



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



RAPPORT

Rapport nr.: 2019.033	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Nestbylia kalkspatmarmorforekomst, Saltdal, Nordland			
Forfatter: Korneliussen, A., Raaness, A., Henderson, I., Lynum, R., Gellein, J. & Viken, G.		Oppdragsgiver: Nordland fylkeskommune og NGU	
Fylke: Nordland		Kommune: Saltdal	
Kartblad (M=1:250.000) Saltdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2129.3 Rognan	
Forekomstens navn og koordinater (UTM sone 33 Ø/N): 513770/7436550 (sentralt i sørlige del), 513600/7438100 (sentralt i nordre del)		Sidetall: 157	Pris: kr 675
Feltarbeid utført: Juli 2018		Rapportdato: 17.12.2019	Prosjektnr.: 376601
Ansvarlig: <i>Jørn E. Sundsfjord</i>			
Sammendrag: <p>Nordland har gode naturgitte forutsetninger for karbonatforekomster. En rekke gruver er i drift, med ulike produktkvaliteter og anvendelser. Ut fra de geologiske forutsetningene er potensialet for videre utvikling betydelig.</p> <p>Denne rapporten tar for seg et område på vestsiden av Saltdalen, på eiendommer tilhørende gårdsbruk på Sundby, Medby og Nestby, og dokumenterer viktige mineralogiske og kjemiske karakteristika. I en annen rapport (Henderson m. fl. 2019) beskrives forekomsten i 3 dimensjoner kombinert med beregninger av sannsynlig forekomsttonnasje.</p> <p>En stor del av forekomstområdet ligger i østsiden av Nestbyfjellet, derav forekomstnavnet Nestbylia. Forekomsten har et betydelig utgående areal (over 2 km²), har gunstige mineralkjemiske egenskaper, og kan tenkes å kunne få framtidig industriell interesse for anvendelser hvor hvithet er et kvalitetskriterium.</p> <p>Det er utført relativt omfattende overflateprøvetaking i terrenget i form av borkaksprøvetaking med en liten slagboremaskin, supplert med feltanalyser direkte på fjell med XRF feltanalyseinstrument, og to korte (25 m) kjerneborehull boret med lastebilbasert borerigg ved fylkesvei 812 som krysser forekomstområdet; dette for å få kontinuerlige snitt igjennom bergarten på utvalgte steder.</p> <p>Analyser viser at forekomstområdet inneholder store mengder av karbonatbergart med lavt innhold av karbonatbundet (krystallbundet) jern og mangan, som er en forutsetning for industrielle anvendelser som stiller krav til høy hvithet. Magnesiuminnholdet er gjennomgående noe høyt (1-3 % MgO, lokalt høyere).</p> <p>Et karakteristisk trekk er kompleks mineralogi med inneslutninger av andre mineraler i karbonat, inkludert finfordelt grafitt. Dette gjør at en eventuell framtidig industriell produksjon av høyrene karbonatprodukt sannsynligvis vil kreve en spesialutviklet mineralprosessering.</p> <p>Potensiell arealkonflikt ved eventuell framtidig næringsutvikling ansees som relativt beskjedent tatt i betraktning at forekomstområdet ikke har bebyggelse og har ingen naturfredningsområder.</p>			
Emneord:	Industrimineral	Råstoffkarakterisering	
Kalsiumkarbonat	Kalkspatmarmor	Bergartskjemi	
Analyser	Mineralressurser	Karbonat	

INNHOOLD

1. Summary in English	8
2. Bakgrunn og formål.....	8
3. Analysemetoder.....	11
4. Nestbylia forekomstområde.....	13
Tidligere undersøkelser.....	13
Feltundersøkelser	16
Analyseresultater.....	21
5. 3D-visualisering	28
6. Diskusjon.....	29
Beliggenhet og potensielle arealkonflikter.....	29
Muligheter for verdiskaping og mineralprosessering	29
Videre arbeid.....	33
7. Konklusjon	33
8. Referanser.....	34

Figurer

Fig. 1: Oversiktskart, kalkspat- og dolomittforekomster i Norge.	7
Fig. 2: SEM-bilde av mineralogisk ren kalkspatmarmor.	10
Fig. 3: SEM-bilde av urein kalkspatmarmor.	10
Fig. 4: XY-plott av sammenhengen mellom totalinnhold og karbonatbundet Fe+Mn.	12
Fig. 5: Søylediagram for illustrasjon av jern bundet i karbonat jfr. andre mineraler.....	12
Fig. 6: Oversiktskart for karbonatbergarter i Salten.....	14
Fig. 7: Forenklet geologisk kart av området vest og sørvest for Rognan.....	15
Fig. 8: Foto av Nestbylia sett mot sør.	17
Fig. 9: Foto av båndet kalkspatmarmor.....	17
Fig. 10: Foto av vekslende grå og hvit kalkspatmarmor	18
Fig. 11: Foto av grå kalkspatmarmor.	18
Fig. 12: Foto av hvit kalkspatmarmor.	19
Fig. 13: Foto av borkaksprøvetaking.....	20
Fig. 14: Kart over prøvelokaliteter og innhold av karbonatbundet Fe+Mn.	22
Fig. 15: Kart over indikert karbonatbundet Fe+Mn basert på XRF feltanalyser.	23
Fig. 16: X-Y-diagrammer; CaO jfr. Fe+Mn og MgO	24
Fig. 17: Histogrammer som viser fordeling av Fe+Mn og MgO	25
Fig. 18: Søylediagrammer som viser fordeling av Fe+Mn og Uløst syrerest	26

Fig. 19: SEM-bilder av kalkspatmarmor.....	27
Fig. 20: Illustrasjon av prinsippet for en mulig industriell prosess for produksjon av PCC....	32

Tabeller

Tabell 1: Sammenstilling av analysedata for noen utvalgte prøver.	21
--	----

Vedlegg

Vedlegg 1: Analyser, 8 s.	
Vedlegg 2: Analyser plottet i kart, 7 s.	
Vedlegg 3: Bh1 karakterisering, 33 s.	
Vedlegg 4: Bh2 karakterisering, 27 s.	
Vedlegg 5: Karakterisering av prøve K301.18, 5 s.	
Vedlegg 6: Karakterisering av prøve K303A.18, 4 s.	
Vedlegg 7: Karakterisering av prøve K303B.18, 6 s.	
Vedlegg 8: Karakterisering av prøve K306.18, 4 s.	
Vedlegg 9: Karakterisering av prøve K307.18, 5 s.	
Vedlegg 10: Karakterisering av prøve K308.18, 5 s.	
Vedlegg 11: Karakterisering av prøve K310.18, 4 s.	
Vedlegg 12: Karakterisering av prøve K317.18, 5 s.	
Vedlegg 13: Karakterisering av prøve K317A.18, 5 s.	
Vedlegg 14: Karakterisering av prøve K318.18, 5 s.	

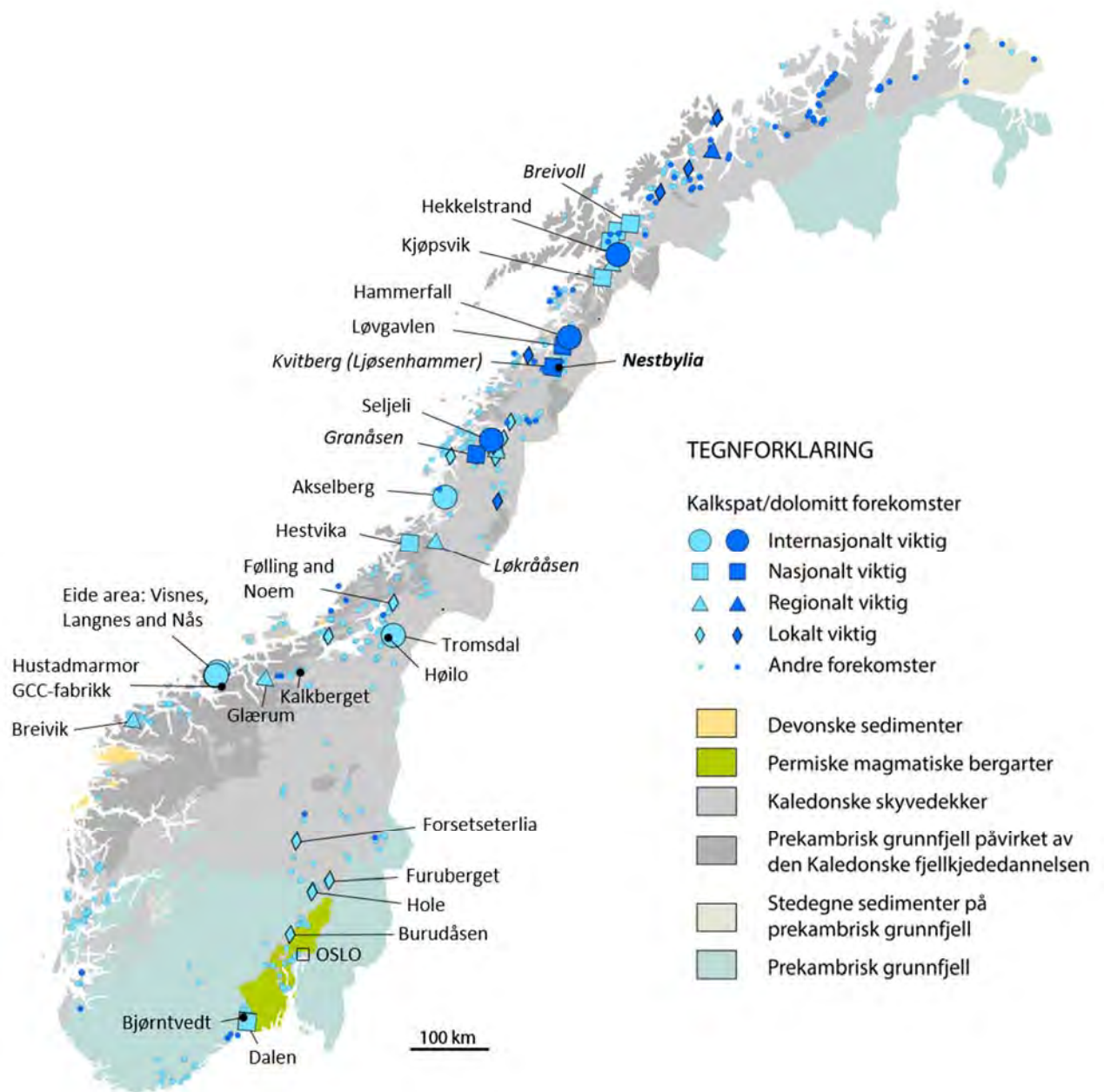


Fig. 1: Oversiktskart, kalkspat- og dolomittforekomster i Norge.

