



Påverkan på Natura 2000-områden av kalktäkt vid Slite, Gotland

OM RAPPORTEN:

Titel: Påverkan på Natura 2000-områden av kalktäkt vid Slite, Gotland

Version/datum: 12 december 2023

Rapporten bör citeras enligt följande: Amnéus Mattisson, E. och Askling, J. (2023). Påverkan på Natura 2000-områden av kalktäkt vid Slite, Gotland. Calluna AB.

Foton i rapporten: © Calluna AB där inget annat anges

Omslag: Bilden föreställer guckusko i Kallgatburg, jordartskartering i Hejnum Kallgate samt kalkkällmossa.

OM UPPDRAGET:

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
Telefon (växel): +46 13-12 25 75

Projektledare: John Askling (Calluna AB)

Rapportförfattare: Eva Amnéus Mattisson och John Askling (Calluna AB), Jakob Eng (WSP), Johan Larsson (Bergab)

Kartproduktion: Pavlos Aslanis (Calluna AB)

GIS-analyser: Pavlos Aslanis (Calluna AB),

Kvalitetssäkring: Mårten Hjernerquist och Ana-Sofia Valderas (Calluna AB)

Mall versionsdatum: 2022-12-12

Callunas interna projektkod: JAG0096c

Innehåll

Sammanfattning	6
1 Inledning och disposition	8
2 Om Natura 2000	9
2.1 Lagstiftning	9
2.2 Viktiga begrepp.....	9
2.2.1. Gynnsam bevarandestatus.....	9
2.2.2. Prioriterade naturtyper och arter.....	11
3 Metod och egna underlag	12
3.1 Bedömningsmetod.....	12
3.2 Inventeringar och undersökningar	15
4 Natura 2000-områden	16
4.1 Natura 2000-områdena i sitt sammanhang	16
4.2 Beskrivning av Natura 2000-områden	17
4.2.1. Underlag.....	17
4.2.2. Bojsvätar	18
4.2.3. Bälsalvret.....	19
4.2.4. Filehajdar.....	20
4.2.5. Forsviden.....	21
4.2.6. Grodvät	22
4.2.7. Hejnum hällar	23
4.2.8. Hejnum Kallgate	24
4.2.9. Kallgatburg	25
4.2.10. Tiselhagen.....	26
4.3 Beskrivning av naturtyper och arter	27
4.3.1. Underlag.....	27
4.3.2. Utpekade naturtyper.....	27
4.3.3. Utpekade arter.....	30
5 Områdets förutsättningar	32
5.1 Inledning.....	32
5.2 Klimat	32
5.3 Markanvändning.....	32
5.4 Berggrund.....	33
5.4.1. Karst.....	33
5.5 Jordlager	34
5.5.1. Strandvallar	35
5.5.2. Bleke	36
5.6 Grundvatten i berg.....	37
5.7 Grundvatten i jord.....	39
5.8 Vattenhållande förmåga	39
5.9 Ytvatten	40
5.10 Vattnets väg från regn till rikkärr	43
6 Om våtmarkerna	47

6.1	Inledning.....	47
6.2	Sommar- och vintervatten	47
6.3	Vätar.....	48
6.4	Vegetationszonering.....	49
6.5	Topogena och soligena kärr	51
6.6	Källflöden och utfällning av kalk	51
6.7	Vattenkemi	53
6.8	Näringsämnen	53
7	Bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön	55
7.1	Den ansökta verksamheten.....	55
7.2	Påverkan	55
7.2.1.	Påverkansfaktorer för Natura 2000-områdena	55
7.2.2.	Efter 8 år.....	56
7.2.3.	Efter 30 år.....	57
7.2.4.	Avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter	57
7.3	Hydrologiskt känsliga naturtyper och arter	58
7.3.1.	Grundvattenberoende ekosystem	58
7.3.2.	Beskrivning av hydrologiskt känsliga naturtyper.....	59
7.3.3.	Beskrivning av hydrologiskt känsliga arter	67
7.4	Bedömning av risk för betydande påverkan på Natura 2000-områden.....	73
7.4.1.	Bojsvätar	73
7.4.2.	Bälsalvret.....	73
7.4.3.	Filehajdar.....	74
7.4.4.	Forsviden.....	75
7.4.5.	Grodvät	75
7.4.6.	Hejnum hållar	76
7.4.7.	Hejnum Kallgate	76
7.4.8.	Kallgatburg	77
7.4.9.	Tiselhagen.....	78
7.5	Sammanfattande slutsatser	78
8	Skyddsåtgärder	79
8.1	Inledning.....	79
8.2	Förstärkning av grundvatten.....	79
8.2.1.	Ridåinjektering.....	79
8.2.2.	Infiltration i berg.....	80
8.3	Förstärkning av ytvatten	82
8.3.1.	Tillförsel av ytvatten.....	82
8.3.2.	Igenläggning av diken, körväg och körskador uppströms Bojsvätar	84
8.4	Restaurering av strandvall.....	85
8.5	Genomförande.....	87
8.5.1.	Inledning.....	87
8.5.2.	Ridåinjektering.....	88
8.5.3.	Infiltration i berg.....	88
8.5.4.	Tillförsel av ytvatten.....	88
8.5.5.	Restaurering av strandvall och igenläggning av diken, körväg och körspår	89
9	Bedömning av verksamhetens påverkan på Natura 2000-områden	90
9.1	Under tillståndstiden	90
9.1.1.	Bojsvätar	90
9.1.2.	Hejnum Kallgate	90

9.1.3.	Kallgatburg	90
9.1.4.	Sammanfattande slutsatser	91
9.2	Efter avslutad verksamhet	92
9.2.1.	Bojsvätar	92
9.2.2.	Hejnum Kallgate	92
9.2.3.	Kallgatburg	92
9.2.4.	Sammanfattande slutsatser	93
9.3	Kumulativa effekter	93
9.4	Utvecklingen i nollalternativet	94
10	Samlad bedömning	95
11	Referenser	97
Bilaga 1.	Temperaturkartering med drönare	102
Bilaga 2.	Vegetationsinventering av upprinnor och källmiljöer	115
Bilaga 3.	Jordartskartering	116
Bilaga 4.	Förändringsanalys av rikkärrsvegetationen under perioden 2010–2018	120
Bilaga 5.	Analys av vegetationsförändringar 1974–2018	123
Bilaga 6.	Kärlväxtinventering	130
Bilaga 7.	Mossinventering	134
Bilaga 8	Inventeringar av landsnäckor	145

Sammanfattning

Den ansökta verksamheten innebär inte någon direkt påverkan på något Natura 2000-område. Verksamheten kan däremot ha en indirekt påverkan på Natura 2000-områdena genom förändringar i yt- och grundvattenförhållanden. Den påverkan som verksamheten ger upphov till är minskad ytvattenavrinning till följd av minskat avrinningsområde samt lägre eller högre grundvattennivåer, som i sin tur leder till minskad eller ökad grundvattenutträngning från berg. Risken för påverkan på naturmiljön ökar med tiden, allt eftersom verksamheten tar större arealer i anspråk och också bryter på större djup.

Nio Natura 2000-områden har ingått i utredningen; Bojsvätar, Bälsalvret, Filehajdar, Forsviden, Grodvät, Hejnum hållar, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Tiselhagen.

Utredningen har visat att den sökta verksamheten inte riskerar att påverka Natura 2000-områdena Bälsalvret, Filehajdar, Forsviden, Grodvät, Hejnum hållar eller Tiselhagen på ett betydande sätt. Dessa Natura 2000-områden är belägna inom avrinningsområden som inte berörs av de hydrologiska förändringarna, eller där förändringarna beräknas uppkomma på så stora djup att det saknar betydelse för naturtyper och arter, och/eller att naturvärdena i områdena inte är hydrologiskt känsliga.

De Natura 2000-områden som riskerar att påverkas av den ansökta verksamheten och efterbehandlingen (vattenfyllnaden) ligger alla inom den del av Vikeåns avrinningsområde. Verksamheten riskerar att påverka Natura 2000-områdena Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg. Inom dessa områden finns ett antal hydrologiskt känsliga naturtyper som riskerar att påverkas: mindre vattendrag, kalkfuktäng, agmyr, kalktuffkällor, rikkärr, taiga och lövsumpskog. Det finns även hydrologiskt känsliga arter som riskerar att påverkas: vädnaftjäril, smalgrynsnäcka och kalkkärrsgrynsnäcka. Det krävs skyddsåtgärder för att minimera verksamhetens påverkan på dessa naturtyper och arter.

Heidelberg Materials avser vidta en palett av skyddsåtgärder. Bolaget kommer att genomföra en ridåinjektering vid File hajdar-täkten i syfte att minska grundvattenflödet mot den dränerade täkten. Bolaget kommer även att genomföra infiltration av grundvatten i berg och tillförsel av ytvatten till jordlagren under perioder då de förändrade grundvattenförhållandena och den minskade ytavrinningen riskerar att medföra negativa konsekvenser för naturmiljön. Bolaget kommer också restaurera en strandvall och ett antal diken, körspår och körvägar för att öka den vattenhållande förmågan i landskapet och bidra till att öka effektiviteten i övriga skyddsåtgärder. Restaureringarna ökar också arealen rikkärr i området som helhet även om det inte är det primära syftet.

De föreslagna skyddsåtgärderna kommer tillsammans förhindra att täktverksamheten får en hydrologisk påverkan på Natura 2000-områdena under vegetationsperioden. Verksamheten bedöms därigenom leda till obetydliga konsekvenser i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrad bevarandestatus.

Efter avslutad täktverksamhet kommer Västra brottet och File hajdar-täkten att vattenfyllas. De vattenfyllda täkterna kommer att leda till höjda grundvattennivåer och därmed ökad grundvattenutträngning. De effekter som kan uppstå jämfört med utgångsläget rör minskad ytvattenavrinning till Bojsvätar, ökad grundvattenutträngning i Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg samt en grundvattennivåhöjning som i första hand är av betydelse för Bojsvätar. Sammantaget ger det obetydliga konsekvenser i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrad bevarandestatus. Restaureringar som genomförs kan stärka naturtyperna rikkärr och kalktuffkällor.

Calluna bedömer sammantaget att den ansökta verksamheten kräver tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken eftersom denna på ett betydande sätt kan påverka miljön i Natura 2000-

områdena Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvätar. Tillstånd till verksamheten kan lämnas eftersom rekvisiten i 7 kap. 28 b § miljöbalken är uppfyllda.

1 Inledning och disposition

Heidelberg Materials Cement Sverige AB (vidare "Heidelberg Materials") ansöker om tillstånd till fortsatt och utökad täktverksamhet vid Slite, Gotland. Ansökan innefattar kalkstensbrytning i File hajdar-täkten och Västra brottet. Ansökan innefattar också länshållning av File hajdar-täkten, Västra brottet och Östra brottet. Den sistnämnda täkten är sedan länge färdigutbruten och används numera för lagring av bland annat krossad kalksten.

Heidelberg Materials har gett Calluna AB i uppdrag att bedöma verksamhetens eventuella påverkan på arter och habitat i och i anslutning till närliggande Natura 2000-områden. Denna rapport ska läsas tillsammans med WSP:s rapport avseende hydrogeologi, bilaga B3 till ansökan, och Bergabs rapport avseende ytvatten, bilaga B6 till ansökan. För att underlätta för läsaren finns en sammanfattning av relevant information från dessa rapporter i kapitel 5.

Utredningens disposition

Kapitel 2 beskriver Natura 2000-regelverket och förklarar viktiga begrepp.

Kapitel 3 beskriver metoden i utredningen, avgränsar utredningen, samt listar de underlag som Calluna tagit fram.

Kapitel 4 beskriver de närliggande Natura 2000-områdena och deras utpekade naturtyper och arter.

Kapitel 5 beskriver de förutsättningar i området som har relevans för Natura 2000-utredningen.

Kapitel 6 fördjupar beskrivningen av våtmarkerna och de ekohydrologiska faktorer som är viktiga för utpekade naturtyper och arter.

Kapitel 7 beskriver risken för betydande påverkan på Natura 2000-områdena.

Kapitel 8 redogör för planerade skyddsåtgärder.

Kapitel 9 beskriver risken för att livsmiljöer skadas eller att arter utsätts för betydande störningar.

Kapitel 10 ger en samlad beskrivning av den ansökta verksamhetens påverkan.

Kapitel 11 innehåller referenser.

Bilagorna ger längre sammanfattningar av de inventeringar och karteringar som ligger till grund för utredningen.

2 Om Natura 2000

2.1 Lagstiftning

Natura 2000 är ett nätverk av värdefulla naturområden inom EU. Bestämmelserna om Natura 2000-områden har sin grund i fågeldirektivet (2009/147/EG) och art- och habitatdirektivet (92/43/EEG). Direktiven har implementerats i svensk rätt genom bestämmelser i bl.a. 7 kap. miljöbalken och i förordningen (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m.

Länsstyrelserna och Naturvårdsverket ansvarar för att ta fram förslag på nya Natura 2000-områden. Det är därefter regeringen som beslutar att till EU-kommissionen föreslå att dessa områden ska pekas ut som Natura 2000-områden. Alla Natura 2000-områden har också status som riksintresse.

Länsstyrelserna ansvarar också för de bevarandeplaner som tas fram för respektive Natura 2000-område. I dessa anges de naturtyper och arter som skyddas inom området, bevarandemål, nuvarande bevarandestatus samt hot. Bevarandeplaner är inte formellt bindande, men ger en bild av hoten mot bevarandemålen och vilka åtgärder som behöver vidtas för att uppnå eller bibehålla ett gynnsamt tillstånd för bevarandevärdena i området.

Alla bevarandeåtgärder samt statusen för arterna och naturtyperna följs upp och rapporteras till EU-kommissionen vart sjätte år. Den senaste rapporteringen enligt art- och habitatdirektivet gjordes 2019 (SLU 2020).

Verksamheter och åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i ett Natura 2000-område kräver tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken. Tillstånd får endast lämnas om verksamheten eller åtgärden, ensam eller tillsammans med andra pågående eller planerade verksamheter eller åtgärder, inte kan skada någon av de livsmiljöer som avses skyddas, eller medföra att någon av de arter som avses skyddas utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arten. Vad som är en betydande påverkan ska bedömas med beaktande av målsättningen för bevarande av området. Bedömningen får i första hand utgå från bevarandeplanen (se bland annat MÖD 2014:46).

Den som ska ansöka om tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken ska upprätta en miljökonsekvensbeskrivning, som ska beskriva på vilket sätt verksamheten eller åtgärden riskerar att påverka Natura 2000-området. Bedömningen utgår från om bevarandestatusen försämras för någon av de arter eller naturtyper som ska skyddas i Natura 2000-området.

2.2 Viktiga begrepp

2.2.1. Gynnsam bevarandestatus

Det viktigaste begreppet i Natura 2000-regelverket är gynnsam bevarandestatus. Begreppet gynnsam bevarandestatus finns definierat i både art- och habitatdirektivet och i förordningen om områdesskydd. EU:s medlemsstater är skyldiga att se till att gynnsam bevarandestatus upprätthålls, eller återställs, för alla Natura 2000-naturtyper och -arter.

Naturtyper

Med bevarandestatus för en naturtyp avses summan av de faktorer som påverkar en naturtyp och dess typiska arter och som på lång sikt kan påverka dess naturliga utbredning, struktur och funktion samt de typiska arternas överlevnad på lång sikt. En naturtyps bevarandestatus är gynnsam när:

1. dess naturliga eller hävdberingade utbredningsområde och de ytor den täcker inom detta område är stabila eller ökande,

2. den särskilda struktur och de särskilda funktioner som är nödvändiga för att den ska kunna bibehållas på lång sikt finns och sannolikt kommer att finnas under en överskådlig framtid, och
3. bevarandestatusen hos dess typiska arter är gynnsam.

Bedömningen kan brytas ner i följande kriterier:

- a) arealen av naturtypen i området,
- b) de särskilda strukturer eller funktioner som där är nödvändiga, och
- c) bevarandestatusen hos de typiska arterna (Naturvårdsverket 2017a).

Med kriteriet *areal* menas både den areal som en naturtyp eller en arts livsmiljö har inom ett Natura 2000-område samt den mer storskaliga utbredningen som en art eller naturtyp har i landet eller regionen (biogeografisk nivå). Kriteriet är i första hand ett kvantitativt mått som tar hänsyn till att utbredningsområdet inte minskar (på biogeografisk nivå) och att arealen är tillräcklig på en mer lokal skala. På den lokala skalan kan areal både inom och utanför ett Natura 2000-område beaktas. Det viktiga att ta ställning till är vilka arealer som krävs för att livskraftiga populationer ska kunna fortleva. Med *livskraftiga populationer* menas att utdöenderisken ska vara liten under en överskådlig tid, det vill säga att en art med 90–95% sannolikhet ska överleva åtminstone 100 år framåt i tiden.

Med kriteriet *struktur* menas de synliga strukturer som är en förutsättning för en naturtyp. Det kan vara förekomst av gamla träd, död ved eller lekbottnar med en viss kornstorlek. Kriteriet *funktioner* pekar på de processer som också är en förutsättning för en naturtyp, till exempel att miljön är fuktig, betas eller översvämmas.

Kriteriet *bevarandestatusen hos de typiska arterna* innebär att en bedömning av bevarandestatusen ska göras för de arter som pekats ut som typiska för en naturtyp. Typiska arter är sådana som valts ut för naturtypen och som säger något om bevarandestatusen samt är lätta att följa upp. De kan vara angivna i bevarandeplanerna eller i särskilda vägledningar som Naturvårdsverket tagit fram. Det ska göras en samlad bedömning av bevarandestatusen hos de typiska arterna; om en typisk art riskerar att minska, men övriga arter påverkas positivt, är helhetsbedömningen ändå positiv.

Arter

Med bevarandestatus för en art avses summan av de faktorer som påverkar den berörda arten och som på lång sikt kan påverka den naturliga utbredningen och mängden hos dess populationer. En arts bevarandestatus anses gynnsam när:

1. uppgifter om den berörda artens populationsutveckling visar att arten på lång sikt kommer att förbli en livskraftig del av sin livsmiljö,
2. artens naturliga eller hävdbevingade utbredningsområde varken minskar eller sannolikt kommer att minska inom en överskådlig framtid, och
3. det finns och sannolikt kommer att fortsätta att finnas en tillräckligt stor livsmiljö för att artens populationer ska bibehållas på lång sikt.

Bedömningen kan brytas ner i följande kriterier:

- a) populationen i området, och
- b) areal av artens livsmiljö (Naturvårdsverket 2017a).

I bedömningen av kriteriet *population* står populationsutvecklingen i fokus. Populationsutvecklingen kan bedömas genom exempelvis förändringar i populationsstorlek, åldersstruktur, könsfördelning eller överlevnadsgrad. Vad som är lämpligt beror på typen av påverkan och vilken art det handlar om.

Bedömningen av kriteriet *areal av livsmiljö* är densamma som för naturtyper, det vill säga att bedömningen ska inkludera arealen livsmiljö på både lokal skala och biogeografisk nivå. Det som ska bedömas är artens behov av livsmiljö under hela livscykeln. Platser för föryngring kan

skilja sig från födosöksmiljöer och det kan råda årstidsskillnader i hur en art utnyttjar landskapet.

2.2.2. Prioriterade naturtyper och arter

Ett annat viktigt begrepp i Natura 2000-regelverket är prioriterade naturtyper och arter. Det är arter och naturtyper som pekats ut som särskilt hotade enligt art- och habitatdirektivet och som medlemsstaterna har ett särskilt ansvar att skydda.

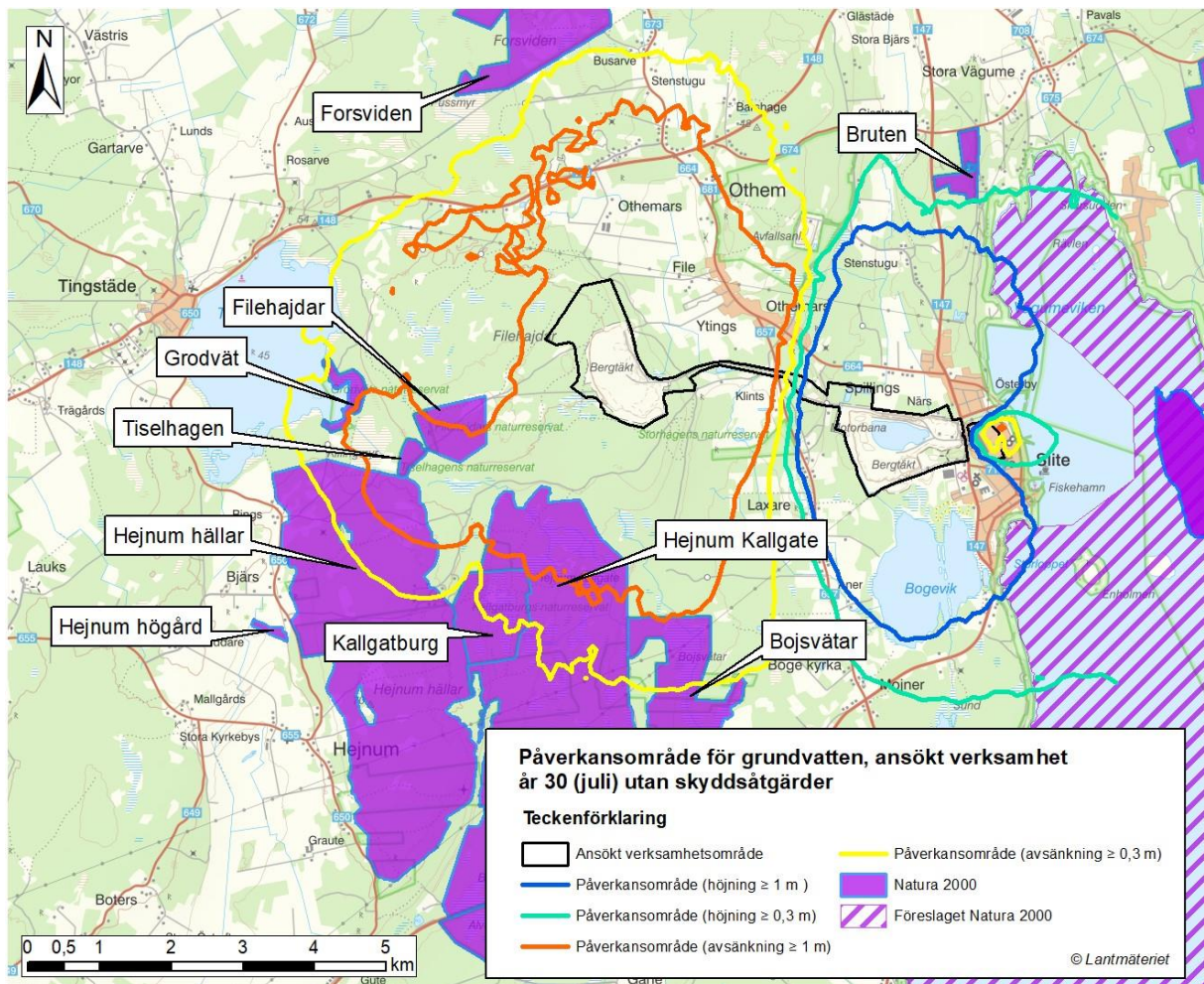
3 Metod och egna underlag

3.1 Bedömningsmetod

Steg 1: Inledande avgränsning av Natura 2000-områden

Inledningsvis görs en övergripande avgränsning av vilka Natura 2000-områden som ska ingå i utredningen. Den ansökta verksamheten innebär inte någon direkt påverkan på något Natura 2000-område. Verksamheten ger dock upphov till förändringar i yt- och grundvattenförhållandena, och kan därigenom ha en indirekt hydrologisk påverkan på vissa Natura 2000-områden.

Den inledande avgränsningen görs med utgångspunkt i påverkansområdet i figur 2 nedan. Avgränsningen av Natura 2000-områden utgår från den gula linjen, dvs. det område som kan drabbas av en avsänkning motsvarande minst 0,3 m. De Natura 2000-områden som är belägna inom det redovisade påverkansområdet för grundvatten är Bojsvåtar, Filehajdar, Grodvät, Hejnum hållar, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Tiselhagen.

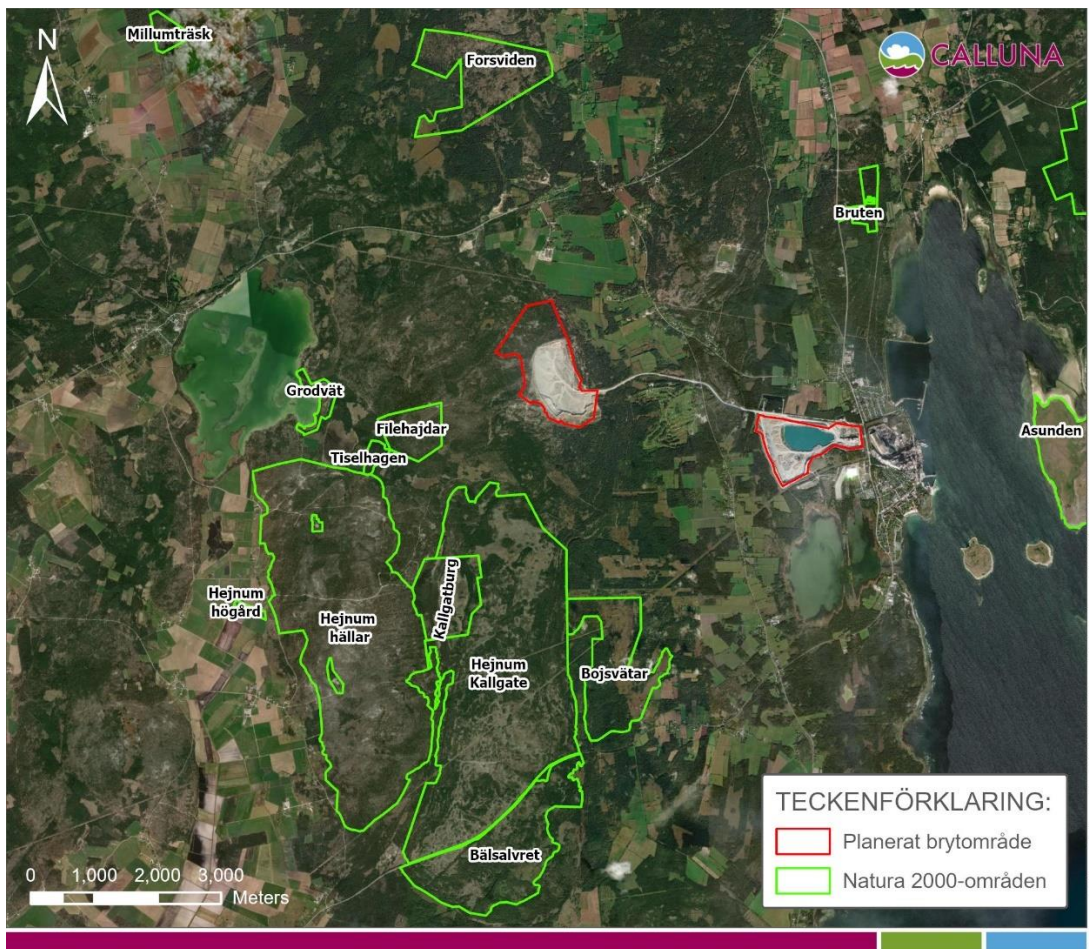


Figur 1. Beräknat påverkansområde avseende grundvatten, situationen år 30 under juli månad, utan skyddsåtgärder. Gul linje visar grundvattenavsänkning med 0,3 m och röd linje avsänkning med 1,0 m.

Modelleringen av påverkansområdet redovisas i bilaga B3 till ansökan. Påverkansområdet utgår från grundvattennivåerna i utgångsläget (den 31 december 2026, då det befintliga tillståndet till

täktverksamhet löper ut) och visar det område som efter 30 års fortsatt täktverksamhet kan drabbas av en sänkning respektive höjning av grundvattennivåerna. Det är vid denna tidpunkt som verksamheten bedöms ha störst påverkan på grundvattennivåerna. Vid modelleringen av det redovisade påverkansområdet har ingen hänsyn tagits till planerade skyddsåtgärder. Modelleringen har däremot beaktat effekter av framtida klimatförändringar i enlighet med klimatscenario RCP4,5¹.

Förutom grundvattenavsänkning har topografi och geografi tolkats utifrån möjlig ytvattenpåverkan. Två ytterligare Natura 2000-områden har lagts till för riskbedömning utifrån ytvattenpåverkan: Bälsalvret och Forsviden. Därmed ingår nio Natura 2000-områden i utredningen.



Figur 2. Natura 2000-områden kring Slite.

Steg 2: Bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön

I detta steg görs en bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön inom de aktuella Natura 2000-områdena. Om den ansökta verksamheten riskerar att leda till sådan betydande påverkan krävs tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken.

Bedömningen av risken för betydande påverkan ska beakta både verksamhetens karaktär och områdenas, naturtypernas och arternas känslighet för påverkan. Bedömningen ska dock inte beakta några planerade skyddsåtgärder eller försiktighetsmått (Naturvårdsverket 2017a). I detta fall görs en bedömning av vilka Natura 2000-områden som riskerar att drabbas av

¹ RCP4,5 är ett av de scenarier som FN:s klimatpanel IPCC använder för att beräkna framtida klimatförändringar.

förändrade vattenförhållanden och dessutom hyser hydrologiskt känsliga naturtyper och/eller arter.

Steg 3: Bedömning av risken för skada eller betydande störning

I detta steg bedöms om den ansökta verksamheten kan skada någon utpekad livsmiljö eller utsätta någon utpekad art för betydande störning, d.v.s. om förutsättningarna för Natura 2000-tillstånd är uppfyllda (7 kap. 28 b § miljöbalken). För att utredningen ska vara fullständig beskrivs också ekologiska tillgångar och funktioner som identifierats i inventeringar och karteringar, men som inte finns identifierade i bevarandeplaner eller annat underlag (Europeiska kommissionen 2019).

Arter och naturtyper har olika krav och förutsättningar. Det finns därför inga generella tröskelvärden för vad som anses som en otillåten skada eller störning. Vägledning får i stället sökas i bevarandemålen för respektive Natura 2000-område. Bevarandemålen anger bland annat vad som krävs för att livsmiljöerna och arterna i ett område ska kunna bidra till att upprätthålla en gynnsam bevarandestatus på biogeografisk nivå. Bevarandemålen finns återgivna i bevarandeplanen för respektive område. I de fall det saknas bevarandeplaner och angivna bevarandemål, får verksamhetsutövaren göra en mer översiktlig bedömning av hur verksamheten eller åtgärden kan påverka områdets möjlighet att bidra till upprätthållandet av en gynnsam bevarandestatus för utpekade arter och naturtyper (Naturvårdsverket 2017a). I avsnitt 2.2.1 finns en redogörelse för de kriterier som används vid bedömningen av påverkan på bevarandestatus.

En verksamhet kan anses utsätta en livsmiljö för otillåten skada om den yta som omfattas av livsmiljön minskar eller om en viss fysisk struktur eller funktion som livsmiljön har och som är nödvändig för att upprätthålla en gynnsam bevarandestatus för de berörda arterna försämras. En verksamhet kan anses utsätta en art för otillåten störning om artens naturliga utbredningsområde i området minskar eller om verksamheten bidrar till en långsiktig negativ populationsutveckling för arten i området (prop. 2000/01:111 s. 68–69).

Den ansökta verksamhetens påverkan beskrivs med utgångspunkt i förhållandena i utgångsläget. Verksamhetens utformning och omfattning kommer att variera över tid. Det är mot denna bakgrund relevant att beskriva verksamhetens påverkan vid olika tidpunkter. De tidpunkter som valts är efter åtta år, efter 30 år samt efter avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter. Vattenfyllnaden av File hajdar-täkten beräknas ta cirka 90 år från det att länshållningen upphör (d.v.s. täktsjön har nått sin slutliga nivå efter cirka 120 år). Tidsangivelserna anger ungefärligt antal år efter att det ansökta tillståndet tagits i anspråk.

Bedömningen av risken för skada eller betydande störning tar hänsyn till effekterna av de skyddsåtgärder som kommer att vidtas i syfte att minimera verksamhetens negativa påverkan på Natura 2000-områdena.

Bedömningen omfattar inte bara den skada eller störning som den aktuella verksamheten kan medföra, utan beaktar också kumulativa effekter av andra pågående eller planerade verksamheter eller åtgärder. Bedömningen beaktar också effekterna av framtida klimatförändringar, vilka är inräknade i de modelleringar och beräkningar som gjorts avseende ytvatten och grundvatten (se bilagorna B3 och B6 till ansökan).

Utredningen beskriver också hur förhållandena i de aktuella Natura 2000-områdena förväntas utveckla sig om den ansökta verksamheten inte kommer till stånd (det s.k. nollalternativet). Nollalternativet innebär i detta fall att täktverksamheten avslutas den 31 december 2026, då det befintliga tillståndet löper ut, varefter samtliga tre täkter börjar vattenfyllas.

3.2 Inventeringar och undersökningar

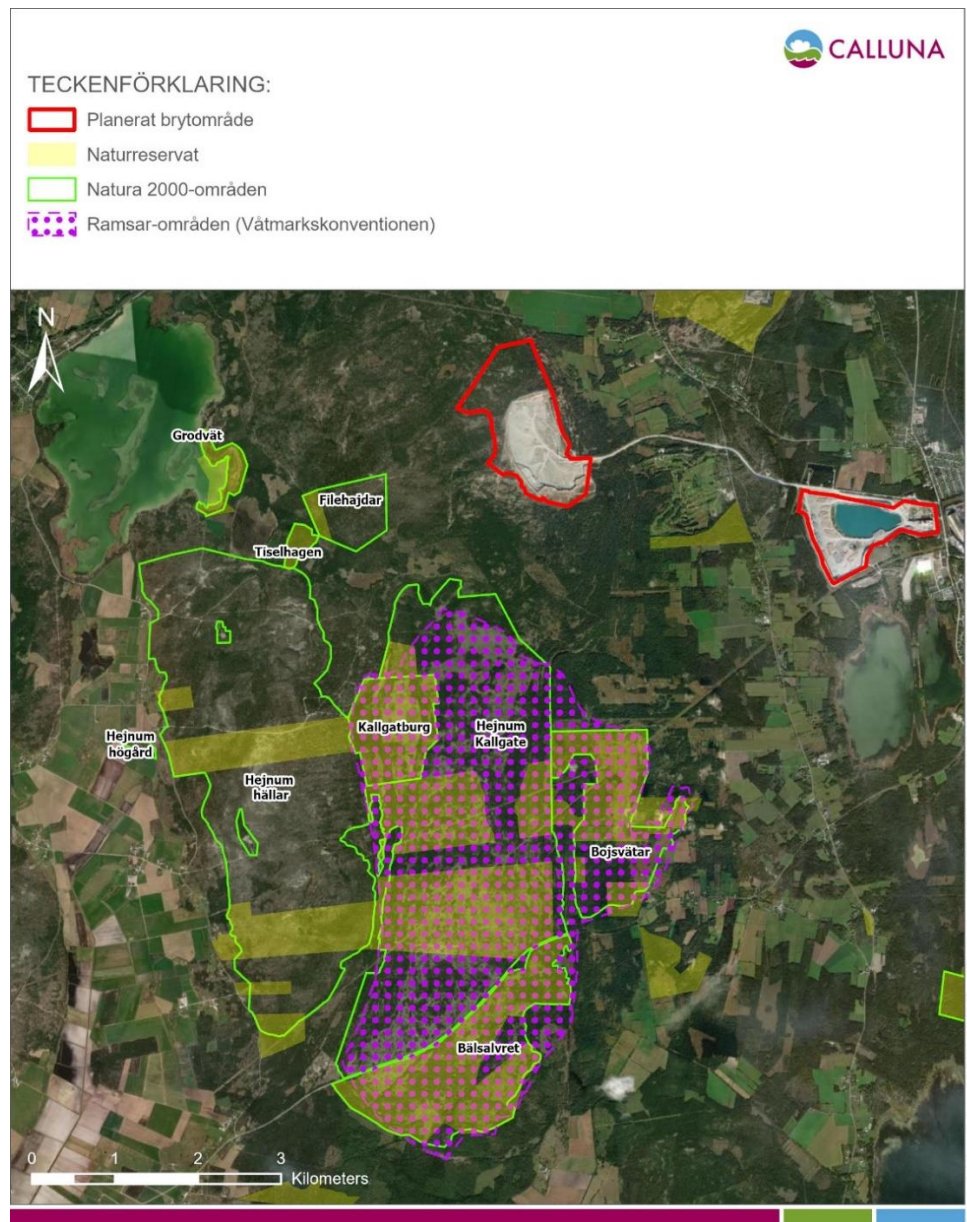
Heidelberg Materials har under flera års tid låtit genomföra omfattande studier av närliggande Natura 2000-områden. Nedan följer en kort sammanfattning av de inventeringar och undersökningar som har genomförts av Calluna. För en längre redogörelse hänvisas till bilagorna. Resultaten utgör en integrerad del av beskrivningen och bedömningen av aktuella Natura 2000-områden, naturtyper och arter.

- ❖ Temperaturkartering med drönare i våtmarker och källmiljöer, 2023, för att undersöka om utflöde av berggrundvatten kunde detekteras. Se bilaga 1.
- ❖ Inventering av upprinnor och källmiljöer, 2018. Se bilaga 2.
- ❖ Jordartskartering i ett urval av våtmarker, 2023, för att lokalisera bleke och få en uppfattning om jordlagerföljden i våtmarkerna. Se bilaga 3.
- ❖ Förändringsanalys av rikkärnsvegetationen mellan år 2010 och år 2018, fjärranalysstudie över norra Hejnum Kallgate, 2020–2021. Se bilaga 4.
- ❖ Analys av vegetationsförändringar i våtmarker mellan år 1974 och år 2018, GIS-studie 2022, se resultat i bilaga 5.
- ❖ Inventering av kärlväxter i våtmarker under sommaren 2023 för att identifiera förekomst av typiska arter i Natura 2000-områden och öka kunskapen om områdenas kärlväxtflora. Se bilaga 6.
- ❖ Mossinventering i våtmarker, 2018 samt 2022–2023, för att identifiera förekomst av hydrologiskt känsliga miljöer med en värdefull mossflora och för att skapa en så heltäckande kunskap som möjligt om mossfloran i rikkärren i närheten av File hajdar och Natura 2000-områdena Grodvät, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvåtar. Se bilaga 7.
- ❖ Inventering av landmollusker 2021–2022 på åtta respektive sex rikkärnslokaler för ökad kunskap om förekommande arter. Se bilaga 8.
- ❖ Kartering av vegetationstyper i våtmarker, fjärranalys och i fält, 2018–2019, för ett fördjupat bedömningsunderlag utifrån vegetationstypernas olika krav på vattenregim.

4 Natura 2000-områden

4.1 Natura 2000-områdena i sitt sammanhang

Området Kallgate-Hejnum (söder om File hajdar-täkten) hör till Sveriges mest värdefulla våtmarksområden. Det är också internationellt värdefullt och sedan 2001 skyddat enligt Ramsarkonventionen². Men redan 1941 föreslogs våtmarksområdena bli en "rikspark" (Sernander 1941) och då särskilt i ljuset av att nästan alla andra våtmarker på Gotland dikats ut och odlats upp. Natura 2000-områdena är helt eller delvis skyddade som naturreservat.



Figur 3. Natura 2000-områden, naturreservat och Ramsarområdet Kallgate-Hejnum.

² Ramsarkonventionen, eller våtmarkskonventionen, är en global naturvårdskonvention och syftar till att bevara våtmarker och vattenmiljöer och använda dem på ett hållbart sätt.

4.2 Beskrivning av Natura 2000-områden

4.2.1. Underlag

Nedan följer en allmän beskrivning av varje Natura 2000-område, dess namn och EU-beteckning samt utpekade naturtyper och arter. Beskrivningarna baseras i första hand på bevarandeplanerna för respektive Natura 2000-område (Länsstyrelsen Gotlands län 2016a-b, 2018a-c, 2019a-b), och i andra hand på annat underlag, till exempel beslut om inrättande av naturreservat (Länsstyrelsen Gotlands län 1997a-b, 2004a-b, 2010, 2013, 2017, 2020a-c) och information i Naturvårdsverkets kartdatabas Skyddad natur³. Bälsalvret och Hejnum hållar saknar ännu fastställda bevarandeplaner och informationen om dessa bygger på informationen i Skyddad natur, samt naturreservatsbesluten. I vissa fall stämmer informationen i bevarandeplanerna inte överens med informationen i Skyddad natur, d.v.s. det som är beslutat av regeringen och rapporterat till EU. I dessa fall används informationen i bevarandeplanerna, eftersom de innehåller mer uppdaterad information.

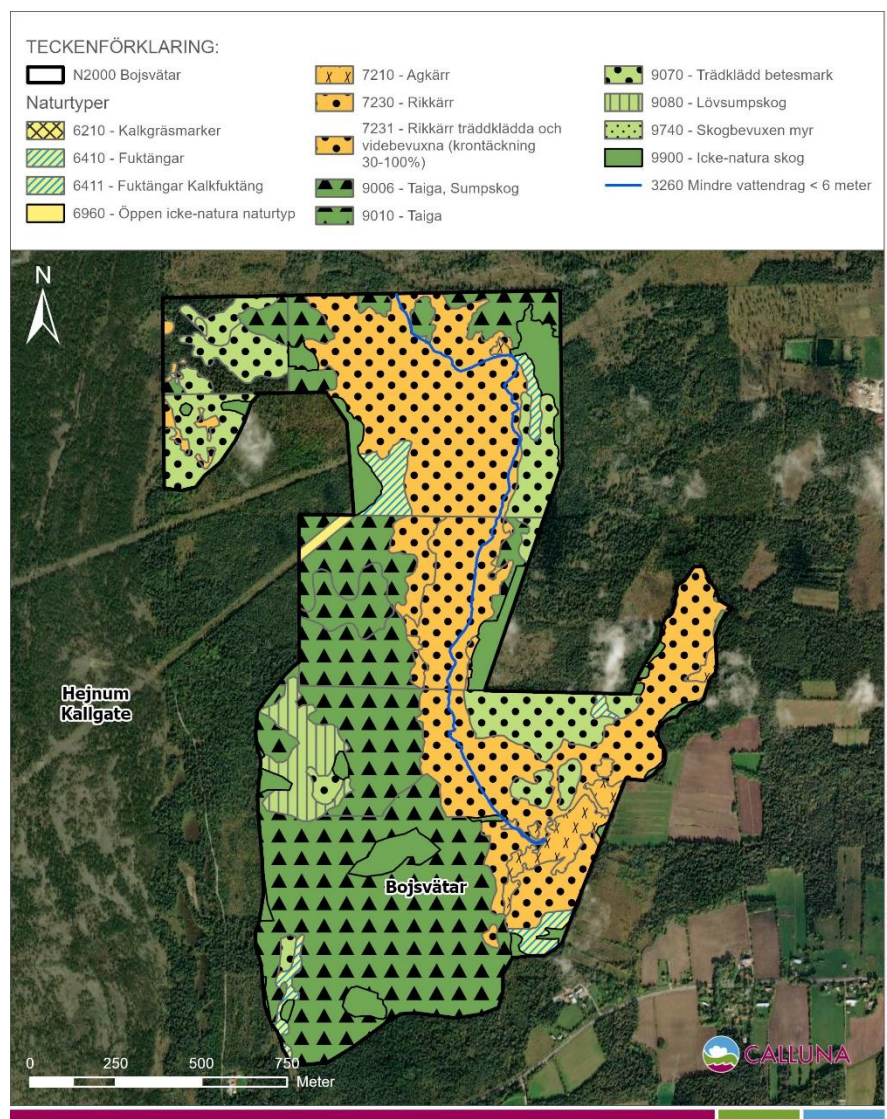
I varje avsnitt finns en karta över det aktuella Natura 2000-området som visar naturanaturtypskartan (NNK). NNK syftar till att beskriva den nuvarande utbredningen av de naturtyper som ingår i bilaga 1 till art- och habitatdirektivet (Naturvårdsverket 2023).



Figur 4. Natura 2000-området Hejnum Kallgate på våren i övergången mellan vinterns högvatten och sommarens lågvattensituation.

³ Skyddad natur är en kartdatabas som tillhandahålls av Naturvårdsverket. I kartdatabasen finns bland annat alla beslutade områden avseende nationella skyddsformer, Natura 2000-områden, samt områden med internationell status.

4.2.2. Bojsvåtar



Figur 5. Bojsvåtar Natura 2000-område.

Bojsvåtar (SE0340118) utgörs av en mosaik av skogs- och våtmarker som präglats av extensivt skogsbruk och bete. Större delen av Natura 2000-området utgörs av ett stort sammanhängande rikkärr. Genom rikkärren rinner fortsättningen av Orgbäcken som söderut övergår i Vikeån. Bäckens naturligt meandrande form genom de norra delarna av rikkärren. Skogarna i området är nästan genomgående äldre kontinuitetsskogar med höga naturvärden.

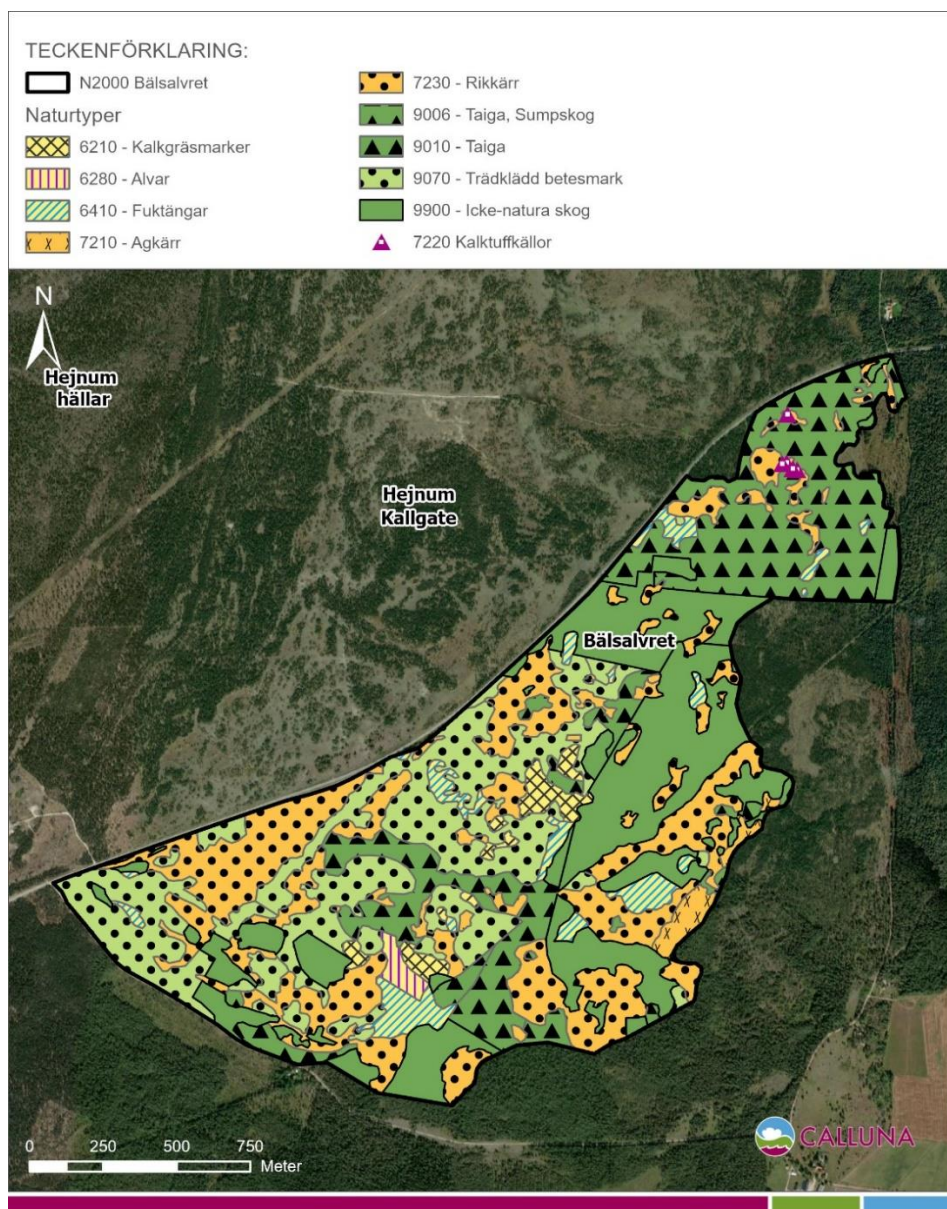
Bevarandevärdena utgörs främst av skogs- och våtmarksmosaik och rikkärren. Bevarandetillståndet för mindre vattendrag, fuktängar och vädnetfjäril bedöms som icke gynnsamt. För övriga naturtyper bedöms bevarandetillståndet som gynnsamt, men för flera naturtyper på gränsen till ogynnsamt. Dränerande åtgärder i och utanför området, igenväxning och skogsbruk, felaktigt bete och andra kraftiga ingrepp, utgör hot mot bevarandet.

Delar av området är även skyddade som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: taiga, rikkärr, trädklädd betesmark, lövsumpskog, fuktängar, agkärr och mindre vattendrag.

Utpekad art: vädnetfjäril.

4.2.3. Bälsalvret



Figur 6. Bälsalvret Natura 2000-område.

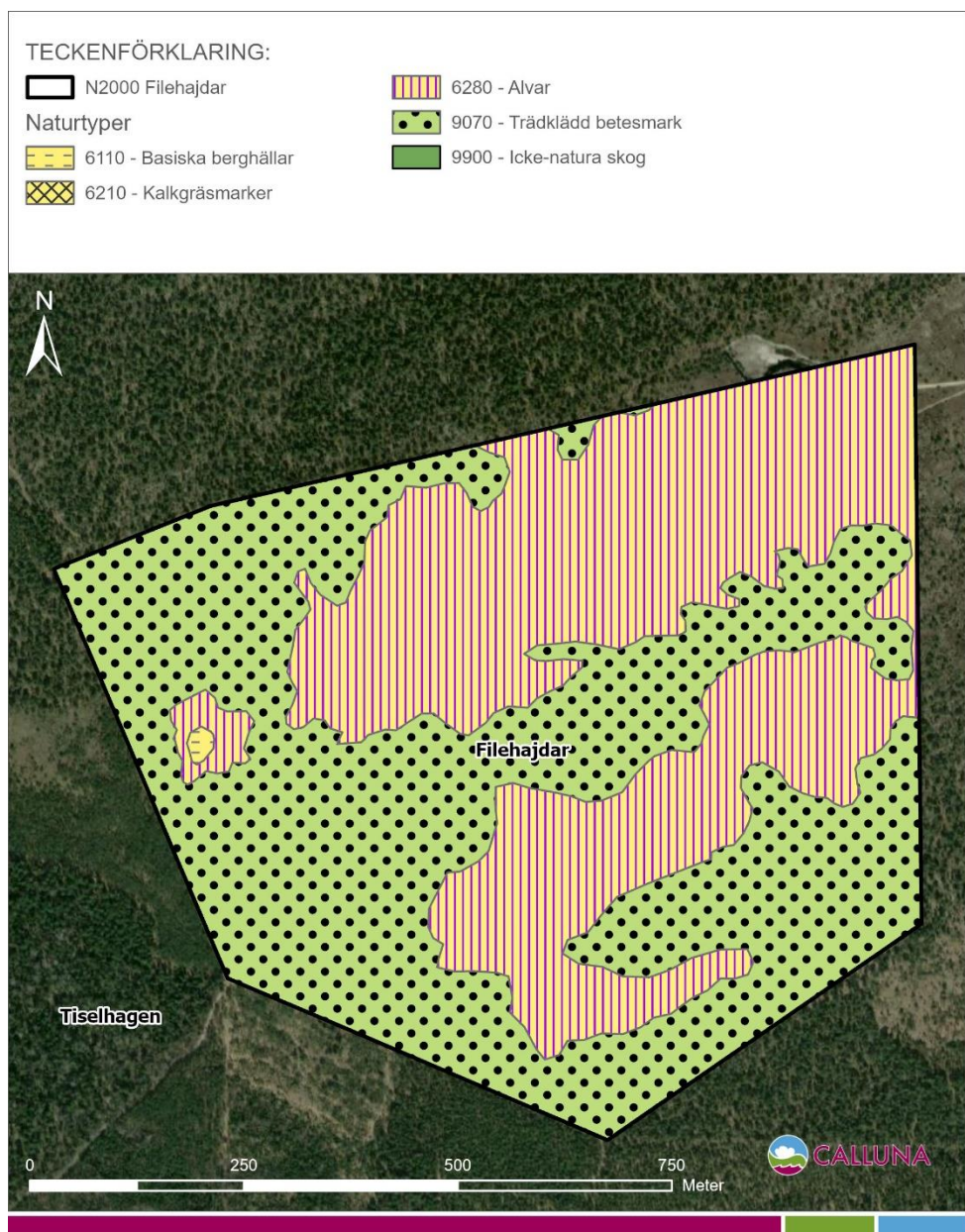
Bälsalvret (SE0340212) tillhör samma våtmarkskomplex som Hejnum Kallgate och Bojsvåtar men är skilt från dessa områden av länsväg 147. Bälsalvret består av en mosaik av skog och våtmarker med höga naturvärden. Våtmarkerna med rikkärr och fuktängar på bleke har en rik flora och en stor population av vädtnätfjäril. I området finns källor med utströmmande grundvatten, till exempel den så kallade Järnvägsställan, och flera kalktuffkällor. Bevarandetillståndet för utpekade naturtyper är fullgott enligt NNK. Då bevarandeplan saknas finns ingen bedömning av bevarandetillståndet för vädtnätfjäril eller beskrivning av vad som utgör hot mot bevarandet.

Området är även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: rikkärr, taiga, trädklädd betesmark, fuktängar, kalkgräsmarker, agkärr, alvar och kalktuffkällor.

Utpekad art: vädtnätfjäril.

4.2.4. Filehajdar



Figur 7. Filehajdar Natura 2000-område.

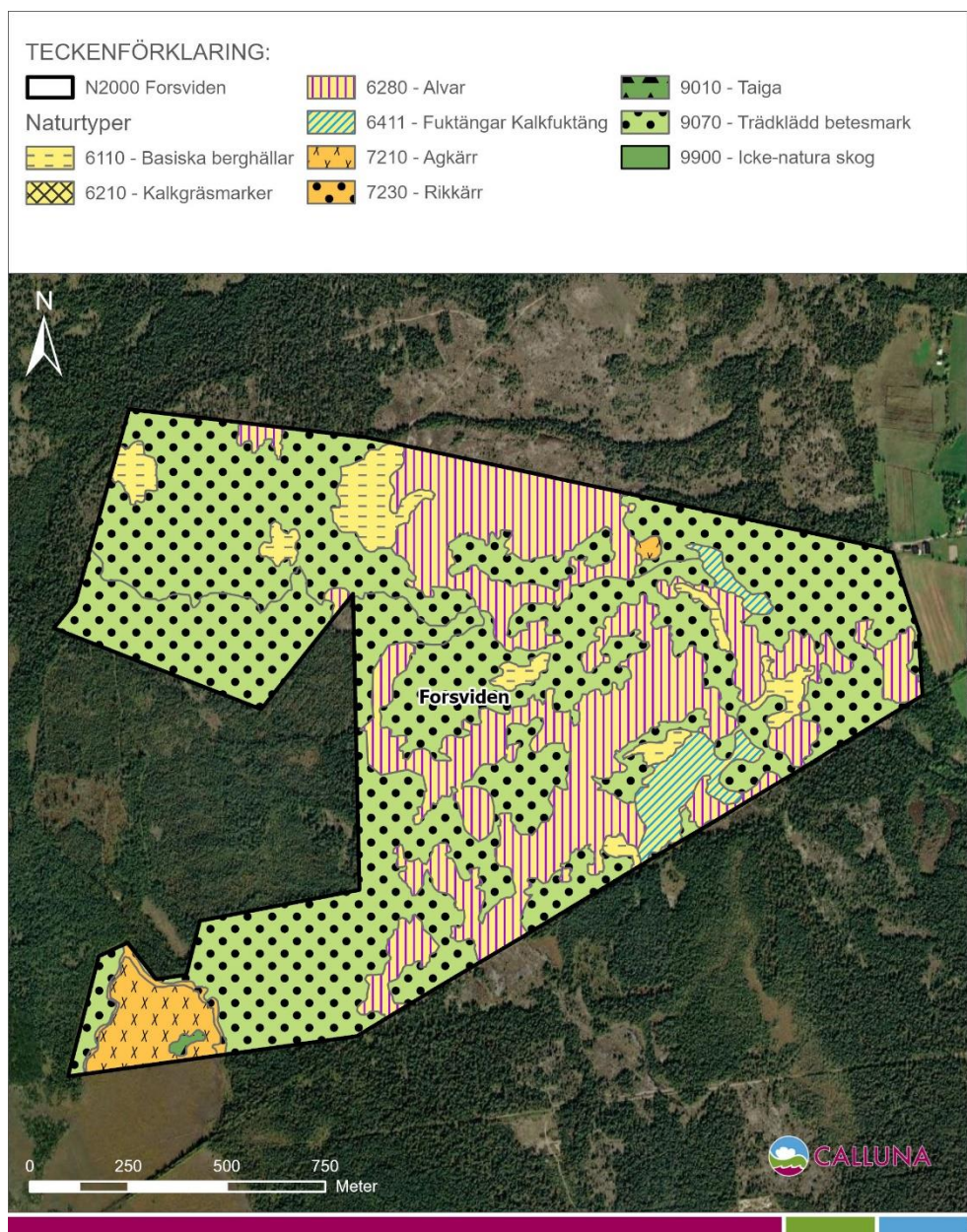
Filehajdar (SE0340111) präglas av mer eller mindre buskrika alvarmarker samt glesa kalktallskogar som inte betas. Bevarandevärdena är knutna till hållmarkerna och tallskogen. Filehajdar utgör en del av ett större sammanhängande hållmarksområde, där just storleken på det sammanhängande området och de förutsättningar det ger för upprätthållandet av en naturlig dynamik hos både arter och artsamhällen, är av mycket stort värde. Bevarandetillståndet för trädklädd betesmark bedöms som icke gynnsamt. För övriga naturtyper och arten nipsippa bedöms bevarandetillståndet som gynnsamt. Igenväxning, fragmentering och felaktigt bete utgör hot mot bevarandevärdena.

Området är även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: trädklädd betesmark, alvar och basiska berghällar.

Utpekad art: nipsippa.

4.2.5. Forsviden



Figur 8. Forsviden Natura 2000-område.

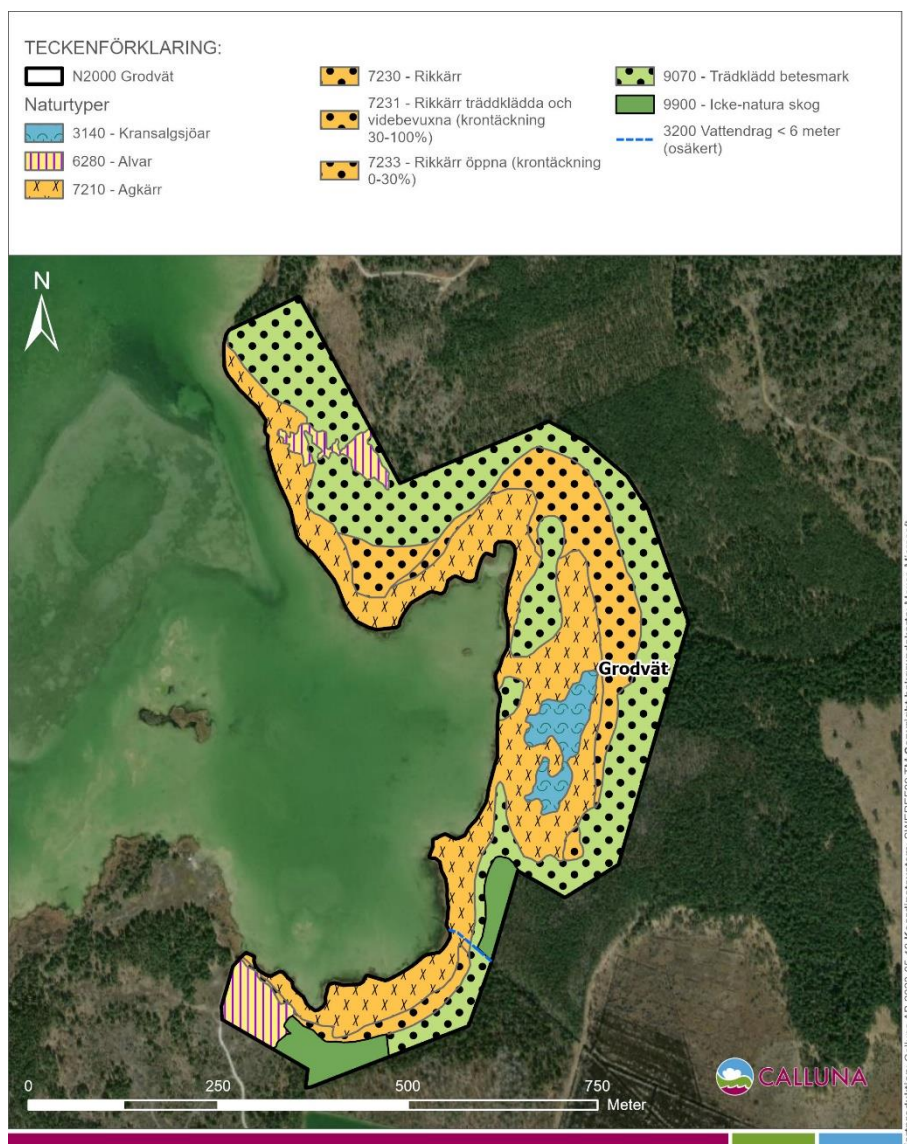
Forsviden (SE0340151) är ett glest, skogbevuxet hållmarksområde i mosaik med alvarmarker och andra naturtyper. Flera våtmarkstyper finns representerade. I sydväst finns den norra delen av agmyren Stora Pusmyr. Bevarandevärdena är knutna till öppenheten i alvarmarkerna och karaktären av utmarksbete, samt områdets hydrologi och hydrokemi. Bevarandetilståndet för alla naturtyper och för arten styv kalkmossa bedöms som gynnsamt. Igenväxning, störningar såsom körning eller produktionsskogsbruk, högt betestryck och dränerande åtgärder utgör hot mot naturvärdena.

Området är också skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: trädklädd betesmark, alvar, basiska berghällar, agkärr, fuktängar, rikkärr och taiga.

Utpekad art: styv kalkmossa.

4.2.6. Grodvät



Figur 9. Grodvät Natura 2000-område.

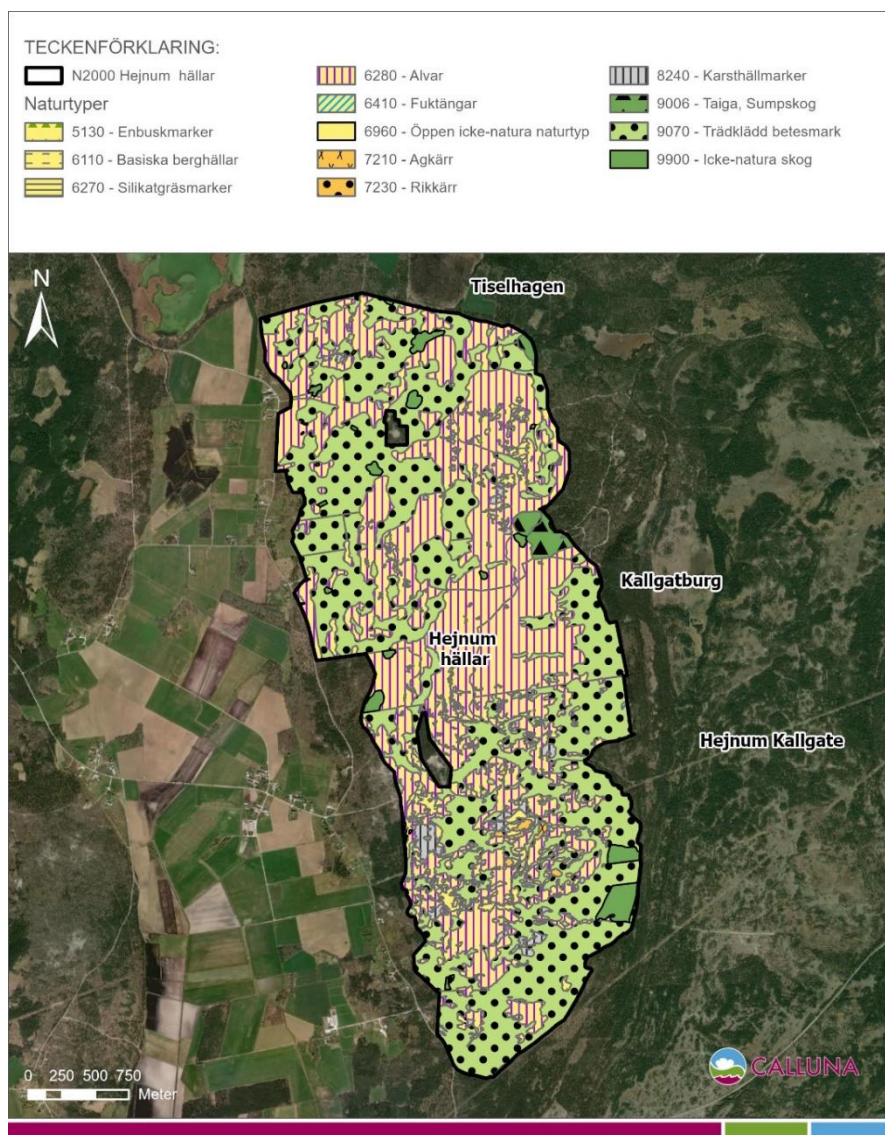
Grodvät (SE0340141) ligger i och intill en vik i östra delen av Tingstäde träsk. Området består till största delen av barrskog och våtmarker. Agmyr utgör en betydande del av området och sträcker sig längs stranden i hela området. Rikkärr förekommer som en zonerings mellan agkärrarna mot sjön och skogen längre inåt land. I Grodvät ingår även öppna vattenspeglar där vegetationen helt domineras av kransalger. Bevarandevärdena består av våtmarksmiljöerna, alvarmarken, skogsmiljöerna samt den kransalgsrika sjön. Området är en rik lokal för brun ögontröst och hyser även i övrigt en rik källkärrsflora. Bevarandetillståndet för alvar bedöms som icke gynnsamt. För övriga naturtyper och arter bedöms bevarandetillståndet som gynnsamt. Dränerande åtgärder, igenväxning, högt betetryck och annan kraftig störning, utgör hot mot bevarandevärdena.

Området är även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: taiga, agkärr, rikkärr, alvar och kransalgsjö.

Utpekad art: smalgrynsnäcka och citronfläckad kärrtrollslända.

4.2.7. Hejnum hällar



Figur 10. Hejnum hällar Natura 2000-område.

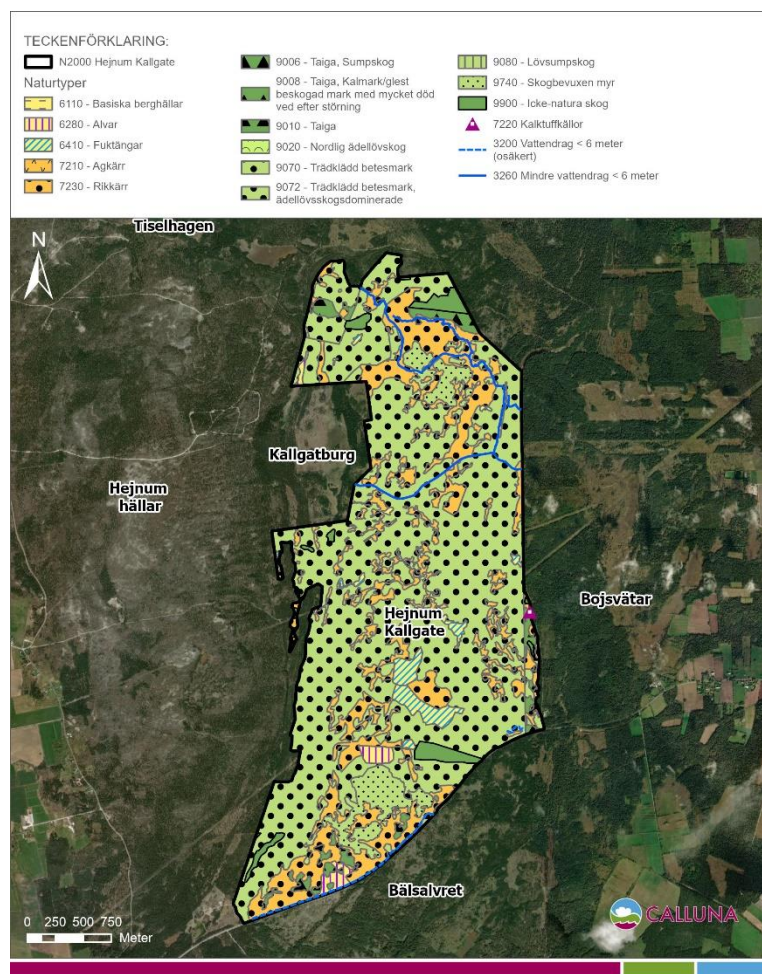
Hejnum hällar (SE0340211) består av ett långsträckt höjdområde som domineras av betade hällmarker i en mosaik med helt öppna alvarmarker, enbuskmarker och glesa tallskogar. I vissa lågpunkter, främst söderut, förekommer mindre arealer rikkärr och agmyr. De östra sluttningarna är brantare än de västra och har strandvallar i flera etager. I dessa etager finns också en del våtmarker insprängda. I området förekommer flera sällsynta och hotade arter av bland annat fjärilar, kärlväxter, mossor och lavar knutna till magra kalkhällmarker. Bevarandetillståndet för utpekade naturtyper är i huvudsak fullgott enligt NNK men mindre partier med icke fullgod status finns. Då bevarandeplan saknas finns ingen bedömning av bevarandetillståndet för utpekade arter eller beskrivning av vad som utgör hot mot bevarandet.

Delar av området är även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper är i fallande areal: trädklädd betesmark, alvar, basiska berghällar, karsthällmarker, taiga, rikkärr, fuktängar, agkärr, enbuskmarker och silikatgräsmarker.

Utpekade arter: nipsippa, styv kalkmossa och trubbklockmossa.

4.2.8. Hejnum Kallgate



Figur 11. Hejnum Kallgate Natura 2000-område.

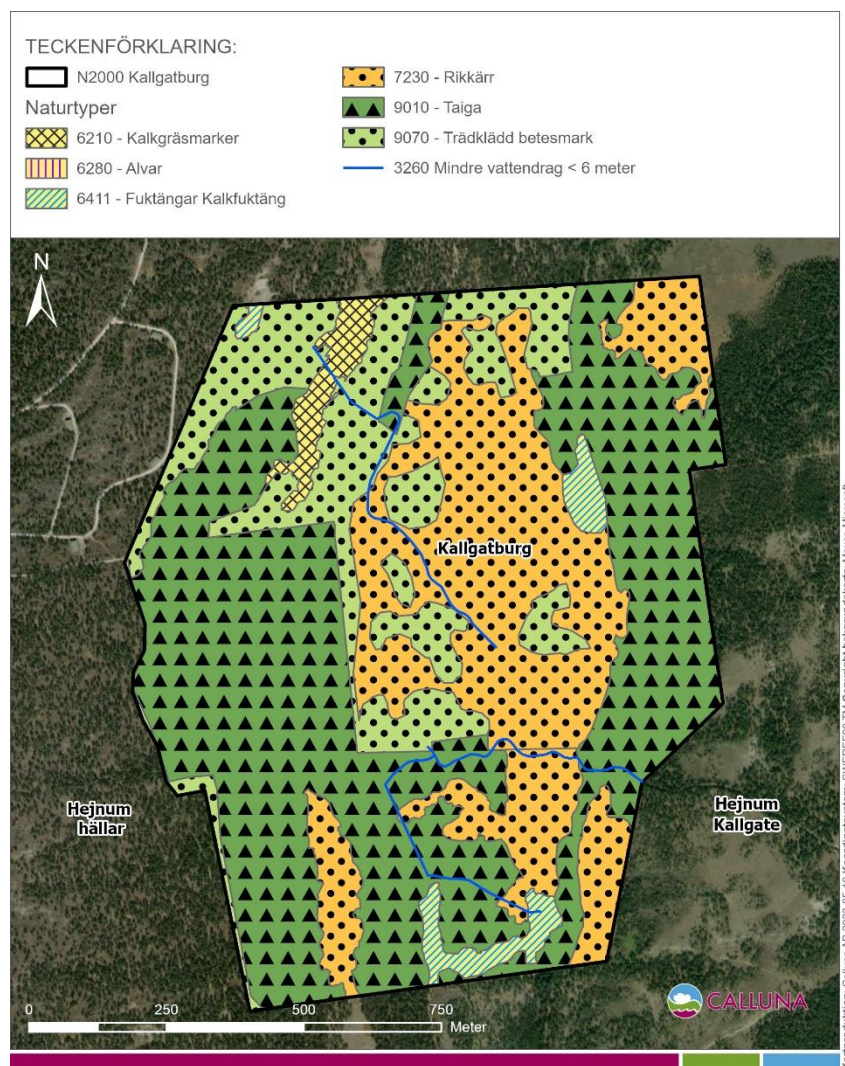
Hejnum Kallgate (SE0340147) består av en mosaik av fuktiga skogsmarker och öppna våtmarker som präglats av extensivt skogsbruk och bete. Det som är unikt med Hejnum Kallgate, och även Bojstvåtar, är att våtmarkerna ligger på mägersten samtidigt som de – till skillnad från alla andra stora rikkärr på Gotland – inte är uppodlade och helt utdikade. Väster om våtmarken Hejnum Kallgate ligger det höglänta området Hejnum hällar och i norr ligger höjdområdet File hajdar. I sluttningarna förekommer mer eller mindre mäktiga strandvallar. Genom Hejnum Kallgate rinner flera mindre vattendrag, varav Orgbäcken är det största. Vid foten av strandvallarna i norra delen av Hejnum Kallgate förekommer kalktuffkällor. Bevarandevärdena är främst förknippade med våtmarksmiljöer men även skogs- och betesmarker ingår. Bevarandetillståndet för agkärr, rikkärr, nordlig ädellövskog och guckusko bedöms som icke gynnsamt. För övriga naturtyper samt vädtnätfjäril bedöms bevarandetillståndet som gynnsamt. Dränerande åtgärder i och utanför området, igenväxning, högt betestryck och andra kraftig störningar, samt invasiva arter, är hot mot bevarandevärdena.

Området är delvis även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: trädklädd betesmark, rikkärr, taiga, fuktängar, alvar, mindre vattendrag, basiska berghällar, lövsumpskog, agkärr, kalktuffkällor och nordlig ädellövskog.

Utpekade arter: guckusko och vädtnätfjäril.

4.2.9. Kallgatburg



Figur 12. Kallgatburg Natura 2000-område.

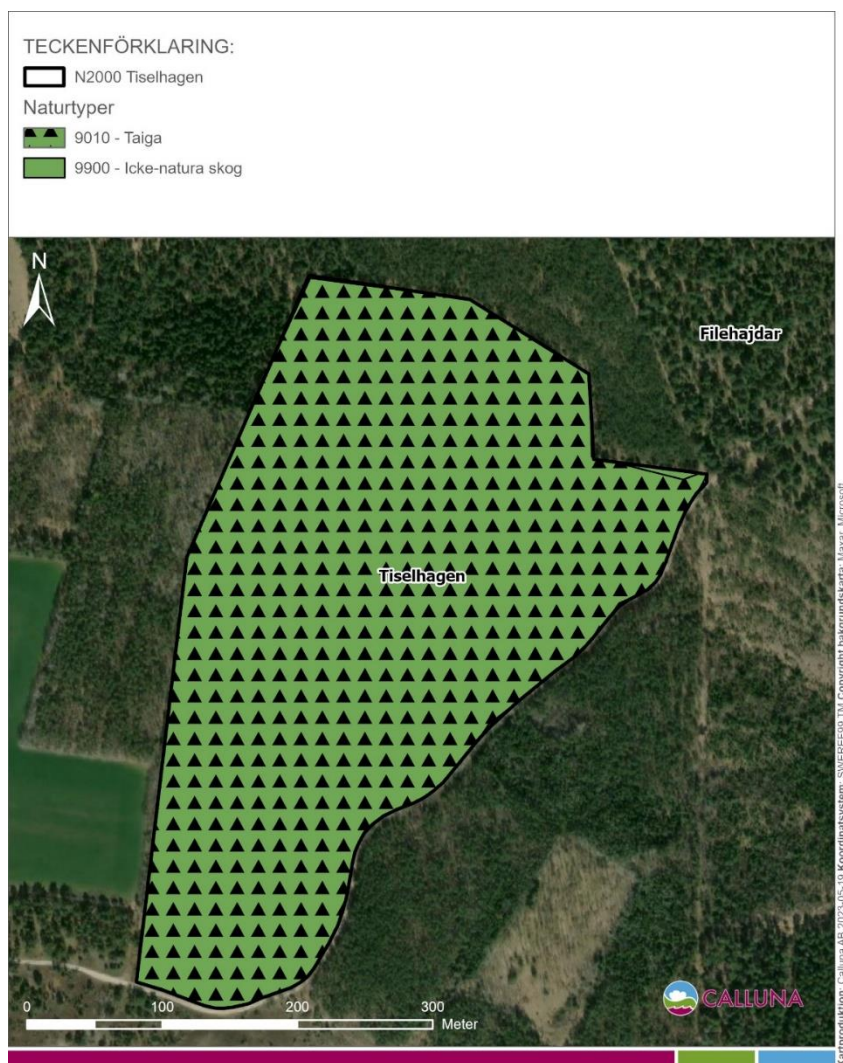
Kallgatburg (SE0340103) ligger längs de östra sluttningarna av Hejnum hållar, på gränsen mellan den hårda och renare kalkstenen och den mjukare mägerstenen. I sluttningarna förekommer mäktiga strandvallar från Östersjöns tidigare stadier, såsom Ancylussjön. Vid foten av sluttningarna finns flera källmiljöer med kalktuffkällor och upprinnor i rikkärr. I rikkärren finns också flera bäckmiljöer. Ancylusvallen är genomgrävd vilket lett till att en tidigare sjö avvattnats och där finns idag agmyr och rikkärr. Till bevarandevärdena räknas våtmarksmiljöerna och en av Sveriges största förekomster av idegran. Bevarandetillståndet för samtliga naturtyper och arten smalgrynsnäcka bedöms som gynnsamt. För nipsippa och väddnätfjäril bedöms bevarandetillståndet som icke gynnsamt. Dränerande åtgärder i och utanför området, igenväxning, högt betestryck och andra kraftiga störningar, är hot mot bevarandevärdena.

Området är även skyddat som naturreservat.

Utpekade naturtyper i fallande areal: taiga, rikkärr, trädklädd betesmark, fuktängar, kalkgräsmarker, mindre vattendrag och kalktuffkällor.

Utpekade arter: nipsippa, smalgrynsnäcka och väddnätfjäril.

4.2.10. Tiselhagen



Figur 13. Tiselhagen Natura 2000-område.

Tiselhagen (SE0340066) ligger i dalgången som skiljer höjdområdena File hajdar och Hejnum hållar åt. Det är ett skogsområde med gran och tall av ansevärd dimensioner och med rik flora och fågelliv. Bevarandevärdena är skogliga med död ved och gamla träd, orördhet och naturlig succession. Bevarandetillståndet för taiga och grön sköldmossa bedöms som gynnsamt. Dränerande åtgärder i och utanför området, skogsbruk, luftburna föroreningar samt invasiva arter är hot mot bevarandevärdena.

Området är även skyddat som naturreservat.

Utpekad naturtyp: taiga.

Utpekad art: grön sköldmossa

4.3 Beskrivning av naturtyper och arter

4.3.1. Underlag

I art- och habitatdirektivet finns inga definitioner av de olika naturtyperna, endast deras namn och sifferkod. EU-kommissionen har därför tagit fram en manual som stöd för tolkningen. Varje medlemsland kan också ta fram vägledningar utifrån de förutsättningar som råder i landet. I Sverige har Naturvårdsverket tagit fram sådana vägledningar (Naturvårdsverket 2011h-t, 2012a-d). I vägledningarna ges en svensk tolkning av de olika naturtyperna, viktiga strukturer och funktioner anges och typiska och karakteristiska arter listas. I vägledningarna ges en beskrivning av hotbilden, vad som typiskt sett kan utgöra en risk för naturtypen. Här ges också en beskrivning av behovet av bevarandeåtgärder. Naturvårdsverket har också tagit fram motsvarande vägledningar för de arter som omfattas av art- och habitatdirektivet (Naturvårdsverket 2011a-g).

Information om arter fås också via Artfakta.se (SLU Artdatabanken 2023) där bland annat arternas ekologi beskrivs och rapporterade förekomster visas, samt genom rödlistan (Eide m.fl. 2020) där arters hotstatus i Sverige har bedömts. En annan typ av underlag är de nationella åtgärdsprogrammen för hotade arter och naturtyper som tagits fram av Naturvårdsverket. I detta sammanhang kan särskilt nämnas åtgärdsprogrammet för bevarande av rikkärr (Sundberg 2006).

Medlemsstaterna gör vart sjätte år en ny bedömning av tillståndet och trenden för olika naturtyper och arter, som en del av rapporteringen till EU-kommissionen. Den senaste rapporteringen gjordes 2019 (SLU 2020). Utvärderingen innefattar tillstånd och trender för arter och naturtyper i Sverige och på biogeografisk nivå. Sverige är indelat i tre terrestra biogeografiska områden: alpin, boreal och kontinental region. Gotland och större delen av fastlandet ligger inom boreal region. Tillståndet utvärderas utifrån bästa tillgängliga underlag och anges som gynnsam, otillfredsställande eller dålig bevarandestatus. Om tillräckligt underlag saknas anges bevarandestatus som okänd. Trenden säger något om åt vilket håll utvecklingen för naturtypen går; om bevarandestatus på sikt blir sämre eller bättre. Trenden anges som positiv, negativ, stabil eller okänd. En naturtyp eller art med gynnsam bevarandestatus och stabil trend har som helhet en större motståndskraft, s.k. resiliens, mot förändringar i miljön. För naturtyper och arter med dålig status och negativ trend finns däremot sämre resiliens och en större risk att en negativ påverkan innebär en försämring av naturtypens eller artens bevarandestatus som helhet.

4.3.2. Utpekade naturtyper

Tabell 1. Beskrivning av utpekade naturtyper i Natura 2000-områdena. Information om viktiga strukturer och funktioner samt hotbild generellt i Sverige. Information om bevarandestatus och trend avseende naturtyperna i boreal region i Sverige. Informationen kommer från Naturvårdsverkets vägledningar (2011h-t, 2012a-d) och Naturvårdsverkets senaste utvärdering av bevarandestatus och trend (SLU 2020).

Naturtyp (EU-kod)	Viktiga strukturer och funktioner	Hotbild	Bevarandestatus och trend
Kransalgssjöar (3140)	Klart vatten, hög kalkhalt, mattbildande vegetation med stort inslag av kransalger	Näringspåverkan, felaktig markanvändning i strandzon, vattenuttag, stora vattenstånds-amplituder, dränering/igenfyllnad, främmande arter, exploatering i strandzon, båttrafik, infrastruktur-anläggningar, skogsbruk, föroreningar från punktkälla	Otillfredsställande Stabil

Naturtyp (EU-kod)	Viktiga strukturer och funktioner	Hotbild	Bevarande- status och trend
Mindre vattendrag (3260)	Naturliga vattenståndsfluktuationer och flöden, kontinuitet i närmiljön, konnektivitet i vattensystemet, god vattenkvalitet	Reglering och kanalisering, skogsbruk, jordbruk, vattenuttag, främmande arter, fiske, exploatering i strandzon, infrastruktur-anläggningar, försämrade vattenkvalitet, kalkning	Otillfreds- ställande Negativ
Enbuskmarker (5130)	Kalkfattig eller kalkrik mark, hävdpräglade enar, hävd- eller störningspräglad markvegetation, naturlig artsammansättning och näringsstatus	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar	Dålig Okänd
Basiska berghällar* (6110)	Basisk berggrund med berg i dagen, tunt och ej täckande jordtäckte, återkommande torkstress, naturlig artsammansättning och näringsstatus, öppen miljö	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar, kalkbrytning på Gotland	Dålig Negativ
Kalkgräsmarker (6210)	Kalkrik mark, tydligt hävdpräglad markvegetation, naturlig artsammansättning och näringsstatus, öppen miljö	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar	Dålig Negativ
Silikatgräsmarker (6270)	Kalkfattig mark, tydligt hävdpräglad markvegetation, naturlig artsammansättning och näringsstatus, öppen miljö	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar	Dålig Negativ
Alvar (6280)	Basisk berggrund med kalkrik och tunn jord, hävd- eller störningspräglad markvegetation, inslag av uppsprucket vegetations-täckte, naturlig hydrologi, uppfrysningfenomen, återkommande torkstress, naturlig artsammansättning och näringsstatus	Igenväxning, alltför kraftig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar	Dålig Negativ
Fuktängar (6410)	Tillräcklig markfuktighet, hävdpräglad vegetation, naturlig artsammansättning, öppen miljö, naturlig hydrologi och näringsstatus, för vissa varianter återkommande översvämning	Igenväxning, för kraftig röjning, felaktig betesskötsel, dränering, exploatering, luftburna föroreningar	Dålig Negativ
Agkär** (7210)	Kalkrikedom, hög grundvattennivå eller öppet vatten, förekomst av ag, god vattenkvalitet, viss hävdpåverkan	Dikning, igenväxning, infrastruktur-anläggningar, skogsbruk, exploatering, gödningsämnen, luftburna föroreningar	Gynnsam Stabil
Kalktuffkällor* (7220)	Ständigt framspringande kalkrikt källvatten, kalktuffbildning	Dikning, dämning och annan förändring i hydrologi och kemi, skogsbruk, intensivt bete, igenväxning, exploatering, gödningsämnen, luftburna föroreningar	Otillfreds- ställande Stabil

Naturtyp (EU-kod)	Viktiga strukturer och funktioner	Hotbild	Bevarande-status och trend
Rikkärr (7230)	Hög grundvattennivå, baskatjonrika förhållanden, artrik vegetation, naturlig näringsstatus, bete eller hävd	Dikning, dämning och annan förändring i hydrologi och kemi, skogsbruk, gödningsämnen, exploatering, igenväxning, intensivt bete	Otillfredsställande Negativ
Karsthällmarker (8240)	Kalkstensberggrund med berg i dagen, karst, tunt och ej täckande jordtäckte, återkommande torkstress, naturlig artsammansättning, öppen miljö, naturlig näringsstatus	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering och förändrad markanvändning, luftburna föroreningar	Dålig Negativ
Taiga* (9010)	Skoglig kontinuitet, naturlig dynamik, naturliga störningar, ostörd hydrologi, buffertzoner, naturlig näringsstatus, förekomst av substrat	Exploatering, felaktiga skogsbruksåtgärder, markskador, fragmentering, luftburna föroreningar, brist på dynamik, systempåverkande eller främmande arter	Dålig Negativ
Nordlig ädellövskog* (9020)	Kontinuitet av lövträd, gamla träd, olika trädslag, naturskogskvaliteter, naturlig dynamik och störning, ostörd hydrologi, naturlig näringsstatus, förekomst av substrat	Exploatering, felaktiga skogsbruksåtgärder, igenväxande gran, markskador och dikning, fragmentering, luftburna föroreningar, brist på dynamik, lövbetande vilt, sjukdomar och skadeorganismer	Dålig Stabil
Trädklädd betesmark (9070)	Bibehållet krontäckte, träd-kontinuitet, gamla träd och död ved, tydligt hävdpräglad markvegetation, naturlig artsammansättning, solinsläpp, blommande buskar, naturlig näringsstatus, förekomst av substrat, bibehållna populationer av typiska arter	Felaktig röjning, felaktig betesskötsel, exploatering, skogsbruk, luftburna föroreningar	Dålig Stabil
Lövsumpskog (9080)	Kontinuitet av lövträd, gamla träd, olika trädslag, naturlig dynamik och störning, ostörd hydrologi, naturlig näringsstatus, förekomst av substrat	Exploatering, skogsbruksåtgärder, igenväxande gran, markskador och dikning, fragmentering, luftburna föroreningar, brist på dynamik, sjukdomar och skadeorganismer	Dålig Okänd

* Prioriterad naturtyp enligt art- och habitatdirektivet.

**Prioriterad naturtyp, men på Öland och Gotland där ag förekommer rikligt, bör det enligt Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket 2011g) finnas utrymme för prioriteringar mellan olika naturtyper och agkärr bör inte alltid prioriteras.

4.3.3. Utpekade arter

Tabell 2. Beskrivning av utpekade arter i Natura 2000-områdena. Information om arternas ekologi, hotbild och hotkategori. Information om bevarandestatus och trend avseende arten i boreal region i Sverige. Informationen kommer från Naturvårdsverkets vägledningar (Naturvårdsverket 2011a-g), från Naturvårdsverkets senaste utvärdering av bevarandestatus (SLU 2020), den senaste rödlistan (Eide m.fl. 2020) och Artfakta.se (SLU Artdatabanken 2023).

Art (EU-kod)	Ekologi och hotbild	Rödlistan	Bevarandestatus och trend
Nipsippa <i>Pulsatilla patens</i> (1477)	Växer i torr mark och är beroende av blottad jord för frönas groningen. Gynnas av ett måttligt bete och av skogsbrand. Arten är ljuskrävande men inte kalkkrävande. Hotas av igenväxning, brist på markstörning, kalkbrytning på Gotland, samt uppgrävning och insamling.	Nära hotad	Otillfredsställande Stabil
Styv kalkmossa <i>Tortella rigens</i> (1988)	Växer på sol- och vindexponerade alvarmarker, ofta tillsammans med andra utpräglade torrmarks mossor. 75% av världspopulationen finns i Sverige. Hotas av alltför hårt trampslitage men också igenväxning. På lång sikt är det låga antalet växtplatser och artens dåliga spridningsförmåga ett hot i sig.	Livskraftig	Gynnsam Stabil
Trubbklockmossa <i>Encalypta mutica</i> (1982)	Kalkälskande och förekommer i olika kalkrika miljöer på solexponerad blottad jord som periodvis är blöt men snabbt torkar ut vid torr väderlek. Gynnas av t.ex. extensivt bete som motverkar igenväxning och blottlägger jord, men är känslig för alltför kraftig störning. På lång sikt är de små isolerade delpopulationerna ett hot i sig.	Sårbar	Otillfredsställande Negativ
Smalgrynsnäcka <i>Vertigo angustior</i> (1014)	Förekommer i halvöppna tämligen torra lövskogar i blockslutningar, i rikkärr och kalkfuktängar samt i alvarmarker och andra kalkpåverkade biotoper. Mikrohabitatets fuktighet och struktur på förnan är avgörande och arten hotas av förändringar i dessa förutsättningar. Snäckan är spridd och vanlig på Gotland.	Livskraftig	Otillfredsställande Okänd
Väddnätfjäril <i>Euphydryas aurinia</i> (1065)	Lokaltrogna och finns i kärrartade småfläckar med låg vegetation, på Gotland i blekevätar. Beroende av värdväxten ängsvädd. Extensiv hävd är en förutsättning. Hotas av alltför hårt bete på värdväxten. Arten har minskat mycket snabbt i Europa.	Sårbar	Dålig Negativ
Guckusko <i>Cypripedium calceolus</i> (1902)	En störväxt, flerårig, orkidé som växer i kalkrika områden i örtrika granskogar, kantskogar mot kärr och liknande. Sprider sig vegetativt genom jordstammarna men pollineras också av solitärbin. Gynnas av en måttlig störning men hotas av alltför stor störning genom skogsbruk, bete, tramp, uppgrävning och insamling.	Livskraftig	Gynnsam Stabil

<p>Grön sköldmossa <i>Buxbaumia viridis</i> (1386)</p>	<p>Arten växer på stubbar och lågor av olika trädslag, huvudsakligen i sena nedbrytningsstadier. Populationer av grön sköldmossa är kortvariga, och på samma substratfläck hittar man ofta kapslar bara under något eller några år. Mossan hotas av skogsavverkning, brist på habitat och brist på skog med död ved.</p>	<p>Livskraftig</p>	<p>Gynnsam Stabil</p>
<p>Citronfläckad kärrtrollslända <i>Leucorrhinia pectoralis</i> (1042)</p>	<p>Har sannolikt sin starkaste förekomst inom EU i Sverige och troligen finns många upptäckta lokaler. Förekommer i ett relativt brett spektrum av miljöer, från näringsrika till näringsfattiga vatten. Hotas av beskuggning, eutrofiering, samt av igenläggning av småvatten och exploatering.</p>	<p>Livskraftig</p>	<p>Gynnsam Stabil</p>



Figur 14. Nipsippa.

5 Områdets förutsättningar

5.1 Inledning

I detta kapitel beskrivs förutsättningarna för Natura 2000-områdena i utredningen. Syftet är att samla den information som är väsentlig för bedömning av risken för påverkan på Natura 2000-områdena.

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.

5.2 Klimat

Gotland har ett kustklimat med tämligen milda vintrar. 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 evapotranspirationen⁴ större eller i nivå med nederbörden och det finns därför ett "vattenunderskott" vilket resulterar i torrlagda vattendrag.

Klimatförändringen har redan inneburit att växtsäsongen på Gotland har förlängts och att sannolikheten för värmeböljor, kraftig nederbörd och torka ökat. I ett framtida varmare klimat kommer den här typen av förändringar bli ännu kraftigare, både globalt och i Sverige (SMHI 2023b). Enligt SMHI:s utredning (SMHI 2023a) 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 förlängd växtsäsong beräknas även avdunstningen öka. Det innebär sammantaget att nettonebörden bedöms öka under vinterhalvåret och minska under sommarhalvåret. Det leder till att framför allt månaderna april och augusti beräknas få relativt kraftigt minskad nettonebörd. I samma scenario, RCP4,5, och perioden 2071–2100 beräknas nederbörden öka för alla årets månader men så också avdunstningen. Sammantaget beräknas vinterhalvåret bli blötare och sommarhalvåret bli torrare.

Klimatet och klimatförändringarna beskrivs mer ingående i bilagorna B3 och B6 till ansökan.

5.3 Markanvändning

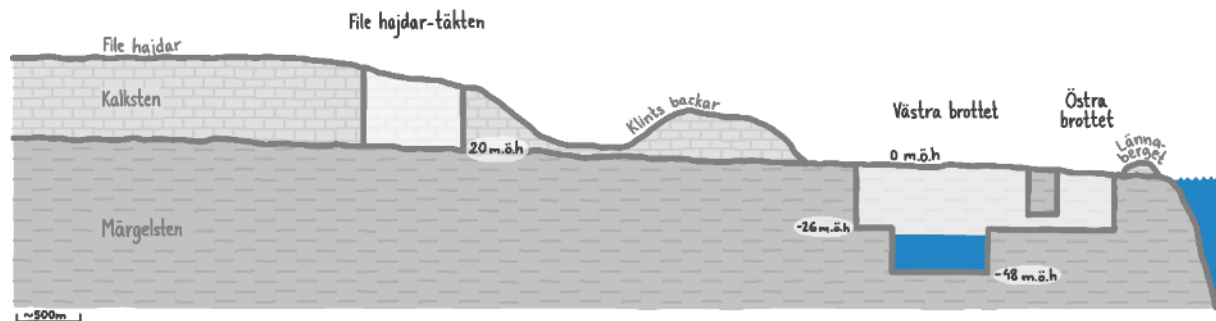
Skogsbruk och bete är den dominerande markanvändningen idag och har så varit även historiskt. Hjulspår efter maskiner bildar på sina håll vattenvägar och innebär att vattnet rinner av snabbare och åt andra håll än naturligt. I nuläget betas de torra alvarmarkerna inom Hejnum hållar, medan Filehajdar och övriga områden inte betas. Flera diken, uträtningar och genomgrävda strandvallar har förändrat vattnets flöde genom Natura 2000-områdena det senaste dryga århundradet. Det finns rester av tidigare kvarnar i Orgbäcken vid genomgrävningarna av strandvallarna. Flera av Natura 2000-områdena är helt eller delvis skyddade som naturreservat och sköts för att gynna naturvärdena. Heidelberg Materials genomför restaureringar i alvarmarker för att förbättra livsmiljöer för fjärilar.

⁴ Evapotranspiration är summan av avdunstning och växternas transpiration, andning.

5.4 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 på en grund 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. 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 underliggande lager vilket lett till fördjupningar i dem och i vissa fall lokala sprickzoner längst kanterna av revkalkstensförekomsterna.

På File hajdar-täktens väggar 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 15. 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 täkterna så som de ser ut i utgångsläget.

5.4.1. 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 (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).

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 mättat 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 Sveriges geologiska undersökning (SGU) har observerat att karstskrevornas djupgående beror på kalkstenens lagring och bankning. Ofta bryts eller länkar sprickorna av vid

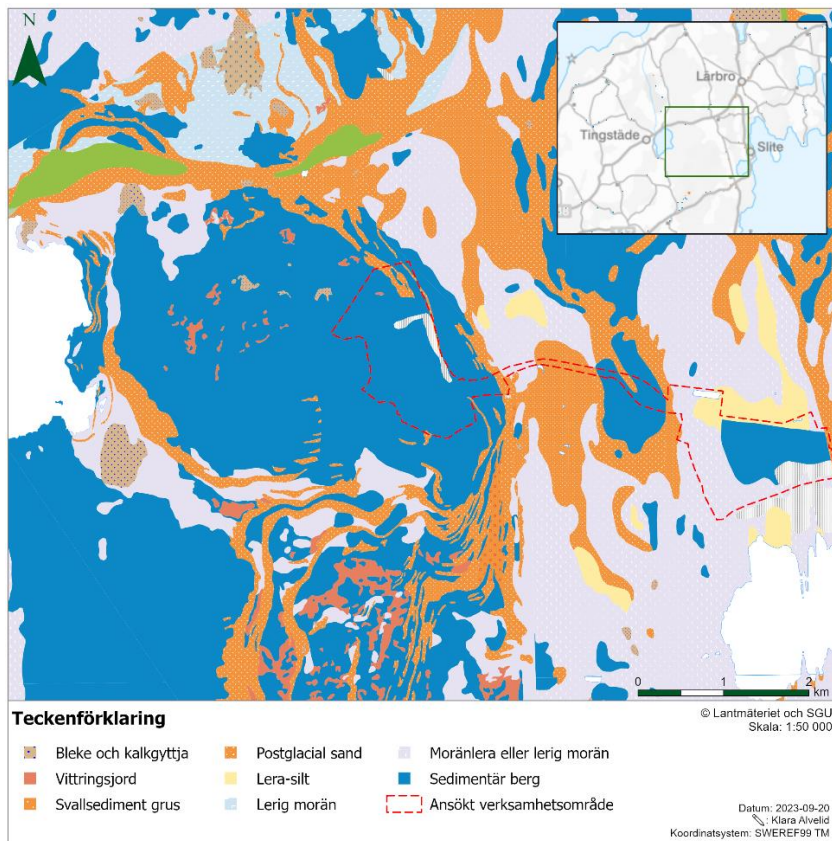
lagergränser eller bankningsplan redan på 0,5–1 m djup vilket gör att nederbördsvattnet omväxlande följer sprickor respektive utmed hydrauliskt konduktiva lagringsplan på sin väg neråt i berggrunden och i topografin. Det förefaller sannolikt att epikarst kan möjliggöra en ökad grundvattenbildning även 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. Inom de lågt och på mägersten liggande Natura 2000-områdena Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvåtar har det inte gjorts några som helst observationer av karst. Detta ligger i linje med SGU:s observationer för Gotland; att det som regel inte finns någon karst inom områden med mäger (Erlström m.fl. 2022).

Berggrunden och karst beskrivs mer ingående i bilaga B3 till ansökan.

5.5 Jordlager

Jordlagren på File hajdar utgörs huvudsakligen av ett tunt skikt med starkt lerhaltig vittringsjord. På flera platser saknas vittringsjorden varvid underliggande kalksten går i dagen som hållmarker och alvar (blå områden på jordartskartan nedan). På grund av jordartens partikelsammansättning 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.



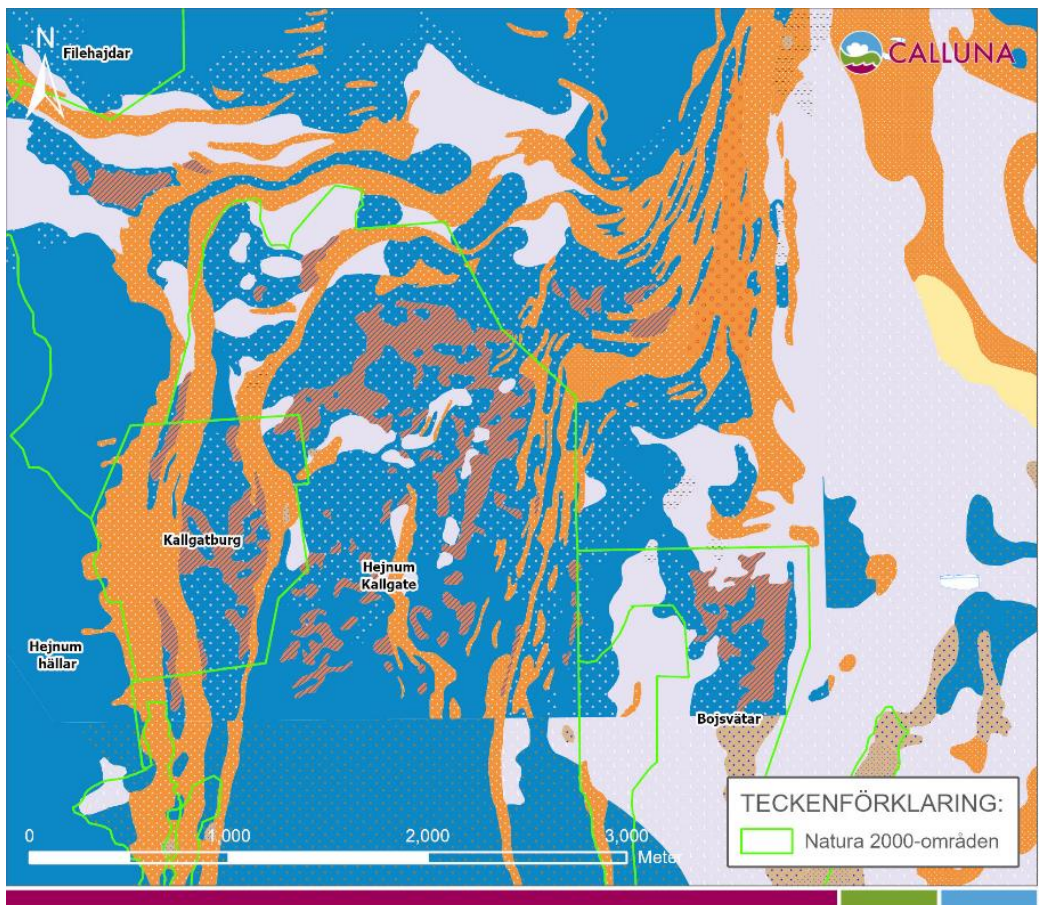
Figur 16. Jordartskarta över området. Figur från bilaga B6 till ansökan.

I de stora våtmarkerna i Natura 2000-områdena Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvätar är jordlagret något mäktigare med förekomst av både blekejord och märejler, vilket ytterligare minskar vattengenomsläppligheten samtidigt som magasineringen av vatten är fortsatt god. 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.

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.

5.5.1. 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 torkat ut och bildat dagens våtmarker.



Figur 17. Systemet av strandvallar (orange) i Kallgatburg och Hejnum Kallgate på kalkberggrund och tunna jordar (blå grundfärg) (SGU 2023).

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 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 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.

5.5.2. Bleke

Bleke är en vit till vitgul jordart som bara förekommer i kalkrika trakter. På Gotland förekommer utbredda områden med bleke och kalkgyttja, främst i de utdikade större myrmarkerna som varit fornsjöar (Svantesson 2008), men också i träsk (sjöar), såsom i Tingstäde träsk, där bleke bildar utbredda lager och mäktiga bankar. Torrt och varmt klimat ses som faktorer som gynnar utfällning av kalk (Gedda 2001). Bleke är karaktäristisk för flera av Natura 2000-områdenas våtmarker där den bildar plana, vitaktiga ytor/bottnar på ställen som vid högvatten står under vatten. Bleke är en hydromorfologisk struktur som ger information om att kärret är mycket kalkrikt och tidvis mycket blött. Det är en värdefull våtmarksstruktur som är viktig för flera sällsynta mossor och troligtvis även insekter (Naturvårdsverket 2017b).

Jordarten är uppbyggd av kalciumkarbonat och har bildats genom utfällning av i vattnet löst kalciumbikarbonat. Kalkutfällningen sker i huvudsak genom medverkan av olika kalkkrävande organismer. Med ökande organiskt innehåll övergår bleke i kalkgyttja (Svantesson 2008). Enligt en rapport från SLU (Berglund 1982) bedöms bleke huvudsakligen bildas i botten av rikkärr vid utströmning av grundvatten, dvs. en kemisk process. I samma rapport förklaras senare bleke som ett ur insjövatten utfällt kalciumkarbonat som räknas som en organogen bildning på grund av att vattenorganismer medverkat vid bildandet. Slutsatsen som kan dras är att utfällningen styrs av både kemiska och biologiska processer. Relationen mellan dessa processer kan variera men de biologiska processerna är viktigare än man tidigare trott (Ford och Williams 2007).

Bleke har en god vattenhållande förmåga. I undersökningen av utdikade och odlade myrjordar (Berglund 1982) anges 65–85 volymprocent, samma som för de gyttjehaltiga jordarna i samma undersökning.

I Gotlands geologi (1924) klassificerar Lennart von Post bleke i gruppen "oomvandlade organogena egentliga sediment" och sedan i undergrupper beroende på om den avsatts i öppet vatten som inte torkar ut eller i öppet vatten som periodvis torkar ut. Det vi idag ofta menar med termen bleke skulle von Post klassificera som "sjöbleke": en tät vit-gräddvit-gråvit kornig och svagt elastisk jordart av i huvudsak organogent kalkslam, eller "vätbleke": vanligen genom vittring eller frostverkan luckert, ofta uppblandat med vittringsjord, sand eller lera, men i regel tämligen fritt från humusämnen. Gösta Lundqvist (1925) använde blekebankarna i Tingstäde träsk för att rekonstruera sjöns utvecklingshistoria. Han har utifrån pollenanalyser daterat blekelagren som enligt hans studie började bildas under arktisk tid och fortsatte bildas genom Östersjöns olika utvecklingsstadier fram till nutid.

I den jordartskartering som Heidelberg Materials låtit genomföra (bilaga 3) identifierades bleke i botten på våtmarker uppe på File hajdar. Det visar att bleke avsatts i våtmarkens allra tidigaste utvecklingsstadium. I och kring kalktuffkällorna i västra Hejnum Kallgate och Kallgatburg identifierades ingen bleke, utan källorna rinner ut i marken ovanpå strandgrus och jordlager. I de djupare delarna av de karterade våtmarkerna nedanför strandvallarna identifierades kalkgyttja och bleke med inslag av snäckskal och makrofossil.



Figur 18. Bleke som det såg ut vi jordartskarteringen.

En alltför hög koncentration av ett visst näringsämne, till exempel kalcium, hämmar växternas upptagning av andra näringsämnen. Områden med bleke är därför mer eller mindre sterila (Troedsson och Nykvist 1973). Lennart von Post (Munthe m.fl. 1924) beskriver bleket som det för kalkrika trakter mest säregna av de öppna vattnens avlagringar. Carl von Linné anmärkte på sin gotländska resa år 1741 att *"bleke aldrig kunna bliva ett gödande Margel, emedan där bleke finns, är den allrasterilaste orten i världen."* (Linné 1745). Våtmarkerna med blekelager är därmed en mycket speciell livsmiljö.

5.6 Grundvatten i berg

Den del av nederbörden som bildar grundvatten har perkolerat genom den omättade zonen tills vattnet nått grundvattnet. Grundvattenbildningen varierar inom området men är större inom höjdområdena med revkalksten där det finns en större förekomst av vertikala strukturer. 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 tid 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 mägerstenen och den lagrade kalkstenen. De dominerande horisontella strukturerna har låg genomsläpplighet i vertikalled. Utförda spårämnesförsök indikerar en effektiv porositet i berget på cirka 0,12 %. De jordarter som dominerar i området 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 nettonebörden 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 mägerstenen men även i lagergränsen mellan dessa geologiska enheter. I övergången mellan mägersten och överlagrande eller intilliggande kalkstenenheter finns gynnsamma förutsättningar för grundvattentransport. I Västra brottet kan de vattenförande horisontella lagren följas över en sträcka av över en kilometer i mägerstenen. Kontinuerliga, vattenförande, nära horisontella lager har även konstaterats i så väl File hajdar-täktens närhet som under Natura 2000-områdena Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvätar 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. I borrhål mellan vattentäkten och Natura 2000-områdena, samt i djupa borrhål vid täkten, ser man en tydlig nivåförändring varje gång pumparna i vattentäkten slår av och på (ca 3 gånger per dygn). Spårämnesförsök och modellering har visat att en stor del av grundvattenströmningen från Filehajdar sommartid hamnar i vattentäkten. Spårämnesförsöken visade även att strömningen från File hajdar mot Natura 2000-områdena är begränsad. Grundvattnet under Natura 2000-områdenas våtmarker kommer i stället främst från Hejnum hållar i väster. Vintertid följer däremot strömningsriktningar och nivåer i större omfattning topografin och det är endast borrhålen närmast vattentäkten som då har avsänkta grundvattennivåer.

Utströmning av berggrundvatten förekommer längs Hejnum Kallgates och Kallgatburgs västra kant, vid foten av Hejnum hållar, vilket skapar den topografiskt mest distinkta gränsen i det i övrigt flacka landskapet. Källflödet från källan Prosthulet i Kallgatburg är det enda betydande flödet i hela undersökningsområdet som bl.a. via temperaturmätningar och vattenprovtagning har fastställts härröra, åtminstone delvis, från ett berggrundvatten. Den kemiska karaktäriseringen antyder dock att inte allt vatten i denna källa kommer från berget utan en betydande del härstammar från grundvattnet i jord i den strandvall ur vilken källan rinner. Det är troligt att det förekommer flera mindre källflöden från berg längs Hejnum hållars östra fot. Området har dock inte undersökts lika noga som File hajdar då det på inget sätt kan påverkas av täktverksamheten.

Ett annat tydligt källflöde med tydligt berggrundvatten är den så kallade Järnvägskällan i Bälsalvret Natura 2000-område. Vattnet från denna källa har tydlig kemisk karaktäristik för att ha varit i berget under lång tid. Vattnet som strömmar ut vid Bälsalvret bedöms ha bildats i södra Hejnum hållar eller ytterligare längre söderut och har därför inte undersökts vidare.

Vid högvattensituationer vintertid kan utströmning av berggrundvatten ske ute i våtmarkerna inom Natura 2000-områdena. Det beror på att grundvattentrycket i berget då stiger över markytan, vilket ger en så kallad artesisk grundvattenutströmning. Inga tydliga artesiska utströmningspunkter har dock kunnat identifieras trots en stor mängd fältstudier samt kartläggning med hjälp av drönare med IR-kamera vintertid (se bilaga 1). Att kontakten mellan berggrundvattnet och jordgrundvattnet är mycket begränsad inom våtmarksområdet demonstreras också av att berggrundvattnet under vintern uppvisar trycknivåer som kan ligga cirka fem meter över markytan. Om kontakten mellan berggrundvattnet och markytan/jordgrundvattnet hade varit god hade berggrundvattnet strömmat ut och bildat källmiljöer med artesiskt vatten. Sådana källmiljöer har inte kunnat detekteras i strömningsriktningen från File hajdar utan endast i strömningsriktningen från Hejnum hållar (se exemplen Prosthulet och Järnvägskällan ovan).

Under sommarmånaderna ligger grundvattennivåerna långt under markytan i alla Natura 2000-områden. Även i Bojsvätars norra delar, som befinner sig endast 12–15 m över havsytan, ligger berggrundvattnet så djupt som fem meter under markytan. I våtmarkerna i den norra delen av Hejnum Kallgate ligger grundvattnet på hela 20 meters djup under sommaren. Någon

utströmning av berggrundvatten kan därmed inte förekomma inom dessa områden utom vid extrem nederbörd.

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 påverkade 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 <5 m för berg i rev och <1 m för jord.

5.7 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, då grundvattennivån i berget kan sjunka med så mycket som 30 meter.

Grundvatten som lagrats i jordlagren under nederbördsrika perioder utströmmar i källmiljöer och sådan utströmning sker även under nederbördsfattiga perioder. I såväl Hejnum Kallgate som i Grodvät finns källmiljöer nedströms strandvallar där grundvattennivåmätningar och jordprover visar att jordlagren har tillräcklig magasineringsförmåga för att upprätthålla ett flöde genom hela sommaren. För Grodväts avrinningsområde beräknas den stora strandavlagringen tillföra cirka dubbelt så stor vattenvolym under perioden april–augusti som nettonederbörden under samma period. Även vid den studerade strandvallen vid Hejnum Kallgates norra gräns (uppströms befintliga kalktuffkällor) är magasineringsvolymen betydande. I Hejnum Kallgate finns dessutom ett vattendrag på uppströmssidan av jordavlagringen vilket på ett effektivt sätt kan bidra till påfyllnaden av jordmagasinet vid t.ex. ett kraftigt nederbördstillfälle.

Grundvattenförhållandena beskrivs mer ingående i bilaga B3 till ansökan.

5.8 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 revkalk på File hajdar, sker en betydande del av ytvattenavrinningen i bergets översta meter. Efter extremnederbördstillfällena 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. Epikarst förekommer dock inte i någon större utsträckning inom Natura 2000-områdenas våtmarker.

För att få ett mått på den hydrauliska konduktiviteten på de jordarter som finns i våtmarkerna i Orghagar och Lillmyr har ringinfiltrometertester genomförts. 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. 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. Enligt utförda hydraultester i ytligt berg visar också det underliggande ytliga berget på låg genomsläpplighet på grund av få vertikala sprickor. Bleke och moränlera kan dessutom täta de få vertikala sprickor som förekommer, vilket minskar den vertikala genomsläppligheten ytterligare.

Vattenhållande förmåga beskrivs mer ingående i bilaga B3 till ansökan.

5.9 Ytvatten

Efter att nederbörd har nått marken strömmar vattnet med gravitationens hjälp mot havet som ytvatten eller grundvatten. Vattnets väg genom området 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.

För Natura 2000-områdena är det i första hand Vikeåns avrinningsområde som har betydelse. I området intill File hajdar-täkten är terrängen genomskuren av många småvägar och hjulspår vilket påverkar områdets hydrologi. Vid mycket vatten flödar och kanaliseras det mesta vattnet via dessa vägar och hjulspår. Större delen av detta avrinningsområde har inget vattendrag, men ett flertal mindre flöden bildar tillsammans Vikeån längre nedströms. I Vikeåns avrinningsområde ligger Natura 2000-områdena File hajdar, Tiselhagen, Kallgatburg, Hejnum hållar, Hejnum Kallgate samt Bojstvatar. Grodvät ligger inom Tingstäde träsk's avrinningsområde och Bälsalvret inom Bälsalvers avrinningsområde som också omfattar de södra delarna av Hejnum hållar och Hejnum Kallgate.

I likhet med andra vattendrag på Gotland uppvisar vattendragen kraftiga vattenföringsvariationer 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 m³/s. SMHI har en mätstation för mätning av vattenföring inom Vikeåns avrinningsområde, benämnd Orgvatar. Mätstationen har varit i drift sedan 1979 och är belägen precis uppströms Hejnum Kallgate Natura 2000-område. Uppmätta flöden i Vikeån vid Orgvatars 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 inom Vikeåns

avrinningsområde sker snabbt då vattenhållande jordlager saknas i stora delar. Där jordlager förekommer finns dessutom en stor andel kanaliserande diken och körvägar som snabbt avleder vatten. Även omvända förhållanden gäller, d.v.s. flödet minskar snabbt vid begränsade nederbörds mängder. De större våtmarkerna kan lagra mycket vatten och tar därför tid att fylla. Våtmarkerna jämnar ut flödet och gör att flödet kan bibehållas en längre tid innan vattendragen torkar ut.

Med hjälp av vattenbalansmodellen har månadsmedelvärden för vattenföringen inom Vikeåns avrinningsområde beräknats vid två punkter: dels där Vikeån rinner in i Bojsvåtar Natura 2000-område, dels där Vikeån rinner ut ur Bojsvåtar Natura 2000-område. Dessa beräkningsresultat får ses som en grov uppskattning av flödet i vattendraget. Under sommarmånaderna är vattendraget oftast torrlagt och det är endast vid tillfällena med kraftig nederbörd som det flödar vatten i ån. Det är dessa nederbördstillfällena som ger det redovisade medelvattenflödet under sommarmånaderna.

Ytvattenförhållandena beskrivs mer ingående i bilaga B6 till ansökan.

Tabell 3. Beräknade vattenflöden i Vikeån vid inflödet till, respektive utflödet från, Bojsvåtar Natura 2000-område vid utgångsläget (31 december 2026) (tabell från bilaga B6 till ansökan).

	Flöde i Vikeån vid inflöde till Bojsvåtar N2000	Flöde i Vikeån vid utflöde ur Bojsvåtar N2000
	Q [l/s]	Q [l/s]
Jan	131	270
Feb	118	243
Mar	112	231
Apr	63	130
Maj	19	39
Jun	11	22
Jul	26	53
Aug	8	17
Sep	21	44
Okt	44	92
Nov	121	249
Dec	142	292
Årsmedel	68	140
Medel vår	65	134
Medel sommar	15	31
Medel höst	62	128
Medel vinter	130	268



Figur 19. Avrinningsområden och ytvattendrag kring Heidelberg Materials verksamhet i Slite. Karta från bilaga B6 till ansökan.

5.10 Vattnets väg från regn till rikkärr

Mycket av beskrivningarna om våtmarkernas historia på Gotland gjordes under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal av flera av den svenska geologins pionjärer: Lennart von Post, Gösta Lundqvist och Gunnar Munthe (Munthe m.fl. 1924, 1928, Lundqvist m.fl. 1940). Även en av biologins pionjärer, Rutger Sernander, studerade Gotlands våtmarker (Sernander 1894, 1941). Våtmarksinventeringen, som gjordes i hela Sverige under 1980–1990-talen, genomfördes på Gotland av länsstyrelsen 1992–1996 och ger information om naturtyper och skyddsvärden (Martinsson 1997). En kompletterande inventering av rikkärr har också genomförts av länsstyrelsen (Martinsson 2008).

Senare arbeten som går in i på djupet på våtmarkernas bildning saknas till stor del, men kunskapen om Östersjöns olika utvecklingsstadium har utvecklats och med till exempel nya metoder för höjdkartering har komplexiteten i dess olika vattenståndshöjningar och -sänkningar kunnat karteras och beskrivas (Yu 2003, Tobiasson 2017). Detta ger en bakgrund till våtmarkernas bildning, blekelagens tillkomst och hur det ytliga grundvattnet rör sig i landskapet.

Vattenomsättningen inom ett landskapsområde kännetecknas av vattnets ständiga flöde, från höjder mot dalar, från små till stora vattendrag (Grip och Rodhe 2016). Det som skiljer Gotland och detta område från vad läroböcker och kunskap från fastlandet lär ut är att de ytformer som landskapet har inte alltid återspeglas i grundvattnets strömningsriktning. Grundvattnets strömning dikteras i stället av kalkstenens lagring och lutning. Kalkstenen i området ligger i lager som lutar mot sydost, kalkstenen är hård och är det som bildar höjdområdena, medan mangelstenen är mjukare. Det finns också revkalksten, det vill säga förstenade korallrev som inte har någon lagerstruktur och är hårdare än mangelstenen. Det är revkalkstenen som bildar raukar. Ytvattnets och det ytliga grundvattnets strömning styrs däremot som vanligt av landskapets topografi. I bedömningen av påverkan och konsekvenser behöver därför dessa system hanteras var för sig.

Efter att nederbörd har nått marken strömmar vattnet med gravitationens hjälp mot havet som ytvatten eller grundvatten. Vattnets väg genom området 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. All yta inom ett avrinningsområde kan grovt delas in i in- och utströmningsområden för grundvatten. I inströmningsområdet strömmar vatten från markytan till grundvattenzonen (grundvattenbildning) och i utströmningsområdet flödar vatten ut ur grundvattenzonen.

Den viktigaste hydrologiska förutsättningen för våtmarkerna är att det finns tillräckligt och varaktigt vatten under den tid vegetationen är biologiskt aktiv. Klimatförändringarna skjuter på dessa gränser men för Gotland är det under april till oktober. Grundvattenutträngning från berg sker i stort sett enbart under högvattensituationer vintertid. Under vegetationsperioden försörjs i stället vegetationen av nederbörd, ytvattenflöden från omgivningen och, när förutsättningarna finns, av grundvatten i jord. Grundvattenutträngning finns i rikkärr i anslutning till strandvallar och i sluttningar, och bildar kalktuffkällor.

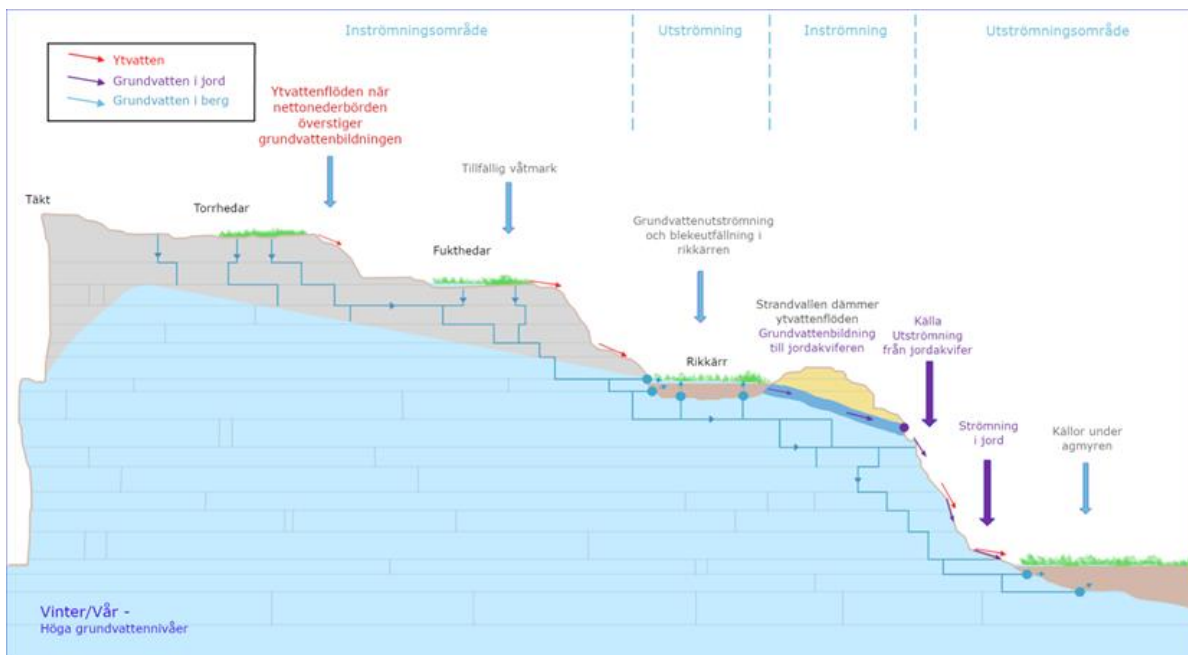
Generellt sluttar området österut även om det lokalt förekommer sluttningar åt andra håll. Höjder i området utgörs av Filehajdar och Hejnum hållar. Även Forsviden åt nord utgörs till stor del av ett höjdområde. Hejnum Kallgate förses med vatten via ytavrinning från såväl Hejnum hållar som Orgbäcken. Även Bojsvåtar förses med vatten härifrån samt till viss del med vatten från Filehajdar. Bälsalvret försörjs med vatten indirekt från Hejnum hållar via Hejnum Kallgates södra delar. Tiselhagen får sitt vatten från Hejnum hållar och Filehajdar medan Grodvät förses med vatten från högre liggande områden öster om Grodvät.

I Hejnum Kallgate och Kallgatburg ligger grundvattennivåerna under vegetationsperioden långt under den biologiskt aktiva rotzonen. I Bojsvåtar är skillnaden mindre och grundvattenytan ligger ungefär 5 m under marknivå under lågvattenperioden i juli. Ekosystemen har anpassat sig till den rådande hydrologiska situationen och därför utgörs huvuddelen av våtmarkerna inom de nämnda Natura 2000-områdena av vegetation som inte är beroende av ett högt grundvattenstånd. Våtmarkerna domineras av rikkärrstyper med knapp- och axagkärr och dessa vegetationstyper är typiska för soligena kärr. Våtmarkerna sluttar svagt mot sydost.

Samtliga våtmarker på File hajdars och Hejnum hållars höjdområden försörjs helt eller i huvudsak av nederbörd/ytvatten. Nederbörden faller direkt på våtmarken, infiltrerar i de tunna jordlagren som ytligt grundvatten eller rinner av på ytan i vattendrag. Vatten samlas i svackor ovanpå täta berglager eller jordlager, och våtmarker återfinns i svackorna eller nedströms dessa. Där vatten blir stående under längre perioder kan torvbildning förekomma.

I området nedströms File hajdar-täkten bildas temporära våtmarker i lokala lågpunkter i inströmningsområdena, kallade fukthedar eller torrhedar. Dessa bildas av att kalkstenen har en låg vertikal genomsläpplighet och i lågpunkter delvis överlagras av vittringsjordar med högt lerinnehåll, varför ytvatten kan hållas kvar under höga flöden. Dessa våtmarker är inte beroende av grundvatten för sin vattenförsörjning. Ytvatten är vid höga flöden ofta synligt på ytan. Lokalt, där jordlagren blir mäktigare, kan vattnet infiltrera och flöda i jordlagren som ytligt grundvatten för att längre nedströms flöda över markytan där jordlagren är tunnare.

De tydligaste exemplen på detta fenomen syns vid de gamla strandvallar som löper genom området söder om File hajdar-täkten. 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. Eftersom de grovkorniga jordarna i strandvallen som regel har ett mycket stort porutrymme kan de lagra mycket vatten. Samtidigt är jordlagren på markytan generellt tätare än jordlagren inne i strandvallarna. Detta medför att utflödet ur strandvallarna bromsas och att uppehållstiden för vattnet i strandvallen därmed förlängs, vilket innebär att utströmningen av vatten vid nedansidan kan fortgå långt efter att infiltrationen på ovasidan upphört.



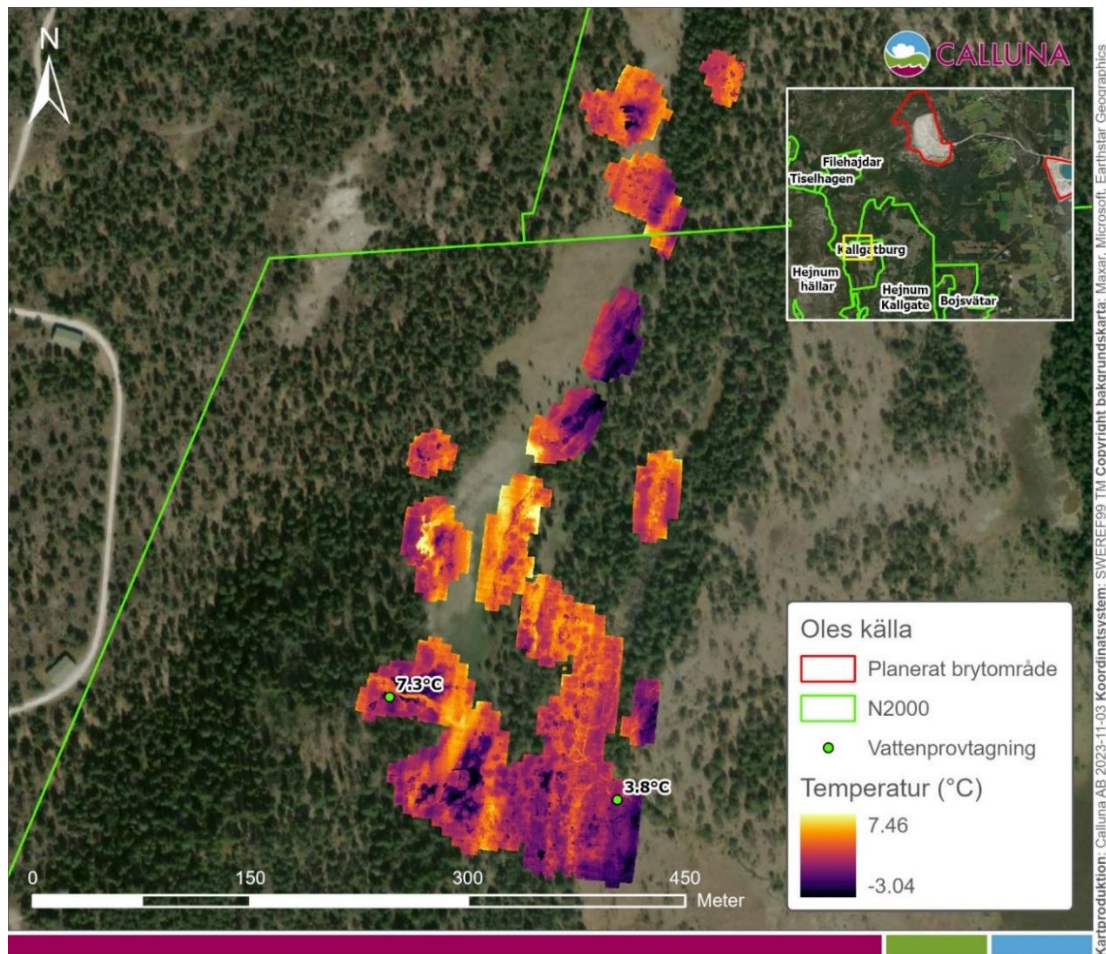
Figur 20. Vattnets väg från regn till rikkärr.

I utströmningsområdena spelar grundvatten en viktig roll i bl.a. rikkärrens och agmyrarnas hydrologi. När grundvattennivåerna är höga fungerar sprickorna i kalkstenen i områdets rikkärr och agmyrar som utströmningspunkter. Den kemiska vittringen i spricksystemen innebär att bleke fälls ut i dessa våtmarker när grundvattnet når ytan. När grundvattennivåerna är låga (sommaren) avstannar blekebildningen.

Större delen av våtmarkerna i Natura 2000-områdena ligger på mägersten. Det innebär att de är täta, vilket är en viktig vattenhållande egenskap för våtmarksvegetationen. I botten på många våtmarker finns dessutom bleke eller andra finkorniga sediment som också är täta.

I bergborrhål ligger temperaturen konstant runt cirka 8 °C. Temperaturerna i grundvattenrören i jord har däremot en tydlig säsongsvariation. Dessa skillnader i vattentemperatur har nyttjats för att ytterligare förstå ursprunget till det vatten som rinner fram på olika håll i källmiljöer och våtmarker. Resultaten visar att i anslutning till våtmarkerna på norra File hajdar, där ett relativt rikligt antal punkter med grundvattenutströmning observerades, utgörs utströmningen av ytligt grundvatten. I File hajdar-områdets södra delar finns det relativt få synliga utströmningspunkter av grundvatten. Den utströmning som återfinns i söder är vid nedansidan av strandvallar. Av de mätningar som gjordes stack punkten nedströms källan Prosthulet ut. Den hade en vattentemperatur på 8 °C vilket visar att detta är ett vatten som strömmar upp från berget vid Hejnum hållars sluttning. Se vidare bilaga B3 till ansökan.

För att följa upp ovan nämnda vattentemperaturundersökning och på ett systematiskt sätt undersöka förekomsten av utströmmande berggrundvatten inom framför allt Natura 2000-områdena, användes vintern 2023 drönare utrustade med IR-kamera (se bilaga 1). Metoden identifierade tydligt två på förhand kända källor benämnda Oles källa på Hejnum hållars östsluttning samt Järnvägskällan i Bälsalvrets Natura 2000-område söder om väg 147. Dessa användes som referenser. Inga ytterligare tydliga punkter med utströmmande vatten identifierades inom de undersökta delarna av Natura 2000-områdena. Den ovan nämnda Prosthulet besöktes dock inte. Trots vissa osäkerheter i mätning och analys kan man konstatera att det med säkerhet inte finns några punkter med betydande utströmning av berggrundvatten inom de flacka Natura 2000-områdena, förutom vid Hejnum hållars östra fot där det finns ett antal källmiljöer där temperaturer och vattenkemi pekar på att en kombination av vatten från berg och jordlager står för vattenförsörjningen.



Figur 21. Radiometrisk värmekarta av källmiljön Oles källa med utströmmande berggrundsvatten i Natura 2000-området Kallgatburg och temperaturmätningen från vattenprovtagning (gröna punkter).

6 Om våtmarkerna

6.1 Inledning

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 geohydrologi och ekologi kallas för ekohydrologi och utforskas i både naturvårds- och exploateringssammanhang, till exempel i miljökonsekvensbedömningar och vid våtmarksrestaurering. Det har internationellt sett gjorts en hel del arbeten inom detta forskningsfält, se bland annat Werner och Collinder (2011) och Thorsbrink m.fl. (2016). Området har även uppmärksammats i Sverige, bland annat inom ramen för SGU:s arbete med grundvattenberoende ekosystem (Werner & Collinder 2011, 2014, 2015, Thorsbrink m.fl. 2016).



Detta kapitel syftar till att beskriva vilka ekohydrologiska faktorer som är av betydelse för naturtyper och arter i aktuella Natura 2000-områdena. Betets omfattning och intensitet är en annan viktig faktor, men behandlas inte närmare i utredningen.

6.2 Sommar- och vintervatten

En typisk gotländsk våtmark är i sitt naturliga tillstånd ett slags mellanting mellan träsk och kärr. 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 Gotlands geologi (Munthe m.fl. 1924) står: "På vintern stodo de nästan helt under vatten, och sammanhängande blankis, avbruten endast av högvuxen ag och vass samt ett och annat högre markparti, sträckte sig från kant till kant ... Vid det lägsta vattenståndet under högsommaren och förhösten voro myrortorna nätt och jämt vattenbetäckta och kunde delvis, men inte alla år, ligga mer eller mindre torra".



Figur 22. Våtmarken "Vintersjön" under vinterns högvatten (28 mars 2023) (fotograf Robert Müller) och sommarens lågvatten (8 september 2023).



Figur 23. Vattenstånd och temperatur uppmätta 28 mars till 5 maj 2023 i våtmarken "Vintersjön" på bilderna ovan. Den övre grafen visar vattenståndet och den undre visar temperatur. Vattennivån började sjunka den 4 april och den 26 april var Vintersjön tömd. Temperaturkurvan visar att då Vintersjön börjar tömmas blir svängningarna i temperatur större då loggern mäter luftens temperatur i stället för vattnets. Se vidare i bilaga B3 till ansökan.

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 m.fl. 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 tuvtåteluktängen 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.

6.3 Vätar

En för Gotland och för detta område utmärkande och speciell våtmarkstyp är vätarna. Utmärkande för vätar är tidvis 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 vätar i anslutning till myrkanten och övergår utan skarpare avgränsning i omgivande fastmark eller myr (Munthe m.fl. 1924).

Hejnum Kallgate och Bojsvätar är särskilt rikt på vätar. Vätar utmärks av fläckar med tunna blekelager omväxlande med större blekemyrar. Under vissa omständigheter kan en starkare kalkavsättning äga rum och väten övergår till en exklusiv kalkmyr. Fläckvis saknas vegetation och blekeytan ligger blottad. Pollenanalys har visat att hela lagerföljden i Bojsvätar är bildad i

mycket sen tid (Munthe m.fl. 1928). Under högvatten täcks våtar av kalkrikt vatten och varefter avdunstning sker fälls 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.



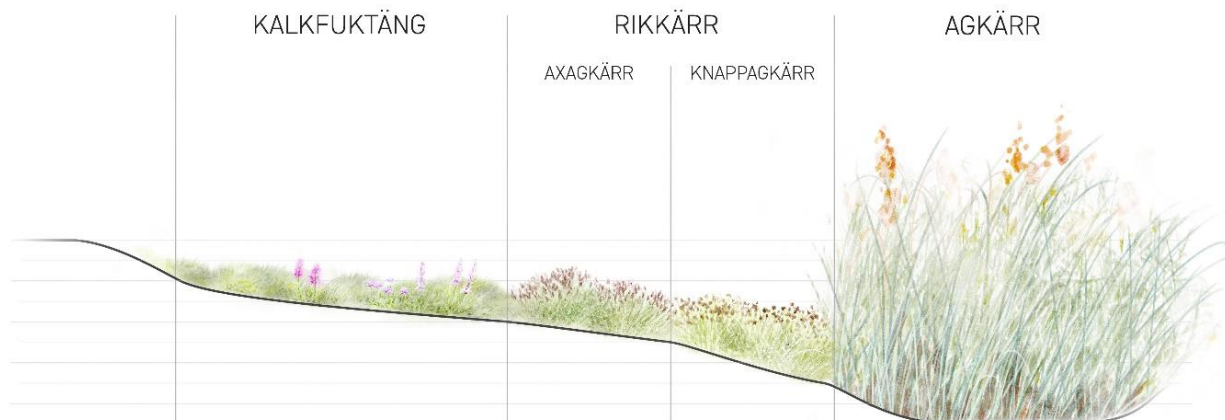
Figur 24. Vät under högvatten med utfälld kalkslam.

6.4 Vegetationszonering

Vattenståndsväxlingar 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. Som framgår ovan har växtarter olika tolerans mot översvämning och torrläggning, vilket innebär att arterna förekommer på den höjdnivå 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 dränkingsvaraktigheten 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, 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 axag och kalkfuktäng (om bete eller kraftig störning förekommer) eller blååtelfuktäng/sumpskog (vid igenväxning). Vid näringsfattiga förhållanden dominerar tallsumpskog med blååtelfuktäng medan lövsumpskog dominerar vid högre näringsnivåer.



Figur 25. Typisk vegetationszonering för gotländska myrar (Illustration Frida Nettelblatt).



Figur 26. Vegetationszoneringen från en av terrasserna med våtmarker i sluttningarna i Natura 2000-området Kallgatburg. I förgrunden kalkfuktäng som övergår i rikkärr med knappag och i lågpunkten agmyr.

6.5 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. Vattenytan i de aktuella Natura 2000-områdena är oftast lokalt betingad av tätt berg som ger en lokal vattenyta i en enskild våtmark. 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. Men det kan vara små skillnader i vattennivå som avgör vilken typ av vegetation som bildas.

De flesta våtmarker i de aktuella Natura 2000-områdena är soligena, det vill säga kärr i sluttningar. Även i de områden som uppfattas som plana i t. ex. Hejnum Kallgate finns det en svag lutning mot sydost. Tillrinningen kommer genom ytvatten från högre liggande områden eller som grundvattenutträngning. Grundvattenutträngning kan vara uppenbar genom förekomsten av källor. För huvuddelen av de våtmarkerna i de aktuella Natura 2000-områdena är dock grundvattenutträngningen av mer diffus karaktär och sker ofta brett över landskapet. Det beror på de många strandvallarna som har förmåga att lokalt lagra tillrinnande vatten, som sedan tränger ut i våtmarkerna nedanför. Tillrinningen gör att flera vegetationstyper kan "klättra" högre upp rent topografiskt än vad en rent grundvattenbaserad vattenregim skulle medge. Tillrinningen kan också ge upphov till helt egna vegetationstyper. Topogena och soligena kärr har ofta olika vegetationstyper vilket hänger samman med att de topogena, genom sitt läge i landskapet, översvämmas mer och under längre perioder än soligena kärr.

En viktig ekologisk skillnad mellan soligena och topogena kärr är syrehalten. 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 vartefter det organiska materialet växer till och torv kan bildas. Soligena kärr har däremot en kontinuerlig tillförsel av syre vilket gör att organiskt material ständigt bryts ner och de mineralrika förhållandena består.

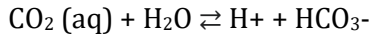
6.6 Källflöden och utfällning av kalk

Källmiljön eller upprinnan⁵ i ett extremrikkärr är en mycket speciell miljö som kan ge upphov till kalktuffkällor. Utpräglade drag för kalktuffkällor är mycket höga kalciumhalter och 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 krutor 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 baskatjoner. Enligt litteraturen varierar kalciumhalterna mellan 100 och 250 mg/l vid tuffbildning (exempelvis Curtis m.fl. 2009, Hájek m.fl. 2004). Normalt är att tuffbildning äger rum vid kalciumhalter på 150 mg/l.

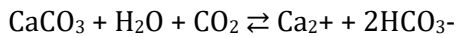
Kalkvittringen samt transporten av kalciumjoner beror ofta på en hög halt av koldioxid i markvattnet. Den kemiska processen bakom kalktuff och bleke är densamma; när kalciumrikt vatten når markytan bortgår koldioxiden som finns i markvattnet och kalciumkarbonat fälls ut (Troedsson och Nykvist 1973). 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.

⁵ 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.

När rötterna andas förbrukar de syrgas (O₂) och ger ifrån sig motsvarande mängd koldioxid (CO₂). 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 (H₂CO₃), enligt följande:



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 anknypning till kalktuffkällor, se figuren nedan samt i bilaga 7.



Figur 27. Källberoende mossarter (klotuffmossa, kamtuffmossa och kalkkällmossa) funna vid inventeringar 2022 och 2023.

6.7 Vattenkemi

Geologin påverkar vattenkemin som i sin tur påverkar de ekosystem där det finns utströmmande grundvatten. Många grundvattenberoende ekosystem är knutna till kalksten (Thorsbrink m.fl. 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 m.fl. 2006). I en estnisk studie stod vattenamplitud, konduktivitet och pH för 52 % av variationen i förekomsten av kärlväxter (Ilomets m.fl. 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 m.fl. 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_2 löst i vattnet utan kol är tillgängligt som HCO_3^- . Det är inte alla växter som kan ta upp HCO_3^- eller lagra det CO_2 som bildas vid rötterna på natten (cellandningen).

6.8 Näringsämnen

De viktigaste näringsämnena för växter är kväve, fosfor och kalium. De två förstnämnda råder det normalt brist på och tillförsel kan därmed ge tillväxt. Rikkärr är, trots sitt namn, näringsfattiga våtmarker. Näringsfattigdomen beror i första hand på att det råder brist på växttillgänglig fosfor vilket hänger samman med att kalkrikedom hämmar växternas upptagning av fosfor och andra näringsämnen. Mekanismen bakom detta är att kalcium komplexbinder fosfater vid pH-värden över 6,5 (Koerselman & Verhoeven 1995).

Att rikkärr är naturligt näringsfattiga har gjort att de flesta växtarter är anpassade till att tåla låga näringshalter (stresstoleranta), men denna tålighet kommer till en kostnad. Om näringsnivåerna stiger är dessa växter inte alls lika duktiga på att tillväxa snabbt och andra växter som är tillväxtstarkare och därmed konkurrensstarkare kan i stället ta över. I rikkärr handlar det ofta om exempelvis bladvass, älggräs och blåttåtel som snabbt kan konkurrera ut exempelvis axag och knappag om halten av näringsämnen ökar. Visserligen motverkar kalkrikedom höjda näringshalter, och då särskilt fosfor, men det har visat sig att höjda kvävehalter i sig kan ge allvarliga konsekvenser och förändrad artsammansättning. Det hänger bland annat ihop med att det i ett kärr finns naturliga variationer på en mikroskala. Exempelvis uppstår det på vissa fläckar ansamlingar av organiskt material i form av döda växtdelar. I dessa mikromiljöer kan de kemiska förhållandena periodvis förändras i närvaron av nedbrytande svampar och bakterier och med hjälp av exempelvis humussyror uppstår en temporär frisättning av näringsämnen. Detta kommer då att gynna konkurrensstarka arter. Ju mer kväve och andra näringsämnen som tillförts ett kärr desto oftare kommer denna typ av situation att uppstå. Dessutom, vid ökad tillväxt produceras större mängder organiskt material vilket ytterligare spår på problematiken och rikkärret kommer med accelererande fart att växa igen och övergå i en annan naturtyp.

All mark på Gotland tillförs genom atmosfäriskt nedfall i medeltal 4,2 kg kväve per hektar och år (Karlsson och Hellsten 2022). Det beräknade årliga kvävenedfallet till barrskog på Gotland var år 2021 5,28 kg/ha som medelvärde (Sverigesmiljomal.se). Det innebär fortfarande ett överskridande av den kritiska belastningsgränsen för barrskog i Sverige som är 5 kg kväve per hektar och år. Överskridande kan leda till påverkan på markvegetationen i skogarnas ekosystem och innebär också en ökad risk för läckage av nitrat till bäck-, sjö- och grundvatten (Sverigesmiljomal.se). Det finns alltså en underliggande fara för att gotländska rikkärr ska växa igen och ytterligare tillförsel av exempelvis kväve riskerar då att bli kritiskt.

I de vattenprover som Heidelberg Materials låtit analysera i ytvatten och ytligt grundvatten vid rikkärr varierar halterna av totalkväve mellan 0,44 och 5,8 mg/l där 0,44 utgör detektionsgräns nedåt. I Storbritannien finns sammanställda uppgifter för axagkärr som varierar mellan 0,85 – 32 mg/l (Wheeler et.al. 2004) vilket generellt är mycket högre än de uppmätta värdena kring File hajdar. I en polsk studie av totalt tio rikkärr fann man kvävevärden på 0,73–2,89 mg/l. Dessa värden överensstämmer mer med de uppmätta värdena på File hajdar. Från Sverige finns det inga sammanställningar för rikkärr utan det går endast att finna enstaka uppgifter från olika undersökningar som genomförts. En sådan undersökning avsåg ett av Östergötlands största rikkärr, Hagebyhögakärret, där nitralthalterna låg på 1,3 mg/l (Allén 2011). Utifrån befintliga data skulle en vattenkvalitet med en totalkvävehalt på upp till ca 6 mg/l kunna vara acceptabel.

7 Bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön

I detta kapitel redovisas om och på vilket sätt den ansökta verksamheten riskerar att påverka naturmiljön i de närliggande Natura 2000-områdena. Syftet är att avgränsa de Natura 2000-områden som riskerar att utsättas för en betydande påverkan och för vilka verksamheten kräver tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken. Först beskrivs den ansökta verksamheten och dess potentiella påverkan på Natura 2000-områdena. Därefter fördjupas beskrivningen av hydrologiskt känsliga naturtyper och arter. I nästa steg görs en bedömning av risken för negativ påverkan på dessa naturtyper och arter. Slutligen görs en samlad bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön i berörda Natura 2000-områden.

7.1 Den ansökta verksamheten

Heidelberg Materials ansöker om tillstånd till fortsatt och utökad täktverksamhet vid Västra brottet och File hajdar-täkten. Ansökan omfattar även fortsatt vattenbortledning från File hajdar-täkten, Västra brottet och Östra brottet. Verksamheten i Västra brottet kommer att avslutas efter cirka åtta år, varefter täkten börjar vattenfyllas. Brytningen i File hajdar-täkten kommer att pågå under 30 år ner till som lägst +5 m ö.h., därefter avslutas länshållningen och även den täkten vattenfylls. Länshållningen av Östra brottet kommer att pågå under obegränsad tid.

När täktverksamheten i Västra brottet och File hajdar-täkten avslutas, kommer vattennivån i täkterna långsamt stiga och det kommer så småningom att bildas täktsjöar med vattennivåer kring +1 – +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 40–50 år att vattenfylla Västra brottet och 20–30 år att vattenfylla File hajdar-täkten.

7.2 Påverkan

7.2.1. Påverkansfaktorer för Natura 2000-områdena

Det ansökta brytområdet i File hajdar-täkten ligger mer än en kilometer från det närmaste Natura 2000-området. Den ansökta verksamheten innebär därför inte någon direkt påverkan på något Natura 2000-område. Verksamheten kan däremot ha en indirekt påverkan på Natura 2000-områdena genom förändringar i yt- och grundvattenförhållanden. Utredningen avgränsas därför till indirekta effekter av verksamhetens hydrologiska påverkan. En utgångspunkt i bedömningarna är att under vinterhalvåret är hela landskapet vattenmättat och tillhör samma vattensystem, men under sommarhalvåret är ytligt vatten och djupt grundvatten två skilda system men med visst utbyte.

Den hydrologiska påverkan kan bestå av minskad avrinning till Natura 2000-områden, vilket i sin tur kan påverka både ytvattentillgång och grundvattenbildning. Vidare kan länshållningen av File hajdar-täkten medföra sänkta grundvattenstånd och mindre grundvattenutträngning inom Natura 2000-områden. När verksamheten avslutats och länshållningen upphör kommer grundvattennivåerna höjas och grundvattenutträngningen öka när täkterna fylls med vatten. Den påverkan som kan ske kan därmed sammanfattas i:

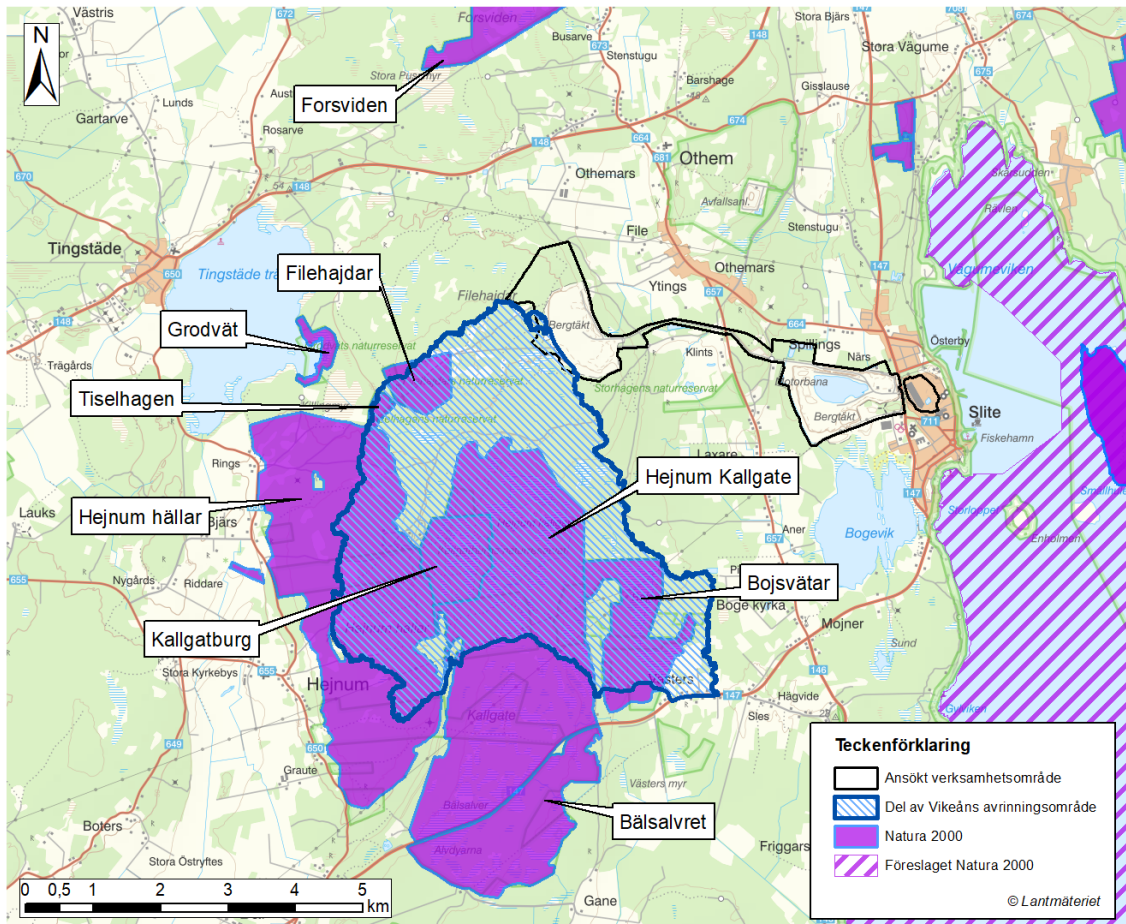
- minskad ytvattenavrinning till följd av minskat avrinningsområde,
- lägre eller högre grundvattennivåer, vilket leder till:
- minskad eller ökad grundvattenutträngning från berg.

Risken för betydande påverkan på naturmiljön i Natura 2000-områdena ökar under tillståndstiden. Denna utredning beskriver påverkan vid följande (delvis ungefärliga) tidpunkter

från det att ansökan tas i anspråk: år 8, då Västra brottet börjar vattenfyllas, år 30, precis innan länshållningen av File hajdar-täkten avslutas, samt 90 år efter avslutad verksamhet, då File hajdar-täkten har vattenfyllets och nya jämviktsförhållanden har inställt sig.

I bilaga B3 till ansökan redovisas modellerade förändringar i grundvattennivåer och -flöden inom olika avrinningsområden. I bilaga B6 till ansökan beskrivs på motsvarande sätt förändringar i ytvatten inom olika avrinningsområden. För en fördjupad beskrivning av förändringar i grund- och ytvattenförhållandena hänvisas till dessa rapporter.

De Natura 2000-områden som riskerar att påverkas av den ansökta verksamheten och efterbehandlingen (vattenfyllnaden) ligger alla inom ett av Vikeåns delavrinningsområden (figur 28). Västra brottets vattenfyllnad påverkar Natura 2000-området Bojsvåtar men det är inräknat i modelleringen.



Figur 28. Det delavrinningsområde där det finns en risk för påverkan på grundvattensituationen i de aktuella Natura 2000-områdena.

7.2.2. Efter 8 år

Ansökt verksamhet medför att totalt ca 11,9 ha av Vikeåns nuvarande avrinningsområde blir utbrutet eller får en avrinning mot File hajdar-täkten. Denna utbrytning sker sannolikt inom de första 8 åren. I relation till avrinningsområdets storlek motsvarar den direkta förlusten -1,2 % vid inflödet till Bojsvåtar Natura 2000-område och -0,6 % vid utflödet ur Natura 2000-området. Övriga Natura 2000-områden påverkas inte. Den beräknade förlusten av ytvatten är cirka 1 500 m³ under april-maj och cirka 750 m³ under september-oktober vid fullt utbruten täkt inom Vikeåns avrinningsområde (bilaga B6 till ansökan). Samtliga naturtyper riskerar att påverkas av

en minskad ytvattenavrinning men den direkta effekten förväntas främst beröra naturtypen mindre vattendrag.

En stor del av den ansökta verksamhetens påverkan på grundvatten i berg kommer uppkomma redan före år 8, i samband med att pall 2 etableras i File hajdar-täkten. När brytningen når +5 m ö.h. bryts ett större vattenförande lager, vilket leder till att grundvattenflödet till större del riktas mot täkten och att grundvattennivåerna under Natura 2000-områdena avsänks. Sänkta grundvattennivåer riskerar påverka Natura 2000-områdena genom att grundvattenutträngningen minskar. Vid år 8 beräknas grundvattenutträngningen ha minskat med 108 000 m³/år, motsvarande -2,2 % av nettonederbörden. Under månaderna mars-maj minskar utträngningen med knappt 22 000 m³ och under september-november med drygt 32 000 m³ i det påverkade avrinningsområdet (se figur 28).

En sänkning av grundvattennivåerna kan tidigarelägga perioden för den naturliga grundvattenavsänkningen i berg på våren och senarelägga grundvattenhöjningen på hösten. Det skulle innebära att varaktigheten av höga vattennivåer blir något kortare under vegetationsperioden vilket i sin tur kan ge en förskjutning av vegetationszoner och en möjlig förlust av rikkärr till förmån för kalkfuktäng och andra torrare naturtyper. I april och september, månader då grundvattennivåerna och därmed grundvattenutträngningen har större betydelse för vegetationen, visar genomförda modelleringar att grundvattennivåerna kommer att avsänkas i hela eller delar av samtliga studerade Natura 2000-områden, utom Forsviden och Bälsalvret. Hejnum hållar påverkas i mycket liten utsträckning.

7.2.3. Efter 30 år

Påverkan på ytvattenavrinningen är densamma som efter 8 år vilket motsvarar en direkt förlust av -1,2 % vid inflödet till Bojsvätar Natura 2000-område och -0,6 % vid utflödet ur Natura 2000-området. Totalt beräknas direkt och indirekt ytvattenpåverkan minska årsmedelflödet med 3,3 % vid inflödet till Natura 2000-området respektive 1,7 % vid utflödet ur Natura 2000-området vid utgången av tillståndstiden, jämfört med utgångsläget och med hänsyn till klimatförändringar.

År 8-30 kommer den ansökta verksamheten att ha en mycket liten ytterligare påverkan på grundvatten i berg under vegetationsperioden. Det beror på att File hajdar-täkten under denna tidsperiod nästan enbart kommer att utvidgas åt norr; inte åt söder, och inte mot Natura 2000-områdena. Den påverkan som ändå uppstår kommer att leda till att grundvattenflödet till större del riktas mot täkten och att grundvattennivåerna under Natura 2000-områdena avsänks. Sänkta grundvattennivåer riskerar att påverka Natura 2000-områdena genom att grundvattenutträngningen minskar. I april och september, månader då grundvattennivåerna och därmed grundvattenutträngningen har större betydelse för vegetationen, visar genomförda modelleringar att grundvattennivåerna kommer att avsänkas i hela eller delar av samtliga studerade Natura 2000-områden, utom Forsviden och Bälsalvret. Hejnum hållar påverkas i mycket liten utsträckning. Vid år 30 beräknas utträngningen till berggrundvattnet minska med 135 000 m³/år inom avrinningsområde 3, motsvarande -2,8 % av nettonederbörden. Under månaderna mars-maj minskar utträngningen med knappt 22 000 m³ och under september-november med drygt 24 000 m³.

7.2.4. Avslutad verksamhet och vattenfyllda täkter

Den direkta förlusten av avrinningsområde är bestående och medför därmed fortsatt att cirka 11,9 ha av Vikeåns nuvarande avrinningsområde blir utbrutet eller får en avrinning mot File hajdar-täkten. Påverkan av detta är därmed desamma som efter både 8 och 30 år, se ovan.

Verksamhetens påverkan på grundvatten kommer att bestå några år efter det att länshållningen av File hajdar-täkten avslutas, men minska i takt med vattenfyllnaden. En brytpunkt nås då

vattenytan i File hajdar-täkten når de större vattenförande lagren runt +10 m och grundvattenutströmningen till täkten bryts. Genomförda modelleringar visar att denna brytpunkt kommer att nås cirka ca tio år efter avslutad länshållning. När täkterna är vattenfyllda kommer grundvattennivåerna att höjas och grundvattenutträngningen öka, vilket beräknas överstiga förlusten av vattenföring genom ett något minskat avrinningsområde.

I april och september, månader då grundvattennivåerna har större betydelse för vegetationen, visar genomförda modelleringar en höjning av grundvattennivån under norra delen av Bojsvätar, norra delen av Hejnum Kallgate samt till viss del Tiselhagen.

Utträngningen till berggrundvattnet ökar med 98 000 m³ när File hajdar-täkten vattenfylts till +26 m ö.h., motsvarande +2,0 % av nettonederbörden. Under månaderna mars-maj ökar utflödet med drygt 15 000 m³ och under september-november ökar utflödet med drygt 14 000 m³.

7.3 Hydrologiskt känsliga naturtyper och arter

I avsnittet ovan finns en beskrivning av risken för förändrade yt- och grundvattenförhållanden inom de aktuella Natura 2000-områdena. För att sådana förändringar ska kunna få någon faktiskt påverkan på bevarandevärdena i Natura 2000-områdena, måste de utpekade arterna och naturtyperna vara känsliga för förändringar i vattenförhållandena. Detta avsnitt avser därför beskriva vilka arter och naturtyper som är känsliga för sådana förändringar.

7.3.1. Grundvattenberoende ekosystem

SGU har inom ramen för vattenförvaltningen tagit fram en rad rapporter för att identifiera vilka Natura 2000-naturtyper som bör prioriteras vid uppföljning av mänsklig påverkan på grundvatten (Werner och Collinder 2011, 2014, 2015). I rapporten från 2015 syntetiseras vilka Natura 2000-naturtyper som bör prioriteras vad gäller grundvattenberoende ekosystem med hänsyn till biogeografisk region. Klassificeringen utgår från naturtypernas naturvärde, känslighet för grundvattnets nivå och/eller utströmning samt känslighet för grundvattnets kemiska egenskaper och/eller temperatur.

Följande naturtyper är enligt SGU varken känsliga för nivå/utströmning eller kemi/temperatur:

- enbuskmarker,
- kalkgräsmarker,
- kalkfuktängar,
- trädklädd betesmark.

Följande naturtyper är enligt SGU känsliga för förändringar i grundvattnets nivå och/eller utströmning:

- kransalgsjöar,
- mindre vattendrag,
- agkärr,
- kalktuffkällor,
- rikkärr,
- lövsumpskog.

Följande naturtyper är enligt SGU känsliga för förändringar i grundvattnets kemiska egenskaper och/eller temperatur:

- kransalgsjöar,
- kalktuffkällor,
- rikkärr,
- lövsumpskog.

7.3.2. Beskrivning av hydrologiskt känsliga naturtyper

SGU:s klassificering av naturtyper känsliga för hydrologiska förändringar används som grund för avgränsningen av vilka naturtyper som i detta fall kan påverkas negativt av förändrade yt- och grundvattenförhållanden. Utredningen lägger dock även till kalkfuktängar och skogsbiotoperna taiga och nordlig ädellövskog, då de i Natura 2000-områdena ofta ingår i komplex med våtmarkerna.

Beskrivningarna baseras i huvudsak på Naturvårdsverkets vägledningar för svenska naturtyper i art- och habitatdirektivets bilaga 1 (Naturvårdsverket 2011h-t, 2012a-d), Svenska naturtyper i det europeiska nätverket Natura 2000 (Löfroth 1997) samt bevarandeplanerna för aktuella Natura 2000-områden (Länsstyrelsen Gotlands län 2016a-b, 2018a-b, 2019a-b).

Beskrivningarna av rikkärr och kalktallskog baseras dessutom på åtgärdsprogram för dessa naturtyper (Sundberg 2006, Nitare 2009) samt en ny handbok för skötsel av rikkärr (Länsstyrelsen Dalarnas län 2022). Om ytterligare litteratur har använts framgår det av respektive avsnitt.

Kransalgsjöar

Kransalgsjöar är i huvudsak kalkrika sjöar med relativt näringsfattigt och klart vatten och en vegetation som domineras av kransalger. Det kan också finnas en dominans av kalkkrävande vattenmossor. Kransalger har normalt kalkutfällningar utanpå och kan bilda mattor på sjöbotten och i vattenstranden. Gemensamt för kransalgerna är att de behöver bra vattenkvalitet men också att de skapar en god växtmiljö för andra arter, t.ex. natar och slingor. Det klara vattnet och den rika undervattensvegetationen kan göra att sjöarna upplevs som klart blå – blågröna i färgen. Bland typiska kransalgsarter dominerar borststräffe och rödsträffe. Havsnajas är en annan typisk art som är vanlig i Tingstäde träsk. I sänkta och reglerade sjöar kan stora svängningar i regleringen påverka förutsättningarna för den karaktäristiska vegetationen, där rödsträffe ingår. För bevarandet av naturtypen ska vattenkvaliteten vara tillräckligt god och den antropogena belastningen av närsalter, miljögifter och grumlande ämnen begränsas. Förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus är att god eller hög ekologisk status enligt vattenförvaltningen uppnås eller bibehålls.

Mindre vattendrag

Naturtypen består av små till medelstora naturliga vattendrag eller delar av vattendrag i flacka landskap samt i skogs- och bergslandskap. Naturliga variationer av vattenståndet och skiftande vattendynamik, med lugna till forsande vattendragssträckor, skapar en variation av strandmiljöer och bottenar med förutsättningar för hög biologisk mångfald. Vattendragen har en vegetation med inslag av flytbladsväxter, undervattensväxter och/eller akvatiska mossor.

Vattendragets variation gällande bottenstrukturer, vegetation och strandstrukturer förutsätter oregrerad vattenföring. Den naturliga vattendynamiken är därmed en förutsättning för att upprätthålla livsmiljön för naturligt förekommande arter. Strandzonen inom översvämningsområdet är en naturlig del av vattenmiljön och har avgörande betydelse för ekologin i limniska naturtyper. Fria vandringsvägar krävs i såväl vattendraget som i anslutande vattensystem. Frånvaro av antropogena vandringshinder är en förutsättning för många av naturtypens arter. Naturliga omgivningar med strandskog/svämskog, våtmarker och mader behövs för att upprätthålla livsmiljöer, vattenkvalitet och en naturlig näringsomsättning.

Figur 29. Mindre vattendrag under högvatten i december i norra delen av Hejnum Kallgate Natura 2000-område.



Under sommaren torkar de mindre vattendragen ut helt naturligt.

På Gotland, med sina torra somrar och sedimentära berggrund där grundvattennivåerna naturligt sjunker betydligt mer än i huvuddelen av Sverige, är det vanligt att vattendragen helt torkar ut sommartid. Detta gäller för samtliga beskrivna Natura 2000-områden.

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 vätar 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.



Figur 30. Kalkfuktäng i norra delen av Hejnum Kallgate.

Agkärr

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 m.fl. 2016).



Figur 31. Litet agkärr i norra Hejnum Kallgate.

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 m.fl. 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.

Heidelberg Materials har låtit genomföra en inventering och dokumentering av kalktuffkällor och källmiljöer i bland annat Hejnum Kallgate (bilaga 2). I inventeringen noterades omfattande källkärr med kalktuffkällor längs med och på nedansidan av en stor strandvall i den nordvästra delen av Hejnum Kallgate (figur 32). I källmiljöerna förekommer mossarter som är speciella för kalktuffkällor och det finns också en svag kalktuffbildning.



Figur 32. Kalktuffkällor i norra Hejnum Kallgate

Rikkärr

Rikkärr är mineralrika med nära neutralt pH i vattnet (pH 6–8). De har ständig tillförsel och höga halter av baskatjoner, främst av kalcium men ibland även av andra baskatjoner såsom järn och magnesium (Martinsson 2008). Grundvattentillförseln är viktig för att hålla en jämn vattentemperatur (Thorsbrink m.fl. 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. Näringsfattigheten 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 kalkfuktängarna 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.



Figur 33. Stort rikkärr av axagtyp i Kallgatburg Natura 2000-område.

Rikkärren är en heterogen naturtyp som varierar beroende på pH, mineralhalt, blöthet, näringsförhållanden, klimat, bildningsätt, storlek, lutning, hävdhistoria och torvdjup. I Naturvårdsverkets vägledning delas rikkärren in i tre undergrupper: öppna hävdade rikkärr (krontäckning 0–30 %), öppna ohävdade rikkärr (krontäckning 0–30 %) samt trädklädda och videbevuxna rikkärr (krontäckning 30–100 %). Denna uppdelning utgår endast från hävd och trädäckning och saknar därmed merparten av tidigare nämnda ekologiska faktorer som är viktiga för vilken typ av rikkärr som kan bildas. 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 faktorerna. Det har för Gotlands del gjorts i den tidigare våtmarksinventeringen (Martinsson 1997) som utgår från klassificeringen enligt Nordiska Ministerrådets "Vegetationstyper i Norden" (Påhlsson (red) 1998). Indelningen är något för detaljerad för syftena i denna rapport och därför har terminologin förenklats till *axagkärr*, *knappagkärr*, *lågstarrkärr* och *blåtåtelkärr*. Utöver dessa finns det alltid övergångar mellan kärrtyperna samt några sällsynta kärrtypen som inte tas upp i detta sammanhang. Undergruppen med de trädklädda och videbevuxna rikkärren behandlas under avsnittet om taiga.

Nedan följer en beskrivning av de olika vegetationstyperna. Då denna uppdelning inte finns med i Naturvårdsverkets vägledning för rikkärr är beskrivningen mer utförlig jämfört med beskrivningen av övriga naturtyper.

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 är också oftast källkärr och utbildas i samband med källor eller mer diffusa upprinnor med kalkhaltigt grundvatten. Vegetationstypen är 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 kärromiljön. 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 och örterna brun ögontröst, kärrlilja och fjälltätört. Brunmossor utmärker vegetationstypen med arter som späd skorpionmossa, korvskorpionmossa, guldspärrmossa, klotuffmossa, gyllenmossa och källkärrmossa.



Figur 34. Axag är en karaktäristisk och ofta dominerande art i axagkärren.

Knappagkärr hör precis som axagkärren till extremrikkärren, men det är halvgräset knappag som dominerar. Även här är pH högt (>7) och kalciumhalterna höga, men till skillnad från axagkärren tycks knappagkärren inte vara lika knutna till källflöden och finns oftare i något blötare och mer översvämmade delar av kärren (Martinsson 1997). Knappag är också en mer atlantisk art (västra Europa) än axag som är vanligare i kontinentaleuropa (Jiménez-Alfaro m.fl. 2013). Typiskt för Gotland är att knappagkärren intar en mellanposition mellan agmyren och axagkärret. 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 översvämmingar. 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 arter påminner knappagkärret om axagkärret och hyser en liknande artsammansättning av brunmossor och kärlväxter.

Lågstarrkärren är egentligen en något brokig grupp där olika starrarter som hirsstarr, slankstarr och ängstarr 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. 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.

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 rikkärsmiljöer. 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).



Figur 35. Många av blåtåtelkärrarna kring Bojsvåtar har uppkommit till följd av degenerering av kärrmiljöer som en följd av utdikning, körskador och igenväxning.

Blåtåtelkärrarna 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 kärlväxter och mossor.

Taiga

Naturtypen ska vara skogsklädd – åtminstone över tid. Successionsmiljöer som brandområden etc. ingår i definitionen av "skogsklädd". Trädskiktet kan variera med inslag av både barr- och lövträd. Taiga har en mycket bred definition och innefattar större delen av de skogstyper som förekommer i den boreala regionen. Naturtypen kan betraktas som en serie av olika skogstyper och i detta fall är det de hydrologiskt beroende sumpskogsmiljöerna som är aktuella. Generellt sett är strukturer som död ved, gamla träd, naturlig succession och branddynamik viktiga för att klassificera och bedöma bevarandestatus för naturtypen. Det är endast för de blöta varianterna av västlig taiga som intakt hydrologi är viktigt.

Huvuddelen av de trädbärande våtmarkerna i Natura 2000-områdena domineras av tall och då ofta med blåtåtel i fältskiktet eller älväxning där det är något torrare. I Bojsvåtar finns bitvis större inslag av gran med tydlig påverkan av rörligt markvatten.

Merparten av de aktuella tallmiljöerna ingår i det som definieras som kalktallskogar. Kärrmiljöerna är naturligt näringsfattiga med högt pH. Höga halter av kalcium samt rörligt

markvatten förekommer i varierande omfattning beroende på exempelvis torvlagrets tjocklek. Särskilt i Hejnum Kallgate förekommer sumpkärren (kalktallskogarna) i en mosaik tillsammans med rikkärr. Det är miljöer med mycket lång kontinuitet. Miljöerna hyser inte sällan en rik flora av kärleväxter och mossor vars artsammansättning kan påminna om rikkärrens beroende på hur tät skogen är och hur långt igenväxningen har gått. I mer skogliga situationer kan karaktäristiska arter som guckusko och skogsnycklar, samt spjutmossa och pösmossa, dyka upp. Både sumpkärren och sumpskogen har betydelse för landsnäcken.

Nordlig ädellövskog

Naturtypen är en övergångsform från boreala till nemorala skogstyper och förekommer på mark som är torr-fuktig och relativt näringsrik. Trädskiktets krontäckningsgrad är normalt 50–100 %, och ädellövträd utgör normalt minst 50 % av grundytan. Skogen ska vara, eller snart kunna bli, naturskog. Det ska finnas gamla träd, död ved och en kontinuitet av de ingående trädslagen. Naturtypen har en lång kontinuitet som lövträdbärande mark och ska ha en ostörd hydrologi. I Hejnum Kallgate finns ett litet område i sydöstra hörnet med nordlig ädellövskog där alm och ask med lång trädkontinuitet dominerar. En naturlig hydrologi är en av förutsättningarna för naturtypen och den är känslig för ändrade vattenförhållanden.

Lövsumpskog

Lövsumpskogar finns på näringsrik mark som är fuktig till blöt. Naturtypen ska vara naturskog eller naturskogsliknande, den påverkas av högt grundvatten och översvämmas normalt varje år. Gran är vanligt men löv utgör minst halva grundytan. Lövsumpskogarna i de aktuella områdena är små.

7.3.3. Beskrivning av hydrologiskt känsliga arter

Beskrivningarna baseras huvudsakligen på Naturvårdsverkets vägledningar för svenska arter i art- och habitatdirektivets bilaga 2 (Naturvårdsverket 2011a-g, u) och bevarandeplanerna för de aktuella Natura 2000-områdena (Länsstyrelsen Gotlands län 2016a-b, 2018a-b, 2019a-b).

Beskrivningarna kompletteras med den kunskap som framkommit till följd av de olika inventeringarna i området, information om artfynd i Artportalen och information från Artfakta (SLU Artdatabanken 2023). Information om bevarandestatus har hämtats från den senaste rödlistan (Eide m.fl. 2020) samt uppföljningen av art- och habitatdirektivet (SLU 2020). I de delar ytterligare litteratur har använts framgår det under respektive avsnitt.

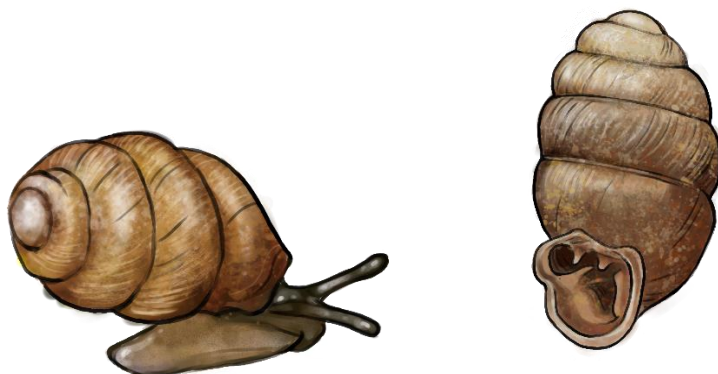
Smalgrynsnäcka

Smalgrynsnäcka (*Vertigo angustior*) är upptagen i Natura 2000-områdena Kallgatburg och Grodvät. Vid Heidelberg Materials inventeringar av landsnäcken (bilaga 7) identifierades inte smalgrynsnäcka i något av de besökta Natura 2000-områdena, men väl i våtmarker uppe på File hajdar. I Artportalen finns ett fynd i Grodvät och i Göteborgs naturhistoriska museums egen databas finns ett fynd i Kallgatburg från 1978. Det finns även äldre fynd från 1930-talet i Kallgatburg och Hejnum Kallgate (Ted von Proschwitz i epost).

I Sveriges senaste rapportering till EU bedömdes arten ha otillfredsställande bevarandestatus med okänd trend. Arten betecknas som livskraftig (LC) både i den nu gällande rödlistan och i den föregående rödlistan.

Smalgrynsnäckan är kalkgynnad och tämligen allmän på Gotland. Snäckan är mycket specifik när det gäller valet av mikrohabitat där det gäller att hitta rätt fuktighet och rätt struktur på förnan, vilket är anledningen till att den inte hittades i Natura 2000-områdena; de undersökta punkterna nådde upp till artens ekologiska krav. Smalgrynsnäckan är mycket liten, skalet mäter upp till 2 millimeter. Den finns i flera olika miljöer; på öppen kalkpåverkad torrmark, i rikkärr och i halvöppna blocksluttningar med ädellövskog. Den är starkt beroende av stabila förhållanden i markens förnaskikt och klarar inte översvämningar. Under torrare perioder söker

den sig en liten bit ner i marken och uppehåller sig i det översta jordlagret. Under torra perioder och i torrare miljöer finner man ofta arten i basen av tuvor.



Figur 36. Smalgrynsnäcka (illustration Frida Nettelblatt).

Det allvarligaste hotet för smalgrynsnäcka är utdikning, dränering och andra ingrepp som ändrar de hydrologiska förhållandena och leder till uttorkning av artens livsmiljöer. Arten kan påverkas negativt även av perifera dikningsföretag, ledningsgrävningar och vägdragningar om de leder till sänkt grundvattennivå eller ändrad hydrologi inom artens lokaler.



Figur 37. Fynd av smalgrynsnäcka vid inventeringar 2021 och 2022.

Väddnätfjäril

Väddnätfjäril (*Euphydryas aurinia*) är utpekad i Natura 2000-områdena Bojsvätar, Bälsalvret, Hejnum Kallgate och Kallgatburg, men den finns i fler områden. Forsviden har näst mest habitat för väddfjäril (44 hektar) efter Hejnum Kallgate, men den är inte en utpekad art i det området.

För väddnätfjäril finns ett särskilt åtgärdsprogram framtaget av Naturvårdsverket där en stor del av artens ekologi, hotbild och utbredning framgår (Eliasson 2008). I Sveriges senaste rapportering till EU bedömdes arten ha dålig bevarandestatus med fortsatt negativ trend för boreal region. Arten betecknas som sårbar enligt den nu gällande rödlistan vilket också var fallet vid den föregående rödlistan. I Heidelberg Materials utredning av väddnätfjäril bedöms dock metapopulationen kring File hajdar ha god bevarandestatus (se bilaga B11 till ansökan). Utredningen ger en mer detaljerad beskrivning av artens ekologi, hotbild och utbredning i närområdet. I denna rapport ges en mer övergripande beskrivning av arten.

Väddnätfjäril utnyttjar ängsvädd för äggläggning och larverna lever i särskilda spånader som larverna spinner. Fjärilarnas flygperiod infaller mellan sista veckan i maj och första veckan i juli. Arten är relativt lokaltrogen och förflyttar sig som regel endast inom ett sammanhängande gynnsamt habitat. Cirka 3–5 % av de vuxna individerna flyttar längre sträckor. Väddnätfjärilen är en fukt- och värmekrävande art och på Gotland är den i huvudsak knuten till tre olika naturtyper; blekevätar, kalkfuktängar och rikkärr där det växer mycket ängsvädd. Arten lever i så kallade metapopulationer⁶ som hänger samman genom ett utbyte av de långflyttande individerna. Extensiv hävd är en förutsättning för att bibehålla flera av artens livsmiljöer, bete och framför allt hårt bete missgynnar ängsvädden som blir uppäten och därmed missgynnas väddnätfjärilen. Förändringar i markens fuktighetsförhållanden, dikning eller annan dränering kan förstöra möjligheterna till reproduktion. Fragmentering av lämpliga livsmiljöer ger isolerade delpopulationer som riskerar att dö ut.



Figur 38. Väddnätfjäril (illustration Frida Nettelbladt).

Det område som innehåller i särklass mest habitat för väddnätfjärilen är Hejnum Kallgate med omgivningarna (137 ha habitat). Kallgateområdet är rikt på kalkfuktängar och rikkärr och i de

⁶ Metapopulation är ett ekologiskt begrepp för system av lokala populationer av samma art som är rumsligt åtskilda. De lokala populationerna kan vara så små att de löper en viss risk att dö ut, men de lokala utdöendena kompenseras av att nya lokala populationer uppstår genom kolonisationer. På så vis kan metapopulationen överleva på lång sikt.

södra delarna också stora arealer kalkfukthed och blekevätar. Området är omväxlande med både helt öppna partier och partier med helt sluten skog med gläntor där väddnätfjärilen trivs. De södra delarna är mycket rika på ängsvädd, framför allt i områden med kalkfukthed och blekevät. Även inom fjärlshägnen, d.v.s. det område där betesdjuren hägnats ute till förmån för fjärlarna, är inslaget av värdväxten mycket högt. Inom de betade ytorna är förekomsten av värdväxten mer sporadisk, samt att plantorna där generellt är mindre samt mer lågväxta.

I Kallgatburg finns kalkfuktängar i anslutning till Littorinavallen. Tätheten av ängsvädd är rätt god men betestrycket mycket hårt, vilket sannolikt är förklaringen till den ringa förekomsten av väddnätfjäril. I slutningen åt väster finns flera terrasser där rikkärrsmiljöer förekommer och där det finns mindre partier med höga tätheter av ängsvädd.

I Bojsvätar är det till största delen för blött och för kraftigt bete för att området ska vara optimalt som habitat. Centralt finns dock ett större område med kalkfuktäng och rikkärr. Bitvis är det relativt igenväxt med en och tall, här förekommer habitat i gläntor. Habitat förekommer också i kraftledningsgatorna åt väster mot Kallgate.

Bälsalvret har flera habitatfläckar av varierande typ och storlek. Här finns en hel del blötare ytor som genom sin tuvighet ger förutsättningar för höga koncentrationer av ängsvädd trots närhet till blöta även under torrare år. Väddnätfjärilen klarade sig därför mycket bra i detta område under torråret 2018 då artens population minskade kraftigt på flera andra håll i utbredningsområdet.

Guckusko

Guckusko (*Cypripedium calceolus*) är en storvuxen orkidé. Arten är upptagen i Natura 2000-området Hejnum Kallgate där ett större bestånd växer på en välkänd och välbesökt lokal. Antalet blommande stänglar eller plantor rapporteras numera nästan årligen till Artportalen.

Den samlade bedömningen är att arten har gynnsam bevarandestatus och att trenden är stabil. Arten betecknas som livskraftig (LC) enligt den gällande rödlistan vilket också var fallet vid den föregående rödlistan.



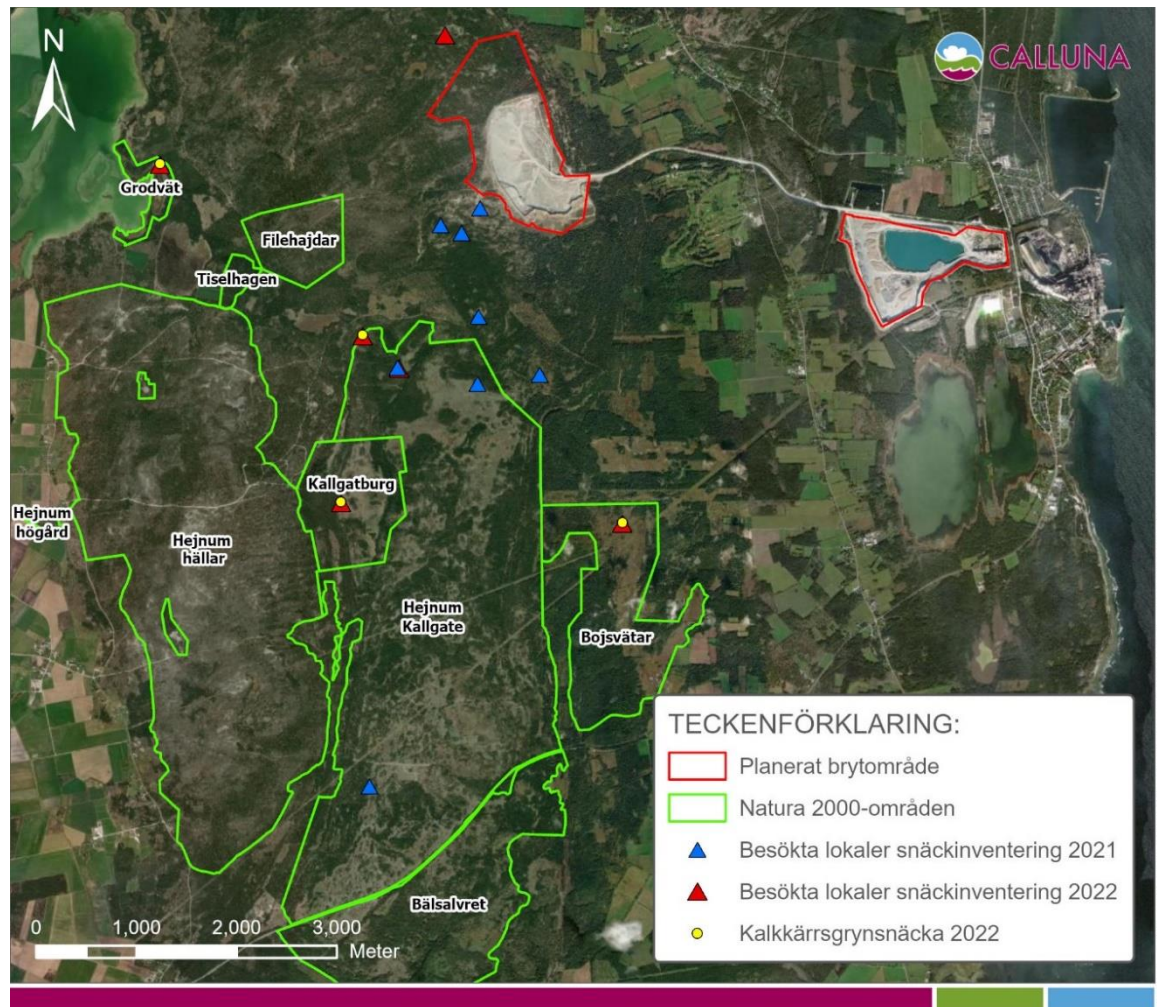
Figur 39. Guckusko (illustration Frida Nettelblatt).

Guckusko förekommer nästan enbart i områden med hög kalkhalt i marken. Arten växer helst halvöppet på mark med god näringstillgång. Guckusko finns i flera olika skogstyper, främst olika typer av kalkrika skogar med översilning eller rörligt marknära vatten.

Guckusko kan finnas länge i fröbank, men för att den unga plantan ska överleva är den helt beroende av att mykorrhizasvamp finns tillgänglig. Först när plantan blir äldre minskar behovet av svampen. Plantan växer till genom kloner och kan bli mycket gammal, över 100 år vid rätt förhållanden. Arten tar också lång tid på sig för att börja blomma, normalt 6–10 år (Kull 1999). Vegetativ förökning genom kloner är den viktigaste formen av förökning, sexuell förökning svarar normalt för endast 0,5% av rekryteringen av nya plantor. Blomman pollineras då av sandbin som fångas in i en snillrik konstruktion i blomman. Trots att arten har bland de största fröna av Europas orkidéer så är den vindspridd och antas kunna sprida sig upp till 1000 meter (Kull 1999). En blomma producerar mellan 6000–17000 frön (Kull 1997) men det tycks inte vara vare sig pollineringen eller fröproduktionen som är begränsande för etableringen av nya individer utan möjligheterna för fröna att gro. Mikrohabitatet för etablering ska vara fuktigt och gles bevuxet med mossor (Kull 2008).

Kalkkärrsgrynsnäcka

Kalkkärrsgrynsnäcka, *Vertigo geyeri*, är en Natura 2000-art. Den har dock inte tidigare observerats i dessa Natura 2000-områden och är följaktligen inte en utpekad art i områdena. Vid Heidelberg Materials punktinventering av landsnäckor (bilaga 7) gjordes fyra fynd av kalkkärrsgrynsnäcka i Natura 2000-områdena Bojsvätar, Grodvät, Hejnum Kallgate och Kallgatburg.



Figur 40. Fynd av kalkkärrsgrynsnäcka vid inventeringar 2021 och 2022.

Arten är en sällsynt och ekologiskt specialiserad grynsnäcka med relativt få fynd på Gotland. Den kräver både en kalkrik miljö och kontinuerligt god hydrologi. De fyra fynden tyder på att dessa våtmarker också i historisk tid haft kontinuerligt goda hydrologiska förhållanden. Vid den senaste uppföljningen av art- och habitatdirektivet bedömdes arten ha för små populationer i boreal region, statusen bedömdes som dålig med negativ trend. Livsmiljöernas status bedöms som otillfredsställande och med negativ trend.

Kalkkärrgrynsnäckan är liten, bara några millimeter stor. Den lever huvudsakligen i rikkärr och på kalkfuktängar. Någon gång påträffas arten även i kärr som inte har utpräglad rikkärrskarakteristik men då företrädesvis i rikare stråk, vid bäckdrag och liknande. Den hittas också i mosselaggar, glesare kärrskogar och strandkärr, då främst i norra och mellersta Sverige. Snäckan är bunden till öppna kärrmiljöer och förekommer inte i slutna kärrskogar. Huvuddelen av de svenska lokalerna ligger i kalkområden.

Det allvarligaste hotet mot artens bevarande är utdikning, dränering och andra åtgärder som ändrar de hydrologiska förhållandena i och i anslutning till artens biotoper och leder till att livsmiljöerna torkar ut. Även perifera ingrepp som ger uttorkning är ett hot. Eutrofiering som leder till igenväxning och ändrade växtsamhällen är också hot, liksom stödutfodring eller upphörd hävd och den igenväxning som blir följd. För höga djurtätheter kan leda till att rikkärrs strukturer förändras, till mekaniskt slitage, och i värsta fall eutrofiering till följd av allt för stor tillförsel av urin och dynga från djuren.

Den artlista som presenteras i tabell 2 i avsnitt 4.3.3 kan kompletteras enligt nedan:

Tabell 5. Beskrivning av kalkkärrgrynsnäcka. Information om artens ekologi, hotbild och hotkategori. Information om bevarandestatus och trend avseende arten i boreal region i Sverige. Informationen kommer från Naturvårdsverkets vägledning (Naturvårdsverket 2011u), Naturvårdsverkets senaste utvärdering av bevarandestatus (SLU 2020), den senaste rödlistan (Eide m.fl. 2020) samt Artfakta.se (SLU Artdatabanken 2023). Arten är inte prioriterad.

Art (EU-kod)	Ekologi och hotbild	Rödlistan	Bevarandestatus och trend
Kalkkärrgrynsnäcka <i>Vertigo geyeri</i> (1013)	Arten lever huvudsakligen i rikkärr och på kalkfuktängar. Den är fuktighetskrävande och bunden till öppna kärrmiljöer. Snäckan hittas ofta i svagt sluttande områden med rörligt grundvatten, gärna där det finns tuvor av axag. Den hotas främst av förändringar i vattenförhållanden som ger uttorkning av livsmiljön.	Nära hotad	Dålig Negativ



Figur 41. Kalkkärrgrynsnäcka (illustration Frida Nettelbladt).

7.4 Bedömning av risk för betydande påverkan på Natura 2000-områden

I detta avsnitt görs en samlad bedömning av risken för betydande påverkan på naturmiljön i Natura 2000-områdena av den sökta verksamheten, utan skyddsåtgärder. Bedömningen utgår från områdenas bevarandevärden och hot.

7.4.1. Bojsvätar

Det finns en risk för betydande påverkan på naturmiljön. Naturtyperna mindre vattendrag, kalkfuktäng, agkärr, rikkärr och taiga samt arterna väddnätfjäril och kalkkärrsgrynsnäcka riskerar att påverkas.

Bojsvätar tar emot allt ytvatten från delavrinningsområdena norr och väster om området, d.v.s. från täktområdet vid File hajdar. Avrinningsområdet kommer att minska med täkten och det finns därmed en risk att minskad ytavrinning påverkar naturmiljön och i första hand naturtypen mindre vattendrag. Den direkta ytvattenpåverkan motsvarar, vid en fullt utbruten täkt, 1,2 % av ytvattenflödet vid inflödet till Natura 2000-området respektive 0,6 % av ytvattenflödet vid utflödet ur Natura 2000-området.

Till följd av det ökade inläckaget av grundvatten till täkten påverkas även grundvattensystemet. Delar av Bojsvätar ligger lågt topografiskt sett och därmed finns en risk att förändrade grundvattennivåer kan påverka särskilt agmyr. Sänkta grundvattennivåer som ger minskad grundvattenutträngning påverkar också naturmiljön och i första hand naturtypen rikkärr till förmån för kalkfuktängar. Påverkansområdet i grundvattensystemet har utan skyddsåtgärder beräknats sträcka sig ner till norra halvan av Bojsvätar med en nivåpåverkan på 0,3 m. Nivåpåverkan i djupt liggande lager i berget saknar dock betydelse för växtligheten på markytan. Uppmätta kraftiga artesiska tryck i djupa borrhål, avsaknaden av observerat utträngande berggrundvatten i karteringar och drönarkartläggningar samt med geofysik lokaliserade lager vilka löper nära parallellt under markytan är alla tydliga indikationer på att yt- och grundvattensystemet inte är sammankopplat inom Bojsvätar Natura 2000-område. Den påverkan som uppkommer om inga skyddsåtgärder vidtas är minskat utflöde av grundvatten inom området liksom inom det uppströms liggande delavrinningsområdet. Modelleringar har beräknat att minskningen i flöde inom delavrinningsområdet under vegetationsperioden uppgår till ca 40 000 m³/år. Påverkan uppkommer under de första 8 åren och är därefter i det närmaste konstant, även om mängden vatten kommer att skilja sig mellan år beroende på hur mycket och när nederbörden faller.

Naturtypen mindre vattendrag börjar söder om File hajdar-täkten och riskerar att påverkas av minskad tillrinning, d.v.s. en direkt ytvattenpåverkan, och även av indirekt ytvattenpåverkan. Indirekt kan våtmarkskomplexen och arterna väddnätfjäril och kalkkärrsgrynsnäcka som är knutna till dessa rikkärrsmiljöer riskera att påverkas. Även rikkärr, agmyr, taiga och kalkfuktängar bedöms kunna påverkas av ändrade ytvattenförhållanden. Våtmarkerna i Bojsvätar har dock tillrinning även från väster vilket minskar känsligheten och risken för påverkan. Detta minskar också risken för påverkan på utpekade arter och typiska arter. Naturtypen lövsumpskog finns i ett litet område beläget cirka 4 km från den ansökta verksamheten och den är höjdmässigt avskild från de stora öppna våtmarkerna. Naturtypen riskerar inte påverkas av den sökta verksamheten.

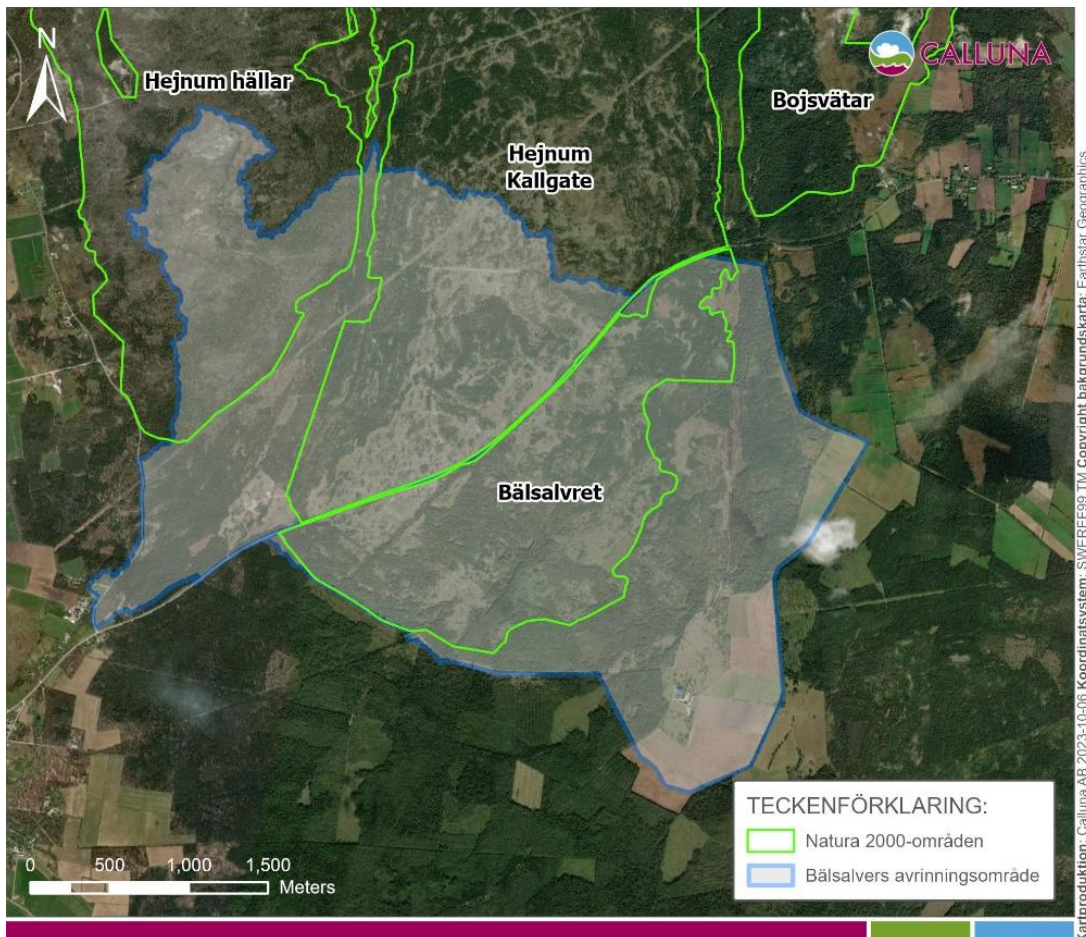
Den direkta ytvattenpåverkan kvarstår efter avslutad täktverksamhet, då ytavrinningen från den framtida täktsjön kommer att ske mot Anerån. Efter avslutad verksamhet och med vattenfyllda täkter kommer dock grundvattenutträngningen att öka vilket också kompenserar för bortfallet av ytvattentillrinning och det finns därmed inte längre någon risk för påverkan på naturtyper och arter. Bojsvätar påverkas även av Västra brottets vattenfyllnad.

7.4.2. Bälsalvret

Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Bälsalvret.

Bälsalvret tillhör ett avrinningsområde som försörjs av ytvatten från Hejnum hållars södra delar. Avrinningsområdet berörs inte av någon direkt ytvattenpåverkan av den ansökta verksamheten vare sig under verksamhetstiden eller då verksamheten avslutats och täkterna vattenfyllets.

Enligt modelleringar i grundvattenmodellen är strömningen östlig vilket betyder att även grundvattnet har sitt ursprung i Hejnum hållars södra delar. Artesiskt grundvatten i den s.k. Järnvägsställan är ett tecken på att berget är tätt mellan inströmningsområde och utströmningsområde. Området ligger med stor marginal utanför påverkansområdet för grundvattenförändringar i samtliga modellscenarier och kommer därmed inte att påverkas.



Figur 42. Bälsalvers avrinningsområde.

7.4.3. Filehajdar

Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Filehajdar.

Filehajdar är det Natura 2000-område som ligger närmast File hajdar-täkten, men det ligger topografiskt högre än täkten. En minskad ytavrinning från täktområdet kan således inte påverka Natura 2000-området.

Verksamheten kan leda till en avsänkning av grundvattennivåerna i Filehajdar. När verksamheten avslutas och täkterna vattenfyllets, kan grundvattennivåerna i Filehajdar i stället höjas. Avsänkning/höjningen kommer dock ske på stort djup och kommer inte få några effekter för växtligheten på markytan. Det förekommer ingen grundvattenutträngning i området. Naturtyperna är inte grundvattenberoende och bevarandevärdena är knutna till torra marker och marker som snabbt torkar upp efter nederbörd.

7.4.4. Forsviden

Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Forsviden.

Forsviden tillhör ett avrinningsområde som inte kommer att beröras av någon direkt ytvattenpåverkan vare sig under verksamhetstiden eller då verksamheten avslutats och täkterna vattenfyllda. Det löper inte heller några ytvattendrag från Filehajdar mot Forsviden som riskerar att påverkas. Forsviden ligger norr om File hajdar, väl skiljt från andra Natura 2000-områden i utredningen. I söder sträcker sig den stora våtmarken Stora Pusssmyr in i området med agmyr omgivet av rikkärr. Initialt identifierades en risk för påverkan på hydrologin i Stora Pusssmyr men våtmarken ligger i sin helhet utanför samtliga modellscenarier för grundvatten.

7.4.5. Grodvät

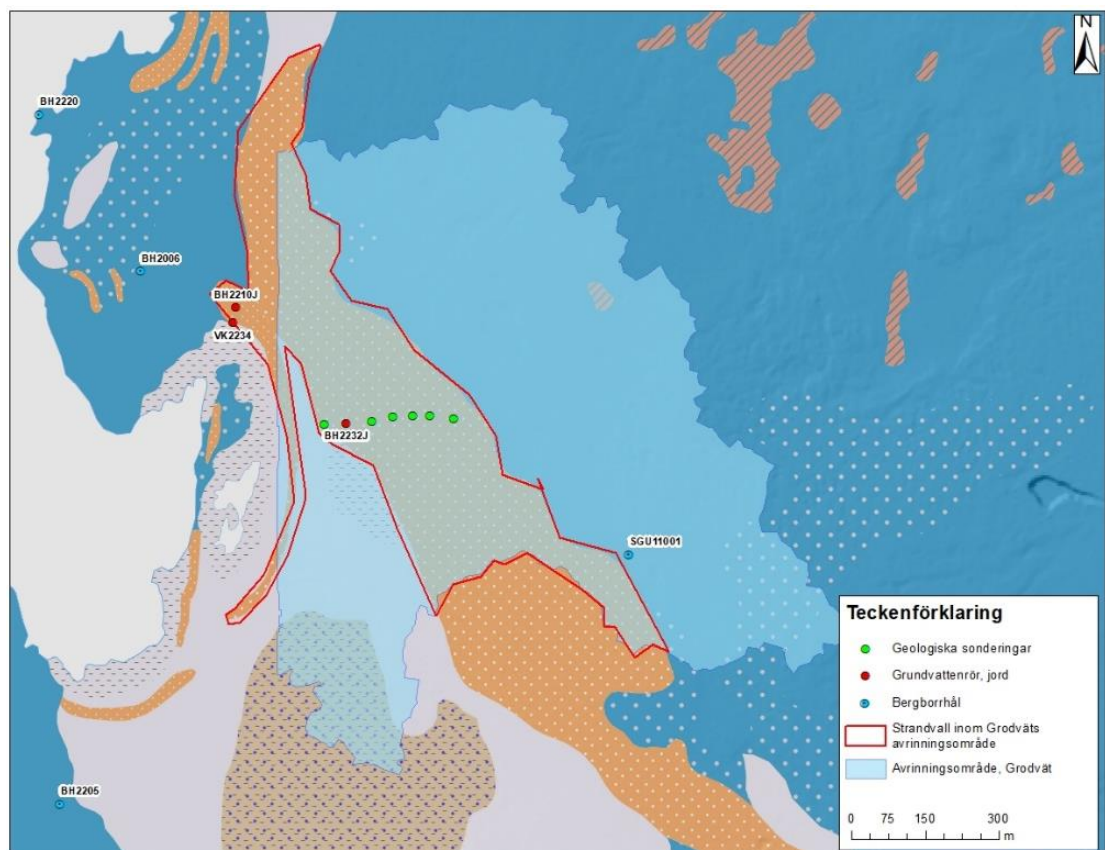
Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Grodvät.

Mellan File hajdar-täkten och Grodvät finns en topografisk vattendelare vilket innebär att ytvattenförhållandena inte påverkas. Området påverkas i huvudsak av Tingstäde träsk's vattennivåer, men också av tillrinnande vatten från landområden mellan File hajdar-täkten och träsket. För naturtypen agmyr är vattennivåerna i Tingstäde träsk helt avgörande vilket innebär att det inte finns någon risk för påverkan av den sökta verksamheten.

Rikkärren i Grodvät försörjs av nederbördsvatten och ytligt grundvatten som lagras lokalt i närområdet. Detta stöds av mätningar av vattennivåer och vattenkemi, undersökningar av strandvallens vattenhållande förmåga och förekomsten av arter såsom brun ögontröst och kalkkärrsgrynsnäcka. Jordartskartan visar att Grodvät ligger på moränlera och berg som båda är täta. Ovanpå detta finns ställvis en bred svallsedimentavlagring av sand och grus som är rikligt vattenförande. Denna avlagring utgörs av både strandvallar och svallsediment som upptar en betydande del av sluttningarna öster om Grodvät. Mätningar av vattennivåer och vattenkemi har visat att Grodvät vanligen har ett kontinuerligt tillflöde av vatten genom hela den torra sommarperioden tack vare de mäktiga svallsedimenten. Det kan ses genom de sluttande blååteldominerade kärr som präglas av rörligt markvatten, likaså genom förekomsten av den endemiska arten brun ögontröst som växer på i axagtuvor i sluttande källmyrar. Även fyndet av kalkkärrsgrynsnäcka tyder på att lokalen har kontinuerligt god hydrologi. Vattennivån i grundvattenrör i Grodvät ligger också på en något högre nivå än vattennivån i Tingstäde träsk, vilket innebär att vattnet strömmar ut ur Grodvät till Tingstäde träsk.

Grundvattenmodellen visar att området i en lågvattensituation ligger inom ett påverkansområde på 0,3 m både i scenariot 8 år och 30 år, men denna påverkan är på mycket stora djup. Någon påverkan på de ytliga grundvattensystemen förväntas därmed inte uppkomma.

Naturtypen kransalg sjöar och arten citronfläckade kärrtrollslända kan påverkas av ändrade vattenförhållanden i Tingstäde träsk men träsket påverkas inte av täktverksamheten.



Figur 43. Jordartskarta över Grodvät Natura 2000-område och dess lokala avrinningsområde. Karta från bilaga B3 till ansökan.

7.4.6. Hejnum hållar

Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Hejnum hållar.

Hejnum hållar är ett höjdområde som är skilt från det höjdområde där File hajdar-täkten finns. Det ingår i ett avrinningsområde utan kontakt med täktområdet. Grundvattenmodellen visar att en liten del av området i en lågvattensituation ligger inom ett påverkansområde på 0,3 m under större delen av verksamhetstiden, men denna påverkan kommer att ske på mycket stora djup och får därmed ingen betydelse för vegetationen på markytan.

De topogena rikkärren samt kalkfuktängarna och agmyrarna får sitt vatten från nederbörd. De soligena rikkärren är beroende av nederbörd och ytavrinning från de högre delarna inom området. Taigan ligger i en sänka i slutningen och får sitt vatten från höjdområdet. Övriga utpekade naturtyper och arter är inte känsliga för ändrade vattenförhållanden.

7.4.7. Hejnum Kallgate

Det finns en risk för betydande påverkan på naturmiljön. Naturtyperna mindre vattendrag, kalkfuktäng, agmyr, kalktuffkällor, rikkärr och lövsumpskog samt arterna väddnätfjäril och kalkkärrsgrynsnäcka riskerar att påverkas.

Hejnum Kallgate försörjs med vatten från Hejnum hållar och File hajdar. Den ansökta verksamheten kommer inte att påverka vattenförsörjningen från Hejnum hållar, däremot grundvattenströmningen från File hajdar.

Till följd av det ökade inläckaget av grundvatten in till täkten avsänks grundvattennivåerna med mer än 0,3 m i de norra cirka 2/5-delarna av området då täkten är fullt utbruten. Nivåpåverkan i djupt liggande lager i berget saknar dock betydelse för vegetationen. Det finns tydliga indikationer på att det djupa grundvattensystemet inte är sammankopplat med det ytliga grundvattnet eller ytvattnet inom Hejnum Kallgate, såsom artesiskt tryck i djupa borrhål vintertid samt avsaknaden av observerat utträngande berggrundvatten.

Den påverkan på grundvatten som uppkommer är minskad utträngning av ytligt grundvatten inom området liksom inom det uppströms liggande delavrinningsområdet. Den del av Hejnum Kallgate som påverkas ligger inom samma delavrinningsområde som rinner vidare mot Bojsvätar. Modelleringar har beräknat att minskningen i flöde inom delavrinningsområdet under vegetationsperioden uppgår till ca 40 000 m³/år. Påverkan uppkommer under de första 8 åren och är därefter i det närmaste konstant, även om mängden vatten kommer att skilja sig mellan år beroende på hur mycket och när nederbörden faller. Förlust av vatten utanför vegetationsperioden saknar betydelse då det finns ett stort vattenöverskott under denna period. Minskad grundvattenutträngning riskerar att påverka områdets rikkärr, agmyr, kalkfuktängar och kalktuffkällor. Naturtypen mindre vattendrag tillhör avrinningsområden som inte berörs av täktverksamheten, men som kan påverkas av grundvattenförändringar.

Den minskade grundvattenutträngningen riskerar även att påverka livsmiljöerna för väddnätfjäril och kalkkärrsgrynsnäcka. Arten guckusko förväntas inte påverkas, eftersom växtplatsen ligger i ett delavrinningsområde som inte påverkas av den sökta verksamheten.

I det nordvästra hörnet av Hejnum Kallgate finns en lövsumpskog, som försörjs med vatten från den anslutande strandvallen och därmed inte riskerar att påverkas av den ansökta verksamheten. Vidare finns i det sydöstra hörnet ett litet område med nordlig ädellövskog. Det stora avståndet från täktområdet, 5 km, och skogens lokalisering i ett system av strandvallar innebär att det inte finns någon risk för betydande påverkan. De särskilda förhållandena med tunna jordar och de stora skillnaderna i vattentillgång mellan sommar och vinter gör att de förändrade vattenförhållandena inte heller riskerar att medföra någon betydande påverkan på taigan. Övriga naturtyper är inte känsliga för ändrade vattenförhållanden.

Efter avslutad verksamhet, med vattenfyllda täkter, kommer grundvattenutträngningen att öka. Det finns då inte längre någon risk för påverkan på naturtyper och arter.

7.4.8. Kallgatburg

Det finns en risk för betydande påverkan på naturmiljön. Naturtyperna mindre vattendrag, kalkfuktäng, kalktuffkällor och rikkärr samt arterna väddnätfjäril, smalgrynsnäcka och kalkkärrsgrynsnäcka riskerar att påverkas.

Natura 2000-området försörjs med nederbörd och ytvatten samt utströmmande grundvatten från både ytliga jordlager och berggrund från Hejnum hållar. Kallgatburg ligger därmed i ett avrinningsområde som inte påverkas av täkten. Den norra delen av Kallgatburg får en modellerad påverkan på grundvattennivå på 0,3 m under större delen av verksamhetstiden, men nivåpåverkan i djupt liggande lager i berget saknar som tidigare nämnts betydelse för vegetationen.

Rikkärr och mindre vattendrag tillhör ett avrinningsområde som inte berörs av täktverksamheten, men som kan påverkas av minskad grundvattenutträngning. Den minskade grundvattenutträngningen risker också att påverka kalkfuktängar, kalktuffkällor samt livsmiljöer för smalgrynsnäcka, kalkkärrsgrynsnäcka och väddnätfjäril. De särskilda förhållandena med tunna jordar och de stora skillnaderna i vattentillgång mellan sommar och vinter gör att de förändrade vattenförhållandena inte riskerar att medföra någon betydande påverkan på taigan. Övriga utpekade naturtyper, samt den utpekade arten nipsippa, är inte känsliga för ändrade vattenförhållanden.

Efter avslutad verksamhet, med vattenfyllda täkter, kommer grundvattenutträngningen att öka. Det finns därmed inte längre någon risk för påverkan på naturtyper och arter.

7.4.9. Tiselhagen

Täktverksamheten riskerar inte att påverka naturmiljön, naturtyperna eller arterna i Tiselhagen.

Områdets bevarandevärden är taiga och grön sköldmossa. Taiga är beroende av rörligt markvatten, som når området via ytvatten och ytligt grundvatten från höjdområdena File hajdar och Hejnum hällar. Grön sköldmossa är i sin tur beroende av naturtypen taiga.

Tiselhagen berörs inte av någon direkt påverkan på ytvattenavrinningen till följd av den vattendelare som File hajdars höjdområde utgör. Grundvattenmodellen anger att området ligger inom ett påverkansområde på 0,3 m under hela verksamhetstiden, men denna påverkan kommer att ske på stora djup och saknar betydelse för vegetationen på markytan. Det stora jorddjupet möjliggör ett grundvattenmagasin i jord, vilket saknas i de andra Natura 2000-områdena.

7.5 Sammanfattande slutsatser

Sammanfattningsvis kan konstateras att den sökta verksamheten endast riskerar att få en betydande påverkan på de Natura 2000-områden som till stor del består av våtmarkskomplex med rikkärr och andra våtmarker, fuktängar och vattendrag. Dessa områden är:

- Bojsvätar
- Hejnum Kallgate
- Kallgatburg.

De naturtyper inom dessa områden som riskerar att skadas är:

- mindre vattendrag
- kalkfuktäng
- agmyr
- kalktuffkällor
- rikkärr
- taiga (enbart i Bojsvätar)
- lövsumpskog (enbart i Hejnum Kallgate).

De arter inom dessa områden som riskerar att störas är:

- väddnätjäril
- smalgrynsnäcka
- kalkkärrsgrynsnäcka.

Natura 2000-områdena Bälsalvret, Filehajdar, Forsviden, Grodvät, Hejnum hällar och Tiselhagen riskerar inte att påverkas på ett betydande sätt.

8 Skyddsåtgärder

8.1 Inledning

I detta avsnitt finns förslag på skyddsåtgärder som syftar till att minimera påverkan från den ansökta verksamheten genom att förstärka ytvattenavrinningen, höja grundvattennivåerna och därmed öka grundvattenutträngningen från berg. Skyddsåtgärderna syftar också till att hålla uppe flöden under en längre tid och därmed förlänga och förbättra vattnets flöde genom landskapet.

8.2 Förstärkning av grundvatten

Det finns en risk för påverkan på Natura 2000-områdena Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg p.g.a. lägre grundvattennivåer och därmed minskad grundvattenutträngning från berget. Lägre grundvattennivåer innebär att övergången från vinterns högvatten till sommarens lågvatten inträffar tidigare på året. På hösten kommer övergången från sommarens lågvatten till vinterns högvatten att inträffa senare, men förändringen är mindre än under våren. Följande skyddsåtgärder kan vidtas i syfte att minimera verksamhetens påverkan på grundvattennivåerna i berggrunden:

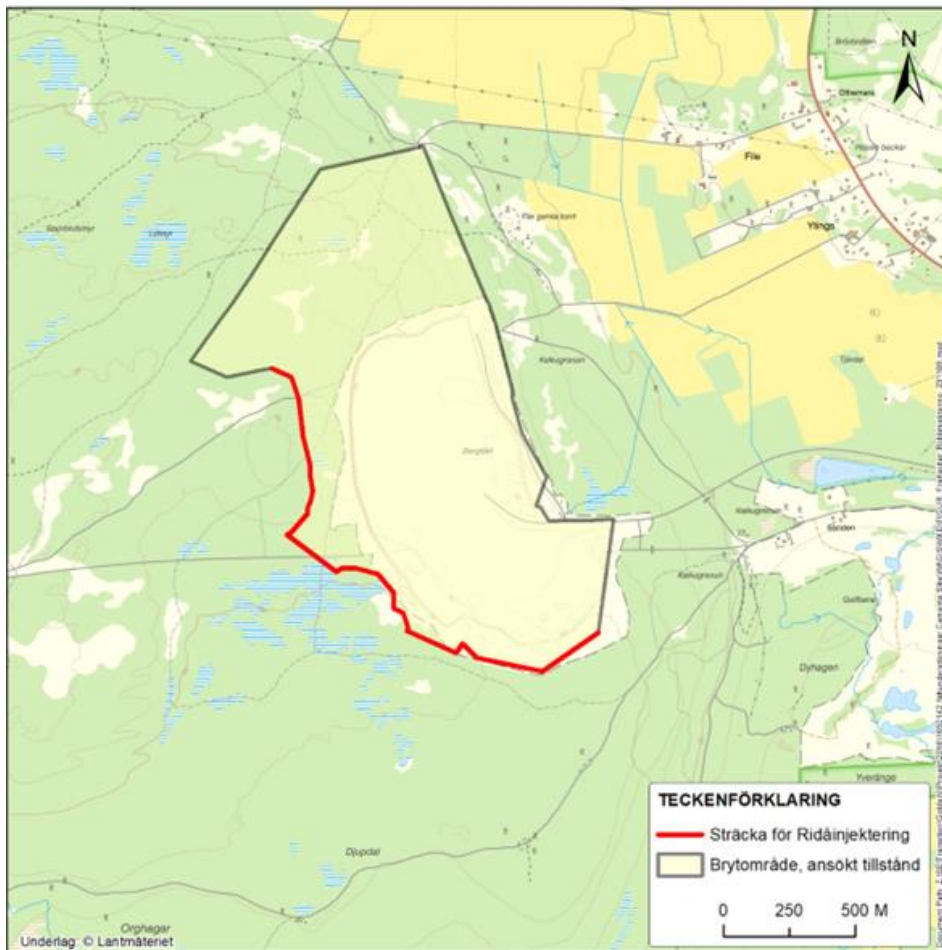
- ridåinjektering av berget runt File hajdar-täktens södra och västra delar
- infiltration av vatten i borrhål i berget sydväst om File hajdar-täkten.

Den bästa effekten uppnås om de två åtgärderna kombineras.

8.2.1. Ridåinjektering

Syftet med ridåinjektering är att minska bergets vattenförande förmåga genom att via ett stort antal borrhål pumpa in cementbruk i bergsprickor. Därmed minskas grundvattenflödet mot den dränerade File hajdar-täkten, vilket är positivt för det omgivande grundvattensystemet. Det innebär att påverkan på grundvattennivåerna i Natura 2000-områdena minskar och att grundvattenflödet håller den naturliga riktningen mot öster. Injekteringen stärker även effekterna av infiltrationen i berg (se nedan) då en mindre andel av det infiltrerade flödet kommer att rinna mot täkten.

Ridåinjektering avses utföras längs File hajdar-täktens södra och västra sida. Se avsnitt 8.5 nedan och bilaga B3 till ansökan för en mer detaljerad beskrivning.



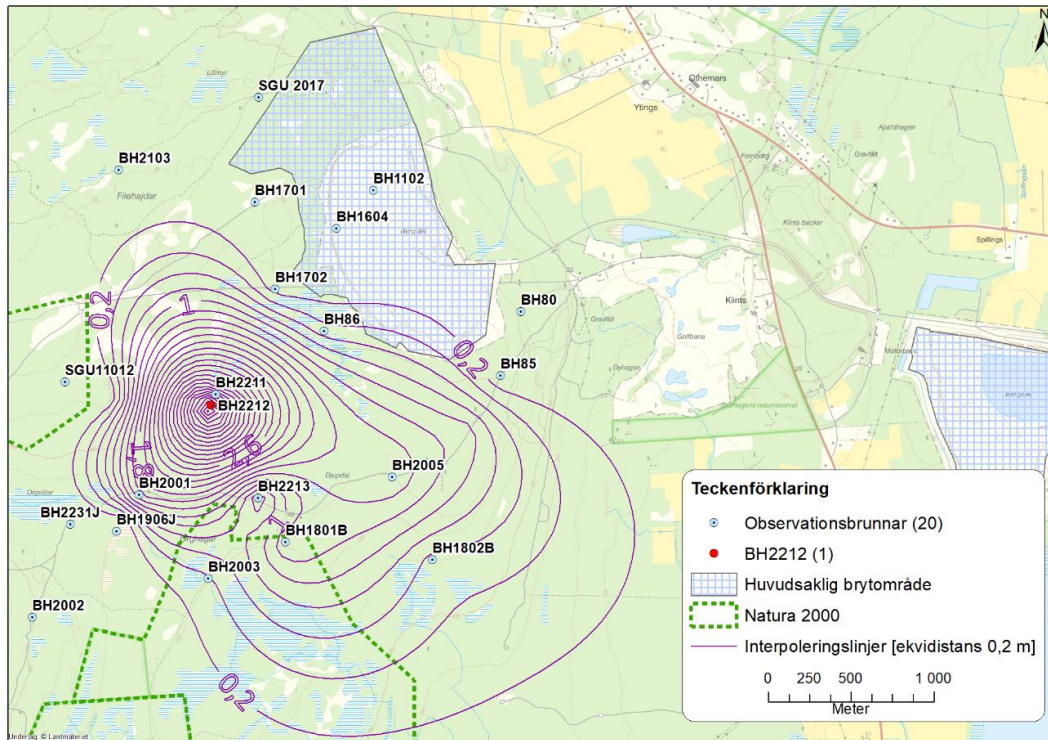
Figur 44. Planerad sträcka för ridåinjektering.

8.2.2. Infiltration i berg

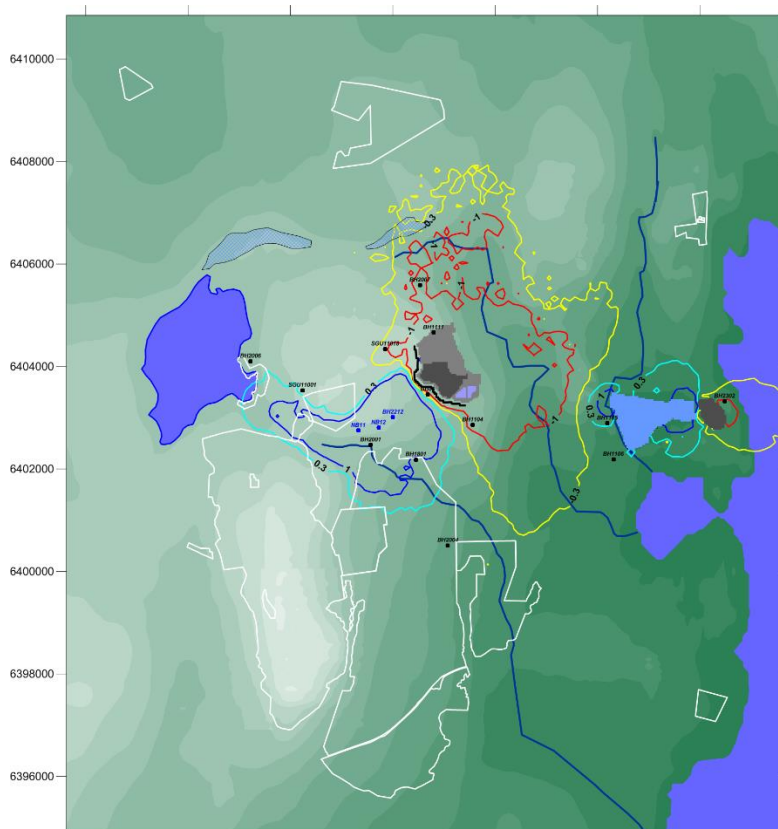
Syftet med infiltrationen i berg är att minska verksamhetens grundvattenpåverkan under vissa delar av året. Infiltrationsförsök åren 2022 och 2023 visar att möjligheten att använda infiltration i berg som skyddsåtgärd är god. En höjning av grundvattentrycknivån går att åstadkomma på stora avstånd (ca 1,5 km) från infiltrationsbrunnen, se figur 42 nedan och bilaga B3 till ansökan.

Infiltrationen kommer att genomföras med länshållningsvatten från File hajdar-täkten. Vattnet leds till infiltrationsbrunnar i berg sydväst om File hajdar-täkten. För bästa effekt bör infiltration ske i minst två grundvattenbrunnar. Ett av borrhålen för infiltration kan lämpligen vara BH2212, som också har använts vid genomförda infiltrationsförsök, se figur nedan. Med en östlig grundvattenströmning ger planerad infiltration effekt i alla berörda Natura 2000-områden.

Infiltrationen kommer att genomföras med större volymer under perioderna april–maj respektive september–oktober och med mindre volymer under juni–augusti. Syftet är att ersätta den beräknade förlusten av ytligt grundvatten under vegetationsperioden inom det delavrinningsområde som berör Natura 2000-områdena och som påverkas av sänkning av grundvattennivån. Infiltrationen beräknas resultera i att den indirekta ytvattenpåverkan i Vikeåns avrinningsområde under vegetationsperioden blir försumbar i de topografiskt lägre belägna områdena i Natura 2000-områdena Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg. Infiltrationsvolymen kommer att utökas i takt med att brytningen i File hajdar-täkten fortskrider, se vidare avsnitt 8.5 nedan.



Figur 45. Infiltrationstest i BH2212. Figur från bilaga B3 till ansökan.



Figur 46. Modellerad situation för år 8 i april med infiltration i tre brunnar. Blå linjer visar höjning av grundvattennivån 0,3 respektive 1 m. Ridåinjekteringslinjen framgår också i svart. Figur från bilaga B3 till ansökan.

Infiltrationen lyfter grundvattennivåerna och påverkar lokalt grundvattnets strömningsmönster, men infiltrationen kan inte förändra grundvattnets strömningsmönster i en större regional skala. Därför kommer vattnet som infiltreras i brunnarna att strömma i linje med det regionala flödesmönstret – från väster mot öster, vilket verifierats i spårämnesförsök i ovan nämnda borrhål BH2212. Det innebär att det infiltrerade vattnet inte strömmar söderut mot Natura 2000-områdena i någon större omfattning. Den av infiltrationen inducerade grundvattenutströmningen i dessa områden är därmed fortsatt, men i högre grad, med vatten som kommer från Hejnum hällars höjdområden. Vinsten av åtgärden är att infiltrationen fungerar som ett mottryck för grundvatten inom Natura 2000-områdena och därmed bidrar till en ökad grundvattenutströmning. Strömningsriktningen från infiltrationsbrunnarna innebär också att kvaliteten på det vatten som används i grundvatteninfiltrationen inte har någon större betydelse för naturtyperna eftersom det inte kommer att vara samma vatten som strömmar ut i Natura 2000-områdena. Simuleringar i grundvattenmodellen indikerar att en viss mängd av det infiltrerade vattnet kommer att strömma ut nära brunnarna då de naturliga grundvattennivåerna är höga, t.ex. under april och september, men inte vid låga grundvattennivåer.

8.3 Förstärkning av ytvatten

Bojsvätar är det enda Natura 2000-område som riskerar att påverkas av minskad ytvattenavrinning. Genom att infiltrera vatten ytligt i Vikeåns avrinningsområde, mellan File hajdar-täkten och Bojsvätar, kan den minskade avrinningen ersättas med tillfört vatten. För att ytterligare förbättra vattenhållningen planeras parallellt med tillförsel av vatten också igensättning av diken, körväg och körskador i området nära File hajdar-täkten.

8.3.1. Tillförsel av ytvatten

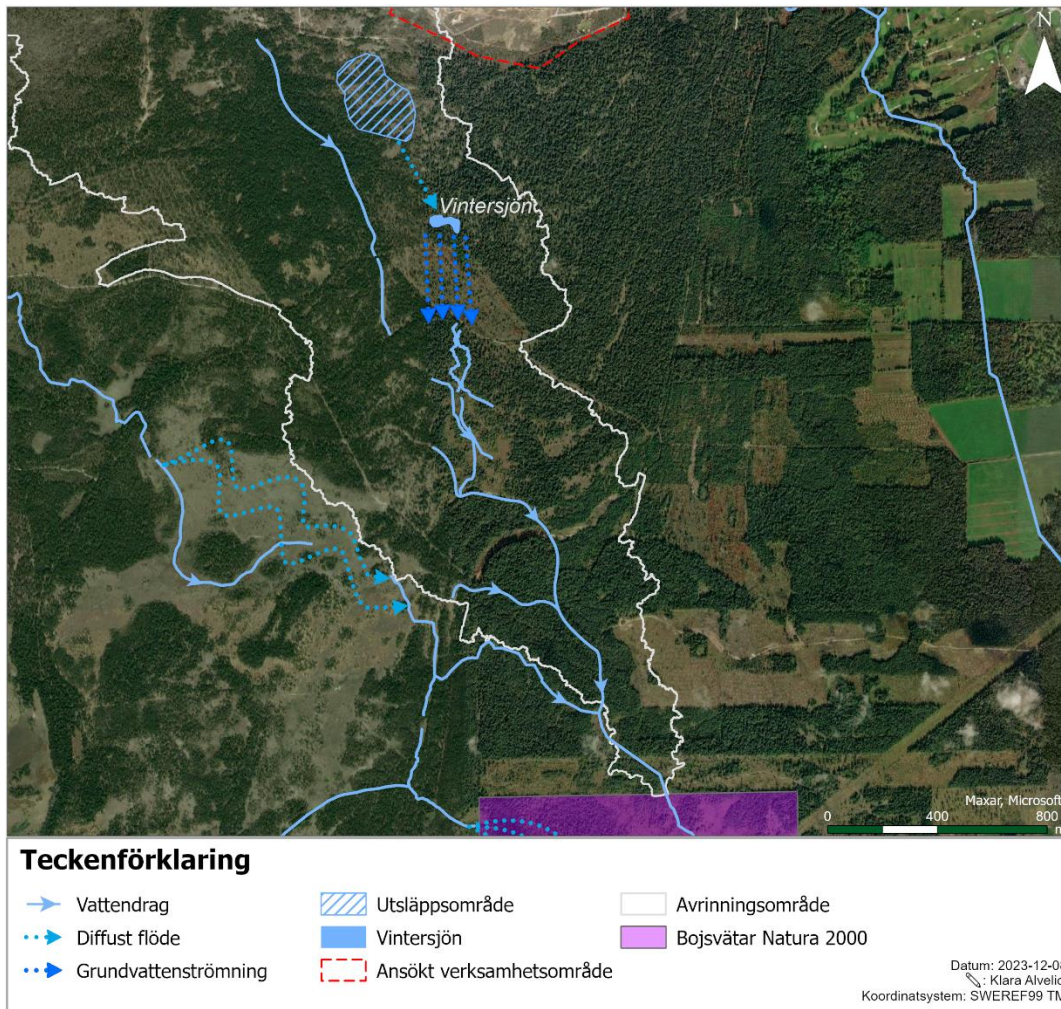
Renat länshållningsvatten från File hajdar-täkten kommer att ledas till området uppströms den s.k. Vintersjön, se figur 47 nedan. Vattnet släpps ut på marken och får diffust flöda mot Vintersjön och därefter vidare mot Bojsvätar Natura 2000-område. Anläggningen kan utformas enkelt med antingen fasta eller tillfälliga ledningar och dras på ett sådant sätt att det inte skadar naturmiljön. Utsläppspunkten för vattnet kommer att ligga inom Heidelberg Materials fastighetsinnehav men den exakta positionen avgörs i ett senare skede. Klart är dock att lokaliseringen kommer att förläggas i det stråk där ytvattenavrinningen sker idag.

Det tillförda vattnet kommer att förstärka Vintersjön som redan idag är ett vattenmagasin om vintern. Vintersjön är en naturlig lågpunkt inom delavrinningsområdet som utifrån högupplöst höjddata beräknas rymma cirka 1 100 m³ vatten. Lågpunkten vattenfylls naturligt under vintern och töms sedan under våren för att sedan vara torr under sommaren, se avsnitt 6.2 för en närmare beskrivning av Vintersjön. Under våren 2023 gick Vintersjön från helt vattenfylld till torr under cirka 22 dagar i april.

På lågpunktens nedströmssida är en strandvall belägen där vattnet naturligt infiltreras. Genom mätning av vattennivån under avsänkningstiden, tillägg av uppmätt nederbörd och uppskattning av avdunstning, har en hydraulisk konduktivitet för infiltration i strandvallen uppskattats. Den hydrauliska konduktiviteten uppskattas till $6,6 \cdot 10^{-6}$ m/s. Storleken på den hydrauliska konduktiviteten antyder att strandvallen, liksom i andra undersökta delavsnitt, har en kappa som är tätare än kärnan, se vidare bilaga B6 till ansökan.

Vattnet som infiltrerar i strandvallen flödar som grundvatten i jord längs en sträcka om cirka 500 m innan det åter strömmar ut som ytvatten i ett källkärr (rikkärr). De jordlager som det tillförda vattnet i lågpunkten passerar igenom är en serie av strandvallar med svallsediment/grus, bland annat Ancylusvallen. Källkärrret där utströmning sker är belägen där svallsedimenten/gruset upphör och jordlagren blir både tunnare och övergår till moränlera vilket tvingar vattnet upp till ytan på grund av den lägre genomsläppligheten. På ett par platser

sker denna utströmning så koncentrerat att källmiljöer har uppstått. Från våtmarken och nedströms sker avrinning som ytvatten då delavrinningsområdet i dessa delar är kraftigt dikat och kanaliserat av körskador och skogsbilvägar. Dikningen och kanaliseringen upphör strax innan ytvattnet når Bojsvåtar Natura 2000-område och flödar från den punkten diffust in i Bojsvåtar. Avståndet från källkärret till Bojsvåtar är cirka en kilometer.



Figur 47. Ytlig infiltration till Vintersjön och vattenflödet vidare ner till Bojsvåtar Natura 2000-område. Från nordväst tillkommer flödet från Orgbäcken. Figur: Bergab.

Tillförsel av ytvatten kommer att genomföras under perioden april–maj respektive september–oktober. Volymen tillfört vatten kommer att utökas i takt med att brytningen fortskrider, se avsnitt 8.5 nedan.

Infiltrationen beräknas resultera i att den direkta ytvattenpåverkan i Vikeåns avrinningsområde blir obefintlig under månaderna april–maj samt september–oktober, vilket är de månader då påverkan på naturtyperna annars kan bli betydande. Under perioden november till mars är bakgrundsflödena i avrinningsområdet höga vilket medför att den direkta ytvattenpåverkan är mycket liten. Under perioden juni till augusti är bakgrundsflödena i avrinningsområdet normalt sett obefintliga vilket i praktiken medför att den direkta ytvattenpåverkan blir försumbar. I praktiken krävs det mycket stora nederbördsmängder under sommaren för att ytvattenflöden ska uppstå och under sådana situationer råder vattenmättnad i våtmarkerna och det skulle därmed vara betydelselöst att tillföra ytterligare vatten under sommaren. Därför har perioden för tillförsel av ytvatten begränsats till vår och höst.

Bortfallet av avrinningsområdet är permanent, men då File hajdar-täkten vattenfylls efter avslutad verksamhet kommer grundvattenutträngningen att öka och därigenom ersätta den minskade ytvattentillrinningen.

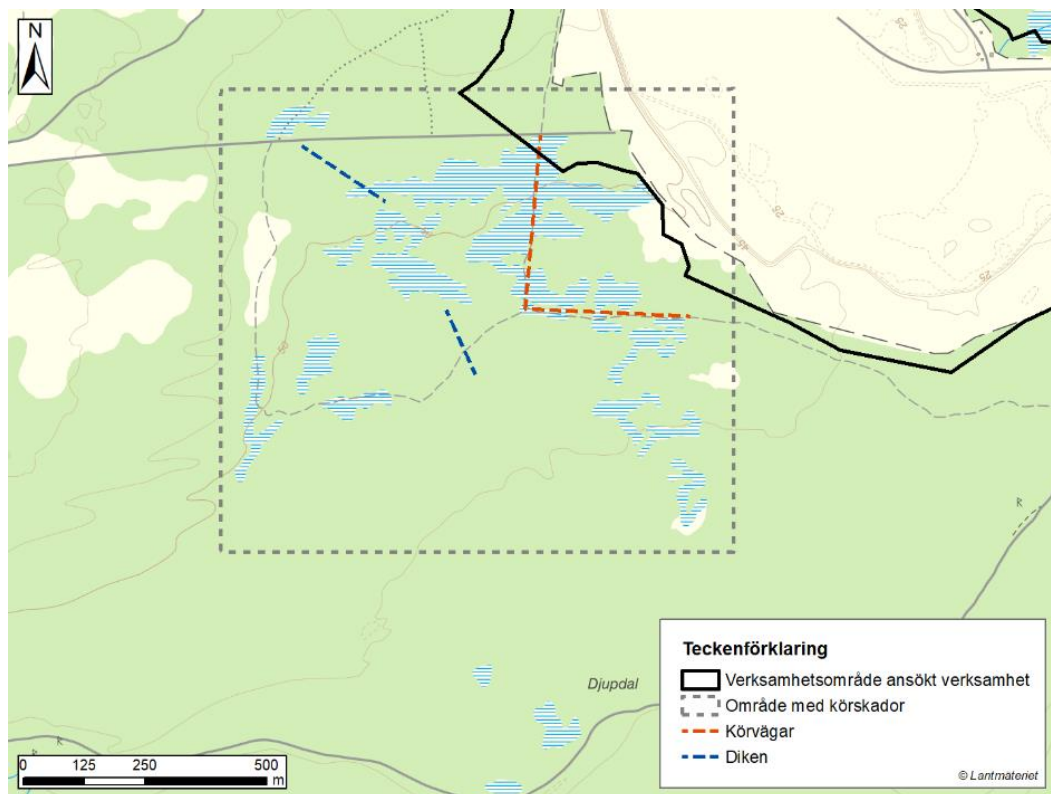
Det tillförda vattnet kommer att ha en annan vattenkvalitet än det vatten som idag når Natura 2000-områdena, då det renade länshållningsvattnet har en annan sammansättning än det naturliga vattnet. Halter av vissa ämnen kommer att vara lägre, t. ex. vissa mineralsalter, medan halter av andra ämnen kommer att vara högre, t. ex. näringsämnen. I första hand är det kvävehalterna i det tillförda vattnet som kommer att vara förhöjda jämfört med naturliga bakgrundshalter i Vikeåns avrinningsområde. Rikkärr är normalt näringsfattiga och kan vara känsliga för höga kvävehalter.

Halterna av nitratkväve och ammoniumkväve i länshållningsvattnet är cirka 6–7 gånger högre än uppmätta medelhalter i yt- och jordgrundvatten inom Vikeåns avrinningsområde. Utförda pilottester för rening av länshållningsvattnet visar att reduktionen av nitratkväve är cirka 45 %. Vid behov kan det renade vattnet köras ytterligare varv i reningsanläggningen för att uppnå högre reningsgrader. Halterna av kväve kommer att reduceras ytterligare från det att vattnet släpps ut till det att vattnet når Bojsvätar, eftersom det infiltrerar i strandvallen och transporteras genom jorden innan det flödar ut i ytvattensystemet. Beräkningar och litteraturstudier ger att reningsgraden i jordlagren kan uppgå till 20–40 % (se bilaga B6 till ansökan). Med ett antagande om 45 % reningsgrad i reningsanläggningen och efterföljande 30 % reningsgrad i jordlagren kommer tillförda halter av nitratkväve och ammoniumkväve ha reducerats till cirka 2–3 gånger uppmätta medelhalter i yt- och jordgrundvatten inom Vikeåns avrinningsområde när vattnet når Bojsvätar. Utöver nämnda reningsgrader kommer det tillförda vattnet att spädas ut kraftigt i grund- och ytvattensystemet eftersom Bojsvätar mottar ytvattenflöden från flera håll. Vid inflödet till Bojsvätar Natura 2000-område beräknas utspädningen vara cirka 100 gånger sett som medelflöde under perioderna april–maj respektive september–oktober.

Då rikkärren i Bojsvätar klarar halter som är högre än dagens, se avsnitt 6.8, och rening och utspädning äger rum, är den sammantagna konsekvensen av halttillskottet av kväveparametrar mycket litet.

8.3.2. Igenläggning av diken, körväg och körskador uppströms Bojsvätar

I våtmarkerna strax sydväst om den nuvarande täkten vid File hajdar finns det två diken som har grävts i syfte att åstadkomma högre skogsproduktion. Utöver diken finns en körväg samt omfattande körskador ute i våtmarkerna. Både dikena, körvägen och körskadorna har en kanalisering och avvattnande effekt, och planeras därför att läggas igen och åtgärdas. Totalt handlar det om en effektiv yta av 25 ha befintliga våtmarker där åtgärder kommer att ske. Detta kommer att leda till att arealen rikkärr ökar något (ca 0,2 ha) men framför allt att den vattenhållande förmågan i Bojsvätar avrinningsområde ökar.



Figur 48. Område för restaurering av diken (blå streckade linjer), körvägar (röd streckad linje) och körskador (inom gråstreckat område).

8.4 Restaurering av strandvall

Vatten är en kritisk resurs i de flesta gotländska rikkärr. Naturbaserade åtgärder som bidrar till att återställa den vattenhållande förmågan i landskapet kommer att ha en betydande nytta för befintliga våtmarker och kommer också att leda till att både kvaliteten och arealen våtmarker ökar i de skyddade områdena. Kvalitetsaspekten är särskilt viktig eftersom gotländska rikkärr lider av stark upptorkning under sommaren och med ökad vattenhållande förmåga motverkas detta.

Syftet med skyddsåtgärden restaurering av strandvallar är att säkerställa att det inom främst Hejnum Kallgate Natura 2000-område inte lokalt ska uppstå ett underskott av vatten till följd av den ansökta verksamheten. Infiltrationen och ridåinjekteringen kommer visserligen att ersätta den volym utträngande grundvatten som förloras genom länshållningen men det är på en större regional nivå. Eftersom infiltrationen utförs punktvis i brunnar kan det uppstå variationer där det lokalt kan tränga ut både mer och mindre grundvatten. Då våtmarkerna i Hejnum Kallgate domineras av soligena typer bedöms inte ökad grundvattenutträngning kunna ge någon skada, men en minskning skulle kunna ge en lokal, om än begränsad, skada. Den föreslagna skyddsåtgärden syftar till att undanröja den risken.

Heidelberg Materials avser restaurera den genomgrävda Ancyclusvallen (strandvallen) i Hejnum Kallgate Natura 2000-område. Syftet med restaureringen är att vatten ska hållas kvar i våtmarken uppströms Ancyclusvallen under en längre period under våren samt att en större volym vatten ska kunna magasineras i och flöda ut från strandvallen. Läget är strategiskt eftersom det är genom Orgbäcken som merparten av vattentillförseln till norra delen av Hejnum Kallgate sker vilket innebär att lokala variationer vad gäller träffsäkerheten av infiltrationen kommer att jämnas ut.

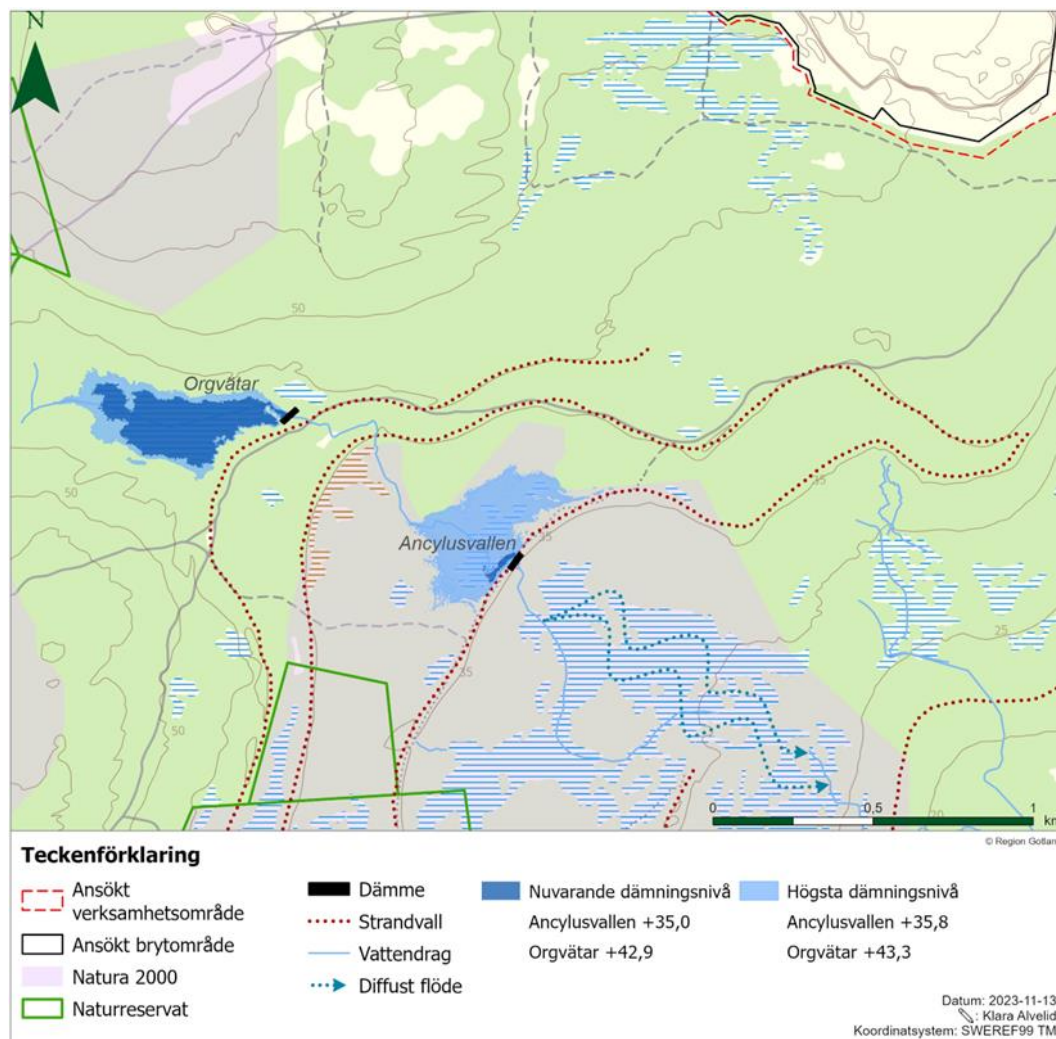
Nedströms Orgvåtar, där Orgbäcken passerar Ancyclusvallen, har det tidigare förekommit ett dämme med ett enklare vattenhjul, kvarn och såg. Dessa installationer är numera huvudsakligen borta men fortfarande synliga i form av att fundamenten efter kvarnen finns kvar. Uppströms det gamla dämnet finns en våtmark som tidigare haft en större utbredning, innan vallen genomgrävdes. Vid genomgrävningen är det möjligt att återigen installera ett dämme och därmed återskapa en vattensamling uppströms Ancyclusvallen. Heidelberg Materials avser att höja tröskeln vid utloppet av våtmarken från +35,0 m till cirka +35,8 m genom anläggande av ett naturanpassat dämme. Den föreslagna dämningen bedöms ge våtmarken en lagringskapacitet på cirka 35 000 m³. Åtgärden innebär också att våtmarkens utbredning ökar från 0,2 ha till cirka 9,4 ha.

Dämnet bör antingen ha en genomsläpplighet som liknar naturliga förhållanden för att åtgärden ska ha avsedd effekt eller ett utskov som anpassas för att gynna rikkärr. Det kan t.ex. ske genom att material liknande det som redan finns på platsen, sten och grus, tillförs till önskad nivå och erosionssäkras. Om utformning med utskov väljs bör det anpassas för att optimera varaktigheten av svämning på ett sätt som gynnar uppkomsten av rikkärr. Den kulturhistoriskt och intressanta och skyddade kvarnmiljön föreslås röjas fram och synliggöras med tanke på att den gamla kulturvägen som går längs Ancyclusvallen används flitigt av turister och besökare. Detta utvecklas i miljökonsekvensbeskrivningen (bilaga B till ansökan).

De hydrologiska effekter som bedöms uppkomma av en höjning av tröskeln vid Ancyclusvallen är att det på hösten sker en uppfyllnad av våtmarken under en något längre tid innan vattnet kan strömma vidare nedströms. På våren avtar de högre flödena något snabbare, men lägre flöden kommer bibehållas under en längre tid. Det vatten som lagras i våtmarken uppströms Ancyclusvallen kommer till största del infiltrera igenom det anlagda dämnet och åter strömma ut i Orgbäcken nedströms dämnet. En viss volym vatten kommer även infiltrera i strandvallen – strömma ut på dess nedströmssida – och därefter avrinna mot Orgbäcken. Skyddsåtgärden bedöms leda till att flöden i Orgbäcken nedströms våtmarkerna kan bibehållas under en längre tid på våren, cirka 1–2 månader.

Genom att vatten finns tillgängligt längre under växtsäsongen minskar risken för nämnda lokal påverkan från täktverksamheten. Det vatten som infiltrerar i strandvallen och sedan strömmar ut längs dess nedströmssida kan komma att skapa och förstärka källmiljöer och därmed bidra till rikkärrsmiljöerna i Hejnum Kallgate Natura 2000-område. Det stärker också effektiviteten i skyddsåtgärden grundvatteninfiltration genom att det återställer en del av landskapets robusthet.

Det finns ytterligare möjliga lokaliseringar av fördämningar, t. ex. vid utloppet av Orgvåtar, se vidare figur 49. Fördelen med en fördämning vid Ancyclusvallen är närheten till det stora bäckenet med omfattande rikkärr nedströms vallen, den stora lagringskapaciteten samt potentialen att öka rikkärrsarealen.



Figur 49. Utbredning av våtmarker vid nuvarande respektive framtida högsta dämningnivåer vid restaurering av Ancylovallen. Möjlig restaurering vid Orgvåtar framgår också. Figur från bilaga B6 till ansökan.

8.5 Genomförande

8.5.1. Inledning

Syftet med de föreslagna skyddsåtgärderna är att minimera påverkan av den ansökta täktverksamheten. Syftet är inte att kompensera för naturliga variationer i t.ex. temperatur, nederbörd och nettonederbörd. Den inverkan som torra år och blöta år har på grundvattensystemet ska inte förändras eller förhindras av skyddsåtgärderna då dessa är viktiga för våtmarksekosystemen. Syftet är inte heller att förhindra eller kompensera för effekter som beror på klimatförändringar.

För att skyddsåtgärderna ska ge bästa möjliga effekt för naturtyperna, är det dock relevant att följa upp eventuella förändringar i Natura 2000-områdena och deras omgivning som inte härrör från den ansökta täktverksamheten. Det kan till exempel vara en förändrad markanvändning i omgivningarna som leder till att det över tid blir blötare i Natura 2000-områdena än vad som nu kan förutses. Denna förändring kan göra det motiverat att justera (minska) den volym vatten som ska infiltreras i berggrunden och tillföras Vikeåns avrinningsområde. Nedan presenteras en konceptuell utformning som kan justeras och förfinas utifrån de exakta förutsättningarna, d.v.s. en adaptiv förvaltning.

8.5.2. Ridåinjektering

Injektering vid File hajdar-täkten behöver vara genomförd innan grundvatteninfiltrationen påbörjas för att inte en alltför stor del av grundvattenflödet ska gå in mot täkten i stället för mot Natura 2000-områdena. Ridåinjekteringen kommer därmed vara färdigställd inom tre år från det att det ansökta tillståndet tas i anspråk.

8.5.3. Infiltration i berg

Innan infiltrationen kan påbörjas behöver Heidelberg Materials uppföra bl.a. en reningsanläggning samt ett eller flera vattenmagasin vid File hajdar-täkten. Det beräknas ta drygt två år. Infiltrationen kommer därför påbörjas cirka tre år efter det att tillståndet tagits i anspråk. Detta kan innebära en kortvarigt något torrare period för främst rikkärr i Natura 2000-områdena Bojsvätar och Hejnum Kallgate. Bedömningen är att det inte kommer att ge någon skada eftersom täktverksamheten har en begränsad påverkan på Natura 2000-områdena under dessa år och rikkärrsmiljöerna tål ett par, tre torrår även inom ramen för naturliga fluktuationer.

Infiltrationsvolymen ska motsvara den beräknade förlusten av ytligt grundvatten under vegetationsperioden inom Natura 2000-områdena Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg. Volymen kommer därför att behöva utökas i takt med att brytningen fortskrider och förlusten av ytligt grundvatten blir större. Den årliga infiltrationsvolymen bör uppgå till:

- 25 000 m³ till och med den tidpunkt då ytan av pall 2 i File hajdar-täkten uppgår till 10 ha.
- 40 000 m³ till och med den tidpunkt då ytan av pall 2 i File hajdar-täkten uppgår till 30 ha.
- 100 000 m³ till och med den tidpunkt då File hajdar-täkten börjar vattenfyllas.

När länshållningen har upphört och File hajdar-täkten börjar fyllas med vatten minskar behovet av att infiltrera vatten för att höja grundvattennivåerna. När vattennivån i täktsjön når +10 m kommer grundvattenförhållandena vara nära naturliga i Natura 2000-områdena. Från och med den tidpunkt då File hajdar-täkten börjar vattenfyllas, bör därför den årliga infiltrationsvolymen minska med 12 000 m³/år för att sedan avslutas efter åtta år.

8.5.4. Tillförsel av ytvatten

Vikeåns avrinningsområde kommer att påverkas relativt tidigt under tillståndstiden varför det är viktigt att åtgärden startar så snart det är tekniskt möjligt. Innan tillförseln av ytvatten kan påbörjas behöver Heidelberg Materials uppföra bl.a. en reningsanläggning samt ett eller flera vattenmagasin vid File hajdar-täkten. Det beräknas ta drygt två år. Tillförseln av ytvatten kommer därför att påbörjas cirka tre år efter det att tillståndet tagits i anspråk. Inom den föreslagna treårsperioden uppstår inga skador då täktverksamheten har en begränsad påverkan på Natura 2000-områdena under dessa år och de berörda naturtyperna rikkärr och mindre vattendrag i Bojsvätar Natura 2000-område dessutom naturligt tål 2–3 något torrare år.

Infiltrationsvolymen ska motsvara den beräknade förlusten av ytvatten i Vikeåns avrinningsområde under perioden april-maj och september-oktober. För att få en viss säkerhetsmarginal avses de tillförda volymerna vara cirka 20 % högre än beräknade flödesförluster. Volymen kommer därför att behöva utökas i takt med att brytningen fortskrider och förlusten av ytvatten blir större. Den årliga infiltrationsvolymen bör uppgå till:

- 1 400 m³ vatten till och med den tidpunkt då 5 hektar mark brutits ut inom Vikeåns avrinningsområde.
- 2 700 m³ vatten till och med åtta år från det brytningen i File hajdar-täkten avslutats.

När länshållningen har upphört och File hajdar-täkten börjar fyllas med vatten minskar behovet av att tillföra vatten till Vikeåns avrinningsområde. När vattennivån i täktsjön stiger över grundvattennivån i Bojsvätar sommartid (+ 10 m) kan tillförseln avbrytas. Det förväntas ske cirka åtta år efter det att File hajdar-täkten börjar vattenfyllas.

8.5.5. Restaurering av strandvall och igenläggning av diken, körväg och körspår

Restaureringsåtgärderna ska vara genomförda senast i samband med att övriga skyddsåtgärder startar för att öka effektiviteten i dessa. Heidelberg Materials kommer därefter följa upp effekterna av restaureringsåtgärderna under fem års tid och vid behov vidta korrigerande åtgärder (t.ex. justera tröskelnivån) för att dämnet ska få optimal effekt.

9 Bedömning av verksamhetens påverkan på Natura 2000-områden

Detta avsnitt syftar till att beskriva om den ansökta verksamheten, ensam eller tillsammans med andra pågående eller planerade verksamheter eller åtgärder, kan skada någon av de livsmiljöer som avses skyddas eller medföra att någon av de arter som avses skyddas utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arten (7 kap. 28 b § miljöbalken). Bedömningen omfattar både påverkan under tillståndstiden och påverkan efter avslutad verksamhet och efterbehandling (vattenfyllda täkter). Bedömningen omfattar effekterna av de föreslagna skyddsåtgärderna.

Avsnittet beskriver också utvecklingen i nollalternativet, d.v.s. att täktverksamheten avslutas när det befintliga tillståndet löper ut varefter samtliga tre täkter vattenfylls.

9.1 Under tillståndstiden

9.1.1. Bojsvätar

I takt med att brytområdet inom Vikeåns avrinningsområde ökar kommer vattenföringen i Vikeån att minska i jämförelse med utgångsläget. Om inte några skyddsåtgärder vidtas, kommer det att leda till en minskad ytvattenavrinning i Bojsvätar. Vidare kommer den norra delen av Bojsvätar att riskera att påverkas av en grundvattensänkning, vilket leder till minskad grundvattenutträngning.

Tillförseln av ytvatten och infiltrationen i berg kommer att ersätta minskningen av direkta och indirekta ytvattenflöden. Med en östlig grundvattenströmning ger grundvatteninfiltrationen effekt även i Bojsvätar. Restaurering av avvattnande strukturer stärker effekterna av åtgärderna.

Med skyddsåtgärderna beräknas täktverksamhetens påverkan på vattenföringen i mindre vattendrag bli försumbar under perioden april–oktober. Därmed blir också påverkan på övriga grundvattenberoende naturtyper samt arterna försumbar. Under perioden november–mars finns det ett stort överskott på vatten i landskapet och påverkan saknar betydelse för naturvärdena.

9.1.2. Hejnum Kallgate

Om inte några skyddsåtgärder vidtas, kommer delar av Hejnum Kallgate drabbas av lägre grundvattennivåer, vilket i sin tur kan leda till minskad grundvattenutträngning.

Infiltrationen i berg kommer att motverka avsänkningen av grundvattennivåer och den minskade grundvattenutträngningen under vegetationsperioden. Norra delen av Hejnum Kallgate får en grundvattenhöjning och därmed också ökad grundvattenutträngning som en följd av grundvatteninfiltrationen så snart denna kommer i gång och tills den avslutas. Eventuella lokala skillnader i grundvattennivåer och därmed i grundvattenutträngningen kommer att jämnas ut genom den föreslagna skyddsåtgärden att restaurera Ancylusvallen med en fördämning. Med skyddsåtgärderna beräknas täktverksamhetens påverkan på grundvattenberoende naturtyper samt arterna bli försumbar. Verksamheten kan i stället bidra till att stärka rikkärr och kalktuffkällor i området.

9.1.3. Kallgatburg

Om inte några skyddsåtgärder vidtas, kommer delar av Kallgatburg drabbas av lägre grundvattennivåer, vilket i sin tur kan leda till minskad grundvattenutträngning.

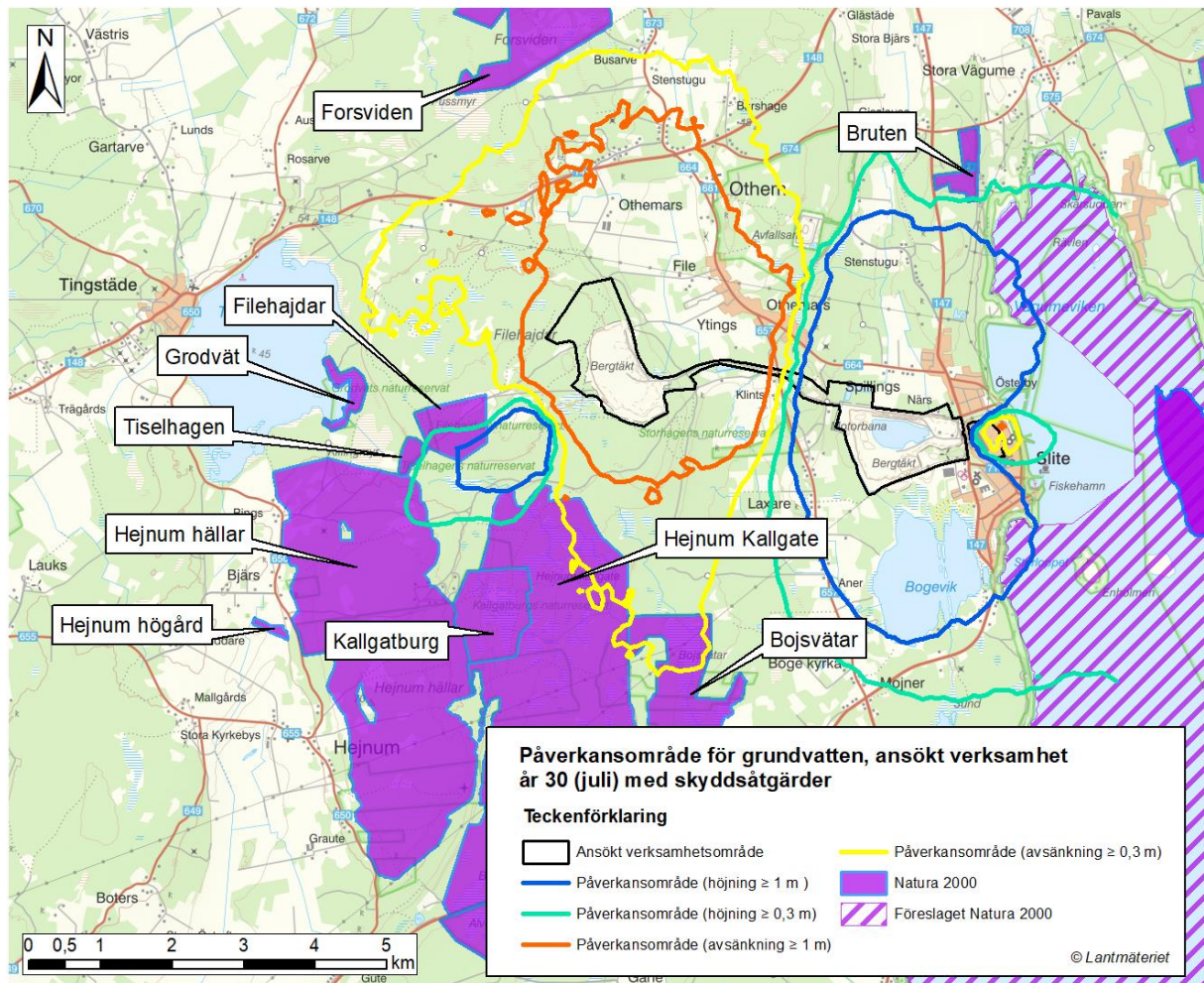
Infiltrationen i berg kommer att motverka avsänkningen av grundvattennivåer och den minskade grundvattenutträngningen under vegetationsperioden. Med skyddsåtgärderna

beräknas täktverksamhetens påverkan på grundvattenberoende naturtyper samt arterna bli försumbar. Verksamheten kan i stället bidra till att stärka rikkärr och kalktuffkällor.

9.1.4. Sammanfattande slutsatser

Om inte några skyddsåtgärder vidtas, kommer täktverksamheten att påverka Natura 2000-områdena genom minskade avrinningsområden, avsänkta grundvattennivåer och minskad grundvattenutträngning. Det riskerar att leda till negativ påverkan på hydrologiskt känsliga arter och naturtyper.

Den föreslagna paletten av skyddsåtgärder; ridåinjektering, infiltration i berg, tillförsel av ytvatten samt restaurering av strandvall, samt diken och andra avvattande strukturer, kommer tillsammans förhindra att täktverksamheten får en hydrologisk påverkan på Natura 2000-områdena under vegetationsperioden. Verksamheten bedöms därigenom leda till obetydliga konsekvenser i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrad bevarandestatus. Skyddsåtgärderna kan bidra till att stärka naturtyperna kalktuffkällor och rikkärr i Hejnum Kallgate och Kallgatburg.



Figur 50. Påverkansområde för grundvatten i juli månad år 30 med vidtagna skyddsåtgärder.

9.2 Efter avslutad verksamhet

9.2.1. Bojsvåtar

Efter avslutad verksamhet och avslutade skyddsåtgärder kommer tillrinningen genom nederbörd till Vikeåns avrinningsområde att ha minskat i jämförelse med utgångsläget på grund av att den direkta förlusten av avrinningsområde är bestående. Den minskade tillrinningen kommer dock att kompenseras av högre grundvattennivåer då vattennivån i File hajdar-täkten stiger. När vattennivån i File hajdar-täkten når över nivån +10 m ö.h. beräknas den ökade grundvattenutträngningen överstiga förlusten av ytvatten genom ett något minskat avrinningsområde och ge en marginell ökning jämfört med utgångsläget. Det kommer trots detta vara vanligt att bäcken i Bojsvåtar torkar ut under sommaren. Den ansökta verksamheten medför på sikt små positiva konsekvenser för naturtypen mindre vattendrag i Bojsvåtar jämfört med utgångsläget.

När File hajdar-täkten är helt vattenfylld (+26 m ö.h.) beräknas den årliga grundvattenutträngningen ha ökat med knappt 98 000 m³, motsvarande +2 % av nettonederbörden, jämfört med utgångsläget i det påverkade avrinningsområdet. Den ökade grundvattenutträngningen bedöms förstärka våtmarkerna och särskilt arealen rikkärr i området.

I april och september, månader då grundvattennivåerna har större betydelse för vegetationen, visar genomförda modelleringar en höjning av grundvattennivån under norra delen av Bojsvåtar. Det kan inte uteslutas att det blir längre perioder med grundvattenstånd som ligger ytnära under vegetationsperioden. Det kan i sin tur innebära en viss risk för att de blötaste partierna av rikkärren i den norra delen av Bojsvåtar övergår i agmyr. Några arealförändringar är dock inte att vänta eftersom det parallellt bedöms ske en samtidig ökning av rikkärrens areal till följd av ökad grundvattenutträngning. Det som talar emot en utveckling där de blötaste partierna av rikkärren i den norra delen av Bojsvåtar övergår i agmyr, mer än ytterst lokalt i lokala lågpunkter, är att övre delen av Bojsvåtar är ett soligent kärr där vatten löpande avrinner. Flera av de lokala lågpunkterna har redan idag agmyrinslag vilket gör att det i praktiken förväntas ske mycket små förändringar.

9.2.2. Hejnum Kallgate

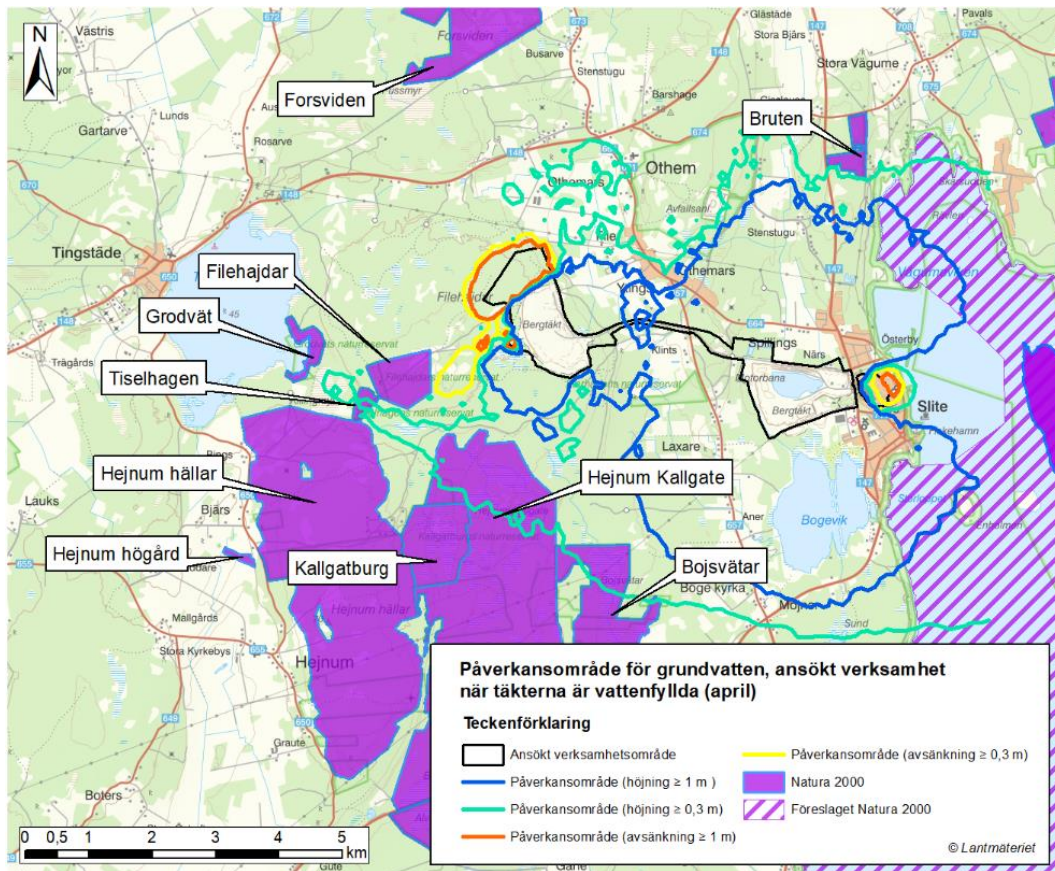
När File hajdar-täkten är helt vattenfylld (+26 m ö.h.) beräknas den årliga grundvattenutträngningen ha ökat med knappt 98 000 m³, motsvarande +2 % av nettonederbörden, jämfört med utgångsläget i det påverkade avrinningsområdet. Beräkningar visar att grundvattentillskottet i Hejnum Kallgate kommer att vara mycket litet jämfört med utgångsläget och konsekvenserna av detta tillskott är obetydliga. Det kan dock tillkomma en liten ökning av det indirekta ytvattenflödet, vilket innebär små positiva konsekvenser för naturtypen mindre vattendrag.

I april och september, månader då grundvattennivåerna har större betydelse för vegetationen, visar grundvattenmodelleringen en höjning av grundvattennivån under norra delen av Hejnum Kallgate. Grundvattennivåerna kommer därmed ligga närmare markytan under vegetationsperioden jämfört med idag. Nivåerna beräknas dock fortfarande ligga långt under markytan och därmed sakna betydelse för utpekade naturtyper och arter.

9.2.3. Kallgatburg

Den vattenfyllda täkten ger upphov till ett grundvattentillskott som medför en ökad vattenföring i delar av Kallgatburg Natura 2000-område jämfört med utgångsläget. Beräkningar visar att grundvattentillskottet kommer att vara mycket litet och konsekvenserna av detta tillskott kommer vara obetydliga. Det kan dock tillkomma en liten ökning av indirekt ytvattenflöde vilket innebär små positiva konsekvenser för naturtypen mindre vattendrag. Kalktuffkällorna bedöms inte påverkas alls eftersom de topografiskt ligger högt upp och i slutningen mot Hejnum hållar.

Vattenfyllnaden av täkterna innebär även höjda grundvattennivåer som därmed kommer att ligga närmare markytan under vegetationsperioden än idag. Nivåerna beräknas dock fortfarande ligga långt under markytan i Kallgatburg och sakna betydelse för vegetationen.



Figur 51. Påverkansområde för grundvatten med vattenfyllda täkter.

9.2.4. Sammanfattande slutsatser

De vattenfyllda täkterna kommer att leda till höjda grundvattennivåer och därmed ökad grundvattenutträngning. De effekter som kan uppstå jämfört med utgångsläget rör minskad ytvattenavrinning till Bojsvåtar, ökad grundvattenutträngning i Bojsvåtar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg samt grundvattennivåhöjning i Bojsvåtar. Även under övriga Natura 2000-områden höjs grundvattennivån men det är på stora djup och saknar betydelse för naturtyper och arter. Sammantaget ger det obetydliga konsekvenser i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrad bevarandestatus.

9.3 Kumulativa effekter

De pågående verksamheter som potentiellt kan ge upphov till kumulativa effekter på de aktuella Natura 2000-områdena är befintliga vattentäkter (privata och kommunala brunnar), den fortsatta inverkan av den historiska dikningen, skogsbruksåtgärder samt förvaltning av skyddade områden. Några ytterligare planerade verksamheter eller åtgärder som kan ge kumulativa effekter i Natura 2000-områdena saknas det kännedom om.

Den påverkan på grundvattennivåer som grundvattentäkten i Dyhagen ger upphov till ingår i beräkningar och i redovisningar av den sökta verksamhetens påverkan på grundvatten. Detta innebär att det redan tagits hänsyn till de kumulativa effekterna av regionens verksamhet i t. ex. dimensioneringen av skyddsåtgärder.

Det är tänkbart att det på lång sikt kan uppstå vissa kumulativa effekter vad gäller den ökade grundvattenutträngningen (till följd av de vattenfyllda täkterna) och den dämmande effekten av befintliga körskador. Det kan leda till att det blir blötare inom vissa områden och medföra konsekvenser för exempelvis rikkärr, särskilt i Bojsvätar, genom att vegetationszoneringen förskjuts. Dessa förändringar bedöms som obetydliga då de berör mycket små områden i form av lokala lågpunkter samt att det parallellt sker en förflyttning av vegetationszoner och därmed en motsvarande nybildning av exempelvis rikkärr som övergått till agmyr.

Skötsel och förvaltning av Natura 2000-områden och naturreservat bidrar till att stärka naturvärdena och syftar till att uppnå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus för naturtyper och arter. Ett väl avvägt betestryck är en förutsättning för många av de naturtyper och arter som skyddas i Natura 2000-områdena. Hydrologisk restaurering av diken finns med som åtgärder i bevarandeplanerna för Hejnum Kallgate och Kallgatburg. I bevarandeplanen för Bojsvätar ingår restaurering av körspår och körvägar för att återställa hydrologin.

9.4 Utvecklingen i 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 i Natura 2000-områdena. De höjda grundvattennivåerna bedöms endast få effekter i Bojsvätar, i form av små positiva effekter för naturtypen agmyr samt små negativa effekter för naturtypen rikkärr.

Vattenfyllnaden leder också till en ökad grundvattenutträngning i Hejnum Kallgate och Bojsvätar. Det kan ge en liten positiv effekt för naturtypen rikkärr. Det kan också leda till en liten indirekt ökning av ytvattenflödet i dessa två områden, vilket i sin tur innebär små positiva konsekvenser för naturtypen mindre vattendrag.

Nollalternativet innebär sammanfattningsvis obetydliga förändringar i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrade bevarandestatus. Skillnaderna mellan nollalternativet och ansökt alternativ på lång sikt, d.v.s. när täkterna vattenfyllets, är att nollalternativet innebär mindre ökning av grundvattenstånd och därmed grundvattenutträngning än det sökta alternativet. Skillnaderna kommer i praktiken att vara små då grundvattenytan i både norra Hejnum Kallgate och norra Bojsvätar 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 upprinnor (rikkärr) i det ansökta alternativet.

10 Samlad bedömning

Nio Natura 2000-områden har ingått i riskbedömningen; Bojsvätar, Bälsalvret, Filehajdar, Forsviden, Grodvät, Hejnum hällar, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Tiselhagen. Verksamheten innebär inte någon direkt påverkan på något N2000-område, men en risk för hydrologisk påverkan.

Det bedöms inte finnas någon risk för betydande påverkan på naturmiljön i Bälsalvret, Filehajdar, Forsviden, Grodvät, Hejnum hällar och Tiselhagen. Det beror på att dessa Natura 2000-områden inte berörs av någon hydrologisk påverkan och/eller att de inte hyser några hydrologiskt känsliga arter eller naturtyper. Det krävs således inte något Natura 2000-tillstånd med avseende på dessa områden.

För tre områden – Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg – bedöms det (utan vidtagande av några skyddsåtgärder) finnas en risk för betydande påverkan på naturmiljön. Den påverkan som verksamheten ger upphov till är minskad ytvattenavrinning till följd av minskat avrinningsområde samt lägre eller högre grundvattennivåer, som i sin tur leder till minskad eller ökad grundvattenutträngning från berg. Avrinningsområdet kommer att minska med täkten och det finns därmed en risk att minskad ytavrinning påverkar naturmiljön i Bojsvätar. Till följd av det ökade inläckaget av grundvatten till täkten påverkas även grundvattensystemet. Delar av Bojsvätar ligger lågt topografiskt sett och därmed finns en risk att förändrade grundvattennivåer kan påverka naturmiljön. Sänkta grundvattennivåer som ger minskad grundvattenutträngning riskerar påverka naturmiljön i Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvätar. Den påverkan som riskerar uppkomma om inte skyddsåtgärder vidtas avser naturtyperna mindre vattendrag, kalkfuktäng, agmyr, kalktuffkällor, rikkärr, taiga och lövsumpskog samt arterna väddnätfjäril, smalgrynsnäcka och kalkkärrsgrynsnäcka.

En palett av skyddsåtgärder kommer att genomföras. Bolaget kommer att genomföra en ridåinjektering vid File hajdar-täkten i syfte att minska grundvattenflödet mot den dränerade täkten. Bolaget kommer även att genomföra infiltration av grundvatten i berg och tillförsel av ytvatten till jordlagren under perioder då de förändrade grundvattenförhållandena och den minskade ytavrinningen riskerar att medföra negativa konsekvenser för naturmiljön. Bolaget kommer också att restaurera en strandvall och ett antal diken för att tillföra ytvatten, öka den vattenhållande förmågan i landskapet och bidra till att öka effektiviteten i andra skyddsåtgärder. Restaureringarna ökar också arealen rikkärr i området som helhet även om det inte är det primära syftet.

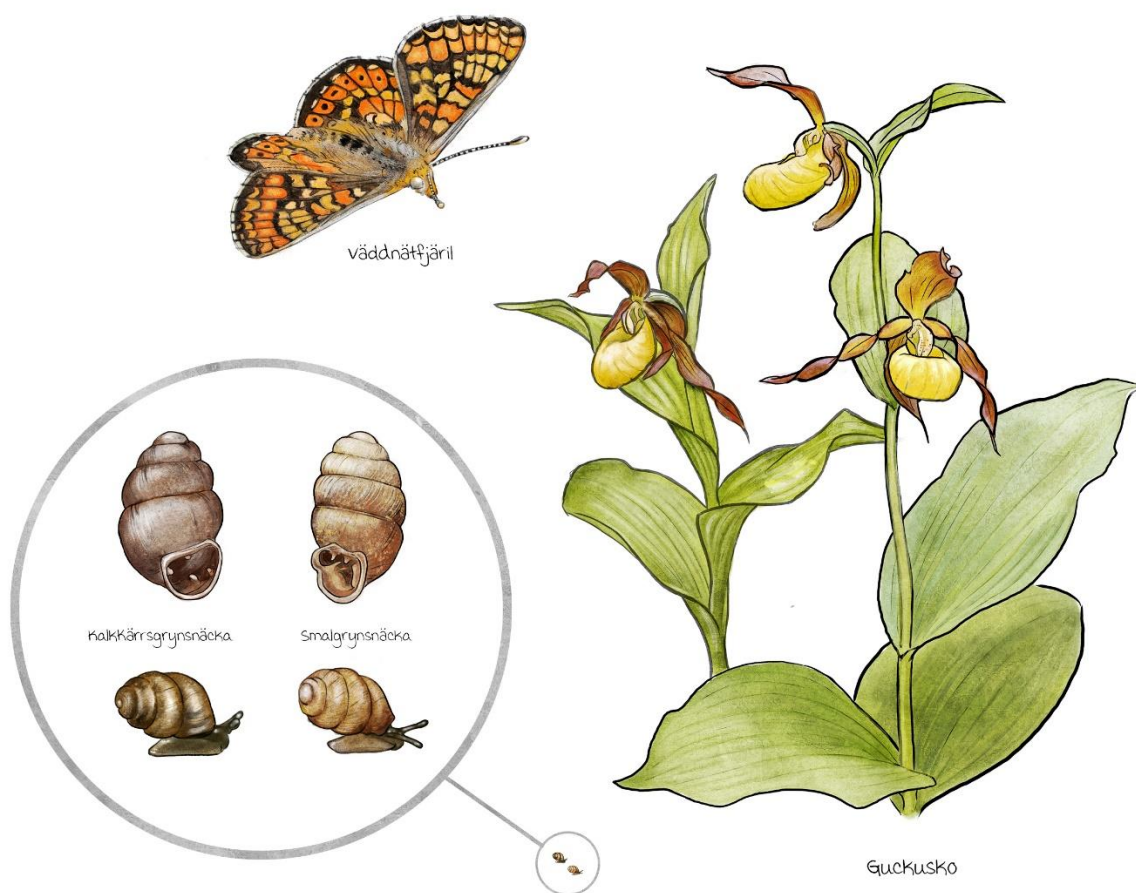
Med skyddsåtgärderna infiltration i berg och ridåinjektering kompenseras hela förlusten av vatten med att hela den förlorade vattenvolymen tillförs berget med en fördelning som innebär att det naturliga årsmönstret och variationen bibehålls. I nu genomförda modelleringar kvarstår en liten nivåpåverkan (ca 0,3 m i djupt liggande berg) men denna saknar praktisk betydelse, samtidigt som det finns en motsvarande liten positiv påverkan närmast infiltrationsbrunnarna. Spårämnesförsök och modellering visar att det infiltrerade vattnet strömmar mot den kommunala vattentäkten och de bägge bergtäkterna. Infiltrationsvattnet bildar en hydraulisk barriär vilket bromsar upp det grundvatten som naturligt strömmar från väster i de djupa vattenförande lagren. Det infiltrerade vattnets kemi har därmed ingen påverkan på vattenkemin inom Natura 2000-området.

Med vidtagna skyddsåtgärder bedöms verksamheten inte medföra någon förlust av arealer av utpekade naturtyper. Arealen rikkärr och kalktuffkällor har i stället potential att öka. Verksamheten bedöms inte heller påverka viktiga strukturer eller funktioner i naturtyperna, t.ex. vattenutflöde i rikkärren. Mot denna bakgrund bedöms verksamheten inte heller påverka några populationer av utpekade arter.

Efter avslutad täktverksamhet kommer Västra brottet och File hajdar-täkten att vattenfyllas. De vattenfyllda täkterna kommer att leda till höjda grundvattennivåer och därmed ökad

grundvattenutträngning. De effekter som kan uppstå jämfört med utgångsläget rör minskad ytvattenavrinning till Bojsvätar, ökad grundvattenutträngning i Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg samt en grundvattennivåhöjning i Bojsvätar. Även under övriga Natura 2000-områden höjs grundvattennivån men det är på stora djup och saknar betydelse för naturtyper och arter. Sammantaget ger det obetydliga konsekvenser i Natura 2000-områdena och medför inte att några arter eller naturtyper får försämrade bevarandestatus.

Den samlade bedömningen är att verksamheten kräver tillstånd enligt 7 kap 28 a § miljöbalken i förhållande till Natura 2000-områdena Bojsvätar, Hejnum Kallgate och Kallgatburg. Tillstånd till verksamheten kan lämnas eftersom rekvisiten i 7 kap. 28 b § miljöbalken uppfylls.



Figur 52. Några av Natura 2000-arterna i utredningen. Illustration Frida Nettelblatt.

11 Referenser

- Alldén, S (2011). *Utvärdering av näringsstatus inför återskapande av kalkkärr vid Hagebyhöga, Östergötland*. Examensarbete i miljövetenskap, Linnéuniversitetet.
- Antonsson, H., Blomqvist, G. & Gustafsson, M. (2002). *Bedömning av skada på bevarandeintressen*. VTI meddelande 937.
- Askling, J., Koffman, A. Lundkvist, E. & Sandsten, H. 2011. *Projekt slussen – Ny reglering av Mälaren – Konsekvensbedömning av strandnära naturmiljön*. Calluna AB, Stockholm.
- Askling, J. (2017). *PM indirekt påverkan på naturvärden i utökningsområden för Natura 2000*. Calluna AB.
- Askling, J. (2022). *Påverkan på Natura 2000-områden. För ansökan om fortsatt och utvidgad täktverksamhet i Slite*. Calluna AB.
- Berglund, K. (1982). *Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland*. SLU Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Rapport 125.
- Buczek, A. (2005). *Siedliskowe uwarunkowania, ekologia, zasoby i ochrona kłoci wiechowatej Cladium mariscus (L.) POHL. W makroregionie Lubelskim*. Acta Agrophysica 2005 (9).
- 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.
- Dahlqvist, P. m. fl. (2017). *Våtmarker och grundvattenbildning – om möjligheten till ökad kapacitet vid grundvattentäkter på Gotland*. SGU-rapport 2017:01.
- Dahlqvist, P. m. fl. (2022). *Beskrivning av grundvattnet på Gotland*. SGU-rapport 2022:14
- Du Rietz, G.E. (1949): *Huvudenheter och huvudgränser i svensk myrvegetation*. Svensk Botanisk Tidskrift 43: 274–309.
- Eide, W. m. fl. (red) (2020). *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2020*. SLU Artdatabanken rapporterar 24. SLU Artdatabanken, Uppsala.
- 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.
- Europeiska kommissionen (2019). *Förvaltning av Natura 2000-områden. Bestämmelserna i artikel 6 i habitatdirektivet (92/43/EEG)*.
- Ford, D. och Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*.
- Gedda, B. (2001): *Environmental and climatic aspects of the early to mid Holocene calcareous tufa and land mollusc fauna in southern Sweden*. LUNDQUA Thesis 45.
- Grip, H. och Rodhe, A. (2016). *Vattnets väg från regn till bäck*. Digital utgåva 2016, Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet, Uppsala.
- Hájek M. och Hekera P. (2004): *Can seasonal variation in fen water chemistry influence the reliability of vegetation-environment analyses?* – Preslia 76: 1–14.
- Hájek, M., Horsak, 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.
- Hansson, J och Gunnarson, U. (2022). *Handbok för skötsel och restaurering av rikkärr*. Länsstyrelsen Dalarnas rapport 2022:11.
- 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.
- Karlsson, C., Sohlenius, G. & Peterson Becher, G. (2021). *Handledning för jordartsgeologiska kartor och databaser över Sverige*. SGU-rapport 2021:17.
- Keddy, P.A. (2000). *Wetland Ecology. Principles and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Koerselman & Verhoeven (1995).
- Kull, T. (1997) *Population dynamics in *Cypripedium calceolus* L.* *Dissertationes Biologicae Universitatis Tartuensis* 24. Tartu University Press, Tartu, Estonia.
- Kull, T. (1999) *Cypripedium calceolus* L. *Journal of Ecology*, 87:913-924.
- Kull, T. (2008) *Fruit-set and recruitment in populations of *Cypripedium calceolus* L. in Estonia* *Botanical Journal of the Linnean Society*, 126:27–38.
- Linné, C. von (1745). *Öländska och Gotländska resan*.
- Lundqvist, G. (1925). *Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsvrige*. SGU C330.
- Lundqvist, G., Ernhold Hede, J. & Sundius, N. (1940). *Beskrivning till kartbladen Visby och Lummelunda*. SGU Aa 183.
- Länsstyrelsen Gotlands län (1997a). *Beslut bildande av naturreservatet Filehajdar, Othem socken, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (1997b). *Beslut bildande av naturreservatet Tiselhagen, Hejnum socken, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2004a). *Beslut bildande av naturreservatet Grodvät, Hejnum och Tingstäde socknar, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2004b). *Beslut bildande av naturreservatet Forsviden, Othem socken, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2010). *Beslut nya föreskrifter för naturreservatet Kallgatburg, Hejnum socken, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2012). *Lekmannarapport. Restaurering av våtmarksområdet Hejnum Kallgate*. LIFE06 NAT/S/00013. Rapporter om natur och miljö nr 20.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2013). *Beslut bildande av naturreservatet Bojsvätar, Boge socken, Region Gotland*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2016a). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Grodvät SE0340141*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2016b). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Tiselhagen SE0340066*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2017). *Beslut bildande av naturreservatet Bälsalvret, Bäl och Källunge socknar, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2018a). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Kallgatburg SE0340103*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2018b). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Filehajdar SE0340111*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2018c). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Forsviden SE0340151*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2019a). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Bojsvätar SE0340118*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2019b). *Bevarandeplan för Natura 2000-område Hejnum Kallgate SE0340147*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2020a). *Beslut bildande av naturreservatet Bojsvätar södra, Boge socken, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2020b). *Beslut bildande av naturreservatet Hejnum hållar, Hejnum och Bäl socknar, Gotlands kommun*.
- Länsstyrelsen Gotlands län (2020c). *Beslut bildande av naturreservatet Hejnum Kallgate, Hejnum socken, Gotlands kommun*.

- Maxe, L. (red.) (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten*. SGU-rapport 2013:01.
- Martinsson, M. (1997). *Våtmarker på Gotland, del 1*. Rapport nr 8-1997. Länsstyrelsen Gotlands län.
- Martinsson, M. (2008). *Rikkärr på Gotland*. Rapporter om natur och miljö nr 2008:2. Länsstyrelsen Gotlands län.
- Munthe, H., Ernhold Hede, J., von Post, L. (1924). *Gotlands geologi. En översikt*. SGU C331.
- Munthe, H., Ernhold Hede, J., Lundqvist, G. (1928). *Beskrivning till kartbladet Slite*. SGU Aa 169.
- Naturvårdsverket (2007). *Myrskyddsplan för Sverige. Objekt i Gotlands län*. Rapport 5670.
- Naturvårdsverket (2011a). *Grön sköldmossa*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011b). *Guckusko*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011c). *Nipsippa*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011d). *Smalgrynsnäcka*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011e). *Styv kalkmossa*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011f). *Trubbklockmossa*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011g). *Väddnätfjäril*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2011h). *Gemensam text för vägledningarna för de svenska naturtyperna i habitatdirektivets bilaga 1*. NV-04493-11. Beslutad: november 2011.
- Naturvårdsverket (2011i). *Kransalgssjöar*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011j). *Mindre vattendrag*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011k). *Enbuskmarker*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011l). *Basiska berghällar*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011m). *Kalkgräsmarker*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011n). *Silikatgräsmarker*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011o). *Alvar*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011p). *Fuktängar*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011q). *Agkärr*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011r). *Kalktuffkällor*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011s). *Rikkärr*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.

- Naturvårdsverket (2011t). *Karsthällmarker*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2011u). *Kalkkärrsgrynsnäcka*. Vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. Dnr NV-01162-10.
- Naturvårdsverket (2012a). *Taiga*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2012b). *Nordlig ädellövskog*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2012c). *Trädklädd betesmark*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2012d). *Lövsumpskog*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. Dnr NV-04493-11.
- Naturvårdsverket (2017a). *Förutsättningar för provningar och tillsyn i Natura 2000-området*. Handbok 2017:1, Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2017b). *Handledning för miljöövervakning, programområde våtmark, undersökningstyp rikkärr, bilaga 2, fältinstruktion*. Version 1:4, 2017-05-29.
- Naturvårdsverket (2023). *Naturanaturtypskartan. Beskrivning av nedladdningsbara data*. Utgåva 1.2 2023-05-10.
- Nitare, J. (2009). *Åtgärdsprogram för kalktallskogar 2009–2013*. Rapport 5967, Naturvårdsverket.
- Pihl Karlsson, G. och Hellsten, S. (2022) *Totalt kvävenedfall till kommuner i Sverige. Data till VERA-programmet*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Prop. 2000/01:111: *Skyddet för vissa djur- och växtarter och deras livsmiljöer*.
- Påhlsson, L. (red). 1998: *Vegetationstyper i Norden*. TemaNord 1994:665. Nordiska Ministerrådet, Köpenhamn.
- Sernander, R. (1894). *Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria*. Akademisk afhandling. Uppsala universitet.
- Sernander, R. (1941). *Gotlands kvarvarande myrar och träsk*. Kungl. svenska vetenskapsakademiens avhandlingar i naturskyddsärenden n:o 3.
- 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.
- SLU (2020). *Sveriges arter och naturtyper i EU:s art- och habitatdirektiv*. Resultat från rapportering 2019 till EU av bevarandestatus 2013–2018.
- SMHI (2023a). *Beräkning av korrigerad nederbörd och evapotranspiration för nordöstra Gotland*. Rapport 2023-07.
- Sundberg, S. (2006). *Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr*. Rapport 5601, Naturvårdsverket.
- Svantesson, S-I. (2008). *Beskrivning till jordartskarta över Gotland*. SGU K4.
- Svensson, N-O. (1989). *Late Weichselian and early Holocene shore displacement in the central Baltic, based on stratigraphical and morphological records from eastern Småland and Gotland, Sweden*. Lund University, Department of Quaternary Geology.
- Thorsbrink, M. m. fl. (2016). *Geologins betydelse för grundvattenberoende ekosystem*. SGU rapport 2016:11.
- Thorsbrink, M. m. fl. (2019). *Geologins betydelse vid våtmarksåtgärder – Sätt att stärka tillgången på grundvatten*. Rapport 2019:15.
- 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. och Collinder, P. (2015). *Grundvattenberoende ekosystem. Förslag på prioritering 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, Department of Geology.

Andra källor

- Artportalen (2023). Tillgänglig: <https://www.artportalen.se/> Uttag maj 2023.
- Havet.nu (2023). Östersjöns historia. Tillgänglig: <https://www.havet.nu/livet/fakta/ostersjons-historia> Hämtad 2023-02-16
- Länsstyrelsen Gotlands län (2023). Information om naturreservat. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/besoksmal/naturreservat.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a53d&sv.12.382c024b1800285d5863a53d.route=/&searchString=&counties=Gotland&municipalities=&reserveTypes=Naturreservat&natureTypes=&accessibility=&facilities=&sort=asc> Hämtad 2023-02-16
- Naturvårdsverket (2023). Vägledning om Natura 2000. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/skyddad-natur/natura-2000-i-sverige#E1182925248> Hämtad 2023-02-16
- Plitvice Lakes National Park (2023). How tufa is formed. Tillgänglig: <https://np-plitvicka-jezera.hr/en/natural-and-cultural-heritage/natural-heritage/tufa/how-tufa-is-formed/> Hämtad 2023-02-16
- Skyddad natur (2023). Skyddad natur i karta. Tillgänglig: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- SGU (2023). Jordartskarta över utredningsområdet. Uppdaterad karta hämtad via Kartvisaren, tillgänglig <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>.
- SLU Artdatabanken (2023). Artfakta. Tillgänglig: <https://artfakta.se/artbestamning>
- SMHI (2023b) Klimat. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat>

Bilaga 1. Temperaturkartering med drönare

Bakgrund

Uppdragets syfte var att identifiera källmiljöer med utströmmande berggrundvatten med hjälp av drönare försedd med en radiometrisk värmekamera. Källmiljöer med utströmmande berggrundvatten har tidigare eftersökts med hjälp av hydrogeologiska och biologiska kartläggningar (se bilaga B3 och B8 till ansökan). De hydrogeologiska kartläggningarna har visat att vatten i bergborrhål har en mycket konstant temperatur runt ca 8°C. Ytvattentemperaturen, som främst styrs av vädret, har däremot stora säsongsvariationer. Störst skillnad i temperatur på berggrundvatten och ytvatten inträffar mitt i vintern respektive mitt i sommaren när även lufttemperaturen är som kallast respektive varmast. Under kalla dagar (<0°C) mitt i vintern är ytvattentemperaturen endast någon till några enstaka grader över 0°C. Detta ger förutsättningar att detektera utströmmande berggrundvatten med hjälp av temperaturmätningar som tas under vintern, då utströmmande berggrundvatten håller en högre temperatur, nära 8°C, jämfört med det betydligt kallare ytvattnet. En drönare försedd med värmekamera kan kartlägga och mäta temperaturer över stora sammanhängande områden. Detta är en stor fördel jämfört med manuell provtagning som utförs punktvis. Källmiljöer med utströmmande berggrundvatten har inte kunnat identifieras med hjälp av de hydrogeologiska och biologiska kartläggningarna som har genomförts.

Metodbeskrivning

Utredningsområde

Drönarflygningarna genomfördes inom ett definierat utredningsområde strax väster om Slite (Fig. 1.). Utredningsområdet omfattar ett antal Natura 2000-områden samt höjdområdet File hajdar som ligger beläget mellan Tingstäde träsk i väster och File hajdar-takten i öster. Kartläggningen med drönare utfördes i ett antal mindre våtmarker i spridda lågpunkter på File hajdar samt i delar av de större våtmarkskomplexen inom Natura 2000-områdena Bojsvätar (SE0340118), Grodvät (SE0340141), Hejnum Kallgate (SE0340147) och Kallgatburg (SE0340103). En drönarflygning utfördes även ca 4 km söder om det definierade utredningsområdet, i Natura 2000-området Bälsalvret (SE0340212). Bälsalvret tillhör samma våtmarkskomplex som Hejnum Kallgate och Bojsvätar men är skilt från dessa områden av länsväg 147. I de områden som kartlades ingick två sedan tidigare kända källmiljöer med utströmmande berggrundvatten som referensmaterial: Oles källa i Kallgatburg och Järnvägsällan i Bälsalvret.

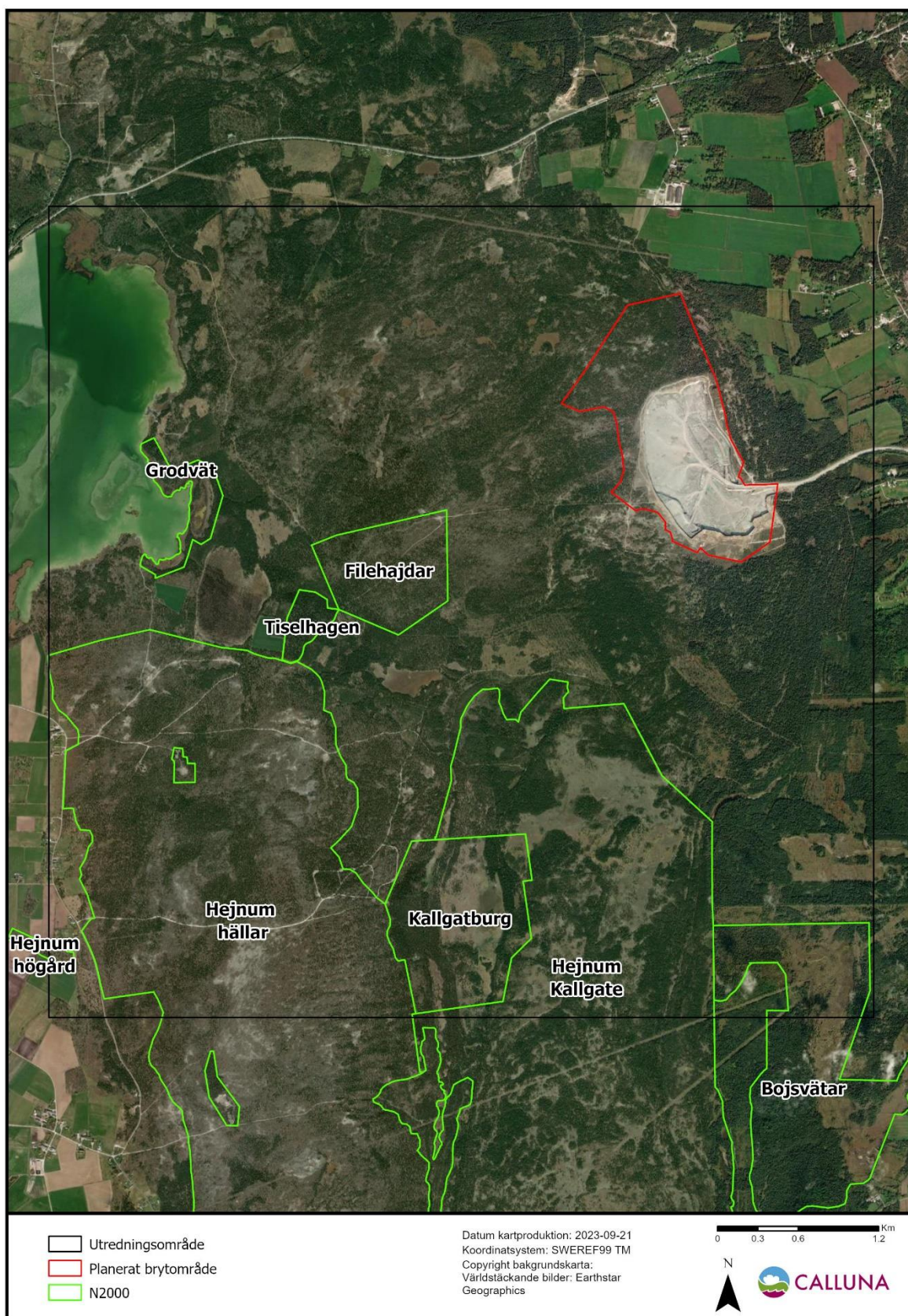


Fig. 1. Definierat utredningsområde (svart avgränsning) inom vilket drönarflygningar utförts.

Drönare och flyguppdrag

All kartläggning utfördes med hjälp av en drönare, även kallad obemannad luftfarkost. Drönaren var av modellen DJI Matrice 300 RTK och den var försedd med en sensor av modellen DJI Zenmuse H20T. DJI Zenmuse H20T är utrustad med en bred sensor som tar bilder i JPEG-format med en storlek på 4056x3040 i RGB-spektrala band, och en radiometrisk värmekamera som tar bilder i R-JPEG-format med en storlek på 640x512 i det spektrala bandet mellan 8–14 µm.

Alla drönarkartläggningar flögs under uppseende av två licenserade drönarpiloter med hjälp av autopilot. Alternativet ”mapping” i DJI:s flygapp användes och de angivna parametrarna var: flight route altitude 35 m, front overlap 85 %, side overlap 85 %. Hastigheten varierade mellan 1–3 m/s mellan olika flygningar och anpassades efter ett antal specifika förutsättningar, såsom vindstyrka, inför varje flygning. Utöver de krav som är specifika för drönaren och drönarflygning generellt, såsom vindhastighet, satellittillgänglighet och kp index, krävdes även att lufttemperaturen låg på <0°C. Drönarflygningarna utfördes under februari–mars 2023.

Analys och databehandling

I detta kapitel beskriver vi stegen för konverteringen från råa termiska data till Celsius-avläsningar med hjälp av Python (v3.7) och DJI Thermal SDK (v1.4). Vidare beskrivs skapandet av ortomosaiker för varje flygning (dvs. Celsius-termiska ortomosaiker) med hjälp av Agisoft Metashape Professional Edition (v1.8.3).

Omvandling av radiometriska värmebilder till Celsius

För att inhämta Celsius-data från drönarens råa radiometriska värmebilder, användes Python och DJI Thermal SDK för att konvertera varje R-JPEG radiometrisk värmebild från DJI zH20T-sensorn till TIFF, som innehåller Celsius-information på pixelnivå. För konverteringen sattes parametrar som emissivitet, avstånd (till marken), fuktighet och reflekterad temperatur till lämpliga värden. Mer specifikt var emissiviteten satt till 0,98 vilket är vattnets emissivitet (Messina & Modica 2020), avståndet var satt till det maximalt möjliga värdet som DJI Thermal SDK tillåter (dvs. 25 m), fuktigheten för alla flygningar var satt till 70 %, och den reflekterade temperaturen var satt som den omgivande temperaturen/miljö temperaturen (Harrap m.fl. 2018) vid starten av flygningen baserat på historiska temperaturdata från SMHI (SMHI 2023) från väderstationen på Visby flygplats. Efter konverteringen av de råa radiometriska värmebilderna till TIFF, som håller Celsius-information, användes exiftool för att överföra all metadata från de ursprungliga R-JPEG-filerna till respektive TIFF-fil. Detta var nödvändigt för att säkerställa att all nödvändig metadata fanns i TIFF-filerna.

Skapande av ortomosaiker

Ortomosaiker, som innehåller Celsiusinformation för varje flygning, skapades med hjälp av Agisoft Metashape. Följande steg tillämpades för att skapa ortomosaiker:

Först importerades de insamlade bilderna från varje flygning till Agisoft. Verktyget ”Align Photos” användes för att justera fotona, vilket uppskattar kamerans plats och orientering, och ger en grupp av punkter (kopplingspunktsmoln). Punkterna representerar viktiga platser som har hittats och matchats i alla bilder (Agisoft Metashape 2022). Parametrarna som användes för justeringen av fotona visas i Tab. 1.

Tab. 1. Parametrar för dialogrutan Align Photos i Agisoft.

Parameter	Värde
Accuracy	High
Generic preselection	Enabled

Reference preselection	Estimated
Reset current alignment	Disabled
Key point limit	40 000
Tie point limit	4 000
Apply masks to	None
Exclude stationary tie points	Enabled
Guided image matching	Disabled
Adaptive camera model fitting	Disabled

Efter fotojusteringen byggdes ett nät med hjälp av verktyget "Build Mesh". Detta skapar ett polygonalt nät baserat på kopplingspunkterna som skapats av fotojusteringssteget (Agisoft Metashape 2022). Parametrarna som används för nätbyggnaden visas i Tab. 2.

Tab. 2. Parametrar för dialogrutan Build Mesh i Agisoft.

Parameter	Värde
Source data	Tie points
Surface type	Height field (2,5D)
Quality	-
Face count	Medium
Interpolation	Enabled
Depth filtering	-
Point classes	All
Calculate vertex colours	Enabled
Use strict volumetric masks	Disabled
Reuse depth maps	Disabled

I nästa steg byggdes en ortomosaik med hjälp av verktyget "Build Orthomosaic". En ortomosaik är en enad bild som erbjuder en exakt representation av det undersökta området genom att sy ihop flera källbilder. Detta görs genom att projicera dessa ursprungliga bilder på en specifik yta, såsom en polygonal nätmodell, och sedan anpassa dem för att justeras med en vald projektion (Agisoft Metashape 2022). Parametrarna som används för att bygga ortomosaiken visas i Tab. 3.

Tab. 3. Parametrar för dialogrutan Build Orthomosaic i Agisoft.

Parameter	Värde
Projection type	Geographic
Projection	SWEREF99TM (ESPG:3006)
Surface	Mesh
Blending mode	Mosaic (default)
Refine seamlines	Disabled
Enable hole filling	Enabled
Enable ghosting filter	Disabled
Enable black-face culling	Disabled
Pixel size (m)	Default (ground sampling resolution)

Slutligen exporterades ortomosaikerna till TIFF/GeoTIFF-format från Agisoft Metashape med hjälp av exportalternativet för ortomosaik så att de kan användas i alla GIS-program (t.ex. ArcGIS Pro). Parametrarna för att exportera ortomosaikerna visas i Tab. 4.

Tab. 4. Parametrar för dialogrutan Export Orthomosaic – TIFF i Agisoft.

Parameter	Värde
Coordinate system	SWEREF99TM (ESPG:3006)
Pixel size (m)	Default (ground sampling resolution)
Background colour	White
TIFF compression	LZW
Write tiled TIFF	Enabled
Generate TIFF overviews	Enabled
Save alpha channel	Enabled
Write BigTIFF file	Enabled

Slutligen importerades ortomosaikerna till ArcGIS Pro. Verktöget "extract raster band" användes för att isolera Band 1 och exporterades sedan som TIFF med NoData-värdet satt till 1. Detta för att ta bort bakgrundsvärdena som sattes som "vita" vid export av ortomosaiken från Agisoft Metashape.

Resultat

Vattenprovtagning

Manuell vattenprovtagning utfördes parallellt med drönarkartläggningarna. En beskrivning av dessa provtagningar finns beskrivna i bilaga B3 till ansökan. Ett antal figurer i denna rapport visar resultatet av de temperaturmätningar som utfördes vid den manuella vattenprovtagningen.

Drönarkartläggning

Järnvägskällan (Fig. 2) och Oles källa (Fig. 3–4) är två sedan tidigare identifierade källmiljöer med utströmmande berggrundsvatten. Drönarkartläggningen av dessa områden visar på tydliga vattenflöden med temperaturer runt 7–8°C. Resultaten från Järnvägskällan är visuellt mycket tydliga (Fig. 2). Söder om den gamla järnvägsvallen finns ett tydligt flöde av vatten som meandrande strömmar vidare söderut. Det är tydligt att det utströmmande vattnet håller en, i förhållande till sin omgivning, mycket högre temperatur även en god bit ifrån källan. Resultaten från Oles källa (Fig. 3–4) verifieras även av de vattenprovtagningar som togs parallellt med drönarkartläggningen. Den i fält uppmätta temperaturen hade god samstämmighet med de radiometriska temperaturmätningarna. För Oles källa visas både resultatet efter Celsius-konversionen (Fig. 3) samt resultatet i råformat (Fig. 4). Oles källa var ett undantagsfall där råformatet av de radiometriska temperaturmätningarna visade källflödet på ett tydligare sätt. Eventuella luckor i de radiometriska värmekartbilderna beror dels på databearbetning där programvaran inte har lyckats koppla punktmolnen för att sy ihop de olika bilderna och dels på miljöförhållandena med kalla temperaturer. Ytor med sammanhängande mycket kalla temperaturer kan skapa blinda punkter.

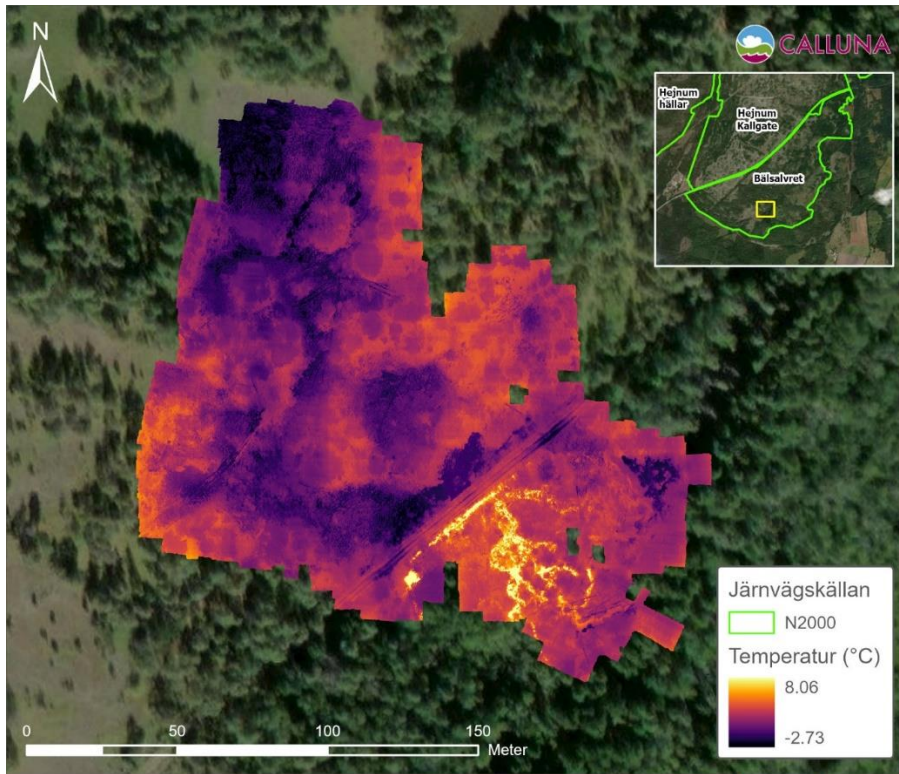


Fig. 2. Radiometrisk värmekarta av källmiljön Järnvägsällan med utströmmande berggrundsvatten i Natura 2000-området Bälsalvret.

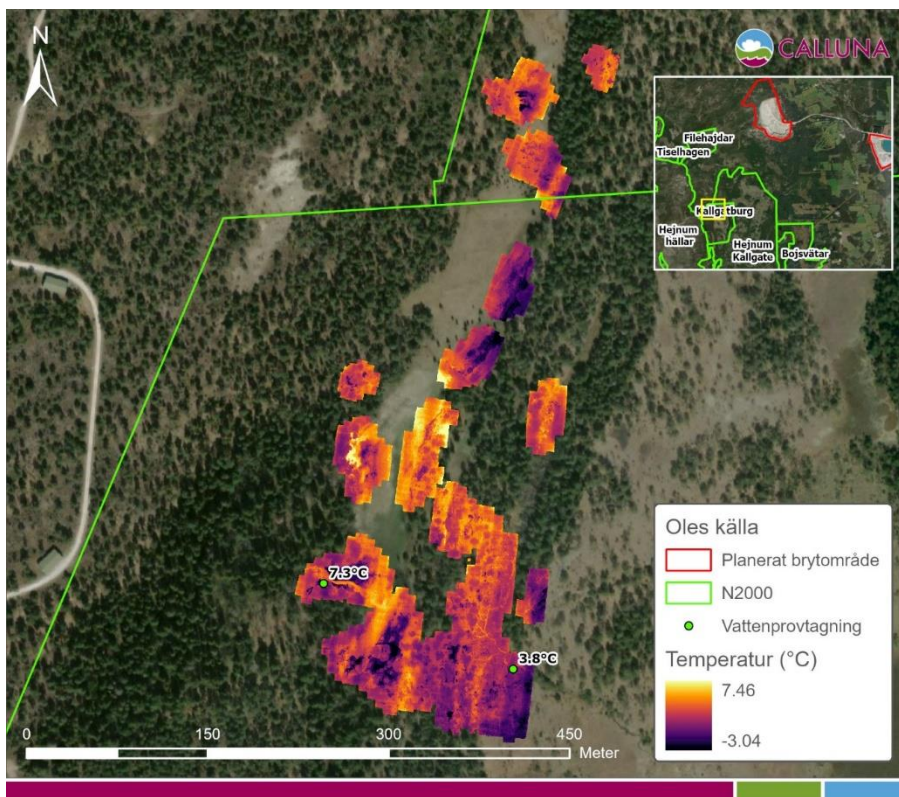


Fig. 3. Radiometrisk värmekarta av källmiljön Oles källa med utströmmande berggrundsvatten i Natura 2000-området Kallgatburg och temperaturmätningen från vattenprovtagning (gröna punkter).

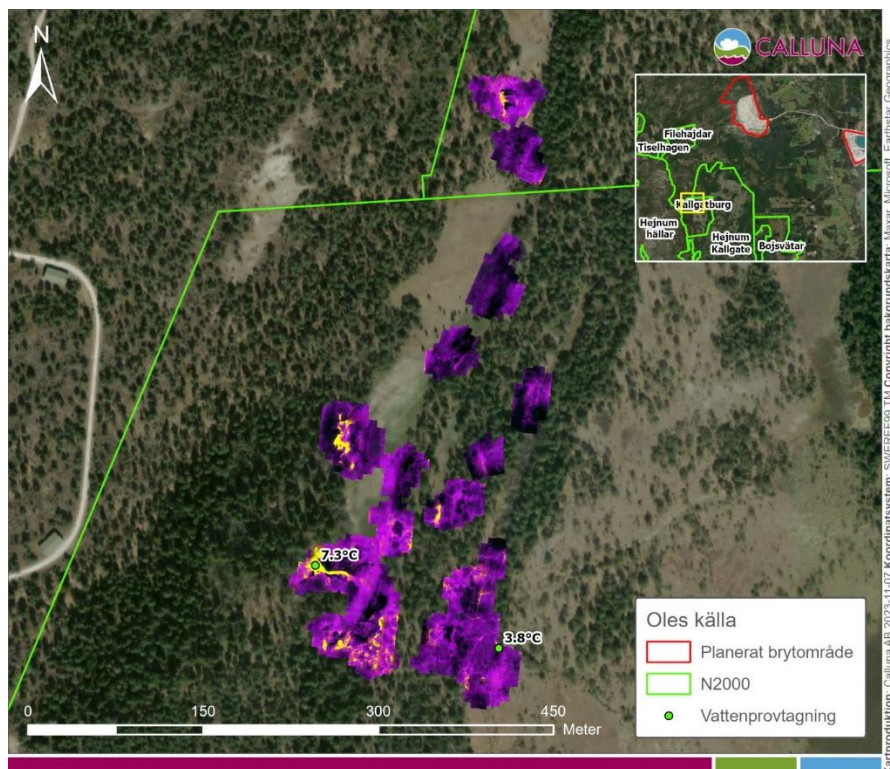


Fig. 4. Radiometrisk värmekarta i råformat innan Celsius-konverteringen av källmiljön Oles källa med utströmmande berggrundvatten i Natura 2000-området Kallgatburg och temperaturmätningen från vattenprovtagning (gröna punkter).

Fig. 5–14 visar resultatet från de flygningar som genomfördes i områden utan kända källmiljöer med utströmmande berggrundvatten. Inga vattenflöden av liknande struktur som i Järnvägs källan och Oles källa identifierades med hjälp av de radiometriska drönarkartläggningarna. Resultaten visar på en stor variation av uppmätta temperaturer, från $-32,60^{\circ}\text{C}$ till $33,47^{\circ}\text{C}$. De höga temperaturerna kommer från solbelysta träd, buskar, stenar och tuvor. Manuell temperaturmätning och vattenprovtagning (Fig. 5–6 och 10–12) utfördes som en del av att fältverifiera resultaten. Ingen av de manuella vattenprovtagningarna kunde identifiera punkter med utströmmande berggrundvatten.

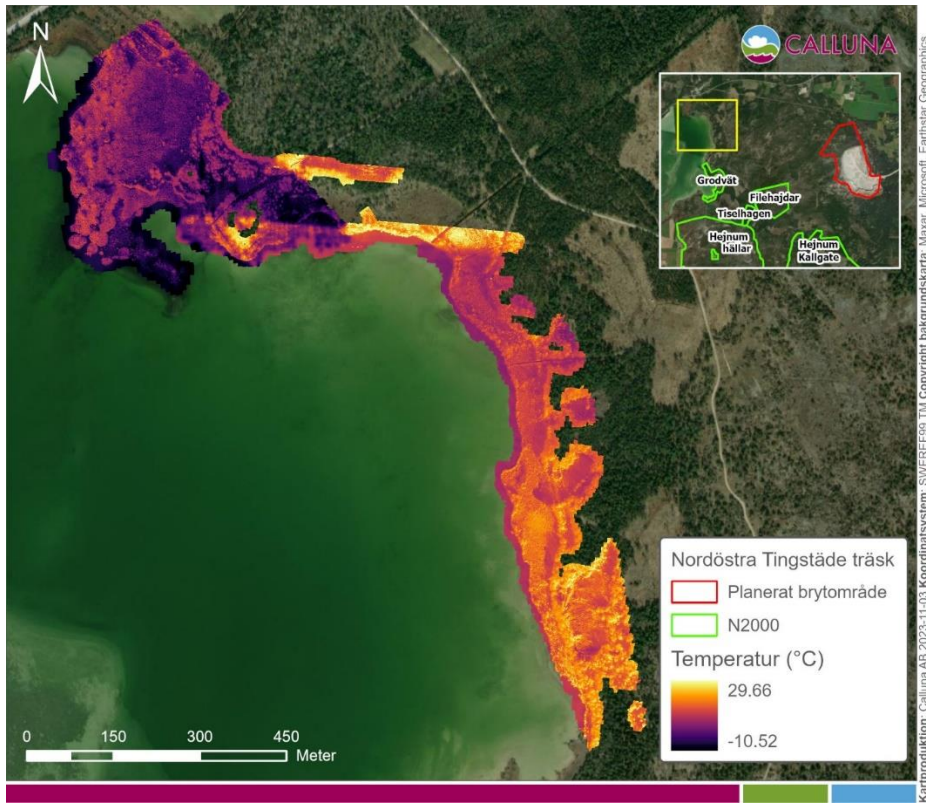


Fig. 5. Radiometrisk värmekarta av våtmark längs med Tingstäde träsk's nordöstra strandbryn.

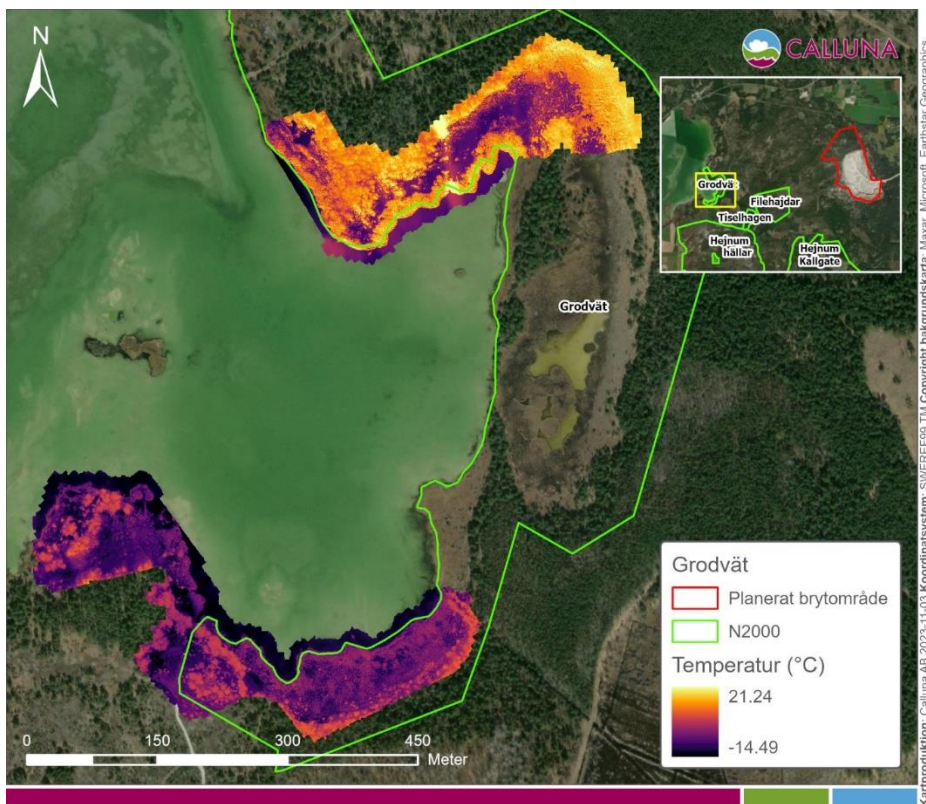


Fig. 6. Radiometrisk värmekarta av våtmarken i Natura 2000-området Grodvät.

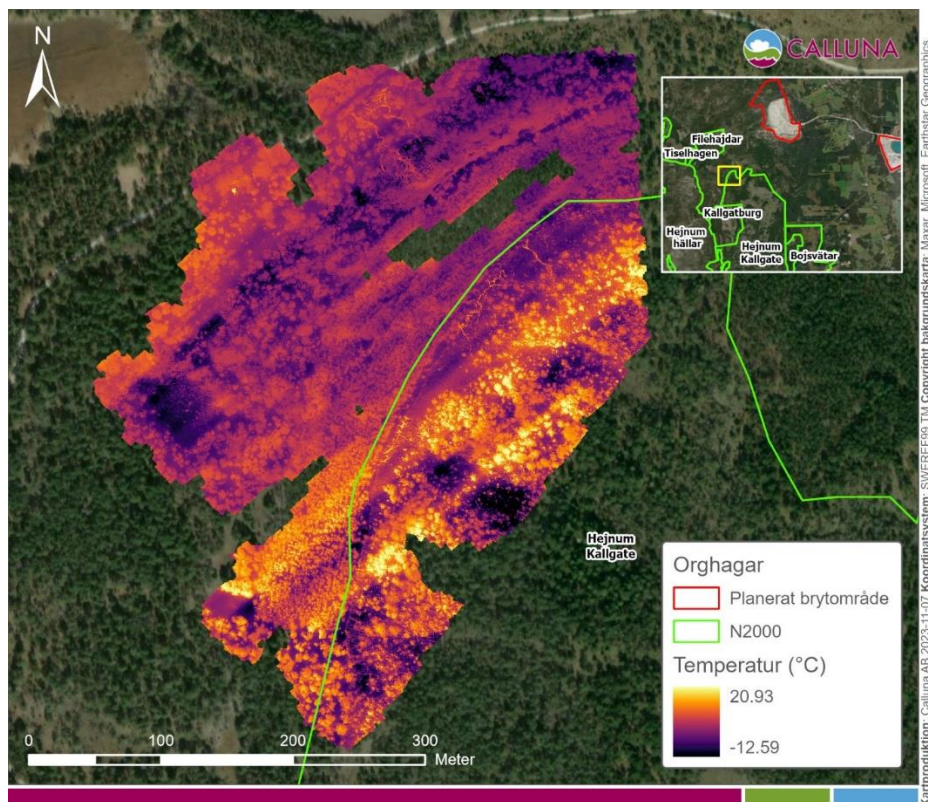


Fig. 7. Radiometrisk värmekarta av vällen som löper mellan våtmarksområdena Orgvätar och Orghagar i Kallgate.

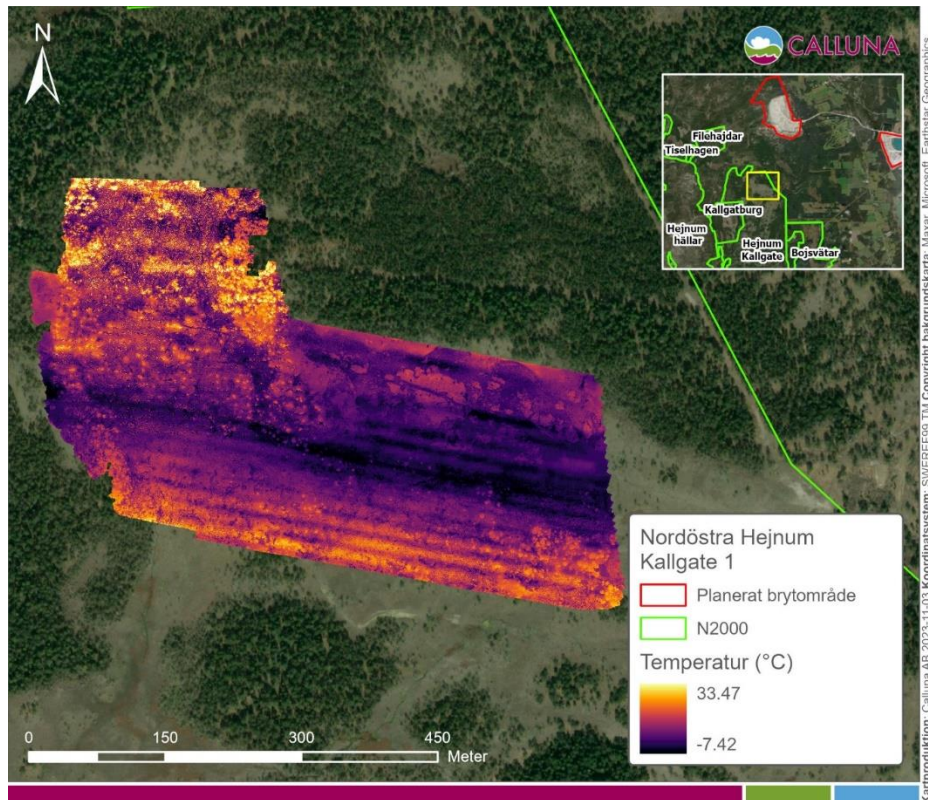


Fig. 8. Radiometrisk värmekarta av nordöstra delen av Natura 2000-området Hejnum Kallgate 1.

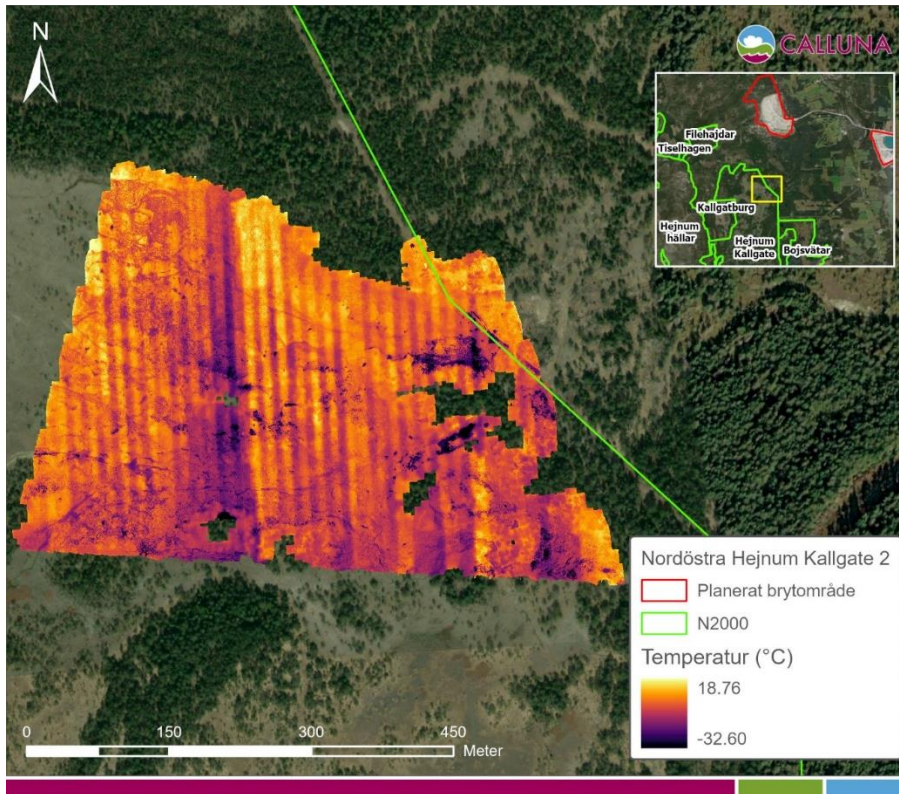


Fig. 9. Radiometrisk värmekarta av nordöstra delen av Natura 2000-området Hejnum Kallgate.

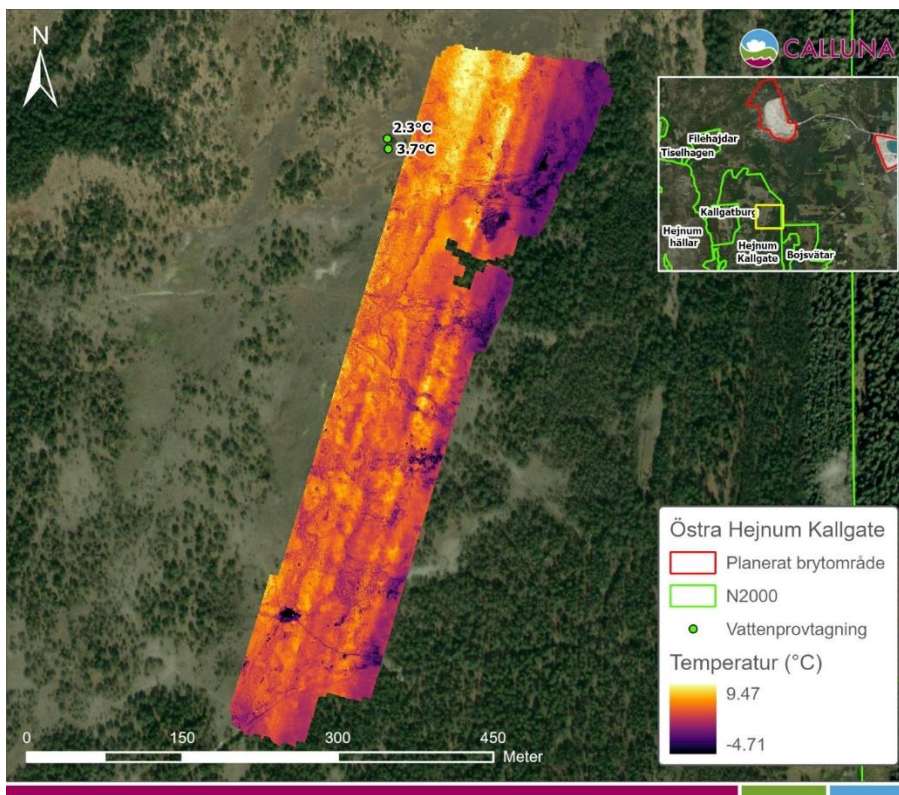


Fig. 10. Radiometrisk värmekarta av östra delen av Natura 2000-området Hejnum Kallgate och manuell vattenprovtagning (gröna punkter).

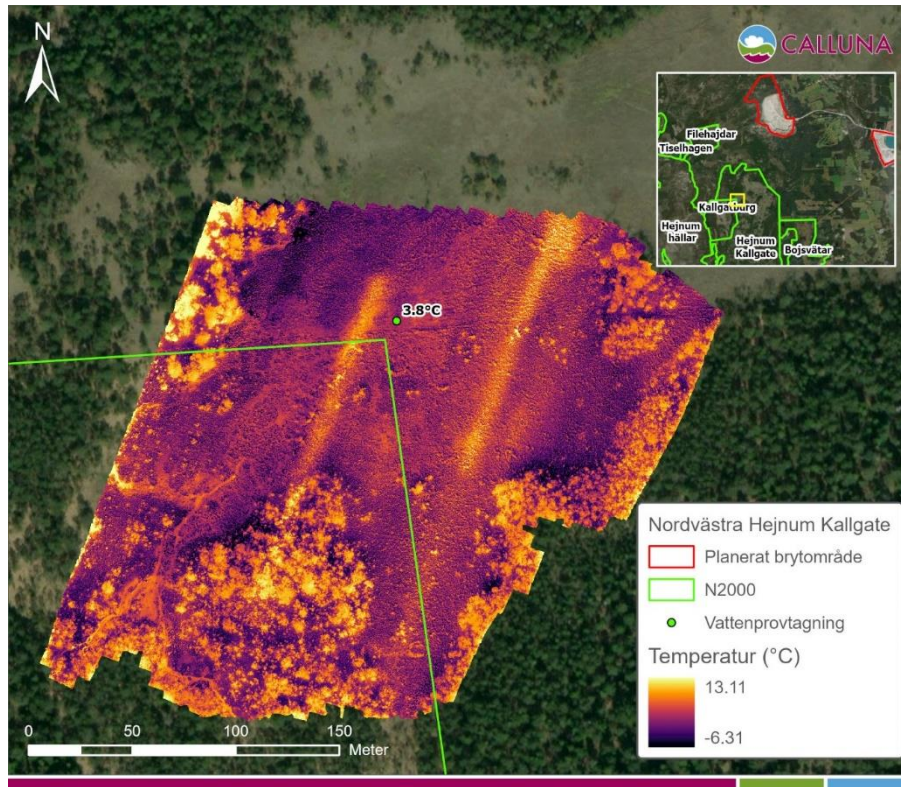


Fig. 11. Radiometrisk värmekarta av nordvästra delen av Natura 2000-området Hejnum Kallgate och manuell vattenprovtagning (grön punkt).

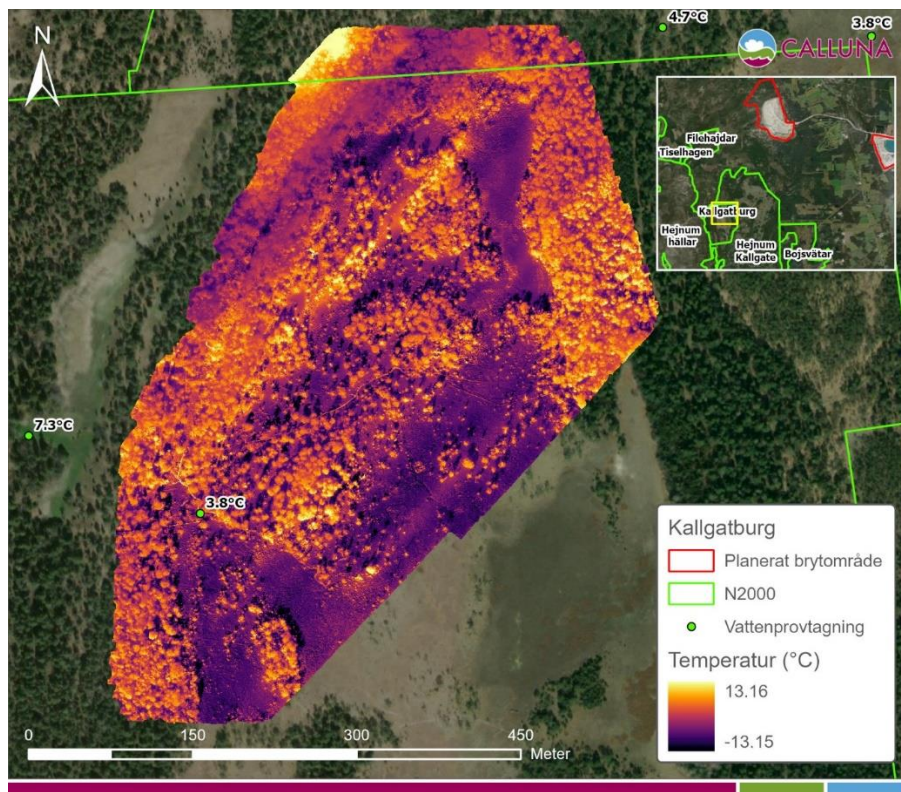


Fig. 12. Radiometrisk värmekarta av norra delen av Natura 2000-området Kallgatburg och manuell vattenprovtagning (gröna punkter).

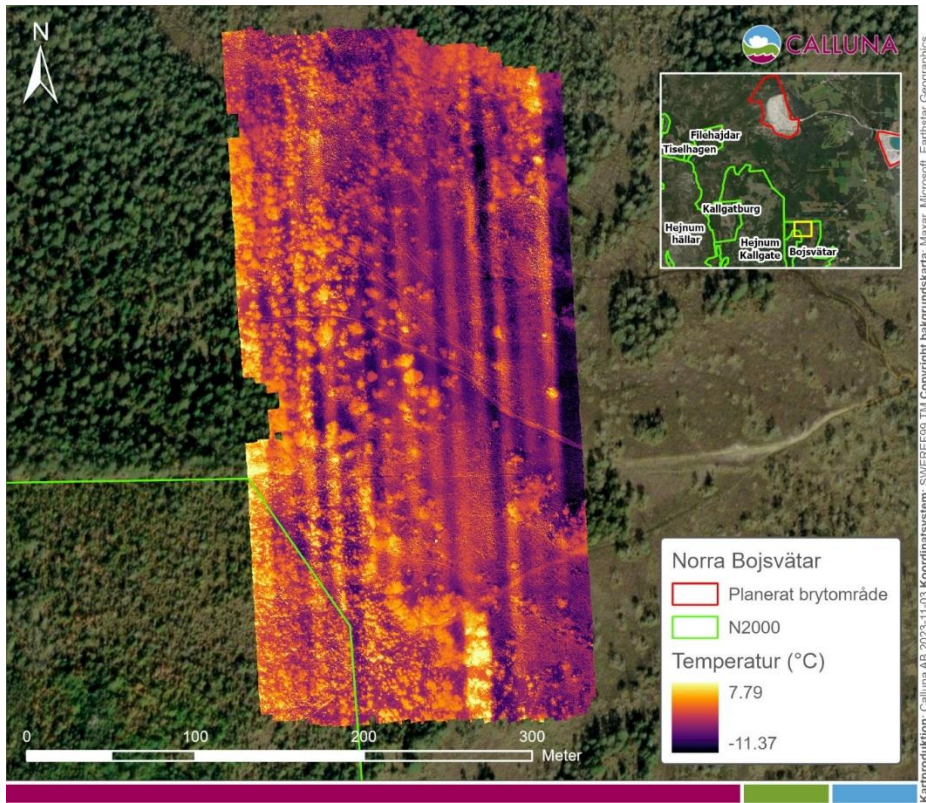


Fig. 13. Radiometrisk värmekarta av norra delen av Natura 2000-området Bojsvåtar.

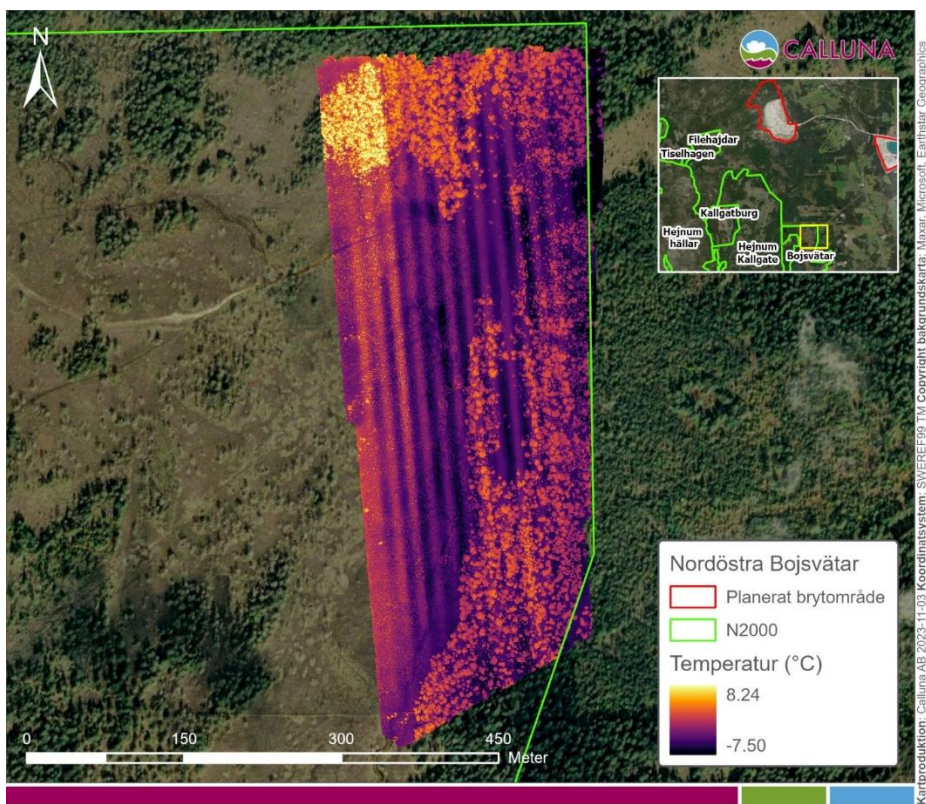


Fig. 14. Radiometrisk värmekarta av nordöstra delen av Natura 2000-området Bojsvåtar.

Slutsatser

Sammantaget visar resultaten från kartläggningen av referensområdena Järnvägsällan och Oles källa att drönarflygning med radiometrisk värmekamera fungerar väl för att detektera större utflöden av berggrundvatten. Vidare visar resultaten att utöver Järnvägsällan och Oles källa detekterades inga ytterligare källmiljöer med utströmmande berggrundvatten. Detta stöds även av de manuella temperaturmätningarna av vattenprov som genomfördes parallellt med drönarflygningarna. Temperaturerna från vattenproverna visade på god samstämmighet med den uppmätta temperaturen från drönaren.

Det går inte att helt utesluta att små andelar bergvatten blandas med ytvatten. Det förekommer dock inga betydande flöden av grundvatten. Om det hade funnits tydliga kopplingar med djupt liggande artesiska vattenförande lager borde detta ha gett utslag liknande de för Järnvägsällan och Oles källa.

Referenser

- Agisoft Metashape. (2022). *User Manual Professional Edition, Version 1.8*. [online] Tillgänglig: <https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_8_en.pdf>
- ExifTool. (2023). [online] Tillgänglig: <<https://exiftool.org/>>
- Harrap, M. J. M., De Ibarra, N. H., Whitney, H. M., Rands, S. A. (2018). *Reporting of thermography parameters in biology: A systematic review of thermal imaging literature*. Royal Society Open Science, 5(12).
- Messina, G., Modica, G. (2020). *Applications of UAV thermal imagery in precision agriculture: State of the art and future research outlook*. Remote Sensing, 12(9).
- SMHI. (2023). *Meteorologiska observationer*. [online] Tillgänglig: <<https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant.stations=core.stationid=78400>> Nedladdat 2023-03-25.

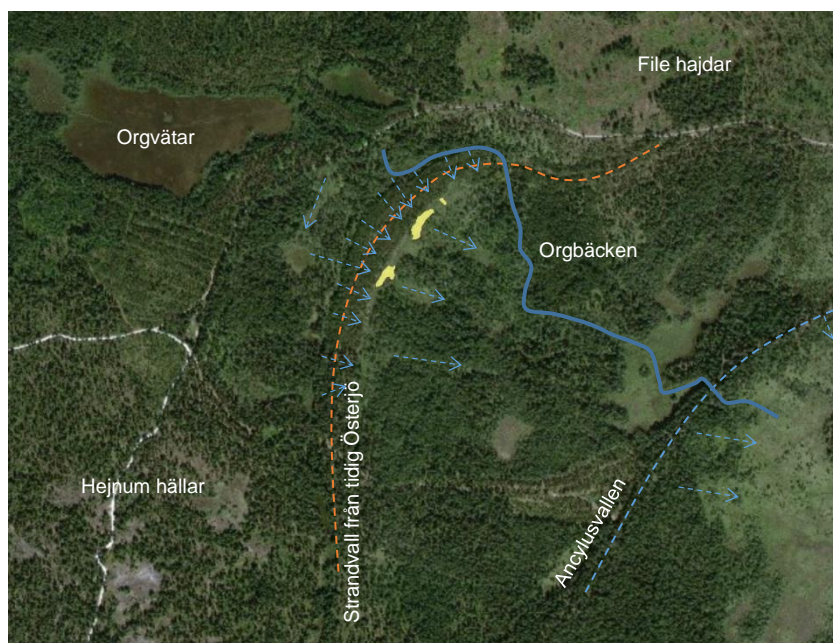
Bilaga 2. Vegetationsinventering av upprinnor och källmiljöer

Syfte och genomförande

Källmiljöer och källkärr är ofta tydliga i terrängen när det är fråga om utströmmande grundvatten. Typiskt är att man i sådana områden brukar finna axagkärr, som också normalt sett brukar "klättra" upp i terrängen där själva grundvattenutträngningen sker. En ännu mer tydlig naturtyp är kalktuffkällor. Om grundvattenutträngning skulle vara en väsentlig del av våtmarksvegetationens vattenbehov under vegetationsperioden borde det gå att finna sådana upprinnor och källmiljöer mot höjdområdet File hajdar, där tåkten också ligger. Av den anledningen har alla våtmarksmiljöer som vetter åt File hajdar inventerats under 2018, vilket innebär att ett brett stråk med en längd av två kilometer genomströvats.

Resultat

Resultaten av Callunas inventering visar att det saknas tydliga upprinnor mot File hajdar, med ett undantag: kalktuffkällorna i nordvästra delen av Hejnum Kallgate. Dessa syns i figur 1 och förekommer i samband med en mäktig strandvall och djupare jordlager uppströms strandvallen mot Orgvåtar.



Figur 1. Översikt över strandvallar och viktiga upprinnor och källmiljöer i norra delen av Hejnum Kallgate. Kalktuffkällorna är de gulmarkerade områdena.

Bilaga 3. Jordartskartering

Inledning

Syftet med jordartskarteringen har varit att få kunskap om var jordarten bleke finns samt undersöka om blekelagren har någon koppling till förekomsten av kalktuffkällor i området. Karteringen har genomförts av Eva Amnéus Mattisson, Annelie Bohman och Rozemarijn Keuning, Calluna AB, under april–juni samt september, 2023.

Karteringen omfattade ett urval av våtmarker runt File hajdar-täkten, se Figur 1 nedan. Provpunkterna fördelades för att dels ge en bild av jordarterna i varje våtmark som besöktes, dels ge en bild där bleke förväntades respektive inte förväntades förekomma. Jordarterna karterades med geosond med möjlighet att få upp en sju decimeter lång jordprofil. Huvuddelen av våtmarkerna som besöktes har ett jorddjup som understiger 7 dm och de flesta profilerna kunde därmed tas ned till berget. Vid de första karteringstillfällena i april–maj månad var det fortfarande mycket blött och vissa våtmarker kunde inte provtas i sin helhet. Vid de senare besöken hade området torkat upp och våtmarkerna var möjliga att kartera i lågskor.

Underlag

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har uppdaterat och förfinat upplösningen på jordartskartan i det undersökta området. Kartan användes som underlag för urval av våtmarker och som referens i jordartsbestämningen. Den uppdaterade kartan finns tillgänglig digitalt via SGU:s kartvisare (SGU 2023). Den moderna jordartskartan är ursprungligen från 2008 och till den finns också en beskrivning (Svantesson 2008). Den äldre geologiska kartan är från 1928 (Munthe m.fl.) och behandlar både berggrund och jordlager, med mera. Beskrivningarna har använts för kunskapsinhämtning.

Resultat

Våtmark A

En liten våtmark, en kalkfuktäng, norr om täkten. Vid besöket i april var den täckt av vatten men i juni helt upptorkad. Enligt jordartskartan är det berg. Sedimentdjupet är max. 0,3 meter. Karteringen visar ett tunt täcke av grus samt sandig silt.

Våtmark B

Tre små våtmarker, ett lågstarrkärr och två ej vegetationskarterade, norr om täkten. Jordart enligt jordartskartan är vittringsjord. Sedimentdjupet är max. 0,25 meter i alla tre. Karteringen visar **bleke** samt sandig och lerig silt, litet torvinslag. De två mindre våtmarkerna har sedimentdjup om 0,2-0,25 meter bestående av torv och siltig lera.

Våtmark C

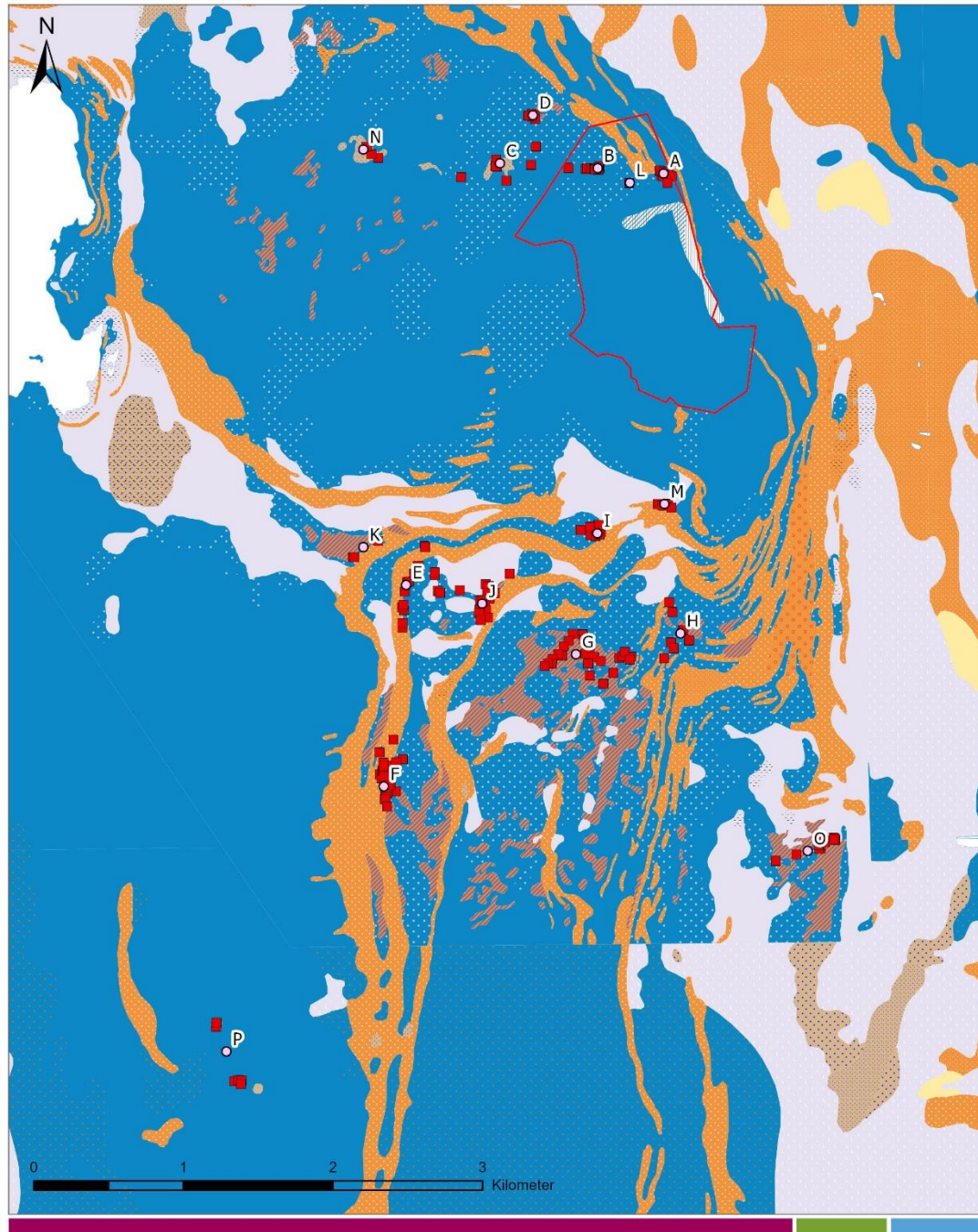
Lillmyr, en agmyr nordväst om täkten. Jordart enligt jordartskartan är kärrtorv vilket också karteringen visade. I djupare delar finns ett tunt **blekelager**. Sedimentdjupet är max. 0,6 meter.

Våtmark D

Ett rikkärr nordväst om täkten med en del agmyr. Jordart enligt jordartskartan är vittringsjord. Sedimentdjup 0,05–0,25 meter. Karteringen visade siltig lera och **bleke**/kalkgyttja.

TECKENFÖRKLARING:

- Planerat brytområde
- Provpunkt jordart
- Våtmark



Figur 1. Beskrivna våtmarker och provpunkter.

Våtmark E

Axag-, knappagkärr i nordvästra delen av Hejnum Kallgate nedanför strandvall med kalktuffkällor, vid besöket mycket blött. Jordart enligt jordartskartan är svallsediment/berg/moränlera. Sedimentdjupet är varierade mellan 0 och 0,7 meter med ökande sedimentdjup på större avstånd från strandvallen. Karteringen visar grus, sand och siltig lera. I utflödet från källorna fanns kalkinkrusterade kransalger och andra växter.

Punkterna E12 och E13 är från våtmarken på ovansidan av strandvallen där Orgbäcken strömmar igenom. Punkterna kunde inte provtas ner till berget men visar hård siltig lera. Jordartskartan anger svallsediment.

Våtmark F

Axag-, knappagkärr i Kallgatburg invid strandvall. Vid besöket i maj var det mycket vatten i området och i september endast blött i lågpunkter. Jordart enligt jordartskartan är svallsediment/berg/vittringsjord. Sedimentdjupet är varierande mellan 0 och 0,7 meter. Karteringen visar en stor variation beroende på närheten till strandvallen och källorna: svallade sediment, torv, under vissa delar tunt **bleke**lager samt områden med kalkgyttja där jordlagren var tunna. I utflödet från källorna fanns kalkinkrusterade mossor och växter. Snäckskal hittades i djupare lager med sandigare sediment.

Våtmark G

Det stora våtmarkskomplexet i norra delen av Hejnum Kallgate. Jordart enligt jordartskartan är vittringsjord. Sedimentdjupet varierar mellan 0 och 0,55 meter. Ytan var torr vid besöket men i några områden fanns vatten på berget. En punkt, längst i öster, kartrades med ett blött lerlager ovanpå organiskt material ovanpå **bleke**. Karteringen visar att det i den norra delen är organiskt material, sandig lera med snäckskal. Längre ut i våtmarken finns sandigare sediment underlagrade av **bleke**.

Våtmark H

Igenväxande kalkfuktäng nordost om Natura 2000-området Hejnum Kallgate. Jordart enligt jordartskartan är berg och vittringsjord. Sedimentdjupet är max. 0,3 meter. Karteringen visar sandig, siltig, lerig jord med snäckskalrester och partier med grusigare sediment.

Våtmark I

Kalkfuktäng, axag-, knappagkärr norr om Natura 2000-området Hejnum Kallgate. Jordartskartan anger berg. Sedimentdjupet är max. 0,15 meter. Karteringen visar sandig lera med organiskt material och snäckskal, samt grus.

Våtmark J

Orghagar, en våtmarksmosaik i nordvästra delen av Hejnum Kallgate ovanför strandvall. Jordarterna enligt jordartskartan är i vittringsjord som mot väster övergår i moränlera och berg. Genom området rinner Orgbäcken. Sedimentdjupet varierar från 0,2 meter till över 0,7 meter. Karteringen visar torv, leriga sediment, kalkgyttja samt **bleke**.

Våtmark K

Orgvåtar, en vid besöket mycket blöt agmyr, endast tillgänglig i kantzonen. Jordarterna enligt jordartskartan är vittringsjord och moränlera. Sedimentdjupet i kantzonen är 0,35-0,7 meter. Karteringen visar leriga sediment, torv och **bleke**, samt snäckskal i djupare lager. I en provpunkt kartrades från ytan och neråt: torv-lera-torv-bleke, d.v.s. spår av Östersjöns olika utvecklingsstadier som omväxlande höjt respektive sänkt området ovan/under vattenytan.

Våtmark L

Ett mycket litet agkärr nordväst om tåkten markerad som berg i jordartskartan. Sedimentdjupet var i den enda provpunkten 0,25 meter och bestående av sandig siltig lera.

Våtmark M

Kalkfuktäng söder om tåkten. Jordarterna enligt jordartskartan är svallsediment och moränlera. Tunna sediment max. 0,1 meter sandig jord med organiskt inslag.

Våtmark N

”Spiggkärret”, en stor och i juni fortfarande blöt agmyr 1,5 kilometer nordväst om tåkten. I nordöstra kanten finns en öppen källa med små fiskar vilket innebär att den alltid är vattenförande. Jordart enligt jordartskartan är kärrtorv. Karteringen visade torv, silt/lera och **bleke**. Ovanpå berget fanns vatten.

Våtmark O

Belägen i den norra delen av Natura 2000-området Bojsvåtar, axag-, knappagkärr med inslag av agkärr. Jordart enligt jordartskartan är vittringsjord och berg. Tunna sediment, 0,1–0,3 meter, sandig siltig lera som mot väster blir grusigare. Några punkter med snäckskal och ev. bleke i botten. Kalkavlagringar på vegetationen.

Våtmark P

Två våtmarker i den södra delen av Hejnum hållar. Vid besöket i september vattentäckta. Ett litet agkärr som enligt jordartskartan är kärrtorv karterades i kanten med 0,1–0,15 meter siltig lera. Den större våtmarken, enligt jordartskartan berg, mest utan vegetation men med ett litet agkärr karterades som tunna jordar, max. 0,15 meter, siltig lera med organiskt inslag.

Diskussion

Bleke hittades i våtmarker både söder och norr om File hajdar-tåkten. I de flesta områden där bleke karterats har bleken hittats i de djupaste lagren, direkt ovanpå berggrunden. Ibland har det varit svårt att skilja bleke från andra vittringsjordar då färgen kan vara lika. I kärren kunde förekomsten av bleke knytas till de platser där sedimentlagren är tjockast och där vegetationstypen är agmyr. I våtar och vid strandvallar karterades bleke oftast på samma sätt; i botten på sedimenten och ovanpå bergytan, men bleke och kalkgyttja karterades också i mer ytliga lager. Våtmarkerna uppe på Hejnum hållar är tydligt topogena på tätt berg.

Referenser

Lundqvist, G., Ernhold Hede, J. & Sundius, N. (1940). *Beskrivning till kartbladen Visby och Lummelunda*. SGU Aa 183.

Munthe, H., Ernhold Hede, J., Lundqvist, G. (1929). *Beskrivning till kartbladet Slite*. SGU Aa 169.

Munthe, H., Ernhold Hede, J., von Post, L. (1924). *Gotlands geologi. En översikt*. SGU C331.

Svantesson, S-I. (2008). *Beskrivning till jordartskarta över Gotland*. SGU K4.

SGU (2023). Jordartskarta över utredningsområdet. Tillgänglig:
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>.

Bilaga 4. Förändringsanalys av rikkärrsvegetationen under perioden 2010–2018

Inledning

Det saknas historiska inventeringar av vegetation och fauna som skulle kunna svara på om det har skett några förändringar i förekomsten av naturtyper och arter i Natura 2000-områdena. Därför är det inte möjligt att studera om de hittillsvarande täkterna haft en negativ påverkan på våtmarkerna. En metod för att ändå kunna studera om förändringar skett är att utföra en förändringsanalys. Den består av att använda gamla flygbilder och med hjälp av fjärranalys och flygbildstolkning se om några skillnader uppstått som skulle kunna bero på förändrad hydrologi.

Nu aktuell studie har gällt förändringar i våtmarksvegetationen under perioden 2010–2018. Metoden är vedertagen och handlar om att studera flygbilder och genom dem kartera vegetation. Denna kartering kan sedan jämföras med senare flygbilder och bör då visa på skillnader mellan tillfällena i det fall en påverkan skulle finnas. Vid tolkningen handlar det också om att ta ställning till vad eventuella skillnader kan bero på då våtmarker kan förändras av många olika orsaker, exempelvis utdikning eller avverkning.

Genomförande

Flygbildstolkningen utfördes i stereovy i programvaran Summit Evolution Lite med ArcMap 10.6. Infraröda ortofoton från 2010 (analoge flygbilder med 48 centimeters upplösning) respektive 2018 (digitala flygbilder med 24 centimeters upplösning) användes. IR-bilder är den typ av flygbilder som är bäst lämpade för studier av de flesta vegetationstyper, och synnerligen lämpliga i våtmarksmiljöer. Som underlag och stöd i tolkningen användes SLU:s markfuktighetskarta⁷, basinventeringen för Natura 2000-områden⁸ samt gjorda inventeringar av Calluna vad gäller vegetations- och naturtyper, upprinnor och källmiljöer samt kärrtyper (de flesta under 2018). För kalibreringens skull har också ett fältbesök av tolkande personal utförts under 2021.

Tolkningen innehöll tre kategorier baserade på de vegetationstyper som förekommer i området och möjligheten att flygbildstolka dessa:

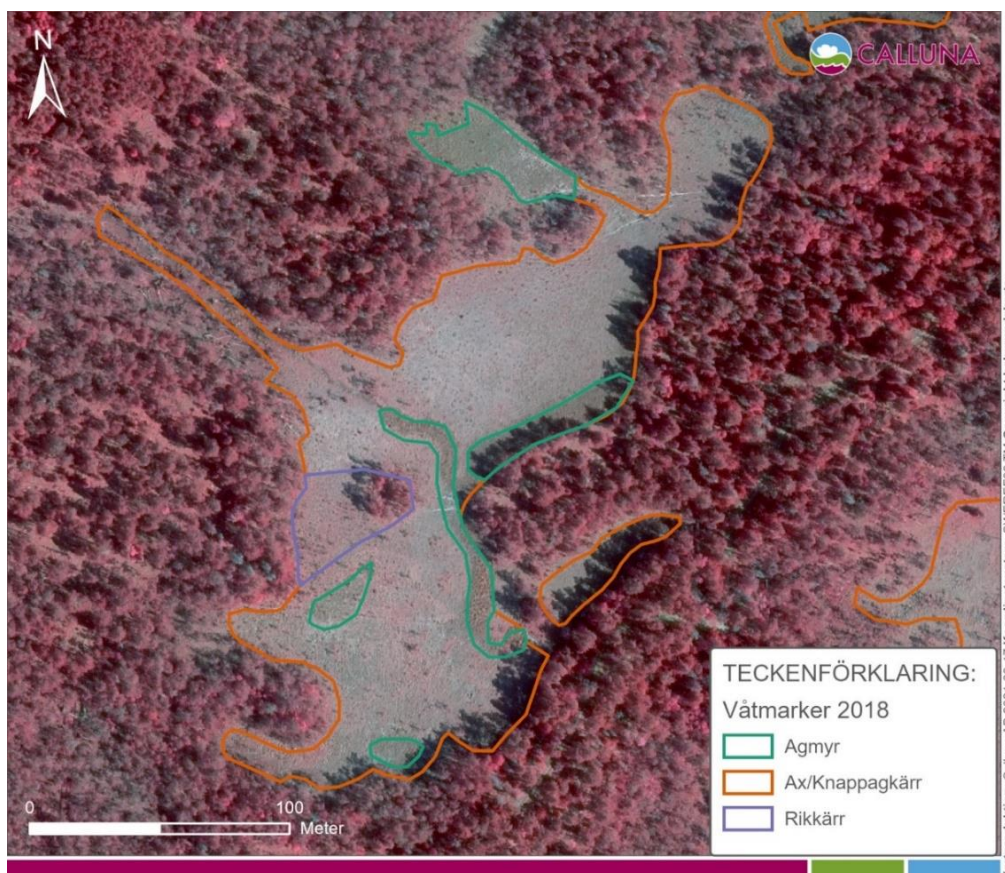
- Axag- och knappagkärr
- Agmyr
- Rikkärr, kalkfuktäng och blååtelfuktäng

Området som flygbildstolkades är de norra delarna av Hejnum Kallgate Natura 2000-område, vilket är det mest relevanta området med hänsyn till att det ligger närmast File hajdar-täkten (de närmaste våtmarkerna ligger ca 1 250 meter från File hajdar-täkten). I figur 1 nedan ses ett exempel på tolkningen av 2018 års flygfoton.

Under den studerade perioden har metoden för IR-bilder utvecklats och numera används digital teknik med högre upplösning. Den lägre upplösningen i 2010 års bilder ger främst svårigheter i att tolka vegetationstyperna i och kring skogspartier – dels på grund av skuggighet, dels på grund av barr- och lövtäckningen. Det har märkts av på så vis att två mindre områden, för vilka det inte varit möjligt att tolka 2010 års flygbilder, har varit tvungna att uteslutas från studien. Detta illustreras i figur 2 och medför att en viss felmarginal uppstår.

⁷ SLU Markfuktighetskarta, Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel, SLU

⁸ Naturvårdsverket: Basinventering av Natura 2000 och skyddade områden 2004–2008 Beskrivning av genomfört projekt, (<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5990-3.pdf>)



Figur 1. Exempel på tolkningen av 2018 års flygfoton.



Figur 2. Till vänster (2018) syns våtmarksstrukturen tydligt och markeras i gult. Till höger (2010) är strukturen mer svårtolkad och skiljer sig ej nämnvärt från omgivningen. Detta är ett av två områden som uteslutits p.g.a. den sämre upplösningen i 2010 års flygbilder.

Resultat

Av tabell 1 framgår resultaten av tolkningen. Inga betydande skillnader kunde ses på flygbilderna, utan den totala våtmarksarealen är i stort sett densamma 2018 som den var 2010 (knapp 145 ha). Skillnaderna som noterades är att betrakta som inom felmarginalen, vilket betyder att det av förändringsanalysen inte går att härleda några effekter av täktverksamheten. En viktig del i förändringsanalysen har varit att studera om gränser för vegetationen har flyttats. När 2010 respektive 2018 års gränser har jämförts så har inga sådana förändringar kunnat identifieras.

Tabell 1. Resultat av förändringsanalys av vegetationstyper mellan år 2010 och 2018.

Vegetationstyp	Areal 2010 (ha)	Areal 2018 (ha)
Agmyr	2,6452	3,0472
Ax/knappagkärr	117,7670	118,6667
Blåtåtelvuktäng	11,2574	11,2574
Rikkärr	12,9886	11,8380
Totalsumma	144,6582	144,8093

Bilaga 5. Analys av vegetationsförändringar 1974–2018

Inledning

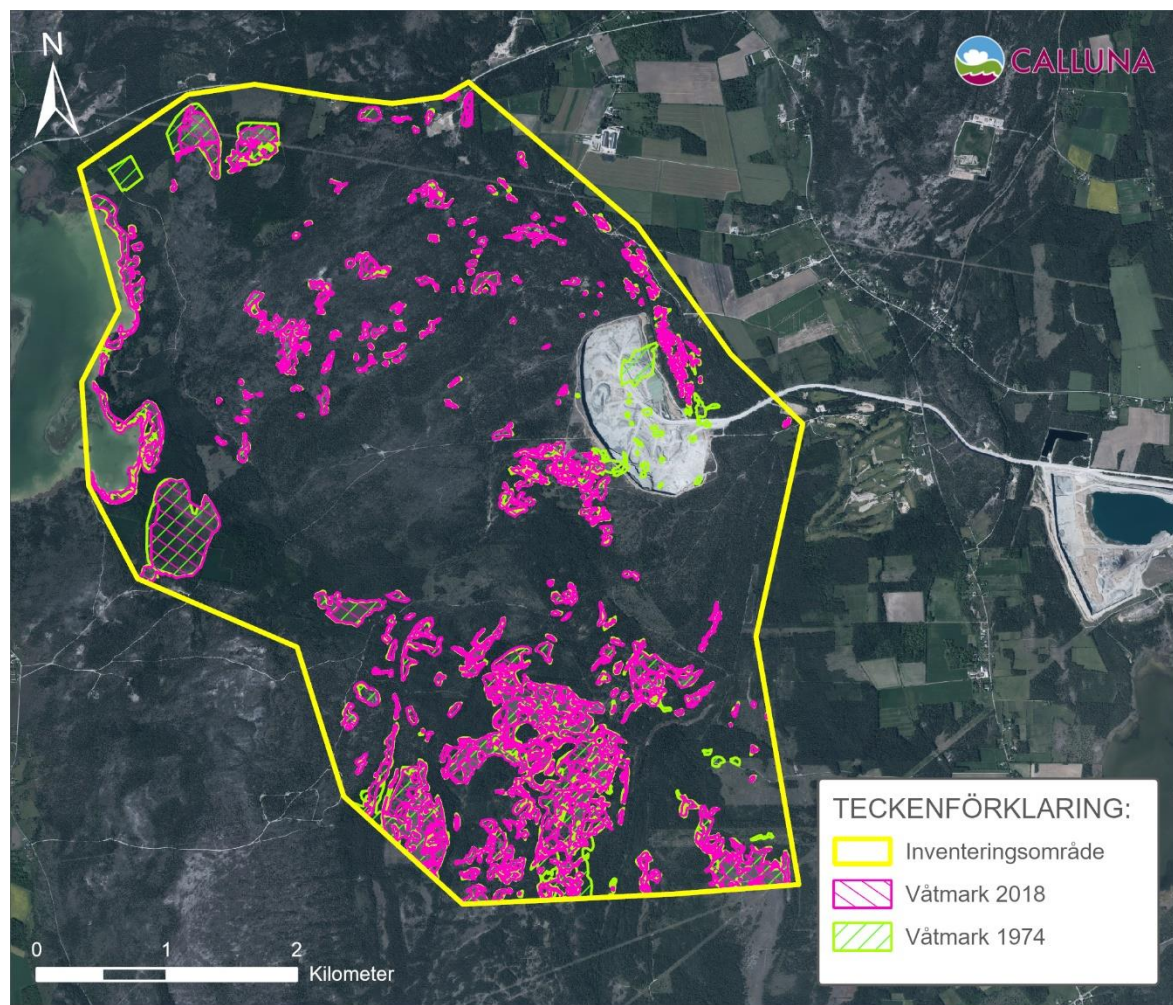
Calluna AB har genom fjärranalys av flygbilder genomfört en manuell kartering av våtmarker år 1974 respektive 2018, i syfte att utreda om verksamheten i File hajdar-täkten haft någon indirekt (hydrologisk) påverkan på utbredningen av våtmarker under motsvarande period. Studien har genomförts av Axel Linder.

Genomförande

Flygbildstolkning utfördes manuellt i stereovy i programvaran Summit Evolution 8.0 i tandem med ArcMap 10.8.2. I stereovyn användes Nvidia 3D vision aktiva glasögon.

De ortografiska flygbilderna tillhandahölls av Lantmäteriet. Flygbilder för 2018 togs den 24:e maj och har en upplösning på 48 cm. De analoga bilderna för 1974 togs den 28:e maj. Flygbilder från 1958 har även använts som stöd vid bland annat utvärdering av antropogen påverkan samt igenväxningsgrad.

Som stöd i flygbildstolkningen användes Nationellt marktäckedata, Natura 2000-naturtyper, Ekonomiska kartan, Lantmäteriets terrängkarta, markfuktighetskartan och Gotlands BRO OK orienteringskarta (tab. 1).



Figur 1. Översiktlig kartbild över funna våtmarker 1974 och 2018.

Tabell 1. Spatiala underlag som använts i studien.

Namn	Organisation	År
Nationellt marktäckedata	Naturvårdsverket	2018
Natura 2000-naturtyper	Naturvårdsverket	2022
Ekonomiska kartan	Lantmäteriet	1978
Terrängkartan	Lantmäteriet	2022
Markfuktighet	SLU	2021
Orienteringskarta	Gotlands BRO OK	2005

Utöver dessa underlag utfördes en fältinventering under juli 2022 där utförd flygbildstolkning kontrollerades samt kompletterades på utvalda platser i området.

Vid tolkning delades våtmarkerna upp i 4 grupper:

- Agmyr
- Ax- eller knappagkärr
- Fukthed
- Rikkärr eller kalkfuktäng utan axag eller knappag

Direkt påverkan och övrig påverkan

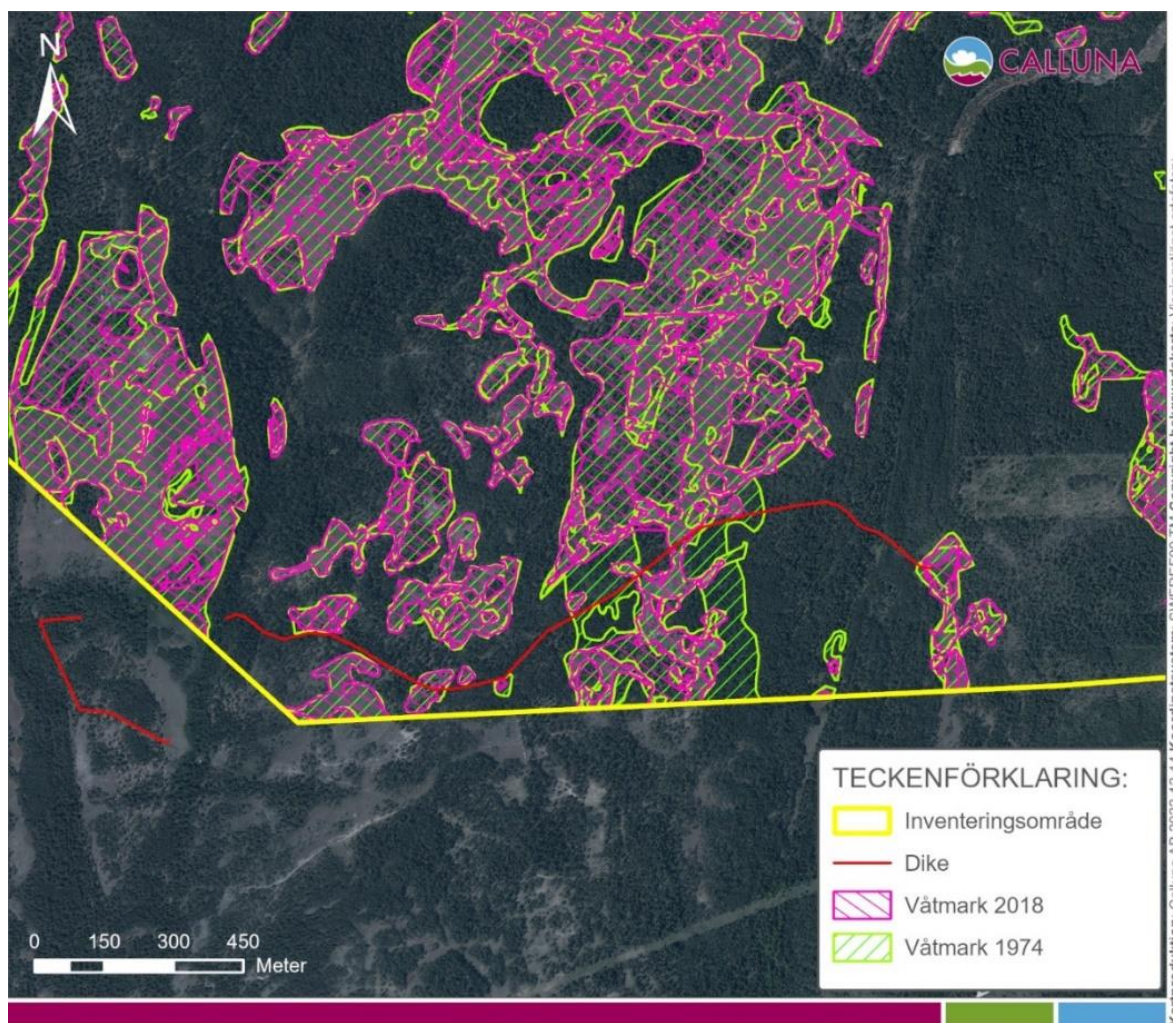
Vid brytningen har en del våtmarker som tidigare låg på platsen antingen helt försvunnit eller så har de delvis påverkats av tåkten.

I och vid en stor del av våtmarkerna har även annan verksamhet skett, utöver täktverksamheten, vilket kan påverka hydrologin i området. Dikning i olika former förekommer inom inventeringsområdet, till exempel vid Rövätar, Killingmyr, Rysselhagen, Bojsvätar samt vid Tingstäde träsk. Efter 1958 har dikning utförts från Rövätar i Kallgatburgs naturreservat till den nordvästra gränsen av Bojsvätars naturreservat. I inventeringsområdets nordöstra del har täktverksamhet, orelaterad till Heidelberg Materials verksamhet, troligen givit upphov till fuktiga marker i dess direkta närhet.

Resultat

Resultatet visar på en minskning av våtmarker, från cirka 349,3 ha år 1974 till cirka 317,6 ha år 2018, en minskning med 31,7 ha (tab. 2).

En del våtmarker har helt eller delvis försvunnit då marken tagits i anspråk av tåkten eller uppenbart påverkats av annan verksamhet. När dessa områden undantas så har utbredningen av våtmarker knappt förändrats från år 1974 till år 2018; skillnaden är bara cirka 0,4 ha (tab. 3).



Figur 2. Kartbild över dikning mellan Kallgatburg och Bojsvåtar.

Tabell 2. Totala arealer i hektar för våtmarker åren 1974 och 2018.

Våtmarkstyp	Area 1974 (hektar)	Area 2018 (hektar)
Agmyr	35,93	36,81
Ax- eller knappagkärr	137,54	150,75
Fukthed	28,82	21,52
Rikkärr eller kalkfuktäng utan axag eller knappag	147,03	108,53
Totalt	349,32	317,62

Tabell 3. Ytor i hektar för våtmarker där ingen direkt påverkan från File hajdar-täkten eller övrig påverkan från diken etc. (ej relaterade till File hajdar-täkten) kunnat identifieras.

Våtmarkstyp	Area 1974 (hektar)	Area 2018 (hektar)
Agmyr	24,01	25,87
Ax- eller knappagkärr	57,00	69,05
Fukthed	19,65	20,70
Rikkärr eller kalkfuktäng utan axag eller knappag	72,40	57,01
Totalt	173,06	172,63

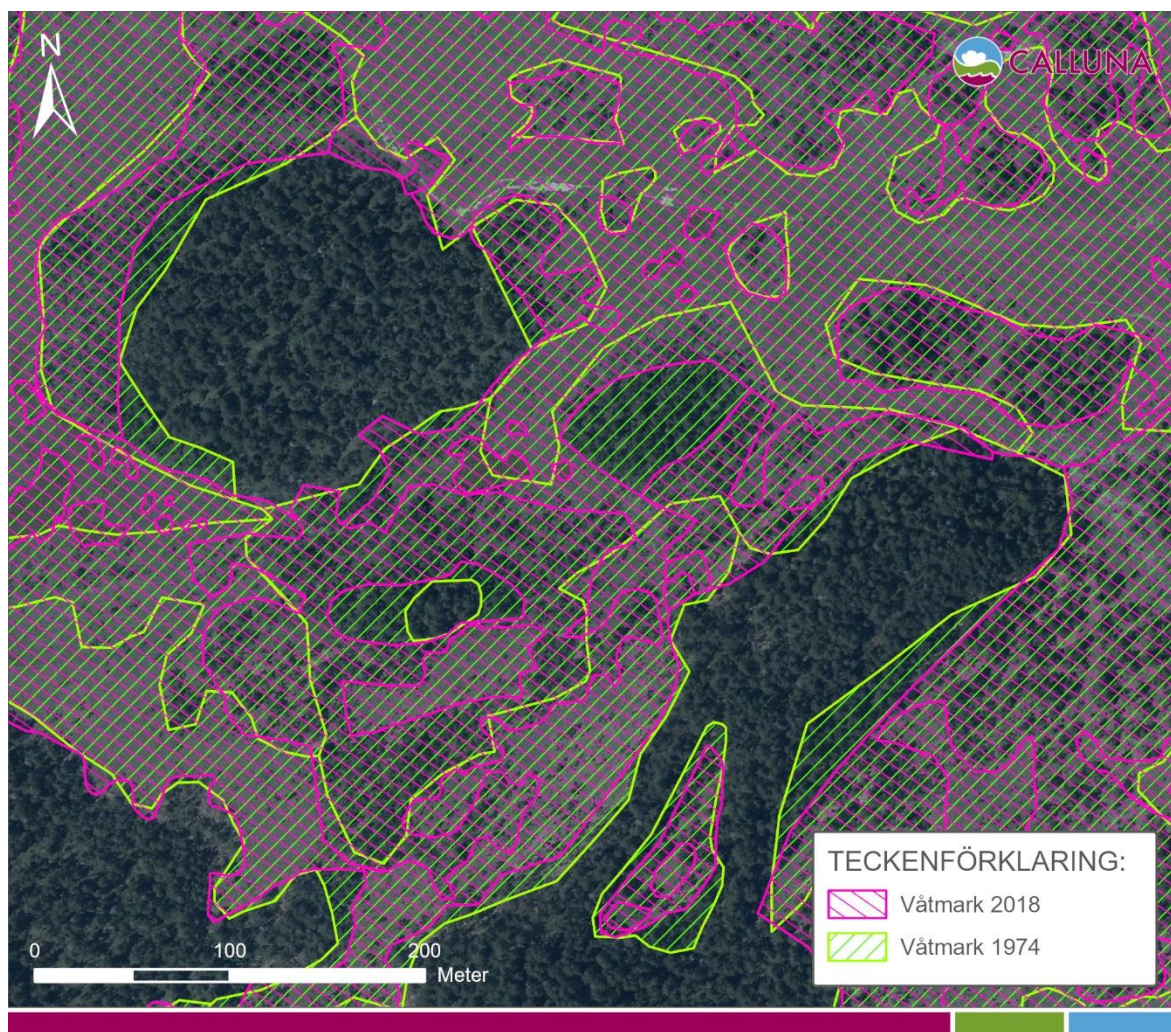
Diskussion

Våtmarkerna inom inventeringsområdet uppvisar ingen uppenbar förändring i utbredning när direkt påverkan från File hajdar-täkten och övrig påverkan från diken etc. (ej relaterade till File hajdar-täkten) räknas bort, vilket indikerar att täktverksamheten inte påverkat den ytnära hydrografen nämnvärt. Dock syns mindre skillnader i utbredning på vissa platser såsom exempelvis direkt väster om täkten, vid Tingstäde träsk samt vid de större våtmarkerna vid Hejnum Kallgate.

Störst skillnader syns vid de våtmarker där diken förekommer. Det kan antas att dikningen har haft en signifikant påverkan på utbredningen av våtmarker. Ett undantag är Orgvatar, där ingen större skillnad i utbredning syns. Men däremot har våtmarkstypen förändrats, där våtmarken tidigare varit dominerad av agmyr men sedan övergått till en inbladning av ax- eller knappagkärr. I området kring Orgvatar har även en del avverkning förekommit genom åren, vilket kan påverka hydrologin.

Vad gäller skillnaderna direkt väster om täkten, förekommer vissa nyansskillnader i flygbilderna som kan ha påverkat tolkningen. På grund av dess närhet till själva täkten är det dock svårt att utesluta att det inte har skett någon påverkan från täktverksamheten.

Om man ser till de områden som inte har utsatts för vare sig någon direkt påverkan eller övrig påverkan, förekommer de största förändringarna vid Hejnum Kallgate vid de trädklädda våtmarkerna som nu har förtätats till den grad att de inte längre kan bedömas som våtmark (fig. 9).




Figur 3. Viss igenväxning syns i Hejnum Kallgate.

Vid Tingstade träskstrand har det skett en del igenväxning samt förändring i utbredning av agmyr. Exakt anledning är svår att härleda, dock finns äldre diken i den norra och södra delen vilket gör att de räknas bort.

Stora skillnader syns i våtmarkstyper mellan åren för kartering även när övrig påverkan, såsom dikning, uteslutits. Till exempel har andelen i kategorin rikkärr eller kalkfuktäng utan axag eller knappag minskat med 15,4 ha. Alla våtmarkstyper är känsliga för förändring i vattenföring vilket kan innebära att en påverkan på hydrologin har skett.

Generellt har de historiska analoga flygbilderna från 1974 en sämre kvalitet än de digitala bilderna från 2018 vilket ger en viss osäkerhet i bedömningen. Störst osäkerhet finns vid något trädklädda våtmarker där krontäckningen kan dölja marktäcket på bilderna med sämre kvalitet. Kvaliteten på de moderna bilderna i kombination med stereovy möjliggör en bättre tolkning av marktäcket där krontäckning förekommer. Detta gör att det generellt finns en viss osäkerhet i exempelvis kantzoner på våtmarker, vilket innebär att våtmarker utifrån bilder från 1974 kan ha tolkats som mindre eller större. Bedömning av våtmarkstyp görs oftast genom färgnyans och struktur, på grund av den sämre kvalitén på flygbilderna från 1974 är bedömningen av våtmarkstyp svårare för de äldre flygbilderna.

Sammanfattningsvis kan konstateras att studien inte har identifierat några större skillnader i våtmarkernas utbredning mellan åren 1974 och 2018, när den direkta påverkan från File



hajdar-täkten och övrig påverkan av diken etc. (ej relaterad till täktverksamheten) undantas från bedömningen, se tab. 3. Dock finns vissa osäkerheter i karteringsmetoden samt till vilken grad övrig påverkan, såsom diken, har påverkat våtmarkerna.

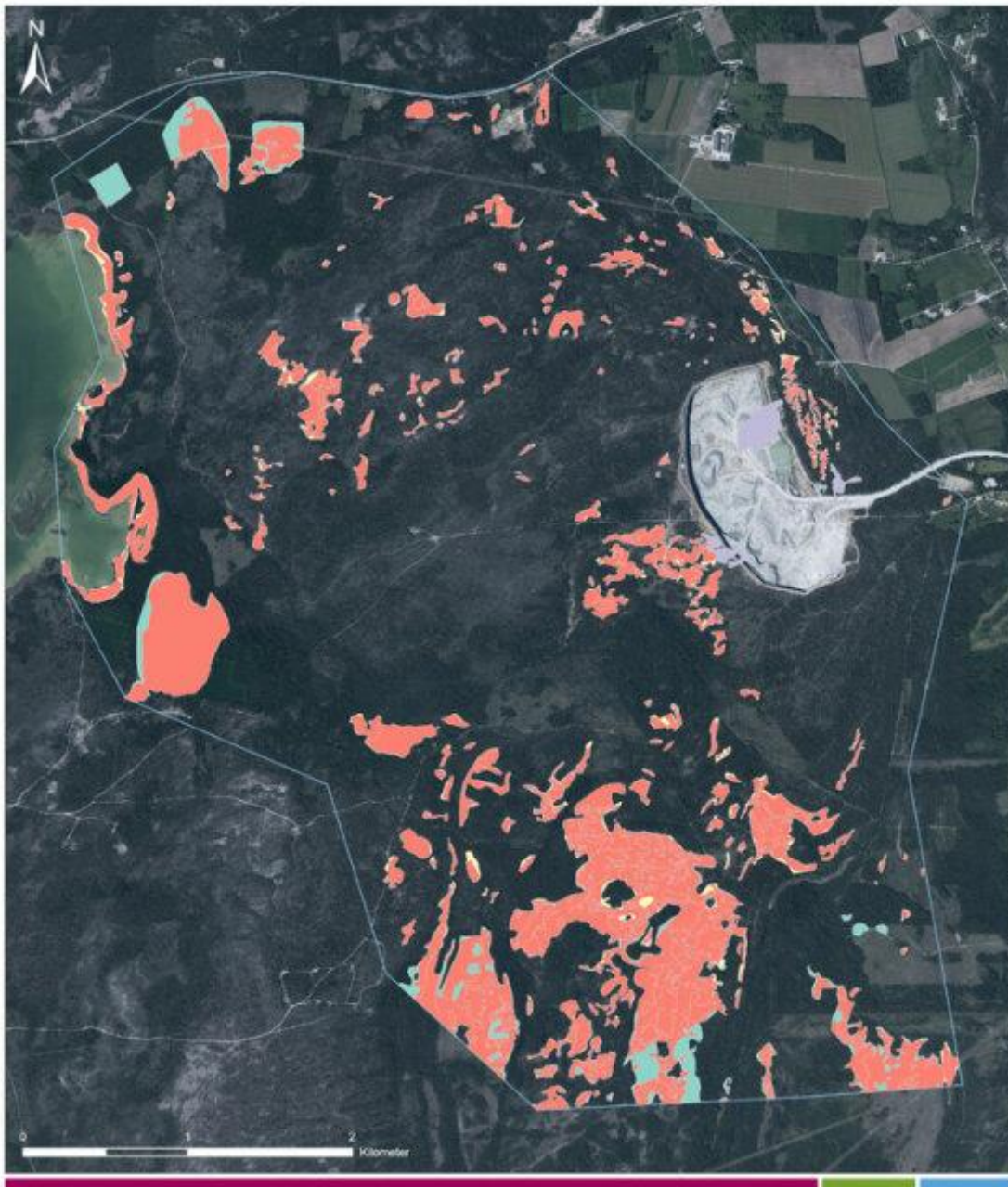
Påverkan från diken utgör också en svårighet i avvägning i avgränsning av eventuell påverkan. I denna studie har en ungefärlig avgränsning av exempelvis dikespåverkade områden gjorts där hänsyn till exempelvis avrinningsområden ej har undersökts närmare. På grund av att hydrologin ej kartlagts helt så går det ej att utesluta att de dikespåverkade områdena endast påverkats av just dikning och ej andra faktorer såsom täktverksamheten.

Referenser

SLU Markfuktighetskarta, Institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel, SLU.

TECKENFÖRKLARING:

- Inventeringsområde
- Våtmarker 2018
- Våtmarker 1974
- Direkt påverkan
- Förmodad påverkan från annat än täktverksamhet.



Figur 4 Våtmarker enligt kartunderlagen 1974 och 2018, samt förändringar i utbredning.

Bilaga 6. Kärlväxtinventering

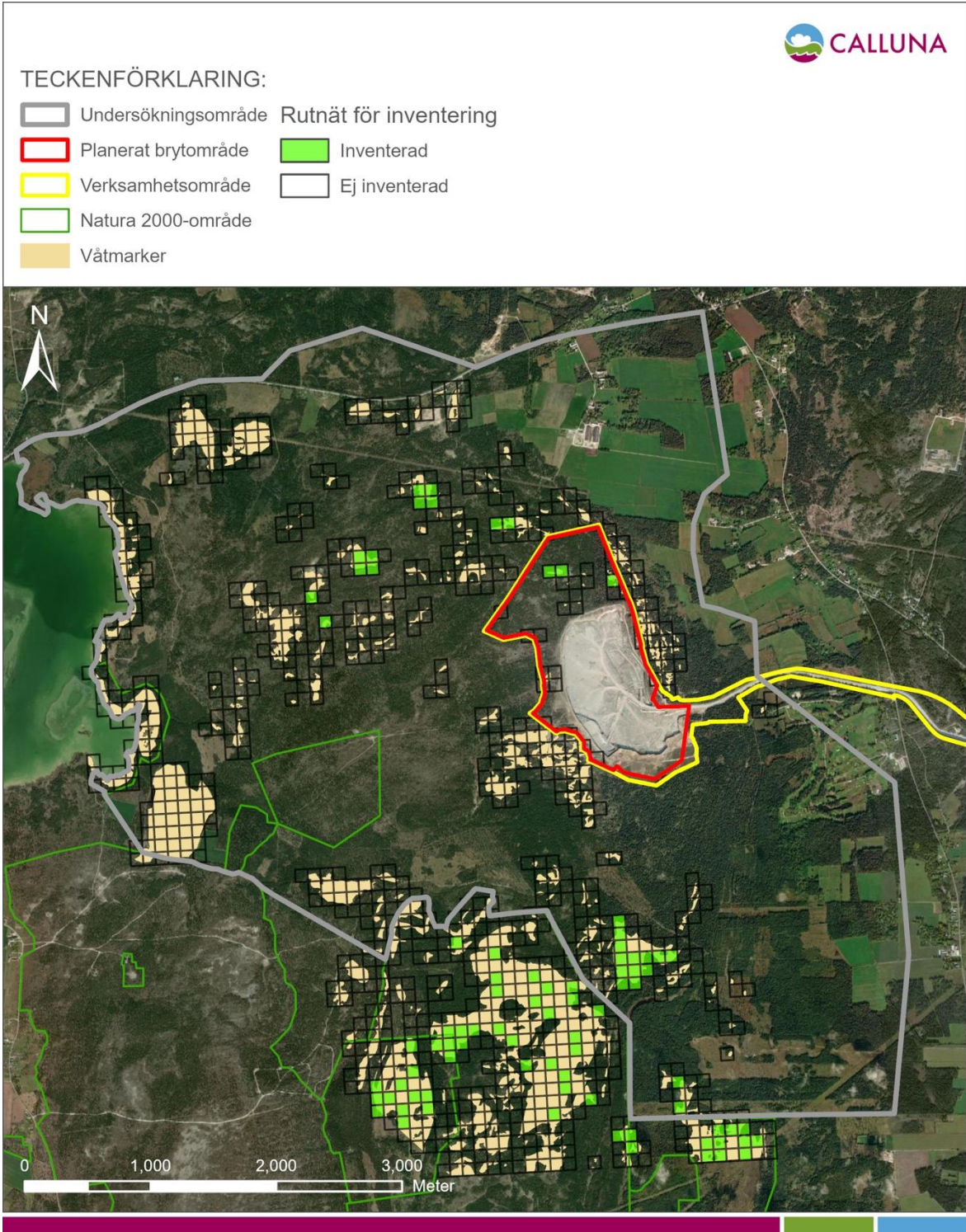
Kärlväxter är viktiga i rikkärr, inte minst för att den speciella artsammansättningen är huvudkomponenten för de olika vegetationstyper som bildar naturtypen rikkärr. Flera kärlväxter är också typiska för källmiljöer och därmed goda indikatorer för grundvattenutströmning.

Metodik

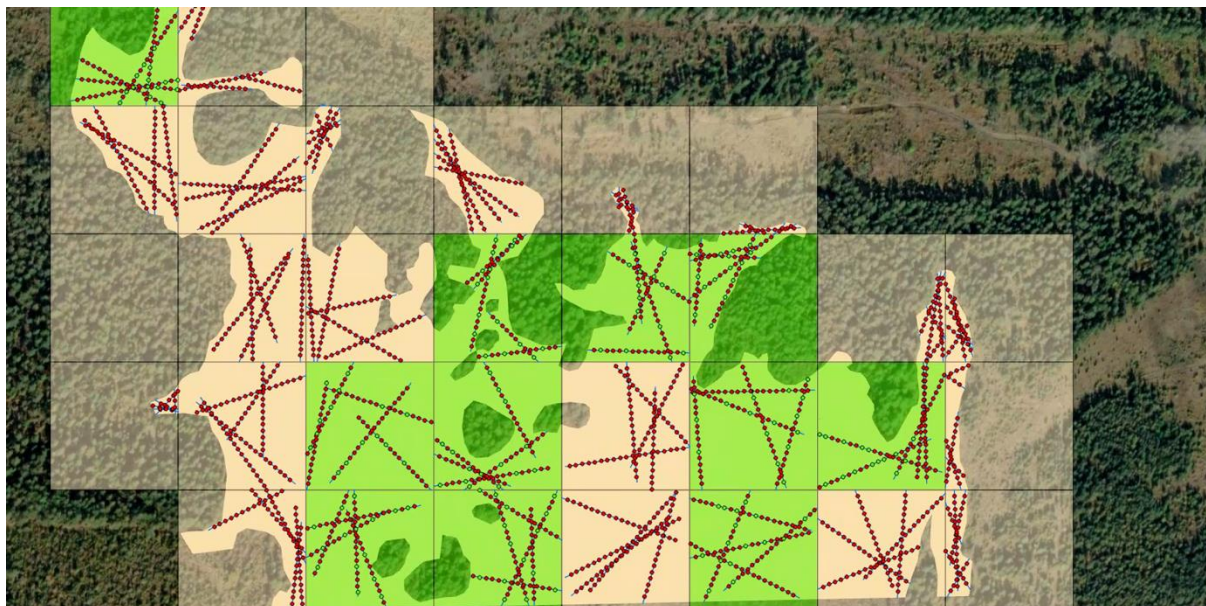
Som en kvantitativ komplettering till den tidigare vegetationskarteringen har det under 2023 gjorts en kärlväxtinventering av rikkärrsmiljöer i Natura 2000-områdena Bojsvätar, Kallgatburg och Hejnum Kallgate samt uppe på File hajdar.

Den kvantitativa undersökningen av kärlväxtfloran har gjorts för att öka kunskapen om artsammansättningen i rikkärren och som ett underlag till ett miljöövervakningsprogram av rikkärr för att långsiktigt kunna följa utvecklingen i artsammansättning och täckningsgrad av kärlväxter i Natura 2000-områdena och på File hajdar. Valet av provytor gjordes systematiskt med hjälp av hektarsrutor (100x100 m) och slumpmässigt valda transekter, där provytor placerades var 5:e meter, se vidare figur 1 över var inventeringen har ägt rum. För utslumpningen av transekter 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 av så kallade kanteffekter. Med "kanteffekter" menas att floran i gränsområden mellan olika vegetationstyper präglas av att ligga i en gränsson och därför inte brukar vara lika väl utvecklad som mer centrala delar i en vegetationstyp. Eftersom inventeringen har som syfte att dokumentera rikkärr är det viktigt att reducera kanteffekterna.

Provytorna längs transekterna bestod av rockringar med en inre diameter på 80 cm vilket motsvarar ca 0,5 m². Minst 15 rockringar har inventerats i varje hektarsruta och varje kärlväxtarts täckningsgrad har uppskattats i hela procenttal ner till den minsta klassen "under en procent". Bestämning av kärlväxtarter har utförts i fält med hjälp av Mossbergs Nordiska floran.



Figur 1. Kartan visar inom vilka områden som inventering skett i hektarsrutor. Inom hektarsrutorna har provytor längs utslumpade transekter inventerats med hjälp av vanliga rockringar.

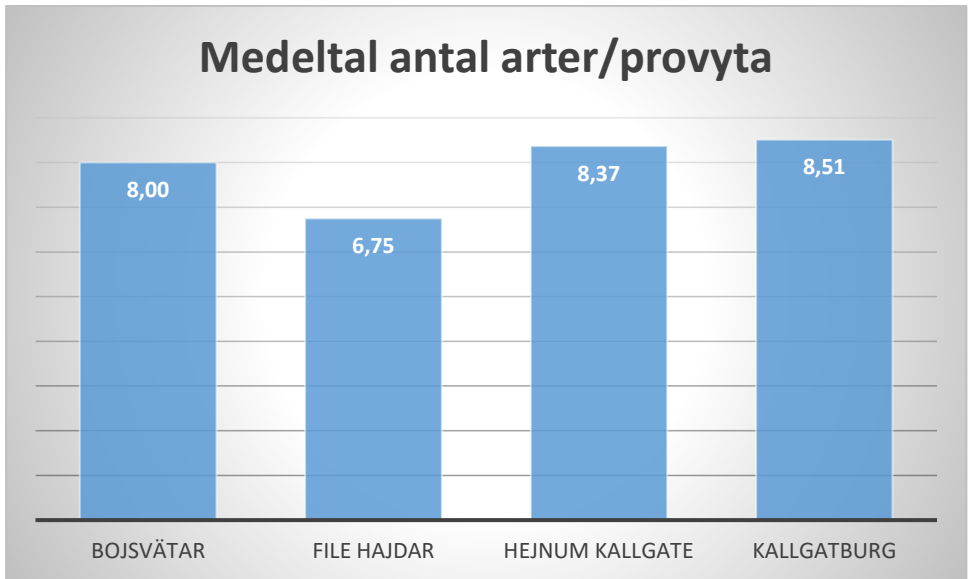


Figur 2. Exempel på utslumpade transekter och systematiskt utlagda inventeringspunkter inom varje hektarsruta. De gröna punkterna representerar provpunkter som inventerats med en rockring.

Resultat

Totalt har 1177 rockringar analyserats varav 345 rör File hajdar, 135 Kallgatburg, 329 Hejnum Kallgate och 181 Bojstvåtar. 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 blååtäl. Även knappag hör till de vanligare arterna medan axag är ovanligt. Bland örter sticker blodrot ut och är vanligt förekommande. Av de typiska rikkärrsarterna är majviva den vanligaste men har trots det en allmänt låg frekvens. Rikkärrsarter 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 först 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 2). Artrikast är Kallgatburg och därefter Hejnum Kallgate. Bojstvåtar är något mer likformig. Kallgatburg sticker också ut vad gäller förekomsten av typiska arter där exempelvis gräsull är betydligt vanligare än i andra områden.



Figur 3. 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 artfattiga med endast ett fåtal arter i medeltal per rockring och att det då handlar om de vanligaste arterna som förekommer. Exklusivare rikkärrsarter 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 på våren.

Referenser

Mossberg, B. och Stenberg, L. (2018). Nordens flora.

Bilaga 7. Mossinventering

Inledning

Två inventeringar har genomförts för att identifiera förekomst av hydrologiskt känsliga miljöer med en värdefull mossflora och för att skapa en så heltäckande kunskap som möjligt om mossfloran i rikkärren i närheten av File hajdar och Natura 2000-områdena: Grodvät, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvåtar.

Under nov–dec 2022 undersöktes mossfloran i sammanlagt 125 ha fördelat på 201 rikkärr i undersökningsområdet. Rikkärren i ovanstående områden (förutom Bojsvåtar) inventerades på vilka mossor som förekom i kärren och beskrevs utifrån naturtyp, vegetation, strukturer och förekomst av källpåverkan. Källmiljöer identifierades med hjälp av mossor som är beroende av konstant flöde av ytligt grundvatten dvs. källberoende mossor eller mossor som är känsliga för uttorkning dvs. källgynnade och/eller fuktighetskrävande mossor.

Under maj 2023 undersöktes mossfloran i sammanlagt 155 ha rikkärr (samma områden som 2022 samt ytterligare 30 ha). Natura 2000-områdena och File hajdar inventerades på vilka mossor som förekom i kärren och beskrevs utifrån naturtyp, vegetation, strukturer och förekomst av källpåverkan. I de större våtmarksområdena samt i tre av källorna utfördes dessutom en kvantitativ undersökning av mossfloran för att långsiktigt kunna följa utvecklingen i artsammansättning och täckningsgrad av mossor.

Inventeringarna har genomförts av Linda Johannesson och Jesper Wadstein.

Gotlands mossflora och dess påverkan av hydrologiska förhållanden

Rikkärr och källmiljöer är båda artrika miljöer som karakteriseras av kalkgynnade och fuktighetskrävande arter.

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). Naturtyperna kalktuffkällor samt källor och källkärr har otillfredsställande respektive dålig bevarandestatus och såväl arterna knutna till miljöerna och kvaliteten på naturtyperna har en negativ trend i södra Sverige (Naturvårdsverket 2022).

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 i princip är ständigt vattenförande

(Martinsson 1997). Förekomsten av sådana hydrologiskt känsliga mossor kan därför användas för att på ett biologiskt sätt analysera grundvattennivåer och grundvattenutströmning.

Översiktlig inventering av mossor i rikkärr

Inventeringsområdet omfattar endast våtmarksmiljöer vilka samtliga besöktes i fält. Minsta karteringsenhet för rikkärr var under inventeringen 0,1 ha medan källmiljöer inventerades oavsett storlek. I fält konstaterades naturtyp baserat på vegetationstyper i Norden (Påhlsson 1994) och våtmarker på Gotland (Martinsson 1997) men med en förenklad terminologi: axagkärr, knappagkärr, rikkärr (utan axag/knappag), källpåverkad mark och källa. Områden med dessa naturtyper inventerades på mossor i syfte att översiktligt beskriva mossfloran och identifiera förekomst av olika arter.

År 2022 och 2023 inventerades artförekomst genom att aktivt söka efter variationer i rikkärret som är viktiga för olika arter. Indikatorarter användes för att identifiera källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer (Calluna internt material, Naturvårdsverket 2017, Hallingbäck m.fl. 2006, Hallingbäck 2008, Hedenäs och Hallingbäck 2014).

Källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer har definierats som:

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

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

Källgynnade mossor (arter som kräver yttlig 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).

Kvantitativ miljöövervakning med provytor

År 2023 gjordes en inventering av artförekomst och kvantitativ undersökning av mossfloran (arternas täckningsgrad och frekvens) i Natura 2000-områdena genom semipermanenta provytor i rikkärr samt permanenta provytor i källor med omgivande källkärr. I varje provyta noterades samtliga mossarters förekomst och täckningsgrad. Förekomst av typiska arter för rikkärr (Naturvårdsverket 2011a) och kalktuffkällor (Naturvårdsverket 2011b) är sammanställt i resultaten men eftersom det inte är en heltäckande inventering så kan det finnas fler typiska arter i respektive område. Val av provytor gjordes systematiskt med hjälp av hektarsrutor (100x100 m) och slumpmässigt valda transekter, där provytor inventerades var tionde meter. Minst 10 hektarsrutor och minst 150 provytor i storlek av en rockring (80 cm i diameter) undersöktes i varje större våtmarkskomplex.

Inventering av permanenta provytor i källor med omgivande källkärr omfattade en källa strax norr om Natura 2000-området Grodvät, ett källområde vid Orghagar och ett källområde vid Kallgatburg. Källan i Kallgatburg fungerar som kontrollområde då källan inte bedöms kunna påverkas av täktverksamheten. Kring varje källa valdes ett källpåverkat område (10x12 m) ut där sex stycken 12 meter långa transekter lades ut. Längs med varje transekt inventerades 25 provytor (20x20 cm).

Resultat

File hajdar

Mossfloran på File hajdar varierar mycket mellan de olika rikkärren men utgörs till största del av rikkärnsarter som tål perioder av uttorkning. Det finns även rikkärr med arter som är mer knutna till alvarvätar. 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. I de mer låglänta norra delarna förekommer en artificiell källsjö med källberoende och källgynnade arter och flera naturliga källor med mossor typiska för kalktuffkällor.

(Objekt 1-44, 202, 223-227. Objektnumren visas i kartorna)

Förekomst av typiska arter för rikkärr:

Korvskorpionmossa, fetbålmossa *Aneura pinguis*, späd skorpionmossa, korvgulmossa *Pseudocalliergon turgescens*, källtuffmossa och stor skedmossa.

Totalt 6 antal typiska arter, där korvskorpionmossa och fetbålmossa har högst frekvens; 60 % respektive 25 %. Med frekvens avses procentandel av provytorna som respektive mossa förekommer i.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Källtuffmossa, kalkkällmossa, klotuffmossa och kamtuffmossa.

Totalt 4 antal typiska arter. Arterna ej detekterbara i frekvensanalysen för hela området.

Nordost om Tingstäde träsk

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.

(Objekt 45-71)

Källa vid Tingstäde träsk (permanent provyta)

Källan i Tingstäde träsk är belägen i östra kanten av sjön och 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* förekommer frekvent men i lägre täckningsgrad. Där källan rinner upp under träden finns källgräsmossa, källtuffmossa, 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 kalkkammosa *Ctenidium molluscum*. Fetbålmossa, kärrmörkia *Moerckia flotoviana* och kärrspärrmossa *Campyliadelphus elodes* förekommer sparsamt i källan med en låg täckningsgrad.

(Objekt 57)

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Klotuffmossa och källtuffmossa.

Totalt 2 antal typiska arter. Klotuffmossa och källtuffmossa har en frekvens på 30 % respektive 20 %.

Natura 2000-området Grodvät

Trots förekomst av rörligt markvatten och utfällning av kalk kommer grundvattnet sällan eller endast kortare perioder upp till ytan, då mossor knutna till ytliga källflöden saknas. Axagkärren består i stället mestadels av arter som tål korta perioder av uttorkning. En hög täckningsgrad av typiska rikkärsmossor och rikliga förekomster och täckningsgrader av korvskorpionmossa och späd skorpionmossa indikerar dock att många kärr i området sällan torkar ut helt. I skogskanten i södra delen finns inslag av beståndsbildande förekomster av späd skorpionmossa vilket normalt brukar indikera ytlig källpåverkan, men kan även bero på att området översvämmas av Tingstäde träsk.

(Objekt 63-71)

Förekomst av typiska arter för rikkärr:

Korvskorpionmossa, späd skorpionmossa, fetbålmossa, kärrmörkia och bandpraktmossa. Totalt 5 antal typiska arter, där korvskorpionmossa och späd skorpionmossa och fetbålmossa har högst frekvens; 70 %, 30 % respektive 5 %.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Inga typiska arter påträffades.

Orgvåtar, Djupdal (NO Hejnum Kallgate)

Kärren vid Orgvåtar, Djupdal, har en mossflora dominerad av typiska rikkärtsarter med några kärr som tidigt torkar ut tidigt men framför allt flertalet kärr med ytlig påverkan av grundvatten och översvämnings från Orgbäcken. Kärren NO om Hejnum Kallgate har en mycket låg täckningsgrad av typiska rikkärtsarter (ej kalkkammosa) 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.

(Objekt 72-92)

Förekomst av typiska arter för rikkärr:

Fetbålmossa korvskorpionmossa, späd skorpionmossa, klotuffmossa och stor skedmossa. Totalt 5 antal typiska arter, där fetbålmossa och korvskorpionmossa har högst frekvens; 5 % respektive 5 %.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Källtuffmossa, klotuffmossa och kalkkällmossa.

Totalt 3 antal typiska arter. Arterna ej detekterbara i frekvensanalysen för hela området.

Natura 2000-området Hejnum Kallgate

De flesta av kärren har en mossflora dominerad av typiska rikkärtsarter som tål en period av uttorkning. Generellt verkar mossor ha svårt att överleva i det stora våtmarkskomplexet, troligen till följd av att bottenkiktet täcks av ett lager av bleke och har extrema vattenfluktuationer. I flera av kärren och utmed Orgbäcken förekommer korvskorpionmossa och späd skorpionmossa allmänt, vilket indikerar att delar av kärren i området endast torkar upp under kortare perioder. Ett par områden har en mossflora som indikerar tillfällig källpåverkan av ytligt grundvatten och i nordvästra delen finns ett stort källpåverkat område med en mossflora typisk för kalktuffkällor.

(Objekt 93-159, 190-201)

Förekomst av typiska arter för rikkärr:

Fetbålmossa, korvskorpionmossa, späd skorpionmossa, klotuffmossa och stor skedmossa.

Totalt 5 antal typiska arter, där fetbålmossa och korvskorpionmossa har högst frekvens; 5 % respektive 5 %.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Källtuffmossa, klotuffmossa och kamtuffmossa.

Totalt 3 antal typiska arter. Arterna ej detekterbara i frekvensanalysen för hela området.

Källa i Orghagar (permanent provyta)

Längst i nordväst inom Hejnum Kallgate ligger ett omfattande källkärr längs med och på nedansidan av en stor strandvall från Östersjöns tidiga skeden (Yoldiahavet/baltiska issjön). I källkärret finns flertalet källor. Mossfloran i källan domineras av guldspärrmossa, klotuffmossa och kärrbryum. Även stor fickmossa och kärrspärrmossa är vanliga. Uppe på torrare tuvor växer allmänt med kalkkamossa och inslag av sumpspärrmossa. Sparsamt i kärret växer även späd skorpionmossa, kamtuffmossa, fetbålmossa, spåmossa *Funaria hygrometrica*, spjutmossa *Calliergonella cuspidata* och jordmossor *Dicranella sp.* Själva källflödena är antingen helt fria från vegetation eller dominerade av klotuffmossa eller kärrbryum. Mossfloran är typisk för kalktuffkällor i öppna miljöer och beroende av ständigt vattenförande kalkrikt grundvatten.

(Objekt 93)

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Klotuffmossa och kamtuffmossa.

Totalt 2 antal typiska arter. Klotuffmossa och kamtuffmossa har en frekvens på 10 % respektive 2 %.

Natura 2000-området Kallgatburg

De flesta av kärren har en mossflora dominerad av typiska rikkärrsarter som tål en period av uttorkning med inslag av partier med fuktighetskrävande mossor som indikerar att delar av kärren i området endast torkar upp under kortare perioder. I västra kanten finns en mossflora som indikerar att stora områden är tillfälligt påverkade av ytligt grundvatten. Flera källor med en mossflora typiskt för kalktuffkällor identifierades men även en konstant vattenförande källa och ett periodvis översvämmat källpåverkat kärr som har en källgynnad mossflora som indikerar mer näringsrika förhållanden.

(Objekt 160-188)

Förekomst av typiska arter i rikkärr:

Fetbålmossa, korvskorpionmossa, späd skorpionmossa, klotuffmossa, brandpraktmossa, källtuffmossa och stor skedmossa.

Totalt 7 antal typiska arter, där korvskorpionmossa och späd skorpionmossa har högst frekvens; 25 % respektive 15 %.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Källtuffmossa, klotuffmossa och kamtuffmossa.

Totalt 3 antal typiska arter. Arterna ej detekterbara i frekvensanalysen för hela området.

Källa i Kallgatburg (permanent provyta)

Källområdet i Kallgatburg är belägen i västra kanten av Natura 2000-området Kallgatburg (Rövätar). I källkärret finns flertalet källor. Mossfloran i källan domineras av späd skorpionmossa, guldspärrmossa, klotuffmossa, spjutmossa och kamtuffmossa. Även kärrbryum, kärrspärrmossa, stor fickmossa, fetbålmossa, kalklungmossa *Marchantia quadrata*, stor flikbålmossa *Riccardia chamedryfolia* var frekventa arter men med låg täckningsgrad. I källan hittades flertalet arter som endast förekom i enstaka provytor till exempel, kärrmörkia, blekmossa *Chiloscyphus*, kalkkällmossa, korvskorpionmossa, källflikmossa, komossa *Splachnum ampullaceum*, terpentinmossa *Geocalyx graveolens*. Några arter hittades mestadels på höga tuvor

som aldrig är i kontakt med källflödet tex. tandsäckmossa *Calypogeia fissa*, trådmossor *Cephalozia*, terpentinmossa och stor flikbålmossa. Även pösmossa *Pseudoscleropodium purum*, hårgrimmia *Grimmia pulvinata* och kransmossa *Rhytidiadelphus triquetrus* växte på torrare tuvor. Mossfloran är typisk för kalktuffkällor i öppna miljöer och beroende av ständigt vattenförande kalkrikt grundvatten. Källområdet är mycket artrikt och har en relativt hög täckningsgrad av mossor.

(Objekt 176)

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Klotuffmossa, kamtuffmossa och kalkkällmossa.

Totalt 3 antal typiska arter. Klotuffmossa, kamtuffmossa och kalkkällmossa har en frekvens på 30 %, 5 % respektive 2 %.

Nordost om Kallgatburg (kontrollområde för obetade områden)

Mossfloran domineras av kalkkammossa följt av guldspärrmossa och stor fickmossa. Övriga arter upptar en mycket liten del av kärret. Trots detta är flertalet arter allmänt förekommande t.ex. fetbålmossa, kärrmörkia, korvskorpionmossa och kalklungmossa växer allmänt mellan tuvor i de blötare knappagkärren. Även kärrbryum och späd skorpionmossa är vanligt förekommande. Sparsamt i kärret finns också kruskalkmossa *Tortella tortuosa*, pösmossa och spjutmossa.

(Objekt 160-164)

Förekomst av typiska arter i rikkärr:

Fetbålmossa, korvskorpionmossa, späd skorpionmossa och kärrmörkia.

Totalt 4 antal typiska arter, där fetbålmossa och kärrmörkia har högst frekvens; 30 % respektive 15 %.

Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Inga typiska arter påträffades.

Natura 2000-området Bojsvätar

Området är präglad av rörligt markvatten men till stora delar saknas mossor som kräver yttlig källpåverkan och övriga arter som är känsliga för uttorkning. Vilket indikerar att merparten av kärren, bäckarna och upprinnorna torkar ut under sommaren. Undantaget är norra och nordvästra delen där det finns spritt med källgynnade mossor beroende av tillfälliga källflöden eller översvämningar. I området hittades dock inga källor som är ständigt vattenförande eller källberoende mossamhällen.

(Objekt 217-222)

Förekomst av typiska arter i rikkärr:

Fetbålmossa, korvskorpionmossa, späd skorpionmossa, klotuffmossa, brandpraktmossa, källtuffmossa, kärrmörkia och stor skedmossa.

Totalt 8 antal typiska arter, där fetbålmossa och korvskorpionmossa har högst frekvens; 30 % respektive 20 %.

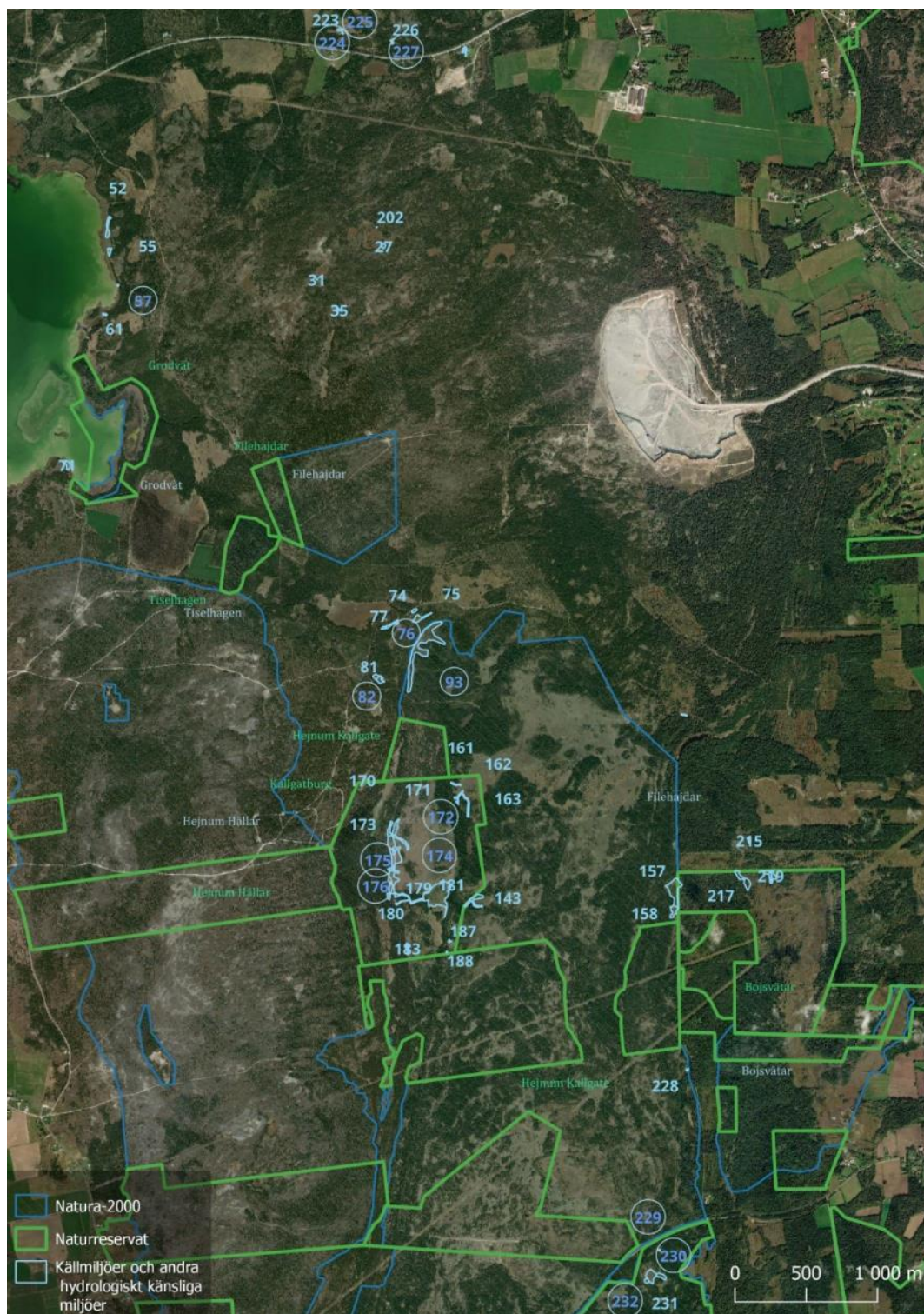
Förekomst av typiska arter för kalktuffkällor:

Källtuffmossa och klotuffmossa.


Totalt 2 antal typiska arter. Arterna ej detekterbara i frekvensanalysen för hela området.

Sammanfattning av inventeringen av mossfaunan

Sammanlagt har 155 ha rikkärr fördelat på 234 områden avgränsats och inventerats på mossor. Av dessa bedömdes 12 ha fördelat på 48 områden utgöras av källmiljöer eller andra hydrologiskt känsliga miljöer med en värdefull mossflora (se figur 1, 2 och 3). Av dessa var 24 områden källor, totalt omfattande 4,4 ha. 14 av dessa områden, 3,8 ha, klassades som kalktuffkällor (se figur 1, 2 och 3). Under inventeringens gång har 83 olika arter registrerats.



Figur 1. Karta med identifierade källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer vid Filehajar. Områden med inringade blå etiketter är klassade som kalktuffkälla.



Rikkärren i undersökningsområdet var generellt artfattiga med en låg täckningsgrad av mossor och karakteriseras av ett mossamhälle som tål eller gynnas av korta perioder av torra. Guldspärrmossa, kalkkammossa, kärrspärrmossa, stor fickmossa och kärrbryum förekom i de flesta rikkärr men även späd skorpionmossa, spjutmossa och korvskorpionmossa var vanligt förekommande.

I källmiljöer påverkade av varaktigt ytligt grundvatten förekom förutom de ovan nämnda arterna källtuffmossa, klotuffmossa, källgräsmossa, bandpraktmossa, stor skedmossa, kalkkällmossa, stor näckmossa, kamtuffmossa och källflikmossa.

I rikkärr som har mer karaktär av alvarvät/fukthet förekom även kruskalkmossa, pösmossa, sumpbryum, styv kalkmossa/alvarkalkmossa, grov gulmossa, korvgulmossa, plyschmossa och krusmossor/hinnkrusmossa.

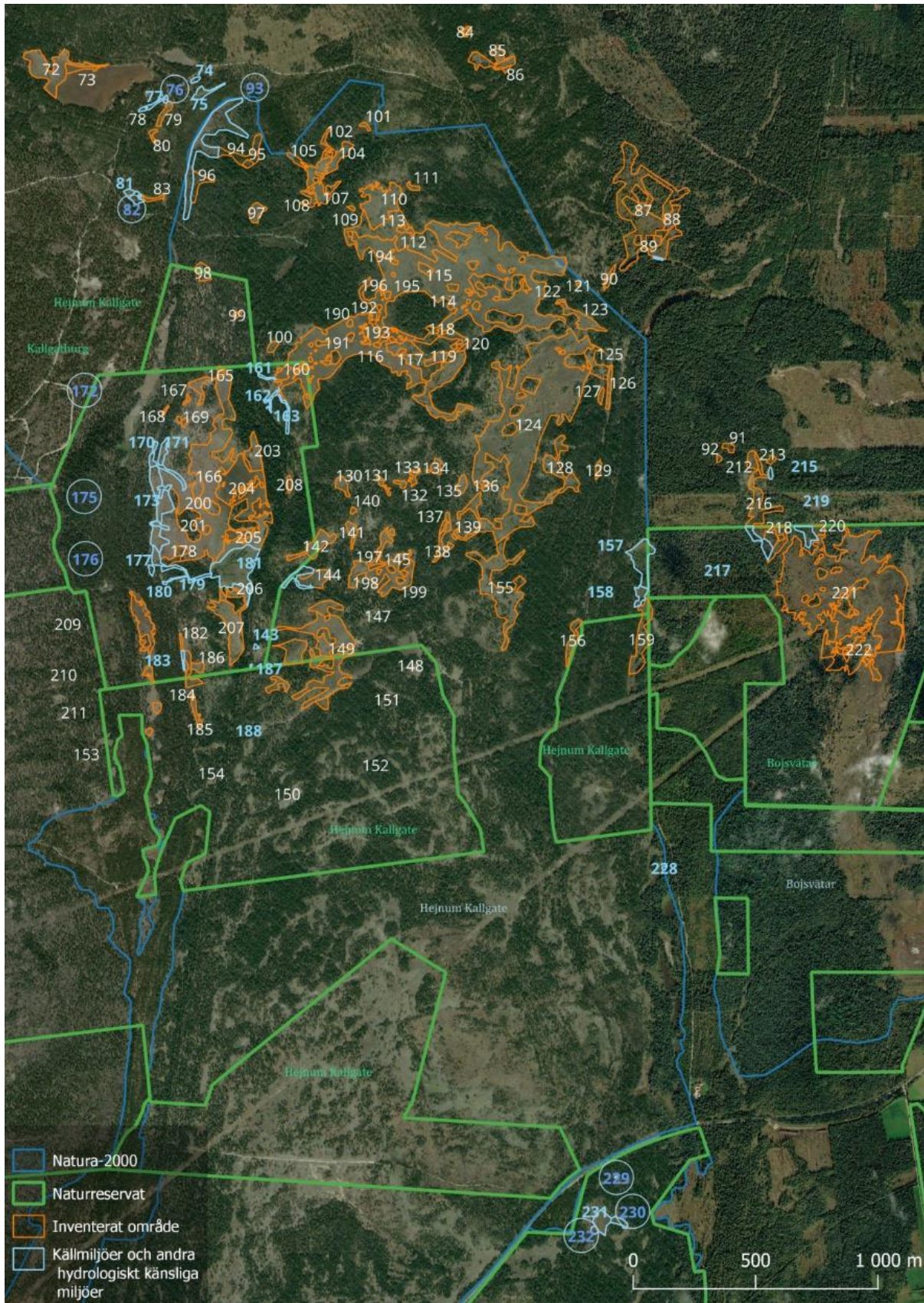
Endast ett fåtal källmiljöer hittades uppe på File hajdar och alla källmiljöerna förutom en har en mossflora som indikerar att flödet sinar under sommaren. Norr om höjdområdet File hajdar och utmed med östra kanten av Tingstäde träsk hittades flera källmiljöer och kalktuffkällor med källberoende och källgynnade mossor.

I nordvästra delen av Natura 2000-området Hejnum Kallgate (Orghagar) och strax utanför gränsen hittades flertalet kalktuffkällor och källmiljöer med artrik och värdefull mossflora. Likaså i Natura 2000-området Kallgatburg där hela västra sidan av rikkärret är mer eller mindre tydligt källpåverkat med flera stora kalktuffkällor och en mycket värdefull mossflora.

I norra delen av Bojsvåtar finns flera områden med källgynnade mossor samt enstaka förekomster av den typiska arten klotuffmossa som indikerar tillfällig källpåverkan men inga utpräglade källor. Ytterligare några kalktuffkällor identifierades vid Natura 2000-området Bälsalvret (figur 3).



Figur 2. Översiktskarta med identifierade källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer öster om Tingstäde träsk (Grodvät). Områden med inringade blå etiketter är klassade som kalktuffkälla.



Figur 3. Översiktskarta med identifierade källmiljöer och andra hydrologiskt känsliga miljöer vid Orgvåtar, Djupdal, Hejnum Kallgate, Kallgatburg och Bojsvåtar. Områden med inringade blå etiketter är klassade som kalktuffkälla.

Referenser

- 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
- Keddy, P.A. (2000). *Wetland Ecology. Principles and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Martinsson, M. (1997). *Våtmarker på Gotland*. Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Martinsson, M. (2008). *Rikkärr på Gotland*. Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Naturvårdsverket (2011a). *Vägledning för 7230 rikkärr*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11 Beslutad: November 2011.
- Naturvårdsverket (2011b). *Vägledning för 7220 kalktuffkällor*. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11 Beslutad: November 2011.
- Naturvårdsverket (2017a). *Undersökningstyp Rikkärr*, bilaga 1, definition av rikkärr och lista över typiska arter.
- Naturvårdsverket (2017b). *Undersökningstyp Rikkärr*, bilaga 2, fältinstruktion
- Naturvårdsverket. (2022). *Myllrande våtmarker: Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023*. Naturvårdsverket Rapport 7072
- Påhlsson, L. (1994). *Vegetationstyper i Norden*. Nordiska ministerrådet
- Sundberg, S. (2006). *Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr*. Rapport 5601, Naturvårdsverket.

Bilaga 8 Inventeringar av landsnäckor

Inledning

Under juli 2021 undersöktes landmolluskfaunan på åtta rikkärrslokaler (varav två referenslokaler) i området File hajdar – Hejnum Kallgate. I november 2022 undersöktes sex rikkärrslokaler. Inventeringarna har genomförts av Ted von Proschwitz, Göteborgs Naturhistoriska Museum.

Gotlands landmolluskfauna

För en översikt av Gotlands landsnäcksfauna, med information om arternas ekolog hänvisas till von Proschwitz (2014a), för sötvattenssnäckorna till von Proschwitz (2014b). För vissa speciella arter, främst rikkärrsarter på Gotland se von Proschwitz (1988, 2010).

Metodik

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 ska 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 kolorimetrisk pH-mätning med universalindikatorvätska gjordes på det våta sällprovet.

Sammanfattning av landmolluskfaunan i de undersökta kärren 2021

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 på en lokal. 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. Troligen beror den relativt dåliga situationen i området på att redan tidigare, för landsnäckor ej optimala hydrologiska förhållanden, försämrats genom olika dikningsföretag. Slitage genom tramp av betesdjur och körning med skogsmaskiner, vilket också är negativt för landmollusker, märks även på en del av lokalerna.

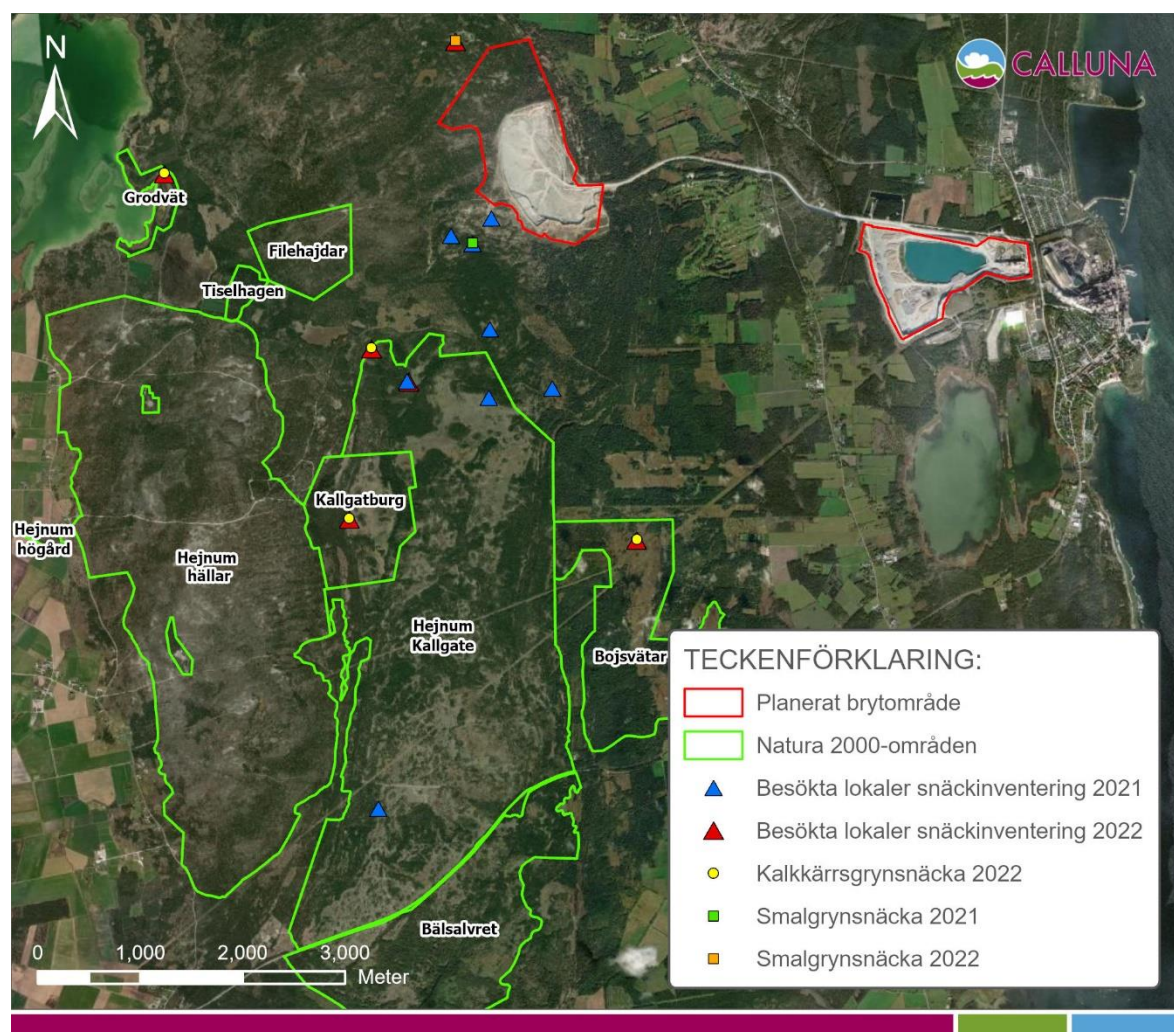
Åtgärder för att förbättra förhållandena för landmolluskfaunan i området bör i första hand inriktas på att förbättra och stabilisera hydrologin. Eventuellt kan också känsliga områden med upprinnor behöva avstänglas och undantas från bete. Försiktig röjning för att hindra igenväxning kan också behövas i en del fall.

Sammanfattning av landmolluskfaunan i de undersökta kärren 2022

De under 2022 genomförda undersökningarna omfattade sex objekt, vilka samtliga bedömdes ha god till kontinuerligt god hydrologi och vara jämförelsevis lite påverkade av människans aktiviteter. Detta till skillnad från de 2021 undersökta objekten i området, vilka inte bedömdes ha god kontinuerlig hydrologi (eller inte haft det under tidigare perioder).

Att hydrologin är god bekräftas av att kalkkärrsgrynsnäcka (*Vertigo geyeri*) påträffades i Grodvät, Bojsvåtar, Kallgatburg och Hejnum Kallgate. Arten kan eventuellt finns också på de andra lokalerna och några närliggande som inte hanns med.

Två för rikkärren på Gotland karakteristiska arter *Quickella arenaria* (rödskalig bärnstenssnäcka) och *Pupilla pratensis* (kärrpuppsnäcka) anträffades i nästan samtliga undersökta rikkärr – men ingen av dessa arter är beroende av kontinuerlig hydrologi. Artantalet på nästan alla lokalerna är också tämligen högt, vilket också tyder på att de haft god hydrologisk kontinuitet under en längre tid.



Figur 1. Inventerade områden och fynd av smalgrynsnäcka och kalkkärrgrynsnäcka vid inventeringar 2021 och 2022.

Referenser

- Eide m.fl. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- von Proschwitz, T. (1998). *Miljöövervakningsstudier av landlevande snäckor på Gotland*. – Länsstyrelsen i Gotlands län. Livsmiljöenheten - Rapport Nr 6 1998. 43 sid.
- von Proschwitz, T. (2003). *A review of the distribution, habitat selection and conservation status of the species of the genus Vertigo in Scandinavia (Denmark, Norway and Sweden) (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae)*. – *Heldia* 5 Sonderheft 7: 27-50.
- von Proschwitz, T. (2010). *Inventering av snäckor i rikkärr på Gotland 2006*. – Länsstyrelsen i Gotlands län, Rapporter om natur och miljö 2010:2. 82 sid.
- von Proschwitz, T. (2018). *Artfakta Vertigo geyeri*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/vertigo-geyeri-101967>

