

RAPPORT

**Strukturgeologiska observationer på File hajdar:
Fältobservationer 2020
Lineamentsanalys 2022**

Framställd för:

Heidelberg Materials Cement Sverige AB

Insänd av:

WSP Sverige AB

Arenavägen 7, 121 88 Stockholm-Globen, Sweden

2022-12-13



Innehållsförteckning

1.0	BAKGRUND.....	1
2.0	SYFTE	1
3.0	PERSONAL.....	1
4.0	STRUKTURGEOLOGI NORRA GOTLAND.....	1
5.0	FÄLT OBSERVATIONER	3
6.0	SLUTSATSER.....	9
7.0	REFERENSER	7

1.0 BAKGRUND

Golder Associates AB (numera en del av WSP) utförde år 2020 – på uppdrag av Cementa AB (numera Heidelberg Materials Cement Sverige AB) – en översiktlig strukturgeologisk bedömning av området väster om File hajdar-täkten. WSP genomförde därefter år 2022 en kompletterande lineamentstolkning.

Heidelberg Materials Cement Sverige AB (fortsättningsvis "Heidelberg Materials Cement") bedriver kalkstensbrytning och bortledning av inläckande grund- och ytvatten vid Västra brottet och File hajdar-täkten, båda belägna inom fastigheten Österby 1:229 i Slite. Bolaget har för avsikt att ansöka om tillstånd till fortsatt och utökad verksamhet vid dessa täkter. Föreliggande rapport kommer att utgöra underlag till bolagets tillståndsansökan.

2.0 SYFTE

Den strukturgeologiska bedömningen syftar till att beskriva om det på File hajdar finns potentiellt vattenförande vertikala strukturer eller karstbildningar med betydande storlek som riskerar att hamna inom eller i absolut närhet till planerat täktområde. Den strukturgeologiska bedömningen syftar också till att beskriva om det finns en dominerande riktning på mindre sprickor och karststrukturer som tillsammans kan leda till påverkan på grundvattennivåer antingen vid Tingstäde träsk eller Natura 2000-områdena söder om File hajdar-täkten.

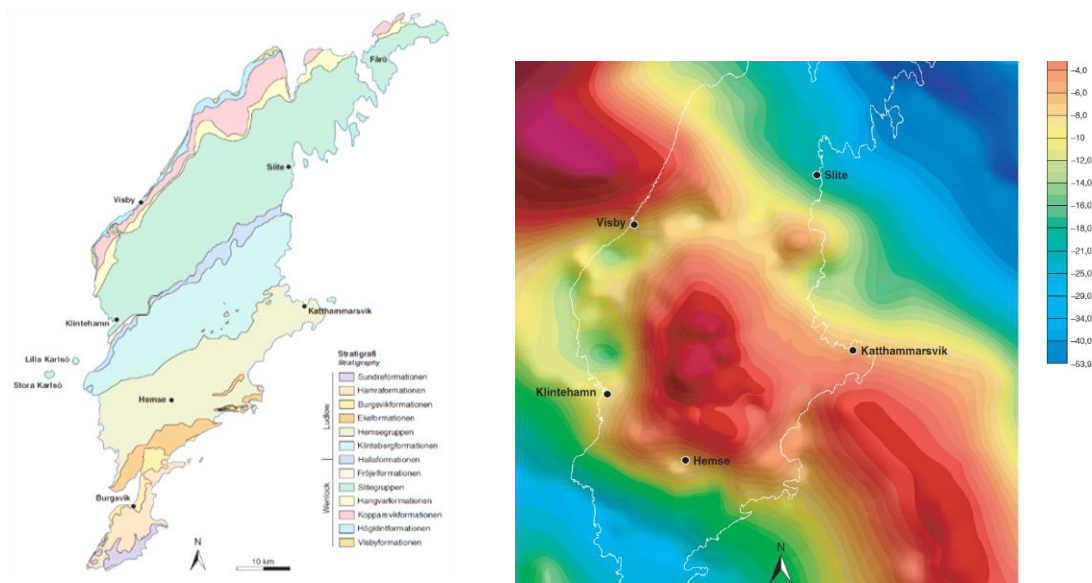
Den strukturgeologiska bedömning som genomfördes år 2020 har under år 2022 kompletterats med en lineamentsanalys i områden med ingen eller lite vegetation mellan File hajdar-täkten och Tingstäde träsk.

3.0 PERSONAL

Jan Hermanson och Einar Valtersson har utfört fältbesök, lineamentsanalys och avrapportering.