Forekomstoversikten er basert på NGUs mineralressursdatabase. De viktigste forekomstene er navngitt, dvs. alle karbonatforekomster som er i drift pr. 4.12.2019 (driftsstatus hentet fra www.dirmin.no) og noen viktige forekomster som ikke er i drift. For forekomst som ikke er i drift, er navnet skrevet i kursiv. Nestbylia er særskilt framhevet. Databasen oppdateres kontinuerlig, og framtidige oversikter vil derfor kunne avvike noe fra denne.

1. SUMMARY IN ENGLISH

Calcite marble and dolomite in various variations, are among the main rock-types in Nordland county. Currently, five mines are in production; two of these are calcite marble mines and three are dolomite mines. The potential for new industrial developments based on carbonate rocks are considerable.

The area of interest, more than 2 km², is located west of the Saltdal valley, at land properties belonging to farms at Sundby, Medby and Nestby. The main part of the deposit is occupying the eastern slopes of the mountain Nestbyfjellet, 5-6 km from the sea.

The purpose of this project is to provide a basis for an evaluation of its economic potential, including documentation of mineral and chemical characteristics of the deposit and the development of a 3D-model (separate report) with ore-resource estimates.

Surface drill-dust samples has been collected throughout the deposit area by a percussion drill machine, supplemented by analyses directly on rock by a portable XRF-instrument, chip-sampling and two short (25 m) core boreholes.

In general, the contents of carbonate-bound (crystal bound) iron and manganese is low (50-250 ppm Fe+Mn)¹, indicating that the deposit could become of economic interest for applications where high-whiteness is a quality criterion.

The mineralogy is complex, with considerable amounts of minerals such as graphite, quartz and muscovite as inclusions in carbonate. The magnesium content is distinct (1-3 % MgO, locally higher), due to intergrowths of dolomite in calcite.

There is no settlement in the deposit area, and no environmental protection sites. Consequently, the potential areal conflict in case of industrial development is regarded manageable.

2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Bakgrunn

Marmor er en generell betegnelse på en krystallinsk karbonatbergart² med tydelig kornstruktur. Når hovedmineralet er kalkspat betegnes bergarten kalkspatmarmor. Kalkspatmarmor inneholder vanligvis varierende mengder av andre mineraler i tillegg til kalkspat; dolomitt³, grafitt, apatitt, kvarts, muskovitt og pyritt er de mest vanlige.

¹ Carbonate-bound Fe and Mn is an indication of high whiteness, the lower the better. In general, less than 250 ppm Fe+Mn (ICP-AES analyses based on cold dissolution in 0.1N HCl) is regarded to be good.

² Karbonatbergarter er bergarter som i hovedsak består av karbonatmineraler, vanligvis kalkspat (CaCO₃) og/eller dolomitt CaMg(CO₃)₂ og mindre mengder av andre mineraler.

³ Karbonatmineralet dolomitt opptrer i varierende mengder i kalkspatmarmor; i tilfeller hvor dolomitt dominerer i forhold til kalkspat kalles bergarten dolomittmarmor eller bare dolomitt.

Karbonatbergarter i ulike varianter er en svært viktig mineralressurstype for Norge med 18 uttakssteder i drift (Fig. 1), rettet mot ulike anvendelser⁴. Verdien av karbonat gruveproduksjon for 2017 var på 439 millioner kroner, hvorav 9 % eksport og 91 % innenlands salg og videreforedling (Direktoratet for mineralforvaltning, 2019).

I Nordland er det fem karbonatgruver i drift: Hekkelstrand i Ballangen, Kjøpsvik i Tysfjord, Hammerfall i Sørfold, Seljeli i Vefsn og Akselberg i Brønnøy. Dagens verdiskaping er betydelig, spesielt hvis en inkluderer den videreforedlingen som skjer i Kjøpsvik (sement) og i Mo i Rana (brent dolomitt). Det kjente karbonatressursgrunnlaget i fylket er svært stort, med gode muligheter for økt framtidig verdiskaping.

Karbonatbergarter har mange bruksområder med ulike kvalitetsspesifikasjoner, se for eksempel Harben (2002) og Øvereng (2000).

I flere av NGUs tidligere undersøkelser⁵ av kalkspatmarmor har en fokusert på å identifisere forekomster av interesse for anvendelser hvor høy hvithet er et kvalitetskriterium⁶. I denne sammenheng ønskes lavt innhold av karbonatbundet jern (Fe) og mangan (Mn)⁷ fordi disse elementene reduserer hvitheten. I tillegg ønskes rene mineralkorn med få inneslutninger av andre mineraler fordi det da vil bli prosess teknisk enklere å produsere markedsattraktive mineralkonsentrater med høy verdi⁸.

Noe overraskende har det vist seg at visse grå og tilsynelatende uinteressante karbonatbergarter inneholder kalkspat med til dels svært lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan. Slike bergarter kan derfor ha interesse for framtidig industriell utvikling med henblikk på anvendelser hvor høy hvithet er en kvalitetsparameter. En ulempe er imidlertid at denne type forekomster ofte har kompleks mineralogi og mange inneslutninger av uønskede mineraler i kalkspaten. Denne type forekomster anses i dagens marked og med dagens metoder for mineralprosessering som vanskelig prosesserbar⁹. Det kan derfor bli nødvendig å utvikle spesielle prosesseringsløsninger, noe som blir nærmere diskutert i Kap. 6. Fordi det mest sannsynlig kreves en videre teknologisk utvikling innen mineralprosessering, har en valgt å betegne slike forekomster som «ukonvensjonelle». Fig. 2 viser en konvensjonell kalkspatmarmor som primært består av kalkspat, mens Fig. 3 viser en uren kalkspatmarmor med inneslutninger av en rekke andre mineraler.

⁴ I noen tilfeller benyttes bergarten slik den er uten annen bearbeiding enn knusing og nedmaling (mølling); dette gjelder for eksempel karbonatbergart som benyttes som råvare i sementproduksjon. I andre tilfeller ønskes et rent mineralkonsentrat av kalkspat for bruk for eksempel i maling og papir; bergarten må i så fall gjennomgå en kompleks industriell prosess (mineralprosessering) med det formål å lage et rent mineralkonsentrat.

⁵ Se for eksempel flere rapporter av Øvereng fra en del år tilbake, nevnt i referanselisten (Kap. 8). Se også Korneliussen m. fl. (2014) som gir en landsomfattende oversikt og Korneliussen m.fl. (2011) som tar for seg forekomster i Evenesområdet. Se også andre referanser som henvises til i disse rapportene.

⁶ For bruk for eksempel i papir, maling og plast er høy hvithet en avgjørende faktor.

⁷ Jo lavere innhold av jern og mangan, jo bedre. Under 250 ppm (parts pr million, tilsvarende gram per tonn) Fe+Mn (karbonatbundet) ansees som bra.

⁸ Mineralkonsentrater av ren kalkspat med høy hvithet kan ha markedsverdi i størrelsesorden 1000 – 5000 kr/t avhengig av kvaliteten, mens råvaren (karbonatbergarten) normalt har verdi i størrelsesorden 70-100 kr/t.

⁹ Med prosesserbar menes at det lar seg gjøre å lage markedsattraktive karbonatprodukter til konkurransedyktig pris. I mange tilfeller innebærer dette at andre mineraler i bergarten fjernes slik at man sitter igjen med et rent kalkspat- eller dolomittkonsentrat.

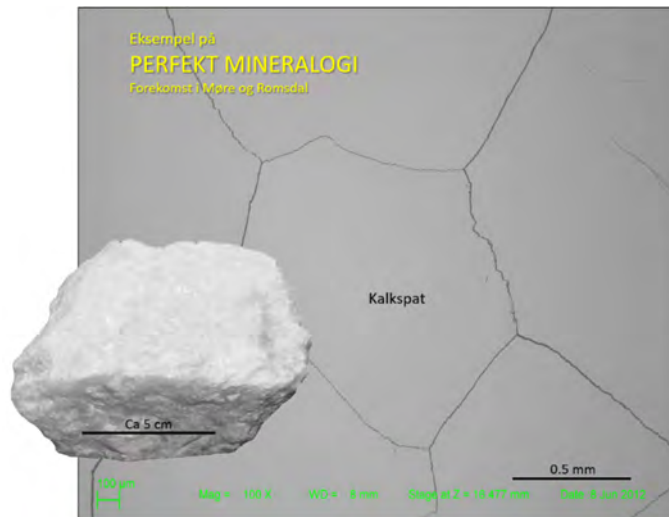


Fig. 2: Ren, grov kalkspatmarmor med få andre mineraler og rene korn grenser.

Bakgrunnsbildet er tatt i elektronmikroskop¹⁰ og viser at denne bergarten, som er fra Eideområdet i Møre og Romsdal, har usedvanlig rene kalkspat mineraler, praktisk talt uten inneslutninger av andre mineraler.

