper-delområder og dokumentationsfelter til Figur 2-5 afsnit 2.1.3.

På Figur 2-6 er antallet af karakteristiske arter for rigkær, som blev fundet i de enkelte dokumentationsfelter vist på kort sammen med inddelingen i naturtyper. Der er i hele rapporten benyttet den definition af karakteristiske arter, som findes i (Ejrnæs, Nygård, Fredshavn, Nielsen, & Damgaard, 2009). Der arbejdes konsekvent med en samlet liste for både rigkær og kildevæld, idet der typisk er en glidende overgang mellem de to habitatnaturtyper. Habitat Vision har imidlertid udtrukket antallet af karakteristiske arter for alle plots ud fra de karakteristiske

arter på EU-niveau jf. (Danmarks Miljøundersøgelser, 2003). Mange af de karakteristiske arter på EU-niveau har imidlertid vist sig mindre anvendelige for danske forhold (Ejrnæs, Nygård, Fredshavn, Nielsen, & Damgaard, 2009), hvorfor karakteristiske arter tilpasse danske forhold benyttes. Det er dog afprøvet og konstateret, at det billede, som fx Figur 2-6 viser er rimelig ens uanset hvilken liste over karakteristiske arter der er benyttet.

I hotspot H2 findes en række karakteristiske mosser, som gør dette område særligt. Mosdiversiteten er generelt lav for rigkærsområderne ifølge HabitatVision, (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017), men der er ikke lavet opgørelser for mosser specifikt.



Figur 2-6: Antal karakteristiske arter for rigkær (7230) i de enkelte dokumentationsfelter med inddelingen i naturtyper som baggrund.

Det ses af Figur 2-6, at felterne med de højeste antal karakteristiske arter (6-12 arter) findes inden for de eksisterende rigkær (nr. 3, 4, 5 og 7 på Figur 2-5), som også er de områder, som i plejeplanen for Hellerød Kær fra 2015 (BioWitt, 2015) er angivet som de botaniske hotspots i området. Endvidere er der i den vestlige del af rigkær r9, lige syd for Jegindøvej og umiddelbart øst for hotspot 1, fundet 3 karakteristiske arter for rigkær. Der er i samme område fundet en population af orkidéen sump-hullæbe (mere i afsnit 2.1.3). I rigkær 2, i den sydøstlige del af projektområdet, er der fundet 5 karakteristiske arter for rigkær, inden for et lille område, hvor der ikke tidligere er registreret rigkær. Dette kan dog skyldes, at

man ikke ved tidligere registreringer har været hele projektområdet helt så minutiøst igennem som ved denne kortlægning.

Nogenlunde det samme billede tegner sig, når man ser på det samlede antal arter og det samlede antal af stjernearter (* og **) i dokumentationsfelterne.

Det samlede antal arter er højest i feltet i den vestlige del af rigkær nr. 9 med i alt 50 arter. Næstefter følger rigkær 4 i hotspot 1 med 48 arter og rigkær 3/hotspot 3 med 44 arter.

Antallet af stjernearter er, ligesom karakteristiske arter, højest i rigkær 3, 4 og 9, dvs. hotspot 1, 3 samt rigkæret øst for hotspot 1. Der er fundet hhv. 28, 28 og 33 stjernearter i felterne der har flest stjernearter. Endvidere er der fundet 21 stjernearter i rigkær 7 (hotspot 2), 20 i rigkær 8 øst for hotspot 2 og 22 i den vestlige del af rigkær 4, vest for hotspot 1. Der er dog dokumentationsfelter med mere end 30 forskellige arter i de fleste af de kortlagte rigkær, samt et enkelt felt med 38 arter i det potentielle rigkær nr. 2 i den vestligste del af projektområdet.

Når man ser på antallet af karakteristiske arter findes dokumentationsfelterne med de laveste antal i de kortlagte rigkær nærmest fjorden (rigkær 1 og 9) og i den vestlige del af rigkær 4 (se Figur 2-6 og Figur 2-5). Det samme gælder i nogen grad når man ser på det samlede antal stjernearter pr. felt og det samlede antal arter pr. felt, men billedet er mindre klart. Dog er det tydeligt, at felterne med laveste antal arter og stjernearter for langt størstedelens vedkommende ligger udenfor de kortlagte rigkær dvs. i potentielle rigkær, strandeng eller naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. For de to felter i strandeng er det naturligt at karakteristiske arter og stjernearter for rigkær får lave værdier, da strandenge er karakteriseret ved andre arter.

De konkrete registrerede arter og antallet af forskellige arter siger i udgangspunktet noget om tilstanden og naturkvaliteten i naturområderne. Men for at forklare årsagerne til de forskelle man ser, og for at forstå hvorfor nogle områder er velfungerende rigkær og andre ikke er, er det nyttigt at se på hvad de registrerede arter kan indikere om de økologiske vilkår der er til stede dér, hvor de vokser. Der er derfor beregnet gennemsnitlige Ellenberg-værdier for hvert dokumentationsfelt. Disse fortolkes i afsnit 2.2.1.

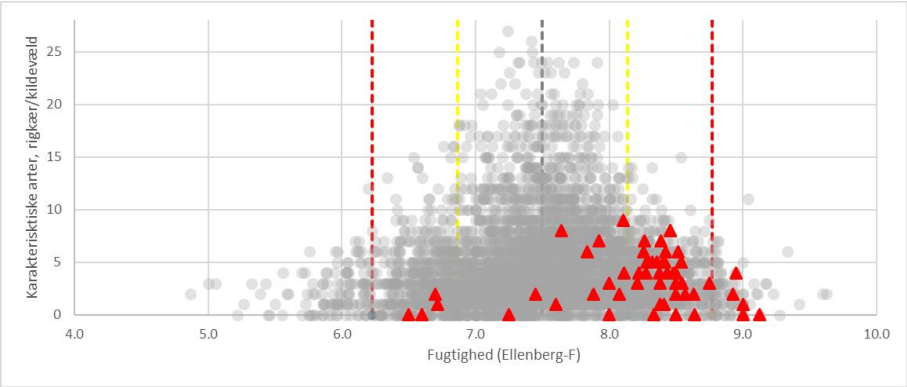
2.2.1 Ellenbergs vegetationsindikatorer

Ud fra artslisterne i dokumentationsfelterne er gennemsnitlige Ellenberg-værdier beregnet, som beskrevet i afsnit 2.1.1 (Ellenberg, 1974).

På graferne i de efterfølgende afsnit vises i baggrunden det landsdækkende datasæt baseret på 152 moniteringsstationer i NOVANA overvågningsprogammet (Andersen, Nygård, Fredshavn, & Ejrnæs, 2013). De stiplede linjer viser ”optimum” (grøn) og henholdsvis 1 standardafvigelse (gul) og 2 standardafvigelser (rød) på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt. Dette benyttes senere til at indikere hvornår en indikator-værdi ligger kritisk langt fra den ”optimale” værdi for naturtyperne rigkær og kildevæld.

2.2.1.1 Fugtighed

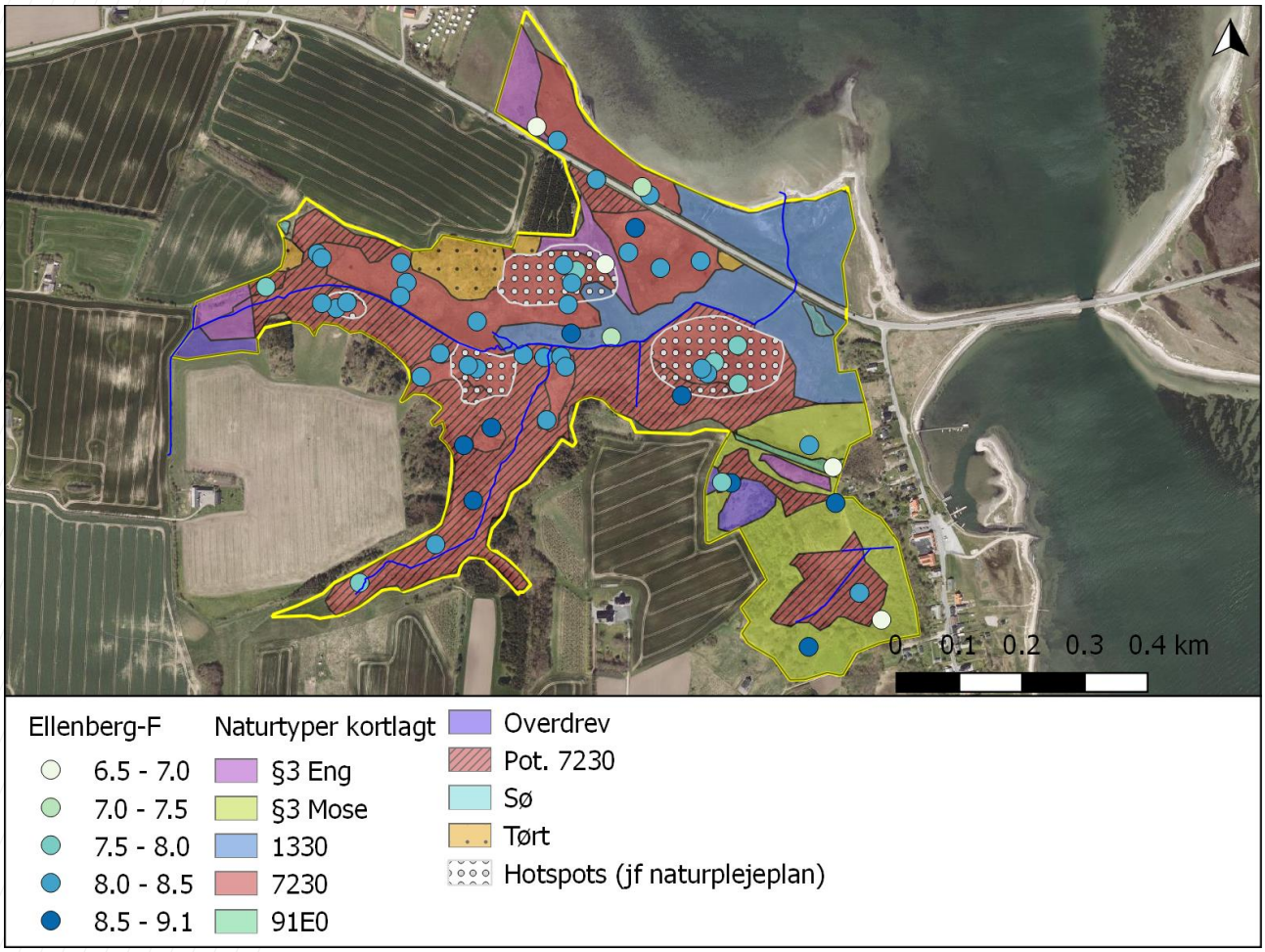
En væsentlig økologisk parametre for rigkær er fugtigheden, som beskrevet i afsnit 2.1.1. Figur 2-7 viser antallet af karakteristiske arter for rigkær og kildevæld på baggrund af typiske arter defineret i Terrestriske Naturtyper 2007 (Ejrnæs, Nygård, Fredshavn, Nielsen, & Damgaard, 2009). De røde datapunkter repræsenterer de aktuelle plots i Hellerød Kær.



Figur 2-7: Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for fugt (Ellenberg-F). De stiplede linjer viser optimum og henholdsvis 1 og 2 standardafvigelser på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009).

Af Figur 2-7 ses, at de rigkær/kildevæld, som har det højeste antal karakteristiske arter på landsplan har gennemsnitlige værdier for Ellenberg-F der ligger mellem 7-8. I Hellerød Kær ligger de fleste områder med en fugt-score på over 8 og nogle endda tæt på 9.

Nedenfor er de enkelte dokumentationsfelters gennemsnitlige værdi for Ellenberg-F vist på kort med inddelingen af naturtyper som baggrund. Der er god overensstemmelse mellem placeringen af dokumentationsfelter med Ellenberg-F i intervallet 7,5-8,5 og de botaniske hotspots jf. analyserne på baggrund af artsdata ovenfor. I de to måske vigtigste hotspots H1 og H3 (rigkær r4 og r3) ligger værdierne i den lave ende af intervallet.

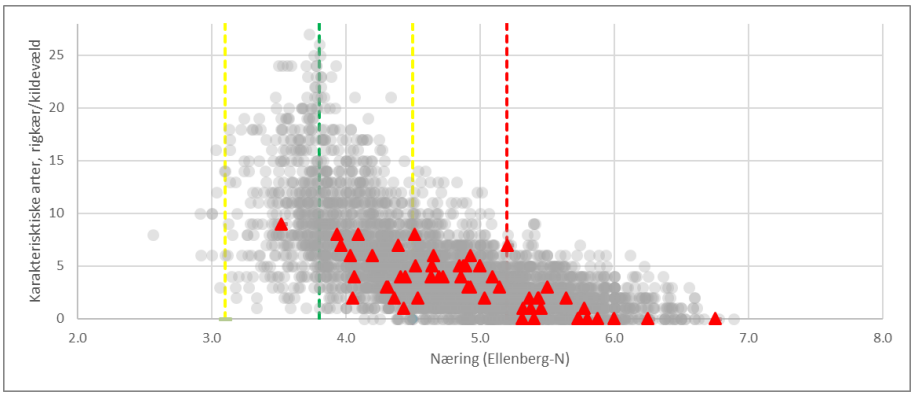


Figur 2-8: De enkelte dokumentationsfelters gennemsnitlige Ellenberg-værdi for fugtighed (Ellenberg-F) samt inddelingen af naturtyper.

Det ses endvidere af Figur 2-8, at vegetationen i stort set hele kæret afspejle forhold som er "våde nok" til rigkær med Ellenberg-F værdier i samme interval som de mest veludviklede områder. De højeste Ellenberg-F værdier der er beregnet for felterne i projektområdet er 9,1, hvilket indikerer særdeles våde forhold.

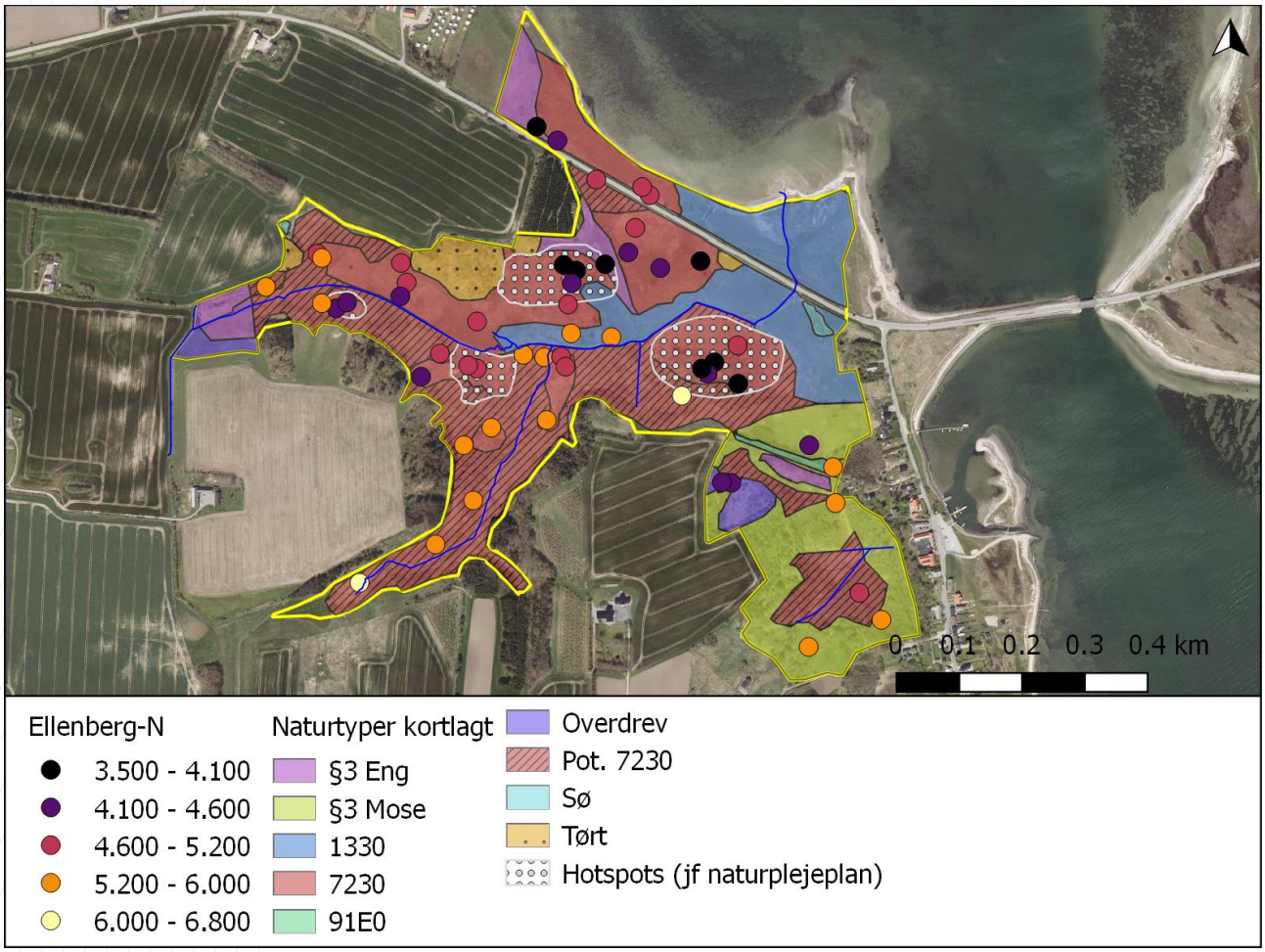
2.2.1.2 *Næringsstof*

Næringsfattige forhold er ligeledes en meget vigtig forudsætning for rigkær og ofte det som er udslagsgivende for artsdiversiteten. Derfor er antallet af karakteristiske rigkærsarter i dokumentationsfelterne sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for næringsstof.



Figur 2-9: Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for næring (Ellenberg-N). De stiplede linjer viser optimum og henholdsvis 1 og 2 standardafvigelser på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009)

Af Figur 2-9 ses, at dokumentationsfeltet med flest karakteristiske rigkærsarter samtidig har den laveste værdi for Ellenberg-N. For rigkær på landsplan ses det, at der er et optimum omkring 3,8 for Ellenberg-N. Ellenberg-N værdierne i projektområdet fordeler sig mellem 3,5 og 6,8.



Figur 2-10: De enkelte dokumentationsfelters gennemsnitlige Ellenberg-værdi for Næringsstof (Ellenberg-N) samt inddelingen af naturtyper.

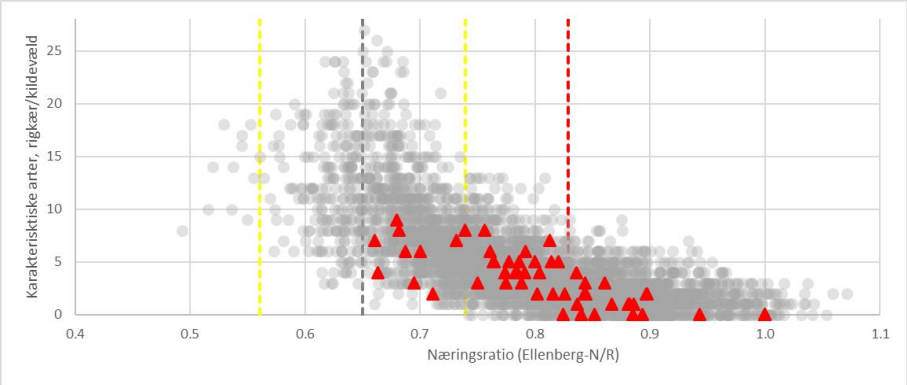
På Figur 2-10 kan man få et indtryk af, hvor i projektområdet vegetationen indikerer at hhv. de mest næringsfattige og næringsstofpåvirkede områder er. Der er relativt god overensstemmelse med, at de laveste værdier for Ellenberg_N er fundet i de dokumentationsfelter, som ligger i hotspot 1 og 3 (rigkær 4 øst og 3). De mest næringsbelastede områder findes i kilerne mod vest og sydvest, samt i den sydøstlige del. Et af felterne med højest næringsstofværdi findes i et pilekræt umiddelbart syd for nogen af felterne med lavest næringsstofværdi i hotspot 3. Overfladisk afstrømning fra nærliggende marker kan måske forklare den skarpe gradient mellem skrænten og et lille stykke ind i kæret. Den skarpe gradient findes også i de andre Ellenberg-indikatorer. I hotspot 3 ses ligeledes en gradient fra syd (nærmest vandløbet) mod nord i alle indikatorer.