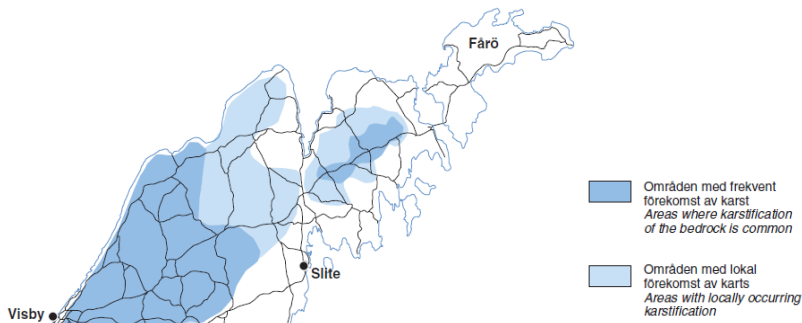
4.0 STRUKTURGEOLOGI NORRA GOTLAND

SGU utförde under åren 2006–2008 en uppdaterad geologisk och geofysisk kartläggning av Gotland (Erlström et al. 2009), se Figur 1. Flygmagnetisk mätning tillsammans med tyngdkraftsmätningar över hela Gotland visar på ett underliggande nordvästligt mönster av deformationszoner i urberget under kalkstensformationerna. De två största identifierade nordvästliga zonerna finns uppe vid Fårösund respektive nere vid Hemse där den senare sammanfaller med deformationszonen Linköping-Loftahammar. I anslutning till den norra zonen vid Fårösund anges att den äldre underliggande sedimentära berggrunden är breccierad vilket tyder på gamla deformationsrörelser under kambrisk tid. Området som idag utgör centrala och södra Östersjön karaktäriserades under kambrisk tid av en långsam nedsjunkning efter en svag riftbildning av den baltiska plattan. Detta gav i huvudsak upphov till nordostliga sprickbildningar, men anomalierna vid Fårö och Hemse visar att det även fanns nordvästliga strukturer som utbildades främst under kaledoniska orogenesisen. Under silur ökade sedimentationshastigheten snabbt och skapade kalkstensformationerna vi ser idag. Den siluriska berggrunden är förhållandevis lite påverkad av tektoniska händelser. Mindre förkastningar, sprickzoner och lineament förekommer dock frekvent, främst i riktningarna 270°–310° samt 40°–60° enligt Erlström et al. I de lineamentsstudier som genomförts finns dessutom tydliga nordvästliga och nordostliga riktningar.



Figur 1. Kartan till vänster visar stratigrafisk indelning av Gotlands berggrund (Erlström et al. 2009). File hajdar ligger i Klintebergformationen vilken innehåller betydande revformationer samt lagrad kalksten och märgel eller mägersten. Till höger syns utklipp från Erlström et al. (2009) på de tyngdkraftsanomalier som tolkas vara stora nordvästliga deformationszoner.

Förekomst av småskalig karst är vanligast i kalkstenslagren och revkalkstenen på västra och nordvästra Gotland. Under gynnsamma betingelser kan urlakning leda till vidgning av sprickor, slukhål och underjordiska gångar, tex. den 1,3 km långa Lummelundagrottan (Eng, 1980). SGU har dock identifierat att karstförekomsten avtar betydligt öster om Tingstäde träsk, se Figur 2.



Figur 2. Översiktlig karta som visar områden med karst på norra Gotland. Utklipp från Figur 14 i Erlström et al. (2009).

Karstifiering är vanligast förekommande i homogen kalksten med relativt hög karbonathalt. Karstsprickor har identifierats i Slitegruppens bergarter (Erlström et al. 2009) och även vid fältbesöket uppe på File hajdar, se Figur 3. Sprickvidden kan vara uppemot 20 cm på ytan, men utbredningen mot djupet är osäker. Ofta syns sprickspåren som gräsbeväxta linjer i hållarna.

Enligt SGU:s kartläggning finns större karststrukturer såsom slukhål endast i de markerade områdena i Figur 2 och i huvudsak i terräng högre än 25 m.ö.h.

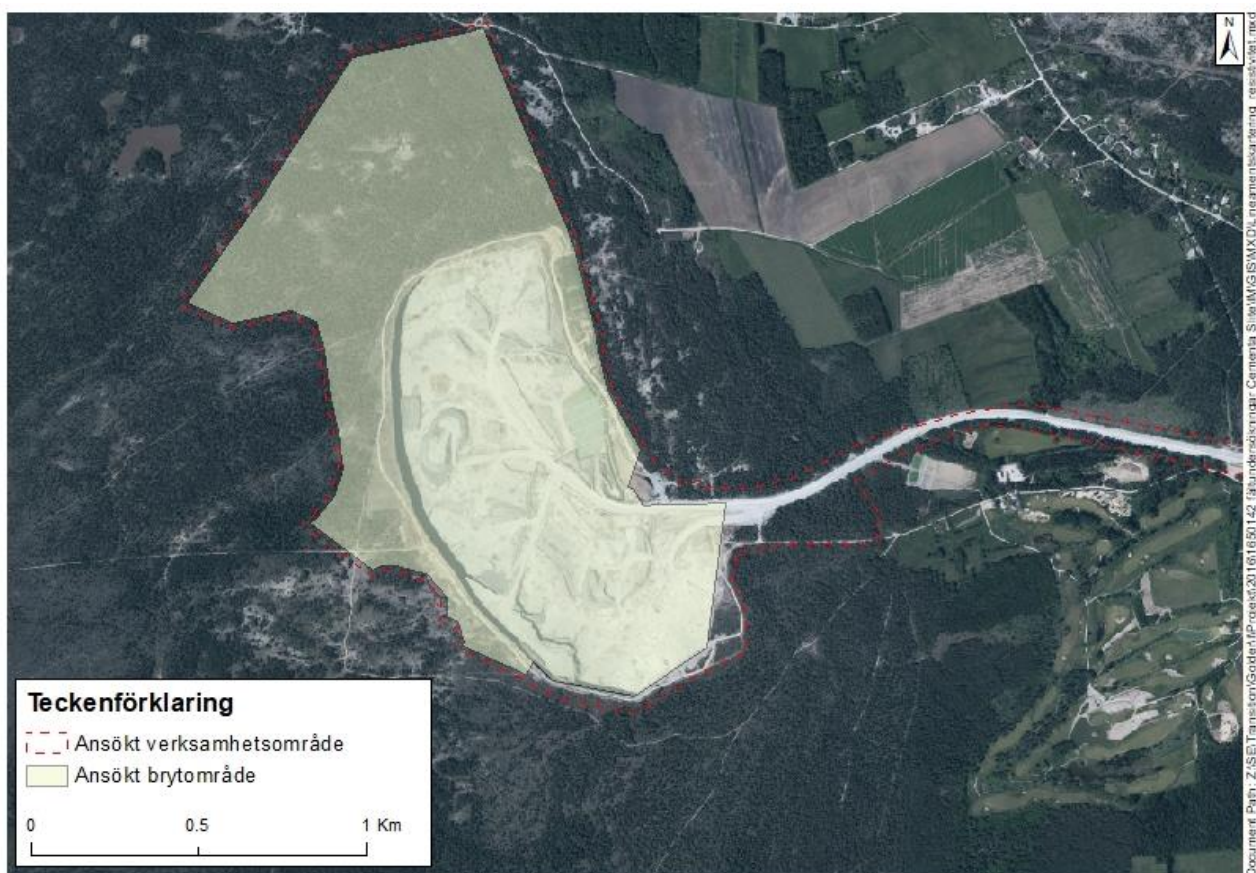
Ett examensarbete från Lunds universitet har tidigare undersökt geologin i området omkring nuvarande File hajdar-täkt, samt upprättat en geologisk 3D modell utifrån geofysiska mätningar (Friberg 2023).

5.0 FÄLT OBSERVATIONER

Jan Hermanson genomförde ett endags fältbesök vid File hajdar-täkten samt uppe på File hajdar under juni 2020. Fokus med besöket var dels att göra fältkontroller av linjära strukturer som kan identifieras på flygfoto, dels översiktligt mäta in större sprickor och zoner som kunde observeras i eller i absolut närhet till det då (2020) planerade täktområdet.

I efterhand har även drönarbilder över täkten nyttjats för mycket översiktlig kartering av större sprickor. Karteringen har utförts i en s.k. fotogrammetrisk 3D-modell (se Figur 6) för att identifiera de dominerande sprickriktningar som förekommer i täktväggen och deras uthållighet mot djupet.

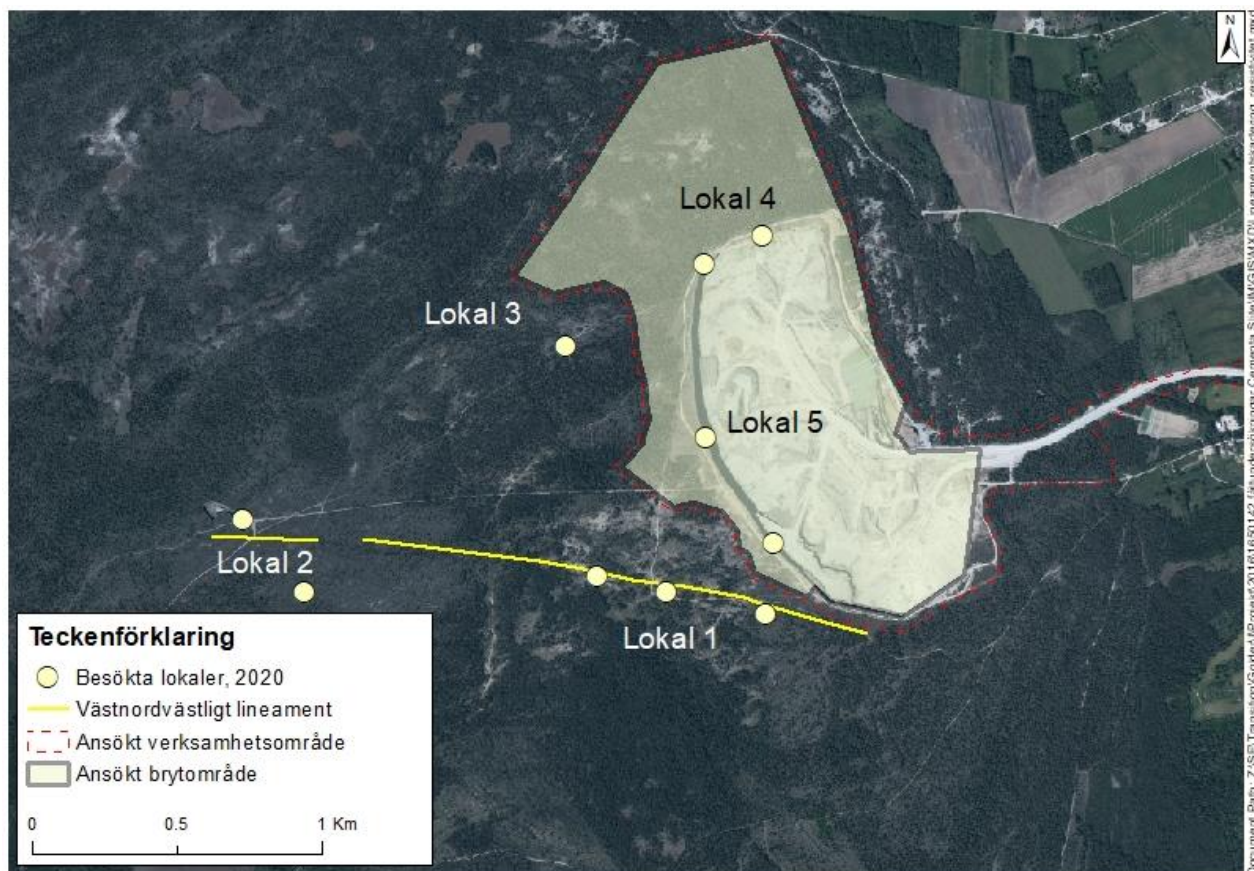
Det planerade täkt- och verksamhetsområdet vid File hajdar-täkten visas i Figur 3.



Figur 3. Planerat bryt- och verksamhetsområde vid File hajdar-täkten.

De lokaler som besöktes är noterade i Figur 4. Fokus låg särskilt på fältkontroll av det västnordvästliga lineamentet (gul linje vid lokal 1) som går strax söder om verksamhetsområdet (grön linje), upp på File hajdar mot Tingstäde träsk. Lineamentet syns tydligt i flygbild med markerad växtlighet längs en linje. Längs med lineamentet syns ingen marksänka av betydelse, endast tydlig växtlighet i lineamentets riktning. Vid lokal 1 är de intilliggande kalkstenslagren intakta och uppvisar ingen tektonisk påverkan. Lokal 2 befinner sig stratigrafiskt högre upp i kalkstenen och lineamentsparallella sprickor med svag karstpåverkan syns spridda över närområdet, se

Figur 5, men det saknas ett tydligt läge för ett uthålligt lineament. Observationerna tyder på att lineamentet upphör eller fördelar ut sig på flertalet mindre, ej sammanhängande sprickor. Längre västerut ändras markförhållandena på så sätt att bergöverytan är täckt av jordlager eller växtlighet. Lokalt karstifierade sprickor med begränsad uthållighet domineras vid lokal 2 av brantstående västnordvästliga (ca 280°) riktningar följt av en mindre dominant grupp mot nordost (ca 70°).



Figur 4. Besökta lokaler på File hajdar.



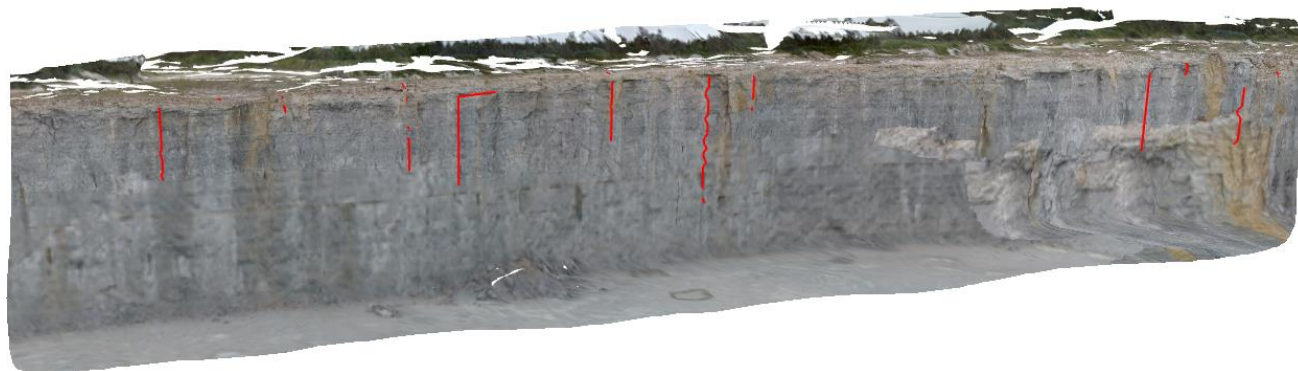
Figur 5. Exempel på observationer av svagt karstifierade sprickor uppe på File hajdar vid lokal 2.

Norr om File hajdar-täkten, vid lokalerna 3 och 4, domineras sprickriktningarna istället av den nordostliga sprickgruppen (ca 70°) samt en mindre dominant grupp med riktning mot nordväst (330°). Mycket svaga eller inga indikationer på karstifiering kunde observeras i detta område. Observationerna omfattar sprickor i öppna hållar, vanligtvis med gräsväxtlighet, eller enbart synliga sprickplan i kalkstenen. Dessa sprickgrupper kan tydligt observeras i den övre delen av kalkstenen inom avbanad mark vid File hajdar-täkten (lokal 4). Uthålligheten mot djupet varierar dock mycket vid täkten. Ett fåtal strukturer når botten av täkten, men flertalet avstannar mot kalkstenslager på ca 2–10 m djup. Vid lokal 5 kan noteras att den övre delen av kalkstenen ibland är eroderad längs stråk där det ligger moränavlagringar alternativt svallsediment. Sådana topografiska sänkor kan ibland tolkas vara sprickzoner, men här saknas evidens av detta i tåktväggen. På den topografiska kartan syns dessa erosionsstrukturer tydligt uppe på File hajdar, se Figur 6.

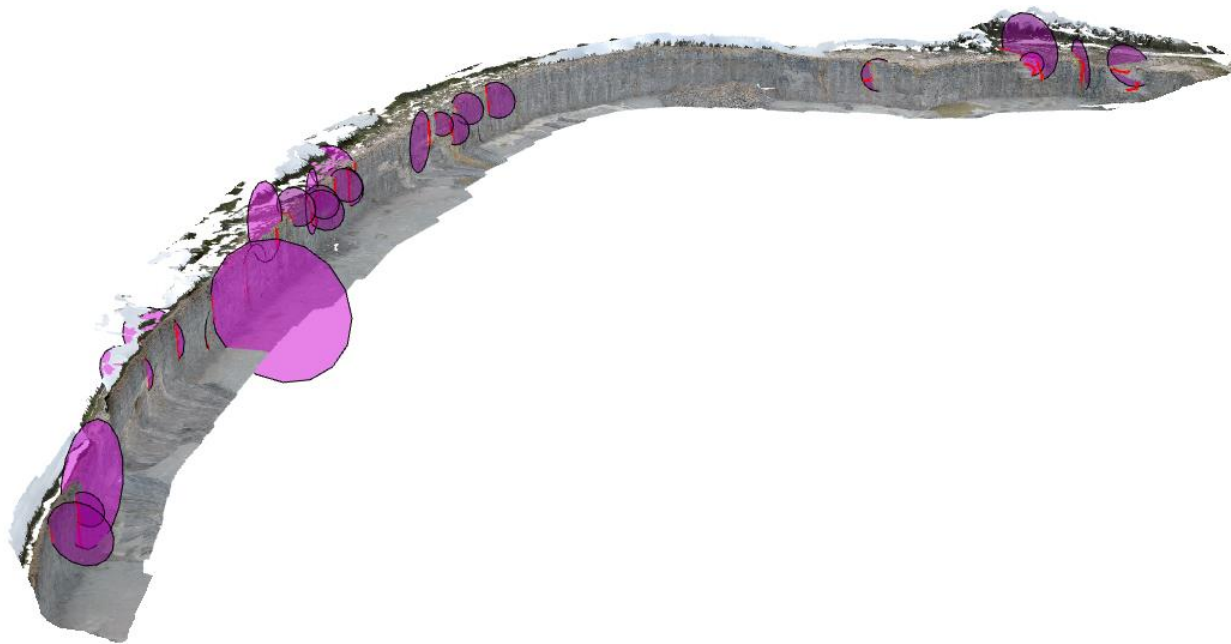


Figur 6. Erosionsstrukturer på File hajdar mellan över- och underliggande kalkstenslager ger upphov till små långsträckta dalgångar. Samma fenomen kan observeras vid avbaningar längs tåktkanten vid lokal 5 (se figur 4)

Cementa genomförde en fotografering av File hajdar-täktens västra och norra del den 12 juni 2020. Golder bearbetade materialet och genererade fotogrammetrimodeller som mycket översiktligt karterades med avseende på dominerande sprickriktningar. En liten del av modellen illustreras i Figur 7. En större överblick finns i Figur 8.

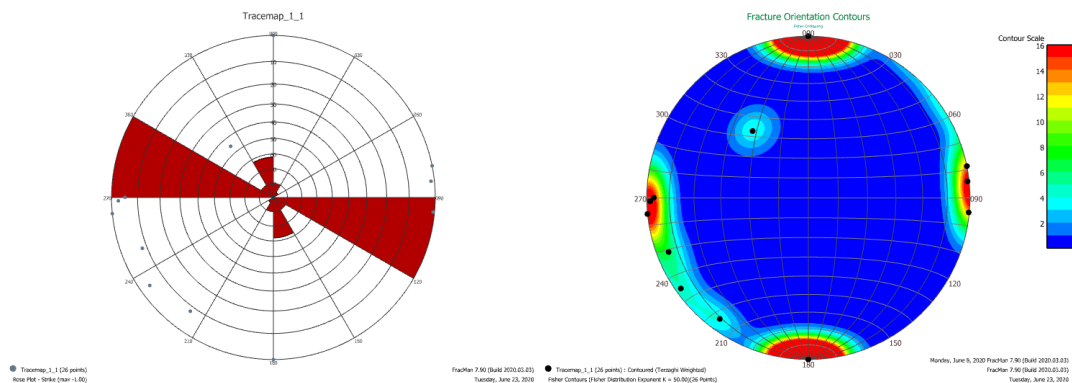


Figur 7. Illustration av en liten del av fotogrammetrimodellen för File hajdar-täkten. En översiktlig kartering av dominerande sprickor (röda linjer) utfördes. Vy mot väster.



Figur 8. Fotogrammetrimodell av västra och norra delen av File hajdar-täkten. Cirklar illustrerar endast positionen för observerade sprickspår. Vy mot norr.

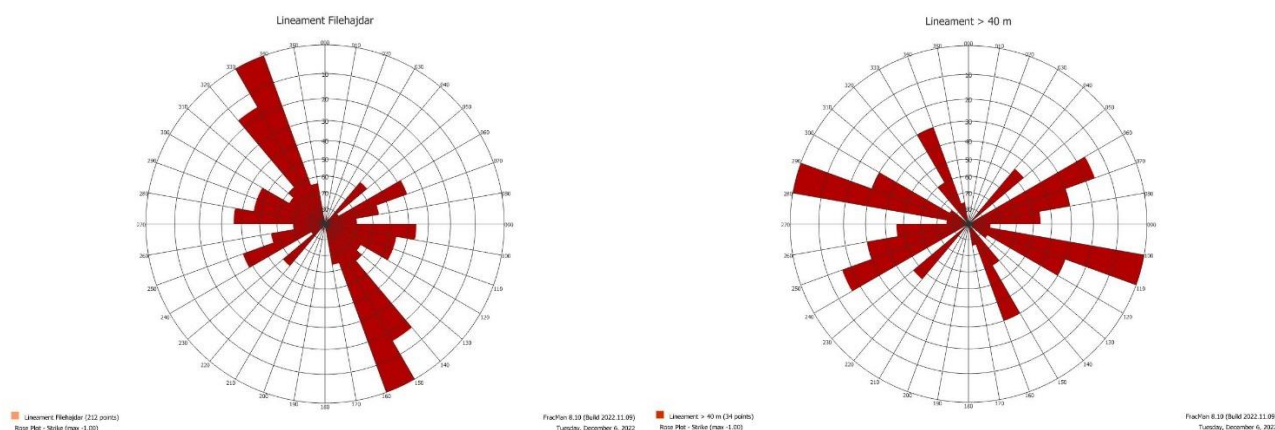
De dominerande sprickriktningarna kan ses i sprickrosen och stereonät i Figur 9. I den västra delen av täkten dominerar riktningarna av nord-nordvästliga sprickor (330°). I den norra delen är den dominerande sprickgruppen ost-nordöstlig (70°) och ger upphov till ganska stora brottytor. De ost-nordöstliga sprickorna tenderar att nå djupare genom kalkstenslagren än de nord-nordvästliga.



Figur 9. Sprickros och stereonät (konturerad nedre hemisfärs projicerad sprickpolsplott) av de dominerande sprickriktningarna.

6.0 LINEAMENTS-KARTERING

År 2022 karterades området mellan File hajdar-täkten och Tingstäde träsk med hjälp av högupplösta flygfoton (0,16 m) för att identifiera sprickor synliga på hållar med lite eller ingen vegetation, se Figur 11. Syftet var att utifrån synliga sprickor och lineament undersöka förekomsten av större sammanhängande spricksystem mellan täkten och Tingstäde träsk. Karteringen visar tre primära sprickgrupper och en mindre sprickgrupp, dock inga sammanhängande spricksystem. Det har inte observerats några sprickor inom Natura 2000-områdena på grund av den låga blottningsgraden.



Figur 10. T.v. Sprickros av karterade lineament. T.h. Sprickros av karterade lineament med en observerad längd över 40 m.

SSO–NNV (330–150)

Denna sprickgrupp uppvisar en högre sprickfrekvens än de övriga grupperna, men har lägre observerade spricklängder. Fältkarteringen visade att sprickor med denna strykning även förekommer i File hajdar-täkten, med vertikal stupning. Även Friberg (2023) observerade dessa sprickor i området väster om täkten.

OSO–VNV (290–110)

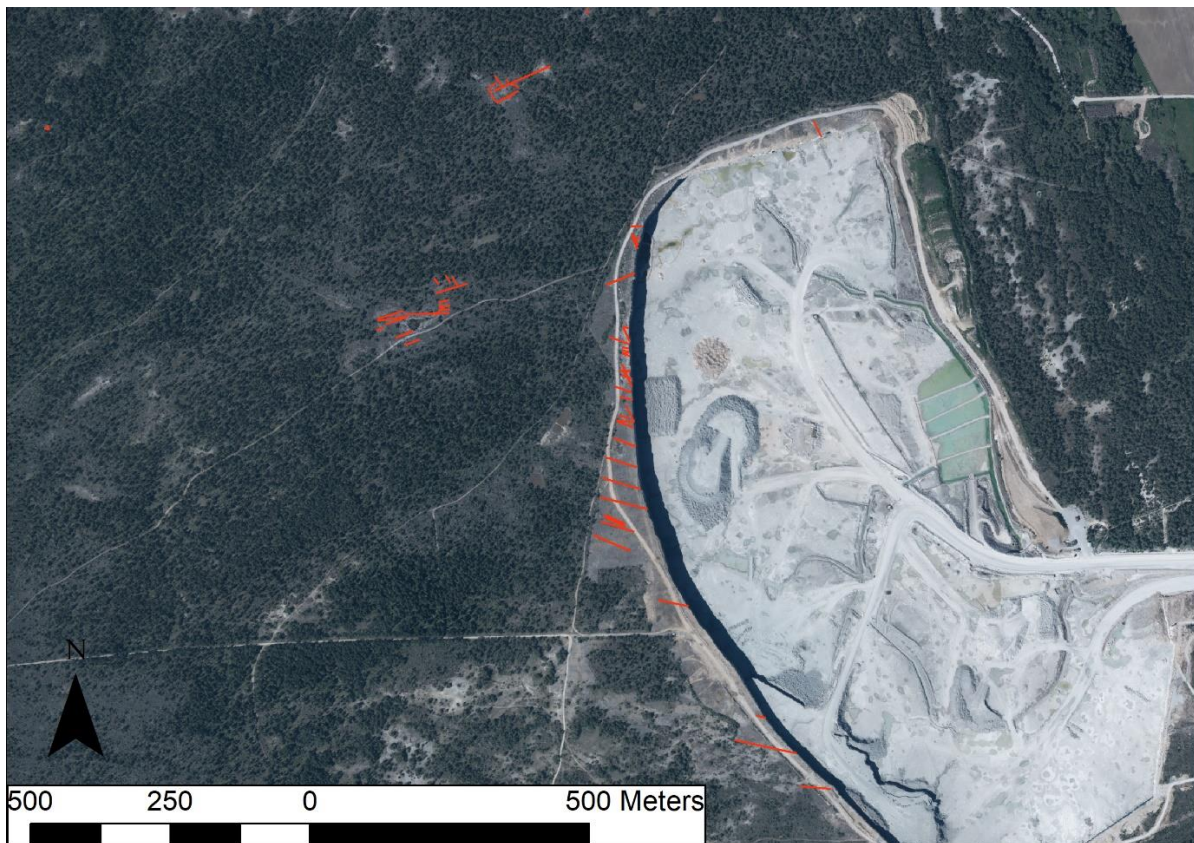
Denna riktning är oftast förekommande bland sprickor med observerade längder över 40 m. Fältkarteringen visade att sprickor med denna strykning även förekommer i File hajdar-täkten, med vertikal stupning.

ONO–VSV (250–070)

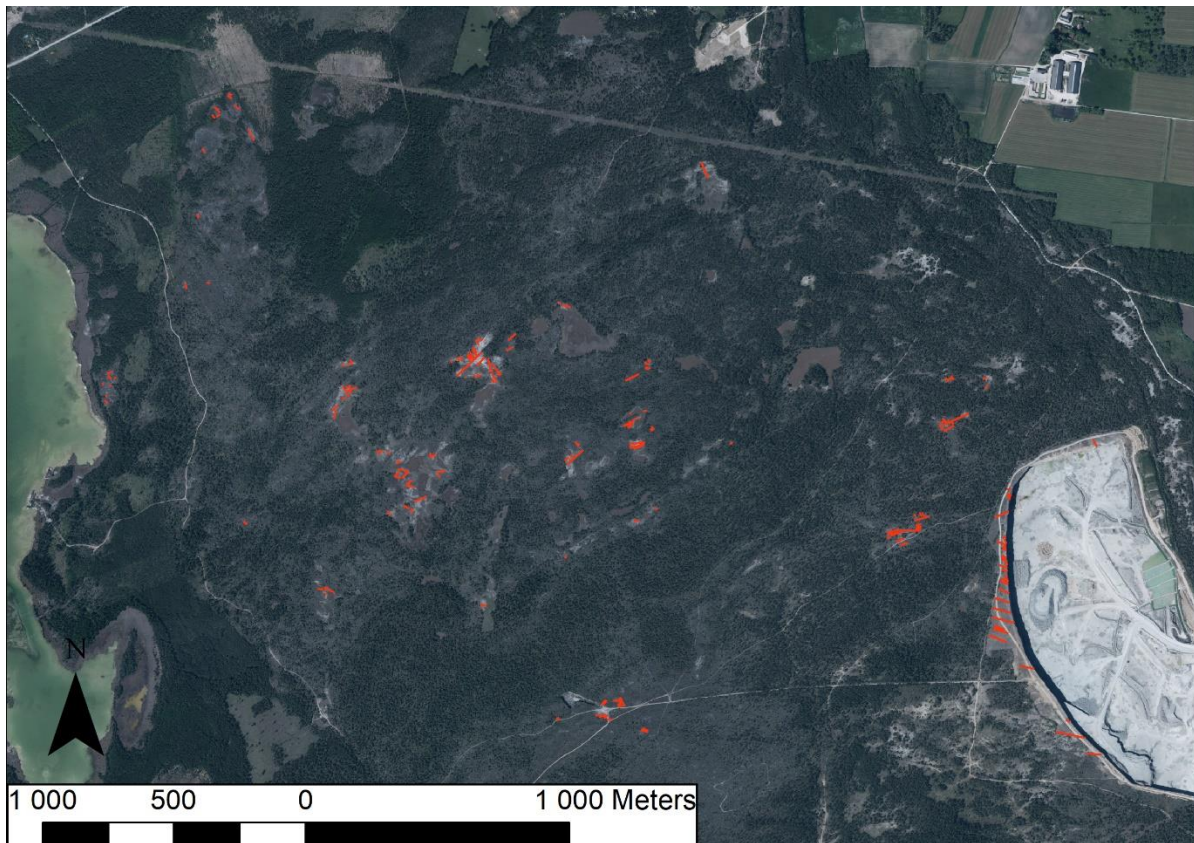
Fältkarteringen påträffade inga sprickor med denna strykning i File hajdar-täkten, men Friberg (2023) observerade sprickor med denna riktning i området väster om täkten.

NO–SV (045–225)

Denna mindre sprickgrupp kan vara en del av den ONO–VSV strykande gruppen (250°).



Figur 11. Karturklipp med urval av karterade sprickor invid täkten markerade i rött.



Figur 12. Karturklipp med samtliga karterade sprickor markerade i rött.

7.0 SLUTSATSER

De observationer som gjorts i File hajdar-täkten och i närområdet visar på två dominerande sprickriktningar; nord-nordvästliga och ost-nordostliga samt en mindre frekvent nord-västlig lineamentsriktning som överensstämmer med det större tektoniska mönstret på Gotland. I den västra delen av verksamhetsområdet är nord-nordvästliga riktningar dominerande och i den norra delen är istället ost-nordostliga riktningar dominerande. Sprickriktningar som sammanfaller med det raka lineamentet söder om verksamhetsområdet förekommer sparsamt nära täkten, men mer frekvent längre västerut uppe på File hajdar. Karstifieringen är mycket svag eller obefintlig inom verksamhetsområdet.

Då det längre lineamentet går söder om verksamhetsområdet saknas en direkt koppling till den ansökta utvidgningen av täkten. Det har inom verksamhetsområdet inte observerats några indikationer på någon tydlig hydraulisk koppling av spricksystemet till just detta lineament. De få inläckage av grundvatten som kunde observeras i täkten kan knytas till enskilda kalkstenslager eller några fåtal brantstående sprickor, då främst i nord-nordvästlig riktning. Djupgåendet på dessa sprickor tycks vara något mindre än de ost-nordostliga sprickorna i den norra delen.

Vidare studier har gjorts för att undersöka förekomsten av sammanhängande spricksystem mellan täkten och Tingstäde träsk. Endast lineamentskartering baserat på högupplösta flygfoton har utförts. Riktning och förekomst av de observerade lineamenten överensstämmer väl med sprickorna som observerats i File hajdar-täkten. Det har inte observerats några tecken på större sammanhängande spricksystem mellan täkten och Tingstäde träsk.

Slutsatsen är att den ansökta utvidgningen av File hajdar-täkten inte kommer att ske i det (i fält) observerade lineamentet och att spricksystemet väster om täkten förefaller vara likartat det som idag kan observeras i täkten.

8.0 REFERENSER

Engh, L., 1980: *Lummelundagrottan med tillhörande karstområde*. Svenska grottor 3, Sveriges geologförbund, 290 s.

Erlström, M., Persson L., Sicked, U., Wickström, L., 2009: *Beskrivning till regional berggrundskarta över Gotlands län, K221*. Sveriges Geologiska Undersökning.

Friberg, N., 2023: *3D Geological modeling of the File hajdar limestone quarry* [Ej publicerat examensarbete]. Lunds universitet

Signatursida

Golder Associates AB

Jan Hermanson
Senior Principal Geoscience

Jakob Eng
Granskare

\\sto1-s-main01\projekt\2016\1650142 fältundersökningar cementa slite\8.rapporter\geologi 2020\strukturgeologiskt pm filehajdar med lineamentskartering.docx