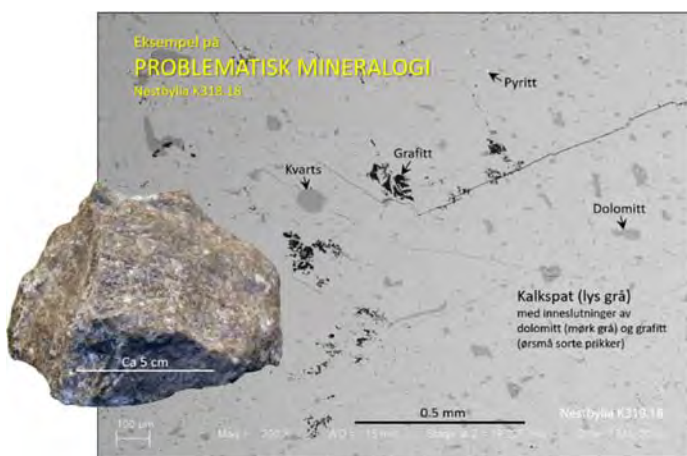


Fig. 3: Kalkspatmarmor med inneslutninger av mange mineraler og urene korn grenser.

Bakgrunnsbildet er av samme type som ovenfor, og viser en urein bergart fra Nestbylia som har en mengde inneslutninger av andre mineraler i kalkspat.

Begge karbonat-bergartene vist ovenfor har lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan. I det første eksemplet ansees det relativt enkelt å lage et høyverdig kalkspatprodukt med konvensjonell mekanisk-kjemisk mineralprosessering, fordi karbonatkornene praktisk talt ikke inneholder inneslutninger av andre mineraler. I det andre tilfellet lar dette seg ikke gjøre på tilsvarende måte på grunn av store mengder inneslutningene, til dels svært små, av andre mineraler i kalkspat; denne type forekomster blir av denne grunn kalt «ukonvensjonelle».

Av flere områder med ukonvensjonelle karbonatforekomster har Evenesmarka i Evenes kommune og Nestbylia i Saltdal kommune tidligere vært gjenstand for undersøkelser av NGU (Korneliussen m.fl. 2018). Ut fra geologiske forhold og mulige arealkonflikter ble Nestbylia ansett som bedre egnet enn Evenesmarka for eventuell framtidig industriell utvikling, og mer detaljerte undersøkelser, som beskrevet i denne rapporten, ble satt i gang med støtte fra Nordland fylkeskommune.

Formålet med prosjektet er å skaffe til veie dokumentasjon av forekomstens geologiske karakteristika, inkludert illustrere forekomsten i tre dimensjoner med estimat for forekomststørrelse. Prosjektet har to målgrupper. Den ene målgruppe er nasjonal og internasjonal karbonatindustri med kompetanse og økonomiske ressurser til å videreutvikle

¹⁰ Elektronmikroskop av type SEM (Scanning electron microscope). Bildene som her er benyttet er av type BSE-bilder (Backscattered electron image). Se tilsvarende bilder i Fig. 19 og i vedleggene 3-14.

forekomsten fram mot industriell produksjon. Den andre målgruppen er kommune og grunneiere, se neste avsnitt. Det utarbeides to rapporter: Denne rapporten, som gir en gjennomgang av ulike typer geologisk informasjon med hovedfokus på kjemi og mineralogi, og en annen rapport (Henderson m. fl. 2019) som beskriver bergartene i tre dimensjoner og gir tonnasjeberegninger. Begge rapportene gir forslag til videre undersøkelser.

Skulle det være ønskelig at forekomsten utvikles videre er det nødvendig å etablere en aksept for dette i lokalsamfunnet. Dette betyr i første omgang at det skapes forståelse i kommunen og blant grunneiere for de næringsmessige muligheter. Dermed, hvis det er tilstrekkelig ønske om det, må det tas skritt i retning av videre utvikling. I henhold til mineralloven er kalkstein og kalkspatmarmor grunneiers eiendom, og eventuell videreføring forutsetter grunneieraksept.

Resultatene fra dette prosjektet er planlagt presentert for fylkeskommune, kommune og grunneiere.

3. ANALYSEMETODER

Prøver av karbonatbergarter analyseres rutinemessig ved NGU for hoved- og sporelementer med XRF¹¹, ICP-AES¹², svovel (TS) og organisk karbon (TOC, grafitt)¹³ og syreuløst rest¹⁴. I tillegg mikroskoperes bergarten i optisk mikroskop og i skanning elektronmikroskop (SEM) rutinemessig; se eksempler på SEM-bilder i Fig. 2, Fig. 3 og Fig. 4, og i vedleggene 3 til 14.

XRF-analysen gir bergartens totale kjemiske sammensetning, mens ICP-analysen gir karbonatmineralets sammensetning, se illustrasjon i Fig. 5.

Ved ICP-AES-analysen løses bergarten i svak saltsyre (kald 0,1 N HCl) slik at kun karbonatmineralene oppløses; oppløsningen analyseres deretter og en får analysetall for karbonatets kjemiske sammensetning. De andre mineralene som ikke oppløses (uløselig rest) er kvarts, muskovitt, pyritt, grafitt, m.fl. ICP-AES-analysen gir følgelig analysetall for gjennomsnittsinholdet i prøven av karbonatbundet (krystallbundet) Ca, Mg, Fe, Mn, P, Sr, m.fl.

Fe- og Mn-verdiene fra ICP-AES-analysen er avgjørende for vurderingen av karbonatmineralenes mulige hvithet, jo lavere jo bedre; se mer detaljert omtale av Korneliussen m.fl. (2014).

I tillegg er det gjort målinger i felt med bærbar XRF (Thermo Scientific Niton XL3t) direkte på fjell. Denne type analyser er raske å gjennomføre, men gir kun totalverdier. Innholdet av karbonatbundet Fe+Mn er beregnet ved at det er benyttet en korreksjonsfaktor¹⁵ bestemt som gjennomsnittlig forholdstall mellom ICP-AES analyseverdier og XRF-analyseverdier for det samme prøvematerialet (se nedenfor).

¹¹ XRF (X-ray fluorescence, eller røntgenfluorescence på norsk). Denne analysemetoden gir bergartens totalsammensetning i form av innhold av hovedelementer som SiO₂, Al₂O₃, CaO, etc., og sporelementer som Sr, Ce, Zn, etc.

¹² ICP-AES (Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy).

¹³ Forbrenningsanalyse med instrument av type LECO SC-632.

¹⁴ Kvantitativt tall for mengde syreuløst mineralogisk materiale etter en bestemt analyseprosedyre, i hovedsak silikatmineraler og grafitt.

¹⁵ Korrelasjonsfaktor 0,18; medianverdien 0,15.

Fig. 4 viser relasjonen mellom Fe+Mn totalverdier (Niton XRF-analyse) og karbonatbundet (ICP-AES-analyse) for det samme borkaks-prøvematerialet fra Nestbylia (se Kap. 5). Selv om korrelasjonen er svært dårlig så gir Niton-analysene likevel en indikasjon på nivået for karbonatbundet Fe+Mn. For eksempel vil en Niton-analyse på 1000 ppm Fe+Mn og lavere indikere at innholdet av karbonatbundet Fe+Mn mest sannsynlig er 200 ppm eller lavere, noe som er nyttig informasjon. Bruk av XRF feltinstrument er et hjelpemiddel for å lokalisere lovende delområder og enkeltlokaliteter, og som i neste omgang prøvetas med for eksempel borkaks for å skaffe representativt prøvemateriale for laboratorieanalyser.

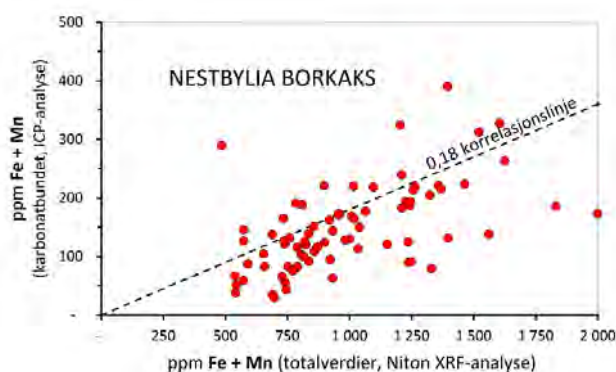


Fig. 4: XY-plott av sammenhengen mellom totalinnhold og karbonatbundet Fe+Mn.

Ved ICP-AES analyse bestemmes karbonatets kjemiske sammensetning, inkludert jerninnhold, som illustrert i Fig. 5. Jern (og mangan) er avgjørende for hvitheten, jo lavere jo bedre. Dernest må det være industrielt mulig ved mineralprosessering å lage et rent karbonatprodukt. Disse to faktorene er uadskillelige, og grunnleggende forutsetninger for anvendelser hvor høy hvithet er et kvalitetskriterium.

Nestbylia har svært gode egenskaper når det gjelder karbonatets mulige hvithet, i form av lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, men vil sannsynligvis være ganske utfordrende når det gjelder produksjon (mineralprosessering) av høyverdige mineralprodukt. Se mer utfyllende informasjon i Kap. 6.

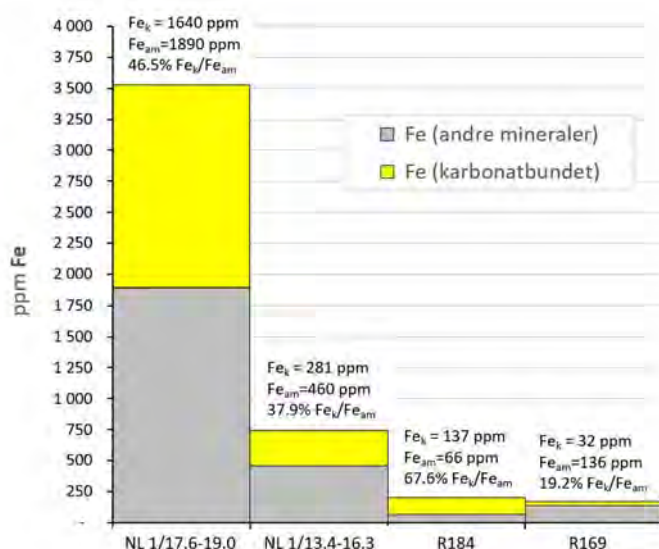


Fig. 5: Eksempler på jern bundet i karbonat sammenlignet med jern bundet i andre mineraler.

