



## Våtmarker utanför Natura 2000-områden

Inför ansökan om utökad täktverksamhet vid File hajdar, Gotland

**OM RAPPORTEN:**

**Titel:** Våtmarker utanför Natura 2000-områden

**Ansökningsbilaga:** B8

**Version/datum:** 2023-12-12

**Rapporten bör citeras enligt följande:** Askling Drotz, J. (2023). *Våtmarker utanför Natura 2000-områden –Inför ansökan om utökad täktverksamhet vid File hajdar, Gotland*. Calluna AB.

**Foton i rapporten:** John Askling Drotz, © Calluna AB där inget annat anges

**Omslag:** bilden föreställer brudsporre som är en typisk art för rikkärr, vinterbild över Högstensvät där vinterhögvatten råder och drönarflygning som använts bland annat för kartering av källmiljöer.

**OM UPDRAGET:**

**På uppdrag av:** Heidelberg Materials Cement Sverige AB

**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Jon Hallgren

**Utfört av:** Calluna AB (organisationsnummer: 556575-0675)  
Adress huvudkontor: Linköpings slott, 582 28 Linköping  
Hemsida: [www.calluna.se](http://www.calluna.se)  
Telefon (växel): +46 13-12 25 75

**Projektledare:** John Askling Drotz (Calluna AB)

**Rapportförfattare:** John Askling Drotz (Calluna AB)

**Fältarbete:** John Askling Drotz, Eva Amnéus Mattisson, Hannah Norman, Judith Askling, Olle Kvarnäck, Julia Svensson, Marie Björklund, Ofir Svensson, Katarina Hellström (Calluna AB), Jakob Eng (WSP) och Johan Larsson (Bergab)

**Kartproduktion:** Pavlos Aslanis, Patrick Gant, Samuel Holdar, Axel Linder (Calluna AB)

**GIS-analyser:** Pavlos Aslanis, Andreas Souropetsis (Calluna AB)

**Callunas interna projektkod:** JAG0096c

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Inledning och syfte</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Begreppet "skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem"</b>	<b>5</b>
3.1	Vattendirektivet .....	5
3.2	Definitionen av grundvattenberoende terrestra ekosystem .....	6
3.3	Betydande skada .....	9
<b>4</b>	<b>Avgränsningar och bedömningsmetod</b>	<b>10</b>
4.1	Utredningsområde och grundvattenförekomster .....	10
4.2	Bedömning av påverkan på skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem .....	11
4.3	Bedömning av indirekt hydrologisk påverkan på våtmarker .....	13
<b>5</b>	<b>Översiktlig beskrivning av utredningsområdet</b>	<b>15</b>
5.1	Översiktlig beskrivning av utredningsområdet .....	15
5.2	Skyddade områden och nationell myrskyddsplan .....	15
5.3	Befintlig kunskap om våtmarker .....	16
5.4	Våtmarker inom naturreservat .....	26
5.5	Våtmarker inom områden med skogliga biotopskydd .....	26
5.6	Ramsarområden .....	27
<b>6</b>	<b>Genomförda inventeringar</b>	<b>28</b>
6.1	Kartering av vegetationstyper .....	28
6.2	Inventering av kärlväxter .....	31
6.3	Inventering av mossor .....	34
6.4	Inventering av landsnäckor .....	38
<b>7</b>	<b>Utredningsområdets förutsättningar</b>	<b>40</b>
7.1	Klimat .....	40
7.2	Markanvändning .....	40
7.3	Berggrund .....	42
7.4	Jordlager .....	44
7.5	Grundvatten i berg .....	48
7.6	Grundvatten i jord .....	50
7.7	Vattenhållande förmåga .....	50
7.8	Ytvatten .....	51
<b>8</b>	<b>Avgränsning av våtmarker som kan påverkas</b>	<b>53</b>
8.1	Våtmarker och ekohydrologi .....	53
8.2	Beskrivning av vegetationstyper och beroende av vattenregim .....	59
8.3	Avgränsning av grundvattenberoende terrestra våtmarker att bedöma .....	66
<b>9</b>	<b>Påverkan och konsekvenser</b>	<b>67</b>
9.1	Den ansökta verksamheten .....	67
9.2	Påverkansfaktorer .....	67
9.3	Skyddsåtgärder .....	71
9.4	Konsekvensbedömning .....	71

# 1 Sammanfattning

Denna PM beskriver den ansökta verksamhetens påverkan på hydrologiskt känsliga naturmiljöer, huvudsakligen våtmarker, belägna utanför Natura 2000-områden. Påverkan avser både *direkt* påverkan, för våtmarker inom brytområdet, och *indirekt* påverkan, för våtmarker utanför brytområdet.

Syftet är att bedöma hur dessa våtmarker kan påverkas av den ansökta verksamheten samt om denna påverkan i något fall kan medföra en betydande skada på ett skyddsvärt grundvattenberoende terrestert ekosystem (dvs. i detta fall en skyddsvärd grundvattenberoende våtmark) i den mening som avses i SGU-FS 2023:1.

Vid statusklassning av grundvattenförekomster inom ramen för vattenförvaltningen, är en av bedömningsgrunderna att grundvattennivån är sådan att den inte kan leda till betydande skada på skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem.

Det finns ett stort antal våtmarker med höga naturvärden i utredningsområdet. Den absoluta merparten av dem kommer inte att påverkas av en utökad täktverksamhet. Det beror på att det rör sig om stora arealer med vegetationstyper som inte primärt försörjs av berggrundvatten eller för den delen riskerar att dräneras. Av de få källkärr och kalktuffmiljöer som kan påverkas av *förändrade grundvattenförhållanden* löper två källkärr (rikkärr) störst risk för negativ påverkan.

Dessa är dels ett källkärr söder om gården Othemars (nr 2 i tabell 4), dels ett större källkärr i de södra sluttningarna av File hajdar (nr 6 i tabell 4). Bedömningen är att det utan skyddsåtgärder kommer att uppstå måttliga negativa konsekvenser för dessa rikkärrsmiljöer. Båda källkärren har – konservativt – antagits uppfylla rekvisitetet ”skyddsvärda” i SGU-FS 2023:1.

Ingen betydande skada uppkommer på de två källkärren eftersom det kan uteslutas att kärrens grundvattenförsörjning helt skulle upphöra samt att båda källkärren idag endast är periodvis försörjda av grundvattenutträngning. Det senare innebär att även förekommande organismgrupper är anpassade till periodvis torka. Att grundvattenutströmningen inte kommer att upphöra beror på att Othemarskärrret (redan idag) huvudsakligen försörjs genom ytligt berggrundvatten och källkärrret på södra File hajdar (redan idag) huvudsakligen försörjs genom grundvatten i jord. Förändringar i grundvatten i berg kan därför inte påverka vattensituationen i källkärren i sådan utsträckning att betydande skada kan uppstå.

Med föreslagna skyddsåtgärder bedöms den ansökta verksamheten påverka källkärrret på södra File hajdar i positiv riktning. Othemarskärrret kommer inte att beröras av skyddsåtgärder.

Kalkfukthedarna sydost om File hajdar-täkten kan påverkas genom *minskad ytvattenavrinning* till följd av att avrinningsområdet minskar. Denna slags påverkan har ingen koppling till bedömningsgrunden för MKN för grundvattenförekomster. Förlusten utan skyddsåtgärder bedöms uppgå till 3,5 ha av 17,4 ha vilket motsvarar ca 20 % av arealen. Med föreslagna skyddsåtgärder minskar förlusten.

Efter att verksamheten avslutats och täkterna vattenfyllda kommer grundvattennivåer och grundvattenutträngning att öka vilket kommer leda till positiva konsekvenser inom Aneråns och Vikeåns avrinningsområden. Tingstäde träskavs avrinningsområde påverkas inte alls.

## 2 Inledning och syfte

Heidelberg Materials Cement Sverige AB (vidare "Heidelberg Materials") ansöker om tillstånd till fortsatt och utökad täktverksamhet vid File hajdar-täkten på Gotland. Calluna har fått i uppdrag att bedöma verksamhetens eventuella påverkan på hydrologiskt känsliga naturmiljöer.

I bilaga B7 till ansökan finns en beskrivning av den ansökta verksamhetens påverkan på våtmarker belägna inom Natura 2000-områden. Denna PM avser istället att beskriva verksamhetens påverkan på hydrologiskt känsliga naturmiljöer, huvudsakligen våtmarker, belägna utanför Natura 2000-områden. Syftet är att bedöma hur dessa våtmarker kan påverkas av den ansökta verksamheten samt om denna påverkan i något fall kan medföra en betydande skada på ett skyddsvärt grundvattenberoende terrestert ekosystem (dvs. i detta fall en skyddsvärd grundvattenberoende våtmark) på det sätt som avses i SGU-FS 2023:1. I den delen är utredningen underlag för en bedömning av om den ansökta verksamheten är förenlig med regelverket om miljö kvalitetsnormer för grundvatten. Vid statusklassning av grundvattenförekomster, är en av bedömningsgrunderna nämligen att grundvattennivån är sådan att den inte kan leda till betydande skada på skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem.

## 3 Begreppet "skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem"

Detta kapitel handlar om bakgrunden till varför en bedömning av skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem (våtmarker) ska göras i förhållande till MKN för grundvatten samt hur denna bedömning går till.

### 3.1 Vattendirektivet

Grundvattenförekomsternas kvantitativa status är kopplad till grundvattennivån. För att en grundvattenförekomst ska uppnå god kvantitativ status måste grundvattennivån bland annat vara sådan att den "inte kan leda till betydande skada på skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem". Grundvattenberoende terrestra ekosystem befinner sig på land eller i gränsen mellan land och vatten, och omfattar områden där grundvattenytan ligger i eller strax under markytan under en stor del av året. Dessa områden spänner över många olika naturtyper, från t.ex. torra och fuktiga skogsmarker till källområden och våtmarker. Det finns terrestra ekosystem som är helt beroende av utflödande grundvatten eller av en viss grundvattennivå. Exempel på sådana ekosystem är olika typer av våtmarker och källor. Om utflödet av grundvatten minskar eller ökar, eller om grundvattennivån sjunker eller stiger, kan ekosystemen påverkas och förändras och i värsta fall försvinna. Även vattenkvaliteten kan ha en betydelse, exempelvis rikkärr är beroende av ett vatten med högt pH.

Det svenska arbetet med grundvattenberoende terrestra ekosystem har tagit sin utgångspunkt i Natura 2000-naturtyper och Natura 2000-områden, vilket innebär att det saknas vägledning om i vilken utsträckning områden och ekosystem som ligger utanför denna definition ska betraktas som *skyddsvärda* enligt SGU-FS 2023:1.

Inte heller EU-kommissionens vägledningar ger någon information om vilka ekosystem som omfattas av den underliggande bestämmelsen i grundvattendirektivet (2006/118/EG), utan dessa konstaterar i princip bara att huvuddelen av medlemsländerna utgår från Natura 2000 och att knappt hälften av länderna dessutom kompletterar med nationellt relevanta ekosystem (EU-kommissionen 2014).

Det saknas också tydliga definitioner och riktlinjer för hur man ska bedöma påverkan på grundvattenberoende terrestra ekosystem. Detta har också uppmärksamats av EU-kommissionen, som menar att det just nu inte finns någon "level playing field within the EU with respect to this aspect" (EU-kommissionen 2014).

### 3.2 Definitionen av grundvattenberoende terrestra ekosystem

Vattendirektivet innehåller ingen tydlig definition av begreppet "grundvattenberoende terrestra ekosystem", men i SGU-FS 2023:1 finns följande definition: "terrestra ekosystem som är direkt beroende av utflödande grundvatten eller av en viss grundvattennivå" (1 kap. 3 §). Ett *direkt beroende* uppstår när grundvattenförekomsten tillhandahåller vatten i den kvantitet (flöde och nivå) eller kvalitet som är nödvändig för att upprätthålla ekosystemets artsammansättning och funktion (SGU 2023 och EU-kommissionen 2011). För att det ska uppstå ett direkt beroende måste sannolikt vatten från en grundvattenförekomst stå för vattentillförseln i stor utsträckning eller under en stor del av året.

I EU-kommissionens vägledning (EU-kommissionen 2011) listas fyra slags situationer när grundvatten är avgörande för terrestra ekosystem och när grundvattenberoende terrestra ekosystem därmed kan uppstå. Nedanstående förteckning är något omskriven och har anpassats till de termer som används i Sverige:

1. *Källmiljöer*: Här ingår alla typer av källmiljöer vilket givetvis inkluderar "vanliga" källor men också kalktuffkällor och järnockrakällor.
2. *Källkärr i övergången mellan genomsläppliga och täta jordar eller berg*: Situationen uppstår när ett grundvattenförande geologiskt lager möter ett annat tätt lager nedströms och som i sin tur ger upphov till att grundvattnet tränger ut på marken istället för att transporteras vidare i jord eller berg. Denna typ ger upphov till naturtyper med upprinnor och källkärr. Jämfört med källmiljöer är de vanligen mer diffusa till sin karaktär vad det gäller exakta lägen för grundvattenutträngningen.
3. *Tillfälliga källkärr*: Samma definition som för källkärr men med skillnaden att det är säsons- eller periodvis mättade jord- eller berglager som ger utströmmande grundvatten i sådan mängd att ett grundvattenberoende terrestriskt ekosystem kan bildas.
4. *Våtmarker i lågpunkter (topogena våtmarker)*: Det handlar om lågpunkter i landskapet som permanent, periodvis eller säsongsmässigt står i direkt grundvattenkontakt.

För punkt 1 och 2 är det uppenbart att grundvatten har en stark betydelse. För punkt 3 krävs det att grundvattentillgången är avgörande för ekosystemets sammansättning vilket innebär att den behöver ske i sådan omfattning att det förekommer arter och ekosystem som är beroende av grundvattenutströmning. För punkt 4 krävs det att ekosystemet antingen är hydrologiskt sammankopplat med grundvattensystemet, d.v.s. att ekosystemet och grundvattensystemet fungerar som kommunicerande kärl, eller extremt beroende av grundvattentillförsel i jämförelse med ytvatten.

SGU har tagit fram tre rapporter för att identifiera och även prioritera vilka ekosystem som är relevanta vad gäller grundvattenpåverkan (Werner & Collinder 2011, Werner & Collinder 2014 och Werner & Collinder 2015). Arbetet har tagit sin utgångspunkt i Natura 2000-naturtyper. Det beror på att vattendirektivet huvudsakligen fokuserar på påverkan på Natura 2000-områden, och i övrigt lämnar öppet för varje medlemsland att själva avgöra hur terrestra ekosystem ska hanteras. *2011 års rapport* ger en översiktlig beskrivning av vilka naturtyper som kan klassas som grundvattenkänsliga och innefattar en metodik för att klassificera de olika habitatens känslighet. *2014 års rapport* behandlar grundvattnets kemiska och fysiska innehåll och dess betydelse för olika habitat. Urvalet av kemiska och fysiska parametrar grundade sig både på vattnets naturliga innehåll såsom pH, vattentemperatur och salthalt och på vattenburna

föroreningar såsom bekämpningsmedel och tungmetaller. Rapporten innefattar en metodik för bedömning av känslighet men också sårbarhet. *2015 års rapport* utgör en syntetisering av de två tidigare rapporterna och beskriver vilka Natura 2000-habitat som bör prioriteras vad gäller grundvattenberoende ekosystem. Prioriteringen framgår av tabell 1. Rapporten tar också hänsyn till biogeografisk region vid prioriteringen. Det är en viktig avgränsning eftersom gynnsam bevarandestatus kan skifta mellan olika regioner.

Tabell 1. Synteslista från Werner & Collinder (2015) som visar de högst värderade och mest grundvattenkänsliga naturtyperna i Sverige i de olika biogeografiska regionerna.

Naturtyp	Biogeografisk region	Grundvattnets nivå och/eller utströmning			Grundvattnets kemiska egenskaper och temperatur		
		Alpin	Boreal	Kontinental	Alpin	Boreal	Kontinental
1150 Laguner			I	I		I	I
2190 Kustnära dynvåtmarker			I	I			
3140 Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger		II	II	I	II	II	I
3150 Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation		II	II	I	II	II	I
3160 Dystrofa sjöar och småvatten		II	II	I	II	II	I
7160 Mineralrika källor och källkärr av fennoskandisk typ		II	I	I	II	I	I
7210 Kalkkärr med ag			I	I			
7220 Källor med kalktuffbildning		I	I	I	I	I	I
7230 Rikkärr		II	II	I	II	II	I
7240 Alpina rikkärssamhällen med brokstarr/svedstarr		I			I		
9060 Åsbarrskog			I				
91E0 Svämlövskog		I	I	I			
91F0 Svämädellövskog			I	I			
3110 Oligotrofa mineralfattiga sjöar i slättområden		II	II	II	II	II	II
3130 Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder		II	II	II	II	II	II
3220 Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation		II	II		II	II	
3260 Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor		II	II	II			
6430 Högörtssamhällen		II					
7140 Öppna svagt välvda mossar, fattiga och intermediära kärr och gungflyn		II	II	II	II	II	II
7310 Aapamyrar		II	II		II	II	
7320 Palsmyrar		II			II		
9080 Lövsumpskog			II	II		II	II

Primärt prioriterade I, Sekundärt prioriterade II

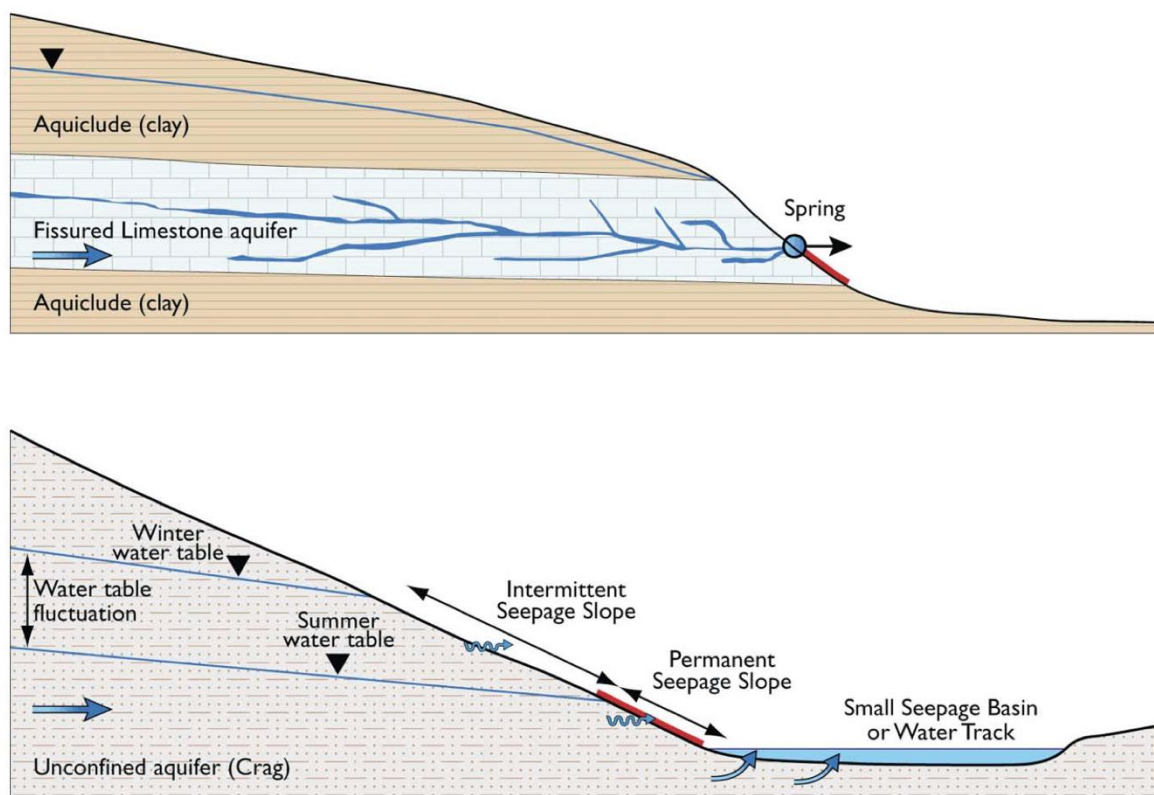
Det kan i vissa fall vara svårt att avgöra om ett terrestert ekosystem erhåller sitt vatten från en grundvattenförekomst eller om det är beroende av andra vattenkällor, t.ex. ytvattentillrinning. I sådana situationer rekommenderar EU-kommissionen (EU-kommissionen 2011) att man gör en stegvis bedömning. I *det första steget* fastställs det hur sannolikt det är att det terrestra ekosystemet är beroende av grundvatten. Det kan göras genom en kartläggning av ekologiskt viktiga egenskaper och vilka naturtyper som är kopplade till dessa. Arbetet utförs av ekologer genom en sammanställning av kunskap om och eventuellt inventeringar och kartläggningar i fält

av växtsamhällen eller habitatkategorier som kan ge en fingervisning om grundvattenberoendet hos en rad olika typer av terrestra ekosystem. Detta första steg används som ett verktyg för att utesluta områden som saknar grundvattenberoende växtlighet.

Det *andra steget* är att ta fram en övergripande konceptuell modell för grundvattenförekomsten.

I det *tredje steget* används den övergripande konceptuella grundvattenmodellen för att ta fram konceptuella modeller för grundvattenförsörjningen till varje grundvattenberoende terrestrert ekosystem. Den konceptuella modellen kan antingen innefatta enbart grundvatten eller inkludera alla vattenkällor. Ett exempel på visualisering av konceptuella modeller redovisas i figur 1.

I det *fjärde och sista steget* definieras en vattenregim (vattenbehov) för det grundvattenberoende terrestra ekosystemet. I en vattenregim anges inom vilka ramar ett ekosystem långsiktigt kan existera, d.v.s. hålla en god kvantitativ status. Det kan handla om en rad aspekter såsom vattennivåer, tidpunkter under säsongen för svämning respektive upptorkning eller kemisk vattenkvalitet. Det viktiga är att grundvattenbehovet beskrivs, gärna så kvantitativt som möjligt, eftersom det är mot vattenregimen som riskbedömningen av betydelsen av en påverkan görs.



Figur 1. Exempel på konceptuella modeller för hur knappagkärr försörjs av grundvatten i England (ur Wheeler et. al. 2004).



### 3.3 Betydande skada

Det ska göras en bedömning av huruvida ett skyddsvärt grundvattenberoende terrestert ekosystem kan utsättas för *betydande skada*. Det är alltså inte fråga om liten eller obetydlig konsekvens utan det handlar om att förutsättningar för ett ekosystem upphör eller starkt begränsas.

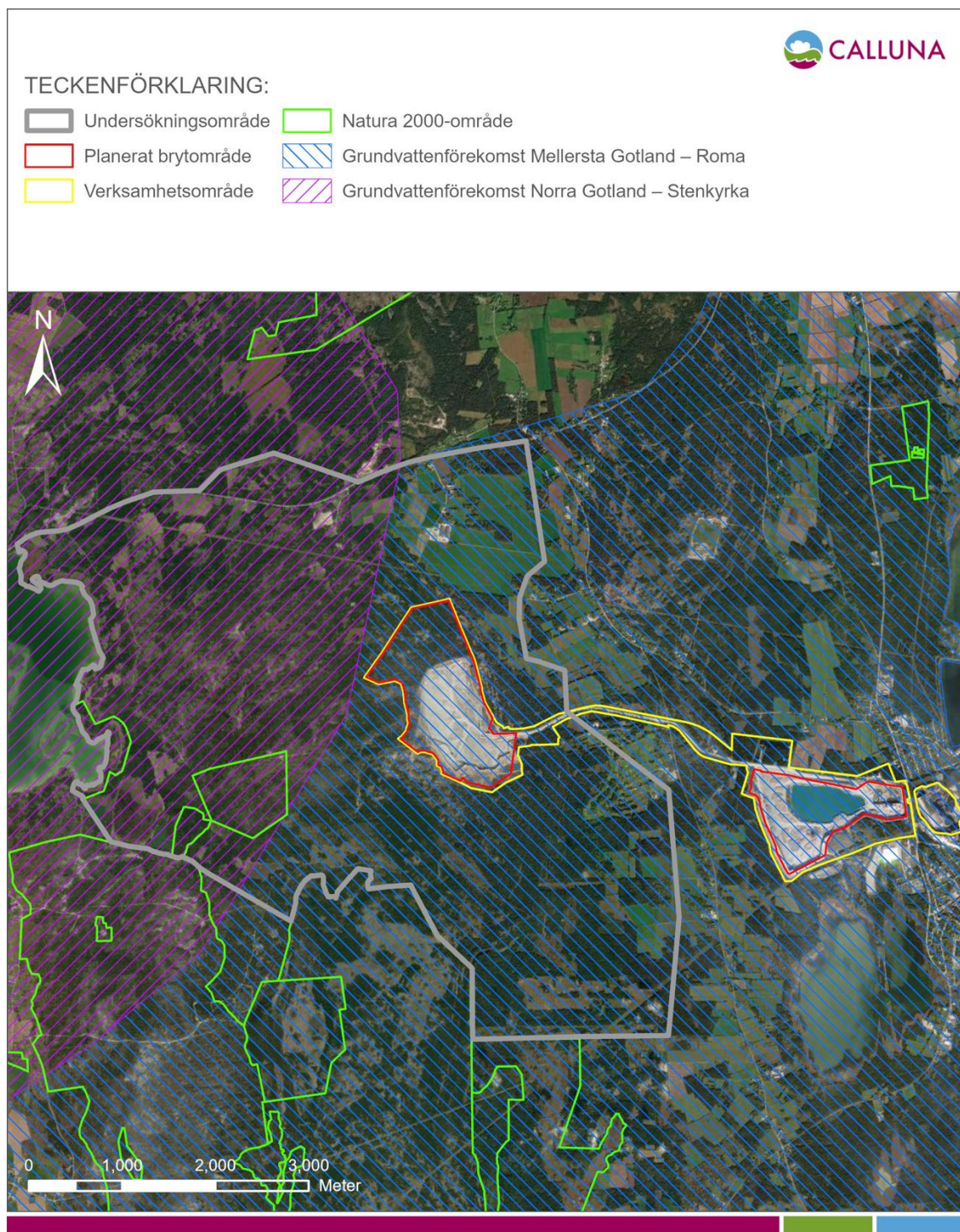
Utgångspunkten enligt tillgängliga vägledningar är att man vid bedömningen av "betydande skada" ska utgå ifrån 1) skadans omfattning, och 2) det terrestra ekosystemets ekologiska eller socio-ekonomiska betydelse. Skadans omfattning ska sättas i relation till om det terrestra ekosystemet fortsatt kan fylla sin ekologiska eller socio-ekonomiska funktion (EU-kommissionen 2011). EU-kommissionen ger några exempel på vad som kan anses som en "betydande skada":

- Om ett terrestert ekosystem är viktigt för den regionala turistnäringen, och grundvattenbalansen ger upphov till skada på det terrestra ekosystemet vilket i sin tur leder till färre turister, kan det anses som en "betydande skada".
- Om ett terrestert ekosystem tillhör ett Natura 2000-område och dess bevarandevärden inte kan tillgodoses till följd av grundvattenpåverkan, kan det anses som en "betydande skada".

## 4 Avgränsningar och bedömningsmetod

### 4.1 Utredningsområde och grundvattenförekomster

Utredningsområdet framgår av figur 2 och omsluter i stora drag höjdområdet File hajdar. Det är detta höjdområde med omgivande sluttningar och lägre liggande dalgångar och lågpunkter som grundvattenmässigt hänger samman med den planerade utökningen av File hajdar-täkten.



Figur 2. Utredningsområde för våtmarker utanför Natura 2000. Grundvattenförekomster framgår också av kartan.

Avgränsningen av utredningsområdet faller sig ganska naturligt och utgörs åt väster av Tingstäde träsk. Mot norr följer avgränsningen Tingstädeåsen med tillhörande grusiga och sandiga svallsediment. Tingstädeåsen bildar en naturlig vattendelare åt norr och är också i sig ett viktigt grundvattenmagasin. Sammantaget innebär det att en grundvattenpåverkan, till följd av den utökade täkten, på våtmarker norr om åsen kan uteslutas. Åt öster avgränsas utredningsområdet i dalgången mellan Othem och Boge medan det åt söder löper längs Natura 2000-områdenas gränser och upp genom dalgången mellan höjdområdena Hejnum hållar och File hajdar fram till Tingstäde träsk. Dalgångarna mellan Othem och Boge samt mellan Hejnum hållar och File hajdar är också naturliga gränser mot omgivande höjdområden som har en mycket liten grundvattenkontakt med File hajdar. Natura 2000-områdena mot söder har visserligen direkt grundvattenkontakt med File hajdar, men eftersom de avhandlas i en egen utredning går utredningsområdets gräns längs dessa.

De två grundvattenförekomster som ligger inom utredningsområdet är Mellersta Gotland – Roma (SE638285-166696) och Norra Gotland – Stenkyrka (SE640915-166638). Gränserna för dessa framgår av figur 2.

## 4.2 Bedömning av påverkan på skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem

### 4.2.1. Avgränsning

Arbetet med bedömning av påverkan på grundvattenberoende terrestra ekosystem har utgått från EU-kommissionens och SGU:s vägledningar (Werner & Collinder 2011, Werner & Collinder 2014 och Werner & Collinder 2015, EU-kommissionen 2011).

Bedömningen omfattar endast *terrestra ekosystem som är direkt beroende av utflödande grundvatten eller av en viss grundvattennivå*. För att avgränsa dessa ekosystem har utredningen utgått ifrån de Natura 2000-naturtyper som pekats ut av SGU (se avsnitt 3.2 ovan). Så långt det varit möjligt har naturtyper klassats enligt klassificeringssystemet för Natura 2000 men det har också varit nödvändigt att lägga till vegetationstyper från andra klassningssystem eftersom Natura 2000 inte är fullständigt eller har tillräcklig upplösning i förhållande till syftet i utredningen. Exempelvis har naturtypen rikkärr delats upp i fyra vegetationstyper – axagkärr, knappagkärr, lågstarrkärr och blåtåtelkärr – eftersom det är en mycket heterogen grupp med mycket olika krav vad gäller grundvattenförsörjning. Det är skillnader i kraven på grundvattenförsörjning och därmed grundvattenberoende som motiverat en sådan uppdelning.

Samtliga våtmarksmiljöer inom utredningsområdet har karterats i fält, varvid förekommande naturtyper/vegetationstyper har avgränsats geografiskt. I fältarbetet har också ingått att göra en klassning av grundvattenberoendet. Vid denna klassning delas naturtypen/vegetationstypen upp i om den är beroende av antingen vissa grundvattennivåer eller grundvattenutströmning. Denna uppdelning svarar mot de fyra situationer som EU-kommissionen listar, där källmiljöer, källkärr och tillfälliga källkärr är kopplade till grundvattenutströmning och topogena våtmarker är kopplade till grundvattennivåer. Störst vikt har lagts vid grundvattentillgången under vegetationssäsong eftersom det under vinterhalvåret råder låg biologisk aktivitet samt att grundvattennivåerna då ligger i stort sett i nivå med markytan.

### 4.2.2. Konceptuella modeller och vattenregim

Efter avgränsningen av vilka våtmarker som ska utredas vidare är nästa steg att göra en individuell bedömning av varje våtmark i förhållande till de hydrogeologiska mätningar som genomförts och den grundvattenmodell som tagits fram. Utifrån detta är det sedan möjligt att ta fram den eller de vattenregimer som möjliggör förekomsten av grundvattenberoende terrestra ekosystem.

Av EU-kommissionens vägledning (2011) framgår det att stort fokus ligger på *grundvattenutströmning* och här är det viktigt att förstå var det utströmmande grundvattnet kommer ifrån eftersom det får stor påverkan på konsekvenserna av den sökta verksamheten. Om en grundvattenutströmning kommer från ett lokalt grundvattenmagasin i exempelvis en grusavlagring behöver en utökad täktverksamhet inte ge någon påverkan alls, medan om den är knuten till djupare vattenförande lager i kalkberget kan det ge en stor påverkan.

När det kommer till *grundvattennivåer* är det utifrån EU-kommissionens vägledning viktigt att förstå hur väl vattennivåerna i en våtmark är kopplade till grundvattennivåerna i omgivande jord och berg. Kraven är högt satta för att en våtmark ska klassas som grundvattenberoende och i princip ska vatten kunna flöda fritt mellan en våtmark och ett omgivande grundvattenmagasin. I hydrogeologiska termer ska konduktiviteten (genomsläppligheten) vara mycket hög mellan ekosystemet och grundvattenmagasinet, annars saknas det *direkta* beroendet. Ett exempel på det är våtmarker i dödisgropar eller i dynområden där grundvattennivåerna är lika för både grundvattenmagasin och ekosystem.

### 4.2.3. Konsekvensbedömning

Utgångspunkten enligt avsnitt 3.3 är att bedömningen av "*betydande skada*" ska utgå ifrån 1) skadans omfattning, och 2) det terrestra ekosystemets ekologiska eller socio-ekonomiska betydelse. För att nå upp till betydande skada ska omfattningen vara så stor att ett ekosystem upphör eller starkt begränsas. Hänsyn till detta har tagits vid konsekvensbedömningen.

Den andra delen i bedömningen av betydande skada är våtmarkens ekologiska eller socio-ekonomiska betydelse. Inga våtmarker inom utredningsområdet har kunnat fastställas ha särskilda socio-ekonomiska betydelser varför det i utredningen endast tagits hänsyn till ekologisk betydelse. En viss vägledning av vilka våtmarker som ska betraktas som ekologiskt betydelsefulla ges av SGU:s förslag till prioriteringsordning ([www.sgu.se](http://www.sgu.se)) för bedömning av grundvattenberoende terrestra ekosystem. Där framgår följande:

1. Kvantitativ påverkan från grundvattenförekomster på Natura 2000-områden med föreslagna terrestra naturtyper.
2. Kvantitativ påverkan från grundvattenförekomster på värdefulla terrestra områden som inte är utpekade som Natura 2000-område. Det kan vara områden med andra typer av områdesskydd, exempelvis biotopskydd, naturvårdsavtal eller naturreservat. Även områden med socioekonomiska värden, exempelvis för rekreation eller turism kan inkluderas.
3. Kemisk påverkan från grundvattenförekomster på Natura 2000-områden med prioriterade terrestra naturtyper.
4. Kemisk påverkan från grundvattenförekomster på värdefulla terrestra områden som inte är utpekade som Natura 2000-område. Det kan vara områden med andra typer av områdesskydd, exempelvis biotopskydd, naturvårdsavtal eller naturreservat. Även områden med socioekonomiska värden, exempelvis för rekreation eller turism kan inkluderas.
5. Kvantitativ påverkan från grundvatten som inte är avgränsat som grundvattenförekomst, men vars påverkan leder till betydande skada på ett grundvattenberoende terrestert ekosystem.
6. Kemisk påverkan från grundvatten som inte är avgränsat som grundvattenförekomst, men vars påverkan leder till betydande skada på ett grundvattenberoende terrestert ekosystem.

I denna rapport är det grundvattenberoende terrestra ekosystem som omfattas av punkt 2 och 4 som är aktuella för bedömning. I båda dessa punkter anges att påverkan gäller för "*värdefulla*

*terrestra områden*” och sedan ges exempel på vilken typ av områden det skulle kunna vara och där lyfts våtmarker med olika områdesskydd fram. Callunas tolkning är konservativ och utgår från att våtmarker som omfattas är de som kan klassas till påtaglig till mycket hög betydelse för biologisk mångfald (naturvärdesklass 1-3) enligt svensk standarden för naturvärdesinventeringar SS 1999000:2023 (SIS 2023).

### 4.3 Bedömning av indirekt hydrologisk påverkan på våtmarker

#### 4.3.1. Avgrensning

Den sökta verksamheten kan ge en indirekt hydrologisk påverkan på natur. Denna påverkan gäller alla naturtyper som i någon bemärkelse är hydrologiskt beroende. Med hydrologiskt beroende avses att en naturtyp är beroende av vissa vattenstånd eller av tillströmmande vatten. Det kan handla om både ytvatten och grundvatten och beroendet kan vara både permanent eller periodvis, men den gemensamma nämnaren är att naturtypen behöver en viss vattenregim för att bestå.

Den avgränsning som gjorts är att denna utredning omfattar våtmarker utanför verksamhetsområdet som hydrologiskt kan påverkas av en utökad täktverksamhet. Andra hydrologiskt beroende naturtyper såsom vattendrag och sjöar behandlas i ansökningsbilaga B6 ”Hydrologisk utredning”. Våtmarker som ligger inom verksamhetsområdet tas upp i den NVI (naturvärdesinventering) som Ecogain utfört i bilaga B9 till ansökan.

Bedömningen av indirekt hydrologisk påverkan skiljer sig från bedömningen av grundvattenberoende terrestra ekosystem för MKN grundvatten. MKN grundvatten är strängt fokuserat på grundvattennivåer och grundvattenutströmning som har en direkt betydelse för terrestra ekosystem men den ansökta verksamheten kan även ha andra hydrologiska effekter än dessa. Exempel på detta är minskad ytvattenavrinning till en våtmark som sker till följd av att täktverksamheten ger förändringar av avrinningsområden. Det kan också handla om att lokala grundvattensystem, som inte är förbundna med grundvattenförekomsten, kan påverkas.

Bedömningen gäller samtliga våtmarker oavsett om de har ett formellt områdesskydd eller inte. De typer av områdesskydd som varit aktuella att bedöma är naturreservat och beslutade biotopskydd i skog. Filehajdar naturreservat ska utökas geografiskt. Det har inte ännu fattats något beslut i ärendet, men för tydlighets skull ingår även det föreslagna utökningsområdet i denna utredning.

Ramsarområden är våtmarker som pekats ut till följd av Sveriges ratificering av den internationella Ramsarkonventionen, eller våtmarkskonventionen som den också kallas. Där har Sverige en skyldighet att ett områdes ekologiska karaktär inte får försämrats. Ramsarområden har inte någon egen skyddsform i miljöbalken i Sverige utan ambitionen är att dessa områden ska ges något av miljöbalkens skyddsformer. I stort sett alla omfattas av riksintresse för naturvården och en stor del är skyddade som Natura 2000 och naturreservat. I utredningsområdet finns ett ramsarområde och det är Kallgate-Hejnum. Nästan hela detta ramsarområde är skyddat som Natura 2000 och det som behandlas i denna PM är de våtmarker som ligger utanför Natura 2000. Resterande delar av ramsarområdet ingår i bedömningen av Natura 2000 i bilaga B7 i Natura 2000-områdena Hejnum Kallgate, Kallgatburg, Bojsvätar och Bälsalvret.

#### Konsekvensbedömning

Många av de större och värdefullaste våtmarkerna har tidigare registrerats i samband med våtmarksinventeringen (VMI) (Martinsson 1997 och 2008) och har också en naturvärdesklassning från dessa inventeringar, vilket underlättar bedömningen. De flesta

våtmarker saknar dock tidigare klassning och här har VMI:s klassning använts (Gunnarsson & Löfroth 2009).

Effekten av den sökta verksamhetens påverkan kan bestå av både kvantitativa förändringar (areal) och kvalitativa (artsammansättning, funktioner och strukturer) och uttrycks i små, måttliga eller stora förändringar.

Den slutliga konsekvensen bedöms utifrån en kombination av hur stort naturvärdet är på den våtmark som påverkas och hur stor effekt verksamheten ger på våtmarken. Utifrån detta har följande skala för konsekvenser tillämpats:

- Stor konsekvens kommer av:
  - Stor effekt och mycket höga naturvärden
  - Stor effekt och höga naturvärden
  - Måttlig effekt och mycket höga naturvärden
- Måttlig konsekvens kommer av:
  - Måttlig effekt och höga naturvärden
  - Liten effekt och mycket höga naturvärden
  - Stor effekt och vissa naturvärden
- Lite-obetydlig konsekvens kommer av:
  - Liten effekt och vissa naturvärden
  - Måttlig effekt och vissa naturvärden
  - Liten effekt och höga naturvärden

## 5 Översiktlig beskrivning av utredningsområdet

I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av utredningsområdet och även en sammanfattning av tidigare kunskap om våtmarker.

### 5.1 Översiktlig beskrivning av utredningsområdet

Utredningsområdet domineras av höjdområdet File hajdar där File hajdar-täkten är belägen. File hajdar är ett av de högst belägna områdena på norra Gotland och når dryga 60 meter över havet (m ö.h.). En stor del av själva platån ligger över 50 m ö.h. Glesa kalktallskogar och alvarmarker är de dominerande naturtyperna men utöver de finns det en rad olika våtmarker på höjderna. File hajdar är i sig ett förhållandevis opåverkat område vad gäller skogsbruk och utdikningar vilket också gör det till ett område rikt på biologisk mångfald. Sluttningarna av File hajdar har i sina lägre delar en högre bonitet med ökande inslag av gran och ädellövträd. Sluttningarna är också generellt mer påverkade av skogsbruk och utdikningar. Dalgången vid Othem upptas till stor del av åkermark men i övrigt är utredningsområdet fattigt på jordbruksmark. I norra delen av File hajdar finns en del betesmark men i övrigt betas inte området. Den dominerande markanvändningen är istället skogsbruk eller ingen tydlig markanvändning alls, d.v.s. att markerna inte brukas på något tydligt sätt utan den naturliga ekologiska dynamiken dominerar. Det har sin förklaring i att en stor del av marken har eller har haft andra ändamål än jord- och skogsbruk samt att i höjdlägena är tillväxten av skog så låg att det sannolikt inte lönar sig att bedriva ett aktivt skogsbruk. Andra ändamål med markanvändningen än jord- och skogsbruk är dels täktverksamhet, d.v.s. Heidelberg Materials markinnehav, dels ett större markområde i nordväst som tidigare använts för militär verksamhet men som nu är föremål för bildning av naturreservat.

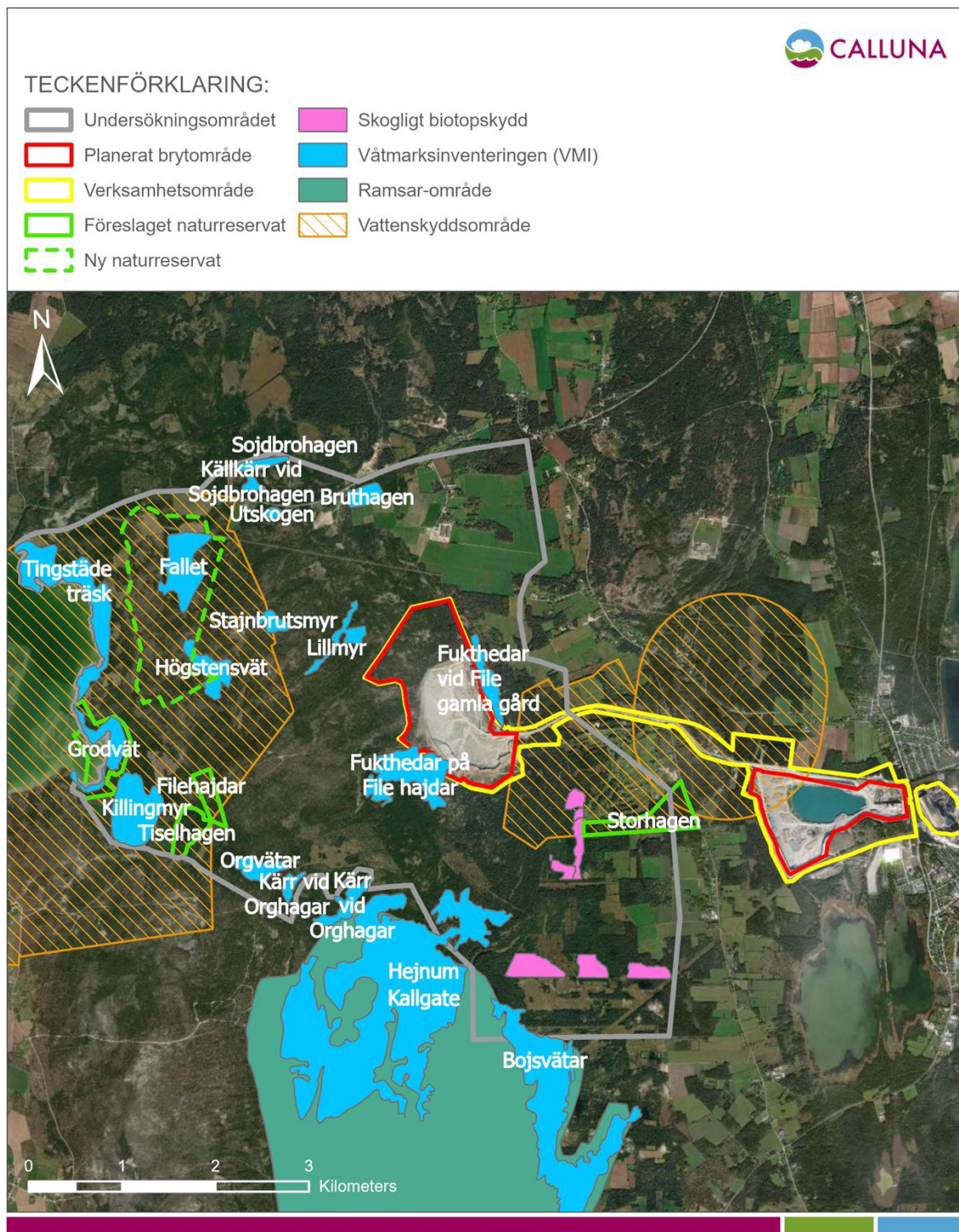
### 5.2 Skyddade områden och nationell myrskyddsplan

Inom utredningsområdet förekommer ett antal områden med olika områdesskydd, se figur 3. Det finns tre *vattenskyddsområden*: Tingstäde träsk, Othem Slite och Othem Ytings Klints.

Det finns vidare fyra *naturreservat*, varav tre också utgör Natura 2000-områden (Grodvät, Tiselhagen och Filehajdar). De nämnda naturreservaten behandlas därför endast i Natura 2000-rapporten (bilaga B7 till ansökan). Storhagens naturreservat, som ligger i dalgången mellan Othem och Boge, är däremot inte ett Natura 2000-område och omfattas av denna utredning. Vidare finns ett förslag till en utvidgning av Filehajdar naturreservat som inte ligger inom något Natura 2000-område. Det följer i stort gränsen för det tidigare militära övningsområdet på nordvästra File hajdar.

Sydost om File hajdar-täkten finns också några *skogliga biotopskyddsområden*.

Naturvårdsverket har tillsammans med länsstyrelserna i Sverige gjort ett urval av de våtmarker som bör prioriteras för skyddsåtgärder, den s.k. *myrskyddsplanen* (Naturvårdsverket 2007). Genomförandet av myrskyddsplanen kopplar till det nationella miljökvalitetsmålet "Myllrande våtmarker". Den enda delen av myrskyddsplanen som ligger utanför Natura 2000-områdena är ett rikkärr i sydsluttningen av File hajdar (område nr 6 i figur 37).



Figur 3. Förekomsten av olika områdesskydd samt objekt i den nationella våtmarksinventeringen (VMI) inom utredningsområdet. Det område som omfattas av den nationella myrskyddsplanen men som ligger utanför Natura 2000 syns på kartan som den del av Hejnum Kallgate som löper in i utredningsområdet åt nordost.

### 5.3 Befintlig kunskap om våtmarker

Det finns i huvudsak två källor till tidigare kunskap om utredningsområdets våtmarker och det är registrerade objekt från två omgångar av våtmarksinventeringen, VMI (Martinsson 1997 och 2008). Nedan följer redigerade beskrivningar av VMI-objekten med objektsnummer inom



parentes. Samtliga våtmarker framgår av figur 3. På Gotland har den första våtmarksinventeringen, som utfördes under 90-talet, kompletterats med en fördjupande inventering av rikkärr. I de fall det finns överlappande beskrivningar och naturvärdesklassning så har de som härstammar från den senare inventeringen använts, d.v.s. Martinsson (2008). Naturvärdena bedöms i VMI i en fyrgradig skala, från klass 1 till 4, där klass 1 är den högsta med störst naturvärden.

En del av resultaten från Callunas inventeringar har arbetats in i slutet av beskrivningarna för att ge en samlad bild av kunskapsläget i de redovisade våtmarkerna. Inventeringarna redovisas i större detalj i avsnitt 6 nedan.

#### **Tingstäde träsk (07J0D04)**

Norr om Natura 2000-området Grodvät finns längs Tingstäde träsk flera strandkärr och våtmarker. Dessa består av långsträckta stråk av ag, knappag, blååtrel, vass och axag. Axagkärren hyser en rik flora och här växer bl.a. knappag, slätterblomma, blodrot, kärrlilja, vildlin, tätört, majviva, kustarun, brun ögontröst, kärrknipprot och brudsporre. Bland mossorna märks späd skorpionmossa, guldspärrmossa, kärrbryum, korvskorpionmossa och kalkkamossa. Trots att markerna en längre tid stått ohävdade är vegetationen fortfarande lågväxt och har ett örtrikt innehåll. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1).

I Callunas mossinventering har en rad intressanta miljöer hittats med arter som kräver utströmmande grundvatten. Detta tillsammans med att rena källmiljöer har registrerats visar att det inte enbart är strandkärr utan också soligena kärr med grundvattenutströmning.

#### **Killingmyr (07J0D06)**

Ett ganska stort (30 ha) topogent kärr beläget söder om Tingstäde träsk. Våtmarken är dikad och avbördningen sker till Tingstäde träsk som ligger cirka en meter lägre än Killingmyr. Naturvärdesklass 3.



Figur 4. Vy över Killingmyr från norr mot söder.



Figur 5. Killingmyr är utdikad men har ett reglerbart dämme. Myren har nyligen restaurerats och vattennivån höjts men efter synpunkter från region Gotland har den sänkts igen.

### **Fukthedar vid File gamla gård (07J0E01)**

Söder om det gamla gårdsläget för File gård ligger en kalkfukthed om sju hektar med gles förekomst av träd. Svag lokal påverkan finns från körspår från traktor/skogsmaskin samt vägar som passerar fuktheden. Naturvärdet är klass 3.

I Callunas inventeringar har det konstaterats att många av de tidigare fukthedarna torkat ut och övergått till alvarmark. Endast mindre delar är nu att betrakta som kalkfukthed. Sannolikt har de påverkats av tidigare utökning av File hajdar-täkten som inneburit att en stor del av avrinningsområdet försvunnit.

### **Lillmyr (07J0E02)**

Lillmyr är en liten, topogen agmyr på fem hektar belägen ca 51 m ö.h., och som omges av i huvudsak kalktallskog. En smal lagg av mjukmattetyper finns utbildad i södra myrkanten. I floran märks nålstarr, ängsull, smalfräken, brudsporre och korvskorpionmossa. En mindre våt ligger i anslutning till myren. Vegetationen är gles med arter som gräslök, ärtstarr, ängsnycklar, gräsull, fårsvingel, kärrlilja och brudsporre. I området finns även den blåvingade gräshoppan.

I objektet ingår också ett smalt stråk av kärr och våtar väster om Lillmyr, som sträcker sig cirka en kilometer i riktning sydväst mot nordost. Dessa står i förbindelse med varandra genom en temporär bäck. En typisk slankstarrdominerad våt kan se ut som följer: slank-, ängs- och hirsstarr, ängsnycklar, blåtåtel, krissla, älvväxing, strandmaskros, revfingerört, ängsvädd, blodrot och dvärgviol. Intill bäcken tar skogen med främst tall och gran över. Typiska arter i övrigt är loppstarr, åker- och smalfräken, älvväxing, blåtåtel, älgört och skogsnycklar. Bland mossorna märks blåmossa. Både Lillmyr och stråket med våtar och kärr är orörda. Naturvärdena i området är höga (klass 2).

### Stajnbrutsmyr (07J0E03)

Den fyra hektar stora, topogena våtmarken domineras av en agmyr som omges av alvarmarker och gles kalktallskog och ligger på cirka 51 m ö.h. Kantzonerna kring myren är mycket smala och delvis näst intill obefintliga vilket innebär att agen direkt möter landvegetation istället för att det finns en övergångszon. I den norra och östra delen finns smala kantzoner med lågvuxen vegetation. Här växer bland annat axag, ag, blååtäl, loppstarr, älväxing, brudsporre, slätterblomma, blodrot, vildlin, ängsvädd, slankstarr, kärrfräken, darrgräs, vitmåra och ängsnycklar. I bottenskiktet ses arter som pösmossa, kalkkammossa och guldspärrmossa. Våtmarken berörs av en avverkning där den åldriga skogen tagits ner och där ungskog nu är på väg upp. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1).



Figur 6. Stajnbrutsmyr innehåller både agmyr och knappagkärr och det är den senare typen som dominerar. Det senare betyder att vattenregimen skiljer sig från de flesta topogena våtmarker på File hajdar och avvattning bör ske kontinuerligt under en del av vegetationsperioden. Trots det saknas kända utlopp från Stajnbrutsmyr men vid Callunas kartering har dels ett utlopp i myren identifierats genom karststrukturer och flera källmiljöer cirka 100 m. Nedströms och norr om myren. Med största sannolikhet avvattnas Stajnbrutsmyr genom ytlig karst de första hundra metrarna fram till de källmiljöerna där tillfälliga bäckar uppstår. Bilderna ovan visar till vänster innan vinterhögvatten och till höger under vinterhögvatten.

### Fukthedar på File hajdar (07J0E04)

Ett säreget område på cirka 25 ha och 50 m ö.h. breder ut sig sydväst om File hajdar-täkten. Området är mycket kargt. Tallarna står glest och däremellan finns ett ytterst tunt jordtäckte. Studerar man jordtäcktet närmare kan man finna att materialet är sorterat i ett sorts rutmönster och strängar. Detta är vad man brukar kalla uppfrysningsfenomen. Den sparsamma vegetationen består i huvudsak av blekevävar eller kalkfukthedar, vilka naturligt torkar upp och kan bli mycket torra under sommaren. Som kontrast står området tidvis under vatten vintertid. De växter som trivs här är bl.a. blodtopp, bergsskrabba, rödklint, jordtistel, fårsvingel och gräslök. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1).

Detta område utgör också den viktigaste miljön för väddnätfjäril på File hajdar och har dokumenterats noggrant av Calluna sedan 2017.



Figur 7. Sydost om File hajdar-täkten finns ett större våtmarksområde som främst består av tillfälliga våtar och domineras av kalkfukthedar och kalkfuktäng. Den nedersta bilden visar kalkfukthed under försommaren och den är redan ordentligt upptorkad i juni. Våtarna hålls öppna genom uppfrysning som gör det svårt för träd och buskar att etablera sig. Lägg märke till de blottade enbuskrötterna. Dessa har genom uppfrysning transporterats upp ovan markytan. Överst visar rikkärr som förekommer där det är som fuktigast. Rockringen i bilden används vid vegetationsinventeringar.

## Orgvåtar (07J0E05)

Våtmarksområde på dryga nio hektar bestående av en större och en mindre agmyr som har ganska smala men örtrika kantzoner. I kantzonerna växer hirsstarr, axag, blåtåtel, slankstarr, smalfräken, ängsvädd, blodrot, kärrknipprot, ängsnycklar, ag, knappag, krissla, brudsporre, kärrknipprot och kärrfräken. I bottenskiktet växer späd skorpionmossa, kärrspärrmossa, kalkkammosa och guldspärrmossa. Myren omges delvis av skog som har lång kontinuitet och inslag av en hel del åldriga tallar. Myren är dikad men diken är delvis igensatta. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1).

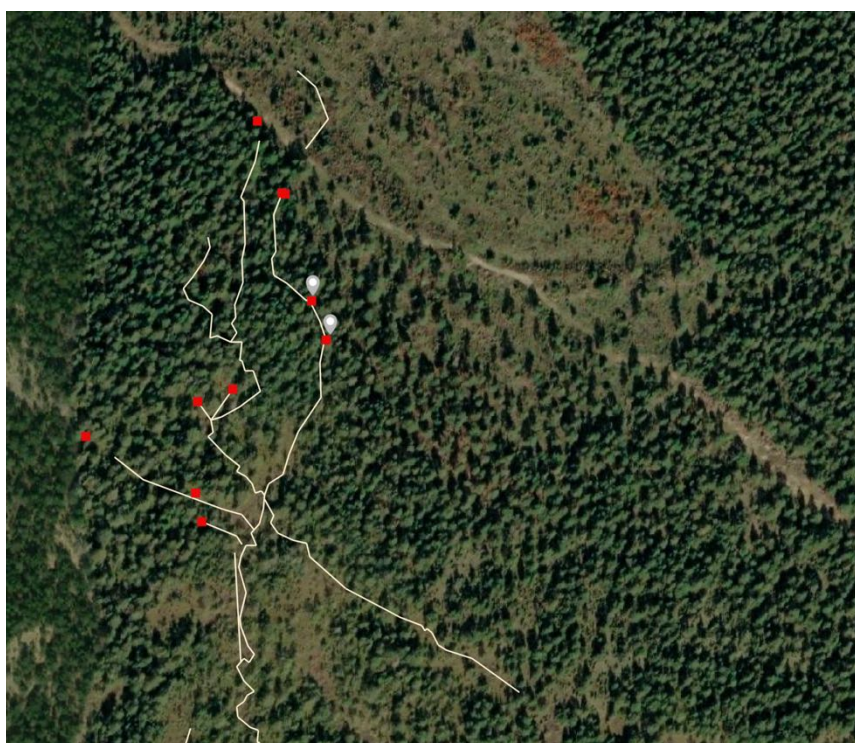


Figur 8. Orgvåtar i maj. Större delen av myren upptas av ag men i de västra delarna finns rikkärrsmiljöer och i den understa bilden kan man ana majviva i axagkärret. Orgvåtar är en dikad våtmark.

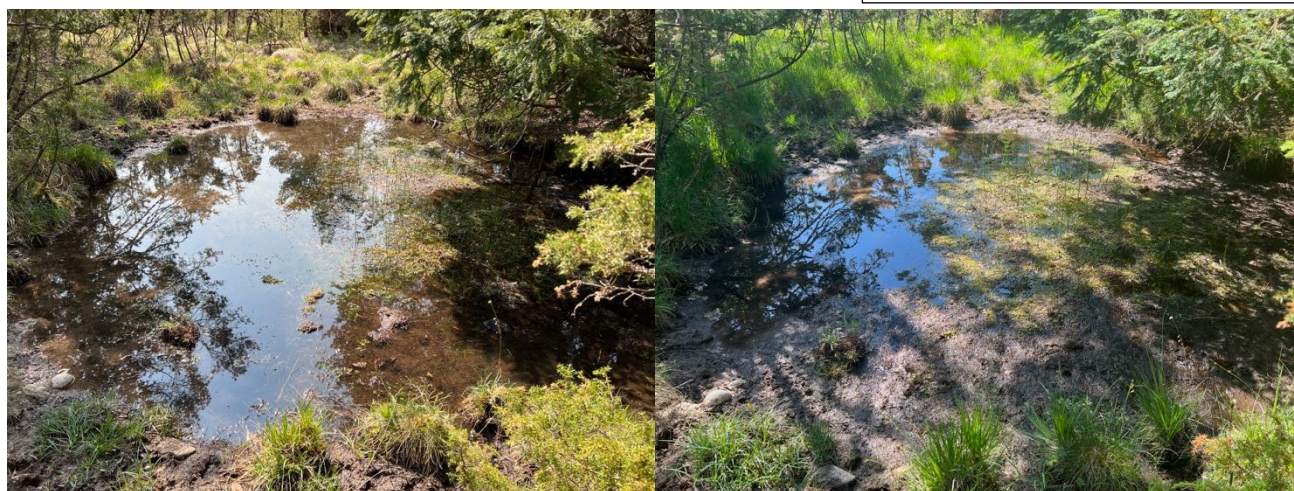
## Hejnum Kallgate – delen utanför Natura 2000 (07J0E09)

Källkärr som ligger i södra sluttningen av File hajdar. Delvis påverkad av diken i kanten av myren. Naturvärdet är mycket högt (klass 1). Källkärrret ingår i ramsarområdet Kallgate-Hejnum.

Calluna har inventerat miljöerna noga och slutsatsen är att merparten av kärret förses med grundvatten från källmiljöer nordväst om kärret, se figur 9. Vissa av dessa är mycket tydliga med både källmiljö och källbäck. Vattnet från källmiljöerna fördelar sedan ut sig i det öppna kärret och här dominerar knappagkärr och i skuggigare lägen blåtåtelkärr. Även i själva kärret finns ett par områden med källkärr. Kärret torkar dock ut på sommaren och vattenflödet i källbäckarna sinar vanligen i månadsskiftet maj–juni. Det finns dock relativt ytnära vatten vid en av källmiljöerna då den av vegetationen att döma sällan torkar ut.



Figur 9. Registrerade källor och upprinnor med källbäckflöden. De två droppliknande markeringarna visas i figur 10 och 11.



Figur 10. Den nordliga av de två källorna som markeras i figur 9. Bilden till höger är tagen i slutet av maj och till vänster i slutet av juni. Källmiljön innehåller både gäddnate och gott om kransalger vilket antyder att den sällan torkar ut.



Figur 11. Den sydliga källmiljön i figur 9. Bilden till höger är tagen i slutet av maj och bilden till vänster i slutet av juni. Som synes torkar denna miljö upp vilket även gäller för alla andra källmiljöer och källbäckar utom i källmiljön i figur 10.

### Högstensvät (07J0E10)

Högstensvät är ett 13 ha stort våtområde som ligger på det mycket karga området File hajdar. Marken täcks endast av ett tunt lager vittringsgrus och markerna är mycket flacka. I de lägre partierna består vegetationen av agmyr och i övrigt domineras våtarna av låga gräs och starr. Området är helt opåverkat av ingrepp och ligger i ett ostört läge. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1). Delar av Högstensvät föreslås avsättas som en del av Filehajdar naturreservat.

Callunas inventeringar visar att Högstensvät har en rad olika naturtyper. I de blöta centrala delarna dominerar agmyr och i omgivningarna till denna är knappagkärr och kalkfuktängar vanliga. Dessa kan också gå över i kalkfukthed. Små arealer av källpåverkade miljöer finns också och det handlar då om ytlig avrinning från omgivningen eller avrinning från Högstensvät. Likt Stajnbrutsmyr saknas Högstensvät tydligt utlopp. Dessutom går en vattendelare mellan två olika avrinningsområden i norra delen av myren där de nordvästra delarna avvattnas till Tingstäde träsk och övriga Högstensvät åt nordost och slutligen till Anerån. Precis som vid Stajnbrutsmyr avrinner Högstensvät genom ytlig karst vilket har kunnat dokumenteras under högvatten, figur 13.



Figur 12. Överst en sommarbild över centrala delen av Högstenvät och nederst en högvattenbild från november som också är tagen mot centrala delar strax norr om den tidigare bilden.





Figur 13. Tillfällig källa på hållmark genom ytlig karst och där de centrala delarna av Högstensvät avvattnas åt öster.

### **Bruthagen (07J1E04)**

Sumpskog på sju hektar med starrkärr. Påverkat av dikning. Naturvärdesklass 3.

### **Fallet (07J1E13)**

Öster om Tingståde träsk ligger ett tidigare skjutfält. Markerna är omväxlande öppna hållmarker, dikade kärr, skogsmark på fastmark och sumpskog. En ganska orörd och relativt gammal sumpskog finns inom skjutfältet. Trädslagsblandningen är stor. Gran, tall, asp, björk, ask, al och ek märks. Skogen är tät och svårframkomlig. Många träd har tydliga socklar. Ekarna är äldst. På flera av dessa växer havstulpanlav. Vegetationen består av ganska frodigt örtdominerat fältskikt. Norr om sumpskogen ansluter en mestadels öppen kärrmark med starr. Lokal påverkan finns av hyggen och dikning. Naturvärdet har klass 3.

### **Källkärr vid Sojdbrohagen (07J1E30)**

Påtagligt sluttande källmyr på 2,3 ha som har mycket höga naturvärden (klass 1). Området sluttar mot norr och i den övre, södra delen tränger vatten fram på bred front i talrika källor (ca 39 m ö.h.). Källorna ger även upphov till bäckbildning. Vegetationen uppvisar en viss tilltagande tuvighet på grund av att området under en tid stått utan beteshävd. I källorna växer klotuffmossa, guldspärrmossa, kärrbryum, korvskorpionmossa, storsilesår och fjälltärtört. I den norra delen av området finns rika förekomster av trubbtåg. Över myrytan är vanliga arter bland annat axag, kärrlilja, ängsvädd, brudsporre, piggrör, sumpnycklar, sumpgentiana, kärrtistel, kärrfräken, hirsstarr, gräsull, slätterblomma, kustarun, majviva, ängsstarr, smalfräken och

brudsporre. Källmyren hyser mindre förekomster av brun ögontröst. Myren ligger i ett område som varit beteshävdad under mycket lång tid. De senaste decennierna har hävden dock varit obefintlig. Våtmarken är påverkad av avverkningar mot kärrets sydöstra sida.

### **Sojdbrohagen (07J1E31)**

Fint långsträckt kärr på 4,4 ha med tuviga kanter och beläget på ca 38 m ö.h. Våtmarken har tidigare ingått i ett utmarksbete men beteshävden är avslutad sedan decennier tillbaka. Området är nu igenväxande. I den östra delen finns en agmyr. Kantzonerna till denna domineras av täta porsbestånd. Väster om agmyren tar lågväxt rikkärrsvegetation vid. Bottenskiktet är här rikt och örtrikedomen påfallande. Artstocken omfattar axag, blååtåtel, ängsvädd, kärllilja, slätterblomma, smalfräken, vildlin, majviva, svinrot, brudsporre, ängsnycklar, kärknipprot, älvväxing, hirsstarr, knappag, kustarun, pors, vitmåra, svinrot och kärrtistel. Just väster om agmyren finns ett litet bestånd av brun ögontröst. I bottenskiktet växer kalkkammossa, guldspärrmossa, kärrspärrmossa, kärrbryum, späd skorpionmossa och spjutmossa. Vegetationen runt källflödet är densamma som i myren i övrigt. Källpåverkan i området kan dock tydligt avläsas i vegetationen. Naturvärdena i området är mycket höga (klass 1).

### **Utskogen (07J1E32)**

Topogent kärr på 1,7 ha och 44 m ö.h. bestående av en öppen myrvidd som domineras av lågvuxen ag. Kantzonerna är breda, öppna och örtrika. Här växer axag, blååtåtel, blodrot, slätterblomma, sumpgentiana, älvväxing, smalfräken, ag, ängsvädd, knappag och hirsstarr. I bottenskiktet märks heltäckande förekomster av kärrspärrmossa och mindre förekomster av guldspärrmossa. Området är beteshävdad och vegetationen hålls väl nedbetad. Naturvärdet har klassats som högt (klass 2).

## **5.4 Våtmarker inom naturreservat**

### **Storhagens naturreservat**

Storhagens naturreservat är ett 26 ha stort skogsreservat som ligger drygt en kilometer sydost om File hajdar takten. Området utgörs av en tidigare trädklädd betesmark som vuxit igen till en barrblandskog. Centralt i reservatet rinner Anerån. Reservatet har en varierad trädslagssammansättning även om tall och bitvis gran dominerar.

### **Utökningen av Filehajdar naturreservat**

Den föreslagna utökningen av Filehajdar naturreservat har i huvudsak samma karaktär som hållmarks- och våtmarkskomplexet på File hajdar i stort har. Det utgörs av en mosaik av alvar, hållmarker, våtmarker och betespräglade kalkbarrskogar. I reservatsförslaget ligger Fallets fornby, en välbevarad järnåldersby.

Våtmarkerna i reservatet består dels av blekekärr, varav det största är Högstensvät, och dels av de utdikade våtmarkerna i norra delen av Furbjärs-området, d.v.s. Lille och Store Oxne myr. Högstensvät och de övriga blekekärren har en typisk våtmarksflora med olika orkidéer och andra våtmarksarter. I Högstensvät förekommer även den sällsynta arten väddnätfjäril, samt vanlig padda. De utdikade våtmarkerna i norra delen av Furbjärs-området hyser trots utdikningen flera typiska fuktängsarter av orkidéer och andra kärlväxter.

## **5.5 Våtmarker inom områden med skogliga biotopskydd**

I sydöstra delen av utredningsområdet finns några skogliga biotopskydd avsatta och de består i några fall av fuktigare skogsmiljöer av blandskogskaraktär. I ett fall av en mindre glänta med rikkärrsinslag.

## 5.6 Ramsarområden

Av figur 3 framgår att en mindre del av ramsarområdet Kallgate-Hejnum ingår i undersökningsområdet. Denna del innehåller rikkärr i form av sumpskog med blåtåtelkärr och öppet rikkärr med knappagkärr. Området är kraftigt dikat här rinner dels den rätade Orgbäcken som avrinner från Hejnum Kallgate Natura 2000-område samt bäcken från File hajdar.



Figur 14. Orgbäcken som visas i bilden till vänster är i området dikad men omges ändå av fuktigare skog med mycket blåtåtel och ibland även rikkärsmiljöer. Bilden är från högvattenperioden sen höst och bäcken torkar normalt ut under sommarperioden. Till höger visas också Orgbäcken under sommaren något nedströms och strax innan sammanflödet med bäcken från File hajdar. Även här är bäcken utdikad men rikkärr omger ändå bäcken i form av Knappagkärr.

## 6 Genomförda inventeringar

Det kan konstateras att befintlig kunskap från våtmarksinventeringen (VMI) inte räcker till för att genomföra utredningen. Det har två orsaker: dels ingår inte alla våtmarker i VMI, inte ens alla som skulle kunna klassas som värdefulla ingår, dels fokuserar VMI inte på grundvattenberoende våtmarker. Av denna anledning har samtliga våtmarker besökts och vegetationskarterats. I ett urval av dessa har sedan fördjupade inventeringar av kärlväxter, mossor och landsnäckor utförts. I följande avsnitt presenteras resultaten av utredningarna.

### 6.1 Kartering av vegetationstyper

#### 6.1.1. Metodik

Karteringen omfattar endast våtmarksmiljöer och samtliga förekommande inom utredningsområdet har besökts i fält. Minsta karteringsenhet för rikkärr var under inventeringen 0,1 ha medan källmiljöer inventerats oavsett storlek.

En kartering innebär att biotoper avgränsas i fält och ges ett namn utifrån ett klassificeringssystem. I detta fall har egentligen två klassificeringssystem använts. Det första klassificeringssystemet bygger på EU:s klassificeringssystem av Natura 2000-naturtyper (Naturvårdsverket 2011a-f). Det är också det system som valts av SGU för att identifiera vilka naturtyper som inom vattenförvaltningen bör prioriteras vid uppföljning av mänsklig påverkan på grundvatten (Werner och Collinder 2011, 2014, 2015). För rikkärr räcker inte denna uppdelning. Rikkärren är en heterogen naturtyp och för denna utredning har det varit nödvändigt att bryta ner rikkärren i olika mer homogena vegetationstyper för att på så vis ge dem en tydligare koppling till de ekologiska faktorer som förklarar deras förekomst. För detta ändamål har Nordiska Ministerrådets "Vegetationstyper i Norden" (Påhlsson (red) 1998) använts som utgångspunkt. Den har en tydligare koppling till ekologiska faktorer och har dessutom använts för både våtmarksinventeringen och rikkärrens inventeringen på Gotland (Martinsson 1997 och 2008). Den indelning som gjorts är förenklad för att passa karteringens syfte och rikkärr har därför delats upp i fyra vegetationstyper: *axagkärr*, *knappagkärr*, *lågstarrkärr* och *blåtåtelkärr*. Utöver dessa finns det alltid övergångar eller blandningar mellan kärrentyperna vilket då har angivits. Särskilt vanligt i Hejnum Kallgate-området är en form av blandkärr med knappag och axag och där särskilt hybriden mellan arterna är vanligt förekommande.

Naturtypen 6410 har avgränsats i denna kartering till endast den ena av de två undertyperna, och det är fuktängar på neutrala till kalkrika jordar. Den kallas också konsekvent för kalkfuktäng för att markera avgränsningen.

Den på Gotland och Öland vanligt förekommande naturtypen vätar, alvarvätar eller blekevätar kallas i denna kartering för kalkfukthet. Det handlar om temporära våtmarker som svämms på vintern men som under sommaren torkar upp och blir mycket torra. Trots upptorkningen på sommaren får de en speciell vegetation tack vare blötläggningen i början och i slutet av vegetationsperioden. Det finns ingen motsvarande Natura 2000-naturtyp. Inom Natura 2000-systemet finns endast fukthedar av klocklungstyp.

När det gäller naturtypsindelning ska slutligen nämnas att våtmarker också kan vara starkt påverkade av exempelvis dikning eller till och med tidigare uppodling vilket medför att vegetationen ser annorlunda ut. Dessa typer omfattas inte av någon Natura 2000-naturtyp och har i denna kartering namngivits som dikad myr.

Av tabell 2 framgår den klassning av våtmarker som använts vid karteringen och vad de motsvarar i andra klassningssystem.

Tabell 2. Vegetationstyper som använts vid karteringen och deras motsvarigheter inom Natura 2000-naturtyper (Naturvårdsverket 2011a-b) samt Nordiska ministerrådet (Påhlsson 1994).

Namn på vegetationstyp	Motsvarighet i Natura 2000-naturtyp	Motsvarighet i Vegetationstyper i Norden
Agmyr	7210 Agkärr	Agmyr
Kalktuffkällor	7220 Kalktuffkällor	–
Knappagkärr	7230 Rikkärr	Knappagkärr
Axagkärr	7230 Rikkärr	Axagkärr
Blåtåtelkärr	7230 Rikkärr	Blåtåtelkärr
Lågstarrkärr	7230 Rikkärr	Lågstarrkärr
Kalkfuktäng	6410 Fuktäng	Fuktäng av blåtåteltyp
Kalkfukthed (blekevät)	–	Vätar
Dikad eller kraftigt omvandlad myr	Ej Natura-naturtyp	–

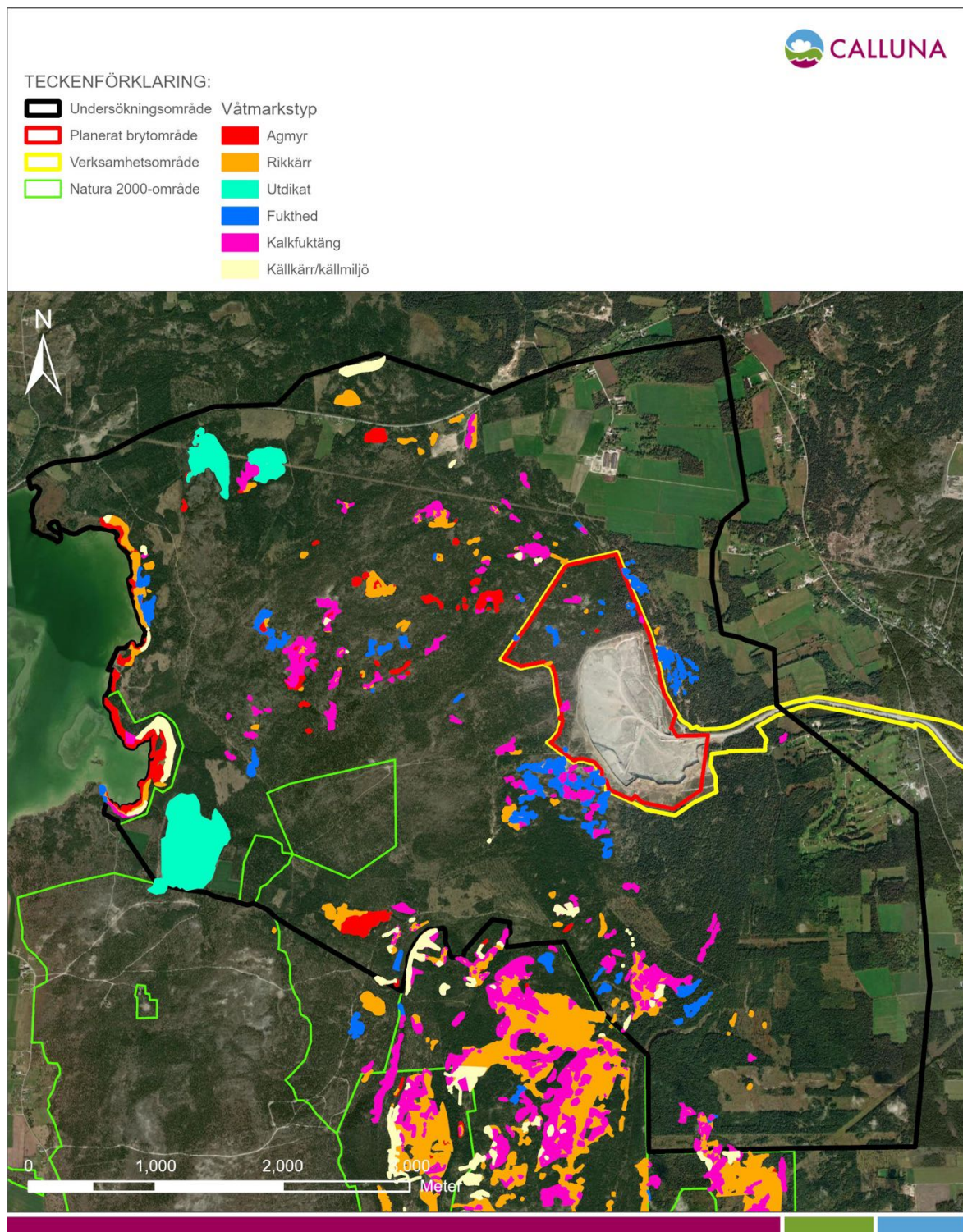
### 6.1.2. Resultat

Totalt har drygt 200 våtmarker karterats inom hela utredningsområdet och dessa har i sin tur delats upp i ca 350 olika delområden utifrån vegetationstyp. Resultatet av karteringen framgår av figur 15 samt tabell 3. Som synes finns det relativt stora arealer våtmarker på File hajdar och de förekommer relativt spritt, förutom i ett större område med mycket alvarmark väster om File hajdar-täkten.

Den största våtmarken är Killingmyr på knappt 30 ha, vilken är klassad som dikad myr. Lille och store Oxnemyr som ligger i norra delen inom föreslagen utvidgning av Filehajdar naturreservat kommer därefter med knappt 13 ha tillsammans, även denna våtmark klassas som dikad. Därefter märks källkärret på södra File hajdar med 10,3 ha (område 6 figur 37) som också ingår i myrskyddsplanen och den fjärde största är Högstensvät med 8,3 ha och femte Orgvätar med 7 ha.

Uppe på File hajdars höjdområde är det tydligt att det finns ett kluster av våtmarker och där ingår bland annat Högstensvät, Stajnbrutsmyr (ca 2 ha) och Lillmyr (ca 2 ha). Det finns också ett kluster av våtmarker längs Tingstädeåsen där Sojdbrohagen är det finaste exemplet i form av ett källkärr. Längs med Tingstäde träsk förekommer en serie av våtmarker. De flesta är knutna till den hydrologiska regim som träsket medför men det finns också flera källkärr och upprinnor i området. På östra sidan av File hajdar-täkten finns i sluttningarna flera kalkfukthedar men det viktigaste våtmarksområdet är vätarna sydost om täkten som består av kalkfukthedar, kalkfuktängar och en mindre areal rikkärr. I dalgången mellan Hejnum hällar och File hajdar ligger utöver Orgvätar ett antal små men värdefulla våtmarker. Ett par av dem utgörs av kalktuffkällor vilket är en mycket ovanlig och skyddsvärd vegetationstyp. Slutligen, i de södra sluttningarna av File hajdar, finns det ett kluster av våtmarker med en stor variation vad gäller vegetationstyp. Här förekommer rena källkärr men också kalkfukthed, agmyr och kalkfuktäng.

Totalt finns det drygt 155 ha våtmarker inom utredningsområdet. De vanligaste vegetationstyperna utgörs av dikad myr (41,3 ha), rikkärr (27,7 ha) och kalkfuktäng (27,6 ha). Därefter kommer kalkfukthed (25,8 ha) och agmyr (24,4 ha). Arealen källpåverkade rikkärr är knappt 8,8 ha och antalet kalktuffkällor är 6 st.



Figur 15. Våtmarkstyper på File hajdar som har inventerats mellan åren 2020–2023.

Tabell 3. Resultat av karteringen av vegetationstyper inom utredningsområdet som framgår av figur 15.

Vegetationstyp	Areal (ha)/antal (st)
Agmyr	24,4
Kalktuffkällor	6 st
Rikkärr utan källpåverkan	27,7
Rikkärr med källkärr (axagkärr)	8,8
Kalkfuktäng	27,6
Kalkfukthed (blekevät)	25,8
Dikad eller kraftigt omvandlad myr	41,3
<b>Summa</b>	<b>155,6</b>

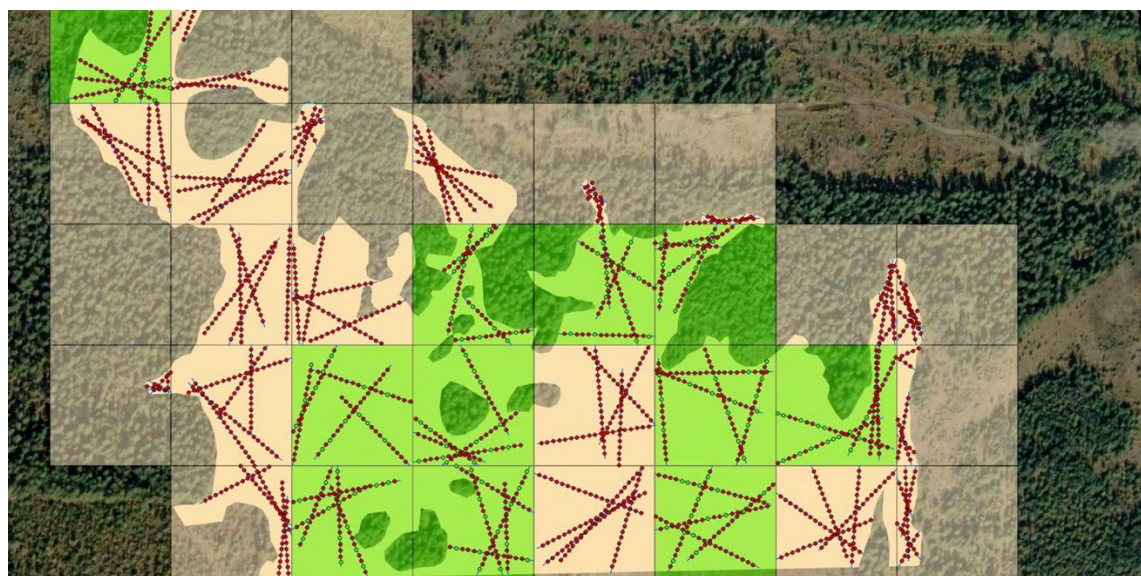
## 6.2 Inventering av kärlväxter

Kärlväxter är viktiga i rikkärr, inte minst för att den speciella artsammansättningen är huvudkomponent för de olika vegetationstyper som bildar naturtypen rikkärr. Flera kärlväxter är också typiska för källmiljöer och därmed goda indikatorer för grundvattenutströmning.

### 6.2.1. Metodik

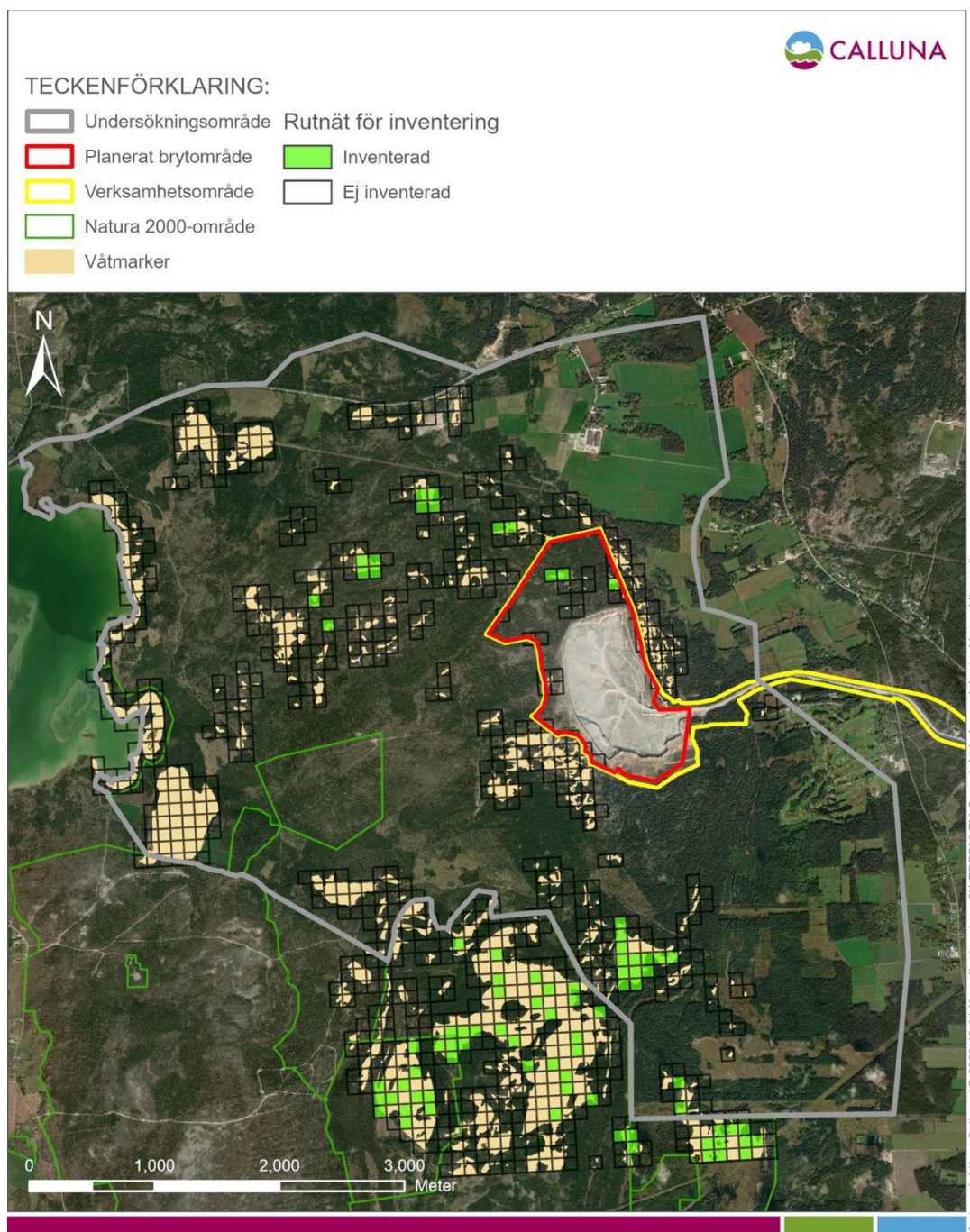
Som en kvantitativ komplettering och fördjupning till vegetationskarteringen har det under 2023 gjorts en kärlväxtinventering av rikkärrsmiljöer i Natura 2000-områdena Bojsvatar, Kallgatburg och Hejnum Kallgate samt uppe på File hajdar. Valet av att enbart inventera rikkärrsmiljöer är att de generellt är känsligare för förändringar av grundvattenutströmning i jämförelse med kalkfuktängar och kalkfukthedar. De är också betydligt artrikare än exempelvis agmyrar.

Den kvantitativa undersökningen av kärlväxtfloran har gjorts för att öka kunskapen om artsammansättningen i rikkärren och möjliggör också att långsiktigt kunna följa utvecklingen i artsammansättning och täckningsgrad av kärlväxter i Natura 2000-områdena och på File hajdar. Den har också skett i syfte att erhålla underlag för bedömningen av skyddsvärdet, d.v.s. hur naturvärdena förhåller sig mellan olika rikkärr.



Figur 16. Exempel på utslumpade transekter och systematiskt utlagda inventeringspunkter inom varje hektarsruta. De gröna punkterna representerar provpunkter som inventerats med en rockring.

Urvalet av provytor gjordes systematiskt med hjälp av hektarsrutor (100x100m) med slumpmässigt utlagda transekt, där provytor placerades var femte meter, se vidare figur 16 och 17 över var och hur inventeringen har ägt rum. För utslumpningen av transekt användes en algoritm som automatiskt slumpar ut linjer som är långa men samtidigt inte ligger för nära varandra. Detta utfördes för att öka representativiteten av undersökningen samt för att undvika alltför mycket så kallade kanteffekter. Med "kanteffekter" menas att florin i gränsområden mellan olika vegetationstyper präglas av att ligga i en gränsszon och därför inte brukar vara lika väl utvecklade som mer centralt i en vegetationstyp. Eftersom inventeringen har som syfte att dokumentera rikkärr är det viktigt att reducera kanteffekterna.



Figur 17. Kartan visar inom vilka områden som inventering skett i hektarsrutor. Inom hektarsrutorna har provytor längs utslumpade transekt inventerats med hjälp av vanliga rockringar.

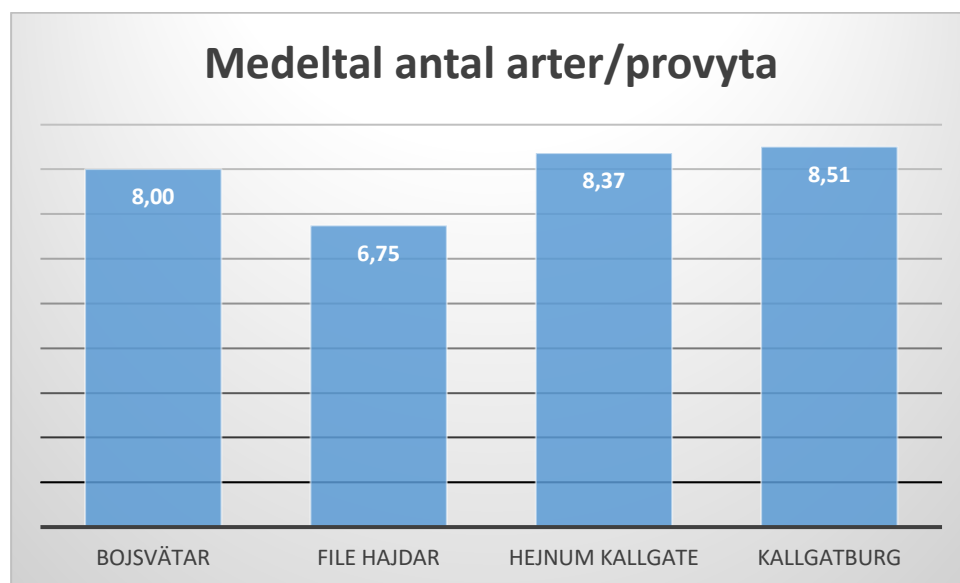


Provytorna längs transekterna bestod av rockringar med en inre diameter på 80 cm vilket motsvarar ca 0,5 m<sup>2</sup>. Minst 15 rockringar har inventerats i varje hektarsruta och varje kärlväxtarts täckningsgrad har uppskattats i hela procenttal ner till minsta klassen "under en procent". Bestämning av kärlväxtarter har utförts i fält med hjälp av Mossbergs Nordiska floran.

## 6.2.2. Resultat

Totalt har 1269 rockringar analyserats varav 345 rör File hajdar. Inte oväntat är det de vegetationstypbildande arterna som är vanligast och dominerar i materialet. Till dessa hör de tre starrarterna slankstarr, hirsstarr och ängsstarr som alla förekommer mycket frekvent, samt gräset blåtåtel. Även knappag hör till de vanligare arterna medan axag är ovanligare. Bland örter sticker blodrot ut och är vanligt förekommande. Av de typiska rikkärsarterna utanför den beståndsbildande arten axag är majviva den vanligaste men har trots det en allmänt låg frekvens. Rikkärsarter som i högre grad än majviva är beroende av källflöden är mycket ovanliga och exempelvis tätört och vissa orkidéer som luktsporre lyser i stort sett med sin frånvaro.

När det gäller skillnader mellan Natura 2000-områdena och File hajdar kan det konstateras att File hajdars rikkärr är markant artfattigare med ett genomsnittligt artantal på 6,75 arter per provruta (rockring). Detta ska jämföras med Natura 2000-områdena som alla ligger över 8 arter per provyta (figur 18). Artrikast är Kallgatburg och därefter Hejnum Kallgate. Bojsvåtar är något mer likformig. Kallgatburg stiucker också ut vad gäller förekomsten av typiska arter där exempelvis gräsull är betydligt vanligare än i andra områden.



Figur 18. Antalet arter i medeltal som registrerats vid inventeringen av provytor på File hajdar samt i Natura 2000-områden.

Den slutsats som kan dras av materialet är att rikkärren på File hajdar är relativt sett artfattigare än i omgivande Natura 2000-områden med endast ett fåtal arter i medeltal per rockring och att det då handlar om de vanligaste arterna som förekommer. Exklusivare rikkärsarter, d.v.s. typiska arterna slankstarr och axag borträknade, är mycket sällsynta om de ens förekommer. Anledningen till denna generella bild är sannolikt bristen på permanent utflödande grundvatten och att den period när utflöden ändå sker är relativt begränsad, d.v.s. rikkärren torkar ganska snabbt upp under våren.

### 6.3 Inventering av mossor

Rikkärr och källmiljöer är båda artrika miljöer som karakteriseras av kalkgynnade och fuktighetskrävande arter. Alla rikkärr är känsliga för förändringar i vattenståndets fluktuationer men när det kommer till grundvattensänkning och minskad grundvattenutströmning bedöms källmiljöer och arter knutna till den miljön ha högst känslighet. Eftersom mossor saknar rotsystem utgör mossor utmärkta indikatorer på ytlig källpåverkan och kan användas för att identifiera källmiljöer.

#### 6.3.1. Metodik

Under de senaste två åren har mossfloran undersökts i våtmarkerna på File hajdar. Inventeringarna har varit heltäckande vad gäller rikkärr och källmiljöer vilket innebär att samtliga våtmarker undersökts. Särskild vikt har fästs vid att registrera mossor som indikerar grundvattenflöden. Mossinventeringen har bestått i att inventera artförekomst genom att aktivt söka efter variationer i rikkärret som är viktiga för olika arter. Indikatorarter har använts för att identifiera källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer (Calluna internt material, Naturvårdsverket 2017a-b, Hallingbäck et.al. 2006, Hallingbäck 2008, Hedenäs et.al. 2014).

Källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer har definierats som:

- Källmiljöer och andra miljöer med källberoende och/eller kalkgynnade mossor
- Miljöer med tydlig ytlig källpåverkan med rikligt av fuktighetskrävande mossor men som saknar kalkgynnade och källberoende arter

Källberoende arter: Klotuffmossa *Palustriella falcata*, kamtuffmossa *Palustriella commutata*, kalkkällmossa *Philonotis calcarea*.

Kalkgynnade mossor (arter som kräver ytlig källpåverkan eller fuktiga-våta miljöer året om): Källtuffmossa *Cratoneuron filicinum*, stor skedmossa *Calliergon giganteum*, källgräsmossa *Brachythecium rivulare*, stor näckmossa *Fontinalis antipyretica*, bandpraktmossa *Plagiomnium elatum*, källflikmossa *Leiocolea bantriensis*.

Fuktighetskrävande mossor (väl spridd förekomst indikerar att kärret är fuktigt under större delen av året, och sällan torkar ut längre perioder): Späd skorpionmossa *Scorpidium cossonii*, korvskorpionmossa *Scorpidium scorpioides* och spjutmossa *Calliergonella cuspidata* (gäller främst i öppna miljöer).

År 2023 kompletterades mossinventeringen med en kvantitativ undersökning av mossfloran på samma sätt som för kärlväxter, d.v.s. i rockringar i provpunkter längs utslumpade transekter (arternas täckningsgrad och frekvens).

#### 6.3.2. Resultat

Till följd av de speciella hydrologiska och geologiska betingelserna på Gotland finns här en mossflora som skiljer sig från rikkärr i övriga delar av Sverige (Martinsson 1997). Mossfloran karakteriseras av att de flesta rikkärren torkar ut om sommaren och utgörs därför av arter som under perioder tål uttorkning. I rikkärren på Gotland är kalkhalten i kärren ofta högre än i övriga delar av Sverige (Martinsson 2008) och en stor andel av kärren torkar tillfälligt ut sommartid. Det finns även kärr som aldrig torkar ut eller som har tillgång till rörligt markvatten under stor del av året, så kallade källkärr. Gentemot andra myrtyper skiljer sig artinnehållet i källkärr markant och betraktas ofta som en egen myrtyp skilt från rikkärren (Påhlsson 1994). De gotländska källkärren skiljer sig från källkärr i andra delar av Sverige genom en annan artuppsättning till följd av att grundvattnet är extremt kalkrikt. När det kalkrika grundvattnet kommer i kontakt med markytan och växtlighet, fälls kalciumkarbonat ut och kan bilda kalkslam och under vissa förhållande kalktuff. Det finns även källkärr med mer diffus källpåverkan i form av rörligt markvatten, utan källor. Dessa kärr karakteriseras av ett homogent fältskikt med axag och en avsaknad av mer specialiserade arter som kräver ytlig grundvattenpåverkan. Källkärr

med tydlig källpåverkan eller källor med konstant utsipprande kallt och kalkrikt vatten är båda sällsynta och mycket skyddsvärda miljöer på Gotland (Martinsson 1997).

Alla rikkärr, källmiljöer och mossor i våtmarker har en gemensam faktor, nämligen att de är känsliga för förändringar i hydrologin. Vattenfluktuationer är en form av återkommande störning och denna störning med varierande vattenstånd är den i särklass största enskilt strukturerande faktorn för i princip alla typer av våtmarker (Keddy 2000). När det kommer till grundvattensänkning och minskad grundvattenutströmning bedöms källmiljöer och arter knutna till den miljön ha högst känslighet av alla myrtyper. Bland källmiljöerna utgör källkärr av palustriella-typ (tuffmossor) med klotuffmossa *Palustriella falcata* och kamtuffmossa *Palustriella commutata* sannolikt den känsligaste naturtypen eftersom arterna kräver att flödet av ytligt kalkrikt grundvatten aldrig sinar helt, utan är i princip ständigt vattenförande (Martinsson 1997). Förekomsten av sådana hydrologiskt känsliga mossor kan därför användas för att på ett biologiskt sätt analysera grundvattennivåer och grundvattenutströmning.

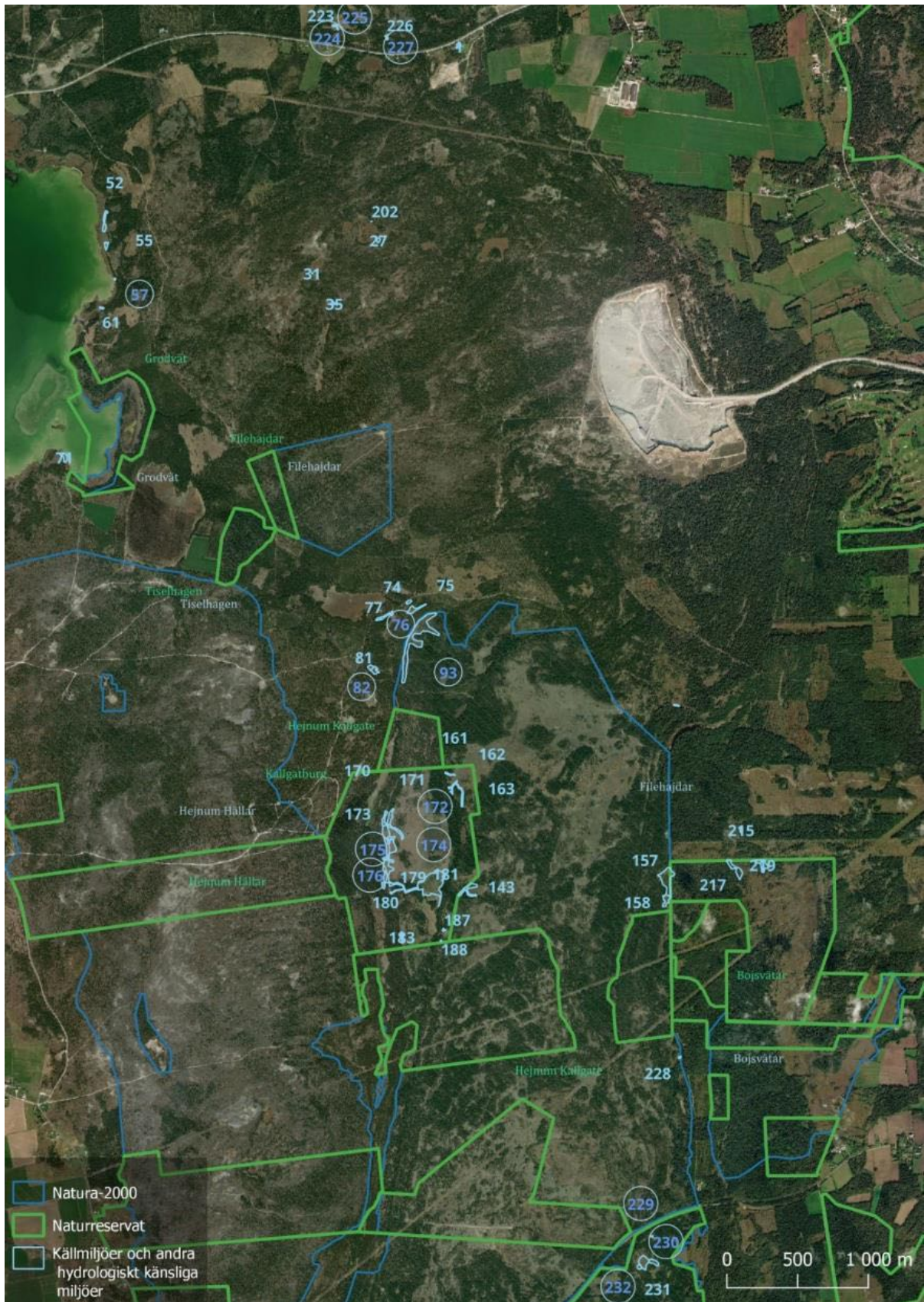
Mossfloran på File hajdar varierar mycket mellan de olika rikkärren men utgörs till största del av rikkärrsarter som tål perioder av uttorkning. Det finns även rikkärr med arter som är mer knutna till blekevåtar (fukthedar). Mossor som är känsliga för uttorkning såsom späd skorpionmossa och korvskorpionmossa förekommer allmänt i flera av kärren vilket indikerar att de är fuktiga under stora delar av året. Endast ett fåtal källmiljöer, påverkade av ytligt grundvatten, hittades uppe på höjden vid File hajdar och källmiljöerna har där en mossflora som indikerar att flödet sinar vid låga grundvattennivåer. En källa dominerad av spjutmossa förekommer dock uppe på höjdområdet (figur 19). I de mer låglänta norra delarna förekommer en artificiell källsjö med källberoende och källgynnade arter och flera naturliga källor med mossor typiska för kalktuffkällor.

Kärren nordost om Hejnum Kallgate, d.v.s. de som ligger i sydsluttningarna av File hajdar, har en mycket låg täckningsgrad av typiska rikkärrsarter (ej kalkkammossa) och få fuktighetskrävande arter vilket troligen beror på att området torkar upp relativt tidigt och har ett slutet fältskikt med rikligt av fjolårsförna. Flera områden nära strandvallen har en källgynnad mossflora som indikerar tillfällig källpåverkan av ytligt grundvatten. Utmed strandvallen finns dock några områden med en källberoende mossflora och ett väl utvecklat mossamhälle knutet till kalktuffkällor, vilket indikerar att områdena är vattenförande året om.

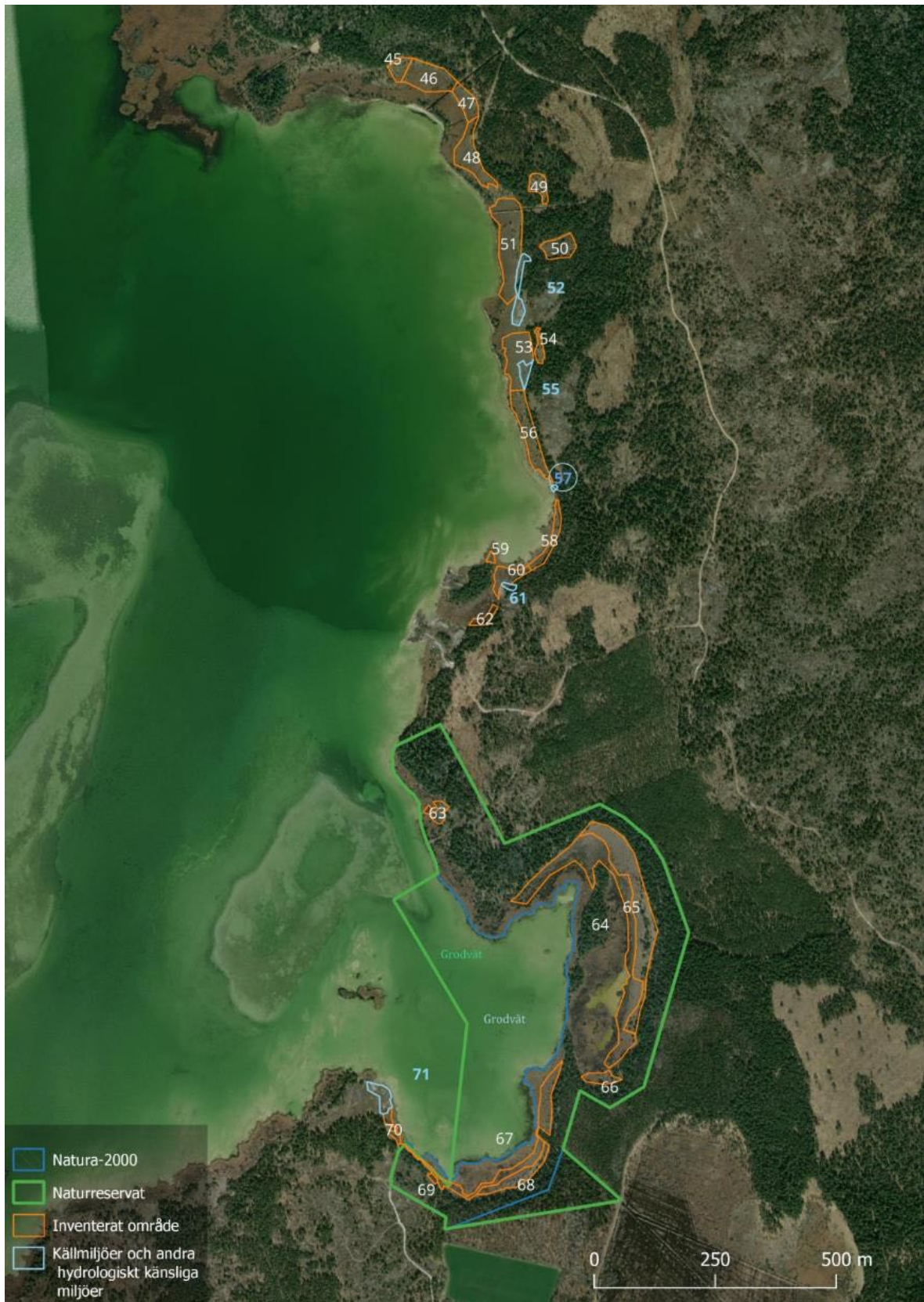
Kärren vid Orgvåtar och Djupdal, har en mossflora dominerad av typiska rikkärrsarter med några kärr som torkar ut tidigt, men framför allt flertalet kärr med ytlig påverkan av grundvatten och översvämningar från Orgbäcken.

I sluttningarna ner mot Tingstäde träsk och i kanten av Tingstäde träsk finns flera kärr och källmiljöer av större intresse (figur 20). Rikliga förekomster av korvskorpionmossa ute i knappagskärren och spridda förekomster av späd skorpionmossa i skogskanten indikerar att många av kärren i området sällan torkar ut helt. Flera områden har en mossflora med klotuffmossa som indikerar tillfällig källpåverkan av ytligt grundvatten. Ett område har ett väl utvecklat mossamhälle knutet till kalktuffkällor.

Vid Tingstäde träsk finns också en källmiljö belägen i östra kanten av sjön. Den består av en liten källa i skogskanten som skapar en liten men tydligt vattenförande källbäck. Mossfloran i källan domineras av späd skorpionmossa, kärrbryum *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum*, korvskorpionmossa och klotuffmossa. Även guldspärrmossa *Campylium stellatum* och stor fickmossa *Fissidens adianthoides* förekom frekvent men i lägre täckningsgrad. Där källan rinner upp under träden finns källgräsmossa, kalltuffmossa, stor skedmossa och spjutmossa *Calliergonella cuspidata* men dessa saknas i den öppna delen av källan. På torrare tuvor som inte direkt påverkas av källflödet växte allmänt med kalkkammossa *Ctenidium molluscum*. Fetbålmossa, kärrmörkia *Moerckia flotoviana* och kärrspärrmossa *Campyliadelphus elodes* förekom sparsamt i källan med en låg täckningsgrad.



Figur 19. Karta med identifierade källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer vid Filehajar. Områden med inringade blå etiketter är klassade som kalktuffkälla.



Figur 20. Översiktskarta med identifierade källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer öster om Tingstäde träsk (Grodvät). Områden med inringade blå etiketter är klassade som kalktuffkälla.

## 6.4 Inventering av landsnäckor

Landsnäckor är en grupp av mollusker som trivs i kalkrika miljöer. Det har givetvis en delförklaring i att de använder kalcium för skaluppbyggnad. Tillsammans med mossor och kärleväxter utgör landsnäckor ypperliga indikatorer för rikkärrsmiljöer. Flera arter kräver kalkrika miljöer och är dessutom mycket känsliga för uttorkning. Fokus har varit på dessa under inventeringarna.

### 6.4.1. Metodik

Under juli 2021 samt november 2022 undersöktes landmolluskfaunan på åtta respektive sex rikkärrslokaler i området File hajdar – Hejnum Kallgate. Inventeringarna har genomförts av Ted von Proschwitz, Göteborgs Naturhistoriska Museum. Fem av de besökta lokalerna ligger inom utredningsområdet på File hajdar (figur 21).

Provtagningen genomfördes med kvantitativ sällningsmetodik. En 40 m lång provtagningslinje (transekt) lades ut i biotopen så att den väl täckte in dennas karaktär. Kompassriktningen för transekten från utgångspunkten bestämdes för att provtagningen skulle bli exakt identisk vid nästa provtagningsstillfälle. På linjen väljs slumpmässigt 10 rutor om 2,5 x 2,5 m ut. Inom varje sådan ruta väljs sedan en småruta om 25 x 25 cm ut, och i den sällas all markförna genom ett förnasåll med maskvidd 1–0,5 cm. Det sammanslagna sällgodset från smårutorna tas in på laboratoriet för torkning, varefter det fraktioneras och snäckorna plockas ut manuellt med pincett under förstoringsglas. Sällprovstagningen kompletteras i fält med bankning av förna i metallbunke och direktinsamling i biotopen. Snäckorna artbestäms och klassificeras i levande/tomskal. Arternas förekomst anges med relativa abundansvärden. En enkel kolorimetisk pH-mätning med universalindikatorvätska gjordes på det våta sällprovet.

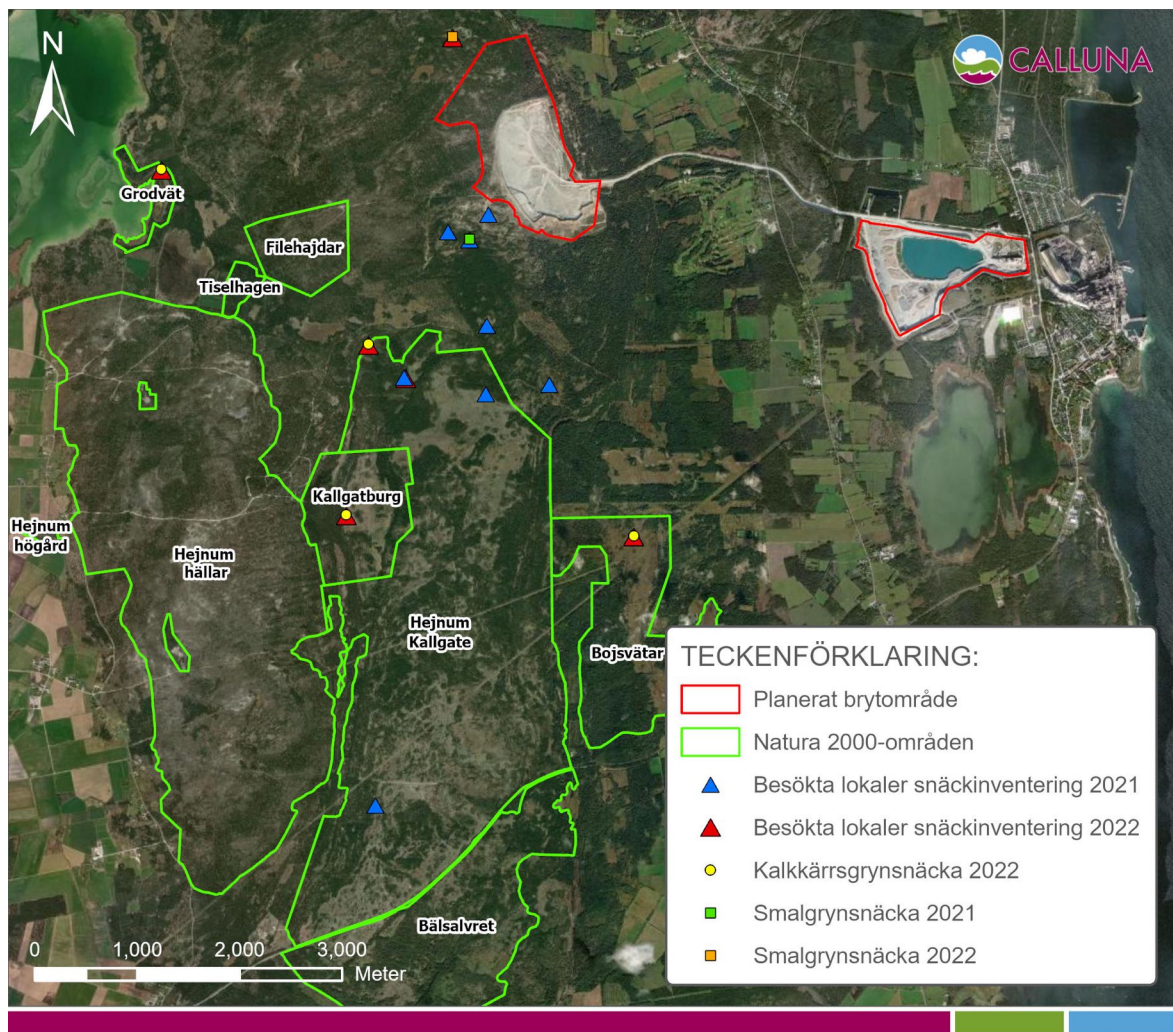
### 6.4.2. Resultat

Samtliga undersökta objekt utgörs av rikkärr där miljön inte är optimal och påverkan på molluskfaunan är påtaglig. Två för rikkärren på Gotland karakteristiska arter *Quickella arenaria* (rödskalig bärnstenssnäcka) och *Pupilla pratensis* (kärrpuppsnäcka) anträffades i nästan samtliga de undersökta kärren – men ingen av dessa arter är beroende av kontinuerlig hydrologi. Nästan samtliga objekt var torra till mycket torra vid undersökningstillfället, och visade tecken på att långa torrperioder varit vanligt förekommande också under tidigare år.

Följande punkter bör framhållas:

- 1) Flera arter (även på Gotland vanliga hygrofila snäckarter) saknades i flera av kärren.
- 2) När dessa arter påträffades var det nästan enbart som tomskal.
- 3) Trots att tomma snäckskal normalt bevaras länge efter att djuret dött i den kalkrika miljön på Gotland saknades sådana belägg för att arterna tidigare förekommit på flera av lokalerna.
- 4) Artantalet är, trots att biotoperna kunde förväntas hysa fler arter, lågt–mycket lågt.

Påfallande är också att den på Gotland tämligen allmänna *Vertigo angustior* (smalgrynsnäcka) endast kunde påvisas i två lokaler. Karakteristiskt är också att en av de känsligaste, och för rikkärr med kontinuerligt god och stabil hydrologi typiska, arten *Vertigo geyeri* (kalkkärrsgrynsnäcka) saknas helt i området. Arten är, trots den goda tillgången på kalk, ovanlig på Gotland p.g.a. att de flesta kärrbiotoper inte når upp till artens hydrologiska krav. Biotoperna i det nu undersökta området liknar därmed rikkärren på många andra håll på ön.



Figur 21. Inventerade områden och fynd av smalgrynsnäcka och kalkkärrgrynsnäcka vid inventeringar 2021 och 2022.

## 7 Utredningsområdets förutsättningar

I detta kapitel beskrivs förutsättningarna för utredningsområdet. File hajdar-området är ett av Sveriges geologiskt och hydrogeologiskt mest välundersökta områden. Flera texter kommer från och bygger på underlagen i de hydrogeologiska och hydrologiska utredningarna (bilaga B3 respektive B6 till ansökan). Texterna har skrivits av WSP, Bergab och Calluna var för sig men också gemensamt.

För en närmare beskrivning av förutsättningarna för utredningsområdet, se bilaga B3 och B6 till ansökan.

### 7.1 Klimat

Gotland har ett kustklimat med tämligen milda höstar och vintrar medan vårarna och sommaren är något kyligare. Årsmedeltemperaturen på nordöstra Gotland är +8,3 grader för perioden 1995–2020. Årsmedelnederbörden under samma period uppgår till cirka 640 mm per år. Under perioden september till mars regnar det generellt mer än det avdunstar vilket ger ett vattenöverskott i landskapet. Under perioden april till augusti är evapotranspirationen<sup>1</sup> större eller i nivå med nederbörden och det finns därför ett "vattenunderskott" vilket resulterar i torrlagda vattendrag och upptorkande våtmarker.

Klimatförändringen har redan inneburit att växtsäsongen på Gotland har förlängts och sannolikheten för värmeböljor, kraftig nederbörd och torka har ökat. I ett framtida varmare klimat kommer den här typen av förändringar att bli ännu vanligare och kraftigare, både globalt och i Sverige (SMHI 2023). Enligt SMHI:s utredning (SMHI 2023) beräknas vinterhalvåret i området bli blötare och sommarhalvåret torrare. I scenariot RCP4.5 och under perioden 2021–2050 beräknas nederbörden öka för de flesta av årets månader. Till följd av en ökad temperatur och därmed förlängd växtsäsong beräknas även avdunstningen att öka. Det innebär sammantaget att nettonederbörden bedöms öka under vinterhalvåret och minska under sommarhalvåret. Det leder till att framför allt månaderna april och augusti beräknas få relativt kraftigt minskad nettonederbörd. I samma scenario, RCP4,5, och perioden 2071–2100 beräknas nederbörden öka för alla årets månader men det gäller också avdunstningen. Sammantaget beräknas vinterhalvåret bli blötare och sommarhalvåret torrare.

### 7.2 Markanvändning

Skogsbruk och till viss del bete är den dominerande markanvändningen idag och har så varit även historiskt. File hajdar har också en historia som militärt övningsområde vilket fortfarande kan ses i form av hjulspår ute i många av våtmarkerna (figur 22). Dessa hjulspår bildar på sina håll vattenvägar och innebär att våtmarker dräneras snabbare och i vissa fall avvattnas åt andra håll än den naturliga avrinningen.

Generellt bedrivs skogsbruk på de delar där jordtäcket är djupare, vilket är i sluttningarna av File hajdar. Uppe på höjderna bedrivs i princip inget skogsbruk och området är därför inte påverkat av moderna skogsbruksmetoder vilket är en bidragande orsak till den höga biologiska mångfalden. Där det bedrivs skogsbruk är tillväxten i allmänhet låg men i samband med tjockare jordtäckan vid svallsediment kan tallarna bli ganska stora. Dessa delar brukas därför mer intensivt av skogsbruk.

Betesdriften är inte omfattande på File hajdar. Endast två mindre områden betas. Det ena är färbeten i norra delen av File hajdar, strax söder om väg 147 och kring Fallets fornby, samt

<sup>1</sup> Evapotranspiration är summan av avdunstning och växternas transpiration, andning.



mindre delar betesmark som ligger i anslutning till det betade Natura 2000-området Hejnum Kallgate.



Figur 22. De flesta våtmarker på File hajdar har körsador efter terränggående fordon. En del av de är mycket gamla, som den på bilden, och kan härröra från exempelvis gamla militära övningar.

Dikning har främst gjorts i sluttningarna av File hajdar och nedanför höjdområdet vilket gör att de flesta våtmarker uppe på File hajdar är relativt opåverkade.

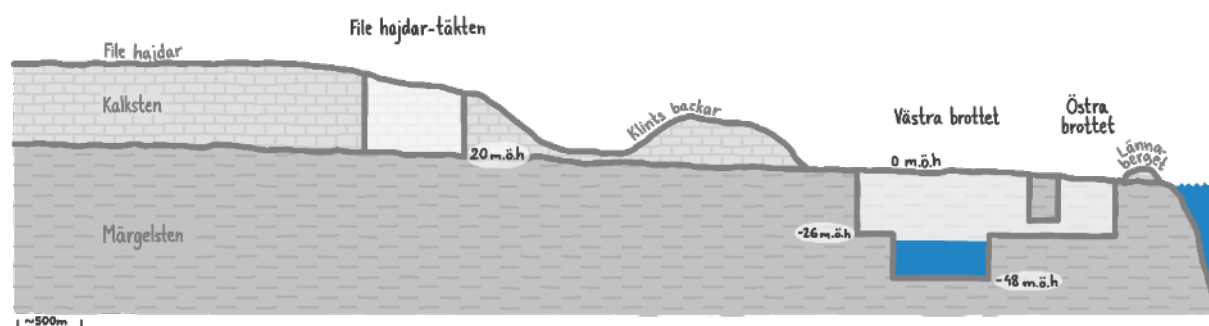
I norra delen av utredningsområdet har det bedrivits omfattande täktverksamhet med flera grustäkter i Tingstädeåsen. Dessa är numera i stort sett avslutade och efterbehandlade. I norra delen finns också en större kraftledningsgata som skär genom hela File hajdar. Denna buskröjs kontinuerligt. Öster om File hajdar finns Slite golfbana. Friluftsliv spelar en allt större roll för File hajdar då det anlagts ett flertal cykelleder för mountain-bikes. Viss användning av området för motocross-körning finns också.

Till markanvändningen hör också den pågående täktverksamheten vid File hajdar-täkten.

## 7.3 Berggrund

Det landskap som syns idag är ett resultat av och ett arv efter tidigare landskap. Huvuddelen av områdets berggrund utgörs av mägersten eller lagrad kalksten. Ursprungssedimenten avsattes i ett grunt havsområde (shelf) som täckte stora delar av centrala Östersjöbäckenet för cirka 400 miljoner år sedan. Gotlands berggrund har inte utsatts för någon omfattande tektonisk påverkan (Erlström m.fl. 2009) vilket innebär att de dominerande strukturerna i det sedimentära berget är nära horisontella, precis så de avlagrats en gång i tiden. Ovanpå mägerstenen finns i områdets höjdparter revkalksten som minner om en tid då höjderna i stället utgjorde stora korallrev i ett grunt hav. Med tiden har tyngden från reven ofta tryckt ner i underliggande lager vilket lett till fördjupningar i dem och i vissa fall lokala sprickzoner längst kanterna av revkalkstensförekomsterna.

På File hajdar-täkten syns tydliga exempel på ett stort massivt rev och områden med många små gamla revbildningar på vilka sediment har lagt sig för att sedan överlagras av ytterligare rev. Detta innebär att revkalkstenen inte har sammanhängande lager på det sätt som den lagrade kalkstenen och mägerstenen har.



Figur 23. Principskiss av berggrundsgeologin vid File hajdar-täkten, Västra brottet och Östra brottet. Profilen ligger i rak öst-västlig riktning med Östersjön längst till höger i blå färg. Figuren illustrerar täktena så som de ser ut i utgångsläget (den 31 december 2026).

### 7.3.1. Karst

I kalksten kan det bildas karst, med karst avses bildningar som uppkommit genom kemisk upplösning (korrosion) av kalkstensberggrunden. Denna process är ett kemiskt vittringsfenomen där den svaga kolsyran i markvattnet angriper mineralet kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) som utgör huvudbeståndsdel i kalkstenen. Denna kemiska process kan vidga sprickor till gångar och kanaler i kalkstensberggrunden (Erlström m.fl. 2009). Många karstformer, till exempel raukar, är arv efter ett tidigare varmare och våtare klimat. Arvet är en viktig del i förståelsen av hur dagens processer sker, då det kan finnas särdrag från den tidigare historien som guidar den moderna processen (Ford och Williams 2007). Huvuddelen av karstvittringen bedöms vara äldre än holocen, det vill säga äldre än 11 700 år och bör ha inletts under varmare perioder under de senaste årmiljonerna. Den vanligaste typen av karst på Gotland är ytnära så kallad epikarst. Epikarst är strukturer, sprickor och skrevor som bildats av nederbördsvatten (Erlström m.fl. 2022).



Figur 24. Karst i naturtypen basisk berghäll.

Det mesta av vattnet i de flesta karstsystem kommer från nederbörd, cirkulerar på ganska grunda djup och med kort uppehållstid under jord. Det mesta av upplösningen av kalkstenen sker i eller nära markytan och det finns en linjär koppling mellan kemisk erosion och nederbörd. När vattnet rör sig neråt i berggrunden är vattnet nära mättnad av kalcium (Ford och Williams 2007) eftersom nederbördsvattnet ofta hinner nå jämvikt mellan koldioxiden i vattnet (kolsyra) och dess salt (bikarbonat) innan det når grundvattnet (Erlström m fl. 2022).

WSP och SGU har observerat att karstskrevornas djupgående beror på kalkstenens lagring och bankning. Ofta bryts eller länkar sprickorna av vid lagergränser eller bankningsplan redan på 0,5–1 m djup vilket gör att nederbördsvattnet omväxlande följer sprickor respektive utmed hydrauliskt konduktiva lagringsplan på sin väg neråt i berggrunden och i topografien. Det förefaller sannolikt att epikarst kan möjliggöra en ökad grundvattenbildning även till djupare strukturer i berget vilket även SGU påpekar i sin rapport (Erlström m.fl. 2022).

Vattenprovtagningar och provpumpningar under 2023 har påvisat områden med nybildat grundvatten på djupet i berget, vilket i hög grad sammanfaller med områden i kanten av ett rev och epikarst i ytan. Det är därmed sannolikt att det finns lokala variationer i grundvattenbildningen inom området samt att epikarst kan bidra genom att leda vatten till vertikala sprickor. I berget i områdena utanför revkalksten har det inte gjorts några observationer av karst på större djup.

Karststrukturer är viktiga för förståelsen av hur flera våtmarker på File hajdar fungerar. De har betydelse för tillrinningen till våtmarker och kan koncentrera vattenflöden så att källkärr kan uppstå. Ett pedagogiskt exempel på avrinning som delvis sker i karstsystem på File hajdar är avbördningen av den största högt belägna våtmarken Högstensvät. Våtmarken saknar, trots sin

storlek, tydlig ytavrinning i bäckar eller genom kärrmarker och istället sker den genom ytlig karst som successivt för vattnet neråt i systemet. Detta förhållande gäller för flera av File hajdars våtmarker som ligger uppe på höjderna vilket sammanfaller med revkalkstensförekomsten. Typiskt är också att karstavrinningen aktiveras när vattennivåerna blir tillräckligt höga och når ovanför de finkorniga ler- och blekelager som ofta sedimenterar och tätar i botten av våtmarkerna. I enstaka fall avvattnas våtmarker direkt av karststrukturer i form av slukhål och dessa våtmarker får då en särpräglad vegetation som ofta består av utbredda mattor av kalkfuktäng (figur 25). Det vanliga är dock att eventuella karststrukturer i våtmarker mer eller mindre slammat igen av finkorniga sediment i våtmarker. Om så inte hade varit fallet hade det inte funnits blöta agkärr och rikkärrsmiljöer uppe på File hajdar utan enbart torktåligare kalkfukthedar och kalkfuktängar.



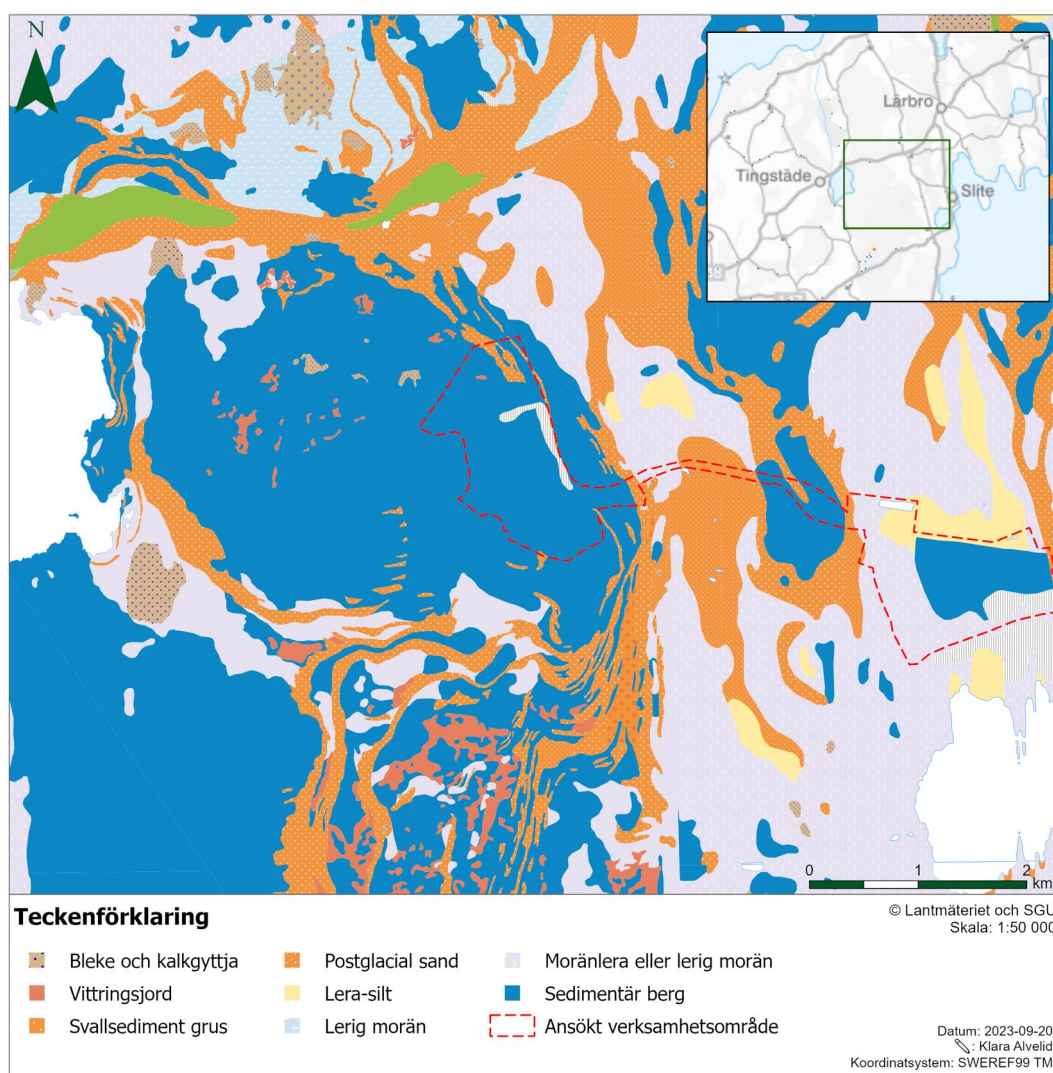
Figur 25. Denna våtmark ligger drygt 300 m sydost om Högstensvät och består av en starrdominerad kalkfuktäng. Centralt i våtmarken ligger slukhålet som syns på bilden som en liten grop i den under sommartid upptorkade våtmarken. Det vi känner till om våtmarken är att den vid höga vattenstånd, främst vintertid, även dräneras genom ytligt uppsprucket berg ner mot Högstensvät men var slukhålet leder är okänt. Klart är att slukhålens dränerande kapacitet kraftigt understiger nettonederbörden under vinterperioden eftersom en våt bildas då. Tack vare att slukhålet har en begränsad kapacitet blir vatten kvar i jorden tillräckligt länge under vegetationsperioden för att en kalkfuktäng ska kunna utvecklas.

## 7.4 Jordlager

Jordlagren på File hajdar utgörs huvudsakligen av ett tunt skikt med starkt lerhaltig vittringsjord (figur 26). På flera platser saknas vittringsjorden varvid underliggande kalksten går i dagen som hållmarker och alvar med tunt jordlager (blå områden på jordartskartan nedan). På grund av jordartens partikelsammansättning med högt lerinnehåll har den låg vattengenomsläpplighet och samtidigt relativt hög vattenhållningsförmåga. I vissa områden kan

det därför förekomma fuktiga markförhållanden under en stor del av året. Den låga vattengenomsläppligheten ger också upphov till en relativt stor ytavrinning från områden täckta av dessa vittringsjordar. Den här både vattenhållande och tätande förmågan är viktig för att förstå utbredningen och förekomsten av våtmarker i förhållande till var berggrundvattnet befinner sig under sommaren.

För att få ett mått på den genomsläppligheten, den s.k. hydrauliska konduktiviteten, på de jordarter som finns i våtmarkerna har det i Orghagar och Lillmyr genomförts ringinfiltrometertester. Testerna genomfördes i områden där jordarten bleke har karterats. Ringinfiltrometertesterna visar att bleken har en vertikal hydraulisk konduktivitet på cirka  $9 \cdot 10^{-7}$  m/s. Kalkleran, vilken är den huvudsakliga vittringsjorden i våtmarkerna, samt moränleran, har en vertikal hydraulisk konduktivitet på cirka  $7 \cdot 10^{-7}$  m/s. Resultatet visar att båda jordarterna är täta vilket innebär att jordarterna har en mycket begränsad genomsläpplighetsförmåga.



Figur 26. Jordartskarta över området. Figur från bilaga B6 till ansökan.

I områden med dålig dränering, förekommer även organiska jordar såsom torv och kalkgyttja. Bleke övergår till kalkgyttja vid avtagande kalkhalt. De organiska jordarna i myrarna har väldigt låg vattengenomsläpplighet. Eftersom de flesta våtmarker har någon av de beskrivna jordarterna betyder det att våtmarkerna är täta och att grundvattenbildningen från dem är liten.

Detta gäller även i karstrika områden med revkalksten eftersom det vanliga är att karstsprickor slammats igen och slukhål och öppna karstsprickor är ovanliga.



Figur 27. Denna våtmark ligger i höjdområdet centralt på File hajdar och visar tydliga karstsprickor som löper som raka vegetationsklädda linjer över kalkfuktängen. Att sprickorna har mer vegetation visar att sediment ansamlats där och dessa sediment innehåller sannolikt en stor andel lerhaltig vittringsjord som väsentligt minskar infiltrationen av ytvatten, vilket i sin tur innebär att vatten finns i tillräcklig mängd under vegetationsperioden för att en kalkfuktäng ska kunna utvecklas. Bilden visar högvattensituation under senhösten och som synes är vattendjupet inte stort och därmed volymen vatten inte heller stor. Om karststrukturerna som syns på bilden varit dränerande hade denna våtmark istället varit torr och bestå av alvarmark.

#### 7.4.1. Strandvallar

Ytformerna i området präglas av de strandvallar som bildades under olika skeden från istidens slut fram till dagens Östersjön. När isen efter den senaste istiden började smälta bildades en smältvattensjö som sedan tappades ur varvid Yoldiahavet bildades. Gotland var då till stora delar under havsytan (Yu 2003). Isavsmältningen och landhöjningen fortsatte och återigen blev Östersjön en insjö, Ancylussjön. Därefter blev det åter ett hav, Littorinahavet, som är början på dagens Östersjön. De olika stadierna i Östersjöns utveckling har satt tydliga spår på Gotland genom flera olika serier av strandvallar och strandhak. Landhöjningen var inte stadig, utan vattennivån har höjts och sänkts om vartannat. Mot slutet av Ancylussjöns period var stora delar av Gotland ovanför vattenytan för att under kommande period återigen täckas av vatten (Tobiasson 2017). De mäktigaste strandvallarna avsattes av Ancylussjön för cirka 9 500 år sedan och av Littorinahavet för cirka 6 000 år sedan. Bakom och mellan strandvallarna bildades små sjöar och dammar som med tiden och landhöjningen har torkat ut och bildat dagens våtmarker.

Vid högvatten utgör strandvallarna främst ytvattendelare, men vatten infiltrerar även i vallarna och bildar då ytligt grundvatten som rinner genom eller längs med vallen för att strömma ut i dess nedansida. Strandvallarna består främst av sand, grus och sten med ett täcke av tätare organiskt och/eller lerhaltigare material. Det innebär att strandvallarna kan fungera som små lokala vattenmagasin där vinterns överskottsvatten lagras och läcker ut i områdena nedanför dem under sommarhalvåret. Strandvallarna kan på uppströmssidan också ha en dämmande funktion som gör att vatten blir stående varvid våtmarksvegetation kan utvecklas över tid. Precis som för andra våtmarker sker en sedimentation av finkornigt material i botten vilket ger ytterligare tätande effekt. Strandvallarna har därför en viktig funktion och är en förutsättning för arter och naturtyper som inte tål att våtmarker torkar ut periodvis eller helt och hållet.

#### 7.4.2. Tingstädeåsen och svallsediment

Norr om File hajdar löper Tingstädeåsen i en öst-västlig riktning. Det är Gotlands största åsbildning men då den legat under havsytan har den också utsatts för svallning. Dessa svallsediment kan därför täcka en del av själva åsen men tillsammans utgör de en betydande grundvattenresurs med hög magasineringsförmåga.

Svallsediment förekommer också längs sluttningarna av File hajdar och består av sandiga till grusiga sediment som svallats av från höjdlägen för att sedimentera i sluttningarna. Särskilt i de sydvästra delarna är mäktigheten för gotländska förhållanden stor vilket inte minst märks på att tallarna är för gotländska förhållanden höga. Även dessa svallsediment har stor förmåga att magasinera vatten och därmed åstadkomma grundvattenutströmning under längre tid. Nedströms befinner sig exempelvis Natura 2000-området Grodvät som matas med grundvatten från dessa svallsediment.

Även vid Orgvätar finns större sedimentlager och strandvallar och här finns också inslag av isälvsgrus. I anslutning till dessa jordlager finns det på nedströmssidan kalktuffkällor.



Figur 28. Källmiljö precis nedanför den mäktiga strandvallen nedströms Orgvätar.



Figur 29. Husbehovstäkt i isälvssediment nära Orgvåtar.

## 7.5 Grundvatten i berg

Den del av nederbörden som bildar grundvatten har trängt ner (perkolerat) genom den omättade zonen tills vattnet nått grundvattnet. Grundvattenbildningen varierar inom utredningsområdet men är större inom höjdområdet med revkalksten där det finns en större förekomst av vertikala strukturer i berget. Detta har konstaterats genom nivåpåverkan från nederbörd i samband med provpumpningar, genom olika variationsmönster i grundvattentryck för borrhål inom olika delar av undersökningsområdet samt genom olika kemisk vattenkaraktäristik i olika borrhål vilket visar på olika lång vistelsetid för vattnet i berget. Grundvattenbildningen sker inte jämnt utan är koncentrerad till korta perioder efter nederbörd eller snösmältning med mycket vatten på markytan. Frekvensen av dessa tillfällen är mycket högre under vinterhalvåret än under sommarmånaderna.

Grundvattenbildningen är med svenska mått låg beroende på mägerlstenen och den lagrade kalkstenen. De dominerande horisontella strukturerna har låg genomsläpplighet i vertikalled. Utförda spårämnesförsök indikerar en effektiv porositet i berget på cirka 0,045 %. De jordarter som dominerar har dessutom låg genomsläpplighet och ett begränsat porutrymme som kan hålla rörligt vatten. Jordlagren begränsar därmed nederbörd från att infiltrera och innebär att grundvattenbildning i huvudsak endast kan ske efter nederbörd. Vidare är nettonederbörden relativt låg vilket också påverkar grundvattenbildningen.

Grundvattenflödet i berggrunden är till större del koncentrerat till (nära) horisontella lager, som förekommer både i kalkstenen och i den underliggande mägerlstenen men även i lagergränsen mellan dessa geologiska enheter. I övergången mellan mägerlsten och överlagrande eller intilliggande kalkstenenheter finns gynnsamma förutsättningar för grundvattentransport.



Kontinuerliga, vattenförande, nära horisontella lager har konstaterats i File hajdar-täktens närhet med hjälp av hydrauliska tester och geofysik.

Strömningsriktningen för grundvattnet är generellt mot öster, mot havet, eller mot Västra brottet som är avsänkt till cirka 30 m under havsytan. Grundvattennivåerna styrs även tydligt av den kommunala vattentäkten vid File hajdars östra kant, framför allt sommartid.

Spårämnesförsök och modellering har visat att en stor del av grundvattenströmningen från File hajdar sommartid hamnar i vattentäkten. Vintertid följer däremot strömningsriktningar och nivåer i större omfattning topografin och det är endast borrhålen närmast vattentäkten som då har avsänkta grundvattennivåer.

Inga permanenta utströmningsområden för berggrundvatten har kunnat konstateras i de undersökningar som gjorts men vid högvattensituationer vintertid sker utströmning av berggrundvatten på flera platser på File hajdar. Särskilt vanligt är det i de karstrika områdena där en ganska ytlig transport av berggrundvatten sker. Att det rör sig om ytligt berggrundvatten har kunnat konstateras genom flera olika undersökningar. En av dessa är temperaturmätningar som genomförts manuellt och med drönare och IR-sensorer (se bilaga B3 respektive B7 för djupare beskrivning). Det finns ett tydligt samband mellan vattentemperatur och var vattnet återfinns. I bergborrhål ligger temperaturen mycket konstant runt ca 8 °C. Temperaturerna i grundvattenrören i jord har en tydlig säsongsvariation där de ytligaste har ett spann från nära noll upp till 25 °C medan amplituden i djupare jordlager är mindre men aldrig mer eller mindre konstant som i djupa jordlager. Denna kännedom kan användas för att testa ett grundvattens härkomst. Görs detta under exempelvis en kall period på vintern ska ett djupt berggrundvatten fortfarande hålla en temperatur på ca 8 °C medan vatten från jord förväntas vara lägre. I de studier som genomförts och som inkluderar alla kända källmiljöer inom utredningsområdet har inget utströmmande grundvatten kunnat konstateras från djupare berggrund utan det är utströmning från jordgrundvatten eller från ytliga karstsystem/berggrund. Även kemiska analyser av utströmmande grundvatten har utnyttjats för att utröna härkomsten. Ett berggrundvatten skiljer sig i kemisk sammansättning på flera sätt från ett ytligare grundvatten från jord eller uppsprucket, ytligt berg. Även dessa provtagningar visar att utströmmande grundvatten består av ett ytligt grundvatten på File hajdar. Dessa förhållanden gäller både i utströmningsområdena uppe på File hajdar och i sluttningarna. Exempelvis i källmiljöerna nära Tingstäde träsk.

Under sommarmånaderna ligger grundvattennivåerna långt under markytan på de flesta platser på File hajdar och grundvattennivån i berget kan ligga så mycket som 30 meter under markytan. De stora nivåfluktuationerna i grundvattnet är karaktäristiska för området. De beror i grunden på mycket stor inomårsvariation för grundvattennivåerna i berg (upp till >30 m) som är en följd av naturgivna förhållanden. Dessa förhållanden förstärks av påverkan från bergtäkterna (främst Västra och Östra brottet), som inverkar på grundvattenavrinningen, samt påverkan av den kommunala grundvattentäkten, som redan innan täktverksamheten startade på File hajdar uppvisade påverkan på grundvattennivåerna. De stora nivåfluktuationerna gäller huvudsakligen för berggrundvatten i kontakt med de horisontella genomsläppliga lagren, medan berggrundvatten i ytligare liggande revkalksten, samt jordgrundvatten, uppvisar en betydligt mindre inomårsvariation, typiskt kring mindre än fem meter för berg i revkalksten och mindre än en meter för grundvatten i jord. Artesiskt grundvatten förekommer i berget norr om File hajdar och exempel på det är borrhålet nära Othemars som har ett omfattande artesisikt tryck. Det antyder att genomsläppligheten i berg i dessa områden är sämre eftersom det annars skulle ha strömmat ut och bildat källkärr och våtmarker och trycket därmed jämnats ut. Istället saknas i stort sett källkärr i de norra delarna av File hajdar utom i direkta utflöden från Tingstädeåsens vattenmagasin, t.ex. Sojdbrohagen.

## 7.6 Grundvatten i jord

För att förstå grundvattenpåverkan av den ansökta verksamheten är det viktigt att förstå skillnaden mellan grundvatten i jord och grundvatten i berg. Det är grundvatten i jord som i huvudsak försörjer växtligheten med vatten under vegetationsperioden. Dels genom jordlagrens goda vattenhållande förmåga, dels genom stor magasineringsförmåga i strandvallar och jordlager. Det illustreras bl.a. av att nivåerna i berggrundvattnet varierar kraftigt med årstid och regn medan grundvatten i jord varierar mycket mindre. Det innebär att magasineringskapaciteten är liten i berg och stor i jord och det förklarar exempelvis varför det förekommer kalktuffkällor med flödande källvatten mitt i sommaren när berggrundvattnet samtidigt kan befinna sig 10–20 m under markytan. De två grundvattensystemen är inte helt separerade från varandra men kommunikationen mellan dem är liten.

Grundvattensystemet i jordlagren är ett öppet system med större porositet. Nederbörden faller direkt på jordlagren, och vattnet i jordlagren står i kontakt med ytvattensystemet (vattendragen). Kontakten mellan grundvattnet i jordlagren och Heidelberg Materials täkter är mycket begränsad. Grundvattnet i jordlagren står inte heller i direkt kontakt med den kommunala vattentäkten. Det innebär att den årstidsbundna variationen i vattennivå i jordlagren blir mycket mindre än i berg. Om växterna i det studerade området försörjdes av grundvattnet i berg så skulle de flesta växterna vissna under sommaren eftersom grundvattennivån i berget kan sjunka med så mycket som 30 meter under sommaren.

Grundvatten som lagrats i jordlagren under nederbördsrika perioder utströmmar i källmiljöer och sådan utströmning kan ske även under nederbördsfattiga perioder. I anslutning till Tingstädeåsen, i sydsluttningen av File hajdar och vid Grodvät finns källmiljöer nedströms åsmaterial, strandvallar och svallsediment där grundvattennivåmätningar och jordprover visar att jordlagren har tillräcklig magasineringsförmåga för att upprätthålla ett flöde genom hela sommaren.

Utöver nämnda källmiljöer är det sällsynt med källmiljöer på File hajdar. I höjdområdet har endast fyra källkärrsmiljöer konstaterats och endast en av dem överstiger en yta på 0,1 ha.

## 7.7 Vattenhållande förmåga

Jordlagren har en mycket större porositet och förmåga att lagra vatten än bergets spricksystem. Siktanalyser på jordprov tagna i strandvallarna visar på ett sorterat material i huvudsak inom grusfraktionen men med inslag av sand och sten. Ett sorterat grusmaterial kan ha en porositet på 25–40 % där i stort sett all porositet utgör effektiv porositet. Porositeten i ytliga jordlager är normalt betydligt större än i djupare jordlager på grund av biologisk aktivitet och tjälfrysning.

Utanför strandvallarna dominerar täta jordlager med låg effektiv porositet som sannolikt endast uppgår till någon enstaka procent. Växterna kan dock även nyttja vatten som inte inryms inom den effektiva porositeten utan binds av kapillärkrafterna mellan jordkornen. Inom rotzonen kan växterna suga upp vatten ner till ett vatteninnehåll benämnd vissningsgräns. Vissningsgräns är den vattenhalt då det kvarvarande vattnet är så hårt bundet att växterna inte längre tar upp det. pF-värdet anges vanligen till 4,2 vilket motsvarar ett undertryck av 150 m vattenpelare (1,5 MPa). Vissningsgränsen kan således sägas motsvara växtrötternas maximala sugkraft.

Inom områden med riklig epikarst, t.ex. områden med revkalksten på File hajdar, sker en betydande del av ytvattenavrinningen i bergets översta meter. Efter extremnederbördstillfällen har det observerats hur mindre tillfälliga vattendrag strömmar ut ur framför allt flacka sprickstrukturer nedströms vätar. Likaså observerades vattendrag som upphörde på markytan för att åter komma i dagen cirka 50 meter nedströms. Hydrauliskt sett skulle områden med mycket epikarst i princip kunna jämföras med att berget varit täckt av en meter grovkorniga jordlager.

## 7.8 Ytvatten

Efter att nederbörd har nått marken strömmar vattnet med gravitationens hjälp mot havet som ytvatten eller grundvatten. Vattnets väg genom utredningsområdet är dock inte två skilda system, utan vattnet kan växla mellan yt- och grundvattenavrinning. De grund- och ytvattenberoende våtmarkerna i området påverkas av ett komplicerat samspel mellan vattenförande sprickor i kalkstenen, grundvattennivåernas stora variationer i kalkstenslagren, att ytvatten förekommer som ytvatten eller ytligt grundvatten under årets olika månader samt nederbörd.

Utredningsområdet har tre huvudsakliga avrinningsområden (figur 31) och dessa är till Tingstäde träsk åt väster, Anerån i norr och öster samt Vikeån åt söder. Större delen av avrinningsområdena saknar tydliga vattendrag utan består av mindre flöden som först i dalgångar bildar mer permanenta vattendrag. Att File hajdar har tunna jordar, ytligt uppsprucket kalkberg och god förekomst av ytlig karst i revkalksten bidrar sannolikt till att det i stort sett saknas vattendrag.

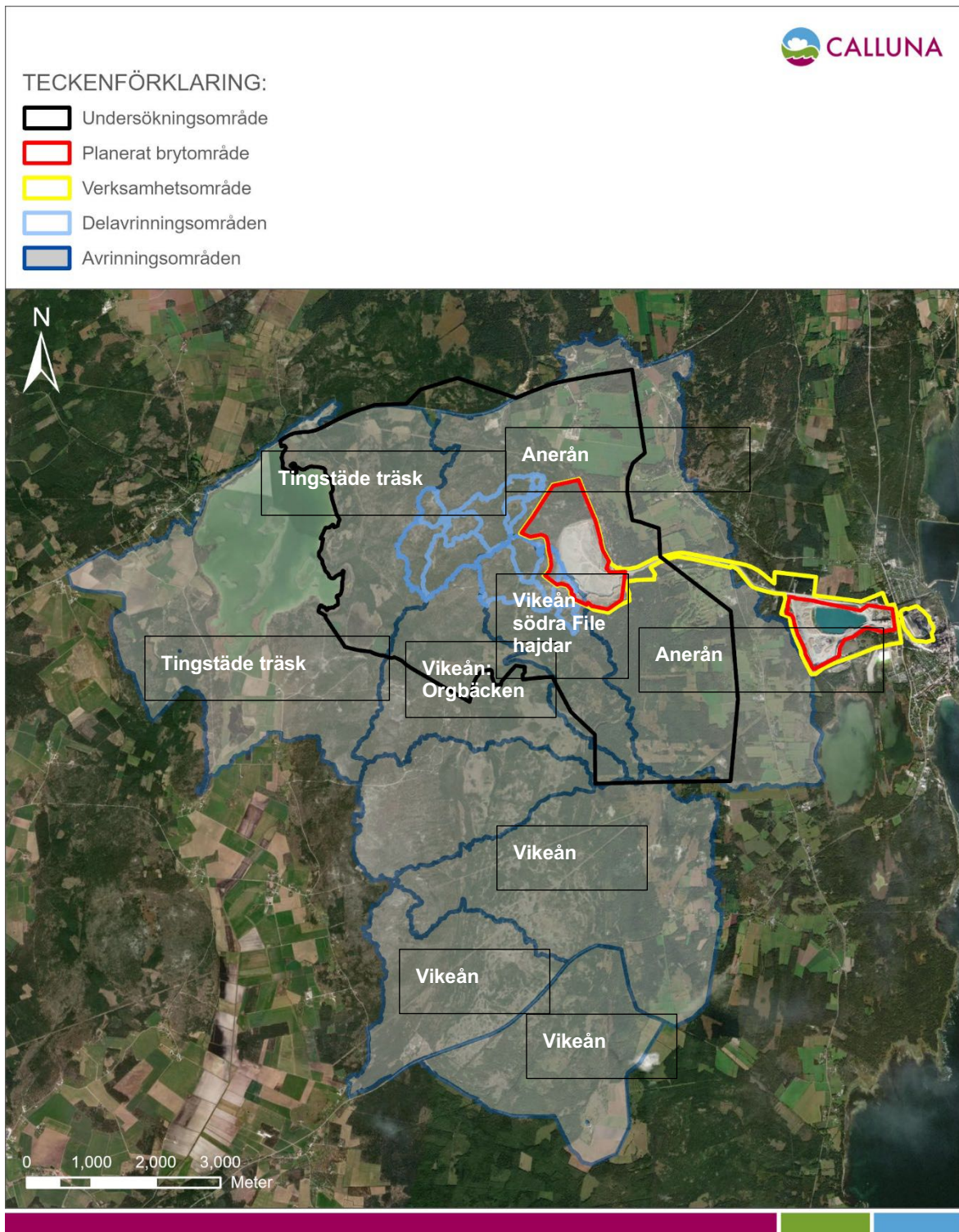
I likhet med andra vattendrag på Gotland uppvisar vattendragen kraftiga vattenförings-variationer under året och även under en och samma månad. Under torrperioder är vattenföringen i praktiken noll och under våta perioder kan den uppgå till cirka 1–2 m<sup>3</sup>/s. SMHI har en mätstation för mätning av vattenföring inom Vikeåns avrinningsområde, benämnd Orgvätar. Mätstationen har varit i drift sedan 1979 och är belägen precis vid Orgvätars utlopp (figur 30). Uppmätta flöden i Orgbäcken vid Orgvätars mätstation visar att vattendraget oftast är torrt under sommarhalvåret, men att det vid kraftig nederbörd kan flöda vatten en kort period även under sommarmånaderna.

Avrinningen på File hajdar sker snabbt då vattenhållande jordlager saknas i stora delar. Där jordlager förekommer finns det ofta kanaliseringar som snabbt avleder vatten.

De större våtmarkerna kan lagra mycket vatten, jämnar ut flöden och gör att flöden kan bibehållas en längre tid innan vattendragen torkar ut. Det gäller i högsta grad den reglerade våtmarken Killingmyr, som för övrigt är utredningsområdets största våtmark.



Figur 30. SMHI:s mätstation vid Orgvätar.



Figur 31. Delavrinningsområden inom utredningsområdet där även några ännu mindre delavrinningsområden som är relevanta markerats ut i ljusblått.

## 8 Avgränsning av våtmarker som kan påverkas

Detta kapitel syftar till att beskriva vilka ekohydrologiska faktorer som är av betydelse för våtmarkerna i utredningsområdet och därmed avgränsa vilka våtmarker som kan påverkas av en utökad täktverksamhet vid File hajdar.

### 8.1 Våtmarker och ekohydrologi

Våtmark är mark där vatten finns strax över eller under markytan stora delar av året. Grund- och ytvattennivåer, vattenflöden och vattnets kemiska innehåll formar förutsättningarna för, och påverkar sammansättningen av, växt- och djurarter. Detta tvärvetenskapliga forskningsfält mellan hydrogeologi och ekologi kallas för ekohydrologi och utforskas i både naturvårds- och exploateringssammanhang, till exempel i miljökonsekvensbedömningar och vid våtmarksrestaureringar. Det har internationellt sett gjorts en hel del arbeten inom detta forskningsfält, se bland annat Werner och Collinder (2011) och Thorsbrink et.al. (2016). Området har även uppmärksammats i Sverige, bland annat inom ramen för SGU:s arbete med grundvattenberoende ekosystem (Werner & Collinder 2011, 2014, 2015, Thorsbrink et.al 2016).

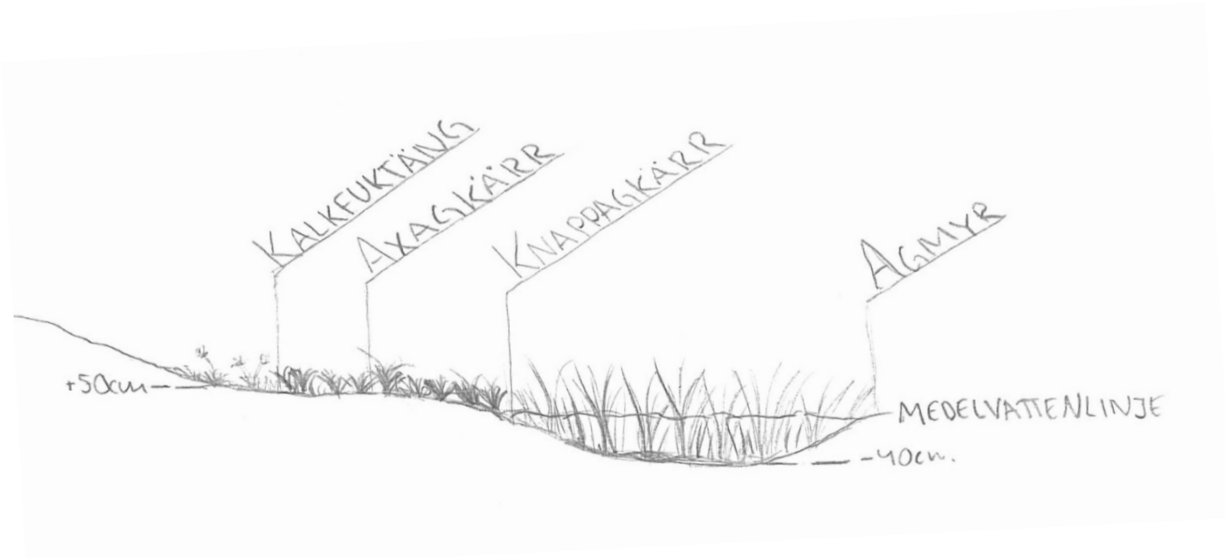
#### 8.1.1. Vegetationszonering

Vattenståndsvariationer är en form av återkommande störning och det är den största enskilt strukturerande faktorn för i princip alla typer av våtmarker (Keddy 2000). På gotländska myrar och träsk/sjö-stränder skapar översvämningar förutsättningar för en zonering av vegetationen så att vegetationsbälten med olika artinnehåll bildas. Övergången mellan zonerna kan vara diffus på nära håll men på större avstånd är de oftast tydligare. Olika växtarter har olika tolerans mot svämning och torrläggning, vilket innebär att arterna förekommer på den höjdnivå eller varaktighet av svämning/torrläggning som bäst motsvarar deras tolerans mot den störningen. Det är dock inte enbart antalet översvämningss dagar per år som har betydelse, utan också tidpunkten för när översvämningen inträffar. Generellt sett är det svämningsvaraktigheten under vegetationsperioden som har störst betydelse.

Förekomsten av vatten i den biologiskt aktiva zonen där rotsystem, mossor, svampar och den lägre faunan uppehåller sig är styrande för konkurrensförhållanden, överlevnaden och reproduktionen för arterna. När en våtmark är täckt av vatten är inte luftens syre lika tillgängligt för rötterna som i torrare förhållanden. Det kräver särskilda anpassningar hos de kärlväxter som ska leva där. Typiskt för kärlväxter i våtmarker är exempelvis att de har aerenkym (luftgenomsläppande vävnad) som hjälper till att föra ner syre till rotsystemet och som i sin tur kräver cellandning för att kunna utföra sin uppgift. Vissa växter (och djur) klarar av permanent dränkning, andra klarar av viss dränkning och andra klarar inte av dränkning alls. Merparten av rikkärrens kärlväxter är tåliga mot uttorkningen sommartid, förutsatt att vattennivån under vinterhalvåret är ordentligt hög (Martinsson 2008).

Där det är som blötast växer oftast ag (figur 32), men agen kan ersättas av bladvass om näringsnivåerna är högre. När det blir torrare minskar konkurrenskraften och tåligheten hos ag och i stället ökar förutsättningarna för andra vegetationstyper. Den första zonen efter agmyren brukar upptas av knappag och sedan följer eventuellt axag och därefter kalkfuktäng, eller så saknas axag och knappagkärret övergår direkt i kalkfuktäng. Vid igenväxning eller i trädklädd terräng ersätts kalkfuktängen av blåtåtel-fuktäng/sumpskog. Vid näringsfattiga förhållanden

dominerar tallsumpskog med blååtelfuktäng medan lövsumpskog dominerar vid högre näringsnivåer.



Figur 32. Ovan, typisk vegetationszonering för gotländska myrar (Illustration Judith Askling).



Figur 33. Högstensvät – en typisk vegetationszonering men ag till höger som blandas upp av knappag och som övergår i axag för att slutligen avlösas av kalkfuktäng.

### 8.1.2. Topogena och soligena kärr

Den ovan beskrivna zoneringsen är typisk för lågpunkter i landskapet. I lågpunkter är vattenytan under väsentliga delar av vegetationsperioden nära eller strax under markytan. Denna typ av våtmarker benämns topogena kärr då de i grunden är topografiskt betingade. Bredden på de olika vegetationszonerna avgörs därför mycket av topografien. Gotland utmärker sig genom att vara topografiskt flackt och därför kan bredden på zonerna vara stor. Det kan dock vara små skillnader i vattennivåer som avgör vilken typ av vegetation som bildas. De flesta våtmarker i utredningsområdet är topogena och förekommer i lokala lågpunkter.

Den andra kärrtypen är de så kallade soligena kärren och de förekommer i sluttningar och erhåller sitt vatten från vattenflöden i landskapet. Tillrinningen kommer genom ytvatten från högre liggande områden eller som grundvattenutträngning från grundvatten i jord och/eller berg. Det kan vara från källor eller mer diffust framträngande grundvatten men det kan också vara mer temporärt flödande vatten i jord och berg. Soligena våtmarker förekommer i utredningsområdet men är ovanligare än de topogena.

Beroende på om en våtmark är soligen eller topogen kan de ha olika vegetationstyper vilket hänger samman med att de topogena, genom sitt läge i landskapet, översvämmas mer och under längre perioder än soligena kärr. Ett soligent kärr kan definitionsmässigt inte svämmas mer än till strax ovanför markytan eftersom vattnet annars rinner av.

En viktig ekologisk skillnad mellan soligena och topogena kärr är syrehalten i jord. I topogena kärr med stillastående vatten uppstår lätt syrebrist vilket gör att organiskt material kan samlas och lagras på botten. Syrebristen i sig gynnar också växter med utvecklat aerenkym, såsom ag. Vidare kan de vattenkemiska förhållandena förändras i topogena kärr vartefter det organiska materialet växer till och torv bildas. Soligena kärr har däremot en kontinuerlig tillförsel av syre vilket gör att organiskt material ständigt bryts ner och de mineralrika förhållandena består.



Figur 33. Ett soligent kärr i form av ett källkärr dominerat av axagkärr vid Djupdal på södra delen av File hajdar. I området bedrivs detaljerad övervakning av kärlväxter, mossor och landsnäckor i provytor. Jämfört med figur 32 är vegetationstypen knuten till grundvattenutströmning och därför saknas en lika tydlig zonering.

### 8.1.3. Sommar- och vintervatten

En typisk gotländsk våtmark pendlar ofta mellan ett tillstånd av vattenfyllt träsk till torrlagd kärrmark. Av kapitel 7 har vi lärt oss att det beror på flera omständigheter som är typiska för Gotland respektive File hajdar och har att göra med exempelvis tunna jordar som medför snabb transport till lågpunkter och liten lagringskapacitet i jord, liten genomsläpplighet av nederbörd i moränleror, vittringsjordar etc. som minskar infiltration till grundvattenbildning samt nederbördsfattiga somrar. Övergången mellan vinterns högvatten och sommarens lågvatten börjar i mars och i juni är vattenståndet endast obetydligt högre än vid lägsta lågvatten längre fram på sommaren.

I grunden är svämning av vatten en återkommande störning som gör att torr- och friskmarksarter dör ut och kvar blir växtarter som klarar kortare eller längre perioder av svämning. Omvänt innebär upptorkning under längre perioder under sommaren att växter som kräver kontinuerlig svämning också dör ut. Svämningsvaraktighet behöver inte innebära att ett område översvämmas utan det räcker med att grundvattnet befinner sig så marknära under delar av vegetationsperioden att syrebrist lätt uppstår för växtrötterna. I en studie som genomfördes på strandängar kring Mälaren kunde olika vegetationstypers utbredning kopplas till svämningsvaraktigheten (Askling et.al. 2011). Den blå bården fanns inom en svämningsvaraktighet på 84–98 % av vegetationsperioden medan starrmaden hade ett bredare spektrum från 16–90 % av vegetationsperioden, det vill säga ett visst överlapp mot den blå bården. Längst upp på strandängarna fanns tuvtåtelvuktängen och den klarade inte mer än cirka 15 % svämningsvaraktighet under vegetationsperioden.

Utdikning och torrläggning har påverkat en mycket stor del av de gotländska våtmarkerna. Det gäller även det aktuella området, även om utdikningen inte varit lika omfattande som i andra delar av Gotland.



Figur 34. Ett bra sätt att studera skillnader i vinter- respektive sommarvattenstånd är att titta på stenar. Förekomsten av lavpåväxt skvallrar om var vintervattenståndet ligger. Under den vattenlinjen förekommer inte lavar eftersom de är känsliga för is och för lång varaktighet av svämning.





Figur 35. Skillnaderna mellan vinter och sommar kan vara mycket stor på Gotland och är också en vanlig situation inom utredningsområdet. Bilden är över samma våtmark men från olika vinklar. Stenarna som syns förekommer i båda bilderna för referens. Den övre är tagen sent i november och den nedre i början juni. På vinterbilden ser våtmarken snarare ut som en skogstjärn. Våtmarken ligger 300 m öster om Högstensvät och innehåller vegetationstyperna agmyr, knappagkärr, en begränsad del axagkärr samt en dominans av kalkfuktäng.

#### 8.1.4. Kalkrikedom och källflöden

Geologin påverkar vattenkemin som i sin tur påverkar de ekosystem där det finns utströmmande grundvatten. Många grundvattenberoende ekosystem är knutna till kalksten (Thorsbrink et.al. 2016). Hög konduktivitet, höga halter av kalcium och högt pH är utmärkande drag för vattenkemin i de aktuella våtmarkerna.

Kärr klassificeras över hela Europa utifrån gradienten rikkärr till fattigkärr. Rikkärr är mineralrika, vanligtvis med höga kalciumhalter. Till rikkärren hör en speciell, artrik flora och fauna. Klassificeringen bygger på den indelning av myrtyper som den svenska botanisten Du Rietz gjorde redan i mitten av 1900-talet (Du Rietz 1949). I senare studier har den kemiska grunden för indelningen förtydligats och idag anses parametrarna kalciumhalt, konduktivitet, magnesiumhalt och pH ha betydelse för gradienten och därmed indelningen i olika kärrtyper (Hájek et.al. 2006). I en estnisk studie stod vattenamplitud, konduktivitet och pH för 52 % av variationen i förekomsten av kärlväxter (Ilomets et.al. 2009).

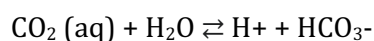
Konduktiviteten är ett gott mått på den totala halten av kalcium och magnesium och är tillsammans med pH särskilt relevant för kärlväxter och mossor (Hájek och Hekera 2004, Sjörs och Gunnarsson 2002). Konduktiviteten behöver dock inte korrelera med pH, vilket förklaras av att pH också påverkas av halten av organiskt lösta ämnen och andra jonhalter (Hájek et.al. 2004). Mossor är jämfört med kärlväxter extra känsliga för vattenkemin eftersom de saknar rotsystem och därför svarar snabbare på förändringar. Det gör att förekomsten av vissa mossor bättre beskriver olika vegetationstyper än vad förekomsten av kärlväxter gör.

Primärproduktion av till exempel växtplankton i vatten kan ha stor påverkan på pH. pH påverkar även tillgängligheten av kol i vatten. Vid högt pH finns knappt CO<sub>2</sub> löst i vattnet utan kol är tillgängligt som HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Det är inte alla växter som kan ta upp HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> eller lagra det CO<sub>2</sub> som bildas vid rötterna på natten (cellandningen).

Källmiljön eller upprinnan<sup>2</sup> i ett extremrikkärr är en mycket speciell miljö som kan ge upphov till kalktuffkällor. Utpräglade drag för kalktuffkällor är mycket höga kalciumhalter, högt pH, låg vattentemperatur, specialiserade mossor och liten förekomst av organiskt material (<5 %). I kalktuffkällor fälls kalciumkarbonat ut vid temperaturförhållanden som liknar omgivningens temperatur och kan bilda hårda krustor av kalktuff eller utfällning av kalkslam i källmiljön. För att kalktuffbildning ska äga rum behöver grundvattnet vara mättat med kalciumjoner. Det finns inte någon given halt där mättnaden sker utan den beror av exempelvis vattentemperatur och förekomst av andra kationer. Enligt litteraturen varierar kalciumhalterna mellan 100 och 250 mg/l vid tuffbildning (exempelvis Curtis et.al. 2009, Hájek et.al. 2004). Normalt är att tuffbildning äger rum vid kalciumhalter på 150 mg/l.

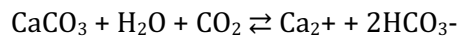
Kalkvittringen samt transporten av kalciumjoner beror ofta på en hög halt av koldioxid i markvattnet. Den kemiska processen bakom kalktuff och bleke är densamma; när kalciumrikt vatten når markytan bortgår koldioxiden som finns i markvattnet och kalciumkarbonat fälls ut (Troedsson och Nykvist 1973). Ofta utfälls kalken på växter där koldioxidhalten är särskilt låg på grund av växternas fotosyntes (Troedsson och Nykvist 1973). En fast porös skorpa bildas med inbakade växtdelar.

När rötterna andas och förbrukar de syrgas (O<sub>2</sub>) och ger ifrån sig motsvarande mängd koldioxid (CO<sub>2</sub>). Markluften är därför utarmad på syrgas men har ett överskott på koldioxid, ofta 30–100 gånger högre halt än atmosfären eller mer. Om rotzonen är vattenmättad blir syrgashalten mycket snart nära 0 och reducerande förhållanden inträder (Grip och Rodhe 2016). När koldioxiden löser sig i vatten bildas kolsyra (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), enligt följande:



<sup>2</sup> En så kallad upprinna är diffusare än en källa men utgörs ändå av ett område där grundvattenutströmning är tydligt koncentrerad i ett kärr, vilket också avspeglar sig i vegetationen.

Om det finns kalcit i rotzonen vittrar den enligt:



Eftersom mossor saknar rotsystem utgör de utmärkta indikatorer på ytlig källpåverkan och kan användas för att identifiera källmiljöer. Källkärr med klotuffmossa (*Palustriella falcata*) och kamtuffmossa (*Palustriella commutata*) är sannolikt den känsligaste naturtypen eftersom arterna kräver att flödet av ytligt kalkrikt grundvatten aldrig sinar helt utan i princip är ständigt vattenförande (Martinsson 1997), även kalkkällmossa (*Philonotis calcarea*) är källberoende. Den mossinventering som Heidelberg Materials låtit genomföra visar att källflöden inte bara finns i anknytning till kalktuffkällor.

## 8.2 Beskrivning av vegetationstyper och beroende av vattenregim

I detta avsnitt ges en översikt av viktiga ekologiska faktorer alla vegetationstyper. Vidare görs en genomgång av vilka vattenregimer som naturligt kan ge upphov till vegetationstypen. Dessa vattenregimer grundar sig på den de hydrogeologiska och hydrologiska förutsättningarna som beskrevs i förra kapitlet.

### 8.2.1. Kalkfuktängar

Naturtypen består av fuktängar på jordar med stort inslag av kalk, lera eller torv och är oftast hävdberoende. Det finns två undertyper av kalkfuktängar, men i denna utredning berörs endast en: "fuktängar på neutrala till alkaliska, kalkrika jordar med ett varierande vatteninnehåll, ofta relativt artrika". Kalkfuktängar uppträder både i sluttningar med rörligt markvatten (soligena fuktängar) och vid tidvis översvämmade marker (topogena fuktängar). Ofta förekommer de i en kombination av båda dessa typer, där fuktängarna i högre lägen är mer soligena och fuktängarna närmare översvämningsmarkerna är mer topogena. Kalkfuktängar är normalt beroende av hävd och växer igen om de inte betas eller slås, men i fjällkedjan och på Öland och Gotland kan de förekomma som mer eller mindre naturligt öppna miljöer på grund av klimatfaktorer och tunna jordskikt. För Gotlands del handlar det då ofta om uppfrysningssmarker som hindrar etablering av träd och buskar samt alvarmarker med våtar där ett tunt jordskikt inte heller tillåter någon större tillväxt av vedartade växter. Kalkfuktängar är ofta örtrika och innehåller sällsynta arter, bland annat många orkidéer. Örtrikedomen gör dem också rika och betydelsefulla för många insekter, till exempel fjärilar och bin. De är också naturligt näringsfattiga och därmed känsliga för gödningsämnen. Det mest allvarliga hotet är annars igenväxning till följd av utebliven eller för liten hävd. Även dikning och sänkta grundvattennivåer är ett hot.

Aktuella vattenregimer:

- Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de torrare delarna
  - Lokala lågpunkter
- Limnogen miljöer i övre delen av vegetationszoneringen längs vattendrag och stränder
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i utkanten av utströmningsområden eller genomströmningsområden
  - Mycket ytligt genomsilande och rörligt markvatten (jordgrundvatten)
  - Jordgrundvatten från vattenmagasin i mäktigare jordlager, strandvallar, isälvsediment och svallsediment

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt liten

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt liten

### 8.2.2. Agmyr

Agen är en karaktärsart för Gotland och bildar ofta stora sammanhängande bestånd där den växer. Naturtypen benämns ofta med namnet agmyr (ibland används namnet agkärr), och är den vanligaste våtmarkstypen på Gotland (Martinsson 1997). Agen är en kalkgynnad art och förekommer i näringsfattiga, blöta och öppna våtmarker eller som en bård i strandzonen kring sjöar. Den är väl anpassad till ett liv under blöta förhållanden och har luftförande vävnad i rötterna, så kallad aerenkym, som kan leda ner syre till rötternas andning, i den annars syrefattiga miljön i kärrtorven. På så vis kan man säga att agen ersätter vassen under kalkrika och näringsfattiga förhållanden. Jordstammarna är känsliga för frost vilket begränsar artens utbredning.

Agmyrarna domineras oftast helt av ag vilket gör att de är relativt artfattiga växtsamhällen. De har däremot betydelse för vattenlevande insekter och andra djur då de är grunda, varma och fiskfria. Agmyrarna erbjuder också häckningsmiljöer för exempelvis ängshök.

Naturtypen behöver en hög grundvattennivå eller öppet vatten. I många fall står grundvattnet i marknivån. Naturtypen gynnas av ett kalkrikt tillrinningsområde med god grundvattenkemi, något som bland annat motverkar eutrofiering. Grundvattentillförsel bidrar till att hålla en jämn vattentemperatur i naturtypen (Thorsbrink et.al. 2016).

Aktuella vattenregimer:

- Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de blötaste delarna
  - Lokala grundvattenmagasin i lokala lågpunkter som är svämmade vintertid
  - I områden där grundvattenytan befinner sig nära markytan under en stor del av vegetationsperioden och under vintern över markytan (svämning)
- Limnogene miljöer i den nedre och blöta delen av vegetationszoneringen längs vattendrag och stränder och som inte torrläggs på vintern
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de blötaste delarna av utströmningsområden eller genomströmningsområden
  - Lokala lågpunkter i soligena kärr som ofta är svämmade och inte bottenfryser
  - I svagt sluttande soligena kärr (<3 % lutning) i de delar som är mest vattenförande och inte bottenfryser

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt liten

Beroendet av grundvattennivåer:

- Liten eller stor beroende på om agmyren ingår i eget lokalt grundvattenmagasin eller är kopplat till landskapets grundvattennivåer

### 8.2.3. Kalktuffkällor

Naturtypen utgörs av källor med hårt, kalkrikt vatten och pågående tuffbildning. Kalktuff är en utfällning av kalciumkarbonat som bildas i samband med att starkt kalkhaltigt grundvatten tränger fram till jordytan och bildar en källa. Själva kalktuffen kan se mycket olika ut och förekommer från ren kristallin form till mycket lösa sediment med stor inblandning av organiskt material (kalkgyttja). Utfälld kalciumkarbonat kan kapsla in växtdelar, snäckor och stenar.

Kalktuffkällor kan förekomma i både öppna och slutna miljöer. Ett kännetecken är att källorna ofta är små och att vegetationen domineras av mossor, särskilt tuffmossor. Om källan ger upphov till en bäck ingår även den i naturtypen. Kalktuffkällor är naturligt extremt näringsfattiga med mycket låga halter av växttillgängligt fosfat och kväve. Kalktuffkällor är mycket ovanliga i hela Europa och är också en prioriterad naturtyp. Till naturtypen hör specialiserade och ovanliga arter, särskilt mossor, som är beroende av den höga kalkhalten och det kalla källvattnet. Grundvattnet är även viktigt för att hålla en jämn vattentemperatur i naturtypen (Thorsbrink et.al. 2016).

Källmiljöerna har för sin vattenförsörjning en högre andel grundvatten jämfört med ytvatten. Denna starkt förskjutna kvot är känslig för förändringar om grundvattentillgången skulle minska eller om ytvattentillflödet skulle öka. En förändring av kvoten kan, utöver att kalktuffbildningen riskerar att upphöra, även innebära att vattentemperaturen höjs vilket i sin tur leder till högre nedbrytningshastigheter och därmed högre näringsnivåer. Det gynnar konkurrensstarka arter i stället för de extremt konkurrenssvaga arterna som förekommer i kalktuffkällor.

Aktuella vattenregimer:

- Permanent utströmmande grundvatten
  - Från vattenmagasin i mäktiga vattenhållande jordlager såsom strandvallar, isälvssediment och svallsediment
  - Från berggrundvatten i vattenförande djupare lager i berg

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt stor eftersom permanent vattenförande källmiljöer är en förutsättning

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt stor vad gäller jämna nivåer

#### 8.2.4. Rikkärr

Rikkärr är mineralrika med nära neutralt pH i vattnet (pH 6–8). De har ständig tillförsel och höga halter av baskatjoner, främst kalcium men ibland även andra baskatjoner såsom järn och magnesium (Martinsson 2008). Grundvattentillförseln är viktig för att hålla en jämn vattentemperatur (Thorsbrink et.al. 2016). I naturtypen inkluderas även de på mossarter rika medelrikkärren. Rikkärr är fattiga på näring och detta skiljer dem från andra kärrtypen som kan ha högre pH, till exempel sumpskogar och högörtängar. Näringsfattigdomen beror främst på mycket låga halter av växttillgänglig fosfat.

Rikkärr kan ha varierande grad av krontäckning från helt öppna miljöer till rena skogsmiljöer. Hydrologiskt kan de vara topografiskt betingade (topogena kärr) och förekommer då i sänkor i terrängen eller så förekommer de där det finns rörligt markvatten, inte sällan i samband med utträngande grundvatten (soligena kärr). Rikkärren skiljer sig från kalkfuktängarna genom att de är blötare och blötlagda under längre tid, torvbildande samt rika på mossor i bottenskiktet. Det är dock vanligt att torvdjupet är litet i rikkärr jämfört med andra kärrtypen till följd av att det rörliga markvattnet eller sommartorkan för ner syre i torvskiktet som då bryts ned. Ytterligare ett utmärkande drag hos rikkärr är att bottenskiktet byggs upp av brunmossor.

Rikkärr förekommer både i hävdade och ohävdade miljöer och jämfört med kalkfuktängar sker igenväxning med träd och buskar i långsammare takt till följd av bristen på näring och blötare förhållanden. Rikkärren är rika på biologisk mångfald och de gotländska rikkärren tillhör Sveriges mest artrika myrtyper. Här förekommer en rad specialiserade arter av kärlväxter, mossor, landsnäckor och svampar. Rikkärr är också rika på insekter, som småfjärilar, jordlöpare och kortvingar. Många av arterna är ovanliga.

Vegetationstypen **Axagkärr** hör till de så kallade extremrikkärren och domineras av halvgräset axag. Utmärkande drag är höga pH-värden (oftast över pH 7) samt mycket höga kalciumhalter i vattnet (Sjörs 1967). Axagkärr utgör ofta källkärr och utbildas i samband med källor eller mer diffusa upprinnor med kalkhaltigt grundvatten men kan också utbildas i en vegetationszon i topogena våtmarker där den då förekommer mellan knappagkärret och kalkfuktängen. Utan tillrinning av vatten från omgivningen blir sällan denna zonerings i topogena våtmarker särskilt artrik eller väl utvecklad. Vegetationstypen är istället beroende av rörligt, källpåverkat vatten och att det finns en ganska stabil tillströmning under vegetationssäsongen (Martinsson 1997). Torvlagret är ofta ringa och i stället är tillgången till mineralhaltiga jordarter stor. Detta är en direkt effekt av det rörliga och syrerika vattnet som tillåter nedbrytning. Där det förekommer kalktuffkällor i öppna miljöer omges de inte sällan av axagkärr eller så ingår de i själva kärrmiljön. Vid sidan av axag är arter som blodrot, majviva, slätterblomma, ängsvädd, tätört, vildlin, ängsstarr, hirsstarr, slankstarr, ängsnycklar, blodnycklar, vaxnycklar och kärrknipprot vanliga. Mer sällsynta men mycket typiska arter är halvgräset näbbstarr, orkidéerna sumpnycklar och luktsporre samt örterna brun ögontröst, kärllilja och fjälltätört. Brunmossor utmärker vegetationstypen med arter som späd skorpionmossa, korvskorpionmossa, guldspärrmossa, klotuffmossa, gyllenmossa och källkärrmossa.



Figur 36. Axag är en karaktäristisk och ofta dominerande art i axagkärren.

#### Aktuella vattenregimer:

- Suboptimalt: Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de mellersta delarna av vegetationszoneringen
- Suboptimalt: Limnogene miljöer i mellersta delen av vegetationszoneringen längs vattendrag och stränder
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i centrala delar av utströmningsområden eller genomströmningsområden
  - Suboptimalt: I sluttningar där avrinningsområdet är kanaliserande eller tillräckligt stort för att ofta ge en situation med ytligt transporterat, genomsilande och rörligt markvatten (jordgrundvatten)

- Källmiljöer med periodvis eller permanent utströmmande berggrundvatten
- Källkärr och källmyrar från grundvattenmagasin i jord som kan utgöras av mäktigare jordlager, strandvallar, isälvsediment och svallsediment. Även dessa kärr kan ha periodvis eller permanent grundvattenutströmning

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt stor för att väl utbildade och artrika källkärr ska förekomma, i annat fall måttligt

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt stor vad gäller jämna nivåer

**Knappagkärr** hör precis som axagkärr till extremrikkärr, men det är halvgräset knappag som dominerar. Även här är pH högt (>7) och kalciumhalterna höga, men till skillnad från axagkärr är knappagkärr inte lika knutna till källflöden och finns oftare i något blötare och mer översvämmade delar av kärr (Martinson 1997). Knappag är också en mer atlantisk art (västra Europa) än axag som jämförelsevis är vanligare i Kontinentaleuropa (Jiménez-Alfaro et.al. 2013). Typiskt för Gotland är att knappagkärr intar en mellanposition mellan agmyren och axagkärr. Exakt vad det är för ekologiska faktorer eller mekanismer som avgör denna zonerings är inte säkert. Det kan ha att göra med att axag är mer tålig mot upptorkning under sommaren samtidigt som knappag är mer tålig mot översvämningar. Knappag förekommer där det finns tillgång till kalkrikt, rörligt markvatten och där torvtäcket är relativt tunt vilket ger kontakt till mineralrika jordarter. Vad gäller förekomsten av övriga rikskärrarter påminner knappagkärr om axagkärr och hyser en liknande artsammansättning av brunmossor och kärleväxter men ofta saknas de mest specialiserade källkärrs- och kalktuffkällearterna.

Aktuella vattenregimer:

- Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de mellersta delarna av vegetationszoneringen och avlöser där agmyren uppåt
  - Topogena lågpunkter
  - Dämmande strukturer som strandvallar
- Limnogen miljöer i mellersta delen av vegetationszoneringen stränder
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i lite större avrinningsområden med åtminstone periodvis riklig tillgång till vatten
  - I sluttningar där vatten från ett avrinningsområde kanaliseras i tillfälliga bäckar eller stråk med ytligt transporterat, genomsilande och rörligt markvatten (jordgrundvatten). Knappagen dominerar där ofta dessa stråk eller bäcksträckor.
  - I svagt sluttande, soligena våtmarker där vattnet kan sprida ut sig och svämma över ett våtmarksbäcken eller en flack yta. Den ringa lutningen medför svämning men inte alltför stor dränkning, vilket gynnar knappag.
  - I nedre delarna av källkärr och källmyrar från grundvattenmagasin i jord eller i berg. Källkärr kan vara periodvisa eller permanenta.

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Liten till måttlig

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt liten

**Lågstarrkärren** är egentligen en något brokig grupp där olika starrarter som hirsstarr, slankstarr och ängsstarr kan dominera men där både axag och knappag är mindre framträdande inslag. De uppträder ofta i anslutning till ax- och knappagkärren men då i de torrare och inte lika källpåverkade delarna men undantag finns. Ett sådant undantag är exempelvis där störning förekommer i form av bete eller uppfrysning som inte tillåter att ag etablerar sig. Ekologiskt utgör de en övergång till de torrare eller mer tillfälligt vattenförande vegetationstyperna kalkfuktängar, våtar och fukthedar. Den viktigaste skillnaden jämfört med de torrare vegetationstyperna finner man i artsammansättningen av mossor. I kärrmiljöerna dominerar skorpionmossor såsom späd skorpionmossa och korvskorpionmossa, medan exempelvis kalkkamossa dominerar i kalkfuktängen.

Aktuella vattenregimer:

- Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de mellersta till övre delarna av vegetationszoneringen
- Limnogen miljöer i mellersta till övre delen av vegetationszoneringen längs stränder och vattendrag
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i ett brett spektrum

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt liten

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt liten

**Blåtåtelkärr** är kärr som har en tydlig påverkan av kalkhaltigt vatten och därmed hyser både brunmossor och många av rikkärrens orkidéer. Blåtåtel kan dock förekomma vid väsentligt lägre pH och konduktivitet än vad som finns i andra rikkärrensmiljöer. Om lågstarrkärren ofta innehåller flera olika arter inklusive blåtåtel och där ingen art behöver dominera, så har blåtåtelkärren en kraftig dominans av gräset blåtåtel. Det är den näst vanligaste våtmarkstypen på Gotland och förekommer i en mängd situationer (Martinsson 1997). I öppna kärrmiljöer markerar den ofta mindre källpåverkan (rörligt markvatten) och därmed lägre halter av kalcium (konduktivitet), men inte nödvändigtvis lägre pH, även om så ofta är fallet (Wheeler et al. 2004, Ilomets et al. 2009).

Blåtåtelkärren skiljer sig från de föregående vegetationstyperna med avseende på framför allt den stora amplituden mellan hög- och lågvatten. Vegetationstypen är, som inledningsvis konstaterades, inte lika beroende av rörligt, kalkhaltigt grundvatten och kan därför etablera sig på organiska jordar om förutsättningarna är de rätta (ej för översvämmat). Vegetationstypen har därför blivit vanligare i samband med utdikningar och andra förändrade vattenregimer. Blåtåtelkärr är också relativt tåliga mot igenväxning och tilltagande krontäckning och utgör därför en vanlig vegetationstyp när krontaket sluter sig. Under naturliga förhållanden torde dock blåtåtelkärr vara en övergångstyp mellan utströmningsområden och ren fastmark. Eftersom vegetationstypen uppträder under många förhållanden kan den hysa många av de arter som är karaktäristiska för rikkärr vad gäller både kärleväxter och mossor.

Aktuella vattenregimer:

- Topogena våtmarker där vegetationstypen förekommer i de mellersta till övre delarna av vegetationszoneringen
- Limnogen miljöer i mellersta till övre delen av vegetationszoneringen längs stränder och vattendrag
- Soligena våtmarker där vegetationstypen förekommer i ett brett spektrum



Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt liten

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt liten

### 8.2.5. Kalkfukthed (blekevät)

En för Gotland och för detta område utmärkande och speciell våtmarkstyp är fukthedarna eller våtarna och blekevätarna. Utmärkande för dessa är att de tidvis är uttorkande mark med periodiskt högt vattenstånd där kärrvegetation finns på fastmarksunderlag. Blekevätar, som finns på Gotland och Öland, definieras som tidvis vattenfyllt område på kalkstensberggrund med vid uttorkning utfällning av bleke (Löfgren, odaterad). Ofta finns våtar i anslutning till myrkanten och övergår utan skarpare avgränsning i omgivande fastmark eller myr (Munthe et al. 1924).

File hajdar är särskilt rikt på våtar där det största området ligger sydost om File hajdar-täkten. Fläckvis kan vegetation saknas och blekeytan med vittringsjord ligger blottad. Under högvatten täcks våtar av kalkrikt vatten och varefter avdunstning sker faller bleke ut till dess att processen stannar upp när väten torrlagts. Under sommaren kan man se detta kalklager täcka mark och växtlighet. Vid nederbörd förs den ner i underliggande jord och blandas med den.

En annan egenhet i många av fukthedarna är uppfrysningsfenomen. De bottenfryser ofta vilket innebär stora rörelser i marken. Detta är en störningsdynamik som får till följd att det är svårt för träd och växtlighet med utbredda rotsystem att etablera sig och att igenväxningen går mycket långsamt. Ett vanligt kännetecken är att man i fält kan se frilagda rötter på markytan.

Aktuella vattenregimer:

- Topogena och tillfälliga våtmarker på tät berggrund eller vittringsjord

Beroendet av grundvattenutströmning:

- Generellt inget

Beroendet av grundvattennivåer:

- Generellt inget

### 8.2.6. Utdikade eller kraftigt omvandlade våtmarker

Som namnet antyder är det våtmarker som genom mänsklig aktivitet degenererats från ett naturligare förhållande. Vanligen handlar det om utdikade kärr men det finns inom utredningsområdet också exempel på dämnda och tidigare uppodlade våtmarker.

Aktuella vattenregimer och beroende av grundvattenutströmning och grundvattennivåer:

- Redovisas ej då det inte är en naturligt förekommande vegetationstyp

### 8.3 Avgränsning av grundvattenberoende terrestra våtmarker att bedöma

Utredningen omfattar påverkan på våtmarker genom förändrade yt- eller grundvattenförhållanden. I förhållande till regelverket om MKN för grundvatten omfattas emellertid bara vissa våtmarker.

Av genomgången i avsnitt 8.2 framgår det att de flesta våtmarkstyper varken har vattenregimer med ett starkt beroende av grundvattenutströmning eller att grundvattennivåerna ska ha en direkt kommunikation med vattennivåerna i våtmarken. Av vägledningen för vad som ska räknas som grundvattenberoende terrestra ekosystem framgår i avsnitt 3.2 att det är denna koppling som krävs. Av detta följer att det endast är tre vegetationstyper inom utredningsområdet som kan beröras av den ansökta verksamhetens påverkan på grundvattenförhållandena:

- Kalktuffkällor: Starkt beroende av grundvattenutströmning från grundvattenmagasin i jord eller berg.
- Källkärr av axagtyp: Starkt beroende av grundvattenutströmning från grundvatten i jord eller berg. Axagkärr kan förekomma i andra vattenregimer men dessa är inte starkt beroende av grundvattenutströmning. Därför kommer endast källkärren ifråga.
- Agmyrar i samma nivå som grundvattennivån i landskapet. Det innebär att topogena agmyrar inte räknas som grundvattenberoende när de ingår i ett lokalt topogent (grund)vattenmagasin. I ett sådant har vattenregimen snarare en koppling till tillräcklig tillrinning i kombination med tät botten. Likaså utesluts alla former av soligena och limnogen agmyrar då de är mer kopplade till antingen ytvattenavrinningen eller vattennivåerna i Tingstäde träsk. Eftersom Tingstäde träsk inte fungerar som ett hydrologiskt kommunicerande kärl med omgivande grundvattenförekomst ska agmyr längs träskets stränder enligt vägledningen i avsnitt 3.2 inte räknas som ett grundvattenberoende terrestriskt ekosystem.

## 9 Påverkan och konsekvenser

### 9.1 Den ansökta verksamheten

Heidelberg Materials ansöker om tillstånd till fortsatt och utökad täktverksamhet vid Västra brottet och File hajdar-täkten. Ansökan omfattar även fortsatt länshållning från File hajdar-täkten, Västra brottet och Östra brottet. Verksamheten i Västra brottet kommer att avslutas efter några år, varefter täkten kommer börja vattenfyllas. Brytningen i File hajdar-täkten kommer att pågå under 30 år ner till som lägst +5 m ö.h. Därefter kommer även den täkten att börja vattenfyllas.

När länshållningen av Västra brottet och File hajdar-täkten avslutas, kommer vattennivån i täkterna långsamt att stiga och det kommer så småningom att bildas täktsjöar med vattennivåer kring +2 m i Västra brottet och cirka +26 m i File hajdar-täkten. Tiden det kommer att ta att fylla täkterna med vatten är svår att förutsäga exakt eftersom det bland annat beror på hur klimatet kommer att utvecklas. En uppskattning är att det kommer att ta ca 30-40 år att vattenfylla Västra brottet och ca 90 år att helt vattenfylla File hajdar-täkten.

### 9.2 Påverkansfaktorer

#### 9.2.1. Förändringar i yt- och grundvattenförhållandena

Våtmarker kan påverkas indirekt av förändrade grundvattenstånd och grundvattenflöden, vilket i sin tur kan påverka grundvattenbildning. Vidare kan länshållningen av File hajdar-täkten medföra sänkta grundvattenstånd och mindre grundvattenutträngning på längre avstånd från täkten. När verksamheten avslutats och länshållningen upphör förändras grundvattennivåer och grundvattenflöden allt eftersom täkterna fylls med vatten.

Den påverkan som kan ske kan därmed sammanfattas i:

- Minskad ytvattenavrinning till följd av minskat avrinningsområde vilket leder till mindre grundvattenbildning och minskad ytvattentillrinning.
- Lägre grundvattennivåer till följd av länshållningen av File hajdar-täkten, vilket leder till minskad grundvattenutströmning från berg och lägre grundvattennivåer i berg i omgivningen.

#### 9.2.2. Påverkan på grundvattenberoende terrestra ekosystem

Påverkan på grundvattenberoende terrestra ekosystem som bedöms i förhållande till MKN för grundvatten inkluderar inte minskad ytvattentillrinning. Den påverkan som kan ske kan därmed sammanfattas i:

- Minskad ytvattenavrinning till följd av minskat avrinningsområde vilket leder till mindre grundvattenbildning och därmed minskad grundvattenutströmning i rikkärr och kalktuffkällor.
- Lägre grundvattennivåer till följd av länshållningen av File hajdar-täkten, vilket leder till minskad grundvattenutströmning från berg och lägre grundvattennivåer i berg i omgivningen.

#### 9.2.3. Påverkan vid olika tidpunkter

En utgångspunkt i bedömningarna är att under vinterhalvåret är hela landskapet vattenmättat och tillhör samma vattensystem, men under sommarhalvåret är ytligt vatten i våtmarker och jord, och djupt grundvatten i berg två skilda system men med visst utbyte. Påverkan av sänkta grundvattennivåer och minskad grundvattenutströmning ser därmed mycket olika ut mellan

årstider. För ekosystemen är vegetationsperioden mycket avgörande och därför undersöks i första hand grundvattenbortfall under perioden april till oktober.

Den ansökta verksamhetens omfattning, och därmed även risken för påverkan på våtmarker, kommer också att variera över tid. Det är mot denna bakgrund relevant att beskriva verksamhetens påverkan vid olika tidpunkter jämfört med nuläget och ett nollalternativ. De tidpunkter som valts är efter 30 års verksamhet samt efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter. Efter 30 års verksamhet är File hajdar-täkten fullt utbruten och inte vattenfylld vilket är den tidpunkt då den ansökta verksamheten har som störst påverkan på våtmarker.

#### **9.2.4. Förändringar av avrinningsområden**

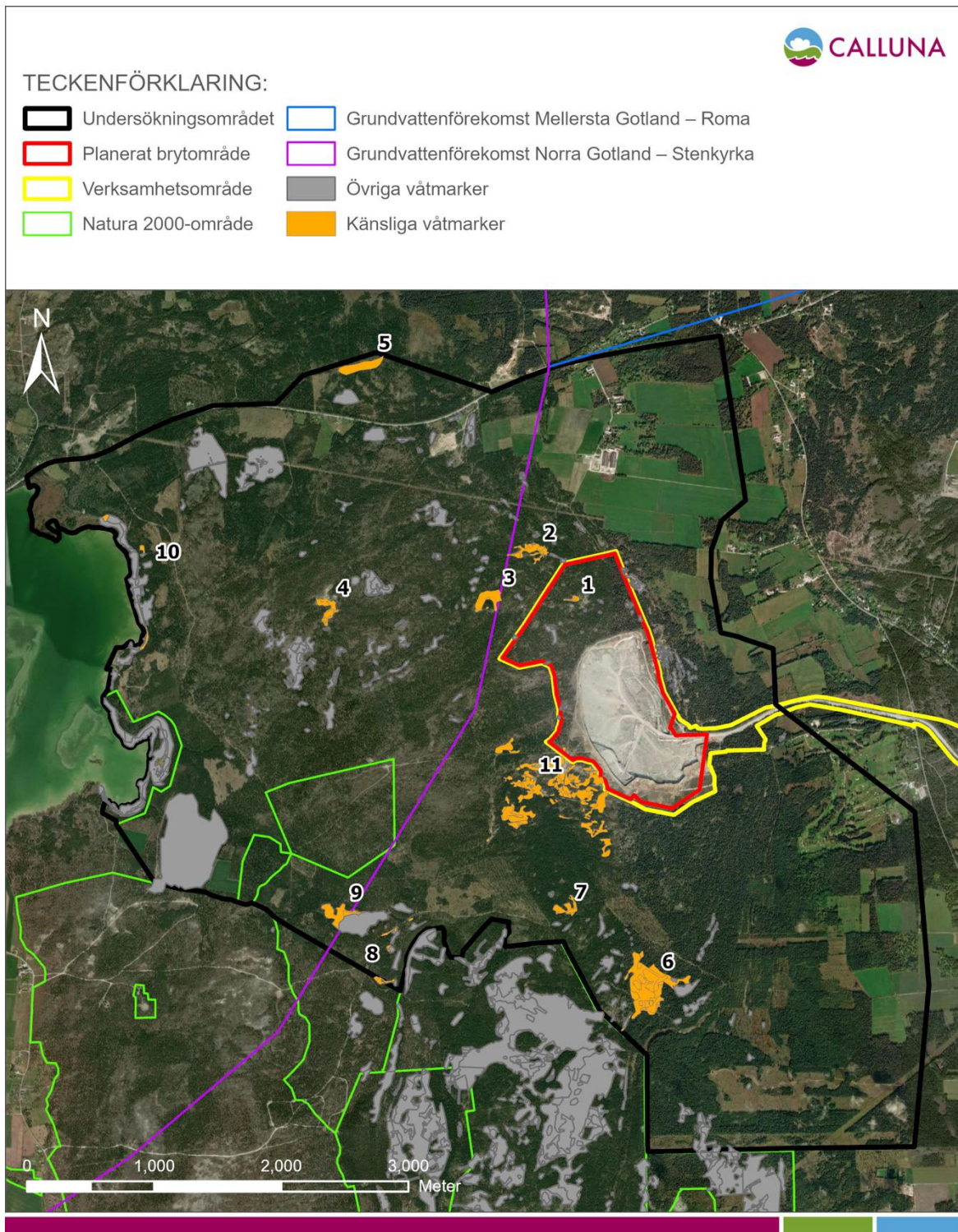
Det är två avrinningsområden, Vikeån och Anerån (figur 32), som kan påverkas av den ansökta verksamheten genom minskad ytavrinning. Den absoluta merparten av det nuvarande brytområdet vid File hajdar-täkten ligger inom Aneråns avrinningsområde och majoriteten av det ansökta brytområdet är också beläget inom Aneråns avrinningsområde.

Ansökt verksamhet medför att ca 80 ha av Aneråns och 12 ha av Vikeåns nuvarande avrinningsområden blir utbrutna eller får en avrinning mot File hajdar-täkten.

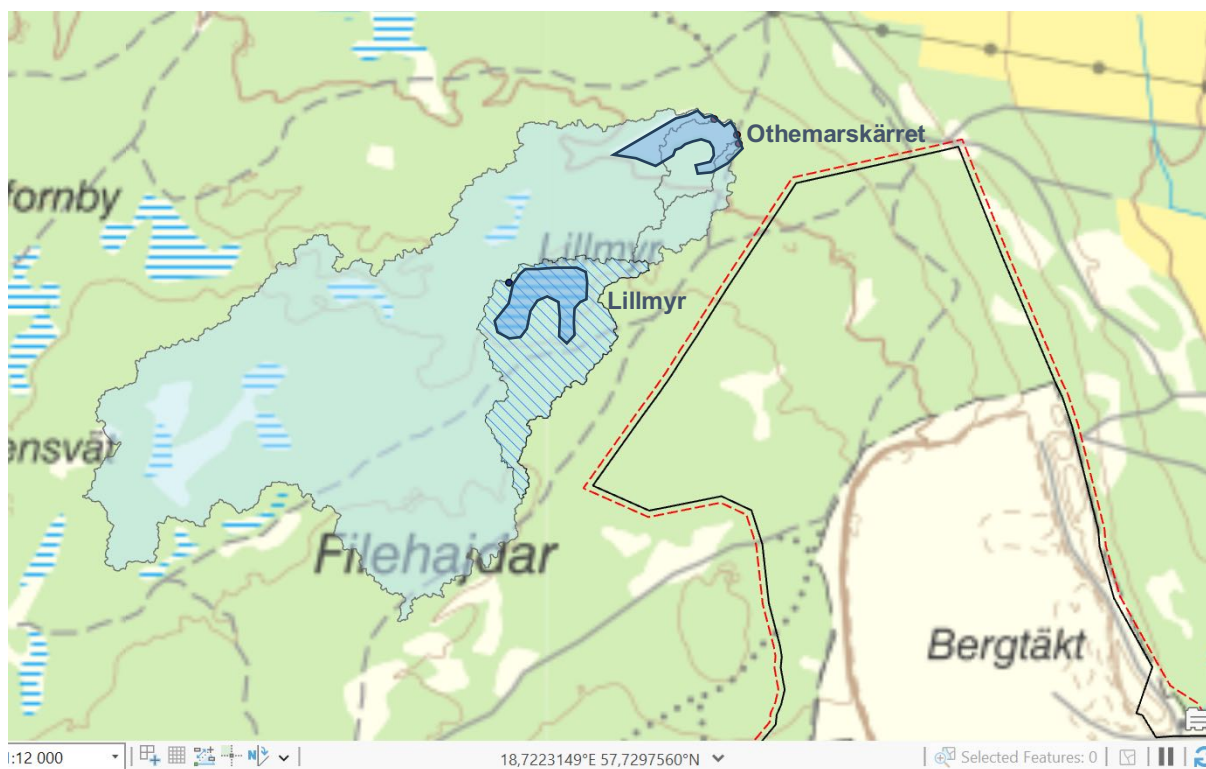
Förlusten av Vikeåns delavrinningsområde för södra File hajdar motsvarar 1,2 % av delavrinningsområdets areal. Den beräknade förlusten av ytvatten till följd av minskningen är cirka 1 500 m<sup>3</sup> under april-maj och cirka 750 m<sup>3</sup> under september-oktober vid fullt utbruten täkt inom Vikeåns avrinningsområde (bilaga B6 till ansökan). En del av den förlusten kommer att ske i källkärret på södra File hajdar (område 6 figur 37). Mest påverkas våtmarkerna som ligger närmare File hajdar-täkten. Kalkfukthedarna närmast täkten får exempelvis en minskning av avrinningsområdet på ca 15 % (område 11 i figur 37) och för källkärret på södra File hajdar (område 6 figur 37) handlar det om drygt 5 %.

Inom Aneråns avrinningsområde minskar avrinningsområdet för de kalkfukthedar som ligger i sluttningarna öster om File hajdar-täkten. Dessa bedöms dock inte påverkas av det förändrade avrinningsområdet eftersom de får sin vattenförsörjning från i första hand nederbörd. En anledning till att det är få våtmarker som påverkas indirekt inom Aneråns avrinningsområde är att brytområdet anpassats till delavrinningsområdena uppe på File hajdar, se figur 38.

För våtmarker inom naturreservatet Storhagen uppstår en positiv påverkan då vatten från Vikeåns avrinningsområde till viss del kommer att tillföras Anerån med länshållningen av File hajdar-täkten.



Figur 37. Av kartan framgår vilka våtmarker som bedömts vara känsliga och potentiellt kan beröras av en utökad täktverksamhet på File hajdar. Kartan visar alla våtmarker, dvs. inte bara sådana som kan påverkas på ett sätt som är relevant i förhållande till MKN för grundvatten. Totalt är det 11 våtmarker och våtmarksområden som pekats ut. Dessa beskrivs och konsekvensbedöms i tabell 4.



Figur 38. Brytområdet för den ansökta verksamheten har anpassats så att avrinningsområden för Lillmyr och Othemarskärret inte ska påverkas. På kartan framgår avrinningsområdet för Lillmyr (skrafferat) samt för Othemarskärret. Utströmningspunkter från respektive avrinningsområde framgår också. Grundkartan producerad av Bergab.

### 9.2.5. Förändringar av grundvattennivåer och grundvattenutträngning

Förändringar av grundvattennivåer och grundvattenutträngning har modellerats vid olika tidpunkter och scenarier och för olika avrinningsområden. Utan skyddsåtgärder kommer det att sommartid ske en avsänkning efter 30 års verksamhet inom stora delar av utredningsområdet medan avsänkningen är mer begränsad under vinterhögvattnet.

Efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter förändras situationen. Nu kommer istället grundvattennivåerna att öka till följd av den täktsjö som bildas i File hajdar-täkten.

De volymer som beräknas läcka in i File hajdar-täkten och därmed pumpas bort i och med länshållningen är för ytligt berggrundvatten inom *Aneråns avrinningsområde* drygt 17 800 m<sup>3</sup> under vegetationsperioden efter 30 års verksamhet, vilket motsvarar en förlust av 3,3 % av nettonederbörden (figur 32).

Inom *Vikeåns avrinningsområde* är det två delavrinningsområden som berör utredningsområdet (figur 32), dels Orgbäckens avrinningsområde, dels avrinningen från södra File hajdar ner till Bojsvätar. De beräknade förlusterna av ytligt berggrundvatten uppgår till knappt 19 500 m<sup>3</sup> för Orgbäckens avrinningsområde och 11 900 m<sup>3</sup> för södra File hajdars avrinningsområde, vilket motsvarar en minskning med 4,1 % respektive 4,6 % av nettonederbörden i avrinningsområdena under vegetationsperioden.

*Tingstäde träsk*s avrinningsområde påverkas i mycket liten utsträckning och både grundvattennivåer och grundvattenutträngningen minskar obetydligt. Den beräknade förlusten av grundvattenutträngning har beräknats till 5 000 m<sup>3</sup> för Tingstäde träsk vilket motsvarar en bråkdel av en procent av nettonederbörden.

Grundvattennivåerna i berg, d.v.s. inom grundvattenförekomsterna, ligger inom utredningsområdets våtmarker under vegetationsperioden långt under markytan och utanför den zon som är tillgänglig för vegetationen. Det innebär att förändringar av *grundvattennivåer* är av underordnad betydelse. Det är *grundvattenutträngningen* under tidig vår och sen höst som innebär skillnader av ansökt verksamhet jämfört med nuläget.

Efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter sker istället en ökad grundvattenutträngning under vegetationsperioden. Denna uppgår till knappt 20 200 m<sup>3</sup> (+3,7 %) för Aneråns avrinningsområde, ca 20 900 m<sup>3</sup> (+8,8 %) för Orgbäckens avrinningsområde och 14 200 m<sup>3</sup> (3,0 %) för södra File hajdars avrinningsområde. Tingstäde träsk erhåller en obetydlig ökning av grundvattennivåer och grundvattenutströmning efter avslutad verksamhet.

### 9.3 Skyddsåtgärder

Inga särskilda skyddsåtgärder föreslås för våtmarker utanför Natura 2000-områden men de som planeras för Natura 2000 kommer att ge positiva effekter också för våtmarker inom utredningsområdet, inklusive de grundvattenberoende.

Skyddsåtgärderna syftar till att minska grundvattenpåverkan vilket leder till en minskad indirekt ytvattenpåverkan. Följande skyddsåtgärder planeras att vidtas i syfte att minimera verksamhetens påverkan på grundvattennivåerna, se vidare bilaga B7 samt för sista punkten B11 till ansökan:

- Injektering av berget runt File hajdar-täktens södra och västra delar
- Infiltration av vatten i borrhål i berget söder och sydväst om File hajdar-täkten samt i jord söder om täkten.
- Restaurering av körskador och avvattande grusväg samt igenläggning av diken som berör område 11 (figur 37 och tabell 4).

Åtgärderna leder till att framför allt våtmarker i Vikeåns avrinningsområde erhåller ett större grundvattenutflöde från berg och för avrinningsområdet söder om File hajdar (figur 32) erhålls också ett större utflöde av grundvatten från jord. Det leder till att det inte uppstår någon grundvattenpåverkan inom Orgbäckens avrinningsområde samt att det inom avrinningsområdet för södra File hajdar sker en ökad grundvattenutträngning på 15 300 m<sup>3</sup> p.g.a. åtgärderna (+5,9 %). För Anerån är skillnaderna små och beräknas till en nettoförlust av 16 100 m<sup>3</sup> jämfört med 17 800 m<sup>3</sup> utan åtgärder.

### 9.4 Konsekvensbedömning

#### 9.4.1. Efter 30 år

I tabell 4 visas de våtmarker eller våtmarksområden som bedömts som känsliga för påverkan. Tabellen innehåller samtliga våtmarker som uppfyller kriterierna för att kunna klassas som skyddsvärda grundvattenberoende terrestra ekosystem. Dessa går att finna i samtliga tre avrinningsområden inom utredningsområdet. Effekterna för dessa ser olika ut. För Anerån och Vikeån sker utan skyddsåtgärder både en minskning av grundvattenutträngning från berg och en förlust av avrinningsområden medan det för Tingstäde träsk del endast sker obetydliga förändringar vad gäller grundvattenutträngning och inga förändringar i avrinningsområden. Det i sin tur innebär att det inte uppstår annat än obetydliga negativa konsekvenser för ekosystemen inom Tingstäde träsk avrinningsområde (områdena 4 och 10 i figur 37 och tabell 4).

De skyddsåtgärder som planeras innebär att Vikeåns båda delavrinningsområden (Orgbäckens- och södra File hajdar, figur 32) inte riskerar någon förlust av grundvattenutträngning. För

Vikeån innebär skyddsåtgärderna att grundvattenutträngningen ökar men samtidigt minskar avrinningsområdet och därmed både grundvattenbildning och ytvattenavrinning.

Inom hela utredningsområdet har det konstaterats att det inte finns några källmiljöer som försörjs av utströmmande, djupare berggrundvatten och slutsatsen är istället att grundvattenutströmning sker från ytligt berg och från magasinande strukturer såsom strandvallar och svallsediment. Detta gör att våtmarker som befinner sig på "motsatta sidan" revkalkstensstrukturerna sett från File hajdar-täkten har mycket små risker för att dräneras. Det gör att exempelvis de känsliga källkärrarna vid Sojdbrohagen inte kommer att kunna påverkas (område 5 i tabell 4 och figur 37). Källkärrarna vid Sojdbrohagen är dessutom uppenbart kopplade till Tingstädeåsens vattenmagasin och detta är ett helt separat grundvattenmagasin som inte kan påverkas av den ansökta verksamheten.

Det kan dock finnas en indirekt risk vid en grundvattenavsänkning i djupare berglager genom att perkolationen ökar från det ytliga berggrundvattnet ner till djupare berggrundvatten. Särskilt aktuellt kan det vara där det finns revkalkstrukturer som kan ha god vertikal genomsläpplighet. Störst risk för denna påverkan gäller de våtmarker som ligger nära brytområdet. Inga av de känsliga kalktuffkällorna finns i dessa delar och av källkärrarna är det egentligen bara Othemarskärret som är beroende av ytligt berggrundvatten (Område 2 i figur 37 och tabell 4). Själva källkärren upptar en yta av ca 0,25 ha men hela kärret är på 2,2 ha. Det finns ytterligare ett par källkärr längre bort mot Högstensvät men avståndet till tåkten är för stort för att en påverkan ska kunna uppstå (område 4 figur 37 och tabell 4). Othemarskärret däremot, kan komma att påverkas negativt även risken bedöms vara mycket liten. Othemarskärret förses av ytliga grundvattenflöden från sydväst genom epikarst och ytligt uppsprucket berg samt i jord. Det är något som kemiska mätningar och temperaturmätningar visat. Då det ytliga vattenflödet vanligen är mycket större än utbytet vertikalt till djupare grundvatten i berg är det osannolikt att betydande påverkan uppstår på källkärrarna i Othemarskärret, men risken kan inte helt uteslutas. Othemarskärret har visserligen en av de bäst utbildade axagupprinnarna uppe på File hajdar men jämfört med källkärrarna och rikkärrarna i Hejnum Kallgate och Kallgatburg är det artfattigare och det gäller samtliga inventerade artgrupper; landsnäckor, mossor och kärlväxter. Arealen är dessutom relativt sett liten. Viktigast är kvalitetsaspekten, som hör samman med att källkärrarna endast har periodvis utströmmande grundvatten och därmed torkar upp under sommaren. Det innebär att de allra känsligaste arterna inte förekommer och på så vis kommer inte skadan att kunna bli betydande, eftersom grundvattenflödet inte kommer att upphöra helt utan i värsta fall reduceras. Därmed kommer inte hela ekosystemet att skadas och försvinna. Den sammantagna konsekvensen bedöms för Othemarskärret bli måttligt negativ av den ansökta verksamheten. Det är inte fråga om en sådan betydande skada som avses i bedömningsgrunden för MKN för grundvatten.

Grundvattennivåerna i det djupare berggrundvattnet (särskilt i mägerstenen under revkalken) kommer att avsänkas tydligt av dagbrottet. Hur det i absoluta tal påverkar ytvattnet vid Lillmyr, det är mer osäkert. Eftersom Lillmyr ligger på revkalksten är det troligt att påverkan inte blir särskilt stor. En viss påverkan kan inte uteslutas men hur mycket det blir beror på de lokala hydrogeologiska förhållandena. Normalt sett är ytvattenflödet mycket större än utbytet med grundvattensystemet. Ytvattenflödet kan vara mer än 10 gånger (kanske 100 gånger) så stort i en dalgång med ytvattenflöde i jämförelse med utbytet med det lite djupare grundvattensystemet i berget under dalgången. Det betyder att även om det djupare grundvattenutflödet minskar tydligt vid Lillmyr, så har det endast en ringa betydelse för Lillmyr, eftersom vattenföringen där till helt övervägande del beror av ytvattensystemet. Ur den synvinkeln ska Lillmyr inte betraktas som ett grundvattenberoende terrestert ekosystem eftersom det inte står i den kontakt med grundvattensystemen som krävs. Trots detta görs med hänsyn till försiktighetsprincipen ändå en bedömning att Lillmyr kan påverkas negativt men att omfattningen inte är sådan att det utgör en betydande skada i den mening som avses i bedömningsgrunden för MKN för grundvatten.



Det tredje källkärret som är värt att nämna ligger inom Vikeåns avrinningsområde, närmare bestämt i det södra avrinningsområdet på File hajdar (område 6 figur 37). Här finns ett större källkärr med källmiljöer (dock ej kalktuffkällor). Själva källmiljöerna matas med ytligt grundvatten från de omfattande strandvallarna uppströms, vilket mätningar av vattenkemin visar (se bilaga B3 till ansökan). Därmed är risken mycket liten att kärret påverkas direkt av minskad grundvattenutträngning. Förlusten av avrinningsområdet kan däremot ge en minskad vattenförsörjning med upp till ca 5%. Denna förlust skulle kunna ge upphov till viss skada men inte av sådan omfattning att källkärret omvandlas till annat ekosystem och att det därmed skulle riskera att bli en betydande skada i den mening som avses i bedömningsgrunden för MKN för grundvatten. I den bedömningen har beaktats att grundvattenutströmningen endast är periodvis vilket innebär att mer fuktighetskrävande arter saknas. Det gäller samtliga inventerade organismgrupper. I den södra delen av File hajdar har skyddsåtgärder planerats i form av injektering och infiltration av vatten till berggrunden. Dessutom planeras infiltration av vatten i jord uppströms källkärret. Detta kommer avsevärt förbättra vattenbalansen för kärret och med skyddsåtgärderna är bedömningen att den ansökta verksamheten sammantaget kommer att ha positiv konsekvens för våtmarken.

Vid sidan av källkärrarna är det ett område som kan påverkas av minskad ytvattenavrinning, dvs. en påverkan som inte har betydelse för bedömningen av MKN för grundvatten. Det är det större våtmarksområdet som domineras av kalkfukthedar sydost om File hajdar-täkten (område 11 i figur 37 och tabell 4). Detta område är inte grundvattenberoende då det ligger högt i terrängen och saknar vegetation som visar på utströmningsområden. Däremot är det till viss del beroende av avrinningsområdets storlek och den ytvattenförsörjning det ger. Den planerade utökningen av täkten innebär att ca 15-20 % av avrinningsområdet försvinner vilket bedöms kunna medföra en motsvarande minskning av våtmarken med 3,5 ha (nuvarande yta är ca 17 ha). Denna förlust påverkar också väddnätfjäril och för den arten planeras därför skyddsåtgärder i form av igenläggning av diken och andra vattenhållande åtgärder.

I tabell 4 framgår konsekvensbedömningen vid 30 års verksamhet för varje källkärr och kalktuffkälla som potentiellt kan påverkas inom utredningsområdet.

<b>Objekt med beskrivning</b>	<b>Påverkan</b>	<b>Konsekvenser utan skyddsåtgärder</b>	<b>Konsekvenser med skyddsåtgärder</b>
<b>Aneråns avrinningsområde:</b>			
1. Rikkärr i brytområdet Ett litet rikkärr omgivet av kalkfuktäng och kalkfukthed. Ytan rikkärr begränsad till <0,1 ha.	Ligger inom brytområdet och kommer att försvinna.	Försvinner	Inte relevant
2. Våtmark söder om Othemars på totalt ca 2,2 ha varav källkärr ca 0,25 ha	Ligger ca 150 m nordväst om brytområdet och kan påverkas av dränering av berggrundvatten. Påverkan är av den typ	En närmare studie har gjorts av avrinningsområdet och något bortfall kommer inte att ske då ytvattentillförseln	I denna geografiska riktning förändras inte konsekvenserna nämnvärt jämfört

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
<p>Höga kvaliteter med tydliga upprinnor källkärr med axag, smalgrynsnäcka förekommer</p>	<p>som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>kommer från sydväst. Jordtäcknet uppströms kärret saknar större vattenmagasin och några vattendrag finns inte heller, vilket innebär att grundvattentillförseln måste komma från berg. Med hög sannolikhet sker tillförseln av grundvatten i berg från höjdområdena i sydväst där ett pärlband av våtmarker ligger inklusive Lillmyr. Detta område ingår i en revkalkzon med tydliga karstprickor. Det går inte att utesluta att kärret kan komma att dräneras något även om effekten av det bedöms som liten eftersom det i kärret förekommer tät vittringsjord samt att det ytliga grundvattnet har begränsad kontakt med djupare berggrundvatten. Viss dränering kan ändå inte uteslutas men effekten kommer inte att bli så stor att ekosystemet fullständigt förändras då det fortfarande kommer att ske en grundvattenmatning till kärret, om än i mindre volym. Denna slutsats bygger på att kärret idag endast är periodvis grundvattenmatat och att förekommande arter därmed är anpassade för viss uttorkning. Det betyder att betydande skada inte kan uppstå men med tanke på att</p>	<p>med förhållandet utan skyddsåtgärder</p>

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
		det är ett av de värdefullaste rikkärren med källkärr på File hajdar bedöms konsekvenserna bli måttligt negativa.	
<p>3. Agmyren Lillmyr, ca 1,9 ha</p> <p>En homogen agmyr utan synlig tillströmning eller utlopp</p>	<p>Ligger väster om brytområdet och kan påverkas av dränering.</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>Eftersom Lillmyr saknar tydlig tillrinning och utlopp är det sannolikt att agmyren försörjs genom ytlig karst. Även våtmarkerna uppströms Lillmyr, ytterligare åt sydväst, saknar tydlig till- och avrinning och ingår i samma ytliga system. En utökad täkt kommer inte att påverka vattentillströmningen eftersom avrinningsområdet inte påverkas. Lillmyr innehåller mycket tätande sediment och riskerar därmed inte att dräneras. Inga konsekvenser bedöms uppstå till följd av utökad täktverksamhet.</p>	<p>I denna geografiska riktning förändras inte konsekvenserna nämnvärt jämfört med förhållandet utan skyddsåtgärder</p>
<p>4. Axagkärr öster om Högstensvät, ca 1,5 ha</p> <p>Ett av få källkärr som finns i höjdområdena av File hajdar</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>Kärret befinner sig långt från täkten och dessutom i ett höjdläge där grundvattennivåerna ligger långt under markytan under vegetationsperioden. Det är tydligt att vattnet kommer från ytliga karststrukturer i berget. Inga konsekvenser bedöms uppstå för detta kärre.</p>	<p>I denna geografiska riktning förändras inte konsekvenserna nämnvärt jämfört med förhållandet utan skyddsåtgärder</p>
<p>5. Rikkärr vid Sojdbrohagen, ca 2,1 ha</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning, minskat avrinnings-område</p>	<p>Rikkärren kring Sojdbrohagen ligger i eller i direkt anslutning till Tingstädeåsen och</p>	<p>Påverkas inte alls</p>

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
Kring Sojdbrohagen finns ett par rikkärr där det norr om väg 147 består av ett väl utvecklat källkärr	Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).	erhåller sitt vatten från de stora vattenmagasin som trots täktverksamhet fortfarande finns kvar. Den ansökta verksamheten kommer inte att påverka Tingstädeåsen varför inga konsekvenser kommer att uppstå. Den del av Aneråns avrinningsområde som kärren ligger i får heller inte vatten från det föreslagna brytområdet varför detta inte heller orsakar några konsekvenser.	
<b>Vikeåns avrinningsområde i södra File hajdar</b>			
<p>6. Källkärr på södra File hajdar, ca 10,3 ha</p> <p>Ett större rikkärr med axag och knappkärr som ligger nedanför Ancylusvallarna. Källmiljöer och vattendrag finns i kärret. Smalgrynsnäcka förekommer</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning, minskat avrinningsområde</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>Kärret ligger strax nedanför omfattande svallsediment och strandvall och tydliga upprinnor från dessa syns i terrängen. Det finns även ett par källliknande vattensamlingar, varav den ena innehåller vatten året runt. Grundvattennivåerna sommartid ligger långt under markytan och därför är tolkningen att dessa källliknande miljöer ligger på tät berggrund och täta jordar nedåt och att vattenförsörjningen kommer från jordgrundvatten i de omfattande sedimenten. Konsekvenserna bedöms som måttliga eftersom viss</p>	<p>Infiltration och injektering kommer starkt att bidra till att de negativa konsekvenserna upphör. Därtill kommer åtgärden med infiltration i jord att förbättra situationen för kärret. Med skyddsåtgärder är bedömningen positiva konsekvenser för kärret.</p>

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
<p>7. Källkärr Djupdal</p> <p>Ett litet källkärr på 1,2 ha med axag och i övrigt rikkärrsmiljöer med knappag och starr samt mindre inslag av agmyr.</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning, minskat avrinnings-område</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>grundvattenutträngning från berg som sker tidigt och sent under vegetationsperioden riskerar att minska samt att ca 5 % av avrinningsområdet (12 ha) försvinner uppströms vilket är en relativt betydande del.</p> <p>Kärret ligger i en tydlig sluttning och däms nedströms av Ancylusvallen. Omfattande strandvallar och svallsediment ligger uppströms. Grundvattenmätningar i berg i närheten visar att nivåerna ligger långt under markytan under huvuddelen av vegetationsperioden och tolkningen är därför att kärret förses med vatten från de sandiga och grusiga sedimenten uppströms. Påverkan av minskat avrinningsområde bedöms som försumbart eftersom kärret befinner sig i en del som inte kommer att påverkas, d.v.s. vattnet till kärret härstammar inte från brytområdet utan längre åt väster i avrinningsområdet. Bedömningen är att det blir små konsekvenser för kärret i form av minskad grundvattenutträngning från berg under tidig vår och sen höst.</p>	<p>Med skyddsåtgärder kommer källkärrret att påverkas positivt av infiltration och injektering</p>

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
<b>Vikeåns avrinningsområde mot Orgbäcken</b>			
<p>8. Kalktuffkällor Orgvät 0,6 ha</p> <p>Två kalktuffkällor som ligger strax utanför Natura 2000-området Hejnum Kallgate</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>Kalktuffkällorna ligger strax nedströms den strandvall med inslag av isälvsediment som dämmer Orgvätar. Det är mycket tydligt att vattenförsörjningen härstammar från Orgvätar och vattenmagasinen i strandvall och sediment. Den lagringsbara kapaciteten är enligt hydrogeologiska utredningen tillräckligt stor för att kalktuffkällor ska kunna vara vattenförande året runt. Inga konsekvenser kommer att uppstå.</p>	<p>Påverkas inte av skyddsåtgärder</p>
<p>9. Rikkärr i Orgvätar (2,1 ha)</p> <p>I den översta delen av Orgvätar finns ett källkärr med axag som omges av kalkfuktäng.</p>	<p>Minskad grundvattenutträngning</p> <p>Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).</p>	<p>Källkärrret ligger i övre kanten av Orgvätar och flera diken löper igenom och fortsätter i omgivande skogsmark. Det är mycket tydligt att vattenförsörjningen erhålls från ytligt vatten genom diken som mynnar i kärret och från grundvatten i jord. Uppströms i dalgången finns sumpskogsmiljöer och rikliga jordlager. Inga konsekvenser bedöms äga rum för rikkärrret till följd av ansökt verksamhet.</p>	<p>Påverkas inte av skyddsåtgärder</p>
<p>11. Kalkfukthedar vid File hajdar-täkten på 17,4 ha</p> <p>Ett våtmarks-komplex på lite</p>	<p>Minskat avrinningsområde</p> <p>Påverkan är inte av den typ som ska beaktas i förhållande till</p>	<p>Vätarna sydost om File hajdar-täkten berörs av att avrinningsområdet för utvattentillströmning minskar med ca 15-</p>	<p>Åtgärder som igenläggning av diken, körskador och bilväg komer att ge en vattenhållande</p>

Objekt med beskrivning	Påverkan	Konsekvenser utan skyddsåtgärder	Konsekvenser med skyddsåtgärder
lerigare lagrad kalksten även har hyser kalkfuktäng och inslag av rikkärr. Väddnätfjäril förekommer i stort antal	bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).	20% vilket kan ge motsvarande arealförlust (ca 3,5 ha). Konsekvenserna bedöms som måttliga.	förmåga som delvis uppväger ett minskat avrinningsområde. Konsekvensen bedöms som liten efter skyddsåtgärderna.
<b>Tingstäde träskavs avrinningsområde</b>			
10. Kalktuffkällor vid Tingstäde träsk  Två källmiljöer strax öster om träsket	Minskad grundvattenutträngning  Påverkan är av den typ som ska beaktas i förhållande till bedömningsgrunden för MKN för grundvatten (grundvattenpåverkan).	Den hydrogeologiska utredningen visar att det på östra sidan av höjdområdet File hajdar endast sker mycket små bortfall av grundvatten i berg vilket betyder att kalktuffkällorna endast bedöms få försumbara konsekvenser av den ansökta verksamheten.	Ej relevant

Utöver ovan kommenteras här också konsekvenserna för [våtmarker inom] de skyddade områdena inom utredningsområdet.

- I Storhagens naturreservat är marken frisk och delvis mullhaltig och de naturtyper och naturvärden som förekommer är inte beroende av källflöden eller annan typ av hydrologi som kan uppkomma av en viss vattenregim. Anerån är exempelvis uttorkande under vegetationsperioden. Det är därför uteslutet att den natur och de arter som förekommer i reservatet kommer att ta skada av en utökning av File hajdar täkten.
- Utökningsområdet för Filehajdar naturreservat i princip ligger helt inom Tingstäde träskavs avrinningsområde och kommer därför inte att beröras.
- Skogliga biotopskyddsområden finns inom Aneråns avrinningsområde i sydöstra delen av utredningsområdet. De består huvudsakligen av skogsmiljöer utan koppling till grundvattenutströmning eller grundvattennivåer. Ett mindre och öppet rikkärr finns inom ett av biotopskyddena men detta ligger inom Aneråns avrinningsområde som inte kommer att påverkas av minskat avrinningsområde. Källkärr saknas vilket innebär att kärret inte påverkas av direkt minskad grundvattenutträngning. En indirekt minskning av grundvattenutträngning i området kan dock ske men denna bör vara marginell eftersom området ligger inom påverkan av de kommunala vattentäkterna och rikkärrsvegetationen klarar av detta. Konsekvenserna bedöms bli obetydliga till små för biotopskyddet.
- De delar av ramsarområdet som ligger utanför Natura 2000 ligger i ett kraftigt dikat hydrologiskt stort område strax norr om Bojsvätar. Borttransport av vatten sker effektivt idag genom att diktningen når ända ner till berggrunden idag. Detta innebär att oavsett om grundvattenutträngning skulle minska eller öka, eller avrinningsområdet och

ytvattenförsörjningen förändras kommer inte miljön att förändras. Inga konsekvenser uppstår därmed.



Figur 38. Typisk skogsnatur i Storhagens naturreservat. Hydrologiskt känsliga naturtyper saknas i reservatet






Figur 39. Den uttorkade bäckfåran i Anerån som löper genom Storhagens naturreservat.

#### **9.4.2. Efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter**

Efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter kommer grundvattennivåerna och grundvattenutträngningen att öka inom stora delar av utredningsområdet. Detta bedöms medföra positiva konsekvenser i främst Aneråns och Vikeåns avrinningsområden.

#### **9.4.3. Nollalternativet**

Nollalternativet, det vill säga att den ansökta verksamheten inte kommer till stånd, innebär att både kalkstensbrytningen och länshållningen av täkterna upphör vid utgången av år 2026, då det befintliga tillståndet löper ut. Efter att länshållningen har upphört kommer täkterna att börja vattenfyllas och sedermera bilda täktsjöar. Skillnaderna mellan utvecklingen i nollalternativet och utvecklingen i det ansökta alternativet kan sammanfattas enligt följande:



**Östra brottet:** Täkten vattenfylls i nollalternativet och fortsätter att länshållas under obegränsad tid i det ansökta alternativet. I nollalternativet kommer täkten vara vattenfylld efter cirka 50 år.

**Västra brottet:** Täkten börjar vattenfyllas cirka åtta år tidigare i nollalternativet, vattenfylld tar cirka 50 år. Den slutliga vattennivån i täktsjön är densamma i nollalternativet och i det ansökta alternativet.

**File hajdar-täkten:** I nollalternativet blir täktsjön både mindre och grundare. Det går därför också snabbare att nå full vattenuppfyllnad, cirka 20 år, mot cirka 90 år i ansökt alternativ. Den slutliga vattennivån i täktsjön är densamma i nollalternativet och i det ansökta alternativet.

Vattenfyllnaden av täkterna leder till höjda grundvattennivåer och ökad grundvattenutträngning inom utredningsområdet. De höjda grundvattennivåerna bedöms endast få effekter i Vikeåns och Aneråns avrinningsområden söder sydväst om File hajdar-täkten i form av små positiva effekter för våtmarker.

Nollalternativet innebär sammanfattningsvis små till obetydliga förändringar inom utredningsområdet. Skillnaderna mellan nollalternativet och ansökt alternativ på lång sikt, d.v.s. när täkterna vattenfyllts, är att nollalternativet innebär mindre ökning av grundvattenstånd och därmed grundvattenutträngning än det sökta alternativet. Skillnaderna kommer i praktiken att vara små mellan alternativen då grundvattenytan befinner sig väl under markytan och därmed inte påverkar växtligheten i någon större utsträckning. Lokalt kan det dock uppstå skillnader i grundvattenutträngning vilket skulle gynna källkärr och källmiljöer i det ansökta alternativet.

## Källförteckning

- Askling, J., Koffman, A. Lundkvist, E. & Sandsten, H. 2011. *Projekt slussen – Ny reglering av Mälaren – Konsekvensbedömning av strandnära naturmiljön*. Calluna AB, Stockholm.
- Curtis, T., Downes, S. & Chatain, B. N. 2009. *The ecological requirements of water-dependent habitats and species designated under the habitats directive*. Proceeding of the Royal Irish Academy. 109:261-319.
- Du Rietz, G.E. (1949): *Huvudenheter och huvudgränser i svensk myrvegetation*. Svensk Botanisk Tidskrift 43: 274–309.
- Erlström, M. m.fl. (2009). *Beskrivning till regional berggrundskarta över Gotlands län*. SGU K 221.
- Erlström, M. m.fl (2022). *Karaktärisering av karst på Gotland – en pilotstudie på mellersta Gotland*. SGU-rapport 2022:04.
- EU 2011. Water Framework Directive (2000/60/EC) – *Technical Report Number 6. Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems*.
- EU 2014. Water Framework Directive (2000/60/EC) – *Technical Report Number 8. Technical Report on methodologies used for assessing groundwater dependent terrestrial ecosystems*.
- Grip, H. och Rodhe, A. (2016). *Vattnets väg från regn till bäck*. Digital utgåva 2016, Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet, Uppsala.
- Gunnarsson U. & Löfroth M. 2009. *Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar*. Rapport 5925. Naturvårdsverket.
- Hájek M. & Hekera P. (2004): *Can seasonal variation in fen water chemistry influence the reliability of vegetation-environment analyses?* – Preslia 76: 1-14.
- Hájek, M., Horsák, M., Hájková, P. & Ditě, D. 2006. *Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardise fen terminology in ecological studies*. Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst., 8, 97–114.
- Hallingbäck, T., Lönnell, N., Weibull, H., Hedenäs, L., & Von Knorring, P. (2006). *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Sköldmossor–blåmossor. Bryophyta: Buxbaumia–Leucobryum*. ArtDatabanken
- Hallingbäck, T. (2008). *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. AJ 24-36: Bladmossor. Kompaktmossor-Kapmossor: Bryophyta: Anoetangium-Orthodontium*; ArtDatabanken.
- Hedenäs, L., Reisborg, C., & Hallingbäck, T. (2014). *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: skirmossor-baronmossor. Bryophyta: Hookeria-Anomodon*. ArtDatabanken.
- Ilomets, M. Truus, L. Pajula, R. & Sepp, K. 2009. *Species composition and structure of vascular plants and bryophytes on the water level gradient within a calcareous fen in North Estonia*. Estonian Journal of Ecology, 59:19-38.
- Jimenez-Alfaro, B. Hajek, M. Ejrnaes, R. Rodwell, J. Pawlikowski, P. Weeda, E. J. Laitinen, J. Moen, A. Bergamini, A. Aunina, L. Sekulova, L. Tahvanainen, T. Gillet, F. Jandt, U. Dite, D. Hajkova, P. Corriol, G. Kondelin H. & E. Diaz T. E. 2013. *Biogeographic patterns of base-rich fen vegetation across Europe*. Applied Vegetation Science 17:367-380.
- Keddy, P.A. 2000. *Wetland Ecology. Principles and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Martinsson, M. 1997. *Våtmarker på Gotland, del 1*. Rapport nr 8-1997, Livsmiljöenheten, Länsstyrelsen Gotlands län.
- Martinsson, M. 2008. *Rikkärr på Gotland*. Rapporter om natur och miljö 2008:2, Länsstyrelsen Gotlands län, Visby.
- Munthe, H., Ernhold Hede, J., von Post, L. (1924). *Gotlands geologi. En översikt*. SGU C331.
- Naturvårdsverket 2007. *Myrskyddsplan för Sverige*. Rapport 5670. Naturvårdsverket.

- Naturvårdsverket 2011a. *Våtmarker 7110–7320 – Svenska tolkningar Natura 2000-naturtyper*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket 2011b. *Gräsmarker 4010–6530, 8240 – Svenska tolkningar Natura 2000-naturtyper*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket 2011c. *Fuktängar med blåttåtel och starr – Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket 2011d. *Kalktuffkällor – Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket 2011e. *Rikkärr – Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket 2011f. *Agkärr – Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2017a). *Undersökningstyp Rikkärr, bilaga 1, definition av rikkärr och lista över typiska arter*.
- Naturvårdsverket (2017b). *Undersökningstyp Rikkärr, bilaga 2, fältinstruktion*.
- Påhlsson L. 1998. *Vegetationstyper i Norden*. Nordiska Ministerrådet.
- SIS 2023. *Naturvärdesinventering (NVI) – Kartläggning och värdering av biologisk mångfald – Krav och riktlinjer*. Svensk standard SS 199000:2023. Svenska institutet för standarder (SIS). SIS Förlag AB, Stockholm.
- SGU 2023. Information hämtad från SGU:s hemsida: [www.sgu.se: https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/vattenforvaltning-av-grundvatten/fordjupning-grundvattenberoende-ekosystem/grundvattenberoende-terrestra-ekosystem/](https://www.sgu.se/https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/vattenforvaltning-av-grundvatten/fordjupning-grundvattenberoende-ekosystem/grundvattenberoende-terrestra-ekosystem/)
- Sjörs, H. (1967). *Nordisk växtgeografi*. Scandinavian university books, 99-0103642-9 (2. uppl.). Stockholm: Svenska bokförlaget (Bonnier).
- Sjörs H. & Gunnarsson U. (2002): *Calcium and pH in north and central Swedish mire waters*. – J. Ecol. 90: 650-657.
- SMHI (2023a). *Beräkning av korrigerad nederbörd och evapotranspiration för nordöstra Gotland*. Rapport 2023-07.
- Thorsbrink, M., Dahlqvist, P., Holgersson, B. & McCarthy, J. 2016. *Geologins betydelse för grundvattenberoende ekosystem*. SGU rapport 2016:11, SGU, Uppsala.
- Tobiasson, T. (2017). *Holocena strandlinjer på Gotland. En geomorfologisk kartering baserad på LiDAR-data*. Uppsats i Geografi 15 hp. Göteborgs universitet.
- Troedsson, T. och Nykvist, N. (1973). *Marklära och markvård*.
- Werner, K. & Collinder, P. 2011. *Grundvattenberoende ekosystem – Översiktlig klassificering av känslighet och värde för svenska naturtyper och arter inom nätverket Natura 2000*. SGU.
- Werner, K. & Collinder, P. 2014. *Grundvattenkemiberoende ekosystem – Översiktlig klassificering av känslighet för svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000*. SGU.
- Werner, K. & Collinder, P. 2015. *Grundvattenberoende ekosystem – Förslag på orioritering av svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000*. SGU, dnr 423-1298/2015.
- Wheeler, B.D., Gowing, D.J.G., Shaw, S.C., Mountford, J.O. and Money, R.P. 2004. In A.W. Brooks, P.V. José and M.I. Whiteman (eds), *Ecohydrological guidelines for lowland wetland plant communities. Final report*. Peterborough. Environment Agency.
- Yu, S. (2003). *The Littorina transgression in southeastern Sweden and its relation to mid-Holocene climate variability*. Lund University, Departement of Geology.