2.2.1.3 *Næringsratio*

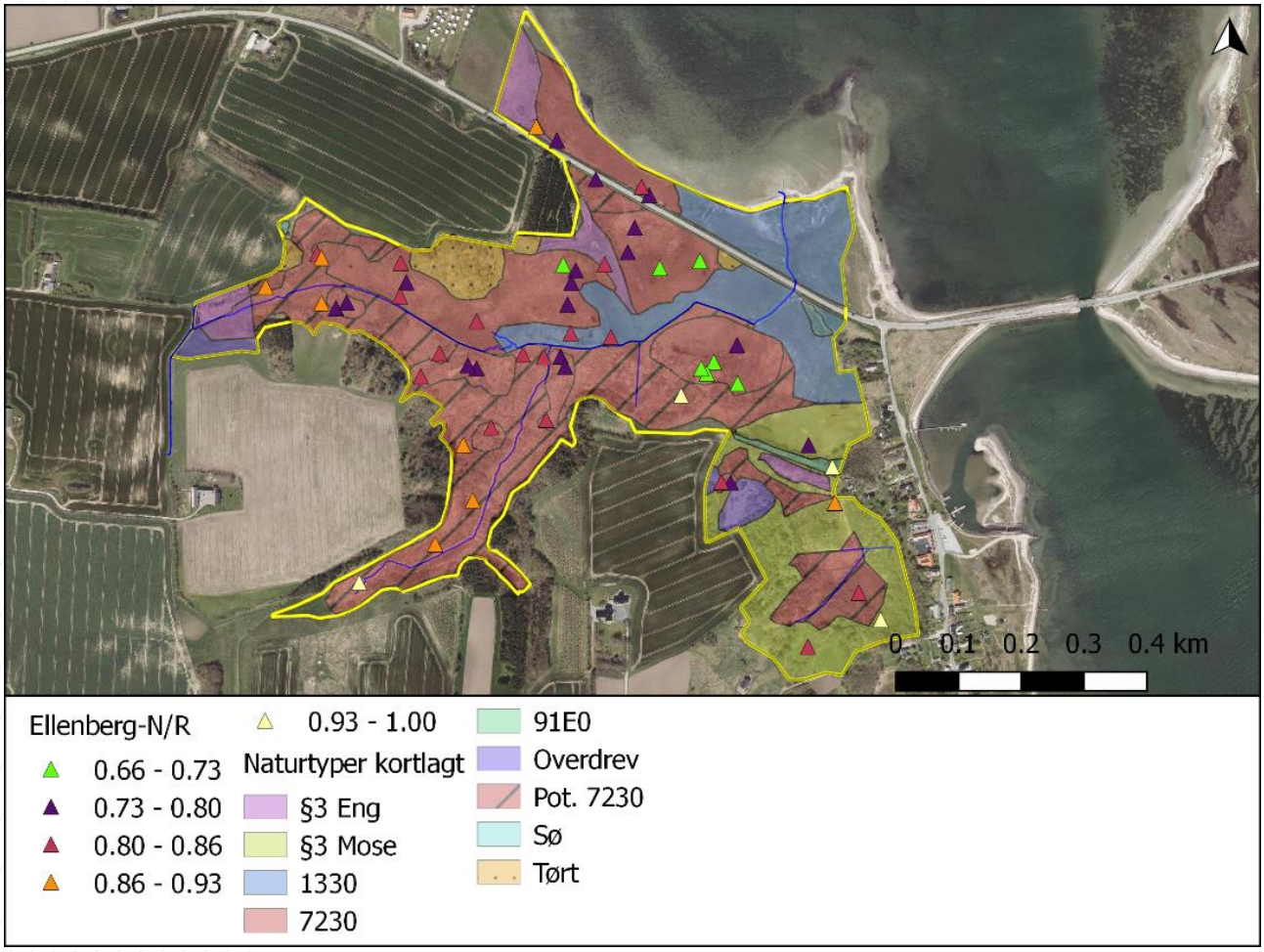
Som beskrevet i afsnit 2.1.1 er forholdet mellem Ellenbergs indikatorværdi for næringsstof og reaktionstal (pH) for et dokumentationsfelt en god indikator for, om vegetationen er næringsbelastet. Denne indikator har vist sig velegnet, ikke kun i rigkær, men for en langt bredere vifte af våde naturtyper, (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009).

Figur 2-11 viser en tendens til at jo lavere Ellenberg-N/R værdi, jo flere karakteristiske arter i dokumentationsfelterne. Her bemærkes det også, at det felt

med flest karakteristiske arter i Hellerød Kær ligger tæt på de "optimale" forhold vurderet ud fra det landsdækkende datasæt.



Figur 2-11: Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg næringsratio (Ellenberg-N/R). De stiplede linjer viser optimum og henholdsvis 1 og 2 standardafvigelser på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009)

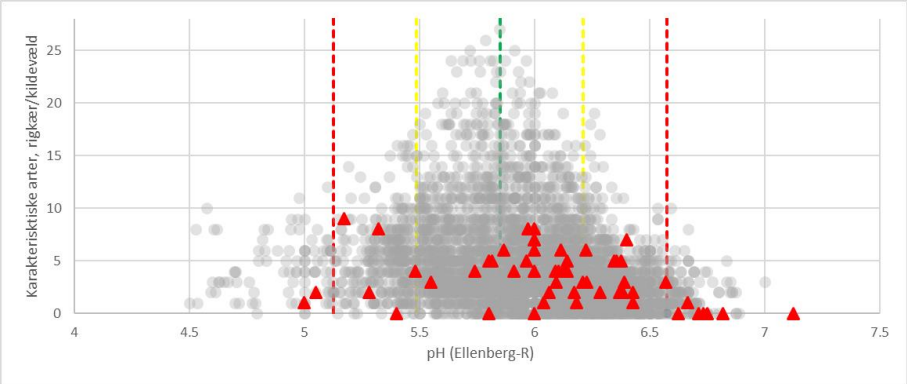


Figur 2-12: De enkelte dokumentationsfelters gennemsnitlige næringsratio (Ellenberg-N/R), samt inddelingen af naturtyper.

På Figur 2-12 ses, at dokumentationsfelterne med de laveste næringsratioer ligger i hotspot 3, hotspot 1, samt rigkær 9 ved Jegindøvej. Felter med næringsratio omkring landsgennemsnittet ligger for langt størstedelens vedkommende fordelt inden for de kortlagte rigkær. Felterne med de højeste værdier ligger uden for habitatnaturtyperne, dvs. i potentielle rigkær eller naturtyper omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3.

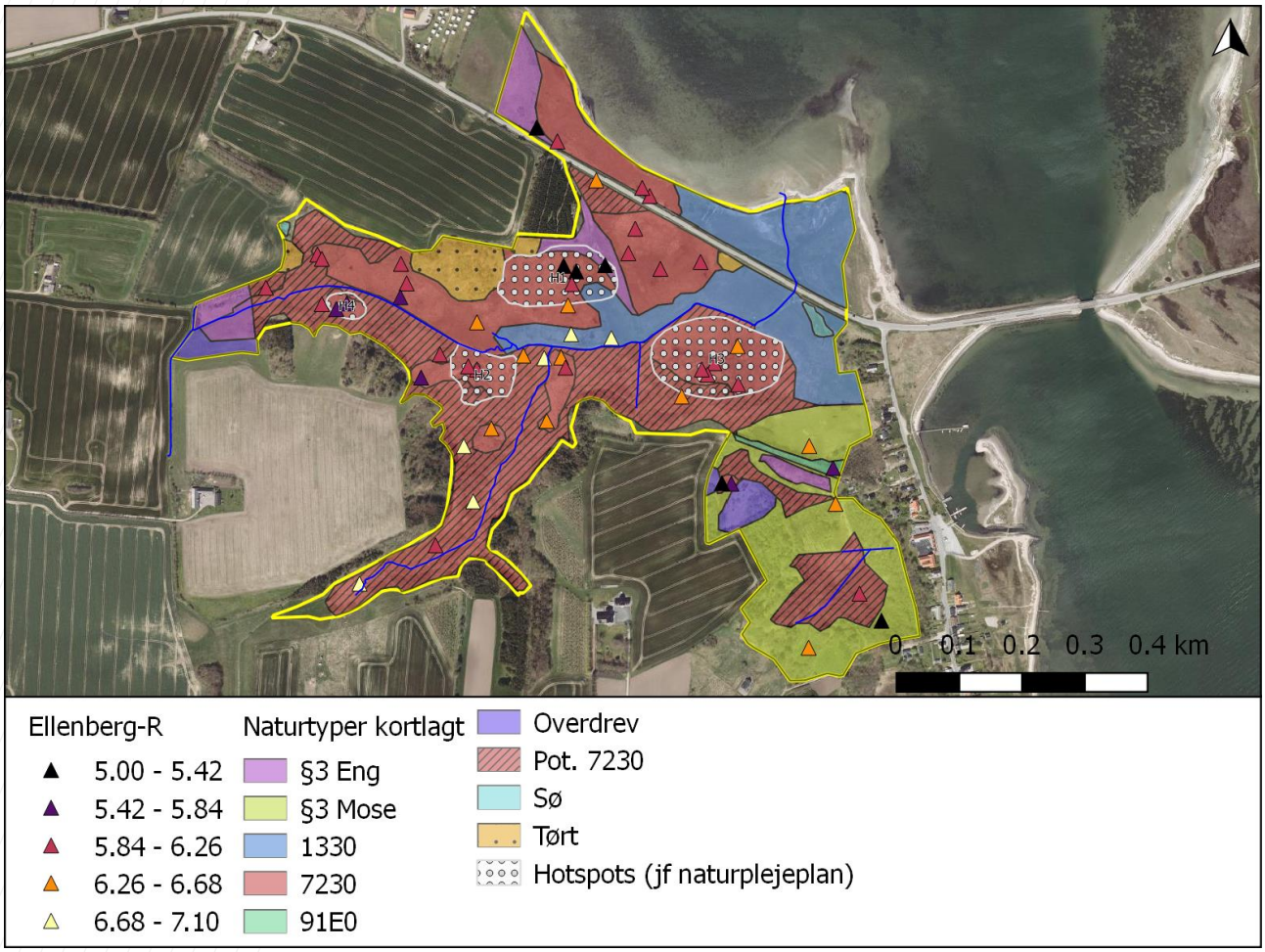
2.2.1.4 *Reaktionstal (pH)*

Rigkær findes oftest hvor jordbunden eller jordvandet er mere eller mindre kalkholdigt, dvs. moderat/svagt surt til svagt basisk (se Figur 2-1 afsnit 2.1.1). Derfor kan pH (Ellenberg-R) også indikere, hvor i projektområdet de økologiske kår gør rigkær mulige. I Hellerød Kær er det højeste antal karakteristiske arter fundet i den nordlige del af hotspot H3, som ligger lidt atypisk i den lave ende af Ellenberg-R skalaen, som Figur 2-13 viser.



Figur 2-13: Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for pH (Ellenberg-R). De stiplede linjer viser optimum og henholdsvis 1 og 2 standardafvigelser på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009)

Feltet med flest karakteristiske arter ligger i hotspot 3 (rigkær 3) og har en relativt lav Ellenberg-R værdi sammenholdt med de landsdækkende data. De omkringliggende felter ligger på lignende Ellenberg-R værdier, se Figur 2-14.

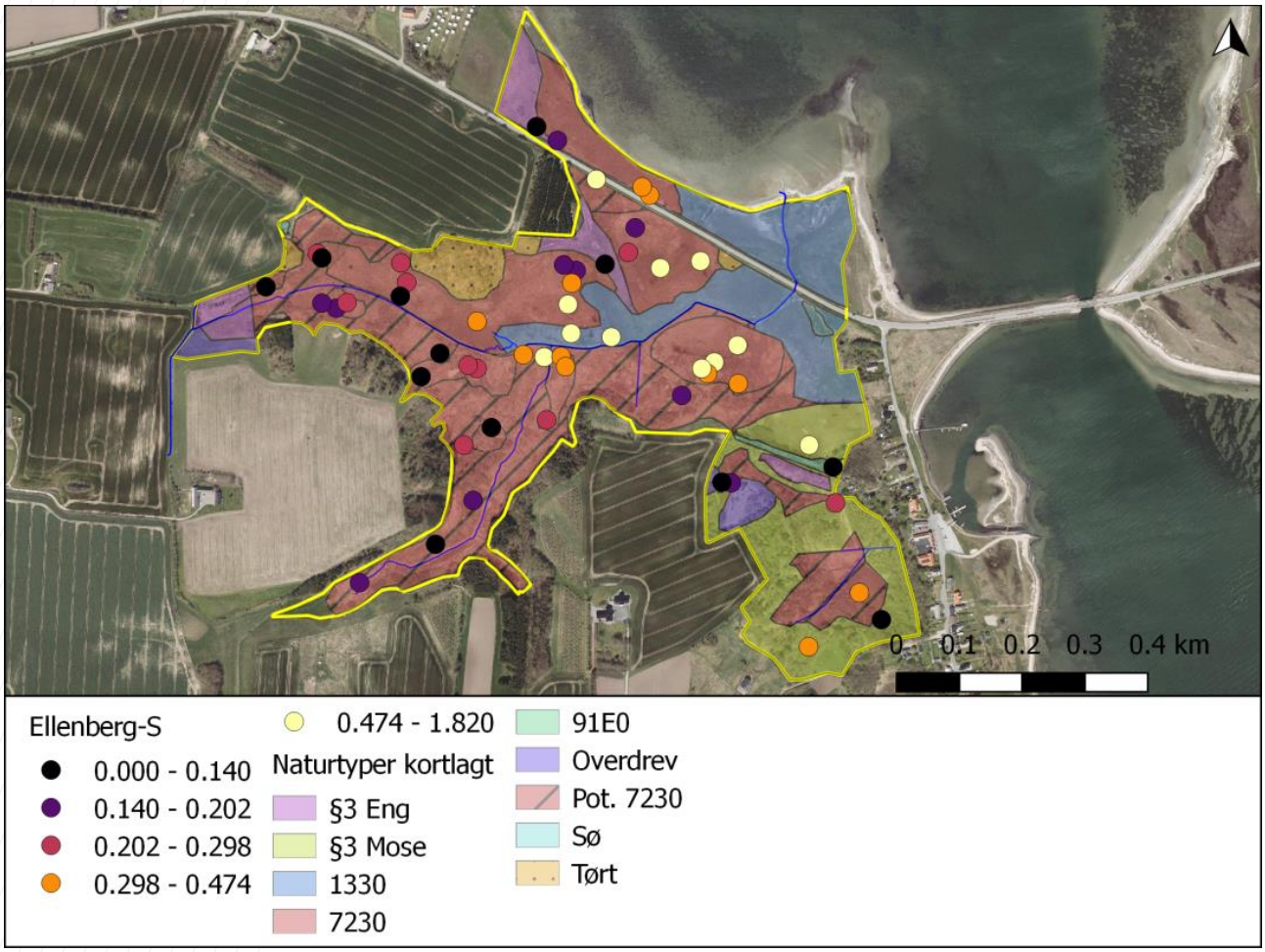


Figur 2-14: De enkelte dokumentationsfelters gennemsnitlige Ellenberg-værdi for pH (Ellenberg-R) samt inddelingen af naturtyper.

Ellenberg-R værdierne i projektområdet fordeler sig mellem 5-7,1. Figur 2-14 viser i overensstemmelse med Figur 2-13, at dokumentationsfelterne med laveste Ellenberg-R værdier findes i bl.a. hotspot 1, som også andre indikatorer peger på, er bedst egnede til rigkær, samt i rigkær 2 i den østlig del af projektområdet og rigkær 5 i den vestlige del. I de øvrige hotspots og rigkær ligger Ellenberg-R værdierne lidt over landsgennemsnittet på 5,72. De laveste værdier findes i strandengsfelterne nær Egebjerg Bæk og i det potentielle rigkær omkring tilløbet fra sydvest.

2.2.1.5 Salinitet

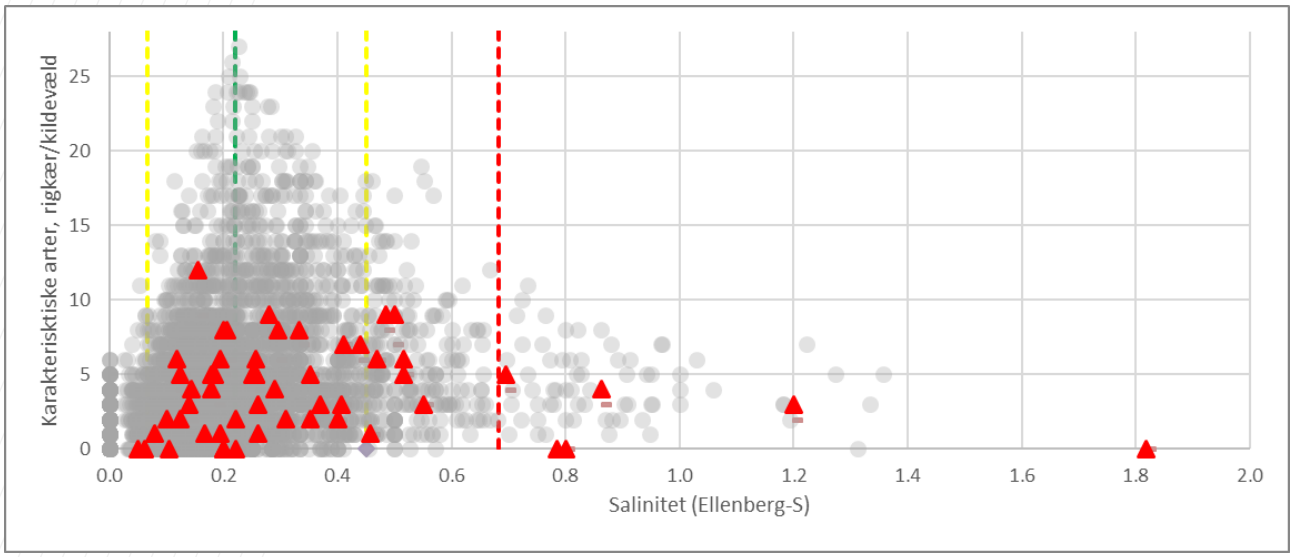
En vis saltpåvirkning er ikke et problem i rigkær, men heller ikke en forudsætning. Af Figur 2-15 ses, at dokumentationsfelterne i Hellerød Kær for langt størstedelens vedkommende indikerer Ellenberg-værdier for salinitet i intervallet 0-0,5, og de felter som har højere Ellenberg-værdier har få eller ingen karakteristiske arter for rigkær.



Figur 2-15: Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige salinitet.

De højeste værdier for Ellenberg-salt i Hellerød Kær findes nærmest fjorden og i de lavest liggende områder langs vandløbet, hvor saltvandet kan trænge ind i kæret. Endvidere indikerer Ellenberg-S værdierne i den sydøstlige del af projektområdet at der også hér trænger saltvand ind. De allermest saltvandspåvirkede områder er på grund af vegetationssammensætningen kortlagt som strandenge. Nogle af de højeste Ellenberg-S værdier i den øvrige del af projektområdet ses i hotspot 3 og hotspot 1, som er nogle af de fineste områder botanisk set. I hotspot 2 og 4, samt øst for hotspot 1, hvor der også er rigkær af høj kvalitet (bl.a. populationer af sump-hullæbe), er Ellenberg-S dog lavere og der er ligeledes felter i rigkærene, hvor Ellenberg-S er nær nul.

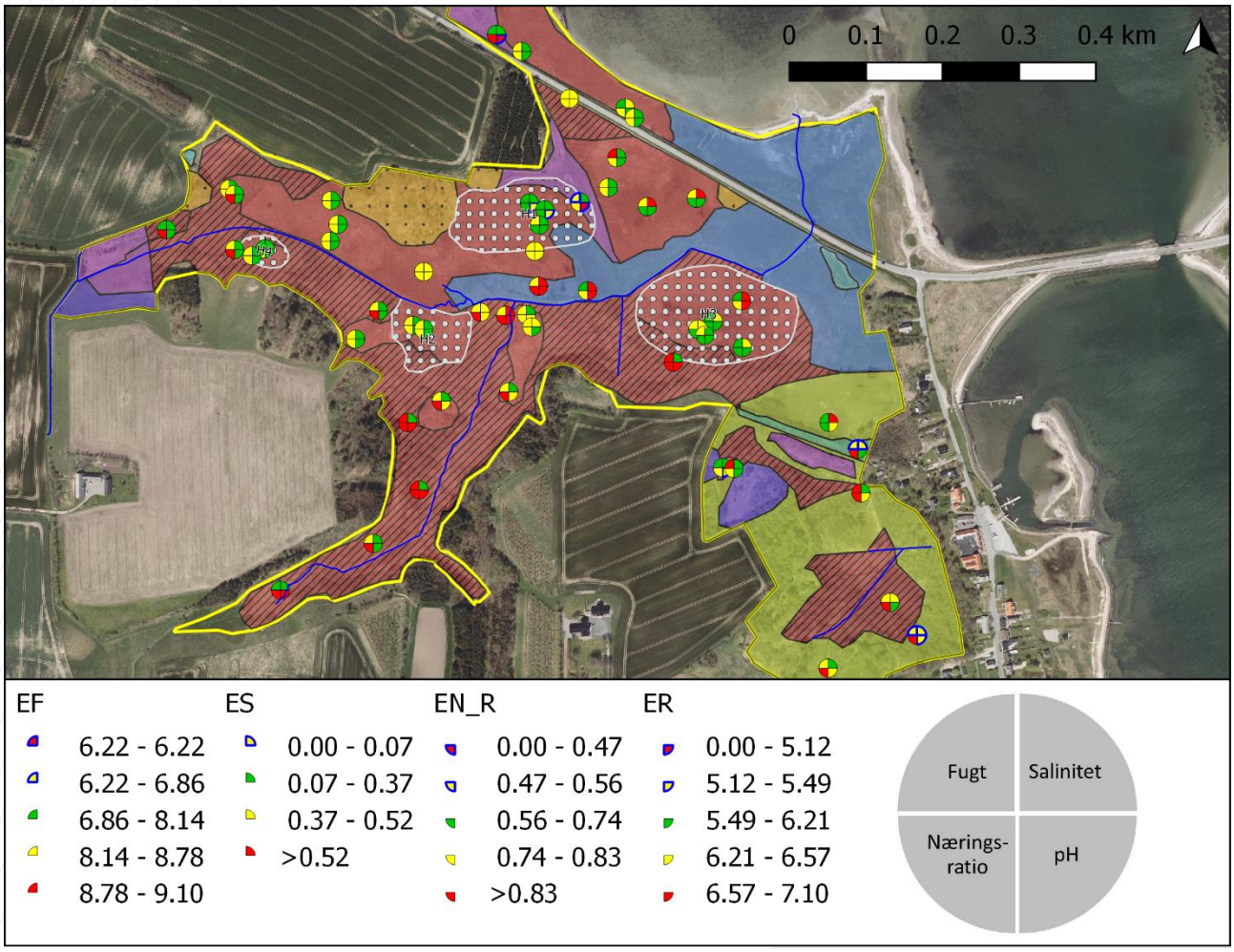
Figur 2-16 viser grafen for Karakteristiske arter og afhængigheden af saliniteten (Ellenberg-S). Da felterne i Hellerød Kær også indeholder Strandengslokaliteter er det naturligt, at nogle felter ligger langt over normalen for rigkær/kildevæld.



Figur 2-16 Antal karakteristiske rigkærsarter sammenholdt med den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for salinitet (Ellenberg-S). De stiplede linjer viser optimum og henholdsvis 1 og 2 standardafvigelser på begge sider af optimum i det landsdækkende datasæt (Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen, & Fredshavn, 2009)

2.2.1.6 *Samlet oversigt*

Slutteligt vises en oversigt hvor alle fire Ellenberg-indikatorer er samlet på samme figur (Figur 2-17). Data vises med rød-gul-grønne farver alt efter hvor tæt de ligger på den "optimale værdi" baseret på landsdækkende data. Formålet er at vise hvornår indikatorværdierne i Hellerød Kær falder kritisk langt fra optimum for rigkær. Den samme figur vises på bilag 3 i stor udgave.

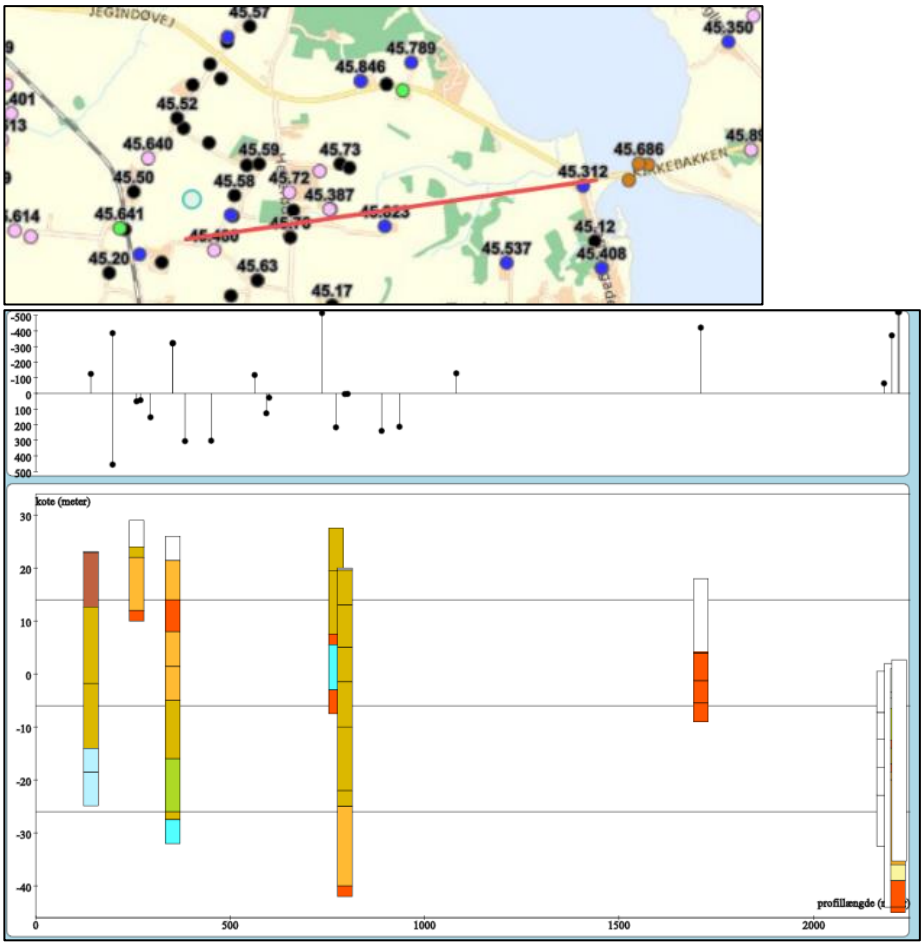


Figur 2-17 Oversigt over gennemsnitlige Ellenberg indikatorværdier for Fugt, Salinitet, Næringsratio og pH.

2.3 Geologisk kortlægning

2.3.1 Geologi i oplandet

Den overordnede geologi i oplandet til Hellerød Kær består af vekslende lag af moræneler og morænesand ovenpå kalk/kridt. Centralt på Thyholm ligger kalken terrænnært, mens den dykker mod øst under Hellerød Kær. Figur 2-18 viser et snit fra vest mod øst gennem oplandet og gennem selve projektområdet. Det kan ikke umiddelbart konkluderes ud fra boringer i området hvor god kontakten mellem kæret og de dybere grundvandsmagasiner er. Boringen 45.537 syd for den centrale del af kæret indikerer et tykt terrænnært sandlag og dermed god kontakt til mosen, mens boringen flere boringer vest for kæret viser overvejende ler.

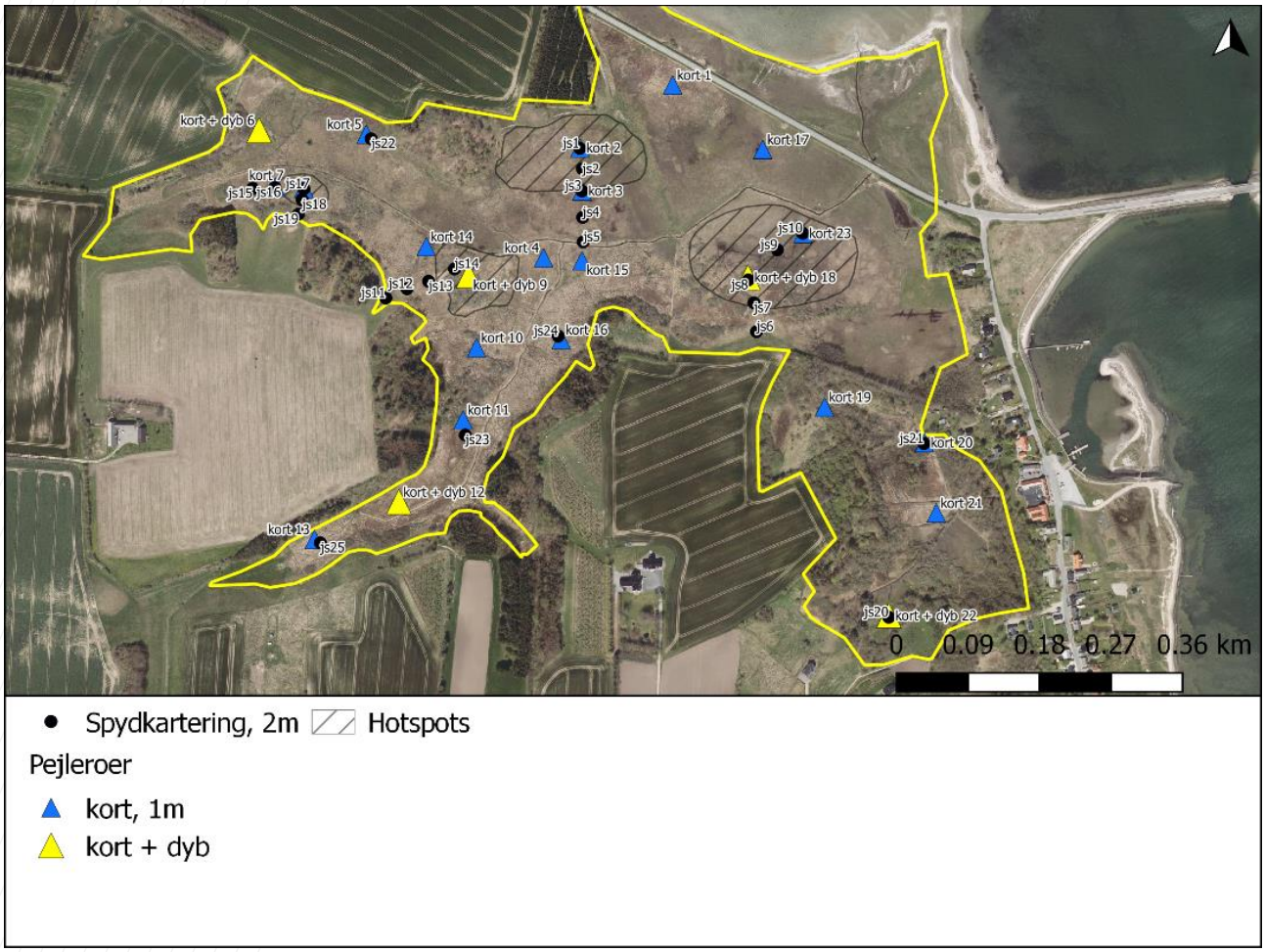


Figur 2-18 Geologisk snit udtrukket via kortfunktion på GEUS.dk, Brun/rød: sand. Brun-gul:ler, turkis: kalk/kridt

Indenfor selve projektområdet er der indsamlet data om den terrænnære geologi som potentielt kan være styrende for udstrømning af grundvand og for de vandkemiske forhold i kæret. Følgende undersøgelser er udført for at opnå en forståelse for kærets geologiske opbygning i relation til forekomst af rigkær:

- 5 håndboringer til en dybde på 2,3-4,8 meter
  - Jordprøver i 2-3 niveauer i dybe boringer til bestemmelse af jord-pH og brusetest
- 22 spydkarteringer til en dybde på 2m.
  - Jordprøver i rodzonen til bestemmelse af pH og brusetest
- 19 korte boringer (1m) til terrænnære filterrør

Figur 2-19 viser en oversigt over punkterne med information om de terrænære lag.



Figur 2-19 Overblik over lokationer, hvor der er indsamlet viden om den overfladenære geologi. Betegnelsen JS i labels på kortet angiver at et jordspyd er benyttet.

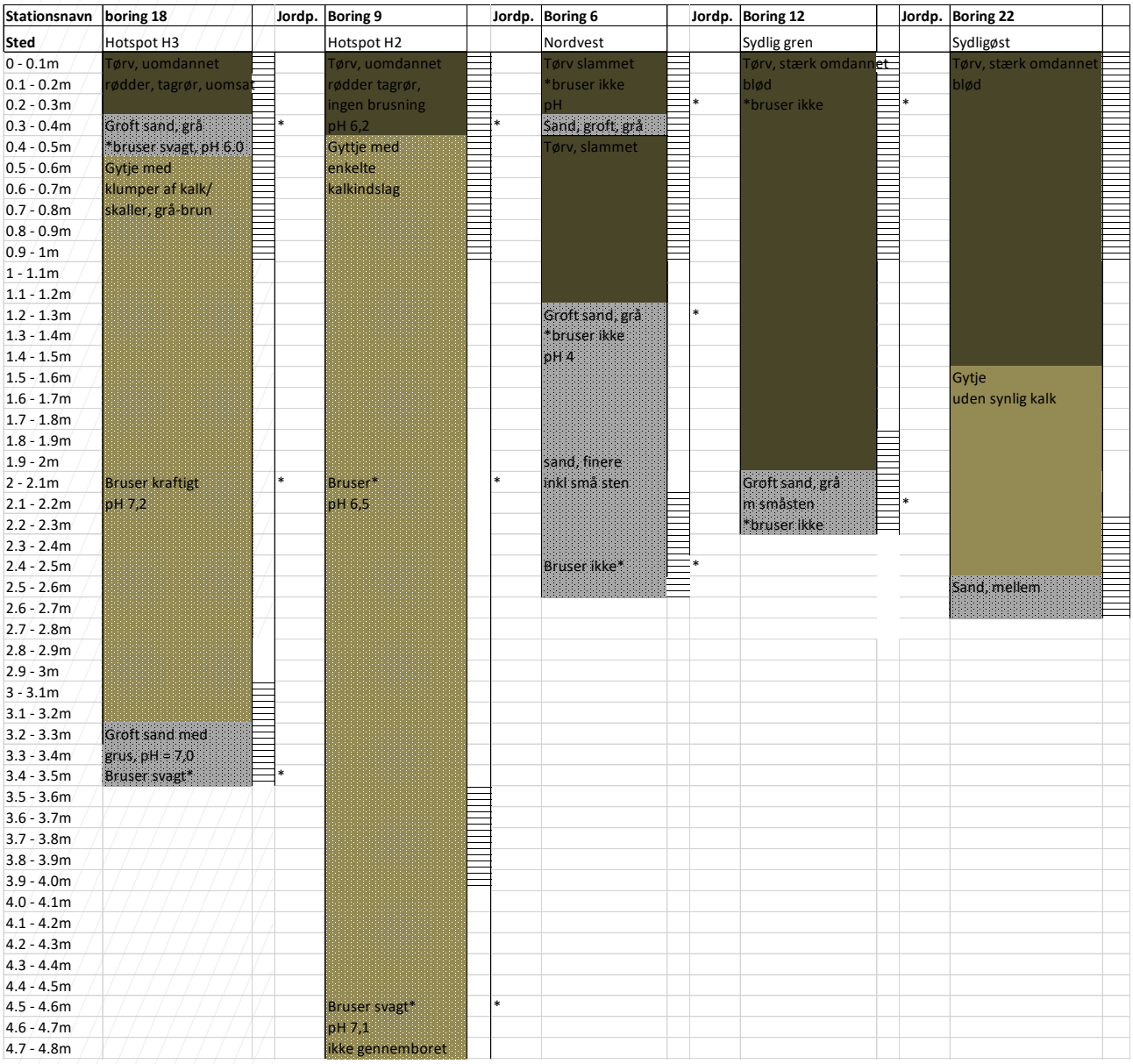
2.3.2 Dybe håndboringer

Ved etablering af de 5 håndboringer til en dybe på 2,3 – 4,8 mut. er der boret så dybt som praktisk muligt med håndbor. Formålet har været at få kendskab til den terrænnære geologi og at filtersætte et pejlerør i et (væsentligt) vandførende lag under kæret, samt et terrænnært pejlerør. Boreprofiler for de 5 håndboringer vises på Figur 2-21. I de to boringer (nr. 9 og nr. 18), som er placeret i hotspots, er der fundet et tykt lag af kalk-gytje – en formodet ferskvandsaflejring, med tydelige kalkskaller, se billedet på Figur 2-20. I boring 9 er der ikke truffet et vandførende lag i 4,8 meters dybde, og der er således filtersat i gytje.

I boring 22 er der også mødt gytje, men her uden synligt indslag af kalk.



Figur 2-20 Foto af kalkgytje ved boring 18 (det østligste hotspot, nr. 3).

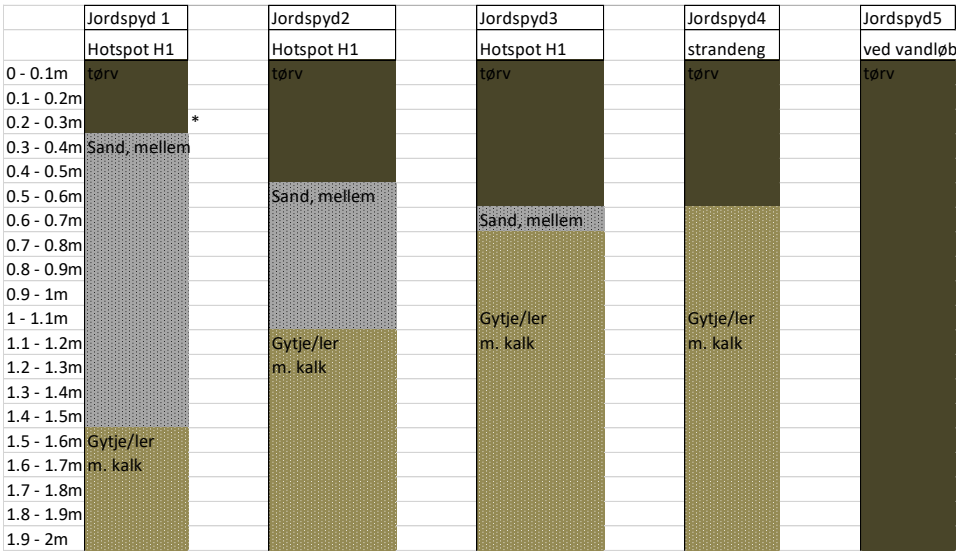


*Figur 2-21 Boreprofiler for 5 dybe håndboringer i Hellerød Kær. * jordprøve udtaget og brusetest samt pH måling udført.*

2.3.3 Spydkarteringer til 2m dybde

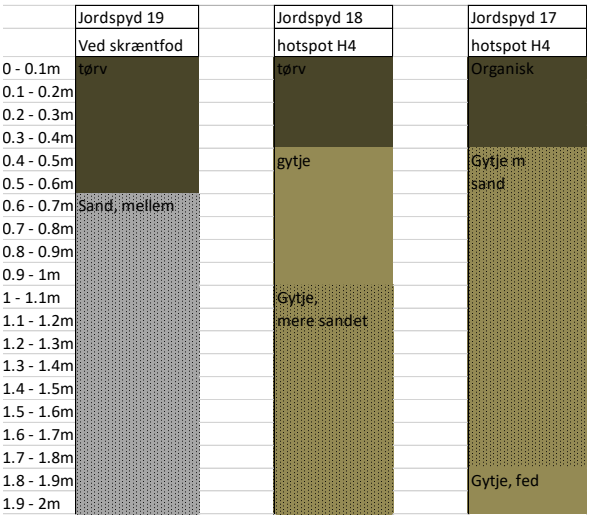
I afsnittet vises en grafisk oversigt over indholdet i udvalgte spydkarteringer langs transekter.

Figur 2-22 viser boreprofiler gennem hotspot H1 gående fra nord mod syd.



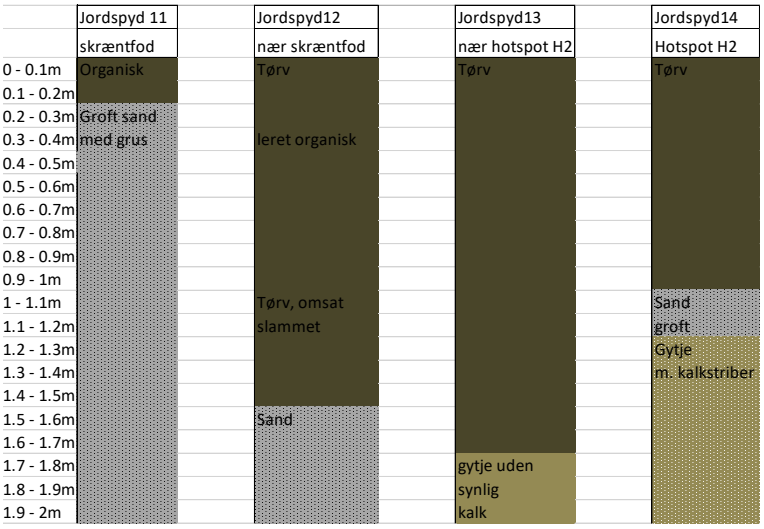
Figur 2-22 Profil gennem Hotspot H1 gående fra nord (nær skrænfod) mod syd ved vandløbet. (Placeringer af spydkarteringerne fremgår af Figur 2-19)

Figur 2-23 viser et profil gennem Hotspot H4 gående fra syd (nær skrænfod) mod nord ved vandløbet.



Figur 2-23 Profil gennem Hotspot H4 gående fra syd (nær skrænfod) mod nord ved vandløbet. (Placeringer af spydkarteringerne fremgår af Figur 2-19)

Figur 2-24



Figur 2-24 Profil gennem Hotspot H2 (primær forekomst af sumphullæbe) gående fra syd (nær skrændtfod) mod nord ved H2. (Placeringer af spydkarteringerne fremgår af Figur 2-19)

Figur 2-25 viser spydkarteringer langs et profil fra syd mod nordøst gennem Hotspot H3.

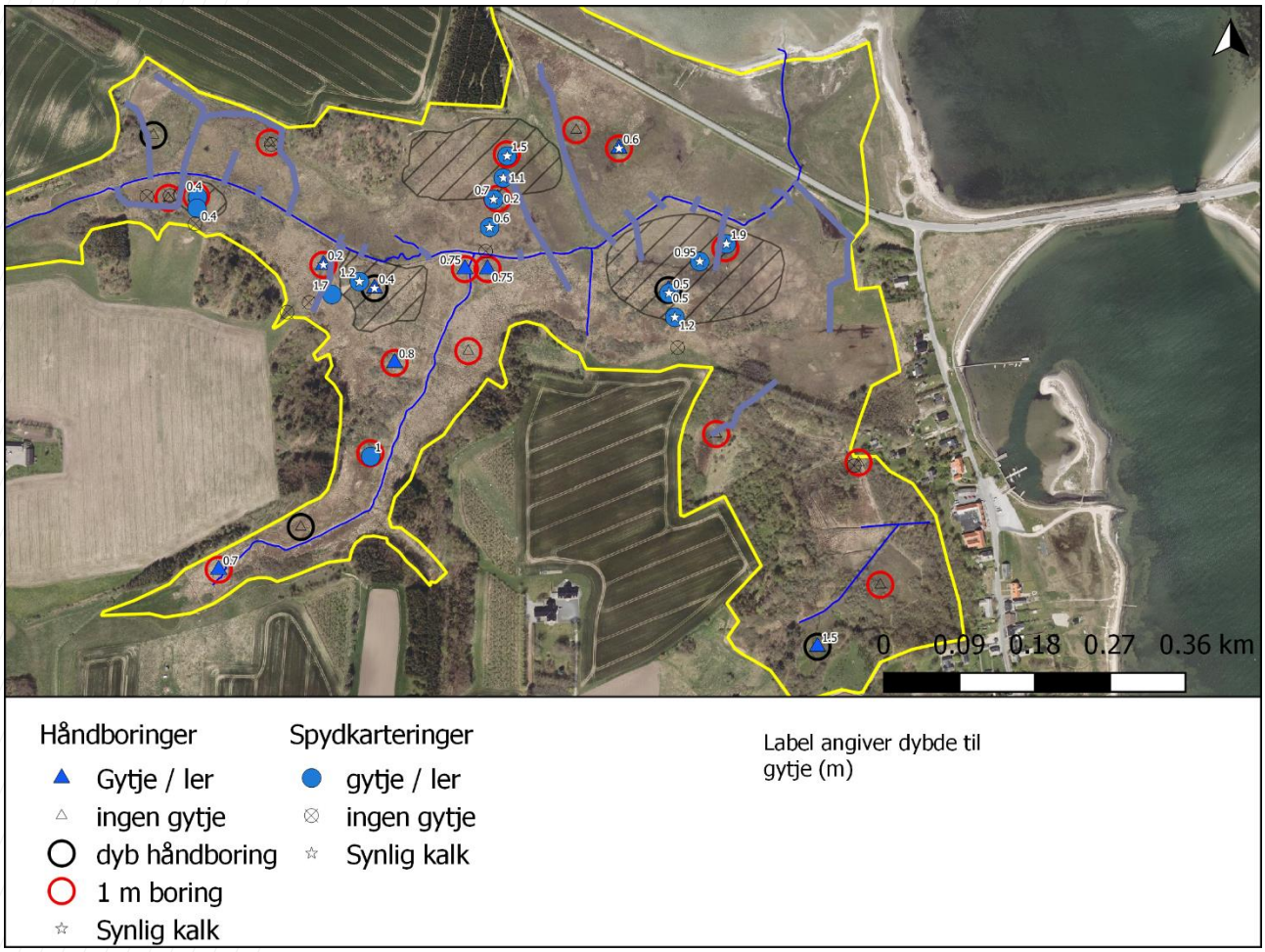


Figur 2-25 Spydkarteringer langs et profil fra syd mod nordøst gennem Hotspot H3.

2.3.4 Udbredelse af gytje og forekomst af synlig kalk

På Figur 2-26 vises er der fokuseret på udbredelsen af gytje og det er vist, hvor der er observeret synlige skaller / kalk i gytjen.

Der ses af Figur 2-26 en bemærkelsesværdig sammenhæng mellem udbredelse af kalkgytje og de mest velfungerende rigkærsområder i dag. Dog skal det understreges, at gytje og kalkgytje ikke er afdækket i alle områder. Der hvor gytjen ikke er fundet kan den godt være tilstede i lidt større dybde under terræn.



Figur 2-26 Dybde til gytje og visning af gytje med synlige indslag af kalk. Punkter uden label betyder, at der ikke er mødt gytje indenfor boringens dybde.

2.4 Hydrologiske undersøgelser

2.4.1 Grundvand i kæret

Der er opsat 5 stationer med et dybt og et kort pejlerør i kæret med henblik på at måle vandstandsvariationer og trykforhold mellem overfladen og et dybere vandførende lag. Placering og navngivning af pejlestationerne er vist på Figur 2-19, mens boreprofiler og filtersætninger for pejlerørene er vist på Figur 2-21. Generelt er der meget stabile og terrænnære vandstandsforhold ved alle stationer. Der er ligeledes opadrettet trykgradient ved alle stationer.

Ved station nr. 6 er vandstanden målt i det korte rør steget fra 5 cm under terræn til 5 cm over terræn i perioden juni til februar 2018. Der er ingen tegn på udtørring i sommerperioden. Der er et betydeligt overtryk fra grundvandet i det dybe rør og dermed stort potentiale for indstrømning af grundvand hele året.

Ved station 9 er den terrænnære vandstand meget stabil 5-10 cm under terræn. Der ses ingen respons på tørre perioder i sommeren 2017. Trykniveauet i det dybe rør er meget langsomt ved at indstille sig, fordi filteret ikke er placeret i et

vandførende lag. Den meget langsomme indtrængning af vand i røret fortæller, at det underliggende gytje er lavpermeabelt. "Hakket" i kurven skyldes udtagning af vandprøve fra røreret. Forventningen er, at stationen vil vise et endnu større overtryk ved næste tømning. Det trykke lavpermeable lag betyder, at grundvandsudstrømningen ikke kan være stor, men til gengæld meget stabil og det kan være tilstrækkeligt til at understøtte rigkæret med vand, som er mættet af kalk fra gytjen.

Ved station 12 ligger vandstanden stabilt ca. 10 cm under terræn. Terrænkoten kan her være misvisende grundet en ujævn overflade eller usikkerhed på GPS-målingen. Der er et stort og stabilt overtryk i området.

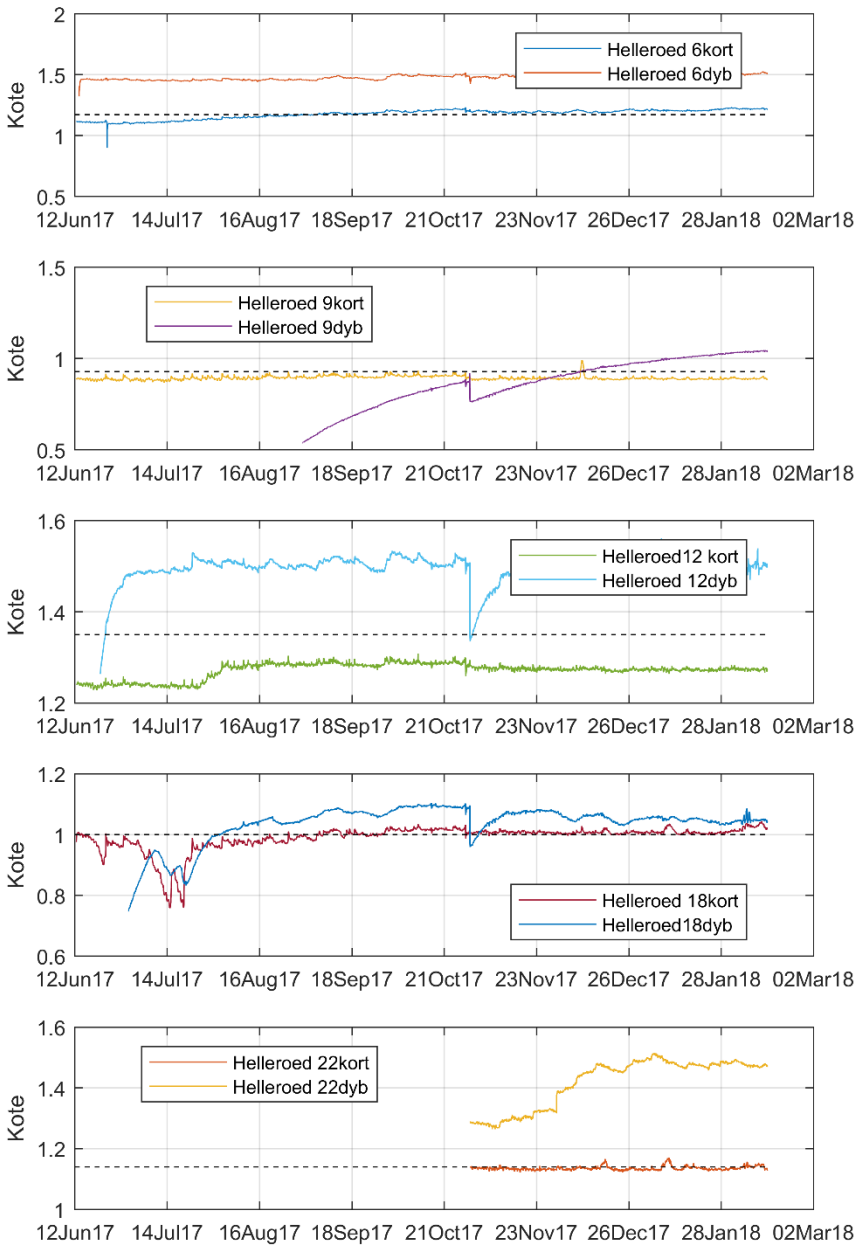
Ved station 18 (*Figur 2-27*) ses der en let udtørring / vandstandssænkning om sommeren 2017, mens vandstanden ligger meget højt, omkring terræn det meste af tiden. Der er 5-10 cm overtryk. Vandstandsforholdene her er dem, som minder mest om vandstanden målt i andre rigkær i Danmark, se fx (Pedersen, et al., 2010), (Johansen, Ecohydrological modelling of river valleys - PhD Thesis, 2011).

Tabel 2-5 opsummerer vandstandsforhold ved pejlestationer med dybt og kort pejlerør.

Tabel 2-5 Oversigt over vandstandsforhold ved stationer med både dybt og kort pejlerør

STATION	BESKRIVELSE	VANDSTAND	VARIATIONER	TRYKFORSKEL
6	Nord-vest, rigkær / potentielt rigkær	Nær terræn, stigende fra juni-oktober	+/- 5 cm. Ingen udtørring	30-35 cm overtryk
9	Rigkær med sumphullæbe	Stabil 3-10 cm under terræn	Små udsving ved nedbør. Ingen udtørring	Kendes ikke fordi den ikke er stabil endnu.
12	Potentielt rigkær	ca. 10 cm under terræn	Meget stabil	Ca. 45 cm overtryk
18	Rigkær, øst Let saltpåvirket	Meget vådt, vandstand ved terræn	Let tegn på sommerudtørring, ellers stabil	5-10 cm overtryk
22	§3-mose (Ikke kortlagt som potentielt rigkær)	Ekstremt vådt / oversvømmet	Helt stabil, oversvømmet periodisk	30 cm overtryk

Figur 2-27 viser vandstand og trykforhold ved de 4 ud af 5 stationer med loggere og kort + dybt pejlerør.



Figur 2-27 Vandstand i dybt og terrænært pejlerør ved vandstandsstation nr. 6, 9, 12, 18 og 22. Stiplet linje angiver terrænniveau med pejlerør.

Der er ligeledes pejlet i alle de korte pejlerør ved flere lejligheder. Data viser terrænnær vandstand og meget små udsving generelt for alle områder. Det er valgt ikke at vise enkeltpejlinger i rapporten pt. da de ikke viser nogle væsentlige forskelle.

Sammenfattende viser pejletidsserierne, at der er særdeles stabile vandstandsforhold og højtstående vandspejl i alle områderne. Nogle steder er

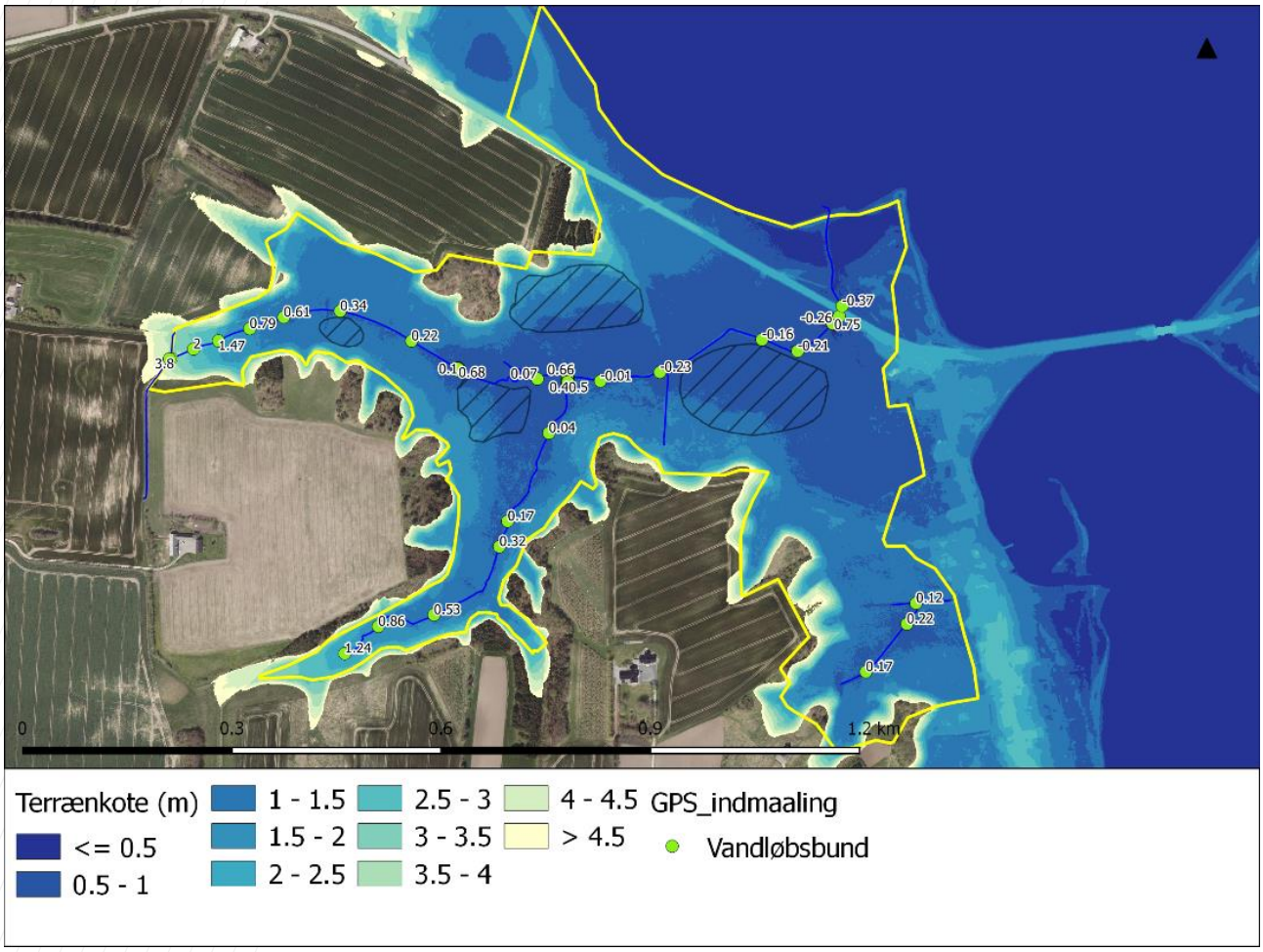
vandstanden endda over terrænniveau, hvilket er atypisk og formentlig uhensigtsmæssigt for rigkær. Store dele af kæret er ekstremt fladt og regnvand samt øvrigt overfladevand har dårlige muligheder for at trænge væk fra området.

2.4.2 Overfladevand

I dette afsnit beskrives afstrømningsforhold og tilførsel af overfladevand til kæret.

Største delene af området afvandes af Egebjerg Bæk, mens den sydlige del af kæret har eget udløb via rørføring til området omkring bådlejet ved Tambohuse.

Egebjerg Bæk har et fald på ca. 0,6 promille beregnet ud fra vandspejlskoten over de nederste 1.000 meter af vandløbet. På de nederste 500 meter er faldet mindre end 0,2 promille. Bundkoten på vandløbet ligger under kote 0 på de nederste 500 m. På *Figur 2-28* vises vandløbets bundkoter sammen med koten på det omkringliggende terræn.

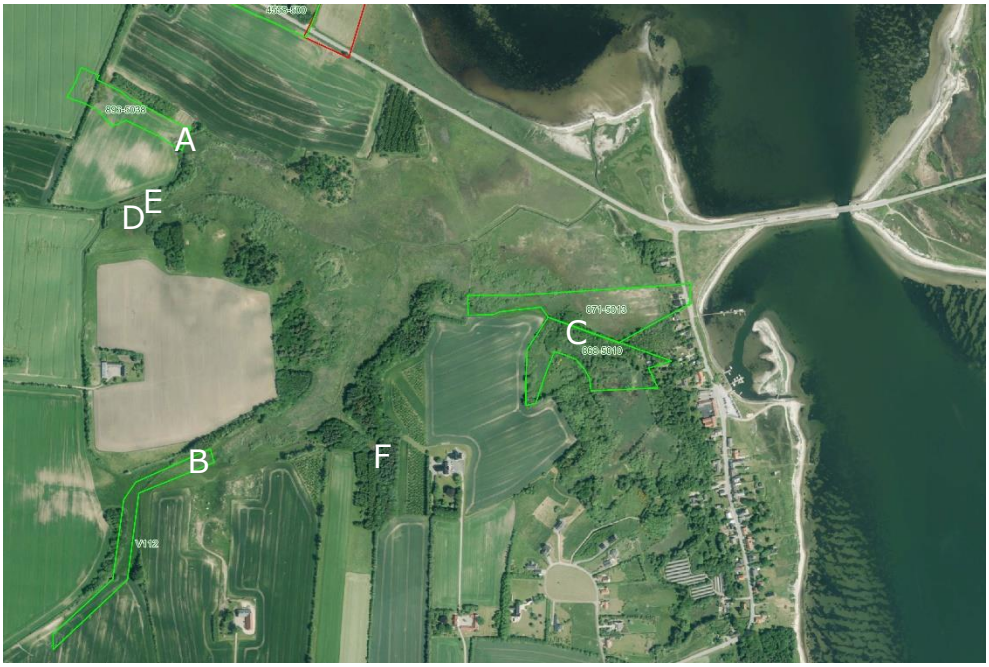


Figur 2-28 Vandløb med opmålte bundkoter i projektområdet

2.4.2.1 *Drænudløb med mulig tilførsel af næringsstoffer til kæret.*

Der er indhentet drænoplysning fra Orbicon's drænarkiv for at lokalisere potentielle kilder til næringsberiget overfladevand i kæret. På *Figur 2-29* vises de drænprojekter som er relevante. Projekterne som er benævnt A og B ligger på kanten til kæret og afvander til kæret. Der er udtaget vandprøve ved A, mens

selve udløbet ved B ligger gemt under overfladen. Det er dog konstateret forholdsvis sikkert ved inspektion, at drænområde B giver vand til området. De øvrige kendte drænprojekter ligger internt i kæret og er her til sammen kaldet drænprojekt C. Ved markering D er der desuden fundet udløb af drænrør, som ikke var vandførende (d. 30. november 2017). Ved markering E er det synligt drænudløb og der løber formentlig flere dræn til i grøften, som kommer fra oplandet mod vest. Der er udtaget vandprøve i grøften. Ved F er der lokaliseret et formodet spildevandsudløb, hvor der er udtaget vandprøve i det største af de 2 rør, som var vandførende d. 30.november 2017, se også *Figur 2-30*.



Figur 2-29 Oversigt over drænprojekter fra Orbicons drænarkiv (grøn afgrænsning), her benævnt A, B, C. Derudover er der fundet drænudløb ved D, E, og F.



Figur 2-30 Formodet udløb af spildevand i den sydvestlige del af kæret ved markering F (omtrent xutm: 474400; 6276850).

Vandprøver er udtaget for at vurdere de lokaliserede drændtilløb til kæret i forhold til den næringsbelastning de udgør. Dette er afrapporteret i afsnit 2.5 *Vandkemiske forhold.*

2.4.2.2 *Vandføring*

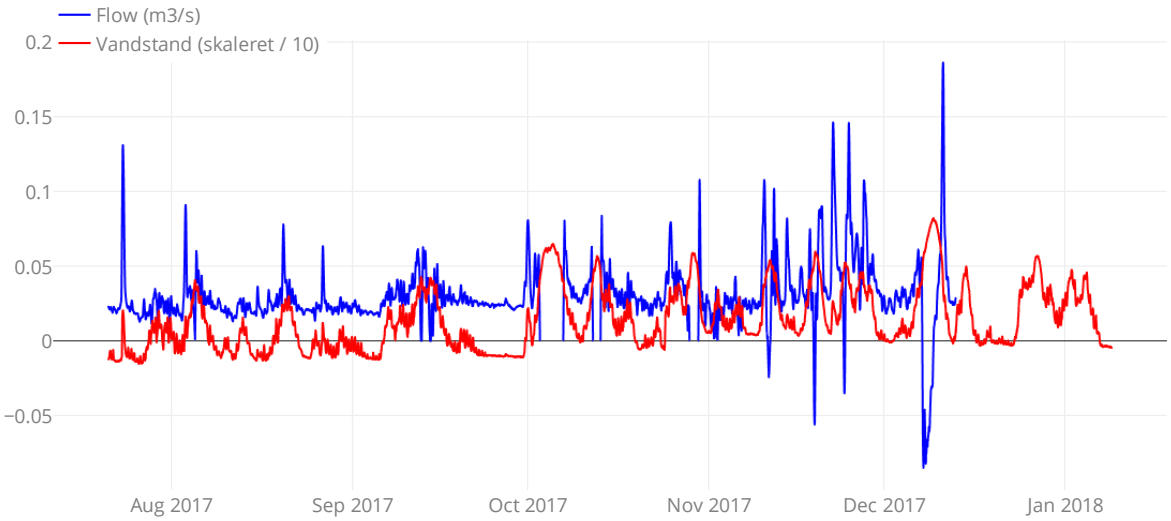
Der er målt synkronvandføring d. 23. juni 2017 i 5 punkter i kæret, og resultaterne vises på Figur 2-31. På Egebjerg Bæk er der målt en relativt stor tilvækst i vandføring i kærets centrale del omkring de botaniske hotspots, hvor der findes sumphullæbe. Tilløbet fra syd bidrager med en større vandføring end den vestlige forgrening af Egebjerg Bæk. På bækkens øvre vestlige del er målingen angivet til 0 l/s. Dette kan være misvisende. Vandhastigheden var så langsom, at det var udenfor propellens måleområde, men da tværsnittet var forholdsvis dybt og der visuelt var en vandbevægelse, så har vandføringen været > 0 l/s. Der havde været nedbør i området dagen før målingen, men om det har ramt lokalt ved Hellerød Kær vides ikke. Målingerne tyder på en relativt tør situation.



Figur 2-31 Synkronvandføringsmåling 23. juni 2017

Figur 2-32 viser vandføringstidsserien målt i Egebjerg Bæk ved udløbet i perioden 21. juli 2017 til 8. januar 2018. Vandføringen måles med en akustisk doppler, som er placeret ca 25 m opstrøms Jegindøvej før udløbet til Limfjorden. Den størst målte vandføring er på 210 l/s d. 11. december 2017. Vandføringen er målt i forbindelse med en højvandssituation, og den maksimale vandføring indtræffer på det tidspunkt, hvor vandet i fjorden trækker sig tilbage igen. Langt de fleste store vandføringer er målt i situationer, hvor der også har været forhøjet vandstand i fjorden. Minimumsvandføringen ligger omkring 15 l/s. Der er målt langt mindre vandføringer (endda negative) men det skyldes tidsvandspåvirkningen og er ikke et udtryk for, at bækken er ved at tørre ud eller at ferskvandstilførslen ikke finder sted.

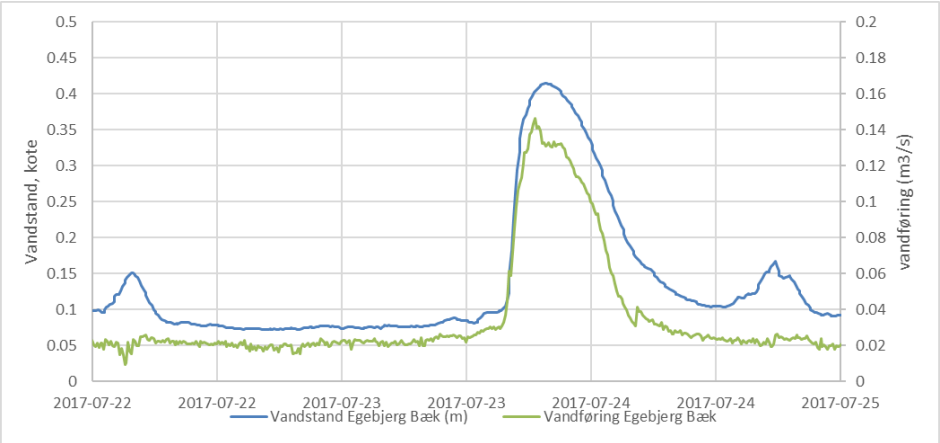
På *Figur 2-32* vises også vandstandskoten i vandløbet ved vandføringsstationen – dog skalere med en faktor 10. Vandstanden varierer mellem kote -0,15 m og 0,8 m. Vandløbets bundkote ved målestationen ligger ca. i kote -0,3 m.



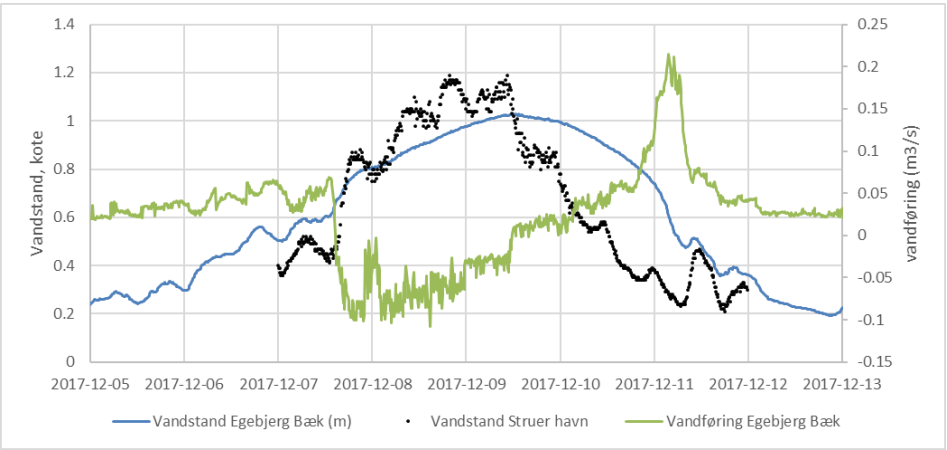
Figur 2-32 Vandføring målt ved udløbet af Egebjerg Bæk. (Tryk kontrol og klik på figuren for at se en interaktiv graf af vandstand og vandføring).

På Figur 2-33 er der zoomet ind på sammenhængen mellem vandstand og vandføring under en regnhændelse den 23. juli 2017, hvor der ikke er forhøjet vandstand i Limfjorden. Her ses det tydeligt, at stigningen i vandføring sker først, men at vandstanden stiger næsten momentant derefter. En privat vejrstation (ingen kvalitetssikring) i Struer indikerer en nedbør på ca. 40 mm d. 23. juli 2017. På samme figur ses effekten af en almindelig tidsvandssituation den 22. juli 2017, hvor vandstanden stiger, men vandføringen derimod falder fordi fjordvandet presser sig på.

På Figur 2-34 zoomes ind på en højvandssituation, som strækker sig over nogle dage fra d. 7. til d. 11. december 2017. I denne periode faldt der kun få mm nedbør i området. Vandføringen i Egebjerg Bæk var før og efter hændelsen på ca. 25 l/s. Højvandssituationen medførte her en indstrømning fra fjorden til kæret på op til 100 l/s, mens fjordvandet steg. Da fjordvandet igen sænkede sig blev der målt en udstrømning til fjorden på op til 200 l/s, som ikke kan relateres til nedbør, men alene var opstuvet vand fra bækken samt den mængde saltvand, der var strømmet ind.



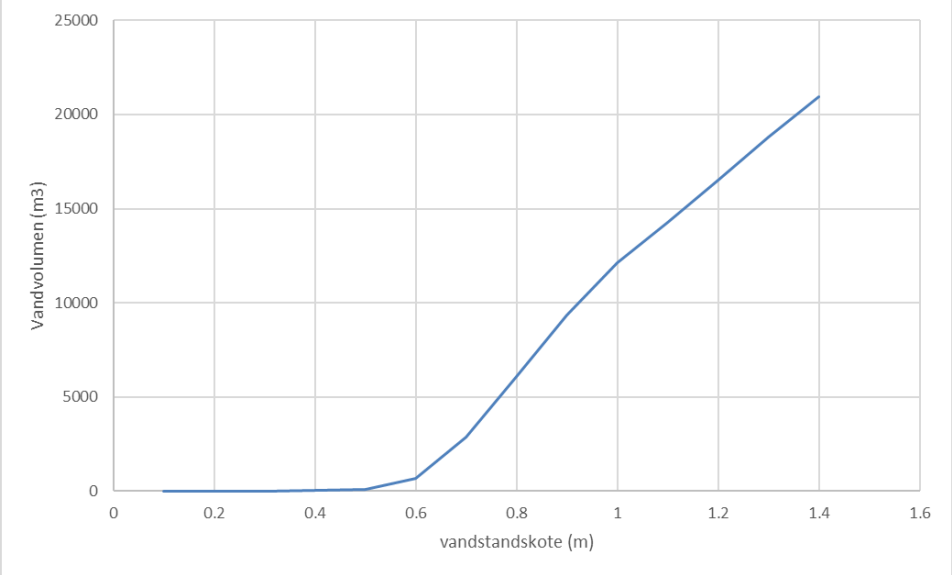
Figur 2-33 Sammenligning af vandstand og vandføring under regnhændelse 23. juli 2017.



Figur 2-34 Sammenligning af vandstand og vandføring under højvandssituation 6.-17. december 2017.

Der er analyseret yderligere på oversvømmelsessituationen 7. til 11. december 2017 og beregnet, at der fra d. 7. december 2017 kl. 14:46 og 45 timer frem strømmer ca. 9.000 m^3 fjordvand ind i Hellerød Kær. I samme periode er det anslået, at der strømmer ca. 4.000 m^3 ferskvand til kæret (25 l/s) svarende til vandføringen før/efter højvandshændelsen.

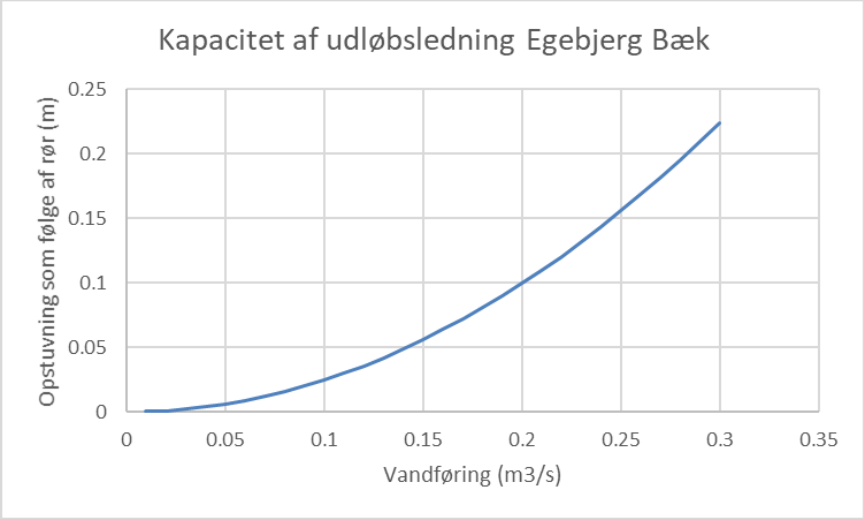
Figur 2-35 viser sammenhængen mellem vandstand i kæret og vandvolumen i en oversvømmelsessituation, baseret på en GIS-analyse af terrænmodellen. Formålet med denne GIS analyse er at kunne afbilde sammenhængen mellem vandstand og vandvolumen i kæret. Her kan det aflæses, at en vandstand på kote 1,03 m svarer til omtrent 12.800 m^3. Dette er meget fint i overensstemmelse med den analyserede situation ovenfor, hvor der estimeres at være opstuvet 13.000 m^3 vand i kæret.



Figur 2-35 GIS-baseret analyse af sammenhæng mellem vandvolumen og vandstand i kæret i en oversvømmelsessituation.

2.4.2.3 *Hydraulisk kapacitet af udløbsrør fra Egebjerg Bæk til Limfjorden*

Ved udløbet af Egebjerg bæk til Limfjorden er der en rørunderføring under Jegindøvej. Røret har en diameter på 500 mm og er 15 meter langt. Der er foretaget en beregning med Manningformlen for et fuldtløbende rør for at belyse kapaciteten af udløbsledningen, som vises på *Figur 2-36*. Der er antaget et Manningtal på 50 til beskrivelse af rørets ruhed. Det kan aflæses af *Figur 2-33*, at der er målt en opstuvning i Egebjerg Bæk på 34 cm ved en vandføring på 130-140 l/s. I samme tidsrum er der dog alm højvandssituation i Limfjorden og det er ikke rigtigt muligt at udlede den faktiske stuvning, som skyldes røret. Den teoretisk beregnede stuvning ved 140 l/s er ca. 5 cm.

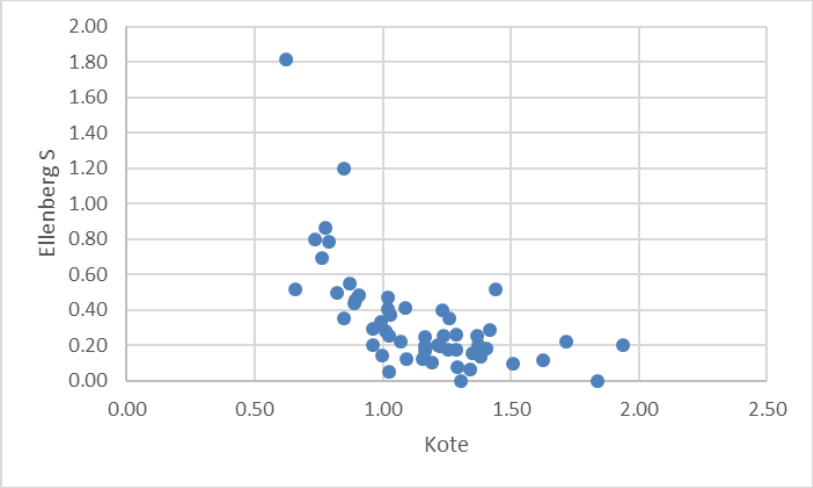


Figur 2-36 Sammenhæng mellem tryktabet i udløbsledningen under Jegindøvej og vandføringen i Egebjerg Bæk

Kapaciteten af udløbsrøret er tilstrækkelig til at lede overfladevandet fra kæret ud i fjorden uden at give uhensigtsmæssige oversvømmelser med næringsberiget vand i kæret. Det er høj primært vandstand i fjorden, der kan give anledning til oversvømmelse i kæret og ikke udløbsrørets dimension.

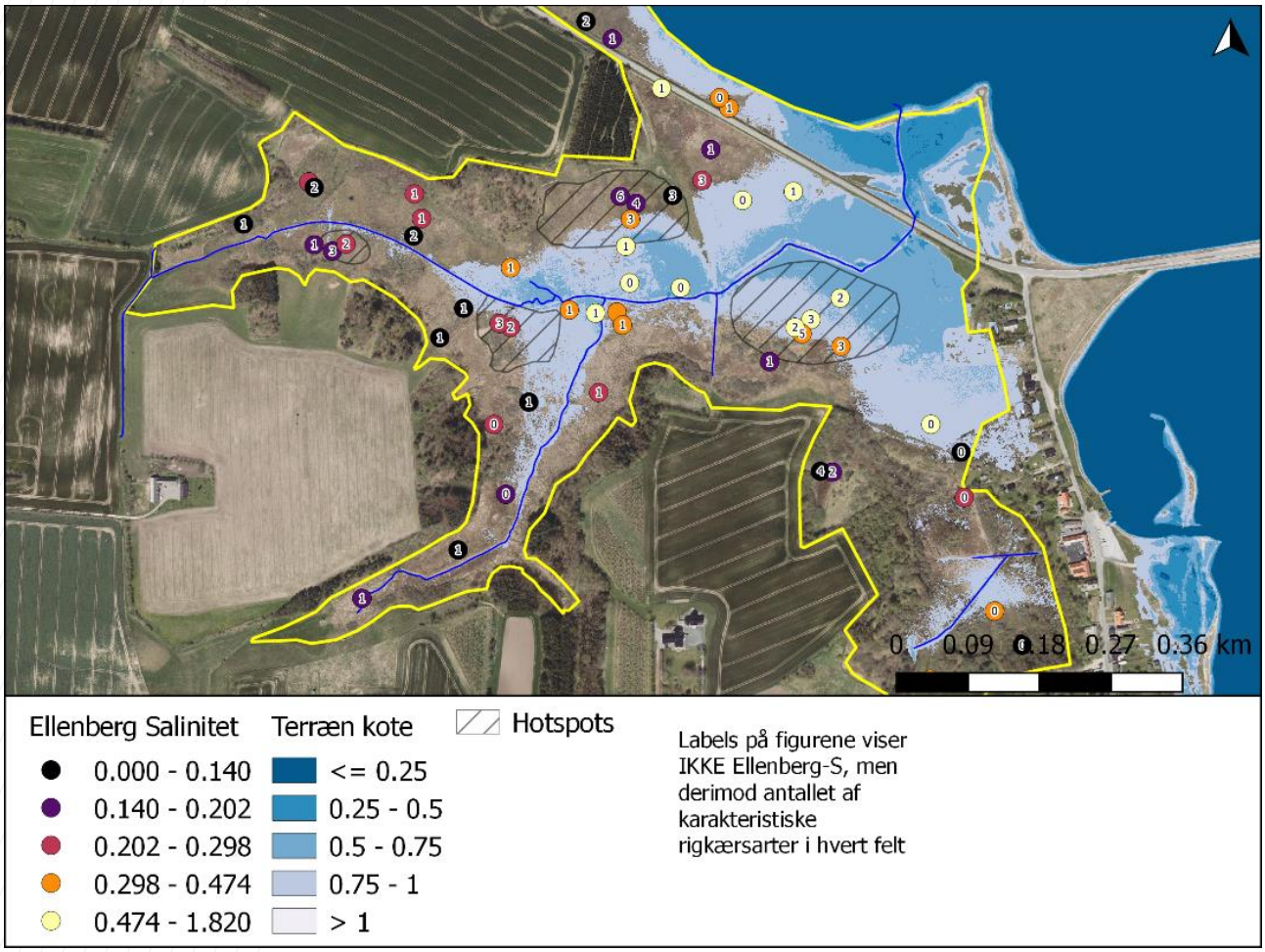
2.4.3 Marin påvirkning

Der er en klar marin påvirkning af vegetationen på de lavtliggende arealer i Hellerød Kær. Dette afspejler en helt naturlig overgang mellem de grundvandspåvirkede arealer og de arealer, som periodisk oversvømmes af fjorden. Naturtilstanden på arealer med kortlagt strandeng er desuden god.



Figur 2-37 Sammenhæng mellem terrænkote og Ellenberg Salinitet.

På *Figur 2-38* vises en analyse af den saltpåvirkning, som vegetations-sammensætningen indikerer, udtrykt ved den gennemsnitlige Ellenberg-S værdi og illustreret sammen med de lavtliggende områder i kæret. Der er en marginal topografisk forskel (10-20 cm) på de områder, som er de bedste rigkær og de områder, som er tydeligt saltvandspåvirkede. Med de forventede fremtidige middel-havspejlsstigninger 30-50 år frem på 30 cm (Sørensen, Madsen, & Knudsen, 2013) så vil denne grænse angiveligt blive flyttet på bekostning af arealer, hvor der i dag er rigkær.



Figur 2-38 Saltpåvirkning udtrykt ved den vegetationsafledte Ellenberg-S vist sammen med topografien for den del af området, som ligger under kote 1,0 (DVR90). Farverne afspejler Ellenberg-S, mens labels angiver antallet af karakteristiske rigkærsarter.

I den periode hvor der er overvåget indtil nu (t.o.m. januar 2018) er der registreret en maksimal vandstand i Struer og Lemvig på ca. 1,2 m med en vandstand i kæret som følge på ca. 1,03 m. Ekstremstatistikken (Sørensen, Madsen, & Knudsen, 2013) siger, at en vandstand i Lemvig Havn på 1,2 m svarer til en 1-års hændelse, mens en 5 års hændelse ligger på ca. 1,6 m. I forhold til vegetationen i områdets rigkær vurderes ekstremhændelserne mindre relevante, men hændelser som forekommer flere gange årligt vil forventeligt kunne påvirke vegetationssammensætningen. Hvis middelvandstandsstigningen på 30 cm bliver virkelighed om 30-50 år så vil vandstanden på den estimerede årligt tilbagevendende vandstand i kæret på 0,8 m blive til 1,1 m. I så fald vil alle de botanisk mest interessante områder blive berørt, jf. *Figur 2-38*.

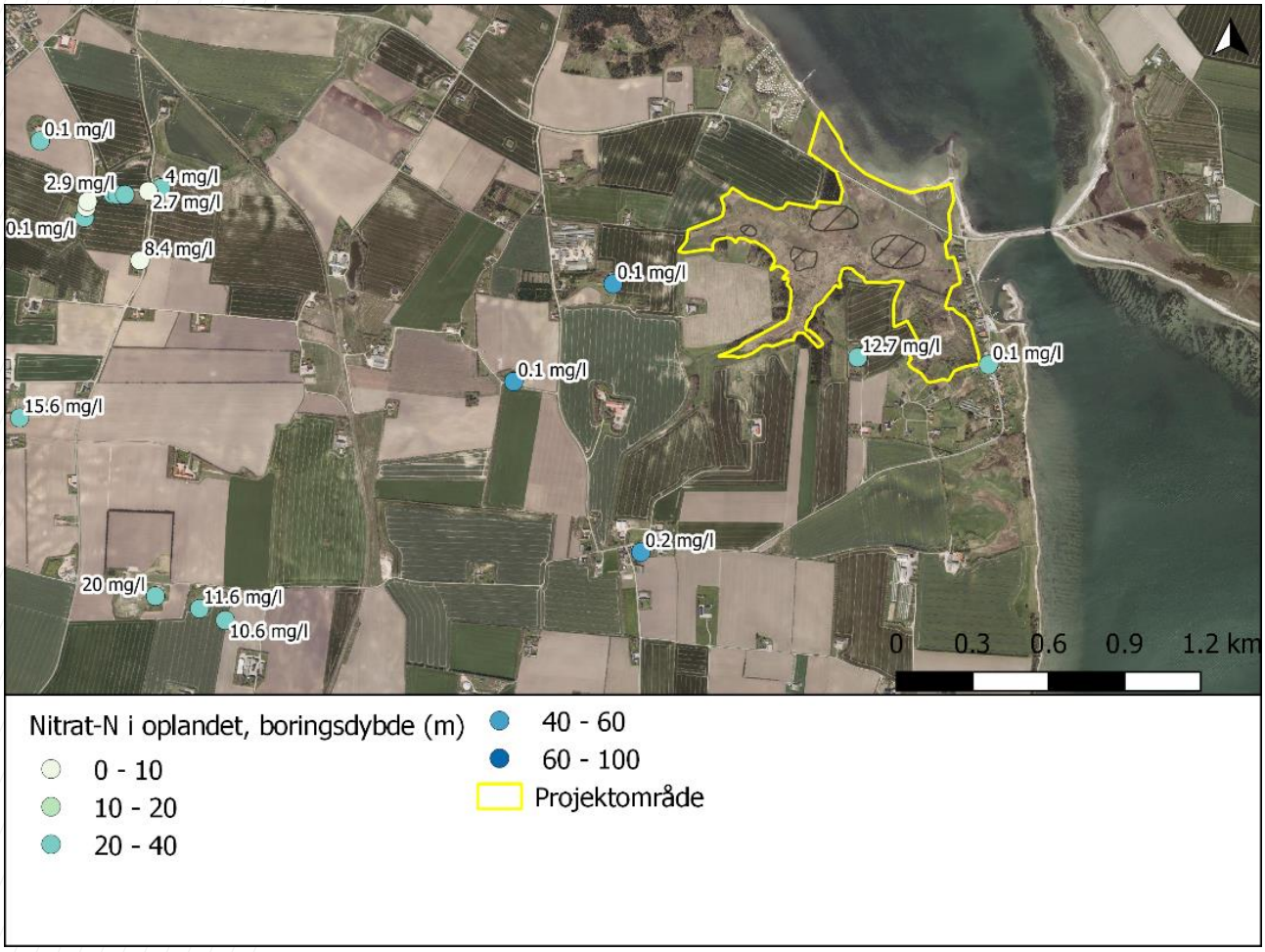
Ovenstående peger på, at det vil være nødvendigt at sætte et højvandslukke på udløbet fra Egebjerg bæk for at opretholde rigkær i de områder, hvor de findes i dag. Dette vil potentielt kunne medføre, at rigkærene breder sig til de lavereliggende arealer på bekostning af strandeng.

2.5 Vandkemiske forhold

For at lokalisere eventuelle næringsstofkilder til kæret og næringsstatus i selve projektområdet er gennemført følgende:

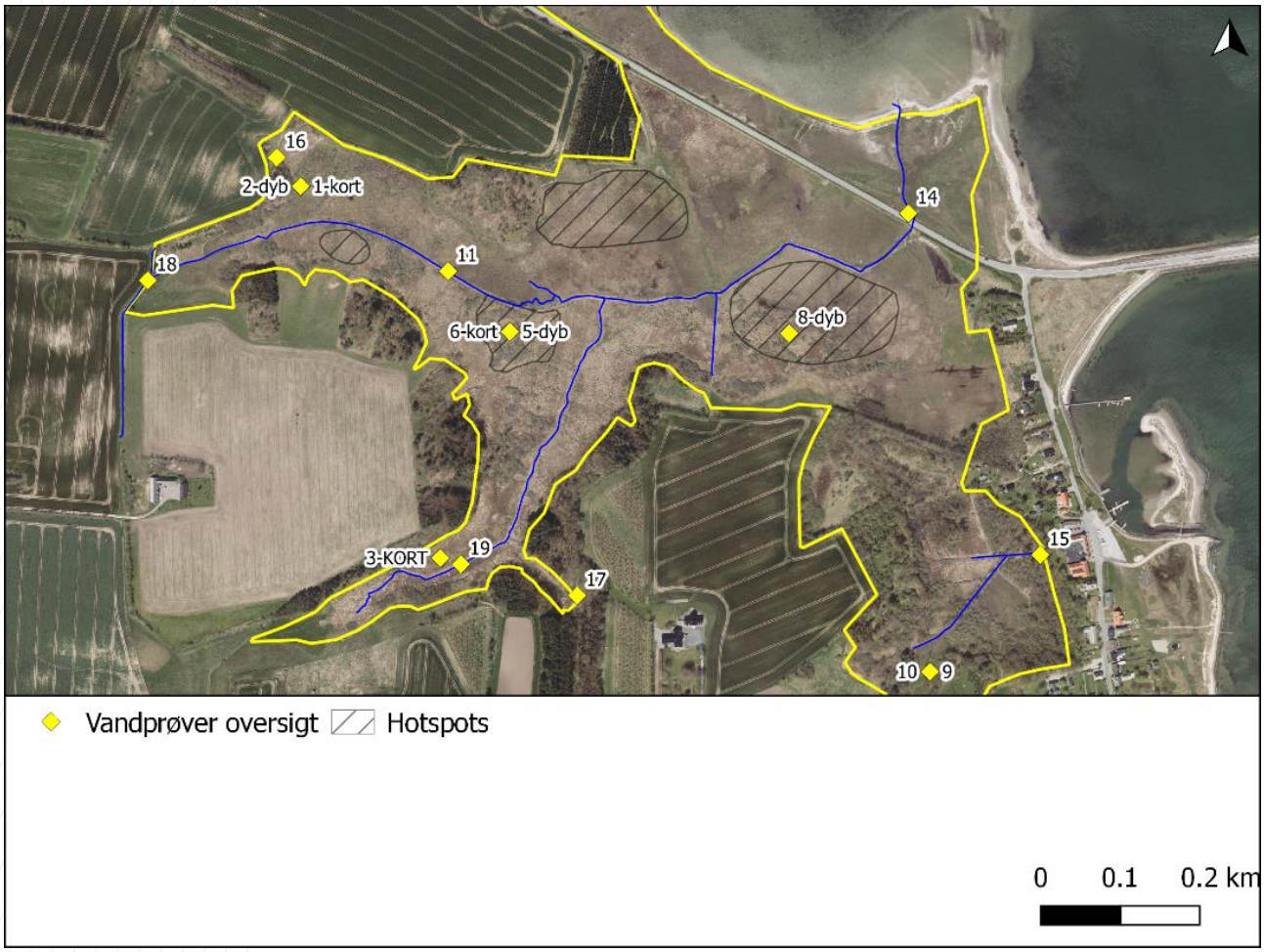
- Udtræk af nitrat og pH i grundvand fra Jupiterdatabasen i nærliggende boringer
- Udtagning af 16 vandprøver i kæret i både indløb til kæret og i piezometerrør i de våde områder. Både velfungerende og ikke velfungerende områder er repræsenteret. Der er analyseret for total-N, NO3-N, Total-P og Orto-P (plantetilgængeligt P).

Figur 2-39 viser nitratkoncentrationer i grundvandsboringer i oplandet til kæret. Koncentrationerne er omregnet fra Nitrat til Nitrat-N for at de kan sammenlignes direkte med analyser fra vandprøver i kæret. Resultaterne for grundvand i oplandet giver ikke et entydigt billede, men det kan konkluderes, at der nogle steder er høje nitratkoncentrationer. Syd for mosen er der målt 12,7 mg NO3-N pr. L, hvilket er over drikkevandskriteriet. pH værdier i grundvandet er ikke vist på en figur, men for relevante boringer, som grænser op til kæret, er det fundet pH i grundvandet mellem 7 og 8.5, hvilket ligger indenfor rigkærenes forventede præferencer.



Figur 2-39 Nitrat-N i boringer i oplandet til Hellerød Kær. Farven indikerer boringens dybde, mens label viser Nitrat-N koncentrationen.

På *Figur 2-40* vises en oversigt over, hvor der er udtaget vandprøver til næringsstofanalyser. Prøverne er udtaget henholdsvis 30. oktober og 30. november 2017.



Figur 2-40 Navngivning af vandprøver udtaget langs kanten af kæret i dræn eller grøfter og indenfor naturområderne i piezometerør.

Analyseresultater for de 16 udtagne vandprøver vises i *Tabel 2-6*. I (Pedersen, et al., 2010) konkluderes det, at typiske niveauer for Nitrat-N i rigkær ligger under 1 mg NO3-N/L og at de bedste lokaliteter ligger under 0,3 mg NO3-N/L. I Hellerød Kær er der i rodzonen generelt målt meget lave nitratkoncentrationer. Kun i det sydlige område ved prøve nr. 10 er der målt for høj koncentration (2,4 mg NO3-N/L) til at man kan forvente forekomst af nøjsomme rigkærsarter. Den absolut højeste koncentration af Nitrat-N findes ved et formodet spildevandsudløb (prøve nr. 17) i kærets sydvestlige del. Selvom koncentrationerne her er store er det uvist, om den samlede årlige belastning herfra har betydning længere nede i kæret, da vandføringen forventeligt er beskeden. I kærets vestlige del er der målt relativt høje koncentrationer i det vand som løber ind fra dræn/grøfter ved prøve nr. 16 og 18. Der er dog tale om et niveau (7-8 mg Total-N/L), som ofte forekommer i danske vandløb.

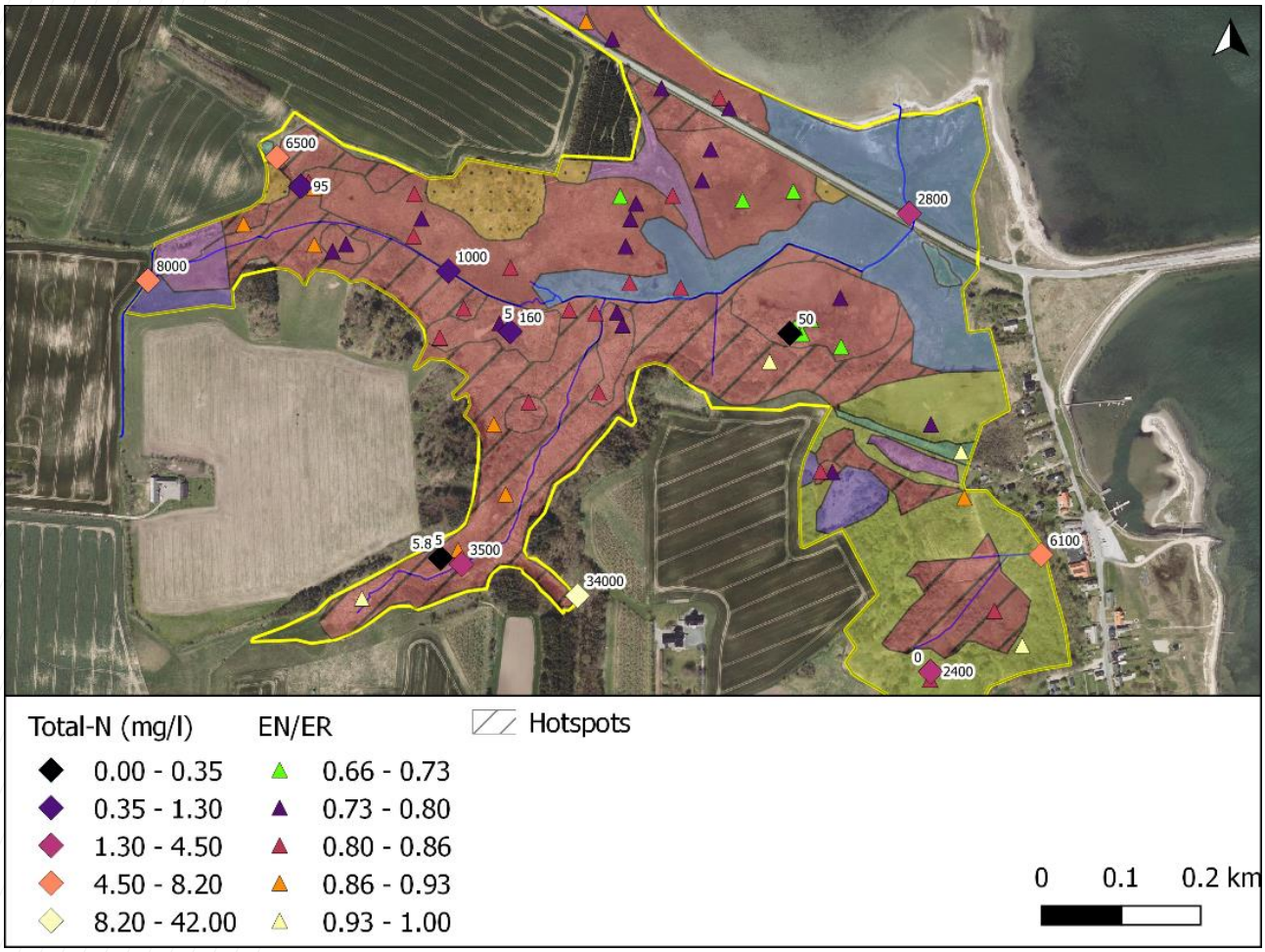
Generelt er der for vandløbsvand og drænvand målt sammenlignelige koncentrationer af Total-N og Nitrat-N, mens der i pejlerør er en betydelig forskel.

Der er 2 mulige forklaringer, når det kommer til pejlerørene. Der kan være N på ammoniumform, $NH4^+$, fordi der er tale om iltfri forhold eller der kan være et organisk N bidrag grundet urenheder i vandet udtaget i pejlerør. Der forventes ikke væsentlige ammonium-koncentrationer og derfor er der formentlig tale om at organisk stof (urenheder) giver et Total-N indhold, som ikke reelt er plantetilgængeligt.

Tabel 2-6 Resultater af vandprøver udtaget i kæret. Placering fremgår af Figur 2-40.

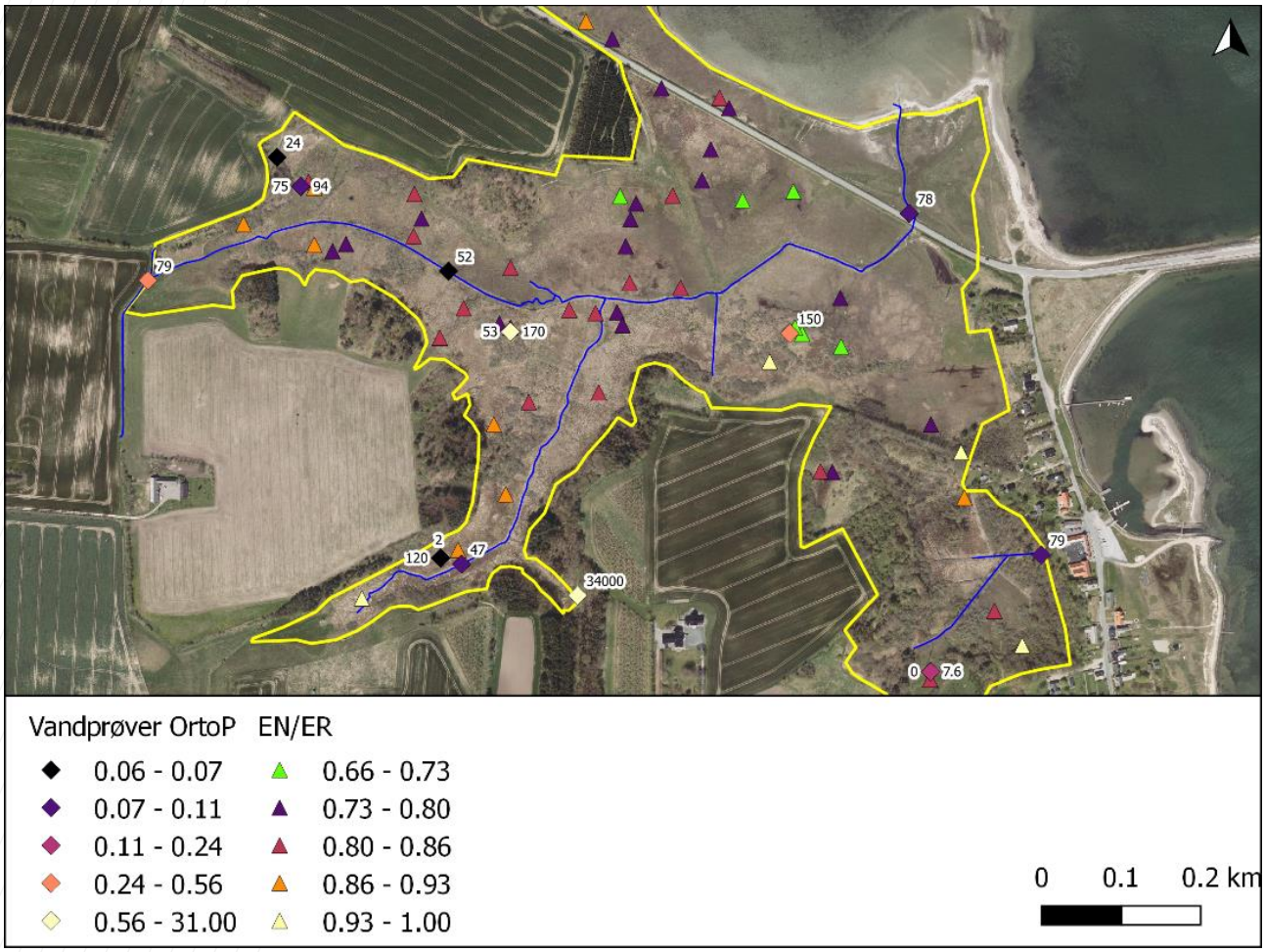
VANDPRØVE NAVN	BEMÆRKNING	TOTAL-N (MG/L)	NITRAT-N (MY-G/L)	TOTAL-P (MY-G/L)	FOSFAT-P (MY-G/L)
1-kort	Kort filter	0.24	5.3	560	94
2-dyb	Dybt filter	0.2	95	110	75
3-kort	Kort filter	0.62	5	230	120
4-dyb	Dybt filter	0.35	5.8	55	2
5-dyb	Dybt filter	1.2	5	290	170
6-kort	Kort filter	0.72	160	700	53
8-dyb	Dybt filter	0.65	50	560	150
9-dyb	Dybt filter	0.74	0	69	0
10-kort	Kort filter	4.5	2400	240	7.6
11	Vandløb	1.3	1000	75	52
14	Vandløb	3.9	2800	78	78
15	Grøft	7.9	6100	110	79
16	Dræn / grøft	6.7	6500	64	24
17	Dræn / spildevand	42	34000	31000	34000
18	Grøft	8.2	8000	440	79
19	Vandløb	4.1	3500	110	47

På *Figur 2-41* vises Nitrat-N koncentrationer (mikro-g/l) sammen med en illustration af den næringsbelastning, som vegetationssammensætningen afspejler, udtrykt ved ”næringsratio”.



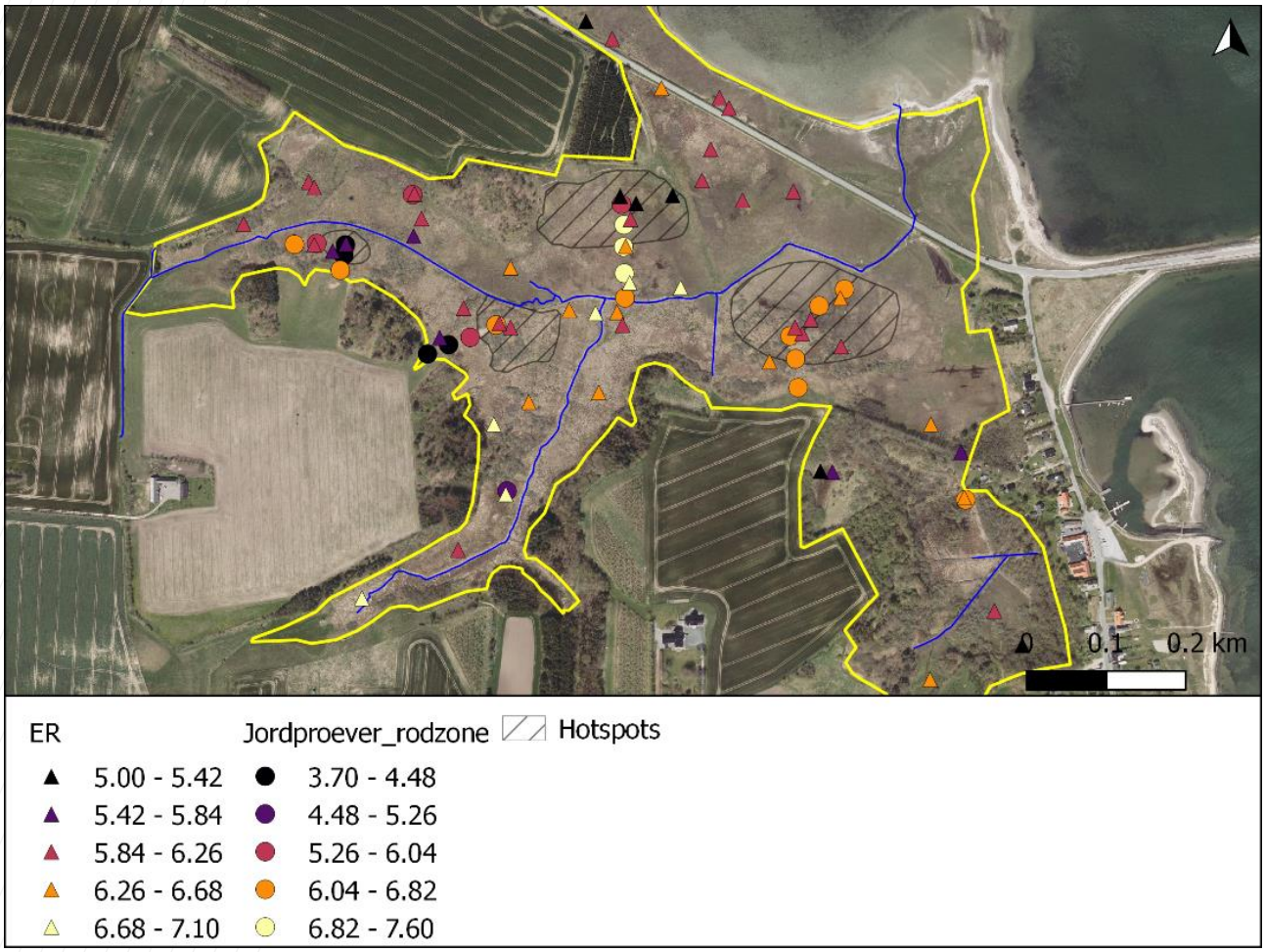
Figur 2-41 Måling af Nitrat-N i vandprøver udtaget dræn, grøfter og pejlerør vist sammen med den vegetationsafledte næringsindikator "næringsratio".

Figur 2-42 viser målinger af Ortofosfat (plantetilgængeligt fosfor). Bortset fra det ene punkt med formodet spildevandsudledning (punkt 10) er der målt lave koncentrationer af fosfor i både drænvand, vandløbsvand og i selve kæret.



Figur 2-42 Fosfor (Total-P) i vandprøver

Der er ligeledes målt pH i jordprøver i rodzonen, som på *Figur 2-43* vises sammen med Ellenberg-R, der afspejler pH forhold via vegetationssammensætningen. I det vestligste af de 4 hotspots er der målt relativt lav pH i rodzonen. Ved det hotspot, som ligger længere mod øst (med sumphullæbe) er der lav jord-pH ved skrænten, men højere jord-pH ved hotspottet, hvor der også er fundet kalkgytje. Ved det store hotspot nord for Egebjerg Bæk er der lidt lavere jord-pH i den nordligste del af området, men ellers meget høj pH. Ved det østligste hotspot er jord-pH ganske høj. Jord-pH hænger tilsyneladende sammen med forekomst af kalkgytje, som blev vist på Figur 2-26.



Figur 2-43 pH i jordprøver i rodzonen sammenholdt med Ellenberg indikator for pH (Ellenberg-R)

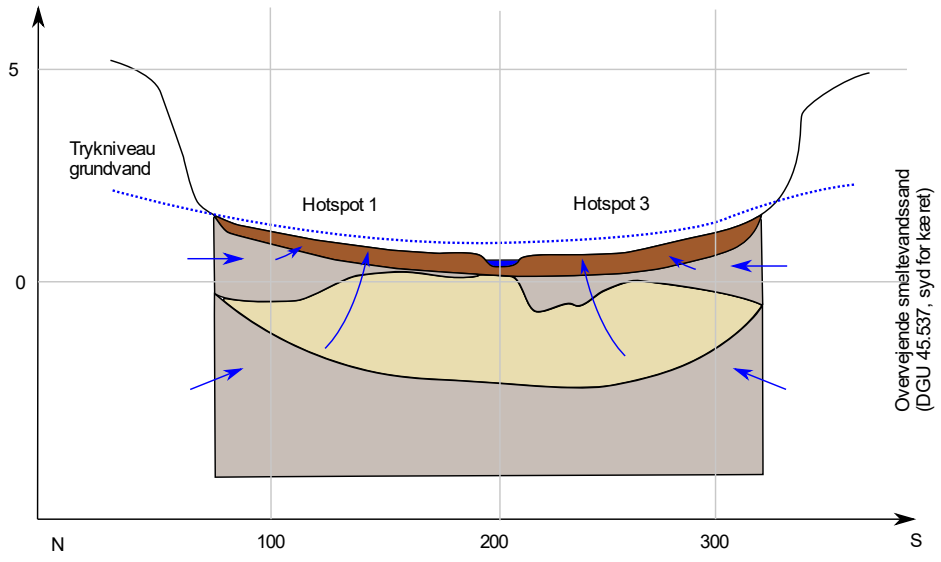
2.6 Forståelsesmodel

De præsenterede data og analyser samstilles i dette afsnit til en forståelsesmodel, som skal danne grundlag for skitsering af relevante tiltag i kæret.

2.6.1 Overordnet hydrogeologisk forståelse

Geologien i kæret består af et tørvelag, som varierer mellem 0,2 til >2 meters tykkelse. Under tørven er der særligt nær skrænfoden fundet et sandlag, som består af relativt groft sand. Længere inde i den centrale del af kæret er dette sandlag flere steder ikke eksisterende. Der er herunder fundet gytje relativt udbredt i kæret. Gytjen er nogle steder kraftigt kalkholdig og andre steder uden synlig kalk. Der ser ud til at være en sammenhæng mellem forekomsten af kalkholdig gytje og de mest velfungerende rigkær i dag. Der er dog også kortlagt eksisterende rigkær steder, hvor der ikke er synlig kalk i gytjen, og sågar hvor gytjen ikke er konstateret nær terræn.

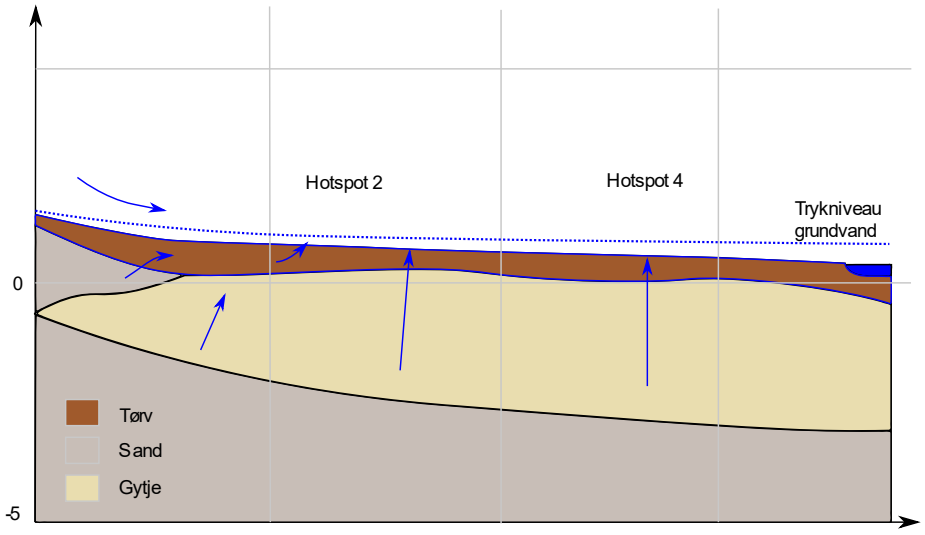
Der er på Figur 2-44 tegnet et imaginært geologisk profil som går nord-syd gennem hotspot 1 og hotspot 3. Fra hotspot 1 og ned til vandløbet viser spydkarteringer, at det øverste sandlag er > 1 m tykt ved skrænfoden mens laget bliver tyndere og forsvinder nær vandløbet. Afstanden til gytjen bliver mindre og tykkelsen af gytjen forventes at stige ned mod vandløbet, selvom den ikke er gennemboret i dette område. Ved skrænfoden syd for hotspot 3 er der en tykkelse af det øverste sandlag som er > 1,5 m. Afstanden til gytjelaget er mindst under hotspot 3, mens den er større ved skrænfoden og ved vandløbet. Forekomsten af et sandlag over gytjen åbner op for en horisontal strømning af vand fra skrænfoden over gytjen. Det målte trykforhold viser generelt at der er fra både det underliggende sandlag og det overliggende sandlag til terræn er en opadrettet gradient. Selvom sandlaget er lettere at gennemstrømme end gytjen, så er det ikke givet, at den største mængde grundvand strømmer horisontalt ind i kæret. Tværtimod er forventningen, at det underliggende sandlag har en væsentlig tykkelse (på baggrund af boringen DGU 45.537) og derfor spiller den vertikale strømning gennem gytjelaget med stor sandsynlighed en vigtig rolle.



Figur 2-44 Geologisk og hydrologisk forståelse af strømningsforhold og betydningen af de terrænnære aflejringer i området omring hotspot H1 og

hotspot H3. Terrænforhold samt vertikale og horisontale afstande er tilpasset omtrentligt til de faktiske forhold, men der er tale om et "sammensat" snit gennem begge hotspots, selvom disse i virkeligheden ikke ligger på en lige linje.

Figur 2-45 viser tilsvarende et konceptuelt snit gennem hotspot H2 og hotspot H4. Ved hotspot H2 formodes en betydelig den af grundvandsindstrømningen at foregå horisontalt over gytjelaget pga. den korte afstand til skrænfoden. Det vides ikke med sikkerhed om der nær skrænfoden omkring Hotspot H2 og H4 er tale om en kile af sand ovenpå gytjen eller om gytjen først starter lidt længere væk fra skrænfoden.



Figur 2-45 Geologisk og hydrologisk forståelse af strømningsforhold og betydning af de terrænnære aflejringer i området omring hotspot H2 og hotspot H4. Terrænforhold er tilpasset omtrentligt til de faktiske forhold. Hotspot H2 og H4 ligger ikke placeret langs samme snit i virkeligheden, men de geologiske forhold er sammenlignelige.

Geologien er ikke så velbeskrevet i den sydlige arm på kæret, dvs. i den sydlige del af det potentielle rigkærsområde, som hedder pr5 på Figur 2-5. Ved pejleboring nr. 12 er der ikke fundet gytje i en dybde af 2,3 m og det er noget usikkert om gytjen reelt er truffet længst mod syd i pejlerør nr. 13. Ligeledes er der i den nordvestlige del af det potentielle rigkærsområde, pr6, begrænset viden om geologien, men også her er der indikationer på, at gytjelaget ligger dybt eller er fraværende.

2.6.2 Gennemgang af områder med rigkær og potentielle rigkær

I Tabel 2-7 gennemgås de afgrænsede områder med rigkær og potentielle rigkær skematisk med henblik på at liste gunstige og ugunstige forhold samt muligheder for tiltag. Der henvises desuden til Habitat Visions fotodokumentation og kommentarer i (Aude, Thomsen, & Bennett, 2017).

Bilag 3, som opsummerer analyserne baseret på artssammensætningen er ligeledes benyttet som støtte til at vurdere de gunstige og ugunstige forhold.

Tabel 2-7 Gennemgang af rigkær og potentielle rigkær med fokus på Gunstige forhold, Ugunstige forhold og behov/mulighed for tiltag.

Navn jf. figur 2-5	Gunstige forhold	Ugunstige forhold	Behov / mulighed for tiltag
Rigkær r1	I væsentlighed upåvirket. Gode muligheder for naturlig afdræning af overfladevand	Måske beskeden grundvandsudstrømning og stor saltpåvirkning.	Ingen relevante tiltag
Rigkær r2	Angivelig stor udstrømning af grundvand pga. placering nær skrænтfod	Ringe afvandingsmuligheder for overfladevand. For vådt. Periodisk oversvømmet	Grøft eller grøblerende mod nordøst til afledning af overskydende vand
Rigkær r3	Gunstige vandstandsforhold, stor grundvandstilførsel, kalkholdig gytje nær terræn	På lave områder samler sig vand på terræn. Saltpåvirkning på lave områder.	Grøft eller grøblerende mod Egebjerg Bæk til afledning af overskydende vand. Højvandslukke til forhindring af oversvømmelse med fjordvand.
Rigkær r4	Velfungerende i den nordøstlige del ved hotspot H1.	Stedvis kraftig tilgroning med tagrør. Opkørt jord og oversvømmede forsumpede partier.	Grøblerender udenfor Hotspot H1. Sikring af fri afdræning til vandløb ved systematisk gennembrydning af jordvold med opgravet materiale.
Rigkær r5	Lille område med velfungerende rigkær	Plantesammensætning og pH målinger antyder at kalkholdigheden i det indsivende vand er beskeden.	Ingen tiltag indenfor selve rigkæret r5 foreslås.
Rigkær r6	Lille område med rigkær, som er svagt bedre end omkringsliggende potentielt rigkærsområde	Tilgroet med tagrør. Eutrofieret og/eller behov for pleje.	Evt høslæt

Rigkær r7	Indeholder hotspot H2 med sumphullæbe	Vandlidende udenfor hotspotområdet. Tilgroning med tagrør udenfor hotspot i til dels i hotspot.	Grøblerender som går fra skæntfod og udenom hotspot til vandløbet. Evt slåning af tagrør og fældning af pil
Rigkær r8	Op til 6 karakteristiske arter i felt	Meget våd, opvækst af pil. Tagrør i sydlig del.	Grøblerender til modvirkning af stagnerende overfladevand.
Rigkær r9	Næringsfattigt og lysåbent uden tegn på tilgroning.	De lavest arealer er kraftigt saltpåvirkede og der er områder med periodisk stagnerende vand på terræn.	Grøblerender
Poten-tielt rigkær pr1	Vådt område med vældpræg	Tilgroet med tagrør og tildels skovbevokset område, men med vældpræg	Rydning og græsning. Mulighed for afvanding med grøft mod nord
Poten-tielt rigkær pr2	Fint mosdække, vådt	Gammelt pilekrat, lukket og tilgroet	Rydning og græsning (dyr har adgang men græsser ikke området)
Poten-tielt rigkær pr3	Tilstødende område til rigkær	Mindre lysåbent end det tilstødende rigkærsområde. Spredte tagrør. Lukket inde af vejdæmning	Evt. lidt mere intensiv græsning
Poten-tielt rigkær pr4	Lysåbent og hårdt afgræsset parti syd for grøfterne med få karakteristiske arter. Desuden et vældpræget udstrømningsområde indenfor §3 mosen længst mod sydvest, som er "for vådt til rigkær"	Meget vådt og forsumpet mellem og nord for de 2 grøfter. Området fremstår næringsberiget og med unaturlig hydrologi, som ikke ligner den der typisk understøtter rigkær. Overfladevand har kun én vej ud fra området.	Svært at pege på tiltag som kan gøre en forskel i dette område. Evt grøblerender i den sydvestligste del af mosen til forhindring af periodisk oversvømmelse, dog kan der ikke køres med maskine
Poten-tielt rigkær pr5	Stort område, som dækker hele den sydvestlig gren af mosen. Sporadiske indslag af rigkær	Fremstår næringsberiget og tilgroet med tagrør og pil. Mange steder for vådt til rigkær.	HabitatVision anbefaler at prøve høslæt frem for afbrænding i området.

			Grøblerender til afledning af overfladevand.
Poten-tielt rigkær pr6	Trykvand tilstede	Nord for Egebjerg Bæk virker området næringsbelastet. Syd for Egebjerg bæk er områder med tæt rørskov	Nord for Egebjerg bæk skal drænvand skilles fra rigkær via etablering af grøft (ikke dyb) Tagrørsump afprøves høstet af flere omgange.

3 Fase 2 - løsningsforslag og konsekvensvurdering

De løsninger, som findes mest relevante er i prioriteret rækkefølge:

- Etablering af højvandslukke ved Jegindøvej
- Etablering af en række grøblerende og små grøft til bortledning af regnvand og til opsamling af næringsholdigt overfladevand
- Intensivt høslet i en periode for udvalgte områder med tagrørsump
- Etablering af minivådområder på grænsen til Natura2000 området med henblik på at fjerne næringsstoffer før de kommer ind i området. Der er 3 relevante lokationer.

Højvandslukket vil have nogle negative konsekvenser for forekomsten af habitatnaturtypen Strandeng. Habitat Vision pointerer i deres gennemgang, at arealerne med strandeng mange steder er fine i sig selv og ikke bør forsøgt omdannet til rigkær. NIRAS / WATSONC konkluderer imidlertid, at højvandslukket vil blive nødvendigt for overhovedet at kunne fastholde den nuværende udbredelse af rigkær og mener, at man her bør være villig til at forsøge at udbrede rigkær på bekostning af strandeng. Vi vurderer, at der vil være rigtig gode muligheder for, at dette vil kunne ske ved at forhindre den periodiske oversvømmelse med saltvand. Når højvandslukket er aktivt i lang tid af gangen stuver ferskvandet fra Egebjerg Bæk op på bagsiden og der er en risiko for oversvømmelse med næringsholdigt vand fra vandløbet. Denne risiko eksisterer dog også i dag, hvor det blot sker langt hyppigere, at en blanding af ferskvand og saltvand oversvømmer de lavtliggende arealer.

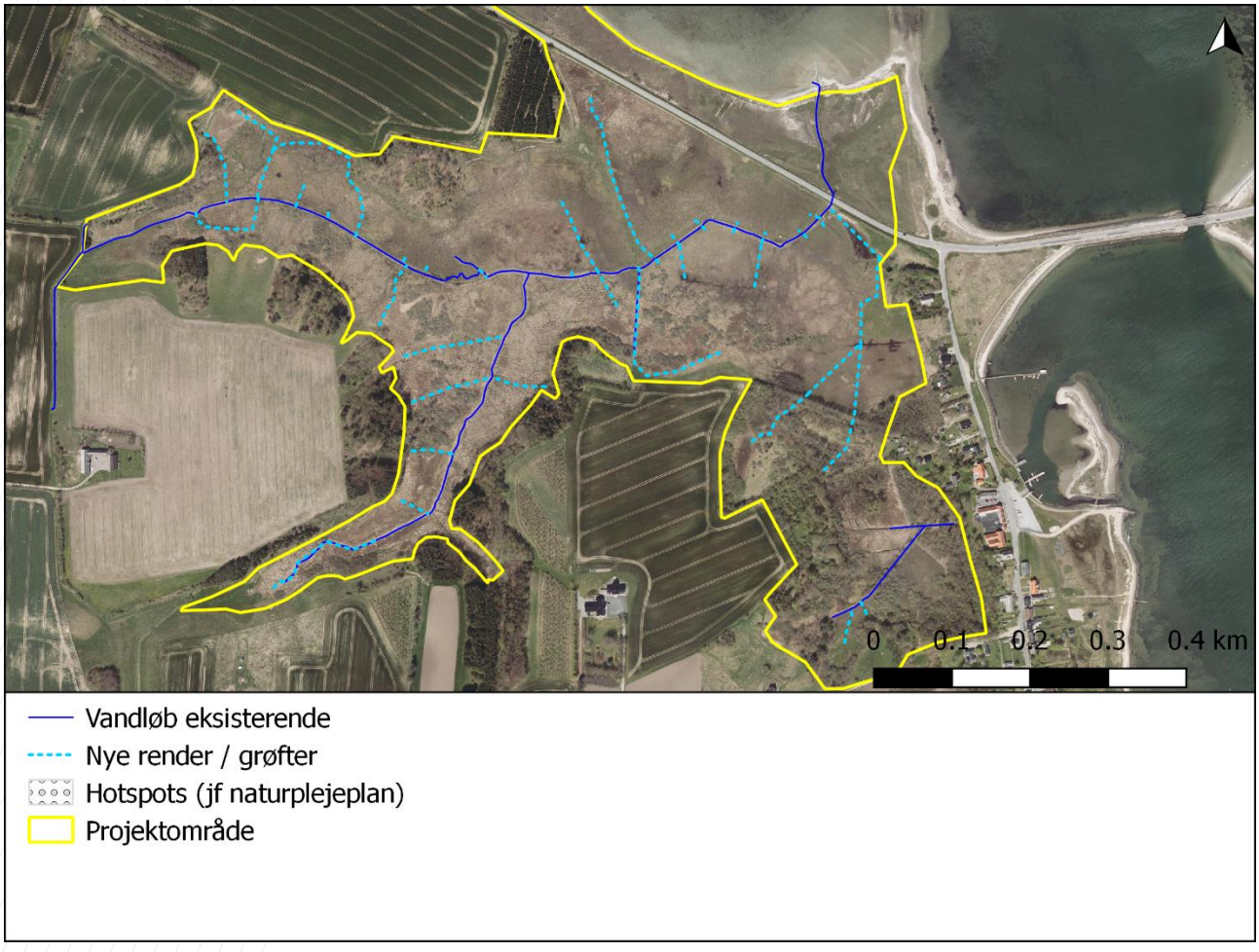
Forslaget om at forhindre næringsholdigt overfladevand fra drænede marker i at få kontakt med rigkær og potentielle rigkær ved at grave nye render/grøfter vil kunne betyde, at der udledes flere næringsstoffer til Limfjorden, som ellers ville være blevet omsat i kæret. Her er det ligeledes anbefalingen, at Kommunen giver en tilladelse til dette fordi det samlet set er et marginalt bidrag til næringstilførsel til Limfjorden, som har et naturforbedrende formål indenfor habitatområdet.

Grøblerender og nye små grøfter i området vil blive nøje tilpasset så de bliver dybe nok til at aflede overfladevand, men ikke så dybe at de forhindrer grundvandet i at nå frem til rigkær. Der vil ikke blive tale om at der opstår risiko for udtørring af dele af kæret. Koteforholdene i området bevirker, at vandspejlet i en grøft aldrig kan komme til at stå langt under terræn og at en negativt afvandende effekt ikke bliver en trussel mod kæret.

Det er vurderingen, at områder med ekstremrigkær i Hellerød Kær kræver, at der er kalkholdig gytje nær terræn ligesom det ses i Hotspot 1, 2 og 3 i dag. Alligevel vil der være gode muligheder for, at der kan udvikles større sammenhængende områder med lysåbne rigkær svarende til de fragmenterede forekomster, som i dag ses ved fx rigkær r5, r6, r7 og r8.

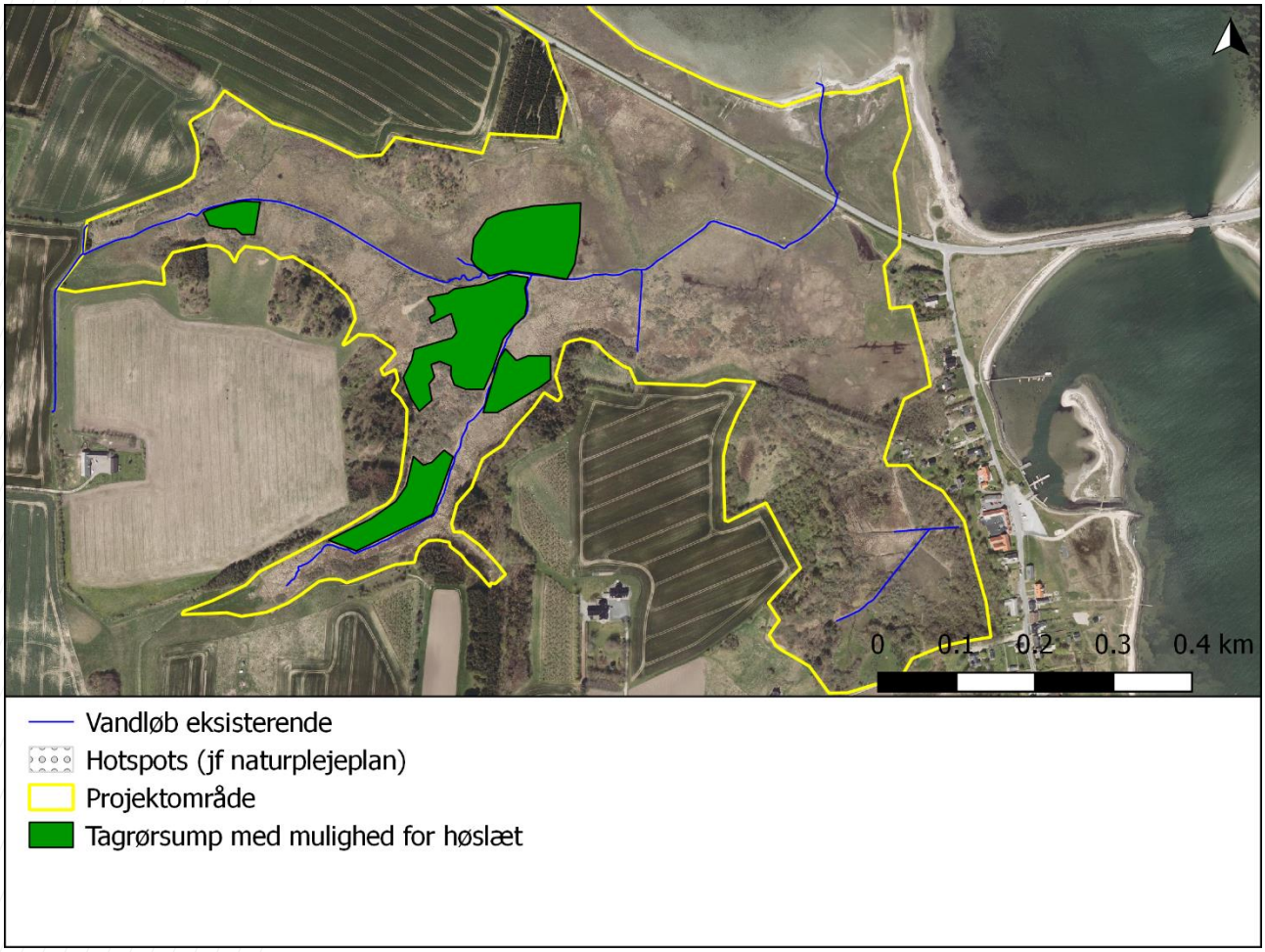
Nedenstående figurer er et oplæg til mulige tiltag i Hellerød Kær. Arbejdet med detailprojektet samt dialog med Struer Kommune skal føre til, at de mest relevante og gennemførlige tiltag kommer med i detailprojektet.

Figur 3-1 viser placeringen af grøblerende og små grøfter, som alle vurderes at kunne forberede afvandingsforholdene til gavn for rigkær i området. Nogle grøfter har til formål at opsamle næringsholdigt vand og forhindre at dette oversvømmer kæret med eutrofiering til følge.



Figur 3-1 Oversigts kort over grøblerender (oplæg)

Figur 3-2 viser områder med massiv tilgroning af tagrør, hvor det vurderes relevant at forsøge en indsats med høslæt som en del af dette projekt.



Figur 3-2 Oversigt over områder, hvor der kan gennemføres høslet som del af projektet

Figur 3-3 viser 3 områder, hvor det vil være muligt at fjerne/mindske mængden af næringsstoffer fra det drænvand, som kommer ind fra de tilstødende dyrkede arealer. Det vil rent topografisk være vanskeligt at få placeret disse tiltag udenfor projektafgrænsningen.



Figur 3-3 Mulige placeringer af minivådområder på grænsen mellem kæret og oplandet.

5 Referencer

Andersen, D. K., Nygård, B., Fredshavn, J. R., & Ejrnæs, R. (2013). Cost-effective assessment of conservation status of fens. *Applied vegetation science 16*.

Aude, E., Thomsen, L., & Bennett, T. V. (2017). *Kortlægning, vegetationsundersøgelse og optælling af sumphullæbe i Hellerød Kær i Struer Kommune.* Habitat Vision.

BioWitt. (2015). Plejeplan for Hellerød Kær ved Tambohuse.

Danmarks Miljøundersøgelser. (2003). *Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet...* DMU.

Ejrnæs, R., Nygård, B., Fredshavn, J., Nielsen, K.-E., & Damgaard, K. (2009). *Terrestriske naturtyper 2007.* DMU.

Ellenberg, H. (1974). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*.

Ellenberg, Weber, Düll, Wirth, Werner, & Paulißen. (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta. Geobotanica 18:1-258*.

Fredshavn, J., & Ejrnæs, R. (2007). Beregning af naturtilstand - ved brug af simple indikatorer. 2. udgave. *Faglig rapport fra DMU nr. 599*. Danmarks Miljøundersøgelser.

Fredshavn, J., & Ejrnæs, R. (2009). Naturtilstand i habitatområderne. Habitatdirektivets lysåbne naturtyper. *Faglig rapport fra DMU nr. 735*. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

Fredshavn, J., Ejrnæs, R., & Nygaard, B. (2016). Kortlægning af terrestriske, lysåbne habitatnaturtyper. *Teknisk anvisning*.

Habitatbeskrivelser ver. 1.05. (Maj 2016).

Johansen, O. M. (2011). *Ecohydrological modelling of river valleys - PhD Thesis.* Aalborg Universitet.

Johansen, O. M., Andersen, D. K., Ejrnæs, R., & Pedersen, M. L. (68 2018). Relations between vegetation and water level in groundwaterdependent terrestrial ecosystems (GWDTEs). *Limnologica*, s. 130-141.

Lucassen, E., Smolders, A. J., Lamers, P. L., & Roeloefs, J. G. (2005). Water table fluctuations and groundwater supply are important in preventing phosphate-eutrophication in sulphate-rich fens: Consequences for wetland restoration. *Plant and Soil*, s. 109-115.

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.

Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992. (u.d.). Om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter.

Sørensen, C., Madsen, H. T., & Knudsen, S. B. (2013). *2012 Højvandsstatistikker.* Kystdirektoratet.