Fe_k: Karbonatbundet jern.
 Fe_{am}: Jern bundet i andre mineraler.
 Fe_k/Fe_{am}: %-andel karbonatbundet jern (Fe_k) i forhold til totalt jern (Fe_k+Fe_{am}).

Fig. 5 viser eksempler på jern¹⁶ i fire karbonatprøver fra Nestbylia. Karbonatbundet jern (gule søyler) er bestemt ved ICP-AES analyse, mens jern bundet i andre mineraler (grå søyler) er lik differansen mellom totaljern bestemt med XRF-analyse og karbonatbundet jern. Søylehøyden viser bergartens totale jerninnhold. Det framgår at andel karbonatbundet jern varierer fra 19.2% i prøve R169 til 67.6 % i prøve R184. Jern som ikke er karbonatbundet er i hovedsak bundet i jernsulfidmineralet pyritt og sannsynligvis også i glimmermineralet muskovitt.

I dette eksemplet har prøve R169 svært lavt innhold av karbonatbundet jern og prøve R184 ganske lavt, henholdsvis 32 og 137 ppm; begge disse karbonatbergartene vil derfor være attraktive ut fra et hvithetsperspektiv. Karbonatbergarten i prøve NL 1/13.4-16.3 inneholder 281 ppm karbonatbundet jern, og er i dette perspektivet av mindre interesse, mens bergarten i prøve NL 1/17.6-19.0 har veldig høyt innhold av karbonatbundet jern og er helt uten interesse.

4. NESTBYLIA FOREKOMSTOMRÅDE

Tidligere undersøkelser

Karbonatbergarter i ulike varianter (alle er marmor) utgjør en betydelig andel av berggrunnen i Salten (Fig. 6). Spesielt i et område sørvest for Rognan inneholder en av de geologiske enhetene kalkspatmarmor med særskilt lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan.

Den geologiske oppbygningen av det aktuelle området er beskrevet i detalj av Melezhik m. fl. (2013). En forenklet versjon av originalkartet er vist i Fig. 7, og det framgår av tegnforklaringen at de ulike karbonat-bergartsenhetene varierer i alder fra sen-prekambrisk til tidlig silurisk. Nestbylia-forekomsten tilhører den siluriske Rognan-formasjonen (alder 440 millioner år), som er den yngste karbonatenheten i området.

Tidligere rekognosering og innsamling av prøver av karbonatbergarter i området er gjort ved flere anledninger, hovedsakelig i veiskjæringer langs fylkesveg 812 mellom Nestbylia og Ljøsenhammer.

Mer omfattende prøvetaking ble utført i 2017, med gode analyseresultater, samtidig som det interessante forekomstområdet viste seg å være langt større enn opprinnelig antatt. (Korneliussen m. fl. 2019).

Dette var foranledningen for mer detaljerte feltundersøkelser i 2018, med analyser og bearbeiding i 2019, som beskrevet i det påfølgende.

¹⁶ Mangan er her ikke tatt med fordi totalverdier av mangan er under deteksjonsgrensen for lave verdier; oppgitt som -0,01 % MnO i Vedlegg 1. Prinsippet mht. karbonatbundet jfr. ikke-karbonatbundet er her forklart ved kun å benytte jern.

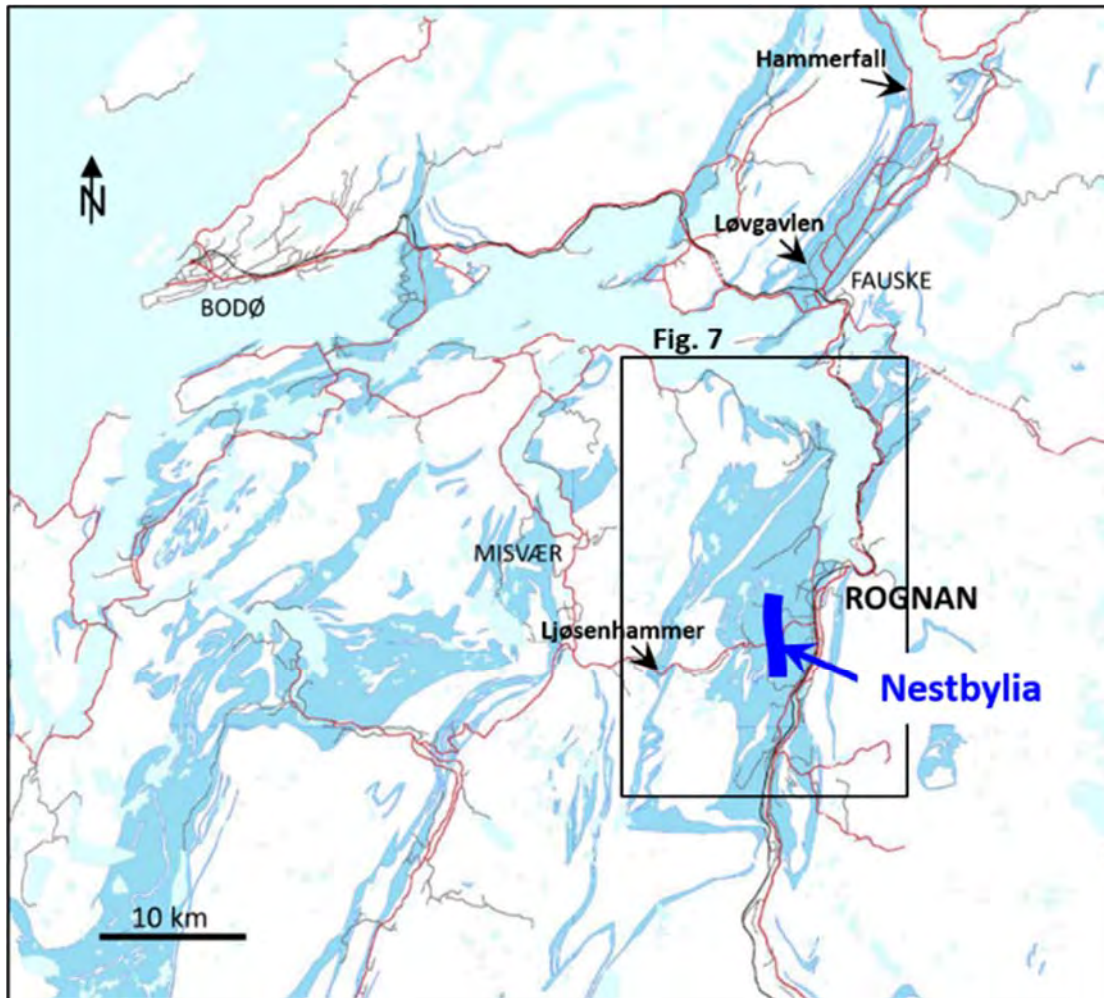


Fig. 6: Opptreden av karbonatbergarter i Salten (blå farge), basert på NGUs 1:250.000 geologiske kartserie.

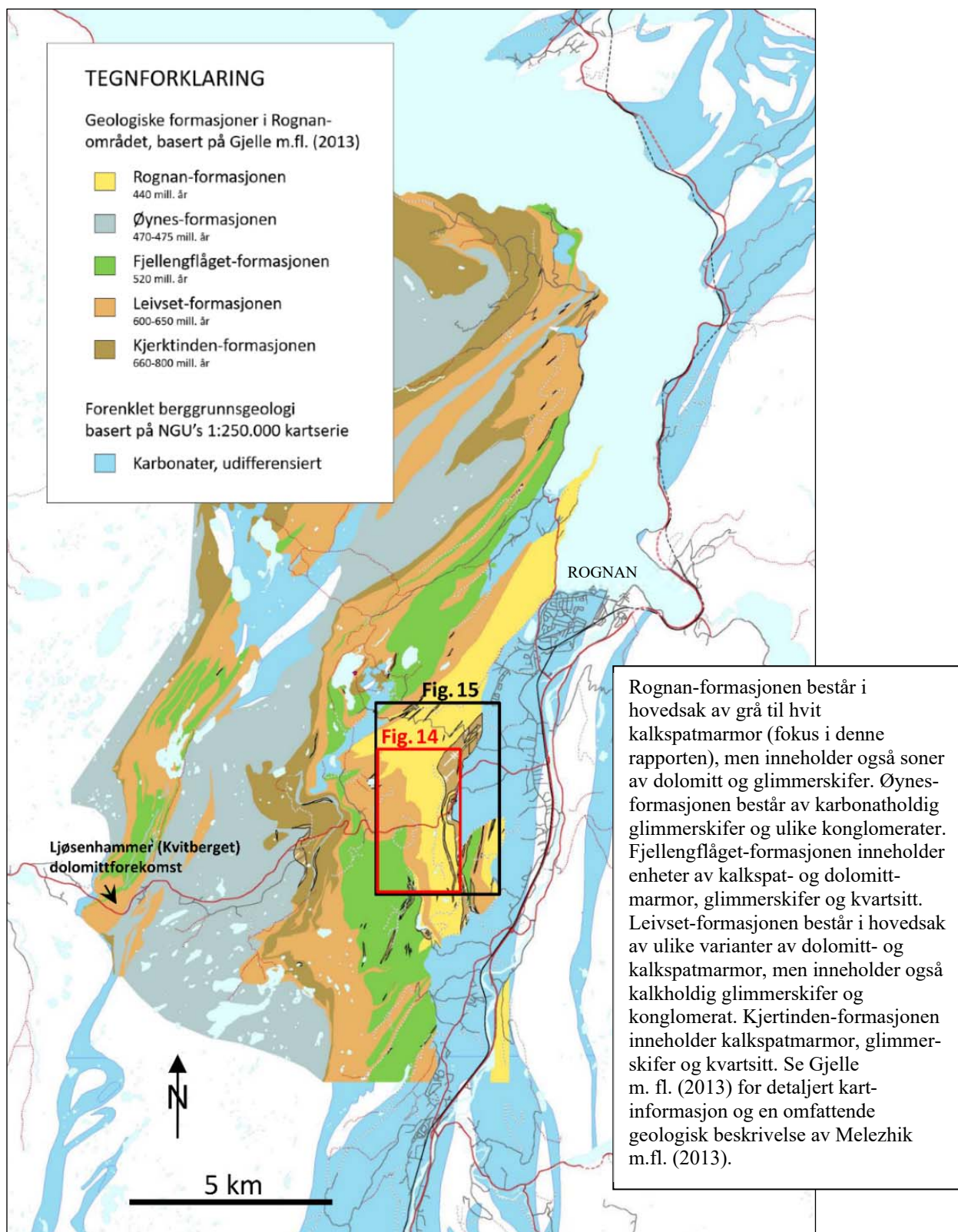


Fig. 7: Forenklet geologisk kart av området vest og sørvest for Rognan, basert på Gjelle m.fl. (2013) og Melezhik m.fl. (2013).

Feltundersøkelser

Berørte grunneiere ble informert på forhånd i brev form om hvilke aktiviteter som var planlagt, og det ble oppfordret til å kontakte NGU hvis en hadde spørsmål.

Bærbar XRF feltanalyseinstrument ble benyttet i rekognoseringsøyemed, se omtale i Kap. 3.

Følgende prøvetyper ble innsamlet for laboratorieanalyse:

- Overflateprøver tatt med hammer/slegge (knakkprøver), til sammen 20 prøver (vedlegg 1). Prøver tatt i veiskjæringer kan bestå av opptil 10 underprøver (chip-prøver) sammenslått til én stor prøve på 2-3 kg. For prøver tatt i terrenget varierer antall underprøver fra 3 til 5-6, avhengig av blotningens beskaffenhet. Generelt sett er prøvene tatt i veiskjæringer av høyere kvalitet (bedre representativitet) enn prøver tatt i terrenget med hammer/slegge. Vanlig prosedyre er at én av underprøvene sages i to deler; den ene delen tas vare på som referanseprøve og av den andre halvdelen lages et prøvepreparat (polert tynnslip) for mineralogiske undersøkelser i optisk mikroskop og elektronmikroskop. Noen av disse prøvene er nærmere beskrevet i vedleggene 5 til 14.
- Borkaks overflateprøver. Metodikken er illustrert og beskrevet i Fig. 13. Det ble i to prøvetakingsrunder henholdsvis i 2017¹⁷ og 2018 innsamlet til sammen 233 borkaksprøver, hvorav hver prøve representerer 3 underprøver. Denne type prøver gir ypperlig informasjon om kjemiske variasjoner og karakteristika i forekomstområdet. Analysedata og prøvelokaliteter framgår av vedlegg 1 og 2.
- Kjerneboring. For å oppnå mer detaljert informasjon om bergartskjemiske- og mineralogiske karakteristika ble det kjerneboret to korte (25 m) borehull med lastebilbasert borerigg. Prøvepunkter og analysedata framgår av vedlegg 1 og 2, mens vedlegg 3 og 4 gir annen informasjon om de to borkjernene.

I det påfølgende vises et utvalg fotografier av landskap, bergartsblotninger i felt og enkelprøver; se også fotografier av bergartsprøver i vedleggene 3 til 14.

Som det framgår av fotografiene, har kalkspatmarmoren i forekomstområdet til dels ganske varierende utseende. Grå, båndet marmor med ulik grad av deformasjon er karakteristisk, se for eksempel Fig. 9. En variant av grå marmor er vist i Fig. 10, i dette tilfellet med en svak lagdeling og med markante årer av lys karbonat. Et annet marmorvariant er vist i Fig. 11, av en grå, massiv bergart uten synlig lagdeling eller deformasjon. Hvit marmor slik som vist i Fig. 12 forekommer sporadisk i hele forekomstområdet, men er utvilsomt mest utbredt i de nordlige deler av området.

Linser og ganger av amfibolitt i dm-m mektigheter forekommer sporadisk, dog mest markant i de østlige deler av forekomstområdet.

Se Henderson m.fl. (2019) for mer detaljert informasjon om karbonat bergartsvarianter og hvordan disse relateres til strukturgeologiske begivenheter.

¹⁷ Også rapportert i Korneliussen m. fl. 2019a.



Fig. 8: Nestbylia sett mot sør.

UTM-koordinat (sone 33): 513730 Ø, 7437710 N.



Fig. 9: Båndet kalkspatmarmor. UTM-koordinat (sone 33): 513720 Ø, 7436580 N.

Bergarten er generelt båndet, med cm- til dm-brede bånd av lys/henholdsvis mørk marmor. De lyse lagene er gjennomgående mer rekrystallisert og grovkornet enn de mørke lagene. Den mørke fargen på bergarten skyldes trolig finfordelt grafitt i de mørke lagene.



Fig. 10: Åre av grovkornet, hvit kalkspatmarmor i grå kalkspatmarmor.

Hvit marmor er i mange tilfeller dannet senere enn grå marmor, og kan opptre som årer og «utsvettinger» av kalkspat slik som i dette bildet.

Målestokk: Bredden av bildet er ca. 15 cm.

UTM-koordinat (sone 33): 513780 Ø, 7437825 N.



Fig. 11: Homogen, grovkornet, grå kalkspatmarmor.

UTM-koordinat (sone 33): 513280 Ø, 7437880 N.



Fig. 12: Homogen, grovkornet, hvit kalkspatmarmor.

UTM-koordinat (sone 33): 513370 Ø, 7438000 N.



Fig. 13: Borkaksprøvetaking.

UTM-koordinat (sone 33): 513740 Ø, 7436550 N.

Borkaksprøvetaking ble utført med en batteridrevet slagbormaskin slik som vist i disse tre bildene. Selve boret går igjennom et hull i bunnen av en plastboks. Borkaket blir samlet i boksen. Eventuell segregasjon av tungmineraler har ingen betydning i denne sammenhengen og det oppsamlede prøvemateriale antas å være tilstrekkelig representativt. Hvert borehull er ca. 20 cm dypt, med diameter 16 mm. Tre slike hull bores med 1-3 meters avstand og prøvene slås sammen til én prøve. Prøvene analyser ved NGUs laboratorium.



Analyseresultater

Laboratoriets analysedata er sammenstilt i Vedlegg 1. Tabell 1 viser en sammenstilling av analysedata fra flere analysemetoder for utvalgte prøver. Se Kap. 3 for nærmere omtale av analysemetodene som er benyttet.

Kartplottet i Fig. 14 viser innhold av karbonatbundet Fe+Mn indikert med symboler, mens Fig. 15 viser innhold av beregnet karbonatbundet Fe+Mn for lokalitetene analysert med bærbar XRF direkte på fjell. Selv om usikkerheten med denne felt-analysemetoden er betydelig, så indikerer likevel resultatet et gjennomgående samsvar med de laboratorieanalyserne.

Feltanalysene med bærbar XRF langs skogsbilveien i den nordlige delen av forekomstområdet (Fig. 15; Fjellveien) er i samme størrelsesorden som tilsvarende Fe+Mn analyser fra det sentrale forekomstområdet ca. 1 km lenger sør. Dette antyder at det samlede forekomstområdet er langt større enn tidligere antatt, og kan forventes å forløpe videre mot nordøst i retning mot Rognan. Tilsvarende antas den sørlige utstrekningen å fortsette videre sørover.

Tabell 1: Sammenstilling av analysedata for noen utvalgte representative prøver. Denne sammenstillingen er basert på de samme analysedata som Vedlegg 1, og er et eksempel på en alternativ tabellsammenstilling av analysedata basert på flere analysemetoder.

			Nestbylia													
NGU prøvenr.			186255	186257	186260	186267	186269	186272	186279	186283	186286	186299	186302	186303	186318	Gj. snitt
Felt prøvenr.			R5	R7	R10	R17	R19	R22	R29	R33	R36	R49	R52	R53	R68	
SiO ₂	xrf	%	2,47	0,92	1,83	4,36	<0,5	3,43	3,07	2,01	1,60	1,06	1,17	2,26	7,17	2,61
Al ₂ O ₃	xrf	%	0,27	0,02	0,13	0,14	0,07	0,22	0,05	0,26	0,08	0,03	0,05	0,02	0,05	0,11
Fe ₂ O ₃	xrf	%	0,164	0,027	0,072	0,051	0,172	0,098	0,028	0,103	0,099	0,027	0,092	0,028	0,025	0,076
TiO ₂	xrf	%	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	-
MgO	xrf	%	2,17	2,46	2,16	2,73	1,47	2,65	3,13	2,37	1,53	0,60	0,72	2,96	4,07	2,23
CaO	xrf	%	51,30	52,50	51,80	50,50	53,60	50,60	50,30	51,80	53,00	54,50	54,10	50,90	47,20	51,70
Na ₂ O	xrf	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
K ₂ O	xrf	%	0,07	<0,01	0,03	0,02	<0,01	0,03	0,01	0,13	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04
MnO	xrf	%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
P ₂ O ₅	xrf	%	0,03	0,02	0,03	0,08	0,03	0,05	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,07	0,03
Gl.tap	%		42,40	43,30	43,10	41,40	43,50	42,30	42,90	42,70	42,60	42,80	43,30	42,60	40,70	42,58
Sum	%		99,00	99,30	99,20	99,40	99,10	99,30	99,50	99,50	99,00	99,10	99,50	98,80	99,20	99,22
Sr	xrf	ppm	1 080	1 180	1 180	1 440	728	1 180	1 070	755	1 400	1 060	865	820	1 170	1 071
S	xrf	ppm	1 300	<200	412	<200	700	366	246	384	607	<200	329	<200	<200	543
CaO	icp	%	50,36	52,32	51,06	49,66	52,74	50,64	49,24	50,64	51,20	54,00	53,02	50,78	45,61	50,87
MgO	icp	%	2,04	2,39	1,97	2,01	1,50	2,65	3,08	1,72	1,54	0,59	0,72	2,45	3,73	2,03
Fe	icp	ppm	57	105	124	65	143	130	23	29	51	80	103	130	73	86
Mn	icp	ppm	34	16	15	18	78	32	28	26	29	85	21	15	5	31
Fe+Mn	icp	ppm	90	121	139	83	221	162	51	55	80	165	124	145	78	116
P	icp	ppm	89	49	101	300	97	198	56	120	56	126	57	49	255	119
Sr	icp	ppm	1 090	1 220	1 220	1 480	758	1 210	1 090	768	1 410	1 090	875	860	1 180	1 096
S	icp	ppm	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	70,90	<40	<40	<40	70,90
S	Leco	%	0,0588	< 0,02	0,0228	< 0,02	0,0252	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,0356
TOC	Leco	%	< 0,1	< 0,1	0,137	0,190	< 0,1	0,132	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,109	0,105	0,200	0,146
Uløst syrerest	%		3,06	1,13	2,32	5,75	0,47	3,80	3,08	3,18	1,82	1,07	1,47	3,05	7,81	2,92

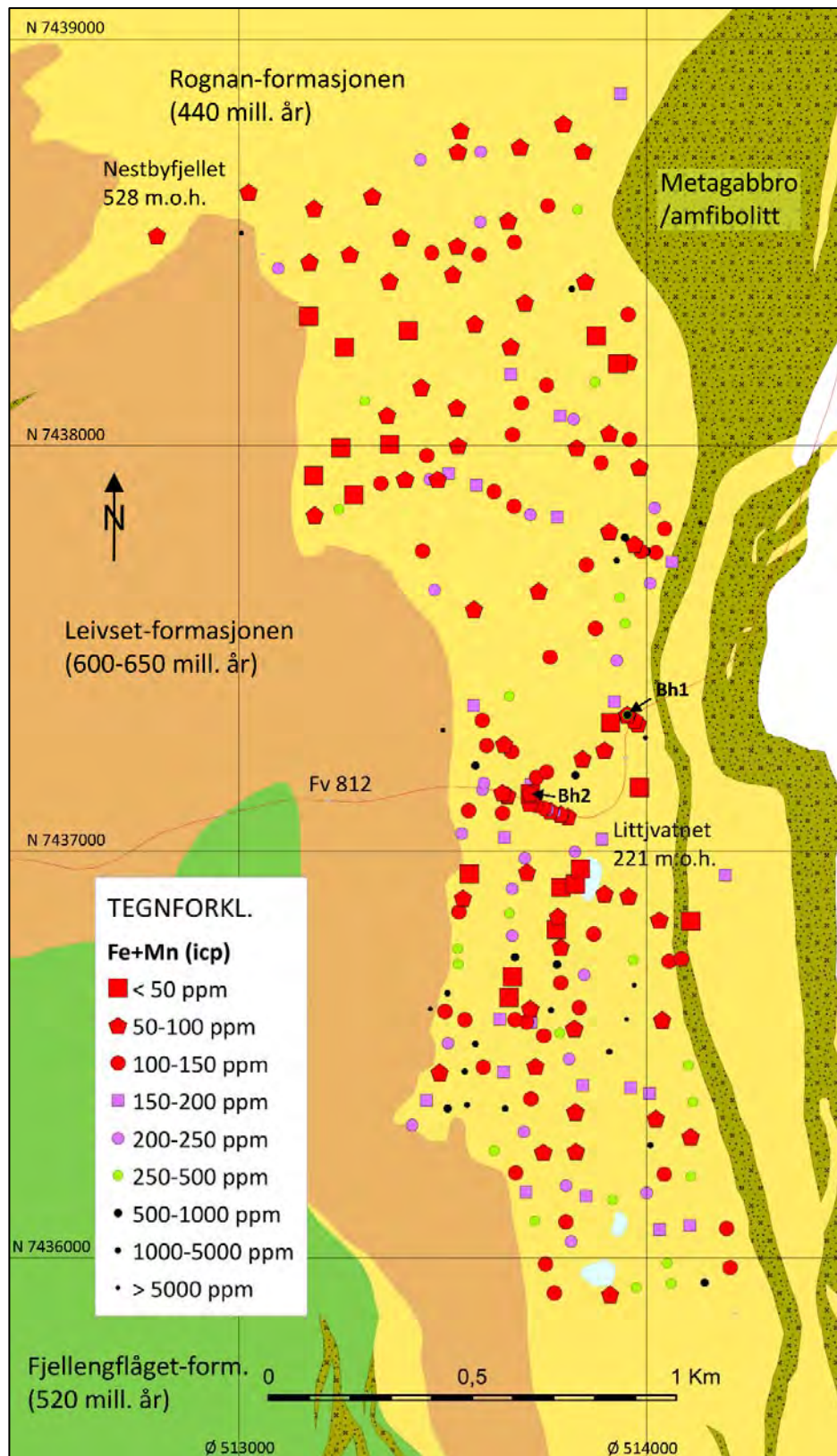


Fig. 14: Karbonatbundet Fe+Mn i borkaks og knakkprøver i det sentrale forekomstområdet.

Bergartene i forekomstområdet stryker gjennomgående N-S med fall steilt mot vest, dog med betydelige lokale variasjoner forårsaket av foldinger. Se detaljert beskrivelse av strukturgeologiske forhold i prosjektets andre rapport (Henderson m.fl. 2019).

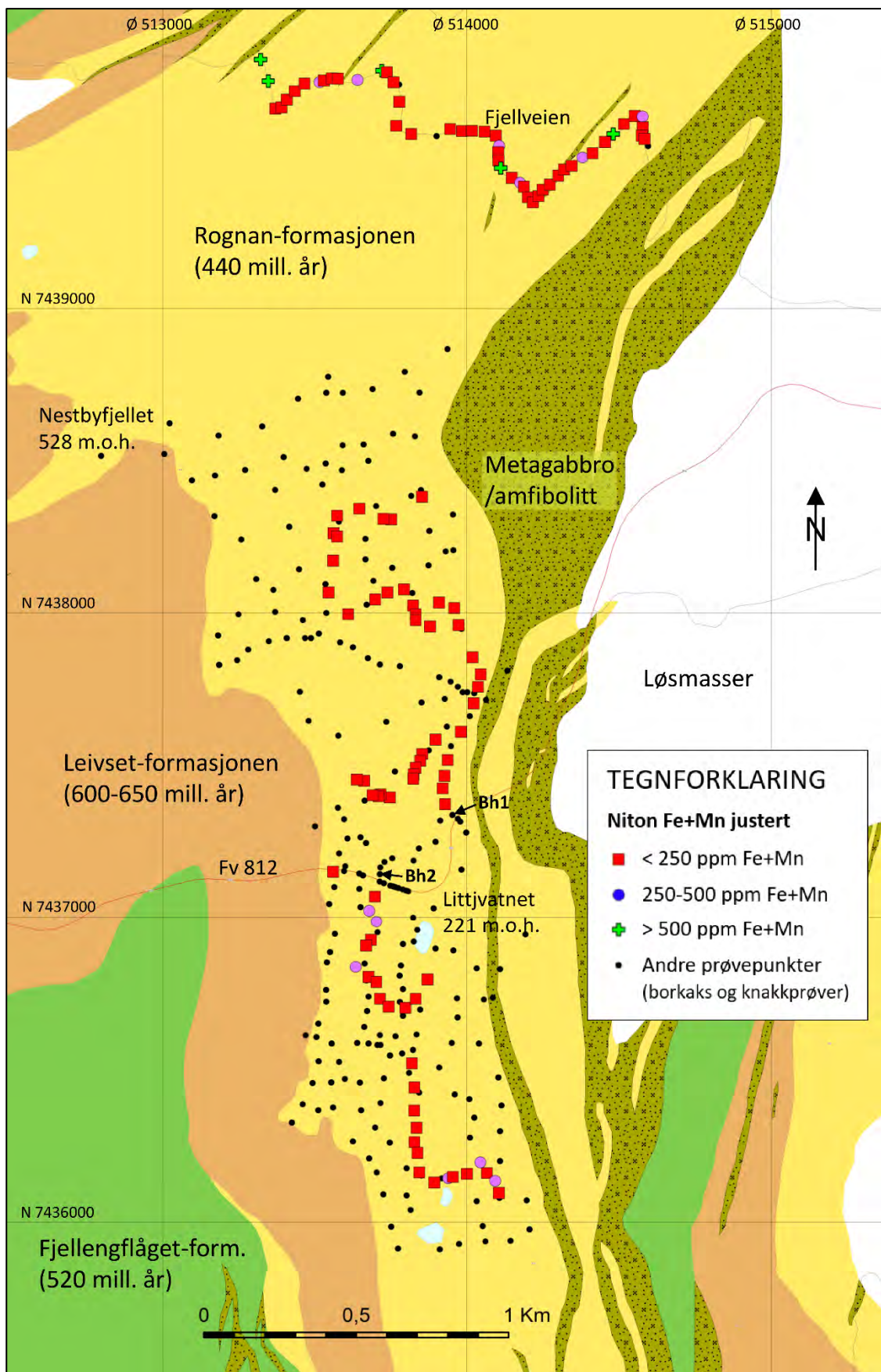


Fig. 15: Kartplott av indikert karbonatbundet Fe+Mn basert på XRF totalanalyser direkte på fjell.

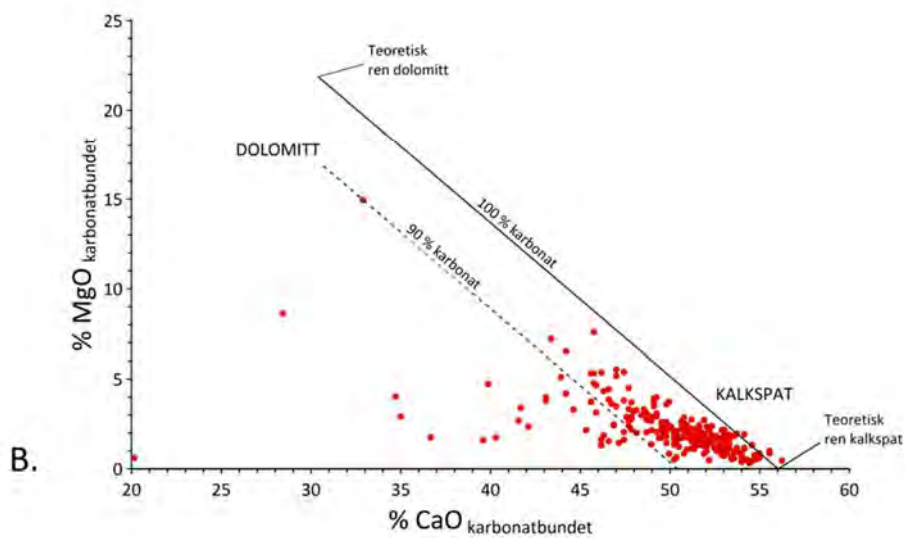
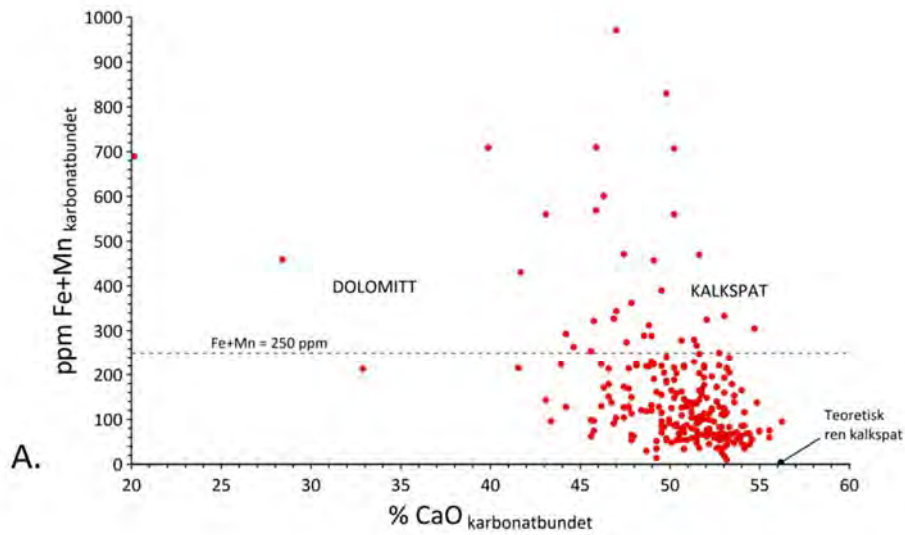
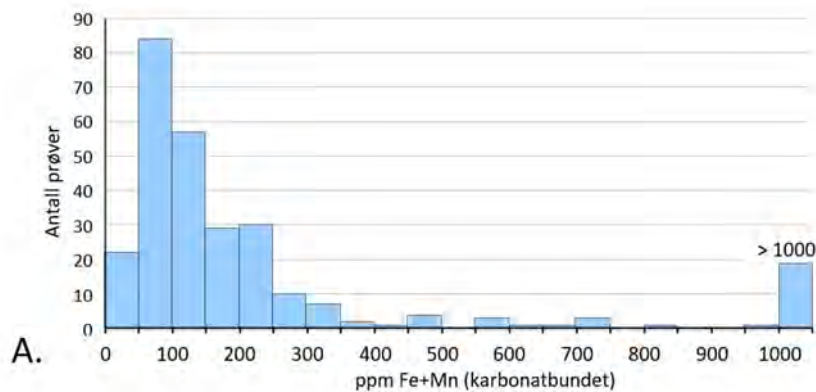
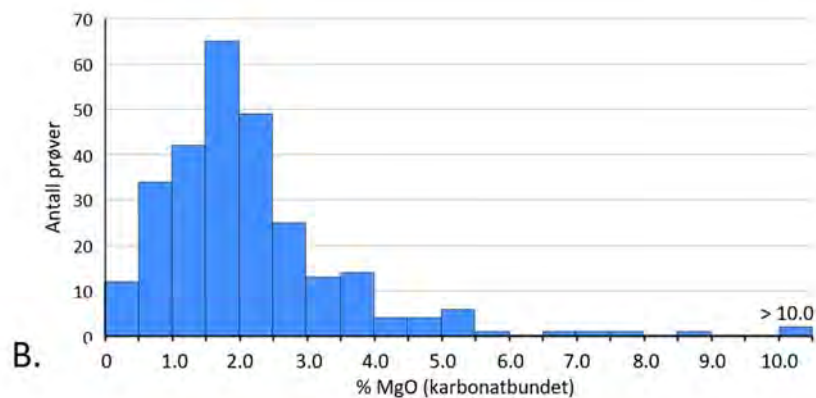


Fig. 16: X-Y-diagrammer som viser variasjonen i henholdsvis karbonatbundet Fe+Mn (Fig. A) og MgO (Fig. B) sett i forhold til CaO, basert på analysedata oppgitt i Vedlegg 1.



A.



B.

Fig. 17: Histogrammer som viser fordelingen av karbonatbundet Fe+Mn (Fig. A) og MgO (Fig. B), basert på analysedata oppgitt i Vedlegg 1.

Fig. 16, Fig. 17 og Fig. 18 viser viktig analyseinformasjon fremstilt på ulike måter. For denne type forekomst er det avgjørende at innholdet av karbonatbundet jern og mangan er lavt, jo lavere jo bedre. På generelt grunnlag ansees under 250 ppm Fe+Mn (karbonatbundet) som bra, og som det framgår av disse figurene er en stor andel av de analyserte prøver godt under dette nivået.

MgO-innholdet varierer for en stor del fra under 1 % til 5 %, med enkelte høyere verdier. På generelt grunnlag er dette gjennomgående høyt som kalkspatmarmor forekomst betraktet, noe som ansees som ugunstig.

Fig. 18A viser relasjoner mellom karbonatbundet Fe+Mn og ikke-karbonatbundet Fe+Mn, i et søylediagram hvor prøvene er sortert etter økende totalinnhold av Fe+Mn. Over 90 % av prøvene har lavt innhold av karbonatbundet Fe+Mn. Det er iøynefallende at karbonatbundet Fe+Mn i stor grad holder seg gjennomgående lavt selv om innholdet av Fe+Mn i andre mineraler øker. Fig. 18B viser variasjonen i uløst syrerest, som indikator for innhold av ikke-karbonat mineraler, for det samme prøveutvalget.

Begge elektronmikroskop (SEM) bildene i Fig. 19 er av marmor med en karakteristisk grovkornet tekstur. Kalkspatmarmoren i det øverste bildet er en magnesiumfattig variant tilnærmet uten dolomitt, mens kalkspat i det nedre bildet har en mengde inneslutninger av dolomitt. Grafitt opptrer som ørsmå korn, mest tydelig i det øvre bildet. Kvartsinneslutninger i kalkspat er karakteristisk for begge lokalitetene. Se også eksempler i Fig. 2 og Fig. 3 og i vedleggene 3-14.

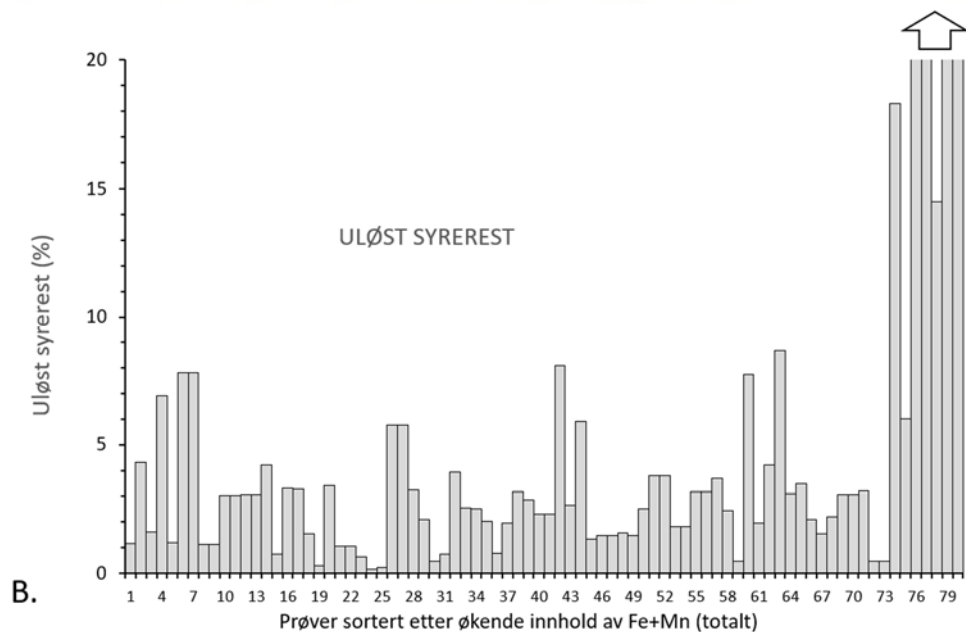
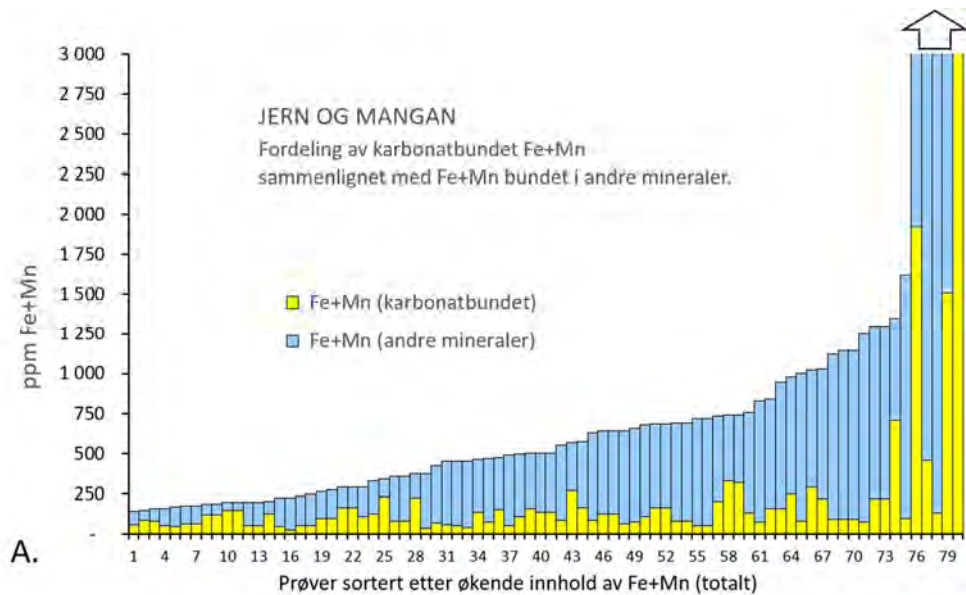


Fig. 18: Relasjoner mellom karbonatbundet og ikke-karbonatbundet Fe+Mn (Fig. A) og variasjoner i uløst syrerest (Fig. B), basert på analysedata i Vedlegg 1. Prøvene er sortert etter økende totalinnhold av Fe+Mn. Samlet prøveantall er 80, som omfatter de prøver som både er analysert med XRF (totalverdier) og ICP-AES (karbonatbundet).

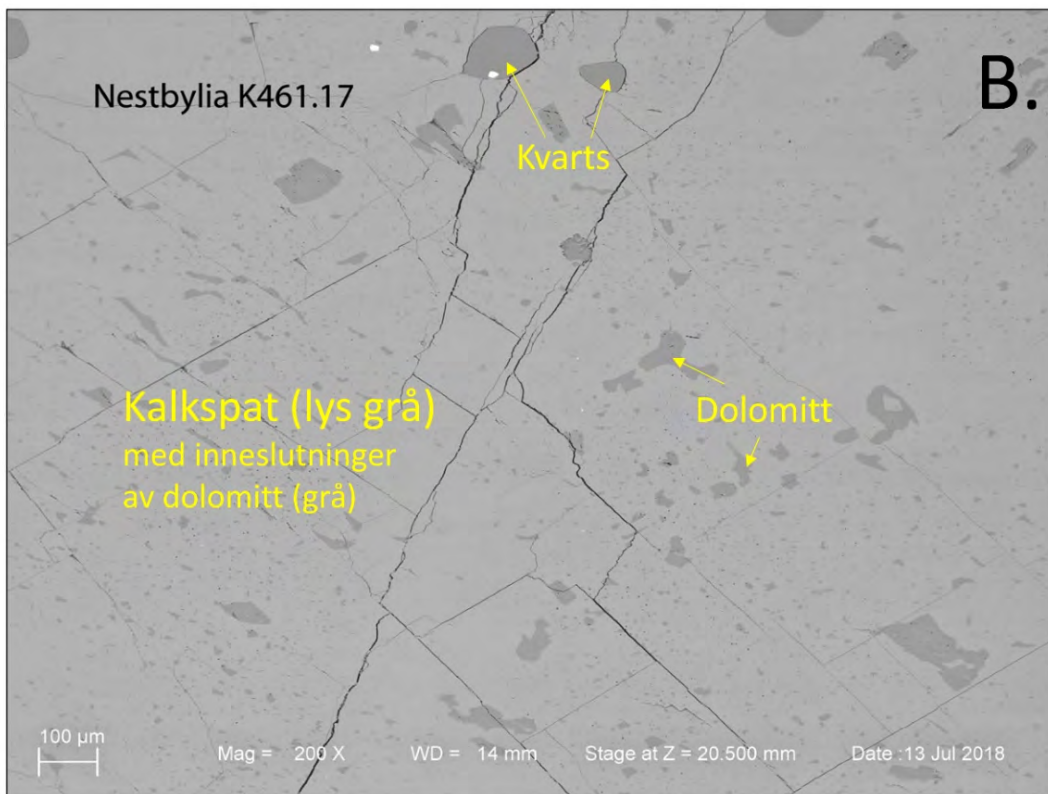
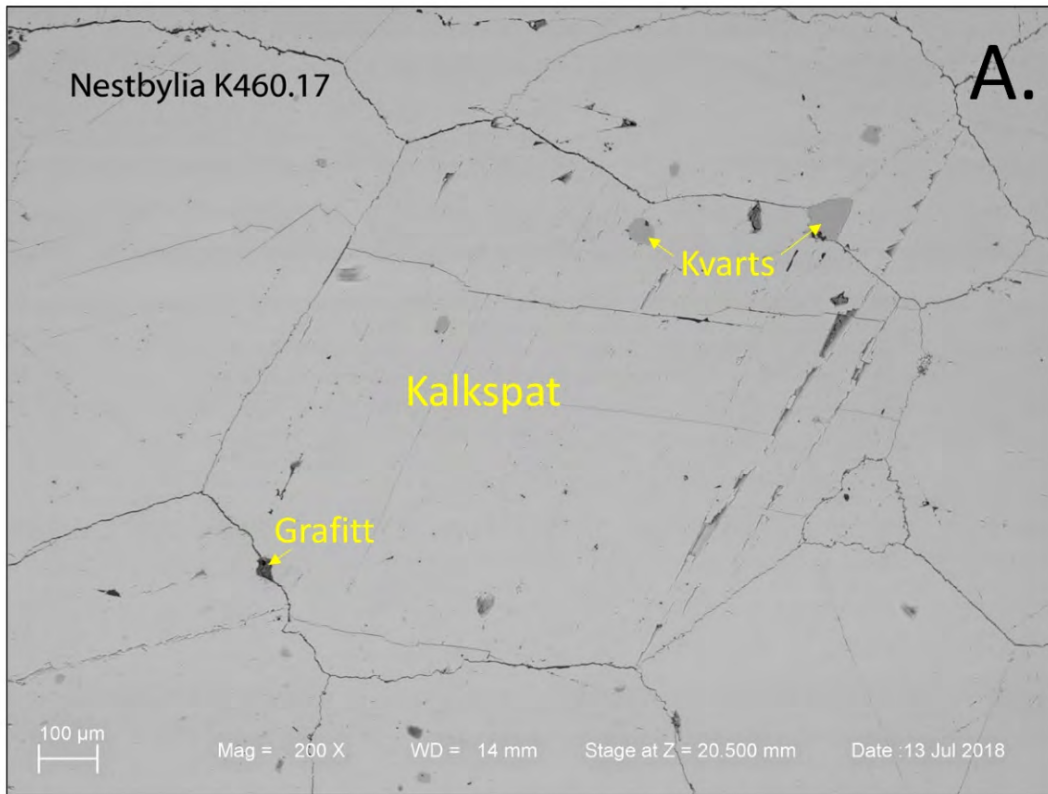


Fig. 19: Bilder av kalkspatmarmor tatt i elektronmikroskop¹⁸, Nestbylia.

¹⁸ SEM bse-bilder, se nærmere forklaring under Fig. 2 og Fig. 3.

Ulik type informasjon foreligger i følgende vedlegg:

- Vedlegg 1: Analysesammenstilling av geokjemiske analyser, 8 sider.
- Vedlegg 2: Analysedata plottet på topografisk og geologisk kartgrunnlag, 7 sider.
- Vedlegg 3: Karakterisering av borkjerne NL1, 33 sider.
- Vedlegg 4: Karakterisering av borkjerne NL2, 27 sider.
- Vedlegg 5: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K301.18, 5 sider.
- Vedlegg 6: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K303A.18, 4 sider.
- Vedlegg 7: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K303B.18, 6 sider.
- Vedlegg 8: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K306.18, 4 sider.
- Vedlegg 9: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K307.18, 5 sider.
- Vedlegg 10: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K308.18, 5 sider.
- Vedlegg 11: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K310.18, 4 sider.
- Vedlegg 12: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K317.18, 5 sider.
- Vedlegg 13: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K317A.18, 5 sider.
- Vedlegg 14: Karakterisering av kalkspatmarmor, prøve K318.18, 5 sider.

Informasjonen i vedleggene gir et inntrykk av variasjoner i forekomstkarakteristika.

5. 3D-VISUALISERING

I tillegg til denne noe generelle rapporten er det utarbeidet en spesialisert rapport (Henderson m. fl. 2019) som beskriver forekomsten i 3 dimensjoner (3D-modell).

3D-rapporten er basert på det samme kjemiske analyse materialet som denne rapporten og den regionale geologiske kartleggingen av Gjelle m. fl. (2013), med tillegg av en strukturgeologisk overflatekartlegging utført i juli 2018 spesielt rettet mot 3D-utviklingen. På dette grunnlaget er det i programvaren 3D MOVE konstruert en 3D-modell av forekomstområdet.

Dersom man ser hele forekomstområdet som et mulig fremtidig uttaksområde av marmor ned til 200 m dybde, gir dette et totalt volum på ca. 375 000 000 m³ tilsvarende en tonnasje på i størrelsesorden 1 milliard tonn.

Strukturkartleggingen og 3D-modelleringen viser at forekomsten har en kompleks geometri, og bergartene er både foldet og kuttet av flere geologiske strukturer. Dette betyr at forskjellige deler av forekomsