

Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i natura 2000 områder

Bertel Nilsson, Rasmus Ejrnæs, Dagmark Kappel Andersen,
Jolanta Kazmierczak, Lars Trolborg & Lærke Thorling

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



GEUS

Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i natura 2000 områder

Bertel Nilsson¹, Rasmus Ejrnæs², Dagmark Kappel Andersen²,
Jolanta Kazmierczak¹, Lars Trolborg¹ & Lærke Thorling¹

¹De Nationale Geologiske Undersøgelser for
Danmark og Grønland (GEUS)

²DCE, Aarhus Universitet



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



GEUS

Rapportering af Miljøstyrelsens projekt

Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000 områder

Forfattere:

Bertel Nilsson

Rasmus Ejrnæs

Dagmar Kappel Andersen

Jolanta Kazmierczak

Lars Trolborg

Lærke Thorling

Forkortelsesliste

DEVANO	decentrale vand og naturovervågning
DK-model	den nationale vandressource model
GATØ	grundvandsafhængige terrestriske økosystemer
GATØ-N 2000	Natura2000-områder med grundvandsafhængige terrestriske naturtyper
GVF	grundvandsforekomst
Jupiter	den nationale boringsdatabase
NOVANA	det nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur

Indhold

Forkortelsesliste	4
1. Resume	9
2. Baggrund og formål	12
3. Eksisterende viden om grundvandsforekomsternes kemiske påvirkning og kvantitative påvirkning fra vandindvinding på GATØ	15
3.1 Udvælgelse af naturtyper	15
3.2 Eksisterende viden - Introduktion.....	16
3.3 Den kvantitative påvirkning – betydningen af afvanding, vandindvinding og en stabil tilførsel af grundvand.....	17
3.3.1 Tab af grundvandsafhængig terrestrisk natur som følge af menneskelige indgreb ved afvanding.....	17
3.3.2 Betydningen af stabil tilførsel af grundvand.....	21
3.3.3 Opsummering – kvantitativ påvirkning.....	25
3.4 Den kemiske påvirkning – betydningen af næringsfattige forhold og tilførsel af miljøfarlige stoffer	26
3.4.1 Afhængighed af næringsfattige forhold – N- og P-belastning	26
3.4.2 Miljøfarlige stoffer – pesticider i grundvandsafhængig, terrestrisk natur	32
3.4.3 Miljøfarlige forurenende stoffer i kilder og vandløb	33
3.4.4 Tærskelværdier for N og P i grundvand	34
3.4.5 Sammenfatning – kemisk påvirkning	35
3.5 Opsummering.....	35
4. Opsamling af viden om overvågning af grundvand-GATØ i Sverige, England og Skotland 37	
4.1 Situationen i Sverige	38
4.2 Situationen i England	39
4.3 Studiebesøg i England og Skotland	40
4.4 Opsummering	41

5.	Analyse af nationale monitoringsprogrammer af naturtyper	42
5.1	Diagnosticering af et GATØs tilstand vha. data fra kortlægningen.....	43
5.2	Opsummering.....	46
6.	Oversigt over våde terrestriske habitatnaturtyper og deres tilstand i Danmark	47
6.1	Strandeng (1330).....	47
6.2	Indlandssalteng (1340).....	48
6.3	Klithede (2140).....	48
6.4	Klitlavning (2190).....	48
6.5	Våd hede (4010).....	49
6.6	Tidvis våd eng (6410).....	49
6.7	Aktiv højmose (7110).....	49
6.8	Nedbrudt højmose (7120).....	50
6.9	Hængesæk (7140).....	50
6.10	Tørvelavning (7150).....	51
6.11	Avneknippe-mose (7210).....	51
6.12	Kildevæld (7220).....	51
6.13	Rigkær (7230).....	52
6.14	Skovbevokset tørvemose (91D0).....	52
6.15	Aske-ellesump (91E0).....	52
6.16	Opsummering.....	53
7.	Relevante miljøfarlige forurenende stoffer i grundvand og GATØ	54
7.1	Opsummering.....	55
8.	Analyse på landsplan af grundvandets kvantitative og kemiske påvirkning på GATØ med DK-model og andre metoder	56
8.1	Landsdækkende fordeling af prøvefelter.....	56
8.2	Landsdækkende tilstandsvurdering ud fra Ellenbergtal og andre forhold.....	58
8.3	Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning af potentielle GATØ-prøvefelter på national skala.....	64

8.4	Vurdering af grundvandets kvantitative påvirkning af potentielle GATØ-prøvefelter	66
8.5	Opsummering	69
9.	Trinvis metode til vurdering af kvantitativ og kemisk påvirkning fra grundvandsforekomsterne på GATØ	70
9.1	Baggrund og dataforberedelse	70
9.2	Metode til beregning af kontakten mellem GVF og GATØ med DK-modellen	71
9.3	Beskrivelse af den udviklede metode	73
9.4	Trin 1a & 1b - Er GATØ forekomsten uvæsentlig eller har den allerede målopfyldelse?	75
9.5	Trin 2a & 2b – Har GATØ forekomsten potentiel hydraulisk kontakt til GVF?	77
9.6	Trin 3a & 3b – Skyldes manglende målopfyldelse andre kendte påvirkninger end GVF?	77
9.7	Trin 4a og 4b – Kan menneskelige påvirkninger i GVF være årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten?	79
9.8	Trin 5a & 5b – Er den samlede påvirkning fra relevante grundvandsforekomster af en sådan størrelse at det kan have en potentiel påvirkning på GATØ forekomsten.....	79
9.9	Bemærkninger.....	81
10.	Test af trinvis metode på udvalgt lokalitet	82
10.1	Valg af Kastbjerg Ådal til test af metode.....	82
10.2	Kastbjerg Ådal kortlagt habitatnatur	83
10.3	Test af trinvis metode	83
	Trin 1 – vurdering af væsentlighed	83
	Trin 2a & 2b - Skyldes manglende målopfyldelse andre kendte påvirkninger end GVF ?	88
	Trin 3a og 3b – GVFs potentielle hydraulisk kontakt til GATØ forekomst	91
	Trin 4a og 4b – Kan menneskelige påvirkninger i GVF være årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomst ?	93
	Trin 5a & 5b – hydrologiske og hydrokemiske undersøgelser	95
10.4	Opsummering på test af trinvis metode i Kastbjerg ådal	96
11.	Anbefalinger	97

11.1	Data tilgængelighed	97
11.2	Manglende viden.....	97
11.3	Modellering	98
11.4	Videreudvikling af trinvis metode	98
12.	Referencer	99
13.	Bilag	104
	Bilag A – Projektbeskrivelse for GATØ projektet	105
	Bilag B – Skriftlige svar fra Environment Agency, York på spørgsmål forud for UK besøg ..	121
	Bilag C - Terrestriske habitatnaturtypers arealmæssige udbredelse	125

1. Resume

Miljøstyrelsen har igangsat flere forsknings- og udviklingsprojekter med henblik på at tilvejebringe viden om og fastlægge metoder, der kan vurdere hvordan og i hvilket omfang, koncentrationerne af forurenende stoffer og menneskabte ændringer af grundvandsstanden i en grundvandsforekomst vil kunne påvirke tilstanden i tilknyttede målsatte overfladevandsområder og eller direkte grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura2000 områder (GATØ-N 2000). Denne rapport er afrapporteringen af projektet om ”Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000-områder”.

I dette projekt er relevant viden om interaktionen mellem grundvand og GATØ N 2000-områder gennemgået. Der er i international sammenhæng enighed om, at mængden af grundvand, der tilføres grundvandsafhængige terrestriske økosystemer (GATØ) er af betydning for tilstanden i områderne. Og danske studier har vist, at rigkær i god tilstand forekommer, hvor der er en høj og stabil tilførsel af grundvand. Dette faktum skyldes ikke mindst, at en stabil tilførsel af grundvand er med til at sikre næringsfattige forhold i områderne. Studier af historiske kort og af fordelingen af GATØ i landskabet i dag viser, at afvanding af landskabet ved dræning og udgrøftning er afgørende for, hvor vi finder GATØ i dag. At koble tabet af GATØ til vandindvinding er vanskelig, da det er komplekst at koble specifikke GATØ med bestemte grundvandsforekomster. Dette gælder ikke mindst, fordi de fleste GATØ, der kan være påvirket af vandindvinding også i en eller anden udstrækning vil være påvirket af afvanding ved dræn eller grøfter, og det derfor ikke umiddelbart er muligt at afgøre, om en forringet tilstand som følge af vandmangel skyldes vandindvindingen eller anden form for afvanding. DCE og GEUS skønner, at det i højere grad er den lokale afvanding af grundvandet i de terrænnære jordlag ved den omfattende grøftning og rørdræning af det danske landskab snarere end indvindingen af grundvand, der har betydet tab af GATØ og forringelse af tilstanden i de stadig eksisterende GATØ.

Der er tilvejebragt et overblik over arbejdet med overvågning samt vurdering af grundvandsforekomster og GATØ N 2000-områder i Sverige, England og Skotland. Der er taget kontakt til institutioner i de tre lande for at undersøge, hvordan de nationalt set håndterer en eventuel kontakt mellem grundvand og GATØ N 2000-områder i forhold til vurdering af kemisk og kvantitativ tilstand af grundvandsforekomster. Af responsen fremgår det, at ikke alle lande er lige langt i metodeudviklingen. Skotland og England har udviklet generelle metoder til at vurdere betydningen af en forventet påvirkning på GATØ N 2000-områder for tilstandsvurdering af grundvandsforekomster (kemisk og kvantitativ tilstand).

Projektet omfatter en gennemgang af hvilke data fra det nationale program for overvågning af vandmiljø og natur (NOVANA), der er til rådighed, når det skal vurderes, hvilken påvirkning forurenende stoffer i grundvandsforekomster har på tilknyttede GATØ N 2000-områder. Gennemgangen af hvilke stoffer og parametre, som overvåges i NOVANA, viser, at næringsstoffer overvåges på tværs af delprogrammerne for grundvand og våde naturtyper. Der bliver ikke målt på

Øvrige miljøfarlige forurenende stoffer, som eksempelvis pesticider eller tungmetaller. I forbindelse med NOVANA-overvågningen af GATØ og i forbindelse med det enkelte studie, der er lavet af effekter af pesticider i GATØ, er der heller ikke påvist effekter af sådanne stoffer på den grundvandsafhængige terrestriske natur i Danmark. DCE og GEUS vurderer, at de primære faktorer af betydning for at opnå gunstig bevaringsstatus¹ i GATØ er mængden af plantetilgængeligt grundvand og tilførsel af kvælstof og fosfor; ikke øvrige miljøfarlige forurenende stoffer.

Der er foretaget en landsdækkende analyse af to datasæt fra kortlægningen af habitatnaturtyper i N 2000-områderne og fra NOVANA overvågningsstationer (i alt over 13.000 prøvefelter), der repræsenterer forskellige potentielle GATØ naturtyper (eng og mose) på baggrund af Ellenbergtal (Ellenberg med flere, 1992) for næringsbelastning (kemisk tilstand) og vandmangel (kvantitativ tilstand). Da der er tale om en screening for mulige sammenhænge mellem tilstand og påvirkning, har vi medtaget alle ferske vådområder – uanset om de kvalificerer til habitatdirektivets naturtyper, eller de falder ved siden af, typisk som følge af omlægning, eutrofiering, afvanding eller tilgroning. Analysen viser, at på national skala er 63% af prøvefelterne forringede på grund af næringsstofbelastning og 41% af prøvefelterne er forringede på grund af vandmangel. Der synes ikke at være en klar relation mellem nitratkoncentrationen i grundvandet og vurderingen af næringsstofbelastning. Der er ingen tydelig forskel på den procentvise fordeling mellem store indvindingsmængder og vurderingen af prøvefelter med sandsynlig vandmangel og prøvefelter med ingen vandmangel. Dette skyldes sandsynligvis, at grundvandet i høj grad afledes nær overfladen i grøfter og dræn, og at dette er den primære årsag til vandmangel i GATØ-områderne. Vi henviser til kapitel 10 for en detaljeret analyse med afsæt i en konkret case (Kastbjerg Ådal).

Der er foreslået en trinvis metode i fem trin for vurdering af grundvandforekomsternes kemiske og kvantitative påvirkning af GATØ N2000-områder. Metoden bygger på en trinvis screening og diagnosticering af problemer med grundvandets mængde og kvalitet i forhold til de grundvandsafhængige naturtyper. Princippet i metoden er at bruge eksisterende data til at finde de forekomster af grundvandsbetingede naturtyper, hvor det er sandsynligt, at grundvandets mængde eller kvalitet ikke er tilstrækkelig til at sikre en gunstig bevaringsstatus for naturtyperne. Princippet bag den trinvis metode er at bruge de mest omkostningseffektive målemetoder og indsatser først og reservere de vanskelige og/eller omkostningstunge analysemetoder til, det har vist sig, at der er behov for disse. Vi foreslår altså at bruge billige og eksisterende indikatorer, så længe dette er meningsfuldt, og først skride til egentlige hydrologiske målinger, grundvandsmodellering og diagnosticering når andre muligheder er udtømte.

Metoden er testet på N 2000-området i Kastbjerg Ådal, der er grundig kortlagt med reference til naturtyperne, omfattet bilag I i RÅDETS DIREKTIV 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter med senere ændringer (habitatdirektivet) og er rig på de

¹ Bevaringsstatus er den målestok Habitatdirektivet bruger for målopfyldelse. Bevaringsstatus for en habitatnaturtype er gunstig hvis 1) areal og udbredelse er tilstrækkeligt til dens langsigtede opretholdelse 2) struktur og funktion er tilstrækkelig god til at opretholde habitattypen og dens typiske arter og 3) fremtidsudsigterne er tilstrækkeligt gode til at undgå tilbagegang for habitattypen.

beskyttede habitattyper kildevæld og rigkær. Ud af de 179 kortlagte forekomster med potentielle GATØ i området blev 3 forekomster vurderet uvæsentlige for de to test i og med at de var enten meget små (< 100 m²) eller primært påvirket af saltvand (strandenge med en Ellenberg salinitetsværdi på $S > 1$). 22 forekomster viste ingen biologiske indikationer på en ringe tilstand, så for disse kan vi antage, at en direkte tilknyttede grundvandsforekomst ville være i god kemisk og kvantitativ tilstand fsva aspektet påvirkning af GATØ. For 134 forekomster tydede de biologiske data fra kortlægningen på, at der kunne være problemer med den kemiske tilstand (eutrofiering) og for 154 forekomster tydede de biologiske data på at der kunne være problemer med den kvantitative tilstand (eutrofiering og/eller vandmangel) for de grundvandsforekomster, der vil være direkte tilknyttet forekomsterne af GATØ.

DCE og GEUS vurderer på baggrund af de tilgængelige data, at de fleste problemer med forringet biologisk tilstand stammer fra afledningen af grundvand i selve ådalen via grøfter og dræn. Det grundvand, som strømmer ind i ådalen, bliver fjernet gennem en systematisk afvanding som omfatter afvandingsgrøfter, systemdræn og et delvist kanaliseret og oprenset vandløb, inden det når at understøtte GATØ. Denne fjernelse af grundvand påvirker både vandstanden og næringsstofstatus i de berørte GATØ. Det kan ikke udelukkes, at der også kan være problemer med forurening af grundvand eller vandindvinding uden for ådalen, men det vurderes at være meget omkostningstungt at skulle etablere en sikker empirisk kobling mellem en GATØ med ringe biologisk tilstand og den del af en grundvandsforekomst, som kan være årsagen til den ringe tilstand. Vi anbefaler derfor at man starter med at håndtere afvanding af grundvand via dræn og grøfter i ådalen i geografisk nærhed af de målsatte GATØ.

2. Baggrund og formål

Ved udarbejdelsen af vandområdeplanerne for anden planperiode (2015-2021) konkluderede Miljøstyrelsen, at der ikke var et tilstrækkeligt videngrundlag til at vurdere, i hvilket omfang de danske grundvandsforekomsters tilstand: 1) Påvirkede kemiske og økologiske tilstand i tilknyttede målsatte overfladevandområder og/eller 2) medførte en væsentligt skade på tilknyttede terrestriske økosystemer, som er direkte afhængige af en grundvandsforekomst (GATØ). Dette aspekt af grundvandsforekomsternes samspil med de målsatte overfladevandsområder og (relevante) GATØ indgik derfor ikke i vurderingen af grundvandsforekomsternes (samlede) kemiske og kvantitative tilstand. I konsekvens heraf blev der heller ikke fastsat tærskelværdier for forurenende stoffer på grundlag af et konkret vurderet behov for beskyttelsen af de målsatte overfladevande eller (relevante) GATØ.

På denne baggrund har Miljøstyrelsen igangsat flere forsknings- og udviklingsprojekter med henblik på at tilvejebringe viden og fastlægge metoder, der kan vurdere hvordan og i hvilket omfang, indholdet af forurenende stoffer og vandindvinding i en grundvandsforekomst vil kunne påvirke tilstanden i tilknyttede målsatte overfladevandsområder eller GATØ i Natura 2000 områder (GATØ-N2000). Denne rapport er afrapporteringen af projektet om "Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000-områder". Vurderingen af en grundvandsforekomsts kemiske tilstands påvirkning af vandløb og kystvande er afrapporteret i Nilsson med flere (2019a) og for påvirkning af søer som følge af en grundvandsforekomsts kemiske og kvantitative tilstand i Nilsson med flere (2019b). Videnstatus for sammenhængen mellem tilstanden i grundvand, overfladevand og vådområder er tidligere vurderet i Miljøstyrelsen (2002).

Relevant viden om interaktionen mellem grundvand og GATØ-N 2000 i Danmark er gennemgået. Der er tilvejebragt et overblik over arbejdet med overvågning samt vurdering af kontakten mellem grundvandsforekomster og grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Sverige, England og Skotland. Projektet omfatter en gennemgang af, hvilke data fra det nationale program for overvågning af vand og natur (NOVANA), der er til rådighed, når det skal vurderes, hvilken påvirkning forurenende stoffer og vandindvinding i grundvandsforekomster har på GATØ-N 2000 områderne. Projektet indeholder tillige oplysninger om og vejledning til anvendelse af et digitalt kort, der viser kontakten mellem grundvandsforekomsterne og arealer med GATØ. Med afsæt i dette gennemgås i projektet en metode, der gør det muligt at vurdere en grundvandsforekomsts potentielle påvirkning af GATØ-N 2000, herunder hvilke data, der skal tilvejebringes for at gennemføre valide vurderinger efter metoden.

Reglerne om krav til en grundvandsforekomsts kemiske og kvantitative tilstand samt vurderingen af denne tilstand er fastsat i Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger med senere ændringer (vandrammedirektivet) og Europa-Parlamentets og Rådets direktiv

2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelse med senere ændringer (grundvandsdirektivet). Se projektbeskrivelsen for en kort gennemgang af regelgrundlaget (Bilag A) eller på Miljøstyrelsens hjemmeside (<https://mst.dk/media/171129/projektbeskrivelse-gatoe.pdf>). En grundvandsforekomsts tilstand er sammensat af forekomstens kvantitative tilstand og dens kemiske tilstand, den ringeste af de to tilstande afgøre forekomstens samlede tilstand, med andre ord god tilstand forudsætter både god kvantitativ tilstand og god kemisk tilstand.

Kriterierne for, at en grundvandsforekomst er i god kvantitativ tilstand, fremgår af vandrammedirektivets bilag V, pkt. 2.1.2.

” Grundvandsstanden i grundvandsforekomsten ligger tilstrækkelig højt til, at den gennemsnitlige indvinding pr. år over en lang periode ikke overstiger den tilgængelige grundvandsressource.

”Grundvandsstanden er således ikke udsat for menneskeskabte ændringer, der ville medføre:

- manglende opfyldelse af de miljømål, der er fastsat i artikel 4 for tilknyttede overfladevande
- en væsentlig forringelse af sådanne vandes tilstand
- en væsentlig beskadigelse af tilknyttede terrestriske økosystemer, der er direkte afhængige af grundvandsforekomsten

og ændringer i strømningsretningen som følge af ændringer i grundvandsstanden kan forekomme midlertidigt, eller konstant i et rumligt begrænset område, men sådanne ændringer medfører ikke, at saltvand eller andet trænger ind, og indicerer ikke en vedvarende og klart defineret tendens i strømningsretningen, der skyldes menneskeskabt påvirkning, og som kan medføre sådanne indtrængninger.”

Kriterierne for, at en grundvandsforekomst er i god kemisk tilstand, fremgår af vandrammedirektivets bilag V, pkt. 2.3.2.

” Grundvandsforekomstens kemiske sammensætning er således, at koncentrationerne af forurenende stoffer

- som anført nedenfor ikke viser påvirkninger fra indtrængning af saltvand eller andet
- ikke overstiger de kvalitetskrav, der gælder i henhold til anden relevant fællesskabslovgivning i overensstemmelse med artikel 17

— ikke ville medføre, at miljømålene i artikel 4 ikke opfyldes for tilknyttede overfladevande, eller at der sker en signifikant forringelse i sådanne vandområders økologiske eller kemiske kvalitet eller en signifikant beskadigelse af terrestriske økosystemer, som er direkte afhængige af grundvandsforekomsten. Ændringer i ledningsevnen tyder ikke på indtrængning af saltvand eller andet i grundvandsforekomsten”.

Formålet med projektet er at udvikle et vurderingsgrundlag for og en metode for så vidt angår grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand, der skal muliggøre følgende:

- At vurdere, om GATØ-N 2000, der er direkte afhængige af en grundvandsforekomst, beskadiges signifikant som følge af vandindvinding fra forekomsten.
- At vurdere mængder og koncentrationer af forurenende stoffer, der tilføres konkrete GATØ-N2000 områder fra tilknyttede grundvandsforekomster, og vurdere den skønnede påvirkning som følge heraf på GATØ-N 2000 områder.
- At der kan fastsættes tærskelværdier for forurenende stoffers påvirkning af GATØ-N 2000.

3. Eksisterende viden om grundvandsforekomsternes kemiske påvirkning og kvantitative påvirkning fra vandindvindning på GATØ

3.1 Udvalgelse af naturtyper

Af vandrammedirektivets definition af god tilstand for en grundvandsforekomst fremgår det, at et aspekt af god tilstand er, at forekomstens tilstand ikke indebærer en væsentlig beskadigelse af GATØ. Der findes dog ikke nogen eksakt liste over, hvilke typer af terrestriske økosystemer der i denne sammenhæng skal karakteriseres som GATØ i hverken i vandrammedirektivet eller de tilknyttede vejledninger, udarbejdet af medlemsstaterne i samarbejdet "Common Implementation Strategy for Water Framework Directive 2000/60/EF (CIS), de såkaldte CIS Guidances. Det er derfor nødvendigt at lave en indledende afgrænsning af, hvilke naturtyper, der i projektet opfattes som GATØ I CIS Guidance document no. 12 "The role of wetlands in the Water Framework Directive" beskrives GATØ, som naturtyper, der forekommer i områder, hvor vandspejlet er ved eller tæt ved jordoverfladen i hvert fald i en del af året (CIS, 2003b). I den tekniske rapport no. 6 fra CIS (CIS, 2012) forklares direkte afhængighed af en grundvandsforekomst ved, at en grundvandsforekomst skal levere kvantitet (flow eller vandstand) eller kvalitet af vand, som er nødvendig for at opretholde det betydende GATØ.

I den tekniske rapport nr. 8 fra CIS (CIS, 2014) er det opsummeret, hvilke områder og habitatnaturtyper forskellige EU-lande har identificeret som grundvandsafhængige. Der er ikke umiddelbart stor konsensus landene imellem i forhold til hvilke habitattyper, der identificeres som grundvandsafhængige. Nogle lande har peget på ganske få habitattyper (f.eks. Island, Finland og Portugal), mens andre lande peger på langt flere (f.eks. Irland, Luxembourg og Storbritannien).

I nærværende projekt indgår de våde naturtyper der er omtalt i kapitel 6. Det er vurderet, at alle fugtigt-våde naturtyper på habitatdirektivets bilag I er potentielt direkte grundvandsafhængige, da det ikke kan udelukkes, at disse habitattyper er afhængige af en grundvandsforekomst. Det vil altså sige, at omgivelsernes grundvandsstand og påvirkning på grundvandet kan have betydning for hydrologien i naturtypen. Vi antager således her, at der også kan være en afhængighed af en høj grundvandsstand for naturtyper, som typisk får hovedparten af deres vand direkte i form af regnvand eller havvand (eksempelvis højmose, tørvelavning, klokkelynghe, hængesæk og strandeng).

Naturtypens vegetation kan være enten direkte eller indirekte *afhængige* af grundvandet. Ved dette forstås, at naturtypen kun forekommer, hvor der er direkte kontakt med opvældende grundvand, der er karakteriseret ved at være næringsfattigt og rigt på baseioner (f.eks. i form af kalk eller jern). Dette gælder for rigkær (7230), kalkrigt kildevæld (7220), hvas avneknippe-mose (7210) og aske-ellesumpe (91D0). For nogle naturtyper gælder, at visse undertyper både

kan forekomme i en regnvandsbetinget undertype med lav pH og en grundvandsbetinget undertype med højere pH. Dette gælder for tidvis våd eng (6410), hængesæk (7140), våde partier af klithede (2140), våd hede (4010) og fugtige klitlavninger (2190), hvor nogle undertyper er direkte grundvandsbetingede. Endelig kan naturtyper, hvor selve vegetationen ikke er i direkte kontakt med grundvandet, være direkte afhængige af et højt underliggende grundvandsspejl, hvor en sænkning af grundvandsspejlet kan føre til ødelæggelse af forekomsten. Dette gælder for højmoser (7110) og nedbrudte højmoser (7120), hvor selve vegetationslaget alene modtager regnvand (ombrotrofe) (Janssen, 1972). Øvrige EU-lande, der inkluderer habitater, der er indirekte afhængig af grundvand er blandt andet Irland, der inkluderer aktive højmoser (7110) og Østrig, der inkluderer habitater, der er "indirekte påvirkede af grundvand..." (CIS, 2014).

3.2 Eksisterende viden - Introduktion.

En stor del af den forskning, der omhandler GATØ i Danmark, er koncentreret om naturtypen rigkær samt i et vist omfang de naturtyper, der støder op til rigkærene (tidvist våde enge, kildevæld, avneknippemoser), eller som er strukturelt definerede naturtyper, der i nogle undertyper kan indeholde rigkærsvegetation, så som hængesæk og klitlavning. Sidstnævnte er overordnet set at betragte som rigkær, da de er betinget af de samme økologiske forhold.

I 2010 gennemførte forskere fra Aarhus Universitet (AU), De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og Aalborg Universitet (AAU) et fælles, tværgående projekt omkring hydrologi, vandkemi og naturtilstand i GATØ med fokus på rigkær, der stadig i stort omfang udgør den bedste summariske gennemgang af videnstatus inden for området (Økohydrologiprojektet, Ejrnæs med flere, 2010). Projektet kobede data fra tre delprogrammer i NOVANA; vandløb, terrestrisk natur og grundvand.

Rigkær var valgt som fokus-naturtype, da grundvandsafhængigheden er veldokumenteret, og fordi de relevante problemstillinger også er gældende for flere af de øvrige grundvandsafhængige naturtyper, så som hvas avneknippemose, kildevæld, tidvis våd eng, fugtige klitlavninger og hængesæk.

Den følgende gennemgang af eksisterende viden er i høj grad bygget op omkring det arbejde, der blev udført i Økohydrologiprojektet; understøttet af anden forskning inden for området, der er kommet til efterfølgende.

I projektbeskrivelsen er der lagt op til at lave særskilte vurderinger for hhv. grundvandsforekomsternes kvantitative og kemiske tilstand. I GATØ er de to forhold dog stærkt korrelerede, da tilførslen (kvantiteten) af grundvandet i et område er af stor betydning for forhold som næringsstofftilgængelighed (kemisk tilstand), der i stor udstrækning er bestemmende for, om et GATØ vil være i gunstig tilstand. Det er derfor ikke meningsfuldt og nemt at se på de to forhold fuldstændig adskilt. I denne oversigt er det tilstræbt at lave en opdeling i kvantitativ og kemisk tilstand i det omfang, det er muligt og meningsfuldt at se på adskilt.

3.3 Den kvantitative påvirkning – betydningen af afvanding, vandindvinding og en stabil tilførsel af grundvand

3.3.1 Tab af grundvandsafhængig terrestrisk natur som følge af menneskelige indgreb ved afvanding

Gennem de seneste 200 år er der sket en gennemgribende afvanding af lavbundslande i Danmark. Dette er sket som et resultat af menneskets indgriben i vandets kredsløb og har bevirket, at en betragtelig del af de områder, der tidligere har fremstået som eng og mose arealer på de gamle kortværker, ikke længere er at finde i det danske landskab.

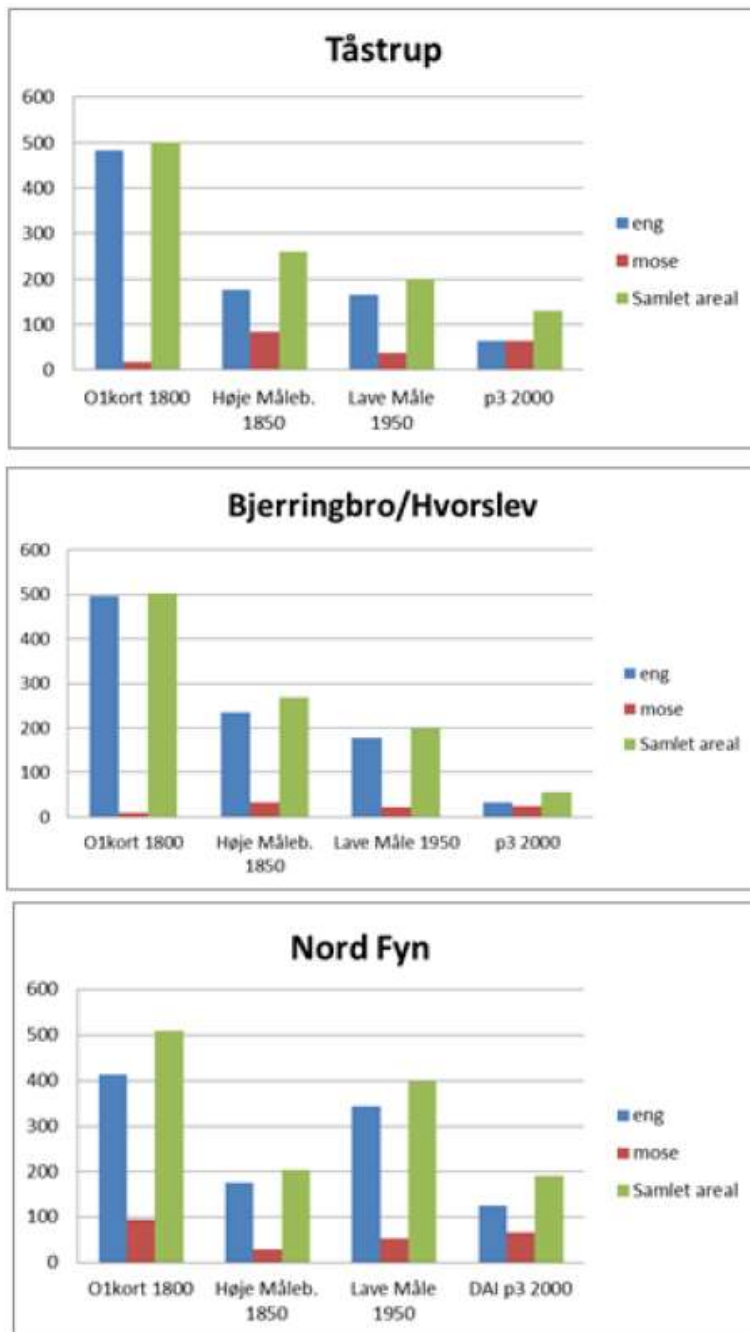
I indeværende projekt har vi ikke forholdt os til, om de værdifulde vådområder, der er gået tabt som følge af afvanding og eutrofiering i historisk tid, kan genoprettes. Det er dog relevant at se på, hvad årsagerne til tabet af den grundvandsafhængige terrestriske natur er, da det kan give en indikation på, hvilke relevante, negative påvirkninger, eksisterende GATØ kan være udsat for.

Et studie udført af GEUS og Aarhus Universitet (Foulum) i 2014 for Naturstyrelsen har undersøgt udbredelse og påvirkning af arealer med eng og mose signatur i det drænede (nutidige) og udrænede (historiske) landskab (Nilsson med flere, 2014). Baseret på sammenligning af digitaliserede versioner af tre historiske kort, der rækker tilbage til starten af 1800-tallet (Original 1 kort (O1), høje målebordsblade og lave målebordsblade) og moderne kort, blev det undersøgt, i hvilke perioder det største tab af lavbundsland har fundet sted, og hvorvidt disse tab kan kobles med bestemte afvandingsmetoder, som f.eks. grøftning, rørdræning og vandindvinding. Original 1 kortværket anses som det nærmeste billede vi kan få af det "naturligt" udrænede landskab, velvidende at omfattende afvanding ved grøftning allerede har fundet sted af munke tilbage i 1100 og 1200-tallet og frem (Breuning-Madsen, 2010).

De forskellige afvandingsmetoder og deres effekt på udbredelsen af arealer med eng og mose signatur er søgt kortlagt for tre testområder (et på Nordfyn og to østjyske områder), hvor der fandtes et relativt omfattende digitaliseret kortmateriale fra tidligere gennemførte projekter.

Det samlede areal af eng og mose blev reduceret markant i starten af 1800-tallet (O1-kort), fra omkring 20 % af testområdernes areal til en halvering i anden halvdel af 1800-tallet (ca. 10 %), hvor de høje målebordsblade tegnes. Årsagen er formentlig, at perioden fra ca. 1810 og frem er præget af omfattende afvanding ved grøftning og rørdræning. Det samlede eng- og moseareal ændres ikke væsentligt mellem anden halvdel af 1800-tallet og 1925-45 (lave målebordsblade), men der sker en yderligere reduktion mellem 1925-45 og 2000. Det svarer til en total reduktion på 65-90 % af arealet i forhold til starten af 1800-tallet. Det historiske areal af enge og moser i de tre testområder er vist i figur 3.1. Som det ses, har engarealerne gennem de 200 år fyldt betydeligt mere end mosearealerne og er således tilsvarende reduceret mest. Det skal nævnes at en undersøgelse fra Stokkemark sogn på Lolland viser en tilsvarende arealmæssig fordeling i 1809 (O1 kortværket) med ca. 50% ager jord, ca. 20% mose, kær og eng eller fælled

og ca. 30% skov. Sidst i 1830-erne hvor det høje målbordsblad bliver tegnet for Lolland kan samme fordeling opgøres til 75% ager jord, 15% skov mens mose, kær og eng arealet er reduceret til ca. 10% (Bjørn, 1988). Fordelingstallene fra Lolland og denne undersøgelses tre testområder er slående ens.



Figur 3.1: Historisk udvikling i arealet af de våde naturtyper eng og moser fra starten af 1800-tallet til i dag inden for de 5x5km store testområder i de tre hovedområder. Enheden på y-aksen er i hektar. Fra Nilsson med flere (2014).

Drænrøret kom til Danmark i starten af 1850-erne (Breuning Madsen, 2010), hvor den store rørdræning af Danmark starter på Sjælland, Øerne og Østjylland (lerjordene) i perioden 1860-1880 og fortsætter primært i Jylland i perioden 1930-1960 (Olesen, 2009). En reduktion i areaerne for de våde naturtyper, som følge af rør-dræning, kan således ikke forventes at sætte sine spor i de høje målbordsblade fra 1860-80 på de to jyske testlokaliteter. Den effekt må tidligst kunne forventes at slå igennem i de lave målbordsblade fra 1925-50. Hvorvidt den mulige arealreduktion kan ses fra Nordfyn på det høje målbordsblad er mere usikkert, da Nordfyn muligvis kom med i den gennemgribende rør-dræning af Sjælland og øerne, hvor op til 50% af lerbjorderne blev rørdrænet i perioden 1860-80.

I 1850-erne fik de første danske byer moderne vandværker (Odense, Ålborg, København), så fra stort set ikke at benytte grundvand i 1850 sker der i det følgende halve århundrede en ganske stor forøgelse af grundvandindvindingen på grund af, at ny teknologi kan udnyttes. I 1894 har 27 danske købstæder egen vandforsyning ved oppumpning af grundvand. Århus tog først grundvandet i brug i omkring 1920. I 1920-erne har 70 byer kommunale vandværker og 1200 anlæg på landet, mens de næste 50 år indtil 1970-erne stiger antallet af grundvandsindvindinger til 5-6000 vandværker (kommunale og private) samt omkring 200.000 indvindinger til enkeltvandforsyninger til husholdning og markvanding på landet (Barfod, 1977; Christensen, 2007). Omkring 1990 resulterede omfattende vandsparekampagner i en reduktion i grundvandsoppumpningen med op til 30% op gennem 1990-erne (GEUS, 2012), resulterende i en mindre påvirkning af GATØ naturtyperne som følge af afsænkning i trykpotentialerne under enge og mose arealerne. Ingen ved hvor stor påvirkning denne kraftigt forøgede grundvandsindvinding op gennem 1900-tallet har resulteret i af forringet naturkvalitet i eng og mose områder, men den store reduktion i engarealet fra kortlægningen af de lave målbordsblade i 1925-45 til i dag må man tro skyldes en kombination af den anden store dræningskampagne fra ca. 1935 og sandsynligvis stigende grundvandsindvinding. Sidstnævnte findes der imidlertid kun ringe statistisk datagrundlag for fra perioden før ca. 1980, hvor det bliver lovligt at indbetrette oppumpede vandmængder til myndighederne.

Det skal endelig nævnes at en stadig stigende udvikling af beboelser eller egentlige byudvikling i områder med lavbundslande har fundet sted de seneste ca. 50 år. Det er usikkert hvor stor effekt dette har haft på reduktionen af eng og mose arealerne. Lokalt har det antagelig haft en påvirkning men mere generelt på landsplan vurderes effekten dog at være begrænset.

Der har således de seneste 200 år været flere forskellige faktorer som har spillet ind på afvandingen af lavbundslandene og dermed de våde naturtyper i Danmark ved primært grøftning, rør-dræning og grundvandsindvinding og i mindre grad bynær udvikling. I tabel 3.1 er de forskellige menneskelige indgreb listet, og der er lavet en kvalitativ vurdering af, i hvilke perioder (kortlag) de forskellige tiltag har været af størst betydning for afvandingen. Vurderingen er lavet for Danmark generelt, men kan dække over store regionale forskelle i, hvornår de enkelte tiltag har haft sin virkning. Introduktionen af drænrøret i ca. 1850 samt indførelsen af Loven af 1858, hvor det blev lovligt at bortlede vand fra fælles drænsystemer for flere grundejeres marker over anden mands (naboens) mark må anses for måske de to vigtigste forhold der forklarer den store reduktion i de våde eng og mose arealer fra udarbejdelsen af O1 kortene i starten af 1800-tallet til de høje målbordsblade laves i anden halvdel af 1800 tallet.

Tabel 3.1: Forskellige menneskelige indgreb der tilsigtet eller utilsigtet har resulteret i afvanding af lavbundsjordene i Danmark. Årstallene i parentes angiver de perioder, optegningen af de historiske kort har fundet sted inden for de tre testområder (Fra Nilsson med flere, 2014).

	O1-kort (ca. 1800)	Høje målebordsblade (1860-80)	Lave målebordsblade (1925-45)	§3 arealer, DAI (2000)
Periode	1800-1850	1850-1900	1900-1950	1950-idag
Grøftning	+++	+	+	+
Rørdræning	-	+++	+++	+++
Grundvandsindvinding	-	+	++	++
Bynær udvidelse	-	-	-	+

-: ingen reduktion af arealer med GATØ; +: mulig mindre reduktion af GATØ arealer; ++: nogen reduktion af GATØ arealer; +++: stor reduktion af GATØ arealer

I økohydrologiprojektet (Ejrnæs med flere, 2010) blev der lavet en kobling mellem data fra NO-VANA-overvågningen af de vandløbsnære arealer, der ikke er i omdrift eller med vedvarende græs og deres oplande for at undersøge betingelserne for forekomst af rigkær i ådalene. Her blev det fundet, at afvanding af landskabet er afgørende for, hvor vi finder den grundvandsafhængige terrestriske natur (herunder GATØ) i dag. Det blev undersøgt, hvorvidt forekomsten af rigkær langs vandløbsstrækningen kunne forudsiges ud fra karakteristika i oplandet (oplandsstørrelse, geologi, arealanvendelse, andel af lavbundsjord og afvanding i oplandet). Denne undersøgelse afspejler i en vis udstrækning, hvilke påvirkninger af det hydrologiske system (i form af afvanding) og andre væsentlige parametre (f.eks. procentdelen af jord i omdrift, procentdelen af våd natur i oplandet og forekomst af lavbundsjord langs strækningen), der er af betydning for forekomsten af GATØ (rigkær) i ådalene i dag. I parametrene, der har med afvanding at gøre, sondres der ikke mellem om afvandingen skyldes eksempelvis dræning, grøftning eller vandindvinding.

Det blev fundet, at afvandingen i hele oplandet havde den største betydning for, om der var rigkær i den vandløbsnære zone. Dette afspejler formentlig, at den mængde vand, der strømmer til det vandløbsnære areal er væsentlig mindre, når en større del af oplandet er afvandet, og at denne reduktion er afgørende for, at grundvandstilstrømning og strømningsmønstre på det vandløbsnære areal ændres, så betingelserne for forekomst af grundvandsafhængig natur bliver ringere. Derudover er mængden af våd, lysåben natur i oplandet samt forekomst af lav-

bundsjarde tæt på vandløbet betydende, positive parametre, der øger sandsynligheden for forekomst af grundvandsafhængig natur i ådalene. At der er lavbundsjord og lysåben, våd natur til stede, peger på, at de hydrologiske forudsætninger er til stede, og at området ikke er taget i intensiv landbrugskultur.

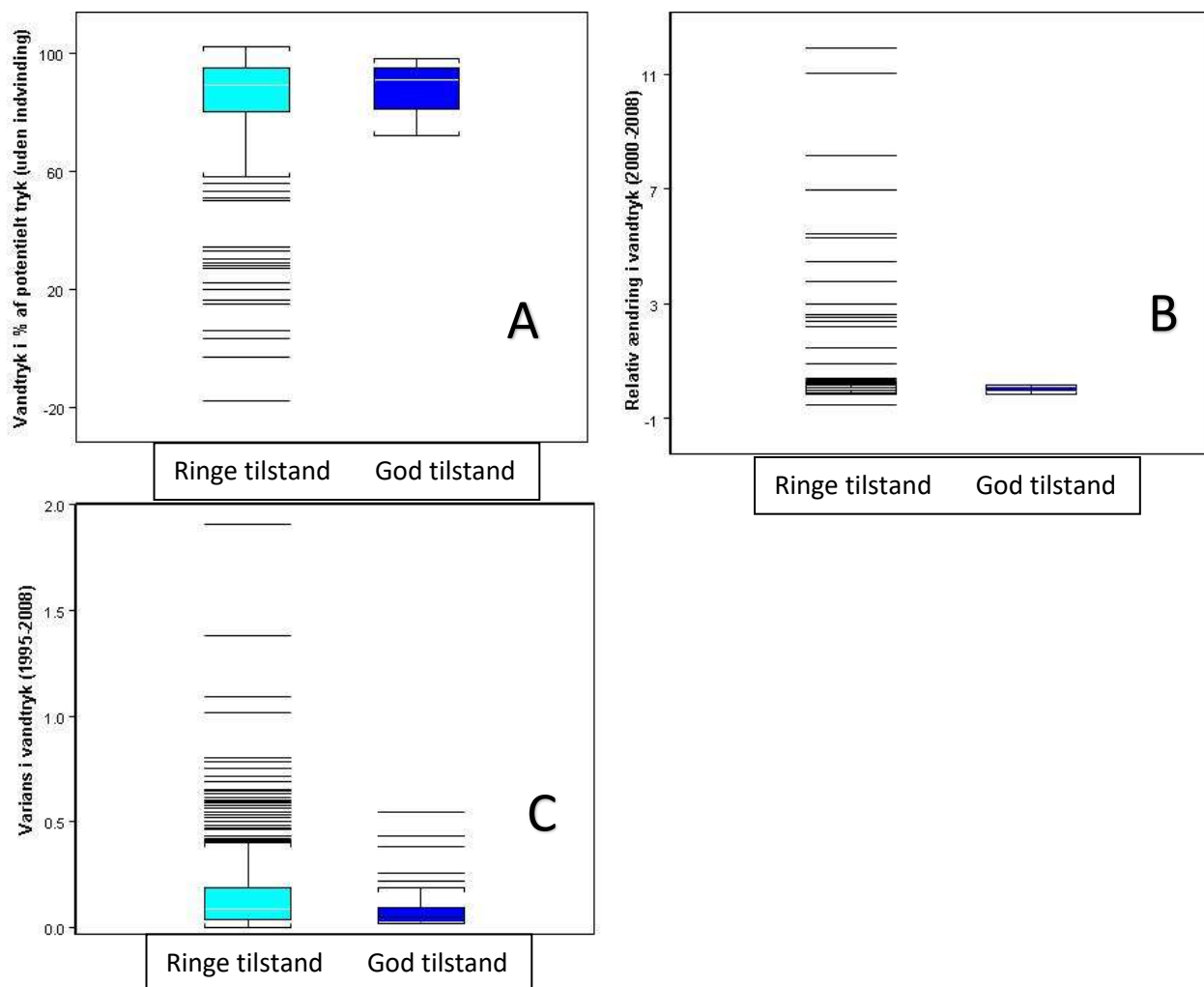
3.3.2 Betydningen af stabil tilførsel af grundvand

Både national og international forskning i grundvandsafhængige naturtyper (igen er det primært rigkær, der er blevet undersøgt) peger på, at en stabil, høj vandstand der muliggør en kontinuer tilstrømning af grundvand er én af de primære forudsætninger for at opnå god tilstand i de grundvandsafhængige naturtyper. Det skyldes, at det iltfattige grundvand er fattigt på næringsstoffer (kvælstof og fosfor), men rigt på baseioner som calcium, jern og magnesium. Baseionerne binder fosfor, så det bliver utilgængeligt for planterne, der dermed vil opleve næringsbegrænsning. De iltfattige forhold i rodzonen medvirker desuden til, at nedbrydningen af tørv hævnes, hvilket også holder næringstilgængeligheden lav.

I forbindelse med økohydrologiprojektet (Ejrnæs med flere, 2010) blev det undersøgt, om det var muligt at lave en kobling mellem forekomst og tilstand i sjællandske rigkær og DK-modellen, der simulerer grundvandsstanden i forskellige geologiske lag med en opløsning på 500 x 500 m under vandindvinding. Dette var et forsøg på at afklare, om en sænkning af trykpotentialet som følge af vandindvinding, kan kobles med tilstanden i rigkærene. Fokus i projektet var på det dybe, reducerede grundvand i kalken. Blandt andet fordi det er dette lag, hvorfra en tredjedel af Danmarks vandindvinding finder sted (Nilsson og Gravesen, 2018), og derfor også her man kunne forvente at se en effekt af vandindvinding på rigkær.

Det var ikke muligt at vise en sammenhæng mellem grundvandsniveauet i 500 x 500 m-cellerne og forekomst og tilstand af de sjællandske rigkær. Det skyldes sandsynligvis, at modellens beregningsceller var for store til sådan en analyse.

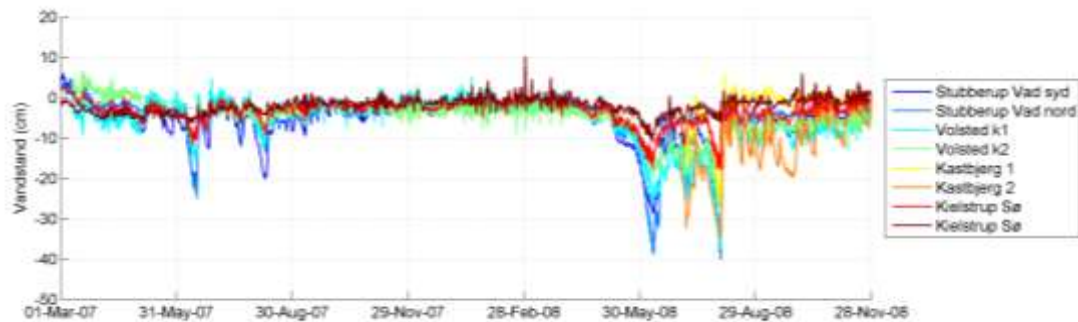
Det blev også undersøgt, om der var en sammenhæng mellem ændringer i grundvandsniveauet som følge af vandindvinding og forekomsten og tilstanden af de sjællandske rigkær. Det blev undersøgt, om der var forskel på rigkær i optimal tilstand (relativt høj pH, lav næringstilgængelighed og mere end 5 typiske arter) og øvrige rigkær. Analysen viste, at rigkær i optimal tilstand generelt forekommer i områder, hvor vandindvindingen har en mindre effekt, hvor vandtrykket har været stabilt i perioden 2000-2008, samt hvor vandtrykket varierer mindre fra måned til måned. Det var dog kun forskellen i variansen af vandtrykket som var signifikant (figur 3.2).



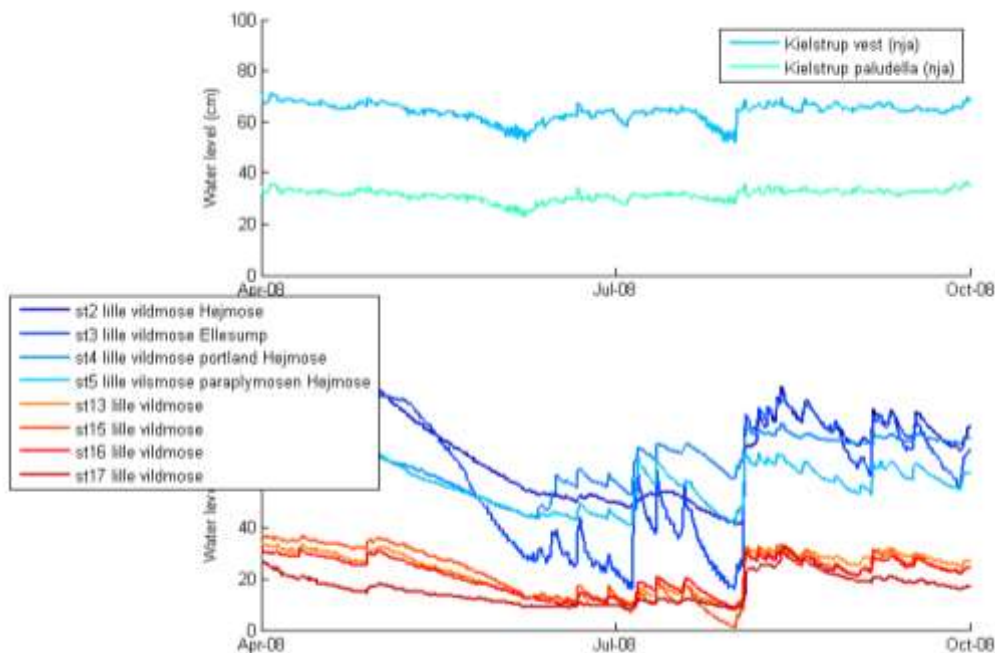
Figur 3.2: Tre box-plots som viser fordelingen af prøvefelter fra rigkær i optimal tilstand (højre, mørkeblå box) og øvrige rigkær (venstre, turkis box). De blå bokse viser placeringen af den midterste halvdel af datapunkterne, medianværdien vises med hvid stribe, stigerne viser 1,5 x øvre og nedre kvartil og linjerne viser ekstreme værdier uden for dette interval. Delfigurene viser: A) det gennemsnitlige vandtryk i 2008 i procent af vandtrykket uden vandindvinding ($p=0,9$), B) den relative ændring af vandtrykket i perioden 2000-2008 ($p=0,09$) og C) variansen i det månedlige vandtryk for perioden 1995-2008 ($p<0,001$). Alle tests = Wilcoxon rank sum test. Fra Økohydrologiprojektet (Fra Ejrnæs med flere, 2010).

Udover at koble DK-modellen med rigkærenes forekomst og tilstand, blev der under naturlige forhold (ingen vandindvinding) målt vandstand på fire stationer (suppleret med loggere på to NOVANA-overvågningsstationer), hvor det blev fundet, at rigkærene har en meget stabil vandstand tre fjerdedele af året, men i sommermånederne, kan der optræde større eller mindre sænkninger af vandstanden, typisk med blot 10 cm, men i visse tilfælde op til 40 cm (Figur 3.3).

Sammenlignet hermed vil vandstanden fluktuere langt mere, og typisk gennem hele året, i mosetyper som domineres af regnvand, som eksempelvis højmoser (figur 3.4). Her vil grundvandspejlet ligge et stykke under terræn uden at være i direkte kontakt med vegetationen, så vandspejlet vil i højere grad være betinget af fordampning og nedbør. På figur 3.4 ses et eksempel på forskellen mellem vandstandsfluktuationer i et rigkær med en kraftig grundvandsudstrømning, hvor vandstanden stort set er uændret hen over sommerperioden, og en højmose hvor vandstanden falder markant hen over sommeren.



Figur 3.3: Naturlige vandstandsfluktuationer fra 4 himmerlandske rigkærlokaliteter med vandstandsloggere i Økohydrologiprojektet. Negative værdier på y-aksen angiver vandstande under terræn i cm (Ole Munch Johansen, unpubl. data fra Miljøstyrelsens loggere på NOVANA stationer).



Figur 3.4: Vandstandsfluktuationer i to artsrige rigkær med store forskelle i årlige vandstandsvariationer under naturlige forhold ved Kielstrup sø (øverst) og i en højmose (Lille Vildmose, nederst). Bemærk at på y-aksen angiver positive vandstande i cm der ikke er relateret til terræn (Ole Munch Johansen, upubl. data for Miljøstyrelsens loggere på NOVANA stationer).

I en anden dansk undersøgelse af sammenhængen mellem vegetationen og vandstandsvariationer i GATØ (rigkær og beslægtede naturtyper) blev det tilsvarende fundet, at vandstanden er en begrænsende – eller betydende – faktor for antallet af indikatorarter af karplanter og mosser – og dermed tilstanden i GATØ (Johansen med flere, 2017). På trods af en stor spredning i forholdet mellem vegetation og vandstand synes der at være en klar øvre grænse for alle vegetationsmål, der er begrænset af vandstandsforhold. Mosarter som er typiske for gode rigkær var mere afhængige af et højt og stabilt vandspejl end andre planter. Samtidig blev det konkluderet, at sammenhængen mellem vegetation og vandstandsmål blev langt stærkere, hvis der også blev taget højde for næringsstatus. Det skyldes, at den observerede habitatkvalitet udtrykt ved antallet af typiske arter ligger fra dårlig til høj ved høj og stabil vandstand, mens antallet af typiske arter altid er lavt på de tørre steder, hvor forudsætningerne for GATØ aldrig er tilstede. For de typiske mosser var især ratioen mellem "Ellenberg Næring" og "Ellenberg Fugtighed" stærkt korreleret med antallet af arter, hvilket afspejler at de typiske mosarter findes ved høj, stabil vandstand og næringsfattige forhold.

At vandstanden er afgørende for de typiske arter, er også fundet i udenlandske studier. F.eks. konkluderer Ilomets med flere (2010) i et studie af rigkær i Estland, at antal og dækning af typiske kærarter falder drastisk, når de sæsonmæssige vandstandsfluktuationer overstiger 25 cm,

og Mälson og Rydin (2007) finder, at de typiske kærmosser forsvinder fra kærområderne kort tid efter, at områderne drænes, og grundvandsstanden dermed falder.

Der er lavet få danske studier af effekten af vandindvinding på vandstanden i nærliggende grundvandsafhængig, terrestrisk natur. I Lindenberg ådal ved Volsted blev der foretaget hydrologiske undersøgelser i kildefelter og rigkær, hvor der udføres prøvepumpning til drikkevandsindvinding. Her viste det sig vanskeligt at påvise en effekt ude i rigkærsområderne (Johansen med flere, 2011; 2014). Der kunne ses et markant fald i selve kilden, mens vandstanden i kærene "kun" faldt med 2-3 cm. Det er så lille et fald, at det er svært at adskille fra de naturlige udsving i vandstanden. Der er ikke foretaget opfølgende undersøgelser af, om vegetationen har ændret sig som følge af vandstandssænkningen.

I et andet dansk studie har Kidmose og Nilsson (2018) vurderet effekten af vandindvinding på rigkær i Vasby og Sengeløse Moser syd for København. Yderligere er det vurderet, om en øget afvanding ved dræning ved nygrøftning direkte i mosen har nogen betydning samt hvilke effekter fremtidige klimaforandringer har for vandstandsforholdene i moserne. Modelberegninger kombineret med et komplekst hydrologi- og vandkemidatasæt indikerer, at effekten fra en øget grundvandsindvinding på op til 20% i indvindinger nær ved rigkæren, reelt ingen effekt har på vandstanden i moserne eller for afstrømningen fra moserne via vandløbene. I et fremtidigt klima simuleret med nuværende fremtidsprognoser kan vintervandstanden ændre sig op til 15 cm, hvorimod sommervandstanden er samme niveau som i nutiden. Modelkørslerne indikerer, at klimaforandringerne ikke påvirker mosernes vandforhold for fremtiden. Ved etablering af et nyt drænrør i jorden eller en åben drængrøft vil dette drænsystem kunne sænke vandstanden med 30-50 cm, som et minimum, 10-30m vinkelret væk fra drænsystemet. Det kan dog ikke udelukkes, at vandstanden påvirkes op til 50m fra det ny drænsystem med op til 10cm vandstandssænkning. Den præcise påvirkning er dog helt afhængig af meget lokale hydrauliske ledningsevner i de øverste jordlag og kan kun kortlægges ved en tæt monitoring af grundvandsstand tæt ved eventuelt etablerede drænrør/grøfter.

3.3.3 Opsummering – kvantitativ påvirkning

Der er i international sammenhæng enighed om, at mængden af grundvand, der tilføres GATØ er af betydning for tilstanden i områderne. Og danske studier har vist, at rigkær i god tilstand forekommer, hvor der er en høj og stabil tilførsel af grundvand. Dette faktum skyldes ikke mindst, at en stabil tilførsel af grundvand er med til at sikre næringsfattige forhold i områderne. Studier af historiske kort og af fordelingen af våde naturtyper (eng og mose) i landskabet i dag viser, at afvandingen af landskabet er afgørende for, hvor vi finder GATØ i dag. Der findes kun ganske få undersøgelser, hvor det forsøges at koble vandindvinding med vandstand i GATØ. Der kan til en vis grad vises en sammenhæng mellem tab af GATØ (arealer med eng og mose signatur) og afvanding ved grøftning og dræning ved at studere de gamle kort. At koble tabet af GATØ til vandindvindingen er langt vanskeligere, da det er komplekst at koble specifikke GATØ med bestemte grundvandsforekomster. Dette gælder ikke mindst, fordi de fleste

GATØ, der kan være påvirket af vandindvinding også i en eller anden udstrækning vil være påvirket af afvanding i form af dræn eller grøfter, og det derfor ikke umiddelbart er muligt at afgøre, om en forringet tilstand som følge af vandmangel skyldes vandindvindingen eller anden form for afvanding. Vi skønner, at det i højere grad er den lokale afvanding af grundvandet i de terrænnære jordlag ved den omfattende grøftning og rørdræning af det danske landskab snarere end indvindingen af grundvand, der har betydet tab af GATØ og forringelse af tilstanden i de stadigt eksisterende GATØ.

3.4 Den kemiske påvirkning – betydningen af næringsfattige forhold og tilførsel af miljøfarlige stoffer

Betydningen af grundvandets kvalitet for tilstanden i GATØ er relativt velunderbygget for så vidt angår betydningen af næringstilgængelighed, mens der for tilførsel af andre miljøfarlige stoffer kun eksisterer ganske lidt viden om effekten på de våde, terrestriske naturtyper.

Der bliver ikke målt på miljøfarlige forurenende stoffer, som eksempelvis pesticider eller tungmetaller i GATØ, så den eksisterende viden inden for området beror på et ret begrænset datagrundlag. For habitatnaturtypen "kildevæld" er der tale om et habitat, der ligger i grænselandet mellem et lille vandløb og terrestrisk natur. Her foreslår vi i mangel af bedre, at de biologiske effekter, der findes af miljøfarlige stoffer i vandløb til en vis grad kan overføres til kildevæld, da faunaen knyttet til kildevæld formodes at have en tilsvarende følsomhed.

3.4.1 Afhængighed af næringsfattige forhold – N- og P-belastning

Næringsbegrænsning synes overordnet at være den vigtigste faktor for tilstanden i GATØ. I habitater som rigkær, kildevæld og hvas avneknippemose, hvor grundvandstilførslen er udtalt, er de næringsfattige forhold uløseligt forbundet til og i stor udstrækning betinget af hydrologien og den stadige tilførsel af iltfattigt, baserigt og næringsfattigt grundvand. Det iltfattige grundvand har et lavt indhold af plantetilgængeligt kvælstof og fosfor, men et højt indhold af magnesium, jern og kalk. Særligt synes fosforbegrænsning at være et gennemgående træk for rigkær, og i særdeleshed for lokaliteter med truede plantearter (Wassen med flere, 2005). Indholdet af calciumkarbonat og jern-ioner medvirker til at binde fosfor så det gøres utilgængeligt for planterne og her spiller jern tilsyneladende den største rolle (Boomer og Bedford, 2008; van der Welle med flere, 2008). De iltfattige forhold i rodzonen medvirker til at nedbrydningen af tørv hævnes. Resultatet bliver i tilfældet rigkær et lavproduktivt og artsrigt plantesamfund bestående af lave urter og mosser med en langsom opbygning af et tørvlag. Der findes flere danske undersøgelser af sammenhængen mellem vegetationen i GATØ og næringsforhold; igen er det først og fremmest rigkær, der har været i fokus. Alle disse undersøgelser peger på betydningen af næringsfattige forhold som vigtigst for tilstanden. De peger også på, at det er vanskeligt at lave en direkte og stærk kobling mellem de målte næringsstofkoncentrationer i

vand, jord og planter og tilstanden i områderne. En langt stærkere sammenhæng opnås, hvis der bruges planteafledte indikatorer, som eksempelvis gennemsnit af Ellenberg-værdier.

I et studie af NOVANA-data fra stationer med GATØ (rigkær, kildevæld og hængesæk med rigkærvegetation) blev det undersøgt, hvilke indikatorer, der bedst afspejler bevaringsstatus; udtrykt ved antallet af indikatorarter for kalkrige GATØ i en gunstig biologisk tilstand på stationen (Andersen med flere, 2013). Der blev testet indikatorer, der relaterede sig til næringsstoffer, fugtighed, pH og vegetationens struktur. Indikatorerne kan opdeles i direkte målte, kemiske faktorer (næringsstoffer i planter, jord og vand samt pH), strukturelle indikatorer (vegetationshøjde og dækningsgrad af vedplanter) og afledte indikatorer baseret på plantelister (gennemsnit af Ellenberg-værdier for lys, pH, næring og fugtighed).

De strukturelle indikatorer afspejler graden af forstyrrelse og succession, men kan også via vegetationshøjden indikere noget om næringsforholdene.

De direkte målte, kemiske indikatorer afspejler her-og-nu-tilstanden i et givet område. Det kan være en fordel, hvis man skal dokumentere effekter af aktuelle næringsstofbelastninger. Koncentrationerne af næringsstoffer vil imidlertid udvise store variationer hen over vækstsæsonen og vil også være påvirket af nedbørshændelser og helt lokale næringsforhold (er prøven eksempelvis taget, hvor en ko kort tid forinden har urineret?), og særligt målinger af næringsstoffer i vand og jord kan udvise store udsving fra år til år (Andersen med flere, 2013; Hájek og Hekera, 2004). Det betyder, at flere, gentagne målinger er en forudsætning for at kunne stole på at en måling afspejler påvirkning og tilstand og ikke bare en tilfældig fluktuation. I NOVANA-sammenhæng, bliver der kun foretaget målinger én gang i hver overvågningsperiode.

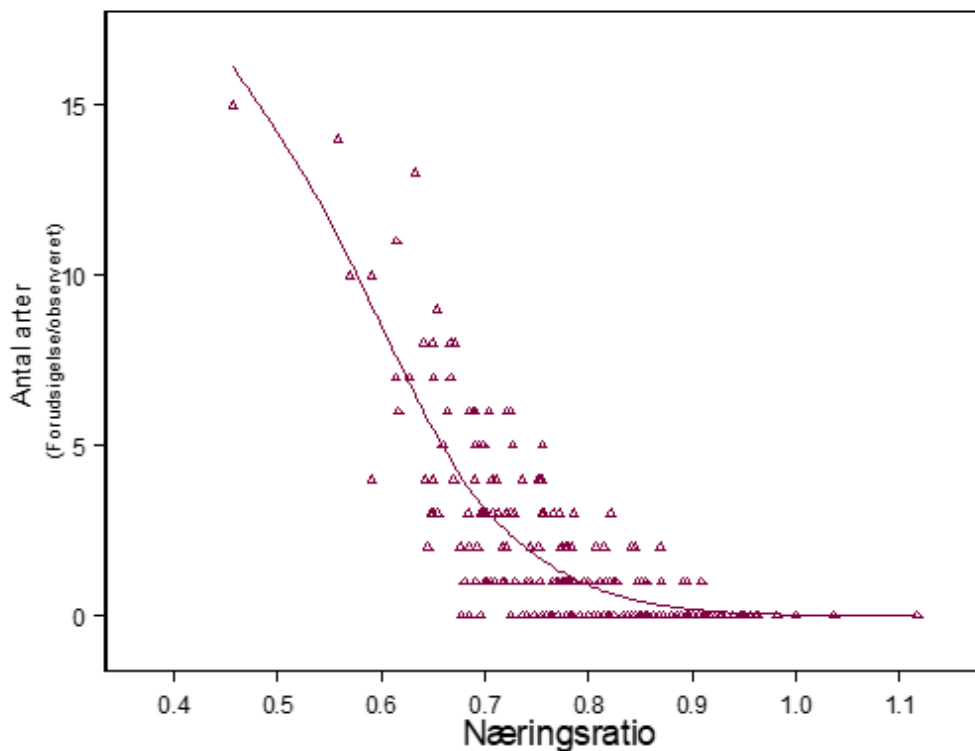
Vegetationen i et område afspejler de økologiske forhold over en længere periode og vil reagere med forsinkelse på ændringer i forholdene og dermed ikke ændre sig i takt med sæson og nedbørsbetingede ændringer i næringsstofkoncentrationer. Ved at bruge indikatorer, der er baseret på vegetationen, undgås de hændelses- og sæsonbetingede variationer. Ellenbergs indikatorværdier er de mest anvendte af sådanne planteafledte indikatorer. De beskriver plantearternes økologiske præferencer for fugtighed, lys, pH, næring, salttolerance og kontinentalitet, i de fleste tilfælde baseret på ekspertvurderinger og kun i få tilfælde baseret på eksperimenter. Ved at beregne Ellenberg-gennemsnit for alle planter på en lokalitet, kan man få en stabil beskrivelse af den økologiske tilstand, som så at sige er rensset for tilfældig variation afhængig af små forskellige i prøvetagningens sted og tidspunkt, og dermed egner sig godt i tilfælde, hvor der ikke laves mange og gentagne målinger. I det aktuelle studie blev der foruden de rene Ellenberg-værdier beregnet gennemsnit af forholdet mellem Ellenberg næring og Ellenberg pH (kaldet næringsratio).

I studiet blev det fundet, at det er indikatorer, der relaterer sig til næringsstatus (f.eks. Ellenberg Næring, Næringsratio og kvælstofindholdet i mosser), der viste den bedste sammenhæng med antallet af typiske arter på de undersøgte GATØ-lokaliteter. Særligt var det de planteafledte indikatorer (afledt af vegetationens sammensætning), og især Næringsratio, der havde den stærkeste sammenhæng med antallet af indikatorarter for god tilstand og dermed afspejler tilstanden i området bedst. Sammenhængen mellem antallet af indikatorarter og Ellenbergs

indikator for fugtighed, var dog ret svag, hvilket skyldes, at vegetation tilpasset høj fugtighed kan findes ved både høj og lav næringstilgængelighed.

For særligt sårbare rigkærsarter, som orkidéen mygblomst, er det også næringsstofstatus i form af den vegetationsafledte Næringsratio, der er den bedste indikator for, om et område er egnet habitat for mygblomst (Andersen med flere, 2015).

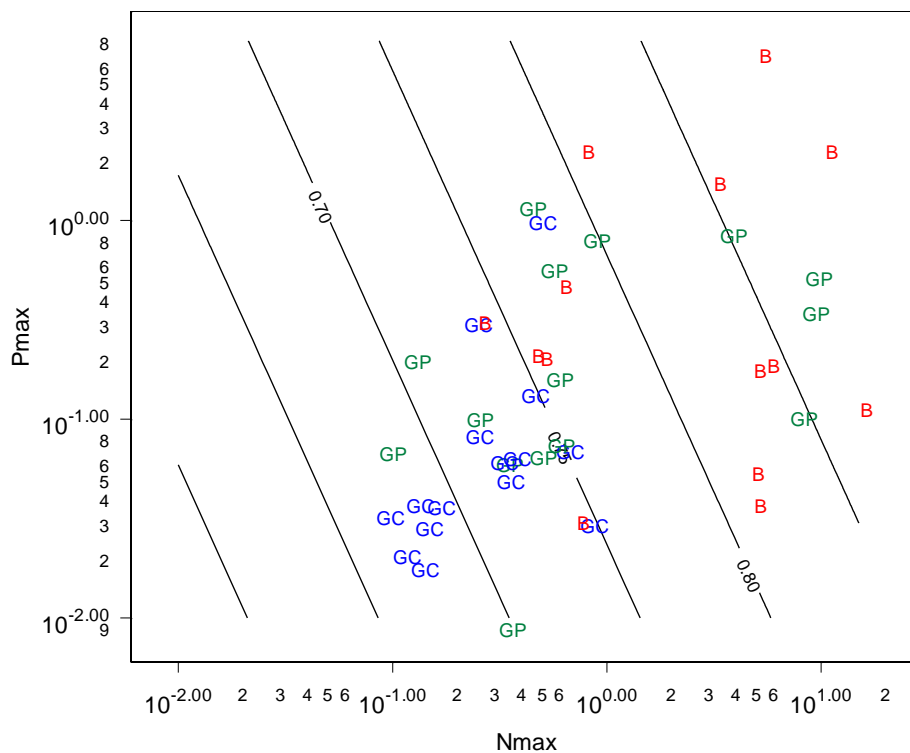
I økohydrologiprojektet (Ejrnæs med flere, 2010) blev der lavet registrering af vegetations sammensætning og –struktur og vandkemiske forhold i ferske vådområder med god og dårlig tilstand (potentielle GATØ). Der blev indsamlet vandprøver fra vandstandsør i forår og sommer i to dybder (i rodzonen og 1 meter under terræn). Formålet var at undersøge, om indholdet af næringsstoffer i vandet kunne forklare forskellene mellem velfungerende, artsrige rigkær og vådområder uden indikatorarter (fx næringsbelastede højstaudesamfund), samt områder i periferien af de velfungerende rigkær. Også her blev der fundet en god korrelation mellem antallet af typiske arter og Næringsratio: Prøvefelter med mange typiske arter havde en Næringsratio lavere end 0,7, mens de typiske arter helt var forsvundet i prøvefelter med Næringsratio over 0,9 (figur 3.5).



Figur 3.5: Sammenhæng mellem næringsratio og antal indikatorarter i prøvefelter fra Økohydrologiprojektet. En non-lineær regressionslinje er tilføjet til data og viser det gennemsnitlige antal arter ved en given næringsratio (Fra Ejrnæs med flere, 2010).

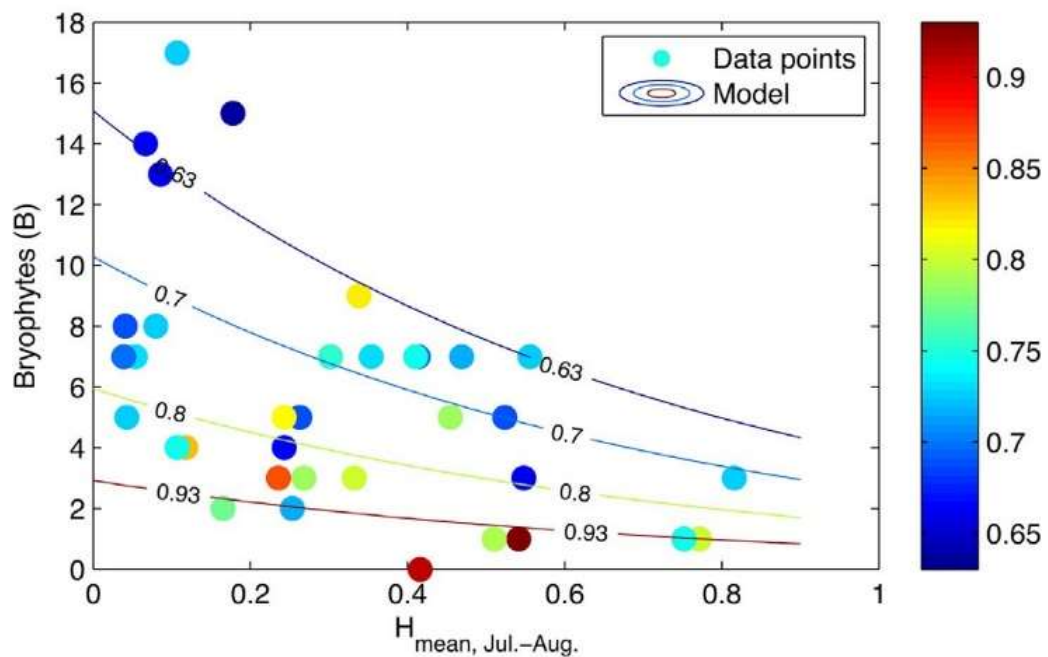
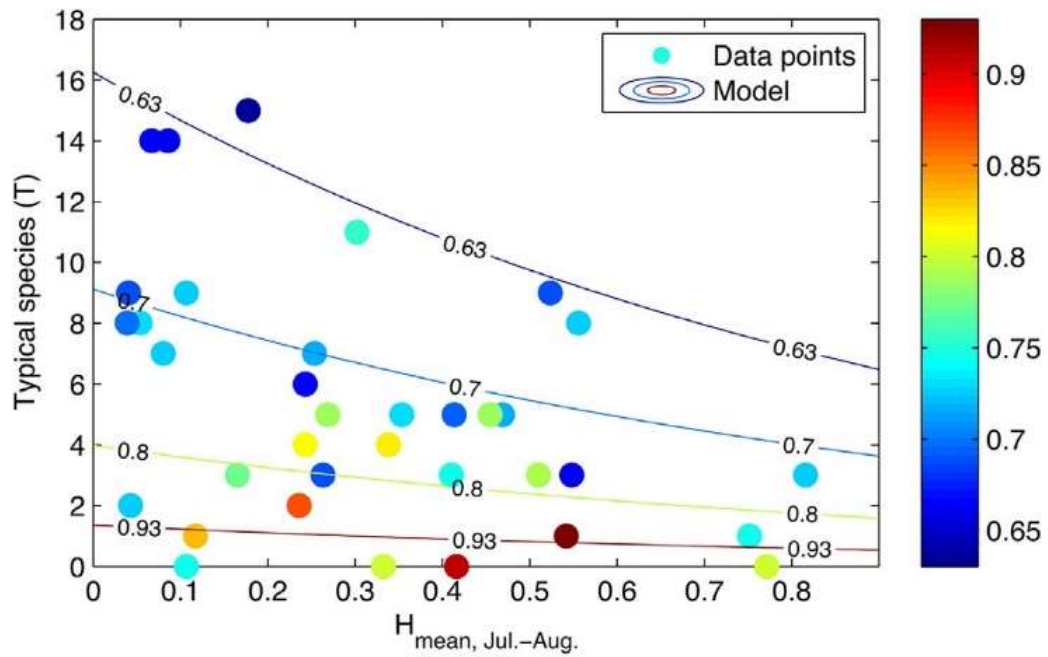
Der blev også fundet en signifikant sammenhæng mellem vegetationen i rigkærene og vandprøvernes indhold af uorganisk kvælstof og fosfor, men også en betydelig variation. De stærkeste korrelationer blev opnået med de maksimale målte værdier for begge dybder (rodzone + tilstrømmende grundvand under rodzonen) og tidspunkter i et givet punkt. At det skulle baseres på de maksimale værdier skyldes den store variation i næringskoncentrationerne afhængig af årstid og prøvetagningsdybde, således at en enkeltstående måling kun har en mindre sandsynlighed for at diagnosticere et næringsbelastet miljø (figur 3.6).

I centrum af de gode rigkær var de maksimale koncentrationer under 1 mg NO₃-N/liter og under 1 mg PO₄-P/liter (svarende til ca. 4 mg NO₃/liter og 3 mg PO₄/liter). Nitratværdier målt i centrum af de gode rigkær ligger altså langt under de eksisterende grænseværdier for nitrat i grundvand (50 mg NO₃/liter), som er fastsat i grundvandsdirektivet .



Figur 3.6: Næringsratio (Ellenberg Næring/Ellenberg pH) afhænger af N-max og P-max (begge i mg/l PO₄-P eller NO₃-N+NH₄-N målt i vand piezometerrør filtersat i 1 m dybde og hele vejen op i rodzonen). Konturlinjerne i figurene stammer fra den bedste generaliserede additive model som viste sig at være næringsratio modelleret som en logaritmisk funktion af Nmax og Pmax. Konturlinjerne viser modellens forudsigtelse af effekten af N og P på vegetationens næringsratio. GP= periferi af rigkær, GC=centrum af rigkær og B= område i dårlig tilstand (Fra Ejrnæs med flere, 2010).

I studiet af Johansen med flere (2017), blev sammenhængen mellem typiske arter (indikatorarter for rigkær i god tilstand) og antallet af mosser og forskellige vandstandsmål undersøgt i forskellige lysåbne GATØ. Her var konklusionen, at vandstandsforholdene i sig selv kunne forklare en del af variationen, særligt for mosserne, men at forklaringsgraden blev langt bedre, når vandstandsmålene blev kombineret med et mål for næringsstatus (næringsratio), hvilket hænger sammen med, at våde naturtyper, herunder GATØ, findes i en bred gradient fra næringsfattig til næringsrig – og, at områder i god tilstand (med mange typiske arter og mosser) findes de steder, hvor der både er en høj og stabil vandstand og næringsfattige forhold (Johansen med flere, 2017). De GATØ, som havde mange typiske arter af karplanter og mosser, var lokaliteter, hvor der var en stabil vandstand og hvor næringsstatus var lav (figur 3.7).



Figur 3.7: Poisson regressionsmodeller, der viser antal typiske arter (øverst) og antal mosser (nederst) i forhold til den gennemsnitlige vandstand i juli-august. Konturlinjerne viser værdierne af næringsratio (Ellenberg Næring/Ellenberg pH), som forudsagt af modellen, mens punkternes farver afspejler lokaliteternes beregnede næringsratio (Fra Johansen med flere, 2017).

3.4.2 Miljøfarlige stoffer – pesticider i grundvandsafhængig, terrestrisk natur

Der findes mange undersøgelser af herbiciders skadevirkninger på markernes levende hegn og markskel – arealer som grænser direkte op til dyrkede marker og derfor belastes af en forudsigtelig mængde herbicider via afdrift. Herbicider virker først og fremmest gennem bladoverfladen og ikke gennem rødderne, og de studier, der er lavet af effekter på vilde planter er primært lavet på arter som andemad, der ikke har et egentligt rodsystem eller ved at herbiciderne sprøjtes direkte på planterne. En effekt af herbicider i grundvand vurderes derfor at være relativt lille på planterne i GATØ (Ejrnæs med flere, 2014). Der findes også en del undersøgelser af pesticiders skadevirkninger på organismer i akvatiske økosystemer som søer og vandløb. Disse vurderes at have mulig relevans for vurderingen af belastningen af kildevæld med frit strømmende vand på overfladen og en tilhørende fauna af makroinvertebrater, men ikke for de øvrige GATØ. Her henvises til undersøgelser og vurderinger af indikatorer for pesticidbelastning i vandløb (Rasmussen med flere, 2019)

Der findes imidlertid næsten ingen undersøgelser af spredningsveje, belastningsniveauer og effekter af pesticider på våde terrestriske økosystemer, herunder GATØ (se dog Ejrnæs med flere, 2014).

GATØ kan potentielt blive udsat for pesticider via flere forskellige spredningsveje fra markerne. For det første kan der ske en udvaskning fra markerne til dræn under markerne, som leder vandet videre til ådalene og eventuelt ud i de våde naturtyper. Drænvandets pesticider kan også ende i vandløbet, hvorfra det kan belaste ådalens terrestriske natur i forbindelse med oversvømmelser af ådalen og eventuel aflejring af sediment. Udvasningen af pesticider kan også fortsætte via jordens makroporer forbi drænrørene og videre ned i overfladenære eller dybe grundvandsmagasiner og ad denne vej transporteres med grundvandet ud i GATØ. Pesticiderne kan desuden fordampe i forbindelse med sprøjtning og efterfølgende fra planterne og jorden. Pesticiderne vil senere fordeles med nedbøren på omkringliggende arealer; og dermed også i GATØ. Endelig kan der ske en direkte afdrift af pesticider under sprøjtningen, som kan belaste GATØ, som grænser op til dyrkede marker.

Der er ikke lavet ret meget dansk forskning i effekter af miljøfarlige forurenende stoffer på terrestriske økosystemer, som kan bruges til at vurdere effekterne på GATØ. Der er dog i 2014 lavet en enkelt undersøgelse med det formål at kortlægge omfang og kilder til herbicidbelastning af 11 grundvandspåvirkede ådalsstrækninger i 7 ådale i Danmark og undersøge, om der kan påvises eller sandsynliggøres eventuelle skadevirkninger på økosystemets planter (Ejrnæs med flere, 2014a).

Her blev det fundet, at koncentrationen af herbicider i det øvre grundvand generelt var meget lav. I jordvandet blev der fundet herbicider i 17 ud af 96 prøver fra det øvre jordvand, mens der i bunden af rodzonen blev fundet herbicider i 10 ud af 105 vandprøver. Der er ingen tydelig sæsonvariation i prøverne, men en klar tendens til gentagne fund i de samme prøver. Til gengæld blev der fundet herbicidrester i alle nedbørmålinger opsamlet fra 6 måleperioder på 8 stationer. Der blev fundet 11 herbicider eller nedbrydningsprodukter i koncentrationer op til en faktor 10 over grundvandskvalitetskravet for pesticider, og der blev fundet sæsonvariation i

koncentrationer og sammensætning af herbicider i nedbør med største koncentrationer i forårsmånederne og det sene efterår og lavest værdier henover sommeren.

Der blev ikke fundet nogen klar sammenhæng mellem vegetationens sammensætning og belastningen med herbicider. Herbicidbelastningen varierede primært mellem lokaliteterne og ikke inden for lokaliteterne. Belastningen var så lav, at effekter næppe vil kunne påvises under feltbetingelser, hvor mange andre faktorer spiller en rolle.

Når herbicidkoncentrationerne i vandprøverne omsættes til belastninger per arealenhed, konkluderedes det, at belastningen med herbicider fra vandløbsvand og grundvand er ubetydelig, da der kun sjældent optræder herbicider i prøverne, og når de findes, er det i lave koncentrationer, maksimalt i størrelsesordenen 0,1-0,2 g/ha. Belastningen via nedbør er derimod konstant og desuden større, svarende til en årlig belastning på 0,4-1,6 g/ha, de højeste værdier skyldes antageligt et bidrag fra afdrift af herbicid fra nærliggende marker.

Sammenfattende viste undersøgelsen, at der ikke er grund til at tro, at herbicidforurening af grundvandet kompromitterer muligheden for at opnå god økologisk tilstand eller gunstig bevaringsstatus i GATØ. Den kroniske påvirkning af vegetationen med herbicidrester via nedbør er i en størrelsesorden, som næppe vil påvirke vegetationen, men den nuværende viden om effekter af lave doser herbicider på naturlige plantesamfund, som struktureres gennem interspecifik konkurrence, herbivori og parasitisme er for begrænset til, at effekter med sikkerhed kan udelukkes. Belastningen med herbicider fra fritliggende dræn er derimod i en størrelsesorden, hvor effekter på de våde terrestriske økosystemer er sandsynlige og dermed risikerer at påvirke naturtilstanden af grundvandsbetingede økosystemer (Ejrnæs med flere, 2014).

3.4.3 Miljøfarlige forurenende stoffer i kilder og vandløb

For en enkelt GATØ-naturtype, nemlig kildevæld, er det relevant at skele til, hvad der er fundet af effekter i vandløb, hvor der findes lidt flere data end for de terrestriske områder. Kildevæld med strømmende vand er at betragte som et lille vandløb, med den ene forskel, at naturtypens vand næsten udelukkende vil være grundvand, mens det for den øvrige pulje af vandløb vil afhænge af vandløbets placering og størrelse, hvor stort bidraget fra hhv. overfladevand og grundvand er.

Det er altså sandsynligt, at de effekter, der findes af miljøfarlige forurenende stoffer i vandløb vil være sammenlignelige i kildevæld. Da bidraget fra grundvand vil være dominerende i forholdet til bidraget fra overfladevand i kildevæld, må de stoffer, der primært findes i problematiske niveauer i overfladevand formodes at være af mindre betydning i kildevæld, mens de stoffer der primært findes i problematiske niveauer i grundvand, må formodes at være et større problem i kildevæld end i større vandløb.

I rapporten "Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande" (Nilsson med flere 2018) er det opsummeret, hvilke stoffer, der måles på i vandløbsvand og grundvand, og hvilke niveauer, der er målt. Der gives ikke en beskrivelse af, hvilken effekt de forskellige

stoffer har på vandløbenes organismer. Der vurderes på tre grupper af miljøfarlige stoffer: metaller og sporstoffer, pesticider samt andre organiske, miljøfarlige stoffer, hvor der fokuseres på stoffer, der måles i både grundvand og vandløbsvand.

3.4.4 Tærskelværdier for N og P i grundvand

Som led i sikring af, at grundvandsforekomsters tilstand ikke leder til væsentlig skade på GATØ, kan der fastsættes tærskelværdier for forekomsternes indhold af N & P efter § 8 og § 31 i lov om vandplanlægning². Overholdelse af tærskelværdierne bliver således afgørende for, om grundvandsforekomsten er i god kemisk tilstand.

I forbindelse med NOVANA-overvågningen og kortlægningen af GATØ måles ikke koncentrationer af N og P i tilstrømmende grundvand, hvorfor der ikke umiddelbart findes sammenhørende data for N og P-koncentrationer i grundvandet og naturtypernes tilstand, som kan bruges til at fastsætte tærskelværdier for grundvandsforekomsters tilstand.

I rapporten om kriterier for gunstig bevaringsstatus (Søgaard med flere, 2003), er der foreslået tålegrænser for indholdet af NO₃-N i vand i hvas avneknippemose, kildevæld og rigkær. Her sættes det som kriterium, at indholdet af NO₃-N i vand skal være inden for den forventede variationsbredde for naturtypen i Danmark og desuden stabilt eller i bedring. Her foreslås tålegrænser på hhv. under 0,05; 0,03 og 0,03 mg N/L for de tre naturtyper (hvas avneknippemose, kildevæld og rigkær).

Disse tærskelværdier underbygges dog ikke af data indsamlet i NOVANA for kildevæld, hvor der i den første overvågningsperiode (2004-2009) faktisk blev målt koncentration af NO₃-N i rodzonen. Her blev der fundet væsentligt højere værdier, selv for kildevæld i en god naturtilstand. Data viste godt nok en signifikant negativ sammenhæng mellem nitratindholdet i vandet og den biologiske tilstand, men sammenhængen var ikke entydig (Goldberg med flere, 2008). På trods af stor variation i de målte koncentrationer af nitrat i kildevæld, tyder NOVANA-data dog på at 0,03 mg/L NO₃-N (eller 0,13 mg NO₃/L) er et urealistisk lavt kriterium, og at tærskelværdien for den gode tilstand snarere findes ved et NO₃-N-indhold på <1-3 mg/L (eller <4,3-13 mg NO₃/L).

Fra økohydrologiprojektet blev fundet tilsvarende niveauer, hvor den maksimale NO₃-N-koncentration og den maksimale PO₄-P-koncentration i rigkær i god tilstand lå under 1 mg N/L (4,3mg NO₃/l) og 1 mg P/L (3,1 mg PO₄/l).

Dette er således også det nærmeste, vi kommer på at kunne nærme os fastsættelse af tærskelværdier for, hvornår der kan forventes at kunne opnås en god tilstand i GATØ for koncentrationen af N og P i tilstrømmende grundvand. Det skal dog bemærkes, at disse værdier kun er baseret på undersøgelser af primært én GATØ naturtype, nemlig rigkær, og at der kun er målt på

² Bestemmelserne implementerer grundvandsdirektivets art. 3 og Bilag II om fastsættelse af tærskelværdier

et ganske begrænset antal lokaliteter. Det statistiske grundlag for at fastsætte landsdækkende tærskelværdier for grundvandsforekomsters påvirkning af GATØ typen rigkær baseret på dette ene studie er derfor langt fra tilstrækkeligt. Det er også ganske usikkert, om disse tærskelværdier, der er baseret på målinger i rigkær, kan overføres til de øvrige relevante GATØ naturtyper.

3.4.5 Sammenfatning – kemisk påvirkning

Næringsstatus – særligt tilgængeligheden af N og P – er den vigtigste faktor for tilstanden i GATØ, og områder med mange typiske arter vil findes, hvor der er lav næringstilgængelighed. Den lave næringstilgængelighed er i høj grad betinget af mængden og kvaliteten af det grundvand, der strømmer til området. Der kan være flere årsager til, at et område er i dårlig tilstand som følge af eutrofiering: Det kan dels skyldes, at der tilføres næringsstoffer med grundvandet eller fra eksterne kilder, f.eks. i form af næringsrigt overfladevand, afdrift fra markudbringning af gødning eller med atmosfærisk deposition, eller det kan skyldes at mangel på grundvand i området fører til øget næringstilgængelighed.

Det er vanskeligt at vise stærke sammenhænge mellem tilstanden i GATØ og målinger af N og P-koncentrationer i vandet, hvis der kun foretages få årlige målinger. Det kan skyldes årstidsvariationer, nedbørshændelser og helt lokale forhold. I økohydrologiprojektet blev de bedste rigkær fundet ved maksimalt 1 mg N/L og 1 mg P/L, svarende til nitratkoncentrationer < 4 mg/L og fosfatkoncentrationer < 3 mg /L.

De mest robuste indikatorer for tilstanden i GATØ i relation til næringsstatus er planteafledte indikatorer som Ellenberg Næring eller næringsratio (Ellenberg Næring/ Ellenberg pH). Ved en næringsratio i rigkær, der ligger over 0,7, vil mange af de typiske arter forsvinde, og ved værdier over 0,9 er de typiske arter helt forsvundet.

Der er ikke fundet evidens for, at effekten af andre miljøfarlige stoffer end N og P, som eksempelvis pesticider, er af betydning for tilstanden i GATØ.

3.5 Opsummering

- Afvanding af landskabet i form af grøftning, rørdræning og vandindvinding har ført til reduktion i arealet af moser og enge, sandsynligvis på 65-90 % siden starten af 1800-tallet (Bjørn, 1988; Nilsson med flere, 2014)
- Der findes ganske lidt forskning, der har forsøgt at koble vandstand i konkrete GATØ med vandindvinding i en tilknyttet grundvandsforekomst
- Afledning af grundvand på overfladen i grøfter og dræn vurderes at være den primære årsag til tabet af grundvandsafhængig terrestrisk natur
- Afvandingen i hele oplandet har den største betydning for, om der findes GATØ (rigkær) på de vandløbsnære arealer. Dernæst er mængden af våd, lysåben natur i oplan-

det samt forekomst af lavbundsjord tæt på vandløbet af betydning. Gode rigkær forekommer generelt i områder, hvor vandtrykket er stabilt mellem årene, samt hvor vandtrykket varierer mindre fra måned til måned.

- Mosetyper, der er domineret af tilstrømmende grundvand (eksempelvis rigkær) vil have en stabil vandstand hen over året, mens vandstanden i moser, der er domineret af regn- eller overfladevand vil fluktuere langt mere som følge af fordampning og nedbør. Der findes ikke meget forskning i effekter af miljøfarlige stoffer på GATØ.
- I et studie af 11 danske ådalsstrækninger blev der fundet lave koncentrationer af herbicider i det øvre grundvand og vand i rodzonen, mens der blev fundet herbicider i alle målinger i nedbør og nogle steder i høje koncentrationer. Høje koncentrationer blev også fundet i forbindelse med udløb fra dræn.
- Der blev ikke fundet nogen klar sammenhæng mellem vegetationens sammensætning og belastningen med herbicider. Herbicidbelastningen varierede primært mellem lokaliteterne og ikke inden for lokaliteterne. Belastningen var så lav, at effekter næppe vil kunne påvises under feltbetingelser, hvor mange andre faktorer spiller en rolle.
- Sammenfattende viste undersøgelsen, at der ikke er grund til at tro, at herbicidforurening af grundvandet kompromitterer muligheden for at opnå god økologisk tilstand eller gunstig bevaringsstatus i grundvandsafhængige terrestriske økosystemer. Næringsbegrænsning synes overordnet at være den vigtigste kemiske faktor for gunstig tilstand i GATØ.
- Indikatorer afledt fra plantelister (Ellenbergtal; for rigkær f.eks. "næringsratio", som er Ellenberg næring/Ellenberg pH) er de bedste indikatorer til at afspejle tilstanden
- De direkte målte næringskoncentrationer i vand og jord varierer meget over året og kræver mange, gentagne målinger for at give en god korrelation med tilstanden.
- De bedste rigkær findes ved maksimale koncentrationer under 1 mg N/liter og under 1 mg P/liter i vandet i rigkæret.

4. Opsamling af viden om overvågning af grundvand-GATØ i Sverige, England og Skotland

I dette kapitel præsenteres viden fra Sverige, England og Skotland om disse landes overvejelser om interaktion mellem grundvand og GATØ, samt overvågning af grundvand og GATØ-naturtypers tilstand igennem relevante nationale monitoringsprogrammer. Der er taget kontakt til 6 institutioner i Sverige, Skotland og England for at undersøge, hvordan disse lande håndterer analyser af interaktionen mellem grundvandsforekomster og GATØ. Derudover er der afholdt et besøg i Environment Agency i England og Scottish Environmental Protection Agency i Skotland. Henvendelserne er sket til lande og institutioner, som fremgår af tabel 4.1. Oplysninger fra kontakt til institutioner er suppleret med oplysninger fra søgninger på relevante hjemmesider. Landene er udvalgt, da de dels ligger tæt på Danmark og i nogen grad har en repræsentation af GATØ-naturtyper og naturmæssige forhold (vegetation, klima, geologi og hydrogeologi), der er sammenlignelige med danske forhold.

Tabel 4.1: Kontaktede institutioner i tre lande, der er sammenlignelige med danske naturmæssige forhold. Angivet er også kilder til information fundet på nettet.

Lande	Institutioner	Internet hjemmesider
Sverige	Sveriges Geologiske Undersökning (SGU) Naturvårdsverket	www.sgu.se www.naturvardsverket.se
England	Environment Agency (England) Department for Environment, Food & Rural Affairs Natural England Sites of special scientific interest	https://www.gov.uk/government/organisations/environment-agency https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs https://www.gov.uk/government/organisations/natural-england https://www.gov.uk/guidance/protected-areas-sites-of-special-scientific-interest
Skotland	Scottish Environmental protection Agency (SEPA)	https://www.sepa.org.uk/

4.1 Situationen i Sverige

Kilde til oplysninger

Rapporter og andre informationer er indhentet ved direkte henvendelse til SGU. Desuden kan supplerende publikationer downloades fra SGU's hjemmeside (www.sgu.se). Derudover er hentet viden fra Naturvårdsverkets hjemmeside (www.naturvardsverket.se), der publicerer oversigter om ti nationale miljøovervågnings delprogrammer, herunder programmet for *vådmarker*.

Overvågning af kontakten mellem GVF og GATØ

Sverige er inddelt i fem vanddistrikter med en vandmyndighed for hvert distrikt. Vandplanlægningen udarbejdes for seksårige forvaltningscykler i dialog mellem nationale og regionale vandmyndigheder og kommunerne, hvor vandmyndighederne har ansvaret for at fastlægge en handlingsplan for de forskellige vandområdedistrikter.

Der foretages kontrol- og operationel overvågning af den kvantitative tilstand af grundvandsforekomster, som blandt andet har til formål at give en pålidelig vurdering af virkningerne på tilknyttede terrestriske og akvatiske økosystemer, som menneskeskabte ændringer kan have på grundvandsniveauet ved f.eks. grundvandsindvinding (Vattenmyndigheterna i samverkan, 2017a). I dag overvåges kun 2% af alle grundvandsforekomster med fokus på kvantitativ tilstand i den nationale overvågning udført af SGU (Vattenmyndigheterna i samverkan, 2017a). I overvågningen af den kemiske tilstand i grundvand overvåges flere grundvandsforekomster (110 stationer, svarende til 4%). Disse data suppleres med kemisk overvågning på øvrige målestationer der indgår i flere lignende overvågningsprogrammer (nationalt, regionalt og kommunalt) (totalt set 528 stationer). I kontrolovervågningen overvåges 20 stoffer med fastsatte tærskelværdier i hvert vandområdedistrikt. I den operationelle overvågning overvåges 5-13 stoffer alt afhængigt af hvilket vandområdedistrikt, der er tale om.

Der er identificeret 51 naturtyper i Sverige, der er sammenstillet på en bruttoliste af grundvandstilknyttede akvatiske og terrestriske økosystemer (Werner og Collinder, 2015). Af GATØ-naturtyperne er der prioriteret følgende syv naturtyper til en kvantitativ overvågning: våde klitlavninger (2190), hvas avknippemose (7210), rigkær (7230) og kilder og væld med hårdt vand (7220), mens de øvrige tre naturtyper ikke findes i Danmark: Fennoscandian mineral-rich springs and springfens (7160), Alpine pioneer formations of *Caricion bicoloris-atrofuscae* (7240), Coniferous forests on, or connected to, glaciofluvial eskers (9060) (SGU, 2018). Der er igangsat et hydrologiprojekt i Skåne Län, hvor der på 10 rigkærslokaliteter er startet et måleprogram af vandstandsændringer for at opnå erfaringer med de hydrologiske forhold i rigkær (Dahlqvist med flere, 2018). Ingen af de identificerede naturtyper indgår i en nationalt overvågningsprogram i dag. I den kemiske overvågning er det anbefalet at der måles for pH, klorid,

kvælstof, fosfor, tungmetaller, pesticider, mikrobiologiske forureninger, organiske forureninger (industrielle/syntetiske) samt temperatur (Werner og Collinder, 2014).

Vurdering af tilstand

Der findes pt. intet specifikt overvågningsprogram, der monitorer grundvandsforekomsternes påvirkning af GATØ-områder i Sverige. SGU har udarbejdet et guidance dokument til vandforvaltningsenhederne om, hvorledes Sverige fremover skal foretage denne monitoring (SGUa, netpublikation). Derudover er der igangsat et samarbejdsprojekt imellem SGU og Länsstyrelsen i Skåne om ti udvalgte rigkærslkaliteter, hvor et overvågningsprogram er sat i gang med måling af vandstand i rigkærene (SGUb, netpublikation).

Generelt anses 98 % af grundvandsforekomster i Sverige for at være i god tilstand både kvantitativt og kvalitativt, men dette skal ses i lyset af, at i forhold til kvantitativ tilstand, overvåges kun 2 % af alle grundvandsforekomster på nationalt niveau. Sverige har ikke haft særligt fokus på beskyttelse og overvågning af grundvandsforekomster, men der sættes mere fokus på dette i forvaltningscyklussen for 2016-2021 (Vattenmyndigheterna i samverkan, 2017b), hvor SGU i 2016 begyndte at arbejde på at forbedre viden, metoder og redskaber til grundvands interaktioner med overfladevand for både kvantitet og kvalitet. En ny rapport fra 2018 giver en vejledning til, hvordan svenske vandforvaltere fremadrettet bør håndtere interaktioner mellem grundvand og overfladevand for at imødekomme vandrammedirektivets krav (SGU, 2018).

4.2 Situationen i England

Kilde til oplysninger

Environment Agency (England) har en omfattende publikationsliste liggende på deres hjemmeside, der redegør for styrelsens arbejde med guidelineudvikling og metodeafprøvning for kontakten mellem grundvandsforekomster og GATØ. Som supplement til dette blev der under studiebesøget til Environment Agency i York (maj 2018) udleveret en skriftlig besvarelse på en række spørgsmål forberedt af DCE/Aarhus Universitet, GEUS og Miljøstyrelsen forud for besøget (bilag 2).

Overvågning af kontakten mellem GVF og GATØ

England og Wales har 11 vanddistrikter, hvoraf 7 forvaltes i England (www.gov.uk). Department for Environment, Food & Rural Affairs (Defra) har ansvaret for vandforvaltningspolitik i England. Et stort nationalt miljøprogram (NEP) er et investeringsprogram for vandvirksomheder, som er udviklet af Environment Agency (EA). NEP sørger for, at firmaer bidrager til miljøforbedring og møder kravene i EU-direktiver (f.eks. vandrammedirektivet) ved at liste op hvilke miljøforbedrende mål, der skal nås. NEP er opbygget af et overvågningsprogram og foranstaltninger til forbedring af vandkvalitet, vandressourcer og biodiversitet. NEP sørger også for, at der ikke indvindes for meget grundvand, ved at sikre en balance mellem forbruget af grundvand fra virksomheder og behovet i miljøet (herunder kontakten mellem grundvand og GATØ).

EA er hovedorganisationen for vandforvaltning og miljøregulering og sørger for at producere og opdatere vandplaner (River Basin Management Plans) (Environment Agency, 2016).

I England og Wales er det Natural England og Countryside Council for Wales, der står for overvågning og indsamling af data på GATØ-lokaliteter. I forbindelse med anden vandplanperiode var der ialt 3320 lokaliteter der blev klassificeret som GATØ-lokaliteter. Størrelsen af lokaliteterne varierer meget (EA, 2012).

Vurdering af tilstand

Ifølge risikovurderinger ville omkring 97% af alle vandforekomster (overfladevand, kystvand og grundvand) i England have god kemisk tilstand i 2015 baseret på miljøkvalitetskrav (EQS) målt i vandsøjlen. I 2015 var 45% af grundvandsforekomster dog i dårlig kemisk tilstand, hvilket primært skyldes nitrat (81% af tilfældene). England havde ikke inkorporeret biota-EQS på daværende tidspunkt, og det kan derfor forventes, at færre vandforekomster opnår god kemisk tilstand når denne parameter inddrages i fremtiden (Environment Agency, 2016).

Natural England (<https://www.gov.uk/government/organisations/natural-england>) står for indsamling af data i forbindelse med vegetationskortlægningen af Sites of special scientific interest (SSSI)-områderne med GATØ-naturtyper hver sjette år. Environment Agency er ansvarlig for vurdering af den kemiske og kvantitative tilstand i grundvandsforekomster med kontakt til GATØ områder på baggrund af de tilgængelige data. Ved analyse af kemisk tilstand skal man tage hensyn til GATØ i et risikobaseret system, som bedømmer den potentielle påvirkning af GATØ-områderne fra grundvandsforekomsten ved hjælp af *source-pathway-receptor*-metoden (UKTAG, 2014). Vurderingen er udført i samarbejde mellem økologer, hydroøkologer og hydrogeologer inden for de to organisationer Environment Agency og Natural England. Hvis der viser sig at være områder med GATØ-natur, der er i risiko for tilstandsforringelse i et GATØ naturområdet som følge af en kemisk eller kvantitativ påvirkning fra grundvandet, er det muligt at igangsætte supplerende monitoring i specifikke vådområder. Dette er dog kun sket få steder. Overordnet set benytter englænderne sig i overvejende grad af en konceptuel tilgang til vurdering af kemisk og kvantitativ påvirkning på nationalt plan understøttet af et nationalt monitoringsprogram i grundvand og GATØ. Der er kun i beskedent omfang opfølgning i marken til identifikation og løsning af lokale problemstillinger.

4.3 Studiebesøg i England og Skotland

Der er blevet gennemført et meget udbytterigt studiebesøg til Environment Agency (EA) i York og Scottish Environmental Protection Agency (SEPA) i Edinburgh. I besøget deltog Rasmus Ejrnæs og Dagmar Kappel Andersen (begge DCE/AU), Dirk-Ingmar Wohlfeil-Müller (MST), samt Lærke Thorling og Bertel Nilsson (begge GEUS).

Den skotske tilgang til at udføre tilstandsvurdering og identificere de steder, hvor der er behov for afværgetiltag i GATØ-områder synes meget pragmatisk og proaktiv. Det er en stor fordel at

en og samme SEPA-fagteam udfører tilstandsvurdering af kortlagte GATØ forekomster fra kontoret og efter en screeningsproces besøges de naturtyper, hvor der er risiko for en negativ påvirkning fra grundvandsforekomster og efter behov en nærmere tilstandsvurdering I de tilfælde hvor det kræves, har samme SEPA-fagteam mulighed for en direkte kontakt med private lodsejere, hvis fx arealanvendelsen kan være årsagen til vådområdets forringede tilstand. Mulige afværgeløsninger diskuteres direkte med borgeren. Det skal bemærkes, at grundvandskontakten til vådområder ikke har særlig stor opmærksomhed for SEPA-teamet, da de udpegede grundvandsforekomster i Skotland er så store, at det med det eksisterende vidensgrundlag er meget vanskeligt at forklare kemisk og kvantitativ påvirkning fra disse store grundvandsforekomster på specifikke skotske vådområder.

Den engelske metode beskrevet i UKTAG guidelines (UKTAG, 2012a; 2012b) og diskuteret ved mødet i York gav indtryk af at den anvendte screeningsmetode mest har fokus på regionale problemstillinger omkring kontakten mellem grundvand og GATØ. I forhold til at løse lokale problemstillinger, som GATØ-områder oftest vil være, så anses den engelske tilgang som mindre ambitiøs end den, der er anvendt i Skotland hvor problemstillinger forsøges løst lokalt. Dette skyldes at der i England i mere udpræget grad mangler lokale data.

4.4 Opsummering

Der er tilvejebragt et overblik over hvor langt Sverige, England og Skotland er kommet med at udfører overvågning og tilstandsvurdering af grundvandsforekomster fsva forekomsternes kemiske og kvantitative påvirkning af GATØ. I Sverige er der lavet en prioriteret liste over GATØ-naturtyper, der skal overvåges i en kommende vandovervågning, men det forventes først, at der igangsættes et monitoringssystem for grundvandets påvirkning af GATØ-områder i 2019. I England er der et nationalt overvågningsprogram drevet af Natural England, der indrapporterer data til Environment Agency, som er ansvarlig for at vurdere grundvandsforekomsternes tilstand, herunder fsva forekomsternes kemiske og kvantitative påvirkning af GATØ-naturtyper. I Skotland er det SEPA, der står for dataindsamling, tilstandsvurdering og udarbejdelse af handlingsplaner for GATØ, der ikke har en god tilstand som følge af mangel på grundvand.

5. Analyse af nationale monitoringsprogrammer af naturtyper

GATØ indenfor NATURA 2000-grænserne overvåges i Danmark via NOVANA (det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen) og kortlægges som del af DEVANO (centrale vand- og naturovervågning). Data fra overvågning (kontrolovervågning) og kortlægning (tidligere benævnt operationel overvågning) samles i Danmarks Naturdata på Miljøportalen. Desuden rapporterer fagdatacentret for biodiversitet og terrestrisk natur data og analyser fra NOVANA på internettet (www.novana.au.dk).

Overvågningen af habitatdirektivets naturtyper er en stikprøvebaseret overvågning af naturtypernes forekomster i hele Danmark fordelt på faste overvågningsstationer (Fredshavn, 2018). Kontrolovervågningen har foregået i to programperioder siden 2004 som en del af NOVANA, hhv. den første programperiode (2004-2011) og den anden programperiode (2010-2015). I første programperiode blev de lysåbne naturtyper og skovtyperne overvåget årligt eller hvert 6. år, og i anden programperiode hvert 6. år.

Den stikprøvebaserede overvågning betyder, at det kun er en lille del af naturtypernes forekomster, som er omfattet af overvågningen. Eksempelvis overvåges den grundvandsafhængige naturtype rigkær (7230) på under 10% af det samlede antal kortlagte forekomster af rigkær inden for N 2000-områderne. Denne procentdel ligger typisk omkring 10% af forekomsterne for de mest udbredte naturtyper og lidt højere for de sjældne, våde naturtyper som højmoser (7110) og hvas avneknippemoser (7210). I første programperiode (2004-2011) overvågedes færre naturtyper med et meget lavere antal stationer – til gengæld blev overvågningen gennemført hvert år i perioden. I anden programperiode blev overvågningen udvidet med nye naturtyper og flere overvågningsstationer. Til gengæld blev frekvensen sat ned til en gang hvert 6. år og antallet af prøvefelter per station blev reduceret fra typisk 40 til 10.

Monitoringsprogrammets basale overvågningsenhed er prøvefeltet, som udgøres af en cirkel med radius på 5 meter. Indenfor 5m-cirklen er der udarbejdet en total artsliste, og i centrum af cirklen er der for de lysåbne naturtyper ydermere udført en pinpoint-analyse i en 0,5 x 0,5 m ramme, hvor alle arters berøring med en tynd pind er registreret i 16 krydspunkter. Desuden er vegetationshøjden registreret i cirklen, samt dækningen i % af forskellige plantelivsformer (træer, mosser, laver, græsser med flere). I 20-30% af cirklerne er der indsamlet jord, vand og/eller løvprøver til måling af pH og næringsstofkoncentrationer.

Mens overvågningsdata repræsenterer en stikprøve, så er alle forekomster af habitatnatur i N 2000-områderne til gengæld repræsenteret med kortlægningsdata, hvilket gør det muligt at bruge disse til en tilstands- og belastningsvurdering målrettet GATØ i Vandrammedirektivet, svarende til basisanalyserne der ligger til grund for natura 2000 planerne i Habitatdirektivet (Fredshavn med flere, 2012). En kortlagt forekomst er et geografisk afgrænset polygon, hvor naturtypen er dokumenteret med en 5m-cirkel, hvorfra der er samlet en artsliste og en struk-

turregistrering fra hele arealet, som rummer kortlæggerens vurdering af forekomstens vegetationsstruktur, næringsstatus, hydrologi og tilstedeværelsen af positive og negative indikatorer for bevaringstilstand. Kortlægningen finder sted hvert 6. år og formålet er at levere et empirisk grundlag for naturforvaltningen, grundlaget sammenstilles i basisanalyser og Natura 2000-planer, der udarbejdes efter miljømålsloven.

Kortlægningen er meget ekstensiv og baseret på skøn for at gøre det muligt at nå rundt til alle de mange tusinde forekomster spredt omkring i Danmark hvert 6. år. Det betyder dog også, at mængden af objektive informationer er sparsom. I realiteten er det kun artslisten i den georefererede 5m-cirkel som er objektiv og reproducerbar, mens afgrænsningen af forekomsten af den enkelte naturtype og registreringen af strukturelementer er baseret på ekspertskøn.

5.1 Diagnosticering af et GATØs tilstand vha. data fra kortlægningen

Umiddelbart er den vigtigste informationskilde til diagnosticering af GATØ listen over plantearter fra 5m-cirklen. Ud fra sådan en planteliste kan man udlede vigtige informationer om det abiotiske miljø, og i denne sammenhæng er det særligt vækstmiljøets næringsstofstatus og fugtighed, samt i mindre omfang pH, som er interessant. Dette foregår ved såkaldt bioindikation, hvor man bruger planterne til at indikere miljøets fugtighed eller næringsstatus og således om en forekomst af en grundvandsafhængig naturtype kan være påvirket af afvanding eller tilførsel af skadelige næringsstoffer med grundvandet. Som beskrevet i kapitel 3, kan man beregne såkaldte Ellenbergtal som gennemsnittet af de økologiske præferencer for de planter som vokser i 5m-cirklen. Herved kan man få en indikation på den lokale fugtighed og næringsstatus. Der er imidlertid en naturlig korrelation mellem arternes præference for høj næringsstatus og høj pH. Hvis pH varierer meget i naturtypen, som det er tilfældet for rigkær, kildevæld, avneknippemose og hængesæk, så kan man derfor med fordel korrigere Ellenbergs næringsstal ved at dividere med Ellenbergtalet for pH, idet man så får en indikation på næringsstatus ved den givne surhedsgrad (Andersen med flere, 2013). Derved får man den såkaldte næringsratio, som er pH-korrigeret indikator for graden af eutrofiering.

Ulempen ved denne form for bioindikation er, at den ikke siger noget om årsagssammenhænge. Hvis der er mangel på vand eller overskud af næring, så er det ikke sikkert at problemet alene kan placeres i en underliggende grundvandsforekomst med potentiel kontakt til GATØ forekomsten i -N2000 området. Det kunne jo også skyldes en lokal afvanding ved grøfter eller en lokal tilførsel af næringsstoffer fra tilgrænsende mark eller via overfladenært grundvand transporteret i dræn fra et dyrket opland. Det kan også skyldes en tidligere næringsstofforurening som er ophørt.

De ekspertbaserede vurderinger af forekomstens tilstand som indhentes i forbindelse med kortlægningen kan give et yderligere fingerpeg om sammenhænge og forvaltningsmuligheder. Ved feltbesigtigelsen registreres eksempelvis eutrofiering som følge af direkte gødskning eller påvirkning fra naboarealer på en 5-punktsskala, og her vil værdierne 3-5 tyde på en markant lokal eutrofiering, mens 0 tyder på at der ikke er synlige lokale påvirkninger.

Arealandel tydeligt eutrofieret som følge af direkte gødskning el. tilskuds fodring. I felten vurderes, på en skala fra 1-5, hvor stor en andel af arealet, der er tydeligt eutrofieret, enten som følge af gødskning med fx ajle el. handelsgødning, eller hvor der er opsat foderbokse el. lign. til tilskuds fodring. Data registreres i de fem kategorier: 1) 0 % 2) 1-10 % 3) 10-25 % 4) 25-50 % 5) 50-100 %

Arealandel med tydelig randpåvirkning fra gødskning af naboarealer. Kan gødningspåvirkningen relateres til randområderne til dyrket mark er det oftest som følge af en utilsigtet spredning ind på naturarealet. Data registreres i de fem kategorier: 1) 0 % 2) 1-10 % 3) 10-25 % 4) 25-50 % 5) 50-100 %

Desuden registreres afvanding. Ud fra luftfotos og en vurdering i felten angives på en skala fra 0-5, hvor stor effekt afvanding har på vegetationens sammensætning af arter. Ordlyden nedenfor er fra den tekniske anvisning for de lysåbne naturtyper. Teksten er lidt anderledes i den tekniske anvisning for skove, men registreringen følger en tilsvarende 5 punktskala. Værdierne 0 og 1 må betragtes som indikation på, at der ikke er problemer med afvandingen i det område hvor et GATØ forekommer, mens 3-5 er indikation på tydelige problemer:

0) Højbundsareal, der er naturligt tørt.

1) Ingen afvanding. Intakt og veludviklet fugtigbundsvegetation. Der er ikke tegn på afvanding i form af grøfter eller dræn. Fugtigbundsvegetationen er intakt og veludviklet.

2) Nogen afvanding. Fugtigbundsplanter udbredte. Der er tegn på afvanding, fx i form af perifere eller ikke-funktionsdygtige grøfter, men vegetationen er stadig domineret af arter knyttet til fugtig og våd bund.

3) Afvanding tydelig. Fugtigbundsplanter pletvist. Afvandingen er tydelig, fx i form af udrettede vandløb, fungerende grøfter eller drænrør. Der er dog stadig forekomst af arter knyttet til fugtig og våd bund i større partier.

4) Afvanding udbredt. Fugtigbundsplanter hist og her. Afvandingen er ganske udbredt, fx med fungerende og evt. nyligt vedligeholdte grøfter eller dræn på arealet. Vegetationen er domineret af tørbundsplanter, med spredte forekomster af arter knyttet til fugtig og våd bund

5) Fuldstændig afvandet. Fugtigbundsplanter mangler. Arealet er afvandet fuldstændigt og arter af planter knyttet til fugtig eller våd bund mangler.

Endelig registreres udbredelsen i forekomsten af fire positive og fire negative strukturer. Disse strukturer er forskellige for de forskellige naturtyper og registreres kun i forbindelse med kortlægningen af lysåbne naturtyper (Tabel 5.1)

I beskrivelsen af den trinvis metode (Kapitel 8) har vi foreslået, hvordan man bedst muligt kan nyttiggøre de informationer som er indsamlet i kortlægningen af GATØ i N 2000-områderne.

Tabel 5.1: Naturtypekarakteristiske strukturer kortlagt for de lysåbne potentielle GATØ. Med grøn er foreslået strukturer som kan være tegn på eutrofiering og med blå strukturer som kan være tegn på udtørring.

Eksempler på naturtypekarakteristiske strukturer		
(på feltkemaet angives en samlet vurdering for hhv. positive og negative strukturer, og der er mulighed for at angive vurderinger for hver enkelt eksempel)		
Naturtype	Positive	Negative
1330	p1 Loddensler, saltpander eller strandvoide	n1 Kræftig, friskgrøn eutroferet vegetation
	p2 Artsrig urtevegetation	n2 Dækning af kulturgræsser
	p3 Engmyretuer og/eller store fritliggende sten,	n3 Monoton og artsfattig vegetation uden blomstring
	p4 Blomsterrig vegetation ,	n4 Dynamik hæmmet af kystsikring
2140	p1 Artsrig urtevegetation	n1 Dækning af blåtop og/eller bølgel bunke
	p2 Kuperet terræn med variationer i fugtighed	n2 Dækning af indførte nåletræer
	p3 Varieret dværgbusksammensætning	n3 Tydelige angreb af lyngens bladbille
	p4 Dækning af rensdyrlaver o.a. laver	n4 For højt græsningstryk, med træskader og stærkt nedbidt vegetation
2190	p1 Oversvømmede og våde partier,	n1 Dækning af gederams, nælde o.a. problemarter
	p2 Forekomst af små amfibiske plantearter	n2 Monoton og artsfattig vegetation uden amfibiske arter
	p3 Partier med røgnvegetation	n3 Dækning af vedplanter
	p4 Partier med hængesæksvegetation	n4 For højt græsningstryk
4010	p1 Artsrig urte- og halvgræsvegetation	n1 Hedelyng- eller græsdomineret uden vådbundspræg
	p2 Aldersvariation i klokkefyng	n2 Under tigroneing med høje buske og træer
	p3 Dækning af rensdyrlaver o.a. laver	n3 Monoton og artsfattig vegetation uden blomstring
	p4 Lavninger med sphagnum	n4 Dækning af gederams, nælde, o.a. problemarter
6410	p1 Tegn på fluktuierende vandstand	n1 Monoton og artsfattig vegetation uden blomstring
	p2 Artsrig vegetation af bredbl. urter og halvgræsser	n2 Dækning af nælde, skræppe, lodden dueurt
	p3 Forekomst af karakteristiske, lavtvoksende, star-arter	n3 Lukkede krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
	p4 Fugtig, blottet el. oprådt jordbund	n4 Tegn på tilskudsforringigedskning
7110	p1 Dækning af levende sphagnum	n1 Forekomst af græs- og stararter på højmossefladen (på nær dynd-star)
	p2 Tydelig højstruktur med våde tørvemospartier	n2 Partier uden levende tørvemos
	p3 Tydelig højmosseflade omgivet af laggræs	n3 Forekomst af pil, birk, fyr el. andre træarter på højmossefladen
	p4 Fugtig højmosseflade med småsæer	n4 Græfter eller dybe tørvegrave
7120	p1 Dækning af levende sphagnum	n1 Forekomst af græs- og stararter på højmossefladen (på nær dynd-star)
	p2 Tydelig højstruktur med våde tørvemospartier	n2 Partier uden levende tørvemos
	p3 Tydelig højmosseflade omgivet af laggræs	n3 Forekomst af pil, birk, fyr el. andre træarter på højmossefladen
	p4 Fugtig højmosseflade med småsæer	n4 Græfter eller dybe tørvegrave
7140	p1 Gyngende bund	n1 Dækning af høje urter/ høje græsser o.a. høje urteagtige plantearter
	p2 Dækning af sphagnum og/iel. bladmosser	n2 Krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
	p3 Hængesæk, med fare for gennemtrængning	n3 Dækning af blåtop
	p4 Åben urterig vegetation	n4 Tæt monoton vegetation
7150	p1 Tidvis oversvømmede partier	n1 Dækning af høje urter/ høje græsser o.a. høje urteagtige plantearter
	p2 Dækning af sphagnum og/iel. bladmosser	n2 Krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
	p3 Fugtig blottet tørv el. sand	n3 Dækning af blåtop
	p4 Åben bund med højtlig. soldug og/eller liden ulvefod	n4 Tæt monoton vegetation
7210	p1 Vandstand i eller over jordoverfladen	n1 Dækning af tagrar el. dunhammer
	p2 Artsrig mosflora	n2 Dækning af nælde, skræppe, lodden dueurt
	p3 Artsrig urtevegetation	n3 Lukkede krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
	p4 Dækning af avneknippe	n4 Tegn på tilskudsforringigedskning
7220	p1 Trykvand (koldt vand, tydelig vandbevægelse)	n1 Monoton og artsfattig vegetation uden blomstring
	p2 Artsrig mosflora	n2 Dækning af nælde, skræppe, lodden dueurt
	p3 Artsrig urtevegetation	n3 Afvandinggræfter
	p4 Tufdannelse, kalkudfældning	n4 Tegn på tilskudsforringigedskning
7230	p1 Vandstand i eller over jordoverfladen	n1 Dækning af tagrar o.a. høje græsser
	p2 Artsrig mosflora	n2 Dækning af nælde, skræppe, lodden dueurt
	p3 Artsrig urtevegetation	n3 Lukkede krat af pil, birk, fyr el. andre træarter
	p4 Våd bund med udpræget knoidstruktur	n4 Tegn på tilskudsforringigedskning

5.2 Opsummering

Eksisterende data til vurdering af GATØs tilstand og mulig påvirkning som følge af en tilknyttet grundvandsforekomsts tilstand findes for kortlagte habitatnaturtyper inde i N 2000-områderne. Disse data stammer fra myndighedernes kortlægning og data findes tilgængeligt i miljøportalen. Data er indikative, hvilket vil sige, at der ikke er direkte målinger af næringsstoffer eller vandstand, men derimod indsamlede plantelister som kan bruges til bioindikation af miljøforholdene og vurdering af, om den biologiske tilstand er gunstig. Desuden findes der en subjektiv feltvurdering af graden af afvanding og eutrofiering i det kortlagte område. Vi anbefaler at lægge bioindikation til grund for vurderingen af de hydrologiske forhold, idet plantelisten vurderes at give det mest retvisende billede af tilstanden, mens de subjektive vurderinger af afvanding og eutrofiering i kortlægningen kun bør bruges som supplerende information (se også kapitel 10 om pilotprojekt i Kastbjerg Ådal).

6. Oversigt over våde terrestriske habitatnaturtyper og deres tilstand i Danmark

Våde og fugtige habitatnaturtyper regner vi i denne rapport som potentielt grundvandsafhængige. Det vil altså sige, at omgivelsernes grundvandsstand og grundvandets hydrauliske tryk kan have betydning for tilstanden i GATØ. Vi antager således, at der også kan være en afhængighed af en høj grundvandsstand for naturtyper som typisk får hovedparten af deres vand direkte i form af regnvand eller havvand (eksempelvis højmose, tørvelavning, klokkelyng-hede, hængesæk og strandeng). Søer, vandløb, laguner og havnaturtyper (vade og marsk) behandles ikke i denne rapport, selvom de også kan være grundvandspåvirkede.

Habitatnaturtyperne overvåges i det nationale overvågningsprogram NOVANA. Rapporteringen af data og analyser foregår via novana.au.dk. I Bilag C er udbredelse af de terrestriske naturtypes udbredelse på landsplan vist på baggrund af den seneste kortlægning.

Oversigten over naturtypernes tilstand er baseret på den løbende kortlægning og overvågning og vurderingen af deres bevaringsstatus, som Danmark er forpligtet til efter habitatdirektivets Artikel 17, en vurdering som gennemføres hvert 6. år, senest i 2013 (Nygaard med flere, 2014).

6.1 Strandeng (1330)

Strandeng omfatter plantesamfund, som jævnligt oversvømmes af havet, fx ved vinterstorme, samt tilsvarende vegetation af salttålede græsser og urter ved kysten. Naturtypen omfatter både den græssede salteng ved kysten, den ugræssede strandsump og vegetation på opskyllede tanglinjer i strandenge. Selvom saltpåvirkningen er den stærkeste økologisk definerende faktor for strandenge, så kan grundvand spille en vigtig rolle for levevilkårene i lavninger på den øvre del af strandengen, hvor vegetationen har væsentlige indslag af eng- og moseplanter. Naturtypen findes langs kyster, der er beskyttet mod væsentlig bølgepåvirkning og deraf følgende erosion. Der findes strandenge i de fleste kystområder i Danmark, typisk i fjorde, vige og bugter, bag beskyttende øer samt langs kyster med lavvandede områder, herunder i inddæmmede områder.

Bevaringsstatus for strandeng blev i 2013 vurderet som moderat ugunstig i atlantisk region og stærkt ugunstig i kontinental region (Fredshavn med flere, 2014). Den vigtigste angivne årsag er næringsbelastning. For perioden 2005-2015 viser overvågningsdata en signifikant tilbagegang i artsrigdommen af planter og særligt plantearter som er følsomme over for næringsbelastning og tilgroning (Nygaard med flere, netpubl.: www.novana.au.dk).

6.2 Indlandssalteng (1340)

Indlandssaltenge omfatter naturlige saltafhængige plantesamfund svarende til strandenge i bred forstand, men hvor saltpåvirkningen ikke skyldes havet, men derimod salt grundvand. De har en vegetation af salttålende græsser og urter, der også findes på strandenge. Naturtypen omfatter flere undertyper, f.eks. salte kildevæld, brakvands-rørsump og engagtige samfund. Naturtypen findes på steder, hvor saltholdigt grundvand træder frem, f.eks. grundet en underliggende salthorst.

Bevaringsstatus for indlandssalteng blev i 2013 vurderet moderat ugunstig i kontinental region (Fredshavn med flere, 2014). Overvågningsdata for naturtypen er sparsomme, men tyder på næringsbelastning (Nygaard med flere, netpubl.).

6.3 Klithede (2140)

Klitheder er stabile (gamle) klitter bag de ydre klitter med et mere eller mindre lukket vegetationsdække præget af dværgbuske såsom revling, hedelyng, klokkelyng eller visse. Kalkindholdet i jorden er lavt grundet udvaskning af klitterne. Dele af naturtypen findes på tørre klitter, mens andre dele findes i fugtige lavninger og svarer med hensyn til flora til våd hede med mosebølle, pors og klokkelyng. Det er den våde undertype som kan være afhængig af grundvandsstanden. Klitheder findes ved de eksponerede kyster, og har sin hovedudbredelse langs den jyske vestkyst og i Nord-Vestjylland.

Naturtypens bevaringsstatus er i 2013 vurderet som moderat ugunstig i begge regioner grundet mangel på forstyrrelser og påvirket af kvælstof tilført ved atmosfærisk deposition. Der er ikke tegn på at klitterne bliver tørrere eller modtager næringsstoffer med tilstrømmende grundvand (Nygaard med flere, netpubl.).

6.4 Klitlavning (2190)

Naturtypen omfatter fugtige eller vanddækkede klitlavninger med dominans af urteagtige planter eller frit vand. Naturtypen er meget varieret og særegen og omfatter en række forskellige undertyper, såsom kær, fugtige græs- og sivbevoksede områder, rørsump samt små klitsøer i klitlavninger. Klitlavningerne vil ofte være grundvandspåvirkede.

Bevaringsstatus i klitlavning er vurderet moderat ugunstig i atlantisk region og stærkt ugunstig i kontinental region og årsagen angives at være næringsbelastning og tilgroning som følge af manglende forstyrrelser (Fredshavn med flere, 2014). I overvågningsperioden fra 2004-2015 er der observeret signifikant fald i plantearter som er følsomme over for næringsbelastning, afvanding og tilgroning. Der er dog ikke tydelige tegn på at klitlavningerne er blevet tørrere i perioden (Nygaard med flere, netpubl.).

6.5 Våd hede (4010)

Våd hede omfatter indlandsheder på fugtig-våd bund, hvor vegetationen er præget af plantearter knyttet til næringsfattig og sur, våd bund såsom klokkelyng, tuekogleaks, klokkeensian, arter af kæruld, benbræk, blåtop m.fl. Våde heder optræder både i lokale lavninger i større hedeområder og omkring hedesøer og mindre vandløb. Våde heder kan i varierende grad være grundvandspåvirkede, men vil ofte være betinget af lokale forhold omkring afstrømning af regnvand og grundvand og forekomst af lavninger og lavpermeable tørve- og allag.

Våd hede er vurderet i stærkt ugunstig bevaringsstatus grundet ringe tilstand (for meget græs og for lidt klokkelyng) og der er rapporteret en fortsat tilbagegang i dækningen klokkelyng samt dværgbuske i det hele taget. En samtidig tilbagegang for vedplanter og invasive arter opvejer ikke denne naturtypeforringelse (Fredshavn med flere, 2014).

6.6 Tidvis våd eng (6410)

Næringsfattige græs-urte-samfund på tidvis fugtig, våd eller oversvømmet bund. Et fællestræk er, at de er for fugtige til at være overdrev og for tørre til at være mose eller kær. Der er oftest tale om sæsonbetinget variation i fugtigheden, men variationer over længere tidsrum kan også være grundlag for naturtypen. Om sommeren fremtræder typen ofte som helt tør græs-urtevegetation med fx mangeblomstret frytle, tormentil og djævelsbid. På kalkrig bund udvikles artsrige samfund med arter fælles med bl.a. rigkær, mens der på kalkfattig bund er tale om mere eller mindre fugtig, mager græs-urtevegetation med færre arter. Typen danner ofte overgangen mellem vådbundstyper og overdrev eller hede. Jordbunden kan være sand, tørv eller blandet med både ler og silt. Vandstanden er typisk lavere end i moserne, og det har været let at afvande, gødske og omlægge de næringsfattige enge, hvilket har medført en stor historisk tilbagegang.

Tidvis våd eng er vurderet i moderat ugunstig bevaringsstatus i atlantisk og stærkt ugunstig i kontinental region (Fredshavn med flere, 2014), hvilket tolkes som resultat af stærk fragmentering af kalkrige enge i Ø-Danmark kombineret med afvanding og gødskning. Overvågningsdata viser generelt stabil hydrologi i 2004-2015, men dog et fald i det vanddækkede areal (Nygaard m.fl. netpubl).

6.7 Aktiv højmoser (7110)

Højmoser er kendetegnet ved, at der er opbygget så meget tørv, at mosen ikke har forbindelse med grundvandet i den underliggende jordbund og derfor kun modtager regnvand (såkaldt ombrotrof mose). Dog kan der optræde partier af rigkær i højmoser i de gamle tørveskær eller ved at grundvandet naturligt bryder igennem højmosen. Desuden kan højmosen blive tørlagt ved en sænkning af det underliggende grundvandspejl. Tørvelaget opretholder et såkaldt 'sekundært vandspejl', og højmosen er kalkfattig, sur og naturligt næringsfattig. En højmose kan

skematisk opdeles i tre særskilte enheder, som alle er omfattet af naturtypen, så længe mosen er aktiv og arealet ikke skovbevokset: højmosefladen, randen og laggen. Kun få arter af karplanter og mosser er specialiserede til at trives i fladens ekstremt næringsfattige, sure og våde miljø. Den åbne centrale højmoseflade er domineret af tørvemosser og dværgbuske, og er den eneste danske terrestriske naturtype, som ikke indeholder græsarter. Betegnelsen 'aktiv' henviser til, at der skal foregå en aktiv tørveopbygning på højmosefladen.

Aktiv højmose er vurderet i stærkt ugunstig bevaringsstatus i begge biogeografiske zoner grundet afvanding og næringsbelastning (Fredshavn med flere, 2014). Overvågningsdata 2004-2015 viser en generel udtørring, men ingen signifikante ændringer i indikatorer for næringsbelastning (Nygaard med flere, netpubl.).

6.8 Nedbrudt højmose (7120)

Højmosepartier, som væsentligt har fået forstyrret deres naturlige vandbalance, men hvor der fortsat er lysåben højmosevegetation. Højmoseplanterne har dog ændret hyppighed og fordeling, bl.a. med tilbagegang eller forsvinden af tørvemos og i stedet ses invasion af blåtop og træer på højmosefladen. Hovedparten af arterne vil ofte være de samme som i den aktive højmose. Bevaringsstatus er per definition ugunstig, da målet er genopretning af aktiv højmose. Overvågningen af nedbrudt højmose begyndte først i 2011, og der er derfor ingen signifikante trends for denne naturtype.

6.9 Hængesæk (7140)

Naturtypens fællestræk er, at den flyder i vand eller oprindelig er startet ved at mosser og karplanter er vokset ud over en vandflade. Hængesæk dannes oftest ved kanten af søer og vandhuller, herunder tørvegrave, men kan også findes i rolige vandløbsafsnit, i forbindelse med kildevæld, eller i lavninger i kær og hede. Mosser udgør ofte en væsentlig del af vegetationen, og i sene successionsstadier indvandrer buske og træer. Først når vegetationen skifter til skov eller krat (> 50 % dækning af vedplanter) er det ikke længere denne naturtype.

Hængesæk er vurderet til at have moderat ugunstig bevaringsstatus i Danmark (Fredshavn med flere, 2014) grundet især eutrofiering og invasive arter. Udviklingen i hængesæk fra 2004-2015 tyder på at naturtypen bliver vådere, men også mere næringsrig, evt. som følge af kvælstofdeposition (Nygaard med flere, netpubl.).

6.10 Tørvelavning (7150)

Tørvelavning er pionersamfund på fugtig, blottet tørv eller sand med næbfrø, soldug eller liden ulvefod, typisk i lavninger. Sådanne samfund kan udvikles på blottet tørv i højmoser, hedemoser og lignende, men også i frost eller vanderoderede partier af fugtige heder og moser og på sand, som er vådt eller tidvis oversvømmet. Naturtypen findes fåtalligt og pletvis over det meste af landet, og det er typisk ganske små arealer, der dækkes af denne type. Typen modtager ikke direkte grundvand, men kan blive drænet væk ved sænkning af grundvandsstanden.

Tørvelavning er vurderet moderat ugunstig i Danmark (Fredshavn med flere, 2014) grundet eutrofiering, tilgroning og invasive plantearter. Overvågningsdata viser at naturtypen er relativt stabil, dog er der observeret en stigende dækning af græsser og faldende dækning af blankt vand i perioden (Nygaard med flere, netpubl.).

6.11 Avneknippe-mose (7210)

Avneknippemose er vådbundsvegetation med stedvis dominans af hvas avneknippe, som danner rørsump i stedet for tagrør. Naturtypen findes oftest ved bredden af småsøer, i moser eller som successionstrin i ekstensivt udnyttede enge/kær. Tilknyttede småpartier med kærvegetation medregnes under definitionen, ligesom der ofte er tilknyttet partier med andre rørsumparter - bl.a. tagrør. Naturtypen forekommer fortrinsvis ved høj kalkholdighed og er afhængig af direkte tilførsel af grundvand. Avneknippebestande ses en del steder på Bornholm, bl.a. i Ølene, samt en række andre mindre kendte steder, især på øerne og kun i kontinental region.

Avneknippemose er vurderet stærkt ugunstig i kontinental region (Fredshavn med flere, 2014) grundet eutrofiering og tilgroning. NOVANA-data tyder dog på at naturtypen er stabil med stigende dækning af hvas avneknippe (Nygaard med flere, netpubl.).

6.12 Kildevæld (7220)

Kilder eller væld med kalkholdigt (hårdt) vand, herunder også den tilhørende vældvegetation. Kun i mindre dele af især det vestlige Jylland er vandet blødt, så kilderne ikke svarer til typen. Kildevæld er generelt små (punkt- eller linieformede) og ofte med mosdominerede plantesamfund. I skov og krat kan kildevældene være uden vegetation. Naturtypen karakteriseres ved forekomsten af frit synligt kildevand i hvert fald hovedparten af året. Kildevæld er dermed en af de habitatnaturtyper som er direkte afhængig af grundvand.

Kildevæld er vurderet i stærkt ugunstig bevaringsstatus grundet problemer med eutrofiering og tilgroning med høje urter (Fredshavn med flere, 2014). NOVANA-data fra 2004-2015 viser en signifikant tilbagegang af indikatorarter for næringsfattige kildevæld med gunstig hydrologi (Nygaard med flere, netpubl.).

6.13 Rigkær (7230)

Til rigkær regnes moser og enge med konstant vandmættet jordbund, hvor grundvandet er mere eller mindre kalkholdigt, men næringsfattigt, således at den særlige rigkærvegetation opstår. 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 oprindeligt opstået som hængesæk. Med græsning eller slåning er vegetationen åben og lavtvoksende som regel med mange lave starrer og mosser. Uden græsning eller slåning udvikles mere højt voksende og tilgroede vegetationer, som efterhånden kan udgå af typen og blive til krat eller sumpskov. En sjældent variant er ekstremrigkær, som findes på særligt kalkrig bund. Det er en naturtype, der er gået voldsomt tilbage. Rigkær er dermed en af de habitatnaturtyper som er direkte afhængig af grundvand.

Rigkær er vurderet i stærkt ugunstig bevaringsstatus grundet problemer med eutrofiering og tilgroning med høje urter (Fredshavn med flere, 2014). NOVANA-data fra 2004-2015 viser en signifikant tilbagegang af indikatorarter (både mosser og karplanter) for næringsfattige kildevæld med gunstig hydrologi. Data tyder på at rigkærene er blevet vådere i perioden, hvilket tyder på at eutrofiering er et større problem end vandmangel. Dermed er der dog ikke garanti for at der er grundvand nok, da en vådere tilstand også kan skyldes overfladevandstilførsel (Nygaard med flere, netpubl.).

6.14 Skovbevokset tørvemose (91D0)

Skovbevokset tørvemose er domineret af birk, skovfyr eller rødgran og forekommer på relativ næringsfattig, sur bund med højt grundvandsspejl. Ofte er birk første art i successionen, fx ved tilgroning af hængesæk, hedemoser eller fattigkær.

Skovbevokset tørvemose har stærkt ugunstig bevaringsstatus (Fredshavn med flere, 2014). Skovenes ugunstige bevaringsstatus skyldes i høj grad mangel på gammelskvsstrukturer (gamle træer, veterantræer, dødt ved), men kan også skyldes tegn på afvanding og eutrofiering. Udviklingen målt i NOVANA rapporteres først i løbet af 2018.

6.15 Aske-ellesump (91E0)

Elle- og askeskov findes på naturlig næringsrig, kalkholdig og ret fugtig jordbund. Skoven er typisk domineret af el, ask og andre vådbundstolerante og grundvandselskende træarter. Den er relativ artsrig både i bundflora og træartssammensætning. Aske-ellesump er successionens endemål i kilder og rigkær og er således, ligesom disse, direkte afhængig af grundvandstilførsel.

Aske-ellesump har stærkt ugunstig bevaringsstatus (Fredshavn med flere, 2014). Skovenes ugunstige bevaringsstatus skyldes i høj grad mangel på gammelskvsstrukturer (gamle træer,

veterantræer, dødt ved), men kan for sumpskovene også skyldes tegn på afvanding og eutrofi-ering. Udviklingen målt i NOVANA rapporteres først i løbet af 2018.

6.16 Opsummering

Alle de danske våde naturtyper, listet på habitatdirektivets bilag I, er potentielt afhængige af grundvand. Der er dog nogle naturtyper, hvor det forventes, at det kun er en delmængde af de kortlagte forekomster, som kan betegnes som GATØ.

Strandeng (1330) er ofte så påvirket af havet, at grundvandet i praksis betyder mindre for naturtypens tilstand.

Klithede (2140) rummer både tørre og våde klitheder, og det er kun de våde som er potentielle GATØ.

Herudover er der en række fortrinsvis sure naturtyper, hvor man kan diskutere i hvilket omfang de er påvirket af grundvand – det gælder klithede (2140), dele af klitlavning (2190), våd hede (4010), dele af tidvis våd eng (6410), højmose (7110, 7120), hængesæk (7140) og tørvelavning (7150). I praksis vurderer vi dog, at der ofte kan ske et vigtigt inflow af grundvand, ligesom en høj grundvandsstand kan være afgørende for at naturtypen kan holde på overfladevandet.

Overvågning og kortlægning af naturtyperne viser, at de fleste typer er i ugunstig bevaringsstatus, og at der er problemer med tab af følsomme plantearter og næringsstofbelastning.

7. Relevante miljøfarlige forurenende stoffer i grundvand og GATØ

Betydningen af grundvandets kvalitet for tilstanden i GATØ er relativt velunderbygget for så vidt angår betydningen af næringstilgængelighed, mens der for tilførsel af andre miljøfarlige forurenende stoffer kun eksisterer ganske lidt viden om effekten på de våde naturtyper.

Kvælstof og fosfor må anses for at være de vigtigste forurenende stoffer i GATØ og er også de to stoffer, der specifikt nævnes i den tekniske rapport om implementeringen af vandrammedirektivet for GATØ (CIS, 2012). Kvælstof og fosfor måles i mosser, og plantetilgængeligt fosfor måles i jord i rødkær i forbindelse med overvågningen af den terrestriske natur i NOVANA-sammenhæng.

Der bliver ikke målt på øvrige miljøfarlige stoffer, som eksempelvis pesticider eller tungmetaller, i forbindelse med NOVANA-overvågningen af GATØ, og der er heller ikke påvist effekter af sådanne stoffer på den grundvandsafhængige terrestriske natur i Danmark.

Der findes mange undersøgelser af herbiciders skadevirkninger på markernes levende hegn og markskel – arealer som grænser direkte op til dyrkede marker og derfor belastes af en forudsigtelig mængde herbicider via afdrift. De studier, der er lavet af effekter af pesticider på vilde planter er primært lavet på arter som andemad, der ikke har et egentligt rodsystem eller ved at pesticiderne sprøjtes på planternes blade. Det skyldes, at herbiciderne først og fremmest virker gennem bladoverfladen og ikke gennem rødderne. Derfor vil en effekt af pesticider i grundvand være lille på planterne. Det er muligt, at pesticiderne vil kunne opkoncentreres i planterne og således kan blive et problem for de organismer, der æder planterne. Men da bevaringsstatus i de grundvandsafhængige terrestriske økosystemer vurderes ud fra vegetationen og ikke smådyr, svampe eller andet, der lever af vegetationen, vil dette ikke komme til udtryk som en forringet bevaringsstatus i naturtypen. Det ene danske studie, der er lavet af mulige effekter af pesticider på vegetationen (Ejrnæs med flere, 2014) viser da også, at koncentrationerne af pesticider i grundvandet i ådalene er så lavt, at eventuelle effekter på vegetationen ikke vil kunne adskilles fra effekter af andre faktorer. Koncentrationerne var langt højere i regnvand og særligt høje koncentrationer blev fundet i forbindelse med afløb fra dræn.

Vi vurderer, at de primære faktorer af betydning for at opnå gunstig bevaringsstatus i GATØ er mængden af tilgængeligt grundvand og begrænsning af tilførsel af kvælstof og fosfor; ikke øvrige miljøfremmede stoffer. Pesticider er først og fremmest et problem, når de kommer i direkte kontakt med planternes overflade (bladene), hvilket typisk ikke vil ske, hvis pesticiderne findes i grundvandet. Det kan muligvis være et problem i områder, hvor der tilføres drænvand fra marker, der sprøjtes. Her vil der sandsynligvis være tale om en kombineret effekt af næringsstoffer og pesticider, da drænvandet også vil tilføre næringsstoffer.

7.1 Opsummering

Der bliver næsten udelukkende målt for næringsstoffer i NOVANA-overvågningen af GATØ mens der ikke bliver målt på miljøfarlige stoffer, som eksempelvis pesticider eller tungmetaller, og i forbindelse med det enkelte studie, der er lavet af effekter af pesticider i GATØ, er der heller ikke påvist effekter af sådanne stoffer på den grundvandsafhængige terrestriske natur i Danmark.

Vi vurderer, at de primære faktorer af betydning for at opnå gunstig bevaringsstatus i GATØ er mængden af tilgængeligt grundvand og tilførsel af kvælstof og fosfor; ikke øvrige miljøfarlige stoffer.

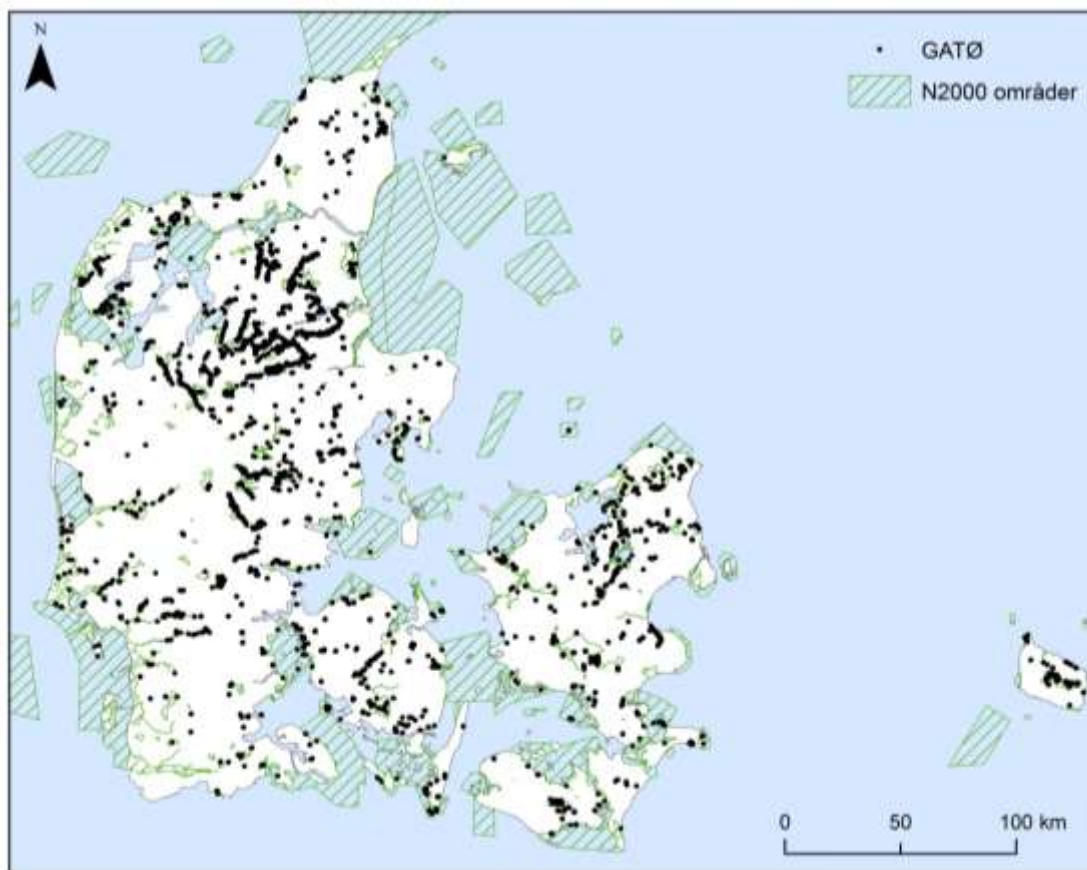
8. Analyse på landsplan af grundvandets kvantitative og kemiske påvirkning på GATØ med DK-model og andre metoder

Det nationale NOVANA-overvågningsprogram af en række GATØ naturtyper omfatter dels en kontrolovervågning, der er en landsdækkende stikprøvebaseret overvågning af naturtyperne, og dels en operationel overvågning, der er en fladedækkende kortlægning inden for N2000-områderne. Med kontrolovervågningen er det muligt at beskrive naturens tilstand og udvikling på landsplan ved indikatorer for hydrologi og næringsstatus. Den operationelle overvågning danner grundlag for N2000-planlægningen og forvaltningsindsatsen i habitatområderne. Kortlægningen af de lysåbne naturtyper og levestederne i habitatområderne gentages med seks års mellemrum, hvor artsindeks og strukturindeks til sammen giver naturtilstanden i habitatområdet.

For nærværende projekt benyttes begge datasæt: Kontrolovervågningsdata om bevaringsstatus (landsdækkende datasæt) og kortlægningsdata fra den operationelle overvågning om procesforståelse (mere lokale data indenfor N2000-områder). Den indeksbaserede tilgang har til formål at belyse muligheden for at udnytte den vegetationsmæssige sammensætning i prøvefelterne som proxy for hydrologiske forhold og næringsstofstatus. Med andre ord undersøge om dette landsdækkende datasæt kan benyttes til at vurdere påvirkning som følge af grundvandsforekomsters kemiske og/ eller kvantitative påvirkning af på udvalgte GATØ naturtyper eller grupperinger af GATØ naturtyper.

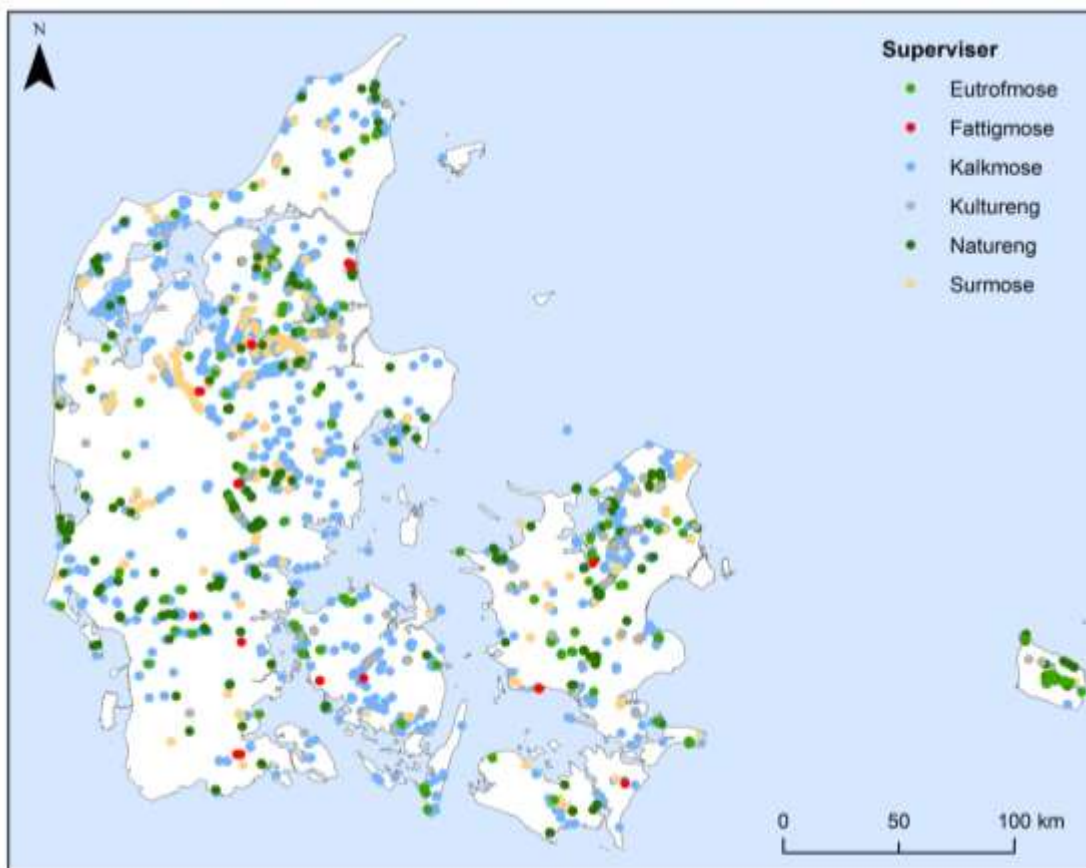
8.1 Landsdækkende fordeling af prøvefelter

Der er foretaget en landsdækkende sammenstilling af de to datasæt fra kortlægningen af habitatnaturtyper i N 2000-områderne samt NOVANA-overvågningsstationer med i alt 13.368 prøvefelter fra de to datasæt, der repræsenterer forskellige typer af moser og enge (Figur 8.1). Hvert prøvefelt har et areal på 78,5 m² (cirkel radius på 5m), hvor næringsstofbelastning og vandmangel vurderes på baggrund af vegetationssammensætningen. Af de undersøgte prøvefelter er 63% beliggende inden for N 2000-områder, mens resten af prøvefelterne er beliggende udenfor N 2000-områder.



Figur 8.1: Placering af 13.368 GATØ-prøvefelter, der indgår i landsdækkende analyse sammen med udbredelse af Natura 2000-områder.

GATØ hovedtyperne Eutrofmose (kalkrige moser som ikke kvalificerer til direktivets bilag I), Fattigmose (sure moser som ikke kvalificerer til bilag 1), Kalkmose (7210, 7220, 7230), Kulturreng (enge som ikke kvalificerer til bilag 1), Natureng (4010, 6410) og Surmose (7110, 7120, 7140, 7150) er repræsenteret ved prøvefelter, dog med hovedparten (77%) af prøvefelterne er knyttet til kalkmose kategorien. I figur 8.2 er vist den geografiske fordeling af prøvefelterne med de forskellige GATØ-hovedtyper.



Figur 8.2: Geografisk fordeling af prøvefelterne med forskellige GATØ-hovedtyper, der indgår i den landsdækkende analyse

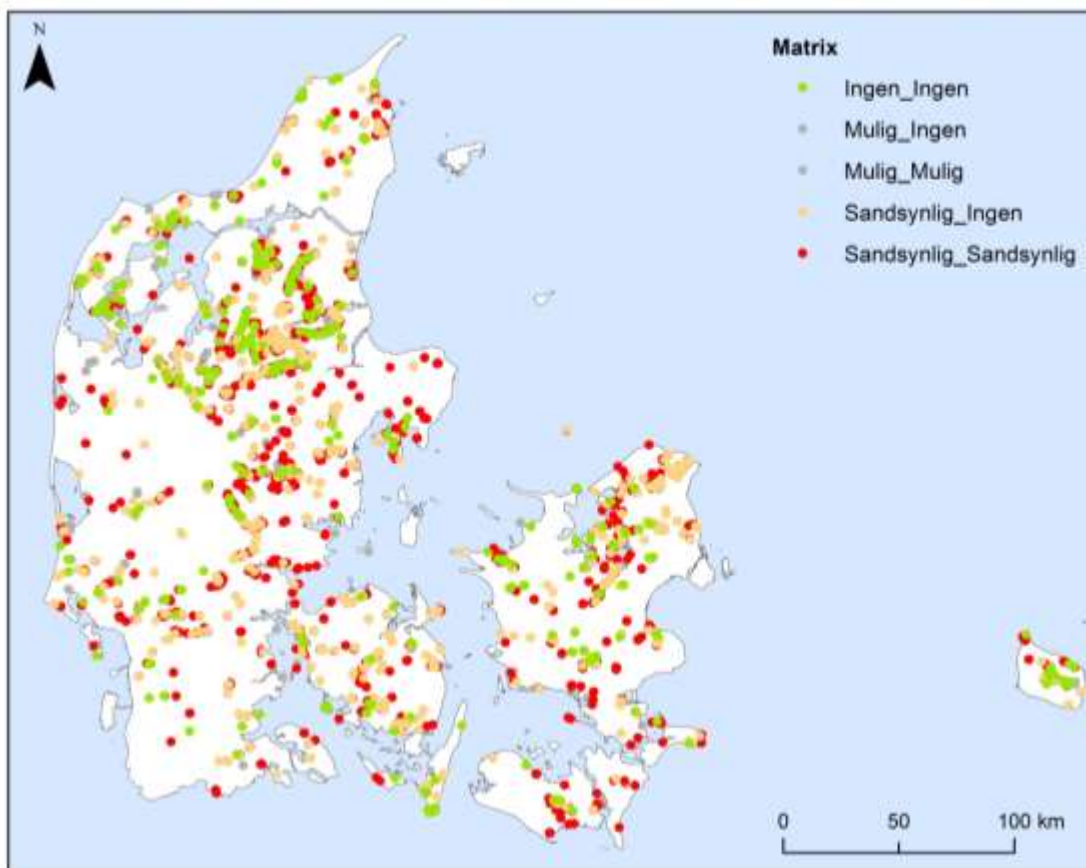
8.2 Landsdækkende tilstandsvurdering ud fra Ellenbergtal og andre forhold

På baggrund af Ellenbergtal for næringsbelastning (Ellenberg næring og næringsratio; kemisk tilstand) og vandmangel (Ellenberg fugtighed; kvantitativ tilstand) er der foretaget en ekspertvurdering (se afsnit 8.2), hvor de to tilstandsparametre inddeles på en arbitrær skala fra ingen forringelse (I), mulig forringelse (M) og sandsynlig forringelse (S). I figur 8.3 er de 13000 prøvefelter indplaceret i matricen og prøvefelterne kan herefter inddeles i fem kategorier: Ingen_Ingen (grøn (bedste tilstand), Mulig_Ingen (grå), Mulig_Mulig (grå), Sandsynlig_Ingen (orange (ringe tilstand)), Sandsynlig_Sandsynlig (rød (dårlig tilstand))).

		Næringsbelastning		
		I	M	S
vandmangel	I	+	+	+
	M		+	
	S			+

Figur 8.3: Ekspertvurdering af forringelsen ud fra næringsstofbelastning og vandmangel i prøvefelterne baseret på gennemsnitlige Ellenbergtal fra prøvefelterne. Ingen (I), mulig (M) og sandsynlig (S) forringelse.

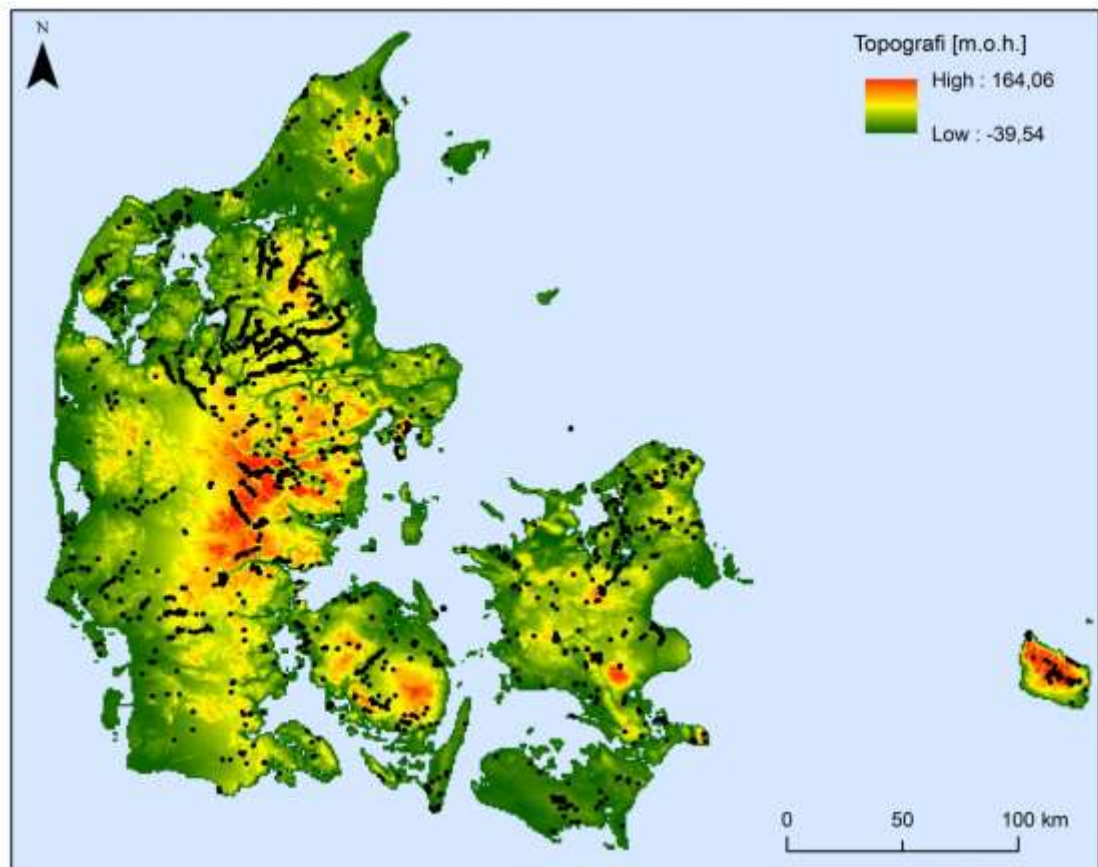
Den videre bearbejdning af data i landsdækkende indeksskort tager udgangspunkt i matricens yderpunkter fra bedste (grøn), ringe (orange) til dårlig (rød) tilstand (figur 8.4). Af de to datasæt fremgår det, at eutrofrose, fattigmose og kulturrose prøvefelterne er de mest næringsstofbelastede GATØ-typer. Surmose-prøvefelterne har generelt ingen vandmangel (god kvantitativ tilstand) mens kultureng prøvefelterne indikerer, at de hovedsageligt er i en både dårlig kemisk og kvantitativ tilstand. Denne indledende gruppering af prøvefelterne som vist i figur 8.3 indikerer at der overordnet er naturtyper som er påvirket af kemiske og/eller kvantitative forhold hvor der ikke på denne baggrund siges noget om årsagen skyldes naturlige forhold eller menneskeskabte påvirkninger.



Figur 8.4: Ca.13.000 potentielle GATØ-prøvefelter inddelt i de fem tilstandskategorier som vist i figur 8.3

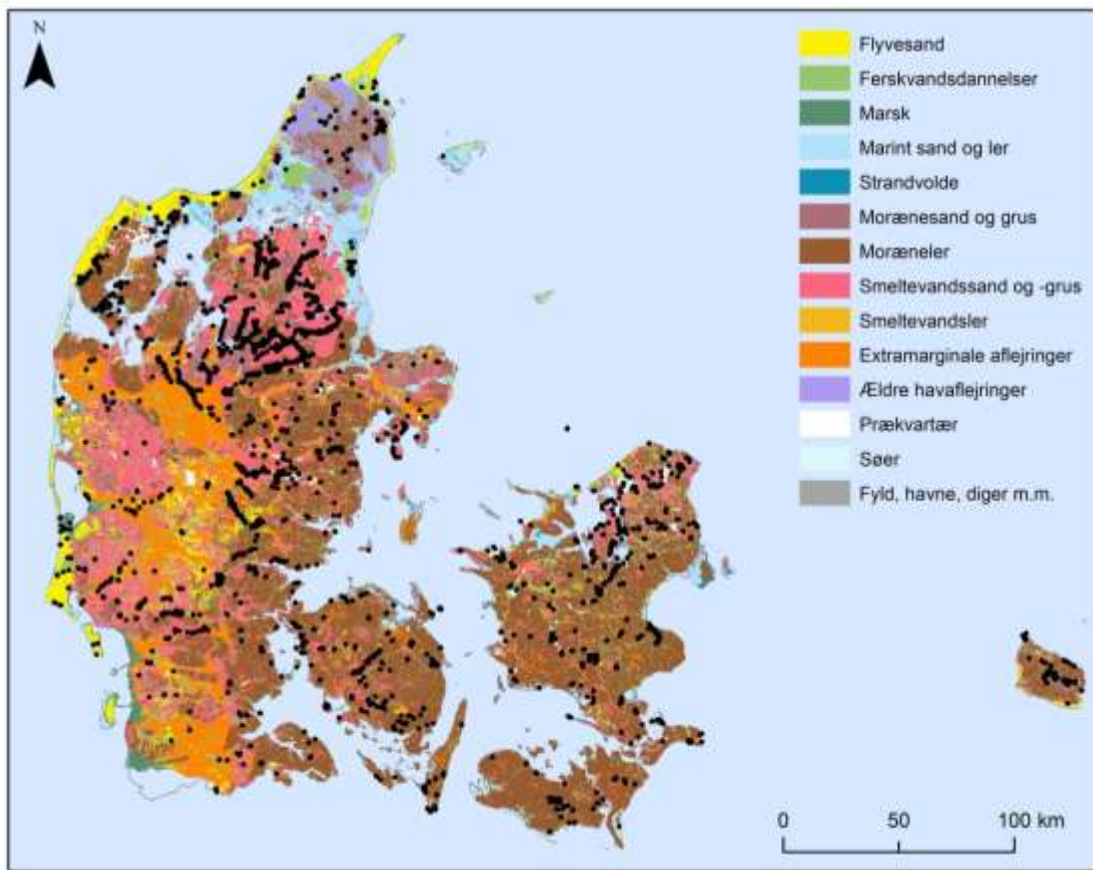
Der er foretaget en analyse af, om der er en naturbetinget sammenhæng mellem tilstandsvurdering i prøvefelterne og afstanden til en kyst, topografisk højde eller jordartsforhold. For potentielle GATØ-prøvefelterne i kategorien Ingen_Ingen er der en overvægt af felter, der er placeret relativt kystnært i en afstand op til 10 km fra kysten. De prøvefelter der ligger længere fra kysten (30-40km) og som samlet udgør 2% af prøvefelterne, viser alle en forringet tilstand både hvad angår næringsstofbelastning og vandmangel. Dette bekræfter en generel tendens til, at en stor andel af de bedste naturlokaliteter i Danmark er kystnære – ganske enkelt fordi det har været for besværligt at få dem i kultur.

I figur 8.5 er vist prøvefelternes placering i forhold til højdeforholdene i Danmark. De prøvefelter der ligger lavere i terrænet fra 25-50 meter over havet tilhører de fleste prøvefelter med kategorierne Sandsynlig_Ingen og Sandsynlig_Sandsynlig. Den ringere tilstandsvurdering af de lavere beliggende prøvefelter vurderes at hænge sammen med arealanvendelse (landbrug) og størrelsen af det hydrologiske opland til prøvefeltet, der er størst i lave højder og mindre højere i landskabet.



Figur 8.5: Prøvefelternes placering i forhold til topografiske forhold (Digital Højdemodel – DEM)

Endelig er prøvefelternes placering sammenholdt med jordartsforholdene beskrevet i jordartskortet (målestok 1:200.000) (Figur 8.6). I tabel 8.1 og 8.2 er sammenhængen mellem jordbundstyper og den procentvise fordeling af prøvefelternes tilstandsvurdering vist. Over halvdelen af prøvefeltene er beliggende i ferskvandsaflejringer, hvor 40% af prøvefeltene viser vandmangel mens 60% af prøvefeltene er næringsstofbelastede. De steder hvor prøvefeltene er placeret i smeltevandssand, -grus og -ler, samt moræneler (ca. 2800 prøvefelter) er de steder hvor vegetationssammensætningen indikerer at flest prøvefelter har en forringet tilstandsvurdering både hvad angår næringsstofbelastning og vandmangel. Yderligere optræder prøvefelter med vandmangel på jordbund af ældre havaflejringer. De prøvefelter, der vurderes at have den mindste næringsstofbelastning, er beliggende på prækvartære aflejringer, mens de prøvefelter, der vurderes at have mindst vandmangel, er beliggende på marskjorder. De relativt store fund af prøvefelter med forringet tilstandsvurdering hvad angår næringsstofbelastning og vandmangel optræder i næsten alle jordartstyper, hvorfor der ikke alene med kendskab til typen af jordart som prøvefeltet er placeret på kan tolkes en sammenhæng til den kemiske eller kvantitative tilstand i grundvandsforekomster med potentiel kontakt til prøvefeltene.



Figur 8.6: Placering af potentielle GATØ-prøvefelterne på jordartskortet i målestok 1:200.000.

Tabel 8.1: Sammenhængen mellem jordbundstyper og tilstandsvurdering af næringsbelastning i GATØ-prøvefelterne. Antal prøvefelter (n).

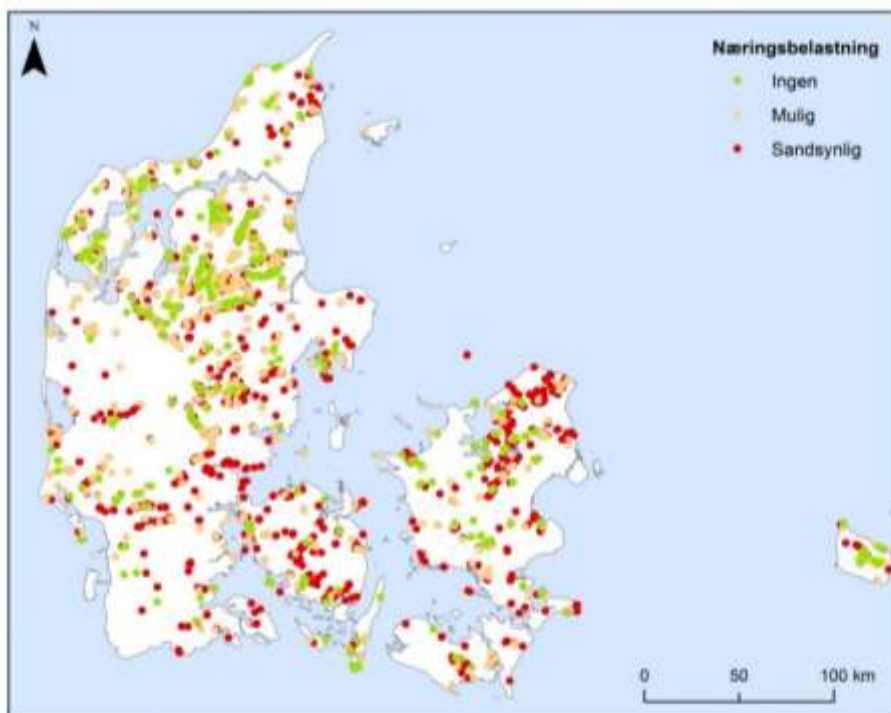
Næringsbelastning %	Ingen	Mulig	Sandsynlig	n
Flyvesand	14	46	40	131
Ferskvandsdannelser	11	26	63	7444
Marsk	0	50	50	28
Marint sand og ler	18	35	47	1514
Strandvolde	7	41	52	121
Morænesand	13	23	64	272
Moræneler	6	23	70	1171
Smeltvandssand og grus	6	23	71	1635
Smeltvandsler	0	11	89	63
Ekstramarginale aflejringer	11	27	62	603
Ældre havaflejringer	6	28	67	69
Prækvartær	24	17	59	41

Tabel 8.2: Sammenhængen mellem jordbundstyper og tilstandsvurdering af vandmangel i GATØ-prøvefelterne. Antal prøvefelter (n).

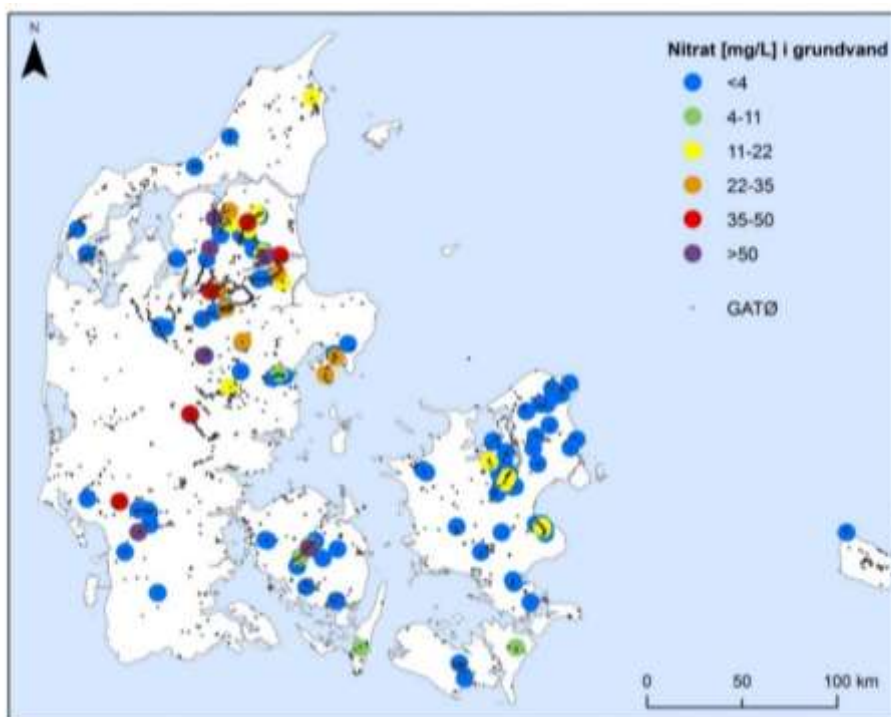
Vandmangel %	Ingen	Mulig	Sandsynlig	n
Flyvesand	41	29	30	131
Ferskvandsdannelser	45	16	40	7444
Marsk	54	32	14	28
Marint sand og ler	47	23	40	1514
Strandvolde	42	26	32	121
Morænesand	36	14	50	272
Moræneler	34	15	51	1171
Smeltvandssand og grus	29	17	54	1635
Smeltvandsler	35	8	57	63
Ekstramarginale aflejringer	39	13	47	603
Ældre havaflejringer	19	26	55	69
Prækvartær	41	7	51	41

8.3 Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning af potentielle GATØ-prøvefelter på national skala

På baggrund af den landsdækkende kemiske tilstandsvurdering for de ca. 13.000 prøvefelter (figur 8.7) skal der ske en vurdering af, om den øgede næringsstofbelastning stammer fra en underliggende grundvandsforekomst i potentiel kontakt med prøvefelter med mulig og sandsynlig næringsbelastning. I JUPITER-databasen er der foretaget et udtræk af borer og indtag fra alle dybder med nitratmålinger for perioden 2007-2013 i bufferzoner på op til 500 m fra hvert prøvefelt (figur 8.8). 1050 af de ca. 13.000 prøvefelter har nitratmålinger i mindst én boring inden for bufferzonen på 500 m, svarende til at der er <8% af prøvefelterne totalt, der har tilknyttede oplysninger om nitrat i grundvandet i en 500 m bufferzone i JUPITER-databasen. Det antages her, at en nitratkoncentration på 4 mg/L for GATØ naturtyper, som er den maksimale koncentration, der blev fundet i gode rigkær i forbindelse med Økohydrologiprojektet, svarer til tålegrænsen for potentielle GATØ-naturtyper. Den sammenlignende analyse viser, at alle de undersøgte prøvefelter (svarende til 12% af de 1050 prøvefelter) med en nitratmåling i grundvandet inden for 500 m bufferzonen på under 4 mg/l nitrat viser ingen næringsstofbelastning i tilstandsvurderingen med Ellenbergindekset. I 19% af de 1050 prøvefelter er der mulig forringelse og i 69% af prøvefelterne er der sandsynlig forringelse. Prøvefelter med > 4 mg/l nitrat i grundvandet inden for 500 m bufferzonen viser i 4% af prøvefelterne ingen forringelse, mulig forringelse i 21% og sandsynlig forringelse i 73% af tilfældene. Der synes ikke at være en klar relation mellem nitratkoncentrationen og vurderingen af næringsstofbelastning hverken over eller under den valgte tålegrænse for nitrat på 4 mg/l. Dette stemmer udmærket overens med undersøgelser af de bedste indikatorer for tilstand i GATØ (Andersen med flere, 2013), hvor det blev fundet, at variationen i nitratkoncentrationer i vandprøver er så stor, at sammenhængen med tilstanden (antallet af typiske arter) ikke var særlig stærk.



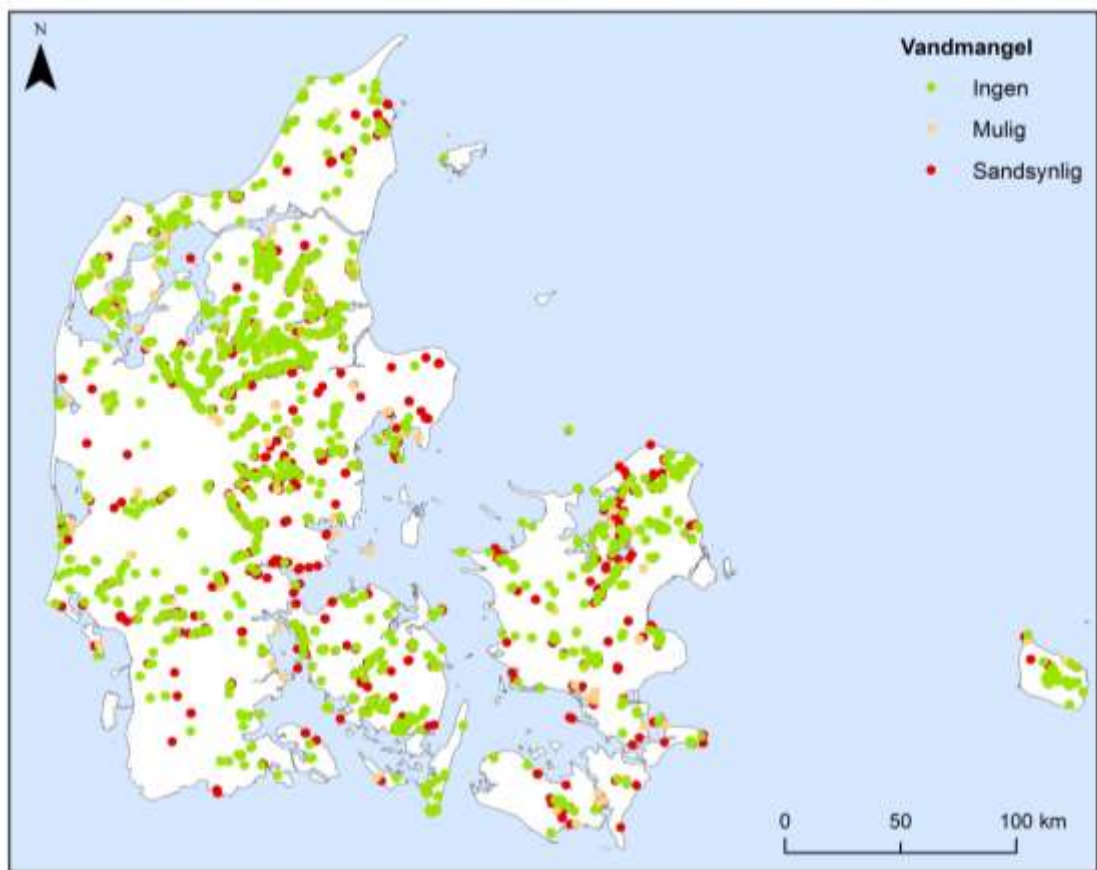
Figur 8.7: Vurdering af næringsbelastningen på de ca. 13.000 prøvefelter



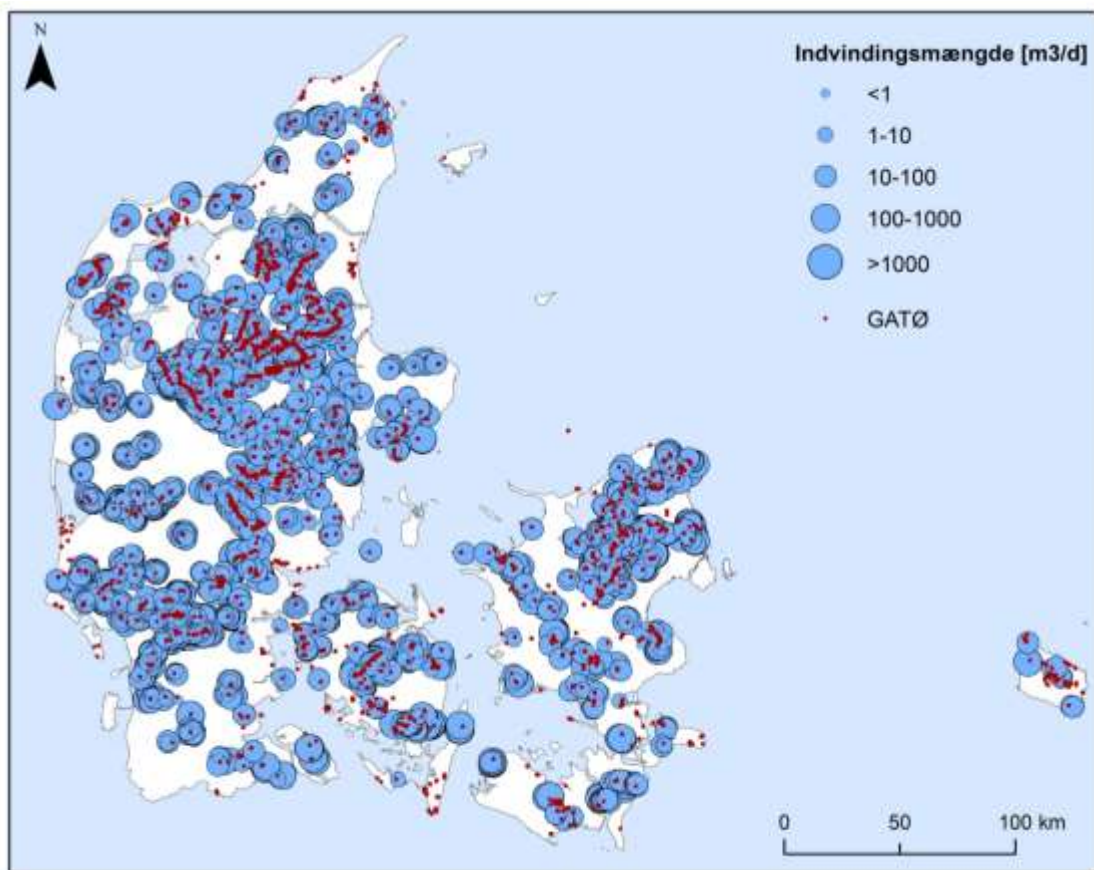
Figur 8.8: Nitratmålinger i grundvand i perioden 2007-2013 i 500 buffer zoner omkring GATØ prøvefelterne.

8.4 Vurdering af grundvandets kvantitative påvirkning af potentielle GATØ-prøvefelter

Den indekserede vandmangel er vist for alle ca. 13.000 prøvefelter i figur 8.9. Der skal laves en vurdering af, om de af prøvefelterne, der vurderes at have vandmangel, kan skyldes vandindvinding i nærområdet til prøvefeltet. I JUPITER-databasen er der lavet et udtræk af indvindingsboringer i en bufferzone med op til 2 km afstand fra alle prøvefelter. Der er ikke taget hensyn til boringsdybde eller en nærmere analyse af grundvandets strømningsveje i den 2 km brede bufferzone. 8.882 prøvefelter havde mindst én indvindingsboring inden for bufferzonen, hvilket svarer til at 66% af prøvefelterne har en indvindingsboring tilknyttet (Figur 8.10). I Tabel 9.3 er den indekserede vandmangel i procent relateret til indvindingsmængder. Der er mod forventning ingen tydelig forskel på den procentvise fordeling mellem store indvindingsmængder og vurderingen af prøvefelter med sandsynlig vandmangel og prøvefelter med ingen vandmangel. Dette skyldes sandsynligvis, at grundvandet i høj grad afledes på overfladen i grøfter og dræn og at dette er den primære årsag til vandmangel i områderne med prøvefelter.



Figur 8.9: Vandmangelindeks for alle ca. 13.000 GATØ-prøvefelter



Figur 8.10: Vandindvinding i borer placeret inden for en bufferzone på op til 2000m fra et prøvefelt.

Tabel 8.3: Relation mellem indekseret vandmangel (i %) og oppumpede vandmængder

Vandmangel %	<1 m ³ /d	1-10 m ³ /d	10-100 m ³ /d	100-1000 m ³ /d	>1000 m ³ /d
Ingen	35	44	40	36	42
Mulig	16	22	17	18	11
Sandsynlig	48	35	43	47	47

8.5 Opsummering

- På national skala er 63% af prøveløfterne forringede på grund af næringsstoffbelastning og 41% af prøveløfterne er forringede på grund af mulig eller sandsynlig vandmangel. Hovedparten af prøveløfterne i Vestjylland vurderes at have ingen eller mulig forringelse på grund af næringsstoffbelastning. Vurderingen af vandmangel i prøveløfterne generelt viser ingen klar geografisk fordeling på landsplan
- Der synes ikke at være en klar relation mellem nitratkoncentrationen og vurderingen af næringsstoffbelastning hverken over eller under tålegrænsen for nitrat på 4mg/l.
- Der er ingen tydelig forskel på den procentvise fordeling mellem store indvindingsmængder og vurderingen af prøveløfter med sandsynlig vandmangel og prøveløfter uden vandmangel. Dette skyldes sandsynligvis, at grundvandet i høj grad afledes på overfladen i grøfter og dræn og at dette er den primære årsag til vandmangel i GATØ-områderne.

9. Trinvis metode til vurdering af kvantitativ og kemisk påvirkning fra grundvandsforekomsterne på GATØ

9.1 Baggrund og dataforberedelse

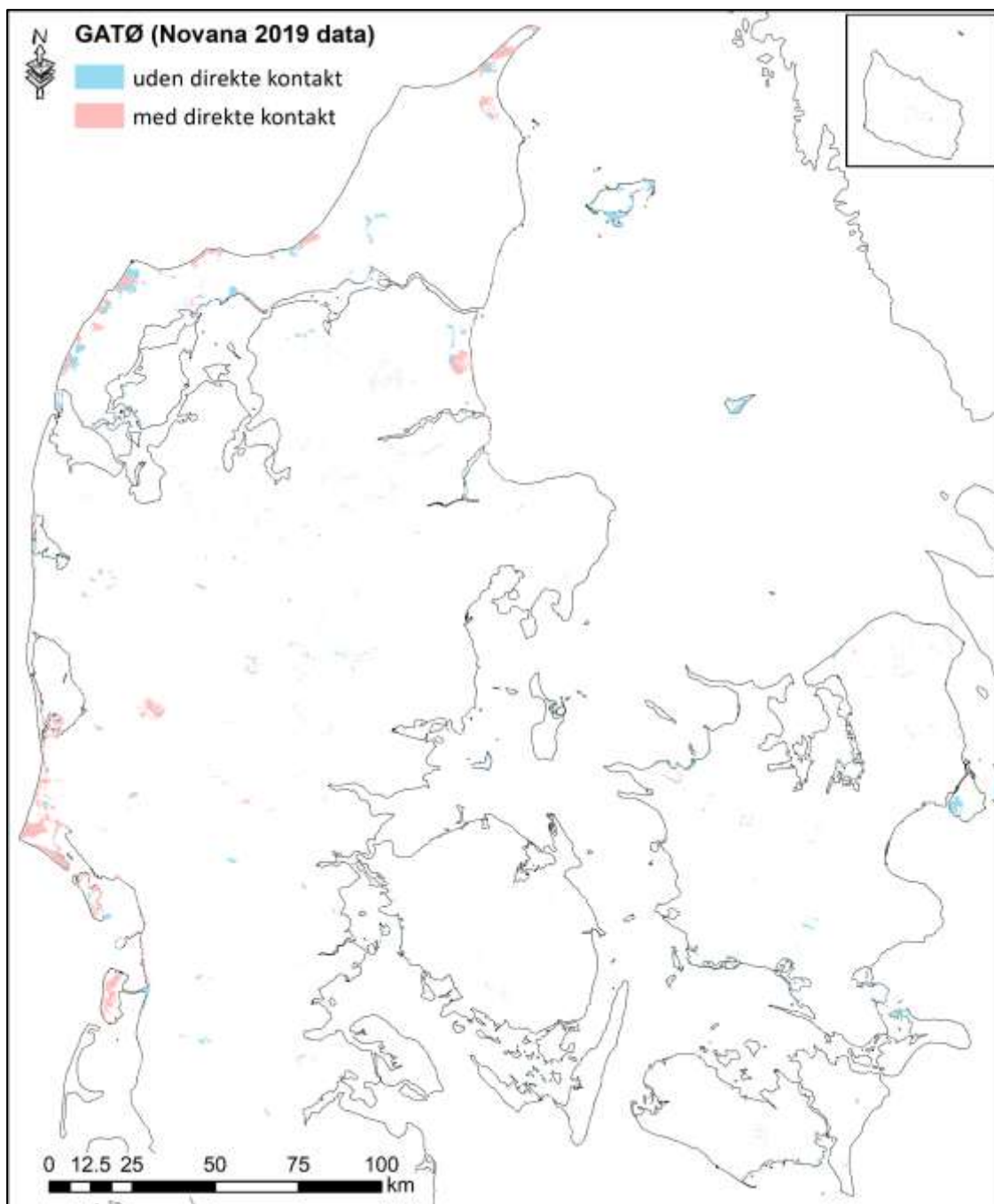
Arealet med moser og enge er blevet stærkt decimeret gennem de sidste 200 år gennem afvanding og opdyrkning, og en meget stor del af de resterende moser og enge er i varierende grad påvirket af afvanding og opdyrkning – det gælder også mange af de historisk set mest værdifulde GATØ. Hovedparten af de afvandede vådområder ligger på lavbundsarealer i ådalene og langs kysterne. En del af disse dyrkes i dag som marker eller kulturenge, men der er også mange som ikke dyrkes, men enten græsses ekstensivt eller er under tilgroning med rørsump, højstaudesamfund eller pilekrat. Afgrænsningen af hvilke moser der skal betragtes som væsentlige nok til at deres grundvandsforsyning skal evalueres og forvaltes efter vandrammedirektivet kan vanskeligt foretages videnskabeligt, uden at der foreligger en entydig tolkning af vandrammedirektivets meget brede sprogbrug om væsentlige forekomster og væsentlige påvirkninger. Afgrænsningen afhænger således af hvordan man tolker hvilke af de mange potentielle GATØ som skal beskyttes og genoprettes i medfør af Vandrammedirektivet.

I vores metodeforslag følger vi et ønske fra Miljøstyrelsen om, at vi bruger de kortlagte forekomster af naturtyper på habitatdirektivets bilag I indenfor Natura 2000-områderne som udgangspunkt for analyserne i nærværende rapport. Det betyder dog ikke at der ikke også kan være andre væsentlige GATØ. De GATØ som således lades ude af videre betragtning i dette projekt omfatter habitatdirektivnaturtyper beliggende udenfor Natura 2000, samt den del af vådområderne, som ikke er omfattet af habitatdirektivets naturtyper – fx grundvandsbetingede pilekrat og rørsumpe, som begge kan være vigtige levesteder for truede arter. Hvis vi regner enge og moser efter naturbeskyttelsesloven som potentielt grundvandsbetingede naturtyper (hvilket der er solidt fagligt belæg for), så er det kun 16% af engenes og 40% af mosernes nationale areal, som er omfattet af habitatdirektivets bilag I (Nygaard med flere, 2014). Dertil kommer, at kun ca. 50% af det nationale areal af de våde habitatnaturtyper forekommer inden for N 2000-områdernes afgrænsning (Nygaard & Ejrnæs 2017). Vi kommer altså i dette trin til at screene ca. 85% af det samlede danske areal med potentielle grundvandsafhængige naturtyper fra som uvæsentlige forekomster, hvor grundvandets kvantitet og kvalitet ikke vil blive vurderet. Hvis man alene ser på de mest biologisk værdifulde grundvandsafhængige levesteder i dag, vil en langt større andel af det nationale areal passere kriterierne i trin 1, men der vil stadig være mange vigtige biologiske forekomster, som findes udenfor Natura 2000, eller som henligger som ikke omfattede tilgroningsstadier. Ifølge Ejrnæs med flere (2014) ligger ca. 15-20 % af de moser og enge, som huser kendte forekomster af rødlistede arter udenfor Natura 2000.

Det følger af vandrammedirektivets art 4, at "medlemsstaterne beskytter, forbedrer og restaurerer alle grundvandsforekomster, sørger for balance mellem indvinding og grundvandsdannelse". I denne rapport har vi ikke forholdt os til de værdifulde vådområder som er gået tabt som følge af afvanding og eutrofiering i historisk tid, men udelukkende til de vådområder som har overlevet den omfattende opdyrkning af landskabet frem til i dag og endda kun de allerbedste vådområder, som i dag lever op til EU's habitatdirektiv.

9.2 Metode til beregning af kontakten mellem GVF og GATØ med DK-modellen

Med DK-modellen er beregnet et landsdækkende kort for den potentielle kontakt mellem grundvandsforekomsterne og GATØ områderne. Karakteriseringen af kontakten er baseret på en analyse, hvor afstanden mellem toppen af grundvandsforekomsten og jordoverfladen ved GATØ området er ≤ 3 meter (potentiell kontakt) eller mere end 3 meter (ingen potentiell kontakt). Figur 9.1 viser det landsdækkende kort hvor GATØ områderne er inddelt i "ingen potentiell kontakt" og "potentiell kontakt" mellem grundvandsforekomst og sø baseret på dette 3 meter afstandskriterium. Det er muligt at underinddele i flere afstandskategorier end potentiell/ingen potentiell kontakt ved 3 meter afskæringskravet, men det vurderes at der er for stor usikkerhed forbundet med at underinddele i fx god, mindre god og ingen kontakt, på grund af rumlige skalaudfordringer med geologien i DK-modellen på mindre end 500m skala. Procedure for beskrivelsen af grundvandsforekomsternes kontakt til overfladevands elementerne er nærmere beskrevet i Troldborg med flere (2014).



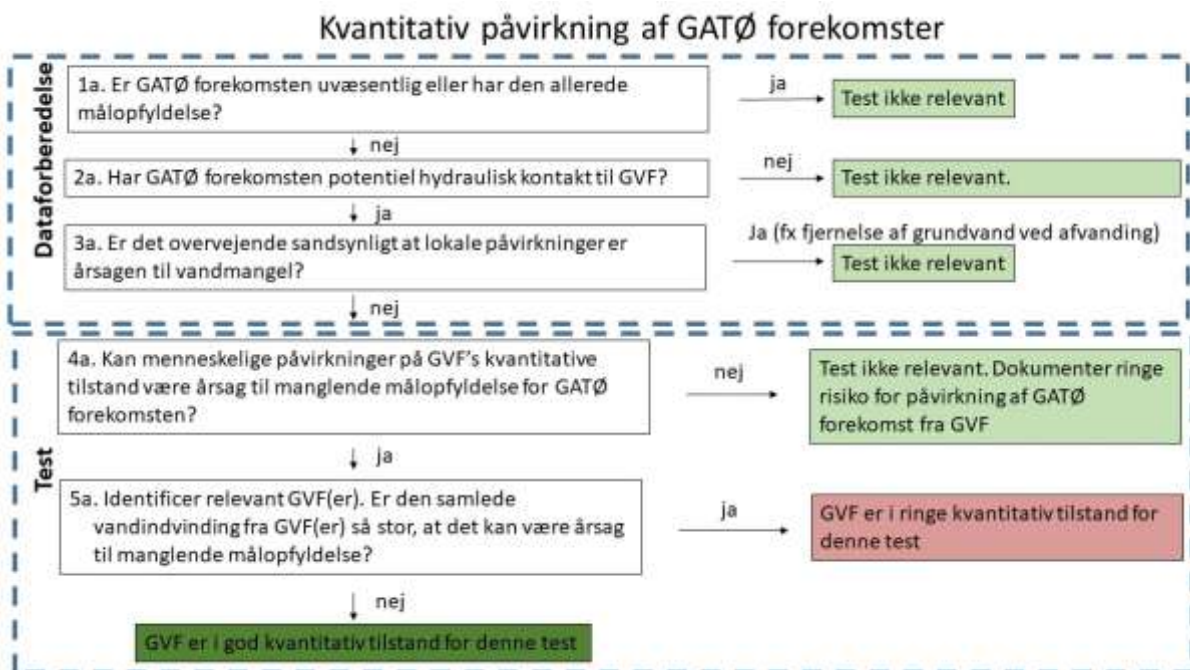
Figur 9.1: Potentiel kontakt mellem grundvandsforekomster og GATØ. Potentiel kontakt er vist med rød farve og ingen kontakt med blå farve, baseret på et afstandskrav på ≤ 3 meter (potentiel kontakt) og over 3 meter (ingen potentiel kontakt).

9.3 Beskrivelse af den udviklede metode

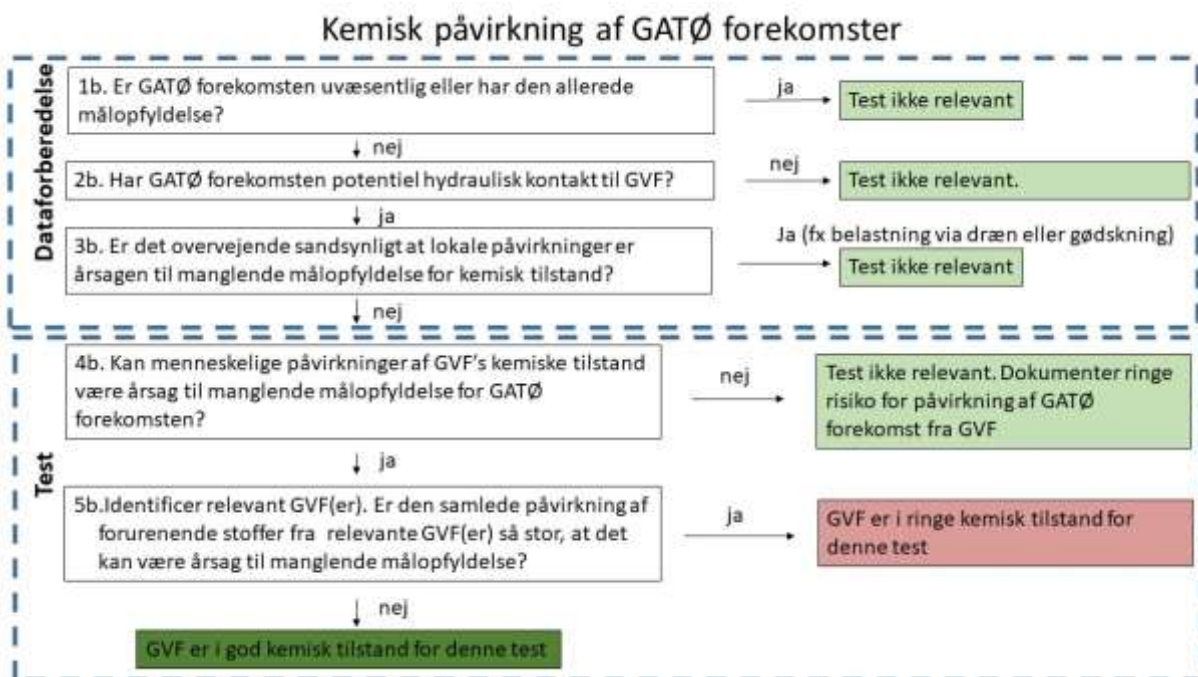
Den foreslåede metode har en recipientbaseret tilgang (her: GATØ-N2000 områder), der i store træk minder om den konceptuelle tilgang der er foreslået for kontakten mellem grundvand-vandløb/kystvande (Nilsson med flere, 2019a) og grundvand-søer (Nilsson med flere, 2019b). Der tages udgangspunkt i data fra den operationelle kortlægning af et givent GATØ-N2000 område fra NOVANA-delprogrammerne for grundvand og terrestrisk habitatnatur. Konceptet tager udgangspunkt i guidance steps fra CIS tekniske rapporter CIS (2003b) og CIS (2012).

Den foreslåede metode er en trinvis screening og diagnosticering af problemer med grundvands mængde og kvalitet i forhold til de grundvandsafhængige naturtyper (GATØ). Princippet bag den trinvis metode er at bruge de mest omkostningseffektive målemetoder og indsatser først, og reservere de vanskelige og/eller omkostningstunge analysemetoder til det har vist sig, at der er behov for disse. Vi foreslår altså at bruge billige og eksisterende indikatorer, så længe dette er meningsfuldt, og først skride til egentlige hydrologiske målinger, grundvandsmodellering og diagnosticering når andre muligheder er udtømte. Motivationen bag dette valg er, at der ikke findes data og modeller som kan afgøre, hvordan de lokale GATØ er forbundet til grundvandsforekomster og heller ikke nødvendigvis til hvilke. Nogle gange er der forbindelse til lokale, overfladenære grundvandsforekomster, og andre gange har GATØ forbindelse til større regionale grundvandsforekomster. Meget ofte vil GATØ have samtidig kontakt til flere forskellige grundvandsforekomster – eksempelvis lokale overfladenære magasiner fra det nærmeste topografiske opland og dybereliggende grundvand som presses op i ådalen.

Konceptet har fem trin for vurdering af den kvantitative tilstand (figur 9.2) og for den kemiske tilstand (figur 9.3) i grundvandsforekomsten, og de fem trin er forklaret i den efterfølgende tekst.



Figur 9.2: Konceptet for dataforberedelse og test af den kvantitative tilstandsvurdering i (en) grundvandsforekomst(er)s potentielle kvantitative påvirkning af et GATØ-område.



Figur 9.3: Konceptet for dataforberedelse og test af den kemiske tilstandsvurdering i (en) grundvandsforekomst(er)s potentielle kemiske påvirkning af et GATØ-område.

9.4 Trin 1a & 1b - Er GATØ forekomsten uvæsentlig eller har den allerede målopfyldelse?

Grundvandsdirektivet lægger op til at kvantitativ og kvalitativ tilstand vurderes for væsentlige forekomster af GATØ uden at der ligger en entydig definition af væsentlighed. Vi foreslår at væsentlighed bygger på størrelse, intakthed og grundvandsafhængighed. Der er helt utroligt mange meget små forekomster af vådområder som er potentielle GATØ, og i praksis vil mange af dem ikke være kortlagt. Der findes også mange stærkt modificerede GATØ som følge af dræning eller opdyrkning, og disse er ikke længere af nogen værdi som levested for de grundvandsafhængige arter. Endelig vil der være forekomster af vådområder som vurderes primært at være betinget af regnvand eller havvand og derfor ikke er relevante at håndtere som GATØ. Det endelige valg af væsentlighedskriterier har betydning for antallet og arealet af forvaltningskrævende GATØ og bør derfor træffes i Miljø- og Fødevarerministeriet. I kapitel 10 afprøver vi forskellige kriterier i en konkret case. I øvrigt har udgangspunktet for rapporten været at tage udgangspunkt i habitatnaturtyper i Natura 2000 områderne. I de kortlagte Natura 2000 områder er der oplysninger om naturtype, kortlagt areal samt en artsliste og en vurdering af naturtilstand. Disse kan alle på forskellig vis indgå i vurderingen af væsentlighed.

Screeningen for målopfyldelse baseres på de mest tilgængelige og relevante indikatorer, nemlig plantelister fra prøvefelter af fast størrelse (cirkler med 5m radius $\sim 78,5 \text{ m}^2$), som indsamles som en del af kortlægningen og Natura 2000 planlægningen. Den samme type af cirkler anvendes i et vist omfang som led i besigtigelse af §3-arealer. Artslisterne kan bruges som bioindikation for fugtighed og næringsbelastning ved at beregne Ellenbergs fugtighedstal og Ellenbergs næringstal subsidiært næringsratio (Ellenbergs næringstal divideret med Ellenbergs pH-tal, Andersen med flere (2013)). Ved vurdering af bevaringsstatus for habitatdirektivets naturtyper, er der fastlagt skærpede og lempede kriterier for næringsstof og hydrologi, og vi anbefaler at bruge disse i videst muligt omfang til screeningen. Når der er to sæt af kriterier i brug ved vurdering af bevaringsstatus, skyldes det ønsket om at tage den naturlige variation i hydrologi og næringsstatus inden for naturtyperne med i betragtning (Nygaard med flere, 2014). I forekomster med gunstig bevaringsstatus forventer vi altså, at næsten alle forekomster består det lempede kriterium (overtrædelse tyder med sikkerhed på ugunstig tilstand), mens vi kun forventer, at en del af forekomsterne består det skærpede kriterium (opfyldelse tyder med sikkerhed på en gunstig tilstand). I dette trin af screeningen foreslår vi at alle forekomster som ikke består begge de skærpede kriterier for hydrologi og næringsbelastning går videre til trin 2a & 2b. Kriterierne i trin 1a & 1b kan evalueres ud fra eksisterende kortlægningsdata og kriterier for gunstig bevaringsstatus. Når vi anvender de skærpede kriterier skyldes det også at plantelisten som anvendes, stammer fra en 5m cirkel som ifølge den tekniske anvisning er placeret i den bedste del af den kortlagte forekomst – den repræsenterer altså en form for bedste tilstand i området. De skærpede kriterier for eutrofiering og hydrologi for de forskellige naturtyper er angivet i tabel 9.1 fra Nygaard med flere (2014). Bemærk at der i 2019 gennemføres en ny vurdering af naturtypernes bevaringsstatus, og der kan ved denne lejlighed forekomme mindre justeringer af kriterierne.

Tabel 9.1: Skærpede kriterier for gunstig bevaringsstatus for indikatorer baseret på bioindikationen fra en planteliste (Nygaard med flere, 2014). De med gult fremhævede kriterier er foreslået til dette formål, men indgår ikke i vurderingen af bevaringsstatus i dag.

Naturtype	Fugtighed	Kriterium	Næringsbelastning	Kriterium
1330/1340	Ellenberg F	-	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,8
2140	Ellenberg F	-	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,65
2190	Ellenberg F	>7	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,7
4010	Ellenberg F	>7	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,65
6410	Ellenberg F	>6,5	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,75
7110/7120	Ellenberg F	>8	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,6
7140	Ellenberg F	>8	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,7
7150	Ellenberg F	>7,5	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,6
7210	Ellenberg F	>9	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,75
7220	Ellenberg F	>8	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,75
7230	Ellenberg F	>7,5	Ellenberg N/Ellenberg R	< 0,75
91D0	Ellenberg F	>7	Ellenberg N/Ellenberg R	-
91E0	Ellenberg F	>7	Ellenberg N/Ellenberg R	-

Som væsentlige forekomster af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer regnes i denne rapport (efter bestilling fra Miljøstyrelsen) kortlagte forekomster af våde habitatnaturtyper i N 2000-områderne. Det vurderes ikke at være praktisk muligt at udelukke, at en våd naturtype er direkte grundvandsafhængig, og derfor udelukkes ingen af de våde terrestriske naturtyper på habitatdirektivets bilag 1 på forhånd. Forekomster regnes dog som uvæsentlige hvis de er under 100 m², vurderet i sammenhæng med eventuelle tilstødende GATØ. Tilsvarende vurderes strandenge (1330) som uvæsentlige hvis de primært er saltvandspåvirkede (Ellenberg S > 1).

Trin 1a: Kvantitativ tilstandsvurdering

Der tages stilling til om GATØ forekomsten er væsentlig og om dens målsætning er opfyldt. Såfremt forekomsten er uvæsentlig eller der er målopfyldelse, vurderes det at testen ikke er relevant for den(de) pågældende grundvandsforekomst(er). Hvis GATØ forekomsten ikke har målopfyldelse fortsættes til trin 2a i figur 9.2.

Trin 1b: Kemisk tilstandsvurdering

Der tages stilling til om GATØ forekomstens er væsentlig og dens målsætning er opfyldt. Såfremt forekomsten er uvæsentlig eller der er målopfyldelse, vurderes det at testen ikke er relevant for det pågældende vandområde. Hvis GATØ forekomsten ikke har målopfyldelse fortsættes til trin 2b i figur 9.3.

9.5 Trin 2a & 2b – Har GATØ forekomsten potentiel hydraulisk kontakt til GVF?

Trin 2a: kvantitativ tilstandsvurdering

Der tages stilling til om grundvandsforekomsten har potentiel hydraulisk kontakt til GATØ forekomsten. Gennemførelse af trin 2a skal afklare, at den relevante GATØ forekomst med stor sandsynlighed er knyttet til grundvandsforekomster. Den potentielle hydrauliske kontakt mellem grundvandsforekomsten og GATØ forekomster antages i trin 2a hvis afstanden mellem toppen af grundvandsforekomsten og terrænet ved GATØ forekomsten er ≤ 3 meter bestemt med DK-modellen. I de tilfælde, hvor afstanden er mere end 3 meter findes der ikke nogen potentiel kontakt, og det vurderes usandsynligt, at vandet fra grundvandsforekomsten bidrager til en kvantitativ påvirkning af GATØ forekomsten. Derfor vurderes det at testen ikke er relevant for det pågældende vandområde. Såfremt analysen indikerer potentiel kontakt mellem GATØ forekomsten og de nærtliggende grundvandsforekomster kobles GATØ til disse grundvandsforekomster, og vurderingen går videre til trin 3a i figur 9.2.

Trin 2b: kemisk tilstandsvurdering

Gennemføres for at afklare, at relevant GATØ forekomst med stor sandsynlighed er knyttet til grundvandsforekomster. Såfremt analysen indikerer potentiel kontakt mellem GATØ forekomsten og en eller flere grundvandsforekomster, kobles GATØ til disse grundvandsforekomster (identisk med trin 2a). Vurderingen går videre til trin 3b i figur 9.3.

9.6 Trin 3a & 3b – Skyldes manglende målopfyldelse andre kendte påvirkninger end GVF?

Trin 3a: Kvantitativ tilstandsvurdering

Det vurderes om den manglende målopfyldelse med hensyn til vandmangel med stor sandsynlighed skyldes andre kendte påvirkninger end grundvandsforekomstens tilstand. På dette trin vurderes synlige lokale årsager til vandmangel i form af afvanding af grundvandet med dræn og grøfter. Der udvikles en hydrogeologisk konceptuel model for det specifikke GATØ-N2000 område. Der bør udvikles en typologi for hydrogeologiske konceptuelle modeller der kan tages

udgangspunkt i der ud over de naturlige strømningsveje også inkluderer dræn og/eller afvandingegrøfter. I vurderingen indgår kortlægningens feltregistreringer af hydrologi (se kapitel 5), kombineret med gennemgang af tilgængelige luftfotos, højdemodeller og historiske kort. Afvanding vurderes ved at kigge efter drængrøfter på kort, digital højdemodel og eventuelt i felten, samt vurdere om der sker en aktiv afvanding af hele området via et fysisk modificeret (fx stærkt nedgravet) vandløb. Hvis der ikke er tegn på afvanding af forekomsten, vurderes det via lave og høje målebordsblade, om området har været vådere i historisk tid. Der udvikles en hydrogeologisk konceptuel model for det specifikke GATØ-N 2000-område.

- Hvis den ugunstige tilstand vurderes at være naturlig – altså at forekomsten aldrig har været vådere eller mere næringsfattig, så afsluttes testen her.
- Hvis den ugunstige tilstand med stor sikkerhed stammer fra andre påvirkninger end fra en grundvandsforekomst i ringe kvantitative tilstand, så gøres der ikke yderligere. For at kunne udelukke at den ringe tilstand skyldes indvinding af grundvand, kan det være nødvendigt at bringe lokal afvanding via dræn og grøfter til ophør.
- Hvis der er tydelige tegn på fjernelse af lokalt grundvand via dræn og grøfter inden det når GATØ, så vurderes forekomsten at være forringet som følge af en lokal forringelse af grundvandsforekomsten. En sådan fjernelse af grundvand kan både medvirke til eutrofiering og udtørring af GATØ. Det vil i de fleste tilfælde være omkostningseffektivt at undersøge om forringelsen kan afhjælpes ved en lokal indsats, og først gå videre til trin 4a, hvis dette ikke er tilfældet.

Trin 2b: kemisk tilstandsvurdering

Det vurderes om den manglende målopfyldelse med hensyn til næringsstofbelastning med stor sandsynlighed skyldes andre kendte påvirkninger end grundvandet. På dette trin vurderes det om der foregår en lokal forurening med næringsbelastning (figur 9.3) i form af tidligere opdyrking eller tab af næringsstoffer ved erosion, udvaskning eller randpåvirkninger fra tilgrænsende marker. I vurderingen indgår kortlægningens feltregistreringer af eutrofiering (se kapitel 5), kombineret med gennemgang af tilgængelige luftfotos og højdemodeller. Risiko for lokale tilførsler af næringsstoffer og pesticider (for kildevæld) via drænrør vurderes også.

- Hvis den ugunstige tilstand vurderes at være naturlig – altså at forekomsten aldrig har været mere næringsfattig end nu, så er yderligere test ikke relevant.
- Hvis den ugunstige tilstand i GATØ kun stammer fra lokal næringsstofftilførsel (inkl. markdræn), så afsluttes testen her.
- En eutrofiering kan også skyldes en fjernelse af grundvand fra GATØ, og for at afklare om dette er tilfældet, kan det være nødvendigt først at genoprette den kvantitative tilstand i GATØ.

Såfremt næringsstofbelastningen af GATØ forekomsten kan forklares fra andre kilder end grundvandsforekomsten(erne) udredes disse påvirkninger først, og det vurderes at testen ikke i første omgang er relevant for det pågældende vandområde. Hvis den manglende målopfyldelse hvad angår næringsstofbelastning ikke lader sig forklare med andre kendte påvirkninger fortsættes til trin 4b i figur 9.3).

9.7 Trin 4a og 4b – Kan menneskelige påvirkninger i GVF være årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten?

Trin 4a: kvantitativ tilstandsvurdering

Der udføres en analyse af, om menneskelige påvirkningen af grundvandsstanden eller grundvandets lodrette bevægelsesretning (de hydrauliske gradient forhold) ved grundvandsindvinding i den eller de tilknyttede grundvandsforekomster kan være årsag til, at GATØ forekomsten ikke har målopfyldelse. Dette vurderes ved at lave en GIS-analyse af, om der sker grundvandsindvinding i en 2 km bufferzone omkring GATØ forekomsten. Er dette ikke tilfældet er testen ikke relevant for det pågældende vandområde. Konstateres der derimod indvinding går vurderingen videre til trin 5a.

Trin 4b: kemisk tilstandsvurdering

Der udføres en analyse af, om menneskelige påvirkningen af grundvandets kemiske sammensætning i den eller de tilknyttede grundvandsforekomster kan være årsag til, at GATØ forekomsten ikke har målopfyldelse. Til dette formål udarbejdes der en liste over næringsstoffer og relevante miljøfarlige stoffer for en given GATØ forekomst. Herefter vurderes om hver enkelt stof kan stamme fra menneskelige påvirkninger af de(n) tilknyttede grundvandsforekomst(er). Dette vurderes ved at lave en GIS-analyse af, om der er fund over grænseværdien for hver enkelt forurenende stof i grundvandsindtag i en 0,5 km bufferzone omkring GATØ forekomsten. Hvis der ikke er relevante kemiske målinger af vandet i de potentielle grundvandsforekomster omkring GATØ, må der foretages supplerende kemiske undersøgelser. Er dette ikke tilfældet er testen ikke relevant for det pågældende vandområde. Konstateres der derimod forurenende stoffer over grænseværdien går vurderingen videre til trin 5b.

9.8 Trin 5a & 5b – Er den samlede påvirkning fra relevante grundvandsforekomster af en sådan størrelse at det kan have en potentiel påvirkning på GATØ forekomsten

I dette trin tages der udgangspunkt i eksisterende viden og undersøgelser af de lokale forhold i nærområdet til en GATØ forekomst hvor manglende målopfyldelse skal undersøges for den samlede påvirkning ved vandindvinding og/eller forurenende stoffer i GVF påvirker GATØ forekomsten.

Trin 5a: kvantitativ tilstandsvurdering

Det undersøges om GATØ har hydraulisk kontakt til grundvandsforekomster baseret på eksisterende hydrogeologiske data der findes for det specifikke GATØ-N2000 område. I bekræftende fald gennemføres en modellering/vurdering af relevante grundvandsindvindingers betydning for mængden af udstrømmende grundvand i den aktuelle GATØ. Hvis grundvandet har en tilstrækkelig kvantitet i forhold til de opstillede mål, vurderes det, at grundvandsforekomsternes

tilstand er god. Hvis grundvandets kvantitet vurderes at forhindre gunstig tilstand i GATØ, vurderes det at forekomsten er i ringe tilstand. Kriterierne i trin 5a kræver udvikling af metoder og modeller til kausal kobling af en GATØ med en eller flere grundvandsforekomster og til modellering af mængden af udstrømmende grundvand. Desuden kræver trin 5a, at der udvikles grænseværdier for mængden af udstrømmende grundvand. Disse kriterier bør både forholde sig til vandstanden i GATØ og til mængden af gennemstrømmende grundvand eftersom grundvandet medvirker til at immobilisere næringsstoffer i GATØ. Eftersom mængden af udstrømmende grundvand varierer naturligt mellem forskellige typer og forekomster af GATØ, anbefaler vi at sætte et kriterium som en minimumsprocent af den modellerede eller målte naturlige (*ikke-modificerede*) udstrømning. Det foreslås med konceptuel numerisk modellering at udvikle en økohydrologisk typologi for sammenhængen mellem naturlige og drænbetingede strømningssveje i udstrømningsområder i lavbundslande og forekomster af GATØ-naturtyperne i ådale, langs søbredder og kystvande.

Det skal dog bemærkes, at en konceptuel numerisk model ikke kan erstatte en lokal grundvands- og overfladevandsmodel, der kan benyttes til at belyse og opnå viden om hvordan lysåbne habitatnaturtyper som GATØ bedst beskyttes og udvikles i forhold til effekter som øget dræning, øget grundvandsindvinding eller klimaforandringer (f.eks. Kidmose og Nilsson, 2018). En sådan lokalmodel kræver et omkostningstungt datasæt af geologiske, hydrologiske, vandkemiske og vegetationsforhold.

Såfremt analysen tilskriver grundvandsindvinding som en signifikant årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten, vurderes grundvandsforekomsten at være i ringe kvantitativ tilstand for så vidt angår den tilknyttede GATØ forekomst. Hvis grundvandsindvinding ikke vurderes at være signifikant medvirkende til manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten, vurderes grundvandsforekomsten at være i god kvantitativ tilstand for så vidt angår GATØ forekomsten.

Trin 5b: kemisk tilstandsvurdering

Det undersøges om GATØ har hydraulisk kontakt til grundvandsforekomster baseret på eksisterende hydrogeologiske data, der findes for det specifikke GATØ-N2000 område I bekræftende fald gennemføres målinger af nitrat- og fosfatindholdet af grundvandet i den mættede zone i tilknytning til GATØ med henblik på at vurdere, om der sker en ekstern (næringsstoffer tilført ude fra med grundvandet) eller intern (næringsstoffer tilført "inde fra" via frigivelse fra tørv) eutrofiering af GATØ. Hvis grundvandet har en tilstrækkelig kvalitet og kvantitet i forhold til de biologiske kvalitetsmål, vurderes det, at naturtypens tilstand er inden for den naturlige variationsbredde og GVF er i god tilstand (Figur 9.3). Hvis grundvandskvaliteten ikke opfylder kriteriet, vurderes det at GVF er i ringe tilstand. Kriterierne i trin 5b kræver udvikling af metoder og modeller til kausal kobling af en GATØ med en eller flere grundvandsforekomster. Desuden kræver trin 5b, at der udvikles grænseværdier for mængden af nitrat og fosfat i grundvandsforekomsterne. De eksisterende forslag til grænseværdier for nitrat-N og fosfat-P er baseret på

et ganske lille datasæt som er indsamlet for blot to af habitatdirektivets habitattyper. Vi foreslår at man bruger grænseværdier for pesticider i vandløb til at vurdere den kemiske tilstand af kildevæld.

Såfremt analysen tilskriver næringsstofbelastning som en signifikant årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten, vurderes grundvandsforekomsten at være i ringe kemisk tilstand for så vidt angår den tilknyttede GATØ forekomst. Hvis næringsstofbelastningen ikke vurderes at have nogen betydning for manglende målopfyldelse i GATØ forekomsten, vurderes grundvandsforekomsten at være i god kemisk tilstand for så vidt angår GATØ forekomsten.

9.9 Bemærkninger

Der vil i praksis næsten altid kunne rejses tvivl om, hvorvidt en konkret ugunstig tilstand i GATØ eventuelt kunne skyldes et problem i en grundvandsforekomst der ikke umiddelbart synes at være tilknyttet en GATØ forekomst. Hvis den trinvis metode kræver, at man følger denne tvivl til dørs vil det være forbundet med store omkostninger, da vi taler om tusindvis af forekomster af GATØ, hvor der enten er problemer med mængden af vand, og/eller der er tegn på eutrofiering. I praksis vil det oven i købet være tæt på umuligt at skille disse to forskellige problemer effektivt ad uden omkostningstunge målekampagner, da vi ingen data har til at afgøre spørgsmålet.

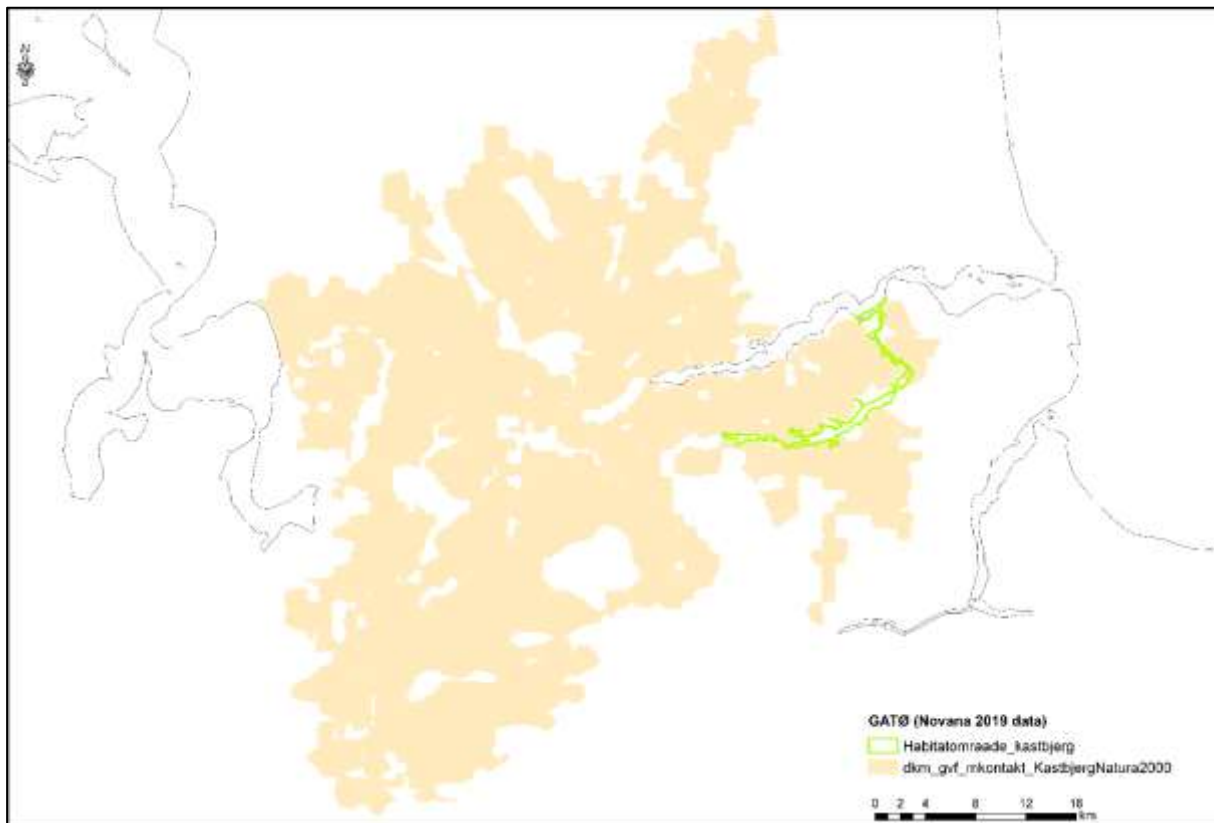
Vi foreslår derfor at man i praksis vurderer om der er lokale problemer med grundvandets kvantitet og kvalitet. Hvis dette er tilfældet vil det være omkostningseffektivt at forsøge at afhjælpe disse problemer lokalt frem for at bruge resurserne på at koble et negativt påvirket GATØ kausalt til et eller flere konkrete grundvandsmagasiner. Derved vil man slå to fluer med et smæk: Man vil 1) forhåbentlig forbedre tilstanden af GATØ og 2) ad eksperimentel vej finde ud af om tilstanden kan genoprettes eller man bliver nødt til at forholde sig til vanskelige analyser og modellering af mere komplekse hydrogeologiske settings samt meget omkostningstunge indsatser i et større opland.

10. Test af trinvis metode på udvalgt lokalitet

Dette kapitel beskriver testresultater og usikkerheder ved brug af den foreslåede trinvis metode på et antal prøvefelter inden for Kastbjerg Ådal Natura 2000 området.

10.1 Valg af Kastbjerg Ådal til test af metode

Vi valgte Kastbjerg ådal som pilotområde til test af den foreslåede trinvis metode. Kastbjerg ådal er velegnet, fordi den har en overskuelig længde, er grundigt kortlagt for GATØ efter retningslinjer i habitatdirektivet, og er rig på kildevæld og rigkær, som udgør en væsentlig andel af de grundvandsafhængige økosystemer (GATØ) i Danmark. Figur 10.1 viser den geografiske udbredelse af grundvandsforekomst DK_1_456_191 der ligger umiddelbart under Kastbjerg Ådal Natura området. Grundvandsforekomsten er opbygget af 40 grundvandsmagasiner der udgøres af kvartære sandlag (KS1, 2 og 3) samt øverste del af prækvartært sand (PS1).



Figur 10.1: Geografisk udbredelse af grundvandsforekomst DK_1_456_191, der er nærmest beliggende til Kastbjerg Ådal Natura 2000 området.

10.2 Kastbjerg Ådal kortlagt habitatnatur

Kortlægningen af Kastbjerg ådal rummer 179 separate afgrænsninger af forekomster af habitatnaturtyper som varierer i størrelse fra 26 m² til 86.000 m² (se tabel 10.1). For hver af disse kortlægninger har vi en artsliste fra en dokumentationscirkel, som er en cirkel med 5m radius (78,5 m²) placeret subjektivt i en del af den kortlagte forekomst som særlig godt repræsenterer habitatnaturtypen.

Tabel 10.1: Habitatnaturtyper som er kortlagt i Kastbjerg Ådal.

Naturtype	Kode	Antal forekomster
Strandeng	1330	2
Tidvis våd eng	6410	3
Nedbrudt højmosse	7120	2
Hængesæk	7140	19
Kildevæld	7220	21
Rigkær	7230	110
Skovbevokset tørvemose	91D0	18
Elle- og askeskov	91E0	4

10.3 Test af trinvis metode

Trin 1 – vurdering af væsentlighed

Screening af tilstand

I trin 1a og 1b vurderer vi først hvilke forekomster af vådområder som er væsentlige. Ud fra de valgte kriterier bortfalder et kortlagt rigkær (< 100 m²) og to kortlagte, tydeligt saltpåvirkede strandenge (Ellenberg S > 1). Desuden bortfalder en lang række §3 enge, som grundet afvanding og omlægning er så ødelagte, at de ikke længere betragtes som væsentlige nok til at opfylde kriterierne for kortlægning af naturtyper på habitatdirektivets Bilag I. Denne vurdering tager kun stilling til den aktuelle tilstand og ikke til potentialet for genopretning af en bedre naturtilstand, så forekomsterne igen kunne blive væsentlige.

I trin 1a og 1b vurderer vi dernæst tilstanden baseret på de indsamlede artslistes for planter. Denne screening af tilstand foregår både for kvantitativ og kvalitativ tilstand.

Trin 1a - Kvantitativ tilstand

Baseret på kriterierne for god kvantitativ tilstand (vand nok) i tabel 10.2 har vi evalueret tilstanden i de kortlagte forekomster i Kastbjerg, og resultatet er at 91 ud af 175 forekomster (52 %) er i en potentielt ringe tilstand grundet vandmangel. Forekomsterne er vist på kort for den øvre del af ådalen i figur 10.1. Det kan dog heller ikke udelukkes, at den eutrofering som er sandsynliggjort i den kvalitative test ovenfor også kan skyldes vandmangel. Derfor er antallet af potentielt ringe forekomster for kvantitativ tilstand højere end de 52 % som udviser tegn på vandmangel.

Tabel 10.2: Antallet af kortlagte forekomster i potentielt ringe og god kvantitativ tilstand efter screening for vandmangel baseret på bioindikation fra indsamlede plantelister.

Naturtype	Ring	God	Total
Elle- og askeskov	3	1	4
Hængesæk	7	12	19
Kildevæld	18	3	21
Nedbrudt højmosse	1	1	2
Rigkær	54	55	109
Skovbevokset tørvemose	8	10	18
Tidvis våd eng		3	3
Grand Total	91	85	176



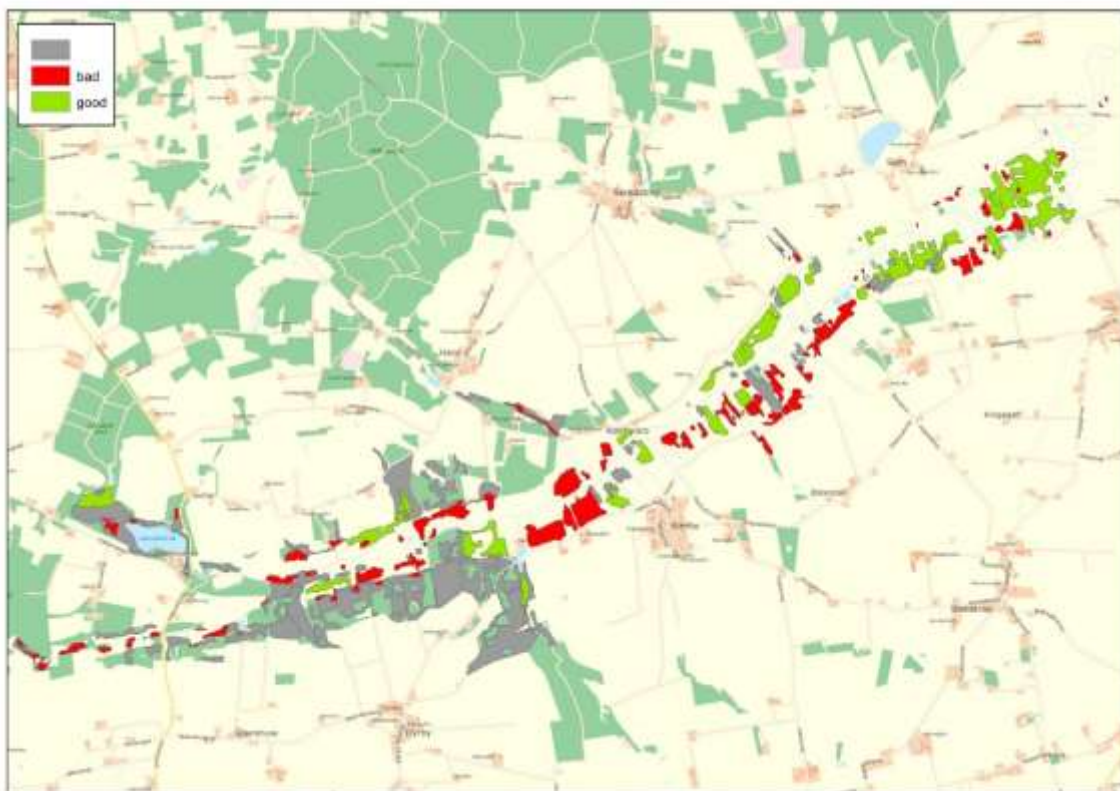
Figur 10.2: Fordelingen af kortlagte forekomster af potentielle GATØ på ringe (rød) og god (grøn) kvantitativ tilstand ud fra vandmangel i den øvre del af ådalen. Med grå signatur er vist øvrige (tørre) habitattyper.

Trin 1b - Kvalitativ tilstand

Ved brug af næringsbelastningsindikatoren næringsratio (se tabel 10.3) finder vi at 112 ud af 176 forekomster (63 %) er i potentielt ringe tilstand som følge af næringsbelastning. Vi har ingen brugbare kriterier for sumpskovene, så 22 våde skove kunne ikke screenes for kvalitet. Fordelingen af ringe og god kvalitativ tilstand (rød og grøn) kan ses for den øvre del af Kastbjerg Å i figur 10.3. Det er vigtigt at være opmærksom på at selvom næringsbelastning er vores bedste indikator for en potentielt ringe kvalitet af grundvandet, så kan årsagen til en observeret eutrofiering faktisk også være vandmangel (som kunne skyldes ringe kvantitativ tilstand i grundvandsforekomsten).

Tabel 10.3: Antallet af kortlagte forekomster i potentielt ringe og god kvalitativ tilstand efter screening baseret på bioindikation fra indsamlede plantelister.

Habitattype	Ringe	God	Ingen test	I alt
Elle- og askeskov			4	4
Hængesæk	18	1		19
Kildevæld	19	2		21
Nedbrudt højmose	2			2
Rigkær	71	38		109
Skovbevokset tørvemose			18	18
Tidvis våd eng	2	1		3
Grand Total	112	42	22	176



Figur 10.3: Fordelingen af kortlagte forekomster af potentielle GATØ på potentielt ringe (rød) og god (grøn) kvalitativ tilstand (eutrofiering) i den øvre del af ådalen. Med grå signatur er vist øvrige (tørre) habitattyper.

Reduktion af antallet af forekomster af GATØ

Vi har undersøgt muligheden for at gruppere de kortlagte forekomster af habitatnatur i Kastbjerg ådal til et mindre antal af større enheder. Vi har gjort dette ved at smelte de enkelte forekomster sammen hvis de lå med lille geografisk afstand (figur 10.3). Vi har gjort dette ved at lægge en buffer rundt om forekomsterne og lægge de forekomster sammen hvis buffere overlappede. De 179 oprindelige forekomster bliver reduceret til:

10m buffer – 101 clustre

20m buffer – 73 clustre

30m buffer – 50 clustre

40m buffer – 41 clustre

50m buffer – 33 clustre



Figur 10.4: Øvre del af Kastbjerg ådal med de kortlagte GATØ-polygoner med sammensmeltning efter tilføjelse af 50 m buffer. Herved bliver 179 forekomster til 33 clustre.

Der kan være administrative fordele ved at foretage en sådan gruppering af forekomster forud for en test og en efterfølgende forvaltningsindsats. Der kan også være den ulempe, at man skal finde en måde at aggregere data på, idet data er samlet ind med udgangspunkt i hvert enkelt

kortlagt polygon. En sådan gruppering vil på sin vis være retvisende i og med at ådalen i vid udstrækning er en potentielt sammenhængende naturforekomst. Vi har ikke haft mulighed for at udvikle en metode til anvendelse på aggregerede forekomster.

Trin 2a & 2b - Skyldes manglende målopfyldelse andre kendte påvirkninger end GVF ?

I trin 2a & 2b vurderes det for de forekomster som efter trin 1a og 1b vurderes at være i potentielt ringe tilstand, om der er synlige lokale årsager til den ringe biologiske tilstand. Dette foregår dels ved at inddrage informationer fra kortlægningen af strukturindikatorer for forekomsterne, som er tilgængelige via Miljøportalen, og dels ved at studere kortmateriale over den nuværende og historiske udbredelse af vådområder og afvandingssystemer. Igen er dette trin opdelt efter kvalitativ og kvantitativ tilstand af GATØ-forekomsterne.

Ud af de 176 væsentlige forekomster i Kastbjerg ådal vurderedes det at 22 forekomster hverken havde potentielle problemer med de kvalitative eller kvantitative biologiske tilstandsmål, og de vurderes derfor ikke i trin 2a og 2b (Tabel 10.4). Men for at validere værktøjerne i trin 2a og 2b medtages i tabeller og figurer både forekomster i god og ringe biologisk tilstand.

Tabel 10.4: Krydstabel over fordelingen af forekomster efter bioindikation af vandmangel og eutrofiering. Med grønt er markeret forekomster, hvor der ingen indikation er af potentielle problemer. Med gult er markeret forekomster hvor der er manglende viden eller indikation af problemer med den kemiske tilstand (kvalitet). Med orange er markeret forekomster hvor der er bioindikation af enten næringsbelastning eller vandmangel og derfor potentielt er problemer med mængden af grundvand (kvantitet).

Eutrofi- ring/Vandmangel	Ringe vand	God vand	Total
Ringe eutrof	60	52	112
God eutrof	20	22	42
Ukendt eutrof	11	11	22
Total	91	85	176

Trin 2a - Kvantitativ tilstand

Der er kun en beskedent sammenhæng mellem feltregistreringen af afvanding og den biologiske vurdering af vandmangel (Tabel 10.5). Således er der ikke registreret tydelige grøfter eller dræn på hovedparten af forekomsterne, og dog er halvdelen af disse i en ringe tilstand. Der er en lille overhyppighed af ringe tilstand (58 %) for de 43 forekomster, hvor der er registreret tegn på afvanding ved grøfter eller dræn. En forekomst af skovbevokset tørvemose er i felten registreret som højbundsareal, og hermed er det ikke relevant at foretage en test for grundvandspåvirkning på denne forekomst.

Tabel 10.5: Sammenhæng mellem feltregistreringer af afvandingsforhold og kriteriet for vandmangel i de våde naturtyper. Ordlyden i registreringen er lidt forskellig i lysåben natur og skovnatur.

Row Labels	Ringe	God
0) Højbundsareal	1	
1) Ingen grøfter eller dræn. Fugtigbundsveg. Intakt	59	60
1) Ingen grøfter, naturlig vådbund	7	7
2) Afvanding m. svag effekt. Fugtigbundsveg. Udbredt	20	14
2) Ikke-fungerende grøfter	2	3
3) Afvanding m. tydelig effekt. Fugtigbundsveg. på dele af arealet	1	
3) Fungerende, gamle grøfter	1	1
4) Afvanding m. udbredt effekt. Fugtigbundsveg. hist og her	1	

Som det fremgår af figur 10.5 fra sidste halvdel af 1800-tallet, er det vanskeligt at forestille sig at hovedparten af ådalens vådområder skulle være upåvirket af afvanding, når der allerede på dette tidspunkt var grøfter over det hele, så det er nødvendigt at tilgå feltkortlægningen med kritisk sans. Kortlægningen må nok tolkes sådan at forekomsten er våd, mens den næppe kan taget til indtægt for at forekomsten ikke er afvandet. Afvanding kan eksempelvis manifestere sig ved at udstrækningen af de våde partier er formindsket, at sommervandstanden er lavere eller at der strømmer mindre grundvand gennem arealet. På den anden side bekræfter kortlægningen, at hele dette parti af ådalen oprindeligt har været dækket af enge og moser – naturlige højbundsarealer er altså ikke forekommende her.



Figur 10.5: Høje målebordsblad fra øvre del af Kastbjerg Ådal omkring Kærby (syd for åen midt i kortet).

Trin 2b - Kvalitativ tilstand

Tabel 10.6 viser at hovedparten af forekomsterne i Kastbjerg Ådal med tilgængelige strukturdata ikke har registreret lokalt synlige problemer med afvanding eller eutrofiering. Tabellen viser dog også, at hvor der er registreret synlige lokale problemer med afvanding eller eutrofiering, så er der også tegn på en ringe biologisk tilstand som følge af næringsbelastning (96%). Det er måske overraskende, at vi også vurderer en eventuel effekt af afvanding, når vi taler om bioindikation af eutrofiering, men afvanding kan let føre til intern eutrofiering, så dette er vigtigt at være opmærksom på. Eftersom kilderne til en næringsbelastning sjældent er direkte synlige, skal denne del af kortlægningen kun tages som vejledende, og fravær af tegn på afvanding eller eutrofiering kan ikke betragtes som sikkerhed for at der ikke er lokale årsager til den ringe biologiske tilstand. Afvanding kan også medføre en sænkning af pH, men dette er vanskeligere at diagnosticere som følge af den naturlige variation i pH i danske vådområder.

Tabellen viser at bioindikation af eutrofiering bør tages med som indikation af potentiel vandmangel (kvantitativ tilstand).

Tabel 10.6: Fordelingen af forekomster i god og ringe tilstand (baseret på bioindikation af næringsbelastning) på forskellige typer af feltregistrerede påvirkninger i form af afvanding og eutrofiering.

Afvanding	Ring	God
1) Ingen grøfter eller dræn. Fugtighedsveg. Intakt	80	41
2) Afvanding m. svag effekt. Fugtighedsveg. Udbredt	32	2
3) Afvanding m. tydelig effekt. Fugtighedsveg. på dele af arealet	1	
4) Afvanding m. udbredt effekt. Fugtighedsveg. hist og her	1	
Eutrofiering	Ring	God
1) 0% Gødskningspåvirkning fra tilgrænsende marker	104	43
2) 1-10%	4	
3) 10-25%	2	
4) 25-50%	3	
5) 50-100%	1	

Trin 2a og 2b – samlet vurdering

De høje målebordsblade viser at der er tale om naturlige vådområder i Kastbjerg ådal, samt at der er gjort en stor indsats for at afvande disse med lokale grøfter. Nutidig kortlægning viser at der stadigvæk forekommer eng og mose i hovedparten af ådalen, men det er kun en del af disse, som i dag har en kvalitet, der gør at de kan karakteriseres som naturtyper omfattet af habitatdirektivets bilag I. Ekspertvurderingen af struktur og funktion i de kortlagte forekomster vurderes ikke at være tilstrækkeligt til med sikkerhed at afgøre om en ringe biologisk tilstand (vandmangel eller eutrofiering) kan forklares med lokal afvanding eller næringstilførsel – eksempelvis er der kun undtagelsesvist registreret lokal afvanding, selvom oversigtskort viser, at dette er reglen snarere end undtagelsen, idet ådalen er gennemskåret af grøfter, og der tillige ligger nedgravede dræn i mange områder.

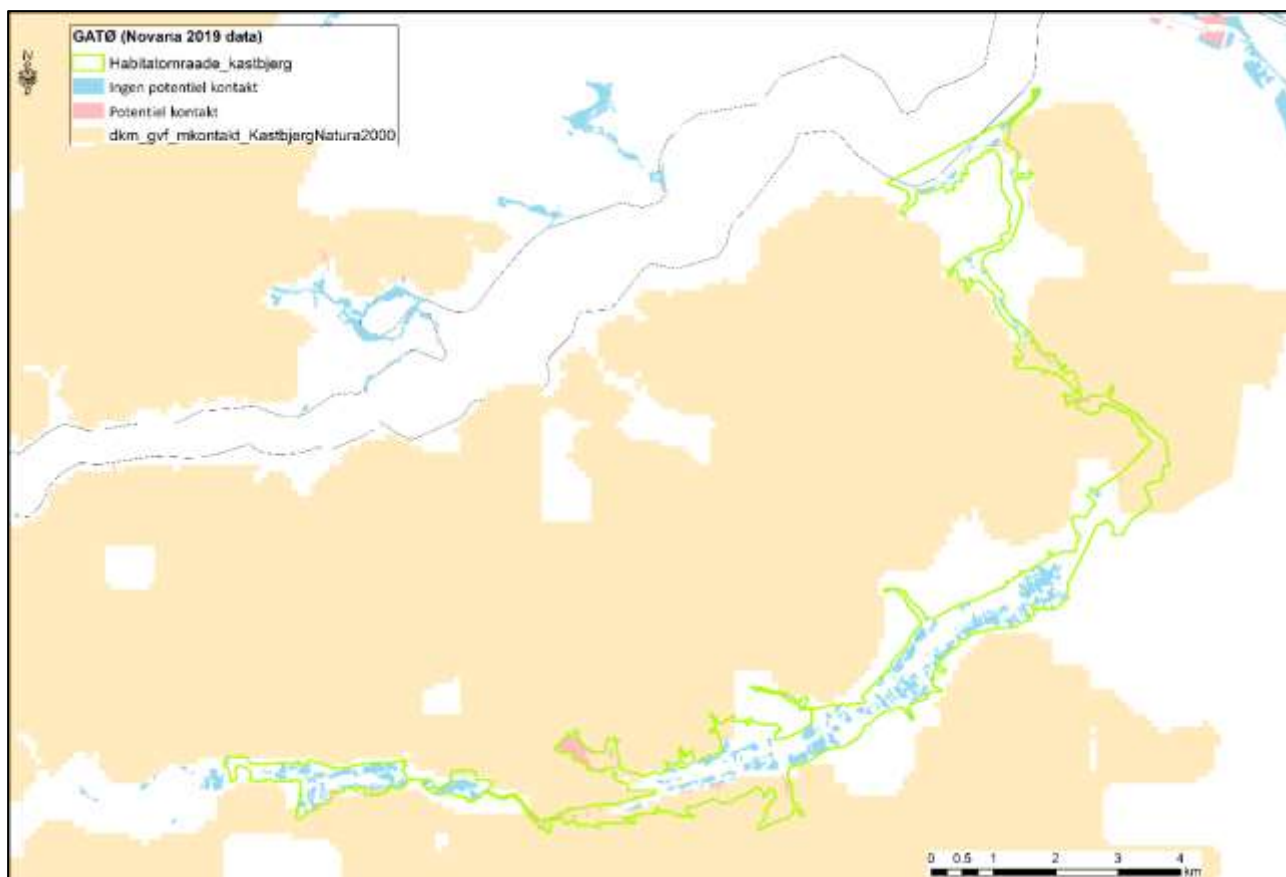
For 34 (tabel 10.6) ud af 134 (tabel 10.4) forekomster med potentielt ringe kvalitativ tilstand tydede feltkortlægning på at lokal afvanding kunne være en del af problemet og for 10 forekomster tydede feltkortlægningen på at lokal næringsstofftilførsel kunne være en del af problemet. Vi vurderer dog på baggrund af kortmaterialet, at hovedparten af de 134 forekomster kan have uopdagede lokale problemer med afvanding og nuværende eller tidligere næringsbelastning. På den anden side er der heller ingen af de 134 forekomster, hvor vi på forhånd kan afvise at problemerne kunne skyldes forhøjede næringsstofniveauer i grundvandsforekomsten.

For 25 ud af 91 forekomster med potentielt ringe tilstand på grund af vandmangel tydede feltkortlægningen på at lokal afvanding kunne være en del af problemet. Vi vurderer dog på baggrund af kortmaterialet, at hovedparten af de 91 forekomster kan have uopdagede lokale problemer med afvanding – ikke mindst via usynlige dræn. Oven i de 91 forekomster med bioindikation af vandmangel, kommer 63 forekomster med potentielle problemer med næringsbelastning, som også kan være et resultat af en sænkning af grundvandsstanden (kvantitativ tilstand). Selvom lokal afvanding vurderes at være den mest sandsynlige årsag til fjernelse af grundvand fra GATØ, så kan vi ikke på forhånd afvise, at problemerne kunne skyldes vandindvinding.

På denne baggrund foreslår vi at 134 forekomster sendes videre til trin 4a & 4b i vurderingen af kvalitativ tilstand og 154 forekomster sendes videre til trin 4a & 4b i vurderingen af kvantitativ tilstand.

Trin 3a og 3b – GVF's potentielle hydraulisk kontakt til GATØ forekomst

I trin 3a og 3b undersøges om GATØ forekomster inden for Kastbjerg Ådal Natura 200 området er i potentiel kontakt med en grundvandsforekomst. Af figur 10.6 fremgår det at arealer med GATØ forekomster med potentiel kontakt er vist med rød farve og arealer uden kontakt er vist med blå farver. Som tidligere nævnt er kontaktf forholdene defineret ved et afstandskrav på maks. 3m, hvor der er potentiel kontakt. Er afstanden større antages der at der ingen kontakt er mellem grundvandsforekomsten og GATØ forekomsten. Af figur 10.6 er det tydeligt at langs ådalens sider er der potentiel kontakt mens der centralt i ådalen med tykkere ferskvandsaflejringer ingen potentiel kontakt som den rumlige udbredelse af grundvandsforekomsterne er beskrevet.



Figur 10.6: Udsnit af det landsdækkende kort (Figur 10.1) om potentiel kontakt mellem grundvandsforekomster og Kastbjerg Ådal Nature 2000-området.

Tabel 10.7 viser hvor mange af de kortlagte arealer med de to naturtyper kildevæld (7220) og rigkær (7230) der har potentiel kontakt eller ingen kontakt mellem grundvandsforekomsten og de kortlagte GATØ naturområder inden for Kastbjerg Ådal Nature2000 området. Som det fremgår af tabel 10.7 er der altså væsentlig flere arealer der kategoriseres med "ingen potentiel kontakt", hvilket er overraskende da netop disse to naturtyper opfattes som udpræget grundvandsfødt. Det er i størrelsesordenen 50% af arealer med kildevæld og 75% af arealer med rigkær med ingen potentiel kontakt. Dette kan forklares med at ådalenes geologiske beskrivelse er meget mangelfuld og de geologiske aflejringer under 1-2 meters dybde har aldrig været kortlagt på national skala. Det er det der giver udslag i at grundvandsforekomsternes rumlige udbredelse specielt under ådalene er ringe beskrevet og dermed dårlig repræsenteret i DK modellen. Det er således vigtigt at bemærke at der er stor usikkerhed på at benyttet den rumlige udbredelsen af grundvandsforekomsterne til at bestemme kontakt forholdene mellem GVF og GATØ arealer. Så længe geologien er dårlig kortlagt i ådalene er det vanskeligt med nogen som helst sikker landsdækkende metode at vurdere kontaktforholdene. Yderligere er der dårlig overensstemmelse mellem den geologiske rumlige skala i DK modellen på 500x500m og størrelsen af de kortlagte GATØ arealer der er væsentlig mindre i areal størrelse.

Tabel 10.7: Antallet af kortlagte arealer med kildevæld (7220) og rigkær (7230) med ingen eller potentiel kontakt mellem grundvandsforekomsten og de kortlagte arealer med disse to naturtyper i Kastbjerg Ådal natura2000 området.

	Potentiel kontakt	Ingen potentiel kontakt
Kildevæld (7220)	15 arealer	18 arealer
Rigkær (7230)	37 arealer	113 arealer

Trin 4a og 4b – Kan menneskelige påvirkninger i GVF være årsag til manglende målopfyldelse i GATØ forekomst ?

De eksisterende data for vandindvinding omkring GATØ i den øvre del af Kastbjerg ådal er vist i figur 10.7 og de eksisterende data for nitratindhold i grundvandsboringer er vist i figur 10.8. Som det fremgår af figur 10.8 kan der være stor lokal variation i vandkemi, så derfor kan man ikke konkludere om grundvandsforekomstens tilstand for GATØ ud fra målinger i eksisterende brønde. Som det fremgår af figur 10.7 foregår der indvinding af vand i området omkring GATØ i Kastbjerg ådal, men konsekvenserne for den biologiske tilstand i GATØ kan ikke modelleres uden opstilling af en hydrologisk model.



Figur 10.7: vandindvinding omkring den øvre del af Kastbjerg å. Det er ikke muligt at beregne konsekvenserne af vandindvindingerne for GATØ uden at opstille en detaljeret hydrologisk model.



Figur 10.8: Fordelingen af GATØ med god og ringe biologisk tilstand for næringsbelastningskriteriet og forekomsten af nitrat i to grundvandsboringer tæt på ådalen. Den ene overskrider det foreslåede kriterium, mens den anden ligger klart under.

Trin 5a & 5b – hydrologiske og hydrokemiske undersøgelser

I trin 5a og 5b skal der gennemføres undersøgelser, som kan demonstrere hydraulisk kontakt mellem de kortlagte GATØ og en grundvandsforekomst, samt undersøge om denne grundvandsforekomst er i forringet tilstand grundet kemisk forurening eller vandindvinding. Hvis der ikke kan påvises en hydraulisk kontakt, så er ingen af de to tests relevante.

Der er ikke udviklet en skræddersyet metode for sådan en undersøgelse, men den vurderes at ville kræve instrumentering i form af et anseligt antal piezometerrør, eventuelt kombineret med feltkortlægning af vegetation og/eller overflyvning eller feltkortlægning med termofølsomt kamera. Efter påvisning af (potentiel) grundvandskontakt, skal der tages målinger af grundvandsindhold af nitrat og fosfat. I kildevæld kan man måle direkte på det strømmende grundvand, og her bør man også tage prøver for indhold af pesticider. I de øvrige GATØ, må

man tage prøverne i piezometerrør filtersat i det grundvandsførende lag under rodzonen. Indholdet af næringsstoffer (samt evt. pesticider i kildevæld) kan variere betragteligt over året, og derfor bør der indsamles prøver til vandkemi flere gange gennem sæsonen.

Der findes ingen kriterier for hvor stor en flow- og vandstandssænkning som en vandindvinding må medføre før dette betragtes som gyldig årsag til en observeret forringelse i en GATØ. At fastlægge sådan et kriterium er på ingen måde trivielt, idet det både kan afhænge af naturtypen og af andre samvirkende faktorer. Fuld sikkerhed i sådan en vurdering kan kun opnås gennem eksperimentel manipulation af vandindvindingsmængden, men dette er sjældent muligt i praksis. I stedet må man opstille en hydrologisk model, som kan beregne konsekvenserne af vandindvindingen. For pesticider vurderes det kun at være relevant at teste grundvandet i kildevæld, og her anvendes samme kriterier som i vandløb.

10.4 Opsummering på test af trinvis metode i Kastbjerg ådal

Vi vurderer på baggrund af de tilgængelige data at de fleste problemer med forringet biologisk tilstand stammer fra afledningen af grundvand i selve ådalen via grøfter og dræn. Det grundvand som strømmer ind i ådalen bliver fjernet inden det når at understøtte GATØ gennem en systematisk afvanding som omfatter afvandingsgrøfter, systemdræn og et delvist kanaliseret og oprenset vandløb. Denne fjernelse af grundvand påvirker både vandstanden og næringsstofstatus i de berørte GATØ. Det kan ikke udelukkes at der også kan være problemer med forurening af grundvand eller vandindvinding uden for ådalen, men det vurderes at være meget omkostningstungt at skulle etablere en sikker empirisk kobling mellem en GATØ med ringe biologisk tilstand og den del af en grundvandsforekomst som kan være årsagen til den ringe tilstand. Vi anbefaler derfor at man starter med at håndtere fjernelsen af grundvand i ådalen, i geografisk nærhed af de målsatte GATØ.

Det kan konkluderes at manglende viden om GVF's kvantitative påvirkning af GATØ ikke gør det muligt at vurdere GVF's kvantitative tilstand.

Det kan konkluderes at manglende viden om nitrat kilden gør det ikke muligt at vurdere GVF's kemiske tilstand.

11. Anbefalinger

11.1 Data tilgængelighed

- Det anbefales, at overvågningsprogrammerne for grundvand og GATØ N 2000 gennemgås med henblik på muligheder for mere tværgående analyser som fx i denne rapport af miljøpåvirkninger, idet det nuværende NOVANA program kun i mindre grad er tilstrækkeligt sammenhængende og dækkende til, at der kan laves tværgående kvalitative og kvantitative risikovurderinger om grundvandets påvirkning af GATØ N 2000:
 - Rent geografisk er der en utilstrækkelig hydrologisk sammenhæng mellem målepunkterne i grundvand og GATØ N 2000.
 - Der er stor variation i datatætheden geografisk og i tid
- Det anbefales, at overvågningsprogrammet for grundvand får flere målepunkter i terrænnære borer nær GATØ N 2000 således den kemiske og kvantitative kontakt mellem grundvand og GATØ N 2000 bedre kan vurderes.

11.2 Manglende viden

Grænseværdier for næringsstoffer

- Der er manglende viden om grænseværdier for N og P for de forskellige GATØ-naturtyper

Miljøfarlige forurenende stoffer

- Det anbefales at undersøge miljøfarlige forurenende stoffer (specielt pesticider) i GATØ N 2000. Ellers er det vanskeligt at knytte MFS i grundvand til GATØ N 2000.

Grundvandsudveksling

- Så længe geologien er dårlig kortlagt i ådalene er det vanskeligt med nogen som helst sikker landsdækkende metode at vurdere kontaktforholdene. Yderligere er der dårlig overensstemmelse mellem den geologiske rumlige skala i DK modellen på 500x500m og størrelsen af de kortlagte GATØ arealer der er væsentlig mindre i areal størrelse. Det anbefales at de øverste 5-8m af ådalenes aflejringer kortlægges på national skala.
- Det er ofte meget vanskeligt og arbejdskrævende at vurdere den kvantitative udveksling af grundvand mellem GATØ N 2000 og GVF. I dag er det kun i forbindelse med detailstudier at det er muligt at analysere denne udveksling af grundvand med GATØ N 2000 områder (eks. Johansen med flere, 2011; Nilsson med flere, 2014; Kidmose og Nilsson, 2018).

11.3 Modellering

- Det anbefales at der udvikles en typologi for strømningsveje (inkl. dræn og afvandingskanaler) af de hydrologiske forhold i ådale med GATØ N 2000-områder kombineret med vegetationsforhold.
- Det foreslås at der opstartes et udredningsarbejde hvor det undersøges om der med konceptuel numerisk modellering kan udvikles en økohydrologisk typologi for sammenhængen mellem naturlige og drænbetingede strømningsveje i udstrømningsområder i lavbunds-jorde og forekomster af GATØ-naturtyperne i ådale, langs søbredder og kystvande.

11.4 Videreudvikling af trinvis metode

- Der vil i praksis næsten altid kunne rejses tvivl om, hvorvidt en konkret ugunstig tilstand i GATØ eventuelt kunne skyldes et problem i en potentielt tilknyttet grundvandsforekomst. Hvis den trinvis metode kræver, at man følger denne tvivl til dørs vil det være forbundet med store omkostninger, da vi taler om tusindvis af forekomster af GATØ, hvor der enten er problemer med mængden af vand, og/eller der er tegn på eutrofiering. I praksis vil det oven i købet være tæt på umuligt at skille disse to forskellige problemer effektivt ad uden omkostningstunge målekampagner, da vi ingen data har til at afgøre spørgsmålet.

Vi foreslår derfor at man i praksis vurderer om der er lokale problemer med grundvandets kvantitet og kvalitet. Hvis dette er tilfældet vil det være omkostningseffektivt at forsøge at afhjælpe disse problemer lokalt frem for at bruge ressourcerne på at koble GATØ kausalt til et eller flere konkrete grundvandsmagasiner. Derved vil man slå to fluer med et smæk: Man vil 1) forhåbentlig forbedre tilstanden af GATØ og 2) ad eksperimentel vej finde ud af om tilstanden kan genoprettes eller man bliver nødt til at forholde sig til vanskelige analyser og modellering af fjernere grundvandsforekomster samt meget omkostningstunge indsatser i et større opland.

12. Referencer

- Andersen, D. K., Nygaard, B., Fredshavn, J. R., Ejrnæs, R. (2013): Cost-effective assessment of conservation status of fens. *Applied Vegetation Science* **16**: 491-501.
- Andersen, D.K., Ejrnæs, R., Vinther, E., Svendsen, A., Bruun, H.H., Buchwald, E. & Vikstrøm, T. (2015): Forvaltning af rigkær. Udgangspunkt i voksesteder af mygblomst. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 150. <http://dce2.au.dk/pub/SR150.pdf>
- Barfod J (1977). Vand i W.E. von Eyben (red.). *Dansk Miljøret*, 257-288. Akademisk Forlag.
- Bjørn C (1988). 1810-60 i Claus Bjørn med flere (red.). *Det danske landbrugs historie III*, København, s. 7-192.
- Breuning-Madsen H (2010). Drænrørets indførelse og betydning i et landbrugs- og miljømæssigt perspektiv. In: *Det fremmede som historisk drivkraft. Danmark efter 1742. Et festskrift til hendes majestæt Dronning Margrethe II ved 70-års-fødselsdagen den 16. april 2010*. Det Kongelige danske Videnskabernes Selskab. Side 158-165.
- Boomer, K., Bedford, B. (2008): Groundwater-induced redox-gradients control soil properties and phosphorus availability across four headwater wetlands, New York, USA. *Biogeochemistry* **90**:259-274.
- Christensen P (2007). Vandfælleden i Erik Christensen og Per Christensen (red). Fælleleder i forandring. Aalborg Universitetsforlag, s. 107-128.
- CIS (2003a): CIS Guidance Document no. 2 – Identification of water bodies
- CIS (2003b): CIS Guidance Document No 12 – The role of wetlands in the water framework directive.
- CIS (2012): CIS Technical Report No. 6. Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems. CIS Technical Report No. 2011-056.
- CIS (2014): CIS Technical Report No. 8. Technical report on methodologies used for assessing groundwater dependent terrestrial ecosystems. CIS Technical Report No. 2014-081.
- Dahlqvist P, Thorsbrink M, Nilsson K, Persson A (2018). Övervakning av grundvattennivåer i anslutning till rikkärr i Skåne län. SGU-rapport 2018:07.
- EA (2012): Groundwater chemical status assessment (classification) and trend assessment. www.environment-agency.gov.uk.
- Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A., Riis, T., Pedersen, M.L., Hoffmann, C.C., Kronvang, B., Johansen, O. M. (2014): Herbicider i terrestriske vådområder. herbiciders forekomst, mængde, spredningsveje og effekter i moser i udvalgte jyske ådale. Bekæmpelsesmiddelforskning nr. 154. Miljøstyrelsen. ISBN nr. 978-87-93178-09-0

Ejrnæs, R., Moeslund, J. E., Bladt, J. (2014): Analyse om omfang af biodiversitet repræsenteret i de udpegede Natura 2000 områder på land. Notat fra DCE, Aarhus Universitet.

http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2014/Analyse_biodiversitet_Natura2000.pdf

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 2. Auflage.

Environment Agency (2016): River basin management plans. Part 2: River basin management planning overview and additional information. pp. 100 https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/718324/Part_2_River_basin_management_planning_process_overview_and_additional_information.pdf

EU (2006). DIRECTIVE 2006/118/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006. On the protection of groundwater against pollution and deterioration.

Fredshavn, J. 2012. Tilstandsvurdering af habitatnaturtyper 2010-11. NOVANA. Aarhus Universitet, 32 s. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 39.

<http://www.dmu.dk/Pub/SR39.pdf>.

Fredshavn, J. 2018. Udviklingen i NOVANA's Naturovervågning i perioden 2004-16. 9 s. Notat fra DCE.

Fredshavn, J., Søggaard, B., Nygaard, B., Johansson, L.S., Wiberg-Larsen, P., Dahl, K., Sveegaard, S., Galatius, A., Teilmann, J. (2014): Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Habitatdirektivets Artikel 17 rapportering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 54 s. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 98

<http://dce2.au.dk/pub/SR98.pdf>

GEUS (2012). Grundvand. Status og udvikling 1989-2011 (red. L. Thorling).

Goldberg, C., Moeslund, B., Fredshavn, J., Ejrnæs, R., Jørgensen, T.B. 2008 Synergi mellem Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet: II - Analyse af udvalgte terrestriske og de 5 danske sø-naturtyper med henblik på muligheden for at formulere et system til bedømmelse af naturtilstanden. Notat til By og Landskabsstyrelsen.

Hájek, M. Hekera, P. 2004. Can seasonal variation in fen water chemistry influence the reliability of vegetation–environment analyses? Preslia 76: 1–14.

Ilomets, M., Truus, L., Pajula, R., Sepp, K. (2010): Species composition and structure of vascular plants and bryophytes on the water level gradient within a calcareous fen North Estonia. Est. J. Ecol. 59 (1), 19–38.

Janssen, C. R. (1972): The Palaeoecology of Plant Communities in the Dommel Valley, North Brabant, Netherlands. Journal of Ecology **60**:411-437.

Johansen, O. M., Pedersen, M. L., Jensen, J. B. (2011): Effect of groundwater abstraction on fen ecosystems. Journal of Hydrology **402**:357-366.

- Johansen, O. M., Jensen, J. B., Pedersen, M.L. (2014): From groundwater abstraction to vegetative response in fen ecosystems. *Hydrological Processes* **28**:2396-2410.
- Johansen, O. M., Andersen, D. K., Ejrnæs, R., Pedersen, M.L. (2017): Relations between vegetation and water level in groundwater dependent terrestrial ecosystems (GWDTEs). *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*.
- Kidmose, J., Nilsson, B. (2018): Grundvands- og overfladevandsmodel for Vasby Mose og Sengeløse Mose, Høje-Taastrup Kommune. GEUS rapport nr. 1.
- Miljøstyrelsen (2002): Vidensstatus for sammenhængen mellem tilstanden i grundvand og overfladevand. Forfattere: Refsgaard JC, Henriksen HJ, Nilsson B, Rasmussen P, Kronvang B, Skriver J, Jensen JP, Dalsgaard, T, Søndergaard M og Hoffmann CC. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 21
- Mälson, K., Rydin, H. (2007): The regeneration capabilities of bryophytes for rich fen restoration. *Biological Conservation* **135**:435-442.
- Nilsson, B., Thorling, L., Møller, I., Nielsen A.M., Jensen, P., Ejrnæs, R. (2014): Basiskarakterisering af GNOI område i Urup Dam. GEUS rapport nr. 37.
- Nilsson, B., Wiese, M. B., Tougaard, L., Højbjerg, A.L., Troldborg, L., Greve, M.H., Greve, M.B., Tind, S.L. (2014): Forstudium til vurdering af udbredelse og påvirkning af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i det udrænedede og drænedede landskab. Rapport 2014/73 fra Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelser (GEUS), udarbejdet for Naturstyrelsen.
- Nilsson, B., Gravesen, P. (2017): Karst Geology and Regional Hydrogeology in Denmark. In: White WB, Herman JS, Herman EK, Rutigliano M. (eds.), *Karst Groundwater Contamination and Public Health. Advances in Karst Science*, Springer, Switzerland, pp. 289-298.
- Nilsson, B., Kronvang, B., Veen, S.v., Troldborg, L., Thorling, L., Boutrup, S., Larsen, M.M., Rasmussen, J., Hinsby, K., Kazmierczak, J. (2019a). Vurdering af grundvandets påvirkning på vandløb og kystvande. GEUS rapport nr. 2
- Nilsson, B., Søndergaard, M., Johansson, L.S., Olesen, A., Kazmierczak, J., Thorling, L., Troldborg, L. (2019b). Vurdering af grundvandets kemiske og kvantitative påvirkning af søer. GEUS rapport 3.
- Nygaard, B., Elmeros, M., Holm, T.E., Kahlert, J., Moeslund, J.E., Therkildsen, O.R., Søgaard, B., Ejrnæs, R. (2014): Vindmøller på § 3-beskyttede naturarealer. Potentielle konsekvenser for biodiversitet, fugle og flagermus. Aarhus Universitet, DCE, 192 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 115.
<http://dce2.au.dk/pub/SR115.pdf>
- Nygaard, B., Ejrnæs, R. (2017): Arealberegninger af terrestriske habitattyper. Notat fra DCE. Aarhus Universitet. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2014/Analyse_biodiversitet_Natura2000.pdf

Nygaard, B., Nielsen, K.E., Damgaard, C., Bladt, J., Ejrnæs, R. (2014): Fagligt grundlag for vurdering af bevaringsstatus for terrestriske naturtyper. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 142 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 118.

<http://dce2.au.dk/pub/SR118.pdf> SGU (2018): Vægledning Grundvattenberoende økosystem (udkast). Diarie-nr.: 314-77/2018.

Nygaard, B., Holm, T.E., Therkildsen, O.R., Nielsen, R.D, Bladt, J., Bregnballe, T., Clausen, P., Damgaard, C., Ejrnæs, R., Galatius, A., Lauritsen, T., Mikkelsen, P., Nielsen, K.E., Petersen, I.K., Sveegaard, S., Søgaard, B., Teilmann, J., Wind, P. (netpublikation): NOVANA.au.dk. Rapportering af NOVANA's delprogram for terrestriske naturtyper og arter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. www.novana.au.dk. Hjemmesiden er brugt i august 2018.12.10

Olesen, S.E. (2009). Kortlægning af potentielt dræningsbehov på landbrugsarealer opdelt efter landskabselement, geologi, jordklasse, geologisk region, samt høj/lavbund. Intern rapport fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, DJF Markbrug Nr 21, pp. 31.

Rasmussen, J.J., Wiberg-Larsen, P., Friberg, N., Jacobsen, D. & Baatrup-Pedersen, A. 2019. Testing biological pesticide indices for Danish streams. Pesticide Research No. 180. 102 p. Environmental Protection Agency.

SGUa (netpublikation). <https://www.sgu.se/vagledning/vattenforvaltning-av-grundvatten/fordjupning-grundvattenberoende-ekosystem/>. Hjemmesiden besøgt 2018.12.10

SGUb (netpublikation): <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2018/april/overvakning-av-grundvatten-vid-rikkarr/>). Hjemmeside besøgt 2018.12.10

Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E., Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baatrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J., Aude, E., Nygaard, B. (2003): Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.

Thorsbrink, M., Dahlgvist, P., Holgersson, B., McCarthy, J. (2016): Geologins betydning för grundvattenberoende økosystem. SGU-rapport 2016:11.

Troldborg, L., Sørensen, B.L., Kristensen, M., Mielby, S. (2014): Afgrænsning af grundvandsforekomster. Tredje revision af grundvandsforekomster i Danmark. GEUS rapport, nr. 58.

UKTAG (2012a): Paper 11b(i) – Groundwater chemical classification for the purposes of the Water Framework Directive and the Groundwater Directive. pp. 32 <https://www.wfduk.org/resources%20/paper-11bi-groundwater-chemical-classification-march-2012>

UKTAG (2012b): Paper 11b(ii) – Groundwater quantitative classification for the purposes of the Water Framework Directive. pp. 16 <https://www.wfduk.org/resources%20/paper-11bii-groundwater-quantitative-classification-march-2012>

UKTAG (2014): Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystem (GWDTE) threshold values. UK Technical Advisory Group on the water Framework Directive.

van der Welle, M. E. W., J. G. M. Roelofs, and L. P. M. Lamers. 2008. Multi-level effects of sulphur-iron interactions in freshwater wetlands in The Netherlands. *Science of The Total Environment* **406**:426-429.

Vattenmyndigheterna i samverkan (2017a): Förvaltningsplan 2016-2021 för Norra Östersjöns vattendistrikt. Del 3, Övervakningsprogram 2009-2015 – Grunden till statusklassificering och åtgärdsprogram. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Stockholm: Elanders Sverige AB. pp. 55. <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/publikationer/norra-ostersjon/beslutsdokument/Pages/Forvaltningsplan-2016-2021-for-Norra-ostersjons-vattendistrikt.aspx>

Vattenmyndigheterna i samverkan (2017b): Förvaltningsplan 2016-2021 för Norra Östersjöns vattendistrikt. Del 5, Vattenförvaltning 2016-2021 – Strategiska vägval inom vattenförvaltningen kommande år. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Stockholm: Elanders Sverige AB. pp. 39. <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/publikationer/norra-ostersjon/beslutsdokument/Pages/Forvaltningsplan-2016-2021-for-Norra-ostersjons-vattendistrikt.aspx>

Wassen, M. J., H. O. Venterink, E. D. Lapshina, and F. Tanneberger. 2005. Endangered plants persist under phosphorus limitation. *Nature* **437**:547-550.

Werner, K., Collinder, P. (2014): Grundvattenkemiberoende ekosystem. Översiktlig klassificering av känslighet för svenska natyrtyper inom nätverket Natura 2000. Udarbejdet for SGU.

Werner, K., Collinder, P. (2015): Grundvattenberoende ekosystem. Förslag på prioritering av svenska naturtyper inom nätverket natura 2000. Udarbejdet for SGU.

13. Bilag

Bilag A – Projektbeskrivelse for GATØ projektet

Bemærk at sø projektet er afrapporteret i Nilsson med flere (2019b).

Projektinitieringsdokument (PID)

Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede målsatte søer og af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000 områder

December 2017

Produkt: PID, version 2.3

Indhold

1	STAMDATA	2
2	MILJØSTYRELSENS FORMÅL MED PROJEKTET	2
3	SCOPE OG AFGRÆNSNINGER.....	4
4	MÅL OG SUCCESKRITERIER.....	4
5	ØKONOMISKE HOVEDTAL OG FINANSIERING	5
6	GEVINSTER	5
7	LEVERANCER OG TEKNISKE LØSNINGER (SØER)	11
8	LEVERANCER OG TEKNISKE LØSNINGER (GATØ)	6
9	ORGANISERING	17
10	TILRETTELÆGGELSE OG TIDSPLAN	18
11	KVALITET	18
12	RISICI.....	18
13	INFORMATIONSSIKKERHED	19
14	INTERESSENER OG KOMMUNIKATION	19
15	TOLERANCER	19
16	RAPPORTERINGSKRAV	19
17	REVISIONSHISTORIK	19
18	BILAG	20

Produkt: PID, version 2.3

1 Stamdata

Stamdata	
Projekt navn	Vurdering af grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede målsatte søer og af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000 områder
Journalnummer	SVANA-456-00440
Projektleder	Dirk-Ingmar Müller-Wohlfell, Naturgeograf, MST
Projektets primære formål	At udvikle nye metoder og tilknyttede digitale oversigtskort til brug for vurdering af grundvandsforekomsters tilstand fsva forekomsternes mulige påvirkning af tilknyttede målsatte søer og af tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000 områder. Metoder og digitale kort skal anvendes ved vurderinger af grundvandsforekomsternes tilstand til brug for basisanalysen for vandområdeplanerne 2021-2027
Nuværende fase	Projektforberedelse

2 Miljøstyrelsens formål med projektet

2.1 Den nuværende situation

Vandrammedirektivets¹ generelle miljømål for grundvandsforekomster er god tilstand. Dette mål er nået, når både den kvantitative tilstand og den kemiske tilstand er god. Definitionerne af god kvantitativ tilstand og god kemisk tilstand for grundvandsforekomster er fastlagt i direktivets art 2, stk. 1, nr. 19 og 20, jf. nr. 25-28, jf. bilag V, pkt. 2.1.1. og 2.3.2. Se definitioner og relevante bestemmelser i bilag A.

Kriterier og procedure for vurdering af grundvandsforekomsters kemiske tilstand, herunder kriterier for fastsættelse af nationale tærskelværdier er fastsat i grundvandsdirektivet², se direktivets art. 3 og 4, jf. bilag I, II og III.

Bestemmelserne om grundvandsforekomsternes kvantitative og kemiske tilstand er implementeret i lov om vandplanlægning³ og bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand⁴ og bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder⁵.

¹ Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger med senere ændringer

² Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelse med senere ændringer

³ Lov om vandplanlægning, jf. lovbekendtgørelse nr. 126 af 26. januar 2017

⁴ Bekendtgørelse nr. 439 af 19. maj 2016 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand

⁵ Bekendtgørelse nr. 1001 af 29. juni 2016 om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder⁵.

Der er vejledt om vurdering af grundvandsforekomsters tilstand i CIS Guidance no. 18 Guidance on ground water status and trend assessment⁶.

Det er vurderet, at det for at gennemføre mere fuldstændige vurderinger af grundvandsforekomsters tilstand vil være nødvendigt, at der skal igangsættes projekter med henblik på at indhente yderligere viden om bl.a.:

- hvordan vandindvinding fra grundvandsforekomster påvirker henholdsvis tilknyttede målsatte søer og tilknyttede grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i Natura 2000 områder (GATØ-N2000)
- hvordan grundvandsforekomsters kemiske tilstand påvirker henholdsvis tilknyttede målsatte søer og tilknyttede GATØ N2000

2.2 Formålet med projektets løsning og bidrag til strategiske mål

Projektets formål er at udvikle et grundlag for og metoder, der skal muliggøre følgende:

Fsva grundvandsforekomsters kvantitative tilstand:

- **At vurdere, om tilknyttede målsatte søer påvirkes negativt af vandindvinding fra forekomsten, således at disse søers målsatte tilstand ikke kan nås eller søernes tilstand signifikant forringes**
- **At vurdere, om tilknyttede GATØ-N2000, der er direkte afhængige af en grundvandsforekomst, beskadiges signifikant som følge af vandindvinding fra forekomsten**

Fsva grundvandsforekomsters kemiske tilstand:

- **At vurdere mængder og koncentrationer af forurenende stoffer, der tilføres konkrete målsatte søer og GATØ-N2000 fra tilknyttede grundvandsforekomster, og vurdere den skønnede påvirkning som følge heraf på disse søer og GATØ-N2000**
- **At der kan fastsættes tærskelværdier for forurenende stoffers påvirkning af målsatte søer og GATØ-N2000**

Projektet skal dermed bidrage til mere fuldstændige vurderinger af grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand end de tilstandsvurderinger, det var muligt at gennemføre til brug for vandområdeplanerne 2015-21.

Som et led i projektet skal der tilvejebringes digitale oversigtskort til anvendelse i MSTs GIS system (MiljøGIS), dvs. et landsdækkende kortlag, der viser sammenhængen mellem grundvandsforekomster og tilknyttede målsatte søer og GATØ i N2000 områderne, og en tilhørende database med alle relevante data. De digitale kort skal efter projektets afslutning umiddelbart kunne anvendes ved vurderinger af grundvandsforekomsters tilstand ved udarbejdelse af basisanalysen til brug for vandområdeplanerne 2021-2027.

Dette projekt gennemføres samtidigt med andre projekter, der skal udvikle metoder til brug for de samlede vurderinger af de danske grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand. Projekterne følges under et af MST for at sikre sammenhæng og mulige synergier. Et af disse projekter er "Vurdering af grundvandskemiske påvirkning på vandløb og kystvande" ("Kemisk kontakt" projektet), og særligt i forhold til dette projekt vil der være en tæt koordinering.

2.3 Den fremtidige situation efter indførelse af løsningen

Projektet skal bidrage til en mere fuldstændig vurdering af grundvandsforekomsters tilstand, se beskrivelsen af de aspekter af denne tilstandsvurdering, som skal udvikles yderligere, ovenfor under punkt. 2.2. De udviklede metoder skal være i overensstemmelse med de

⁶ Common Implementation Strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 18 Guidance on groundwater status and trend assessment. Technical Report-2009-026.

[3]

Produkt: PID, version 2.3

metoder, der er beskrevet i "CIS Guidance document no. 18 on groundwater status and trend assessment".

Efter projektets gennemførelse skal det være muligt at gennemføre en mere fuldstændig vurdering af en grundvandsforekomsts tilstand fsva forekomstens påvirkning af tilknyttede målsatte søer og GATØ-N2000.

2.4 Situationen hvis projektet ikke gennemføres

Uden de metoder, der skal udvikles, vil det ikke være muligt at gennemføre de ovenfor beskrevne mere fuldstændige vurderinger af grundvandsforekomsternes kvantitative og kemiske tilstand. Der vil altså fortsat mangle en fuldstændig gennemførelse af vandrammedirektivets og grundvandsdirektivets krav til kriterier og procedurer for at gennemføre vurderingerne af grundvandsforekomsternes kemiske og kvantitative tilstand til brug for basisanalysen for vandområdeplanerne 2021-27.

2.5 Alternative løsningsscenerier

Der er ikke alternative løsningsscenerier.

3 Scope og afgrænsninger

Projektet omfatter alene udvikling og fastlæggelse af metoder, herunder de nødvendige digitale kort (GIS-lag) til vurdering af grundvandsforekomsternes kvantitative og kemiske tilstand fsva de elementer i tilstandsvurderingen, der belyser grundvandsforekomsters påvirkning af tilknyttede målsatte søer og tilknyttede GATØ-N2000. Metoden og de digitale kort skal anvendes ved vurderingerne af grundvandsforekomsternes kemiske og kvantitative tilstand til brug for basisanalysen for vandområdeplanerne 2021-27.

Projektet omfatter dermed ikke anvendelsen af metoder og digitalt værktøj ved vurdering af de danske grundvandsforekomsters kemiske og kvantitative tilstand, ligesom det ikke nødvendigvis tilvejebringer alle nødvendige data til brug for vurderingerne.

4 Mål og succeskriterier

Projektets mål	Succeskriterier
1. Digitale oversigtskort, der viser sammenhænge mellem danske grundvandsforekomster og de til den enkelte forekomst knyttede målsatte søer og GATØ-N2000. Kortene skal have sådant format, at det og underliggende data kan vises i henholdsvis tilgås via landsdækkende kortlag i Miljø GIS.	
2. Ny metode, der fremover skal anvendes ved vurdering af den kvantitative tilstand i danske grundvandsforekomster fsva eventuel påvirkning af tilknyttede målsatte søer	Af MST godkendt ny metode udviklet og beskrevet senest december 2018
3. Ny metode, der fremover skal anvendes ved vurdering af den kvantitative tilstand i danske grundvandsforekomster fsva eventuel påvirkning af tilknyttede GATØ-N2000	Af MST godkendt ny metode udviklet og beskrevet senest december 2018
4. Ny metode, der fremover kan anvendes ved vurdering af den kemiske tilstand i danske grund-	Af MST godkendt ny metode udviklet og beskrevet senest december 2018

Produkt: PID, version 2.3

[4]

vandsforekomster fsva eventuel påvirkning af tilknyttede målsatte søer, herunder kriterier for hvornår det er relevant at fastsætte tærskelværdier for nitrat, fosfor og eventuelt visse tungmetaller samt arsen i tilknyttede grundvandsforekomster. Der fokuseres på udvikling af metoder til fastsættelse af tærskelværdier

5. Ny metode, der fremover kan anvendes ved vurdering af den kemiske tilstand i danske grundvandsforekomster fsva eventuel påvirkning af tilknyttede GATØ-N2000, herunder kriterier for og metoder til fastsættelse af tærskelværdier for nitrat og fosfor i tilknyttede grundvandsforekomster.

Af MST godkendt ny metode udviklet og beskrevet senest december 2018

6 Gevinster

Gevinsten er udvikling og fastlæggelse af metode og digitalt værktøj, der vil bidrage til en nødvendig mere fyldestgørende tilstandsvurdering af de danske grundvandsforekomsters tilstand og dermed en højere grad af opfyldelse af vandrammedirektivets og grundvandsdirektivets krav hertil.

8 Leverancer og tekniske løsninger fsva den del af projektet, der undersøger konkrete grundvandsforekomsters påvirkning af GATØ-N 2000

8.1 Leverancer og afhængigheder

Leveranceliste for projektets grundvand-GATØ del. DCE-K = DCE-Kalø

Leverance	Beskrivelse	Leveringstidspunkt	Afhængigheder	Ansvarlig institution
FASE 1				
1.	Opstart workshop	November 2017	Workshop med projektdeltagelse fra GEUS, DCE-K og MST	GEUS
1.1	Oversigt over GATØ-N 2000 naturtyperne og deres tilstand	Februar 2018		DCE-K
2.	Kapitel til samlerapport med gennemgang og beskrivelse af eksisterende forskningsresultater om grundvandets påvirkning af de udvalgte GATØ-N 2000 naturtyper	Februar 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
2.1	Review af forskningsresultater	Februar 2018		DCE-K med bi-

[11]

Produkt: PID, version 2.3

				drag af GEUS
2.2	Beskrivelse af i hvilket omfang relevante data til belysning af sammenhænge tilvejebringes - eller ikke tilvejebringes ved den nationale overvågning af natur og vandmiljø.	Februar 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
3.	Kapitel om andre landes tilgang	Februar 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
3.1	Review af andre landes tilgang	Februar 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
3.2	Besøg hos UK institution med erfaring i nationale GATØ guidelines	Februar/Marts 2018		GEUS og DCE-K
3.3	1-dags projektmøde	Marts 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
4.	Kapitel om påvirkning af GATØ-N 2000 som følge af enten vandindvinding fra tilknyttede grundvandsforekomster eller som følge af forekomsten af nitrat eller fosfor i væsentlige koncentrationer i vandet fra tilknyttede grundvandsforekomster og om hvilke data, der skal indgå i analyser heraf	April 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
4.1	Afgrænsning af hvilke data, der skal indgå i analysen af en eventuel negativ påvirkning af GATØ-N2000 som følge af vandindvinding fra en tilknyttet grundvandsforekomst	April 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
4.2	Afgrænsning af hvilke data der skal indgå i analysen af en eventuel negativ påvirkning af GATØ-N 2000 som følge af nitrat og/eller fosfor i væsentlige koncentrationer i en tilknyttet grundvandsforekomst	April 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
5.	Kapitel, der beskriver metoder til brug for vurderinger af tilknyttede grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
5.1	Beskrivelse af metode til vurdering af hvorvidt indvinding fra en tilknyttet grundvandsforekomst påvirker naturtilstanden i et GATØ-N 2000 negativt og en metode til vurde-	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K

[12]

Produkt: PID, version 2.3

	ring af påvirkningens omfang og konsekvens			
5.2	Beskrivelse af metode til vurdering af mængder og koncentrationer af nitrat og fosfor i tilknyttede grundvandsforekomster der tilføres GATØ N2000	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
5.3	Beskrivelse af metode til at afpøre i hvilken grad tilførslen af forurenende stoffer påvirker tilstanden i GATØ N2000 negativt	Juni 2018		DCE med bidrag fra GEUS
5.4	Forslag til kriterier for hvornår det vil være relevant at fastsætte tærskelværdier for nitrat og fosfor i tilknyttede grundvandsforekomster og beskrivelse af en metode til at fastsætte tærskelværdierne	Juni 2018		DCE med bidrag fra GEUS
5.5	Eventuel behov for supplerende oplysninger skal afklares senest 30/06 2018	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
FASE 2				
6.	Kapitel om tolkning af data og visning af tolkningen på landsdækkende digitalt kort	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
6.1	Landsdækkende, digitalt kort, der viser god, mindre god og ingen kontakt mellem grundvandsforekomsterne og GATØ-N 2000	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
6.2	Landsdækkende digitalt kort, der viser eksempler på geokemiske regioner i Danmark, hvor grundvands kemoske påvirkning af GATØ-N 2000 kan have betydning	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
6.3	Landsdækkende, digitalt kort, der viser, hvor det kan forventes, at GATØ-N 2000 kan være negativt påvirket af vandindvinding fra tilknyttede grundvandsforekomster (GIS format og kompatibelt med DK modellen)	Juni 2018		DCE-K med bidrag fra GEUS
6.4	Landsdækkende, digitalt kort, der viser, hvor det kan forventes, at GATØ-N 2000 kan være negativt påvirket af tilførsel af nitrat og/eller fosfor fra tilknyttede grundvandsforekomster	Juni 2018		GEUS med bidrag af DCE-K

6.5	1-dags status seminar	August 2018		GEUS
7.	Kapitel der beskriver testresultater og usikkerheder ved brug af metoden på 12-15 test områder (ikke nødvendigvis hele N2000 områder)	November 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
7.1	Valg af GATØ-N 2000 testområde(r)	August 2018		DCE-K med bidrag af GEUS
7.2	DK-model beregninger for omfanget af kontakten (vandudveksling - tilførsel) mellem de konkrete grundvandsforekomster N 2000 GATØ testområderne	September 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
7.3	Vurdering af Grundvandsforekomsternes tilstands eventuelle belastning og dens mulige konsekvens for GATØ-N 2000s naturtilstand	November 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
7.4	Vurdering af mulighederne for at udarbejde trendanalyse på baggrund af evt. beregnede tærskelværdier for konkrete grundvandsforekomster og deres aldersfordeling	November 2018		GEUS med bidrag af DCE-K
8	1-dags slut workshop	November 2018		GEUS
9	Endelig samlerapport	December 2018		GEUS med bidrag af DCE-K

8.2. Tekniske løsninger for leverancer til projektets grundvandsforekomster – N 2000 GATØ

Leverance 1. (GEUS, DCE K og MST – GEUS facilitierer)

Workshop med henblik på at sikre belysning og (samme) forståelse af opgavens formål, omfang og grundlag.

På workshoppen drøftes og afklares følgende:

2. Hvilke data, der skal indgå i analysen.

I perioden 2010-2012 er alle terrestriske habitatnaturtyper indenfor Natura 2000-områderne kortlagt og deres tilstand vurderet til brug for arbejdet med N 2000 planerne for perioden 2016-2021. Disse overvågningsdata, hvoraf en del er opdateret i 2014, anvendes i arbejdet med at identificere de GATØ-N 2000, som muligt er negativt påvirket af indvinding fra tilknyttede grundvandsforekomster fsva følgende naturtyper:

- 2190 Klitlavning, som kan indeholde en række forskellige undertyper som fx rigkær
- 4010 Våd hede: Vegetationen er typisk præget af dværgbuske
- 6410 Tidvis våd eng: Grundvand i rodzonen (måske 20-40 cm), eventuelt udgrøftet rigkær
- 7110 Højmose: Nedbørsbetinget naturtype, med indirekte påvirkning fra grundvand

[14]

Produkt: PID, version 2.3

7120 Nedbrudt højmose: Tidligere højmose, hvor vandbalancen er ødelagt
 7140 Hængesæk: Grundvand strømmer langsomt ud i sø/mose under tilgroning
 7150 Tørvelavning: Pionersamfund på blotlagt tørv eller fugtigt sand
 7210 Hvas avneknippemose: Bredzone af grundvandsfædt sø eller vandfyldt lavning
 7220 Kildevæld: Sivende grundvand på overfladen
 7230 Riggær: Ofte sivende grundvand lige under overfladen
 91D0 Skovbevokset tørvemose: Typisk opstået ved tilgroning af de lysåbne mosetyper
 91E0 Elle-askeskov: Typisk opstået ved tilgroning af rigkær
 samt små-sø-typerne⁷
 3110 Lobeliesøer
 3130 Næringsfattige søer
 3140 Kalkrige søer
 3150 Næringsrige søer
 3160 Brunvandede søer

DVS projektet omfatter de naturtyper, som fremgår af programbeskrivelsen for overvågning af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer- og som er kortlagt og tilstandsvurderet i N 2000 planerne:

Det skal i den sammenhæng afklares:

- a. hvilke data er nødvendige, og på hvilken skala skal de indgå i analysen af om, der er en mulig negativ påvirkning af GATØ- N 2000 som følge af indvinding fra den eller de tilknyttede grundvandsforekomster eller tilførsel af væsentlige mængder af nitrat og/eller fosfor, - og i en efterfølgende analyse af, hvorvidt en sådan negativ påvirkning vil indebære, at GATØ-N 2000 ikke kan opnå god naturtilstand eller fastholde god eller høj naturtilstand.
- b. hvilke af de identificerede nødvendige data, der er tilgængelige i basisanalyser m.v. af N 2000 områderne (fra naturtilstandsvurderingen og fra data på natur og hydrologi fra de nationale overvågningsprogrammer)

Leverance 1.1. (DCE K)

Der etableres en landsdækkende oversigt og tilstand over GATØ N2000 naturtyperne baseret på eksisterende data

Leverance 2 (DCE K med bidrag af GEUS)

Desk study

Der skabes og formidles overblik over den eksisterende danske forskning, der belyser grundvandsforekomsternes mulige påvirkning af tilknyttede GATØ N 2000 naturtyper med særlig fokus på den danske situation, som er præget af, at GATØ i høj grad er påvirket af afledning af vand fra de øvre jordlag (eksisterende videnskabelig litteratur). Derudover vurderes omfang og anvendelighed af relevante data, der belyser sammenhænge, fra den nationale overvågning af natur og vandmiljøet og relevante data fra andre danske kilder.

Leverance 3 (GEUS med bidrag af DCE K)

Desk study suppleret med viden, indhentet ved besøg på relevante forskningsinstitutioner og evt. administrative styrelser i sammenligneligt EU medlemsland (muligheder sonderes i UK).

Herunder undersøges hvilke metodikker andre relevante (biogeografisk sammenlignelige) EU medlemslande har benyttet, og det vurderes om dele heraf kan overføres til danske forhold.

Leverance 3.3 (GEUS med bidrag fra DCE-K)

⁷ I det omfang at en naturtype tilhører kategorien "små-sø" løses de opgaver, der knytter sig til hver af de enkelte ovennævnte leverancer sammen med de opgaver, der skal løses mhp. tilknyttede målsatte søer (GEUS med bidrag fra DCE-S)

Projektmøde afholdes til opfølgning på leverance 1-3 samt afgrænsning af hvilke data der skal indgå i analysen af evt. negativ påvirkning på GATØ N2000 som følge af vandindvinding og/eller forurenende stoffer fra tilknyttede GVF.

Leverance 4 (DCE K med bidrag af GEUS)

Data-analyse. Identifikation af relevante forurenende stoffer, der er undersøgt både i grundvandsforekomster og GATØ N2000, og afklaring af hvilke data om disse forurenende stoffer, forventeligt alene fosfor, nitrat, der skal indgå i tilstandsvurderingen.

Derudover dataanalyse hvilke pejledata og oppumpede vandmængder der er til rådighed og i hvilket omfang de kan indgå i tilstandsvurderingen.

Leverance 5 (GEUS med bidrag af DCE K)

Udvikling og beskrivelse af metode for vurdering af påvirkning af GATØ N2000 som følge af indvinding i tilknyttede grundvandsforekomster.

Udvikling og beskrivelse af metoder til vurdering af mængder og koncentrationer af nitrat og fosfor fra tilknyttede GVF der tilføres GATØ N2000.

Udvikling og beskrivelse af metoder for vurdering af behov for fastsættelse af tærskelværdier for nitrat og fosfor i tilknyttede grundvandsforekomster og metode til fastsættelse af værdierne.

Leverance 6 (GEUS med bidrag af DCE K)

Udvikling af digitalt værktøj til brug ved de udviklede metoder og dermed de relevante dele af vurdering af grundvandsforekomsters tilstand.

Dette omfatter en tolkning af strukturer og processer ud fra eksisterende data (bl.a. naturtilstandsvurderingen) og anden viden. Tolkningen og konklusionerne herfra skal udtrykkes i et digitalt landsdækkende kort, der viser hvor grundvandsforekomsters tilstand kan påvirke tilknyttede GATØ N2000. I tolkningen indgår også de vandstandspeglinger, som er tilgængelige i NOVANA og ved indikatorbaserede proxydata fra andre datakilder.

Som led heri gennemføres:

- Fra projektet "Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande" benyttes et landsdækkende GIS kort til vurdering af grundvandsforekomsternes kvantitative og kvalitative påvirkning af vandbalance og vandkvalitetsforhold i GATØ N2000
- Med den senest opdaterede DK-model udføres en landsdækkende analyse af mulig påvirkning af GATØ N2000 som følge af grundvandsindvinding
- NOVANA-programmets vandstandspeglinger fra 2004-2014 til i dag indarbejdes så vidt muligt i dataanalysen. Det skal afklares, om landsdækkende statistiske korrelationsanalyser eller indikatorbaserede analyser proxydata af vandstand og naturtilstandsdata fra NOVANA samt andre datakilder for de forskellige naturtyper kan indgå i dataanalysen.

Delleverancer under leverance 6

Digitalt landsdækkende kort over potentielt kvantitativt og kemisk påvirkede grundvandstilknyttede N 2000 GATØ

Digitalt landsdækkende kort, der viser eksempler på geokemiske regioner i Danmark, hvor tilførsel af nitrat og fosfor fra grundvandsforekomster til grundvandstilknyttede GATØ N2000 har negativ betydning for naturtypernes bevaringsstatus.

Kapitel til slutrapport, der beskriver den landsdækkende tolkning og de udviklede digitale værktøjer. De digitale værktøjer skal leveres i GIS format og være kompatibelt med DK modellen. Se også beskrivelse af leverancen ovenfor under 6.

Det skal sikres, at leverancen efter endt projekt giver MST adgang og rettighederne til alle

[16]

Produkt: PID, version 2.3

analyser og beregningsmetoder i de digitale værktøjer. Det skal således være muligt for styrelsen og tredjemand at videreudvikle værktøjerne, herunder foretage funktionelle ændringer.

Leverance 6.5

Statusseminar afholdes hvor kriterier for valg af GATØ testområder fastlægges i leverance 7.

Leverance 7 (GEUS og DCE k)

Beskrivelse af testresultater og usikkerheder ved brug af de udviklede metoder på 12-15 udvalgte GATØ N2000.

- Test og usikkerhedsvurdering af metode afprøvet på 12-15 GATØ N2000, som forventes i forskellig grad at være påvirket af den kemiske tilstand fsva nitrat og/eller fosfor i grundvandsforekomster, som er tilknyttet de udvalgte lokaliteter.
- Test og usikkerhedsvurdering af metode afprøvet på i alt 12- 15 GATØ N2000, som forventes at være forskelligt påvirket af indvinding fra de grundvandsforekomster, som er tilknyttet de udvalgte lokaliteter. Kapitel til slutrapport der beskriver testresultater og usikkerhederne ved brug af metoderne, herunder valg af GATØ N2000, kvantitative beregninger med DK model, belastningsopgørelse og trendanalyse.

Leverance 8 (GEUS)

Afsluttende workshop

Leverance 9 (GEUS med bidrag fra DCE k)

Samlet afrapportering fsva denne del af projektet

9 Organisering

9.1 Projektorganisation og styregruppe

Det er vurderet, at projektet ikke har et omfang eller en karakter, der nødvendiggør, at der etableres en styregruppe for projektejer i GEUS og MST og repræsentanter for andre institutioner i MFVM.

9.2 Projektejer, Projektleder og projektgruppe

Som ansvarlig for den videnskabelige projektledelse vil GEUS være hovedleverandør efter kontrakten, og DCE underleverandør.

Rolle	Navn og enhed	Kompetencer
Projektejer	Sara Westengaard Guldager	
Projektleder	Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil / MST Fyn	Projektledelse grundvand
Videnskabelig projektleder	Berit Nilsson / GEUS	GNOI, hydrologi i GATØ og søer
Projektdeltager	Lars Trolborg / GEUS	DK-model og data analyse
Projektdeltager	Lærke Thorling / GEUS	Grundvandsovervågning, kemiske stoffer
Projektdeltager	Klaus Hinsby/GEUS	Vesentlig bidragsyder til udarbejdelse af "CIS guidence" dokumenter, viden om tærskelværdier
Projektdeltager	Rasmus Ejrnæs /DCE	Overvågning af GATØ
Projektdeltager	Dagmar KappelAndersen / DCE	Overvågning af GATØ, MFS og naturtyper
Projektdeltager	Torben Lauridsen/DCE	Overvågning af søer
Projektdeltager	Martin Spondergaard / DCE	Overvågning af søer
Projektdeltager	Liselotte Sander Johansson / DCE	Søovervågning, MFS, naturtyper
Projektdeltager	Anders Bergholtz Friis / MST	FKG sø, natura 2000, Naturbeskyttelse
Projektdeltager	Helle Jensen / MST	vFKG søer

[17]

Produkt: PID, version 2.3

Projektdeltager	Casper Risholdt / MST VP	vFKG søer
Projektdeltager	Dorte Balle Harder/MST VP	Jura grundvand
Projektdeltager	Elise Schmidt/MST Nordjylland	Grundvandskortlægning

10 Tilrettelæggelse og tidsplan

10.1 Udbudsstrategi

Projektet udbydes ikke, men gennemføres som et forsknings- og udviklingsprojekt i et tæt samarbejde med forskningsinstitutionerne GEUS og DCE.

Kriterier for overdragelse af leverancer fra projekt til Miljøstyrelsen

Overtagelseskriterium	Overdrages til	Ansvarlig for overdragelse
Samlet rapport	MST	Berte Nilsson / GEUS
Digitalt værktøj, herunder alle rettigheder til værktøjet og dets frie anvendelse	MST	Berte Nilsson / GEUS

10.2 Tids- og milepælsplan

Der er udarbejdet detaljerede tidsplaner og opgavefordeling for alle delleverancer for hhv. grundvandsforekomster – målsatte søer delen af projektet (Bilag B) og for grundvandsforekomster – GATØ N2000 delen (Bilag C).

11 Kvalitet

Kravene til den faglige kvalitet af projektets leverancer er fastlagt af projektets formål, jf. afsnit 2. Det følger heraf, at de udviklede metoder m.v. skal muliggøre, at der gennemføres de relevante dele af vurderingerne af grundvandsforekomsteres kvantitative og kemiske tilstand i overensstemmelse med kravene i vandrammedirektivet, særligt art. 5 jf. bilag II, grundvandsdirektivets art. 3 og 4, jf. bilag II og III, og relevante dele af CIS guidance no. 18 Guidance on groundwater status and trend assessment, særligt afsnit 4.3. "Groundwater Quality Standards and Threshold values", afsnit 4.4.4. Test: Significant diminution of associated surface water chemistry and ecology due to transfer of pollutants from the groundwater body, afsnit 4.4.5. Test: Significant damage to groundwater dependent terrestrial ecosystems (GWDTE) due to transfer of pollutants from the groundwater body, afsnit 5.3.2. Surface water flow, og afsnit 5.3.3. Test Groundwater dependent terrestrial ecosystems (GWDTE). Kvaliteten sikres løbende ved review og ved relevant inddragelse af faglige kompetencer fra MST, herunder fra enhederne for Natura 2000 / Naturbeskyttelse og Vandplanlægning.

12 Risici

Det er tale om et udviklingsprojekt, som indeholder mange elementer, som hidtil ikke er blevet undersøgt på landsplan. Grundlaget for udviklingsprojektet er, at det er meget usikkert i hvilket omfang, herunder for hvor mange af de i alt 402 danske grundvandsforekomster, det vil være muligt at vurdere en eventuel påvirkning af tilknyttede søer og grundvandsafhængige terrestriske på grundlag af eksisterende viden, herunder data. Projektets mål er derfor udvikling af en metode til vurdering af påvirkning og i den sammenhæng afklaring af hvilke data, der er nødvendige for at anvende metoden. Dette indebærer, at der ved formulering af projektet har været – og ved gennemførelse af det – vil være særligt fokus på de risici, der er forbundet med et relativt begrænset dansk datagrundlag til brug for udviklingen af metode til vurdering.

[18]

Produkt: PID, version 2.3

13 Informationssikkerhed

Projektets leverancer er omfattet af de gældende regler for offentlighedens adgang til offentlige myndigheder m.v.'s miljødata generelt.

Der behandles ikke personoplysninger i projektet.

Det er vurderet, at der ikke er behov for at tage særlige forbehold for informationssikkerhed i forbindelse med gennemførelse af nærværende projekt.

14 Interessenter og kommunikation

14.1 Hovedbudskaber

Ikke relevant p.t.

14.2 Kommunikation under og inddragelse af interessenter/målgrupper i projektet

Interessent/målgruppe	Emne	Effekt	Dato	Ejer
Faglig Referencegruppe	Projektets formål og scope samt forventede resultater	Ejerskab	2018. Møde i Faglig Referencegruppe er endnu ikke fastlagt	MST
Departementet, som i relevant omfang orienterer minister	Resultater	Orientering	Løbende, første gang primo 2018	MST

15 Tolerancer

Toleranceområde	Råderum for programleder og projektleder
Projektudgifter:	Er der behov for ændring af det tildelte budget, skal det drøftes og eventuelle ændringer aftales med MST projektejer
Interne ressourcer (MST):	Er der behov for ændring af det tildelte budget, skal det forelægges for MST projektejer, der tager stilling til eventuelle ændringer af budget.
Tid:	Projektet skal overholde den tidsplan, der er angivet i afsnit 10. Så fremt der opstår behov for at afvige denne tidsplan, skal MSTs projektejer orienteres, og forslag til ny tidsplan indenfor kontraktens overordnede ramme skal drøftes og aftales med projekt-ejeren.
Kvalitet:	Se afsnit 11
Afvigelser og ændringer godkendes af:	MST projektejer

16 Rapporteringskrav

GEUS afrapporterer projektarbejdets status i forhold til tids- og leveranceplan ultimo januar, ultimo maj og ultimo september 2018.

Delprojekter afrapporteres særskilt som beskrevet i leveranceplan. Der afrapporteres endeligt og samlet december 2018.

Bilag A

Fra vandrammedirektivets art. 2, stk. 1.:

19) »Grundvandstilstand«: det samlede udtryk for en grundvandsforekomsts tilstand bestemt ved enten dens kvantitative eller dens kemiske tilstand, alt efter hvilken der er ringest.
20) »God grundvandstilstand«: den tilstand en grundvandsforekomst har nået, når både dens kvantitative og dens kemiske tilstand i det mindste er »god«.

25) »God kemisk tilstand for grundvand«: den kemiske tilstand i en grundvandsforekomst, der opfylder alle betingelser i tabel 2.3.2 i bilag V.

26) »Kvantitativ tilstand«: et udtryk for, i hvilken grad en grundvandsforekomst er berørt af direkte og indirekte indvinding.

27) »Tilgængelig grundvandsressource«: den langsigtede årlige gennemsnitlige grundvandsdannelse for en grundvandsforekomst minus den langsigtede årlige vandføring, der kræves for at opfylde de økologiske kvalitetsmål for tilknyttet overfladevand i henhold til artikel 4, for at undgå enhver væsentlig forringelse af sådant vands økologiske tilstand og for at undgå enhver væsentlig skadelig indvirkning på tilknyttede terrestriske økosystemer.

28) »God kvantitativ tilstand«: den tilstand, der er defineret i tabel 2.1.2 i bilag V.

Fra vandrammedirektivets bilag V:

2.1.2. Definition af god kvantitativ tilstand

Elementer i God tilstand

Grundvandsstand: Grundvandsstanden i grundvandsforekomsten ligger tilstrækkelig højt til, at den gennemsnitlige indvinding pr. år over en lang periode ikke overstiger den tilgængelige grundvandsressource. Grundvandsstanden er således ikke udsat for menneskeskabte ændringer, der ville medføre:
— manglende opfyldelse af de miljømål, der er fastsat i artikel 4 for tilknyttede overfladevande — en væsentlig forringelse af sådanne vandes tilstand
— en væsentlig beskadigelse af tilknyttede terrestriske økosystemer, der er direkte afhængige af grundvandsforekomsten

og ændringer i strømningsretningen som følge af ændringer i grundvandsstanden kan forekomme midlertidigt, eller konstant i et rumligt begrænset område, men sådanne ændringer medfører ikke, at saltvand eller andet trænger ind, og indicerer ikke en vedvarende og klart defineret tendens i strømningsretningen, der skyldes menneskeskabt påvirkning, og som kan medføre sådanne indtrængninger.

2.3.2. Definition af god kemisk tilstand for grundvand

Elementer i God tilstand

Generelt: Grundvandsforekomstens kemiske sammensætning er således, at koncentrationerne af forurenende stoffer — som anført nedenfor ikke viser påvirkninger fra indtrængning af saltvand eller andet — ikke overstiger de kvalitetskrav, der gælder i henhold til anden relevant fællesskabslovgivning i overensstemmelse med artikel 17 — ikke ville medføre, at miljømålene i artikel 4 ikke opfyldes for tilknyttede overfladevande, eller at der sker en signifikant forringelse i sådanne vandområders økologiske eller kemiske kvalitet eller en signifikant beskadigelse af terrestriske økosystemer, som er direkte afhængige af grundvandsforekomsten

Ledningsevne: Ændringer i ledningsevnen tyder ikke på indtrængning af saltvand eller andet i grundvandsforekomsten

Bilag B – Skriftlige svar fra Environment Agency, York på spørgsmål forud for UK besøg

National monitoring programmes for assessment of chemical status and quantitative status on groundwater, rivers, lakes, coastal water and GDE in England

The following is a personal view for discussion at the Danish Hydrogeology (GEUS) meeting in Foss House, York (31 May 2018). This note is for delegates only and is not for wider distribution as it does not represent an official view from the Environment Agency (England).

- **Who is responsible for hosting the data and who is responsible for reporting the data to EU?**

GW Chemical and GW Quantitative

Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) is accountable to EU for the UK delivery of RBMP and WISE data. However, Defra passes responsibility to each Administration within the UK for collating the data for WFD reporting and developing measures within RBMP.

Each Administration has the responsibility for submitting data to WISE

- Environment Agency, England
- SEPA, Scotland
- NRW, Wales
- NIEPA, Northern Ireland

Within England, in addition to our own data, we obtain the data from Water Companies and Local Authorities – generally, other third party data is not used due to short sampling periods.

GWDE

Natural England is responsible for SSSI condition data. NE will inform the Environment Agency of the condition assessment for each SSSI in England.

Environment Agency is responsible for assessing whether the unfavorable or declining condition status is a result of anthropogenic chemicals or quantitative links – using a source-pathway-receptor approach. The assessment is done in collaboration with ecologists, hydroecologists and hydrogeologists within the Environment Agency and Natural England.

- **Who is financing the monitoring programmes?**

GW Chemical

The monitoring is through three primary routes

- **Environment Agency WQ monitoring network.** The sampling, analysis and archiving of water quality data from our own network is currently funded through Government grants (GiA) which is reducing year on year. As such, the monitoring network has been significantly reduced since Cycle 1. We are exploring options to include baseline monitoring as part of the permit application subsistence fee – to hold the baseline to current levels with no real option for expansion.

We do not fund the analysis of third party sampled data for our network.

The Environment Agency has not developed an extensive network of water quality sampling points and we mainly use private boreholes within the monitoring network from which to sample. Therefore, we do not have a significant maintenance programme. Where we have constructed water quality sampling boreholes, generally these are established within the water level monitoring programme.

Surface water monitoring network is done at selected sites on the river network. The majority of water quality samples are taken by hand.

- **Water Company WQ sampling.** The data is undertaken by the Water Companies and submitted to Ofwat (economic regulator for the water sector). We have a memorandum of understanding (MoU) with Ofwat to use the data for WFD reporting.
- **Private Water supplies WQ sampling.** The Local Authorities have a duty to inspect the quality (not quantity) of sole source supply for domestic consumption. This is funded through Council Tax rates in which funding for water quality sampling is very tightly squeezed. Local Authorities also supply data to Ofwat and again, we have a MoU with Ofwat to use the data for WFD reporting.

GW Quantitative

- **Environment Agency water level monitoring network.** This is funded through abstraction charges. There is also a strategic review to provide a more targeted monitoring programme and to reduce redundancy.

Following privatisation of the water sector in 1991, the responsibility for groundwater level monitoring network and related boreholes was passed from the water authority to the Environment Agency. Water Company and third party data are generally pumping affected and so we do not use additional data to our network.

GWDE

The monitoring of SSSI condition is a responsibility of Natural England. Routine SSSI monitoring (generally vegetation monitoring) is done around a 6 year cycle and funded from NE core budget. Any additional monitoring/investigation would either be internally funded (for example, through a specific site project) or third party funding (for example, water company environment programme (WINEP)). Core and internal project money is under pressure and there are now cuts in the monitoring programme that is impacting on meeting NE obligations.

- **What components of the article 5 analysis is included, e.g. whether the groundwater risk assessment is performed separately from the status assessment.**

For RBMP Cycle 1 and Cycle 2 we carried out risk characterisation and status classification of groundwater bodies part in line with the requirements of the Water Framework Directive (WFD) Article 5, Article 8 (monitoring of status), Annex V Pt 2 (Groundwater classification) and Annex VII Pt B (updates of the river basin management plan). Groundwater Bodies have been defined under Article 5 of the Water Framework Directive using the UKTAG guidance Defining and reporting on groundwater bodies.

{For information, UKTAG (UK Technical Advisory Group) is a partnership of the UK environment and conservation agencies to provide co-ordinated advice on the science and technical aspects of WFD. The UKTAG operates a series of task teams to provide oversight to a range of technical issues, for example there is a Wetlands Task Team and also a Groundwater task Team. While UKTAG is a UK initiative, we have worked closely with Republic of Ireland to ensure our approaches are consistent). UKTAG have produced several papers to assess classification, characterization and trend for groundwater (chemical and quantitative) as well as wetlands.

JAGDAG (joint Agencies Groundwater Directive Advisory Group) involves agencies across the UK and RoI to consider whether a potential pollutant should be determined as a hazardous substance or a non-hazardous pollutant.

We have an integrated groundwater monitoring network (chemicals and quantitative) to develop a conceptual understand of the groundwater system which will better inform where there are known risks and where more targeted monitoring may be required.

If there is a known risk (chemical or quantitative) around a wetland we may consider further monitoring. To date, we only have a few wetlands with specific monitoring – these tend to be water level monitoring to better improve regional groundwater modelling. Mark Whiteman has developed a nitrate monitoring programme around a few GWDE sites to review nitrate

apportionment from aerial deposition. Within RBMP Cycle 2 we have 4055 SSSIs to assess GWDE status and risk that would require an extensive requisite monitoring network to develop, maintain, sample and analyse.

To meet WFD requirements we use the same integrated monitoring network to assess status and risk. For surface water, there is a separate risk assessment for different chemical substances. However, for groundwater chemicals we use a one chemicals approach and do not undertake risk assessment for different chemicals).

In England, the risk assessment does not drive change as it is not that useful. We have provided a clear narrative with stakeholders referring to status. This has not caused us any issues, however, if we were pressed by the Commission we recognize this could expose some problems.

To meet the requirements of Article 5 we take a 2D approach to define groundwater bodies. This means we can have complex hydrogeology to incorporate into the one assessment.

In terms of groundwater quantitative, in England the Groundwater Balance Test assessment of status and risk is based on a water balance test and not based on groundwater levels. The groundwater monitoring network is a line of evidence to confirm the balance. EU have recently queried how we can define status and risk within groundwater bodies where there is no monitoring.

- **How are programmes of measures derived.**

Generally, the programmes are measures are based on the status assessment. As mentioned, the integrated monitoring network (chemicals and quantitative) is used to inform the same analysis for status and risk. We mainly use trends as a line of evidence in the quality assurance process of risk. The measures include:

- Pathway to good,
- Avoiding deterioration
- Reverse deteriorating trends.
- Prevent and limit measures to meet the protected area objectives (such as safeguard zones).

Generally, predicted exceedence of thresholds from trend analysis (for example, rising nitrate levels) tend to be longer timeframe than the RBMP reporting, hence, we do not consider risk in any depth at the moment. We would incorporate trend analysis and risk within the pressures narrative, especially when describing the programme of measures to avoid deterioration.

Within groundwater quantitative, we are addressing deterioration risk through a sustainable abstraction programme. However, the status and risk of surface water bodies has dominated the investment programme

How you treat the challenge with respect to GWDE that the WFD and the Habitats Directive are conceptually different.

A Poor GWDE is assessed when significant damage has occurred through a direct source-pathway-receptor link to anthropogenic changes on water quality and water levels. We assess GWDE chemicals separately from GWDE quantitative.

The United States Secretary of Defense Donald Rumsfeld in February 2002 sums must have had the Habitats Directive in mind when he said the famous quote:

Site conditions always pose unknowns, or uncertainties, which may become known during construction or operation to the detriment of the facility and possibly lead to damage of the environment or endanger public health and safety. The risk posed by unknowns is somewhat dependent on the nature of the unknown relative to past experience. This has led me to classify unknowns into one of the following two types: 1. known unknowns (expected or foreseeable conditions), which can be reasonably

anticipated but not quantified based on past experience as exemplified by case histories. Unknown unknowns (unexpected or unforeseeable conditions), which pose a potentially greater risk simply because they cannot be anticipated based on past experience or investigation.

Known unknowns result from phenomena which are recognized, but poorly understood. On the other hand, unknown unknowns are phenomena which cannot be expected because there has been no prior experience or theoretical basis for expecting the phenomena.

It reads like a hydroecologist trying to explain HD!

We are increasingly noting that regulatory decisions around Natura 2000 sites are based on proving no adverse impact on the known unknowns, some are pushing for assessment against the unknown unknowns. There needs to be discussion, guidance and stakeholder agreement on what constitutes an acceptable impact.

There is a disparity in the assessment between WFD and HD due the different levels of proof (significant damage v no adverse impact). We would focus any programme of measures on which of the two assessments reflects the greater risk or damage.

In both WFD and HD we do not adequately consider risk assessment in the programme of measures

Bilag C - Terrestriske habitatnaturtypers arealmæssige udbredelse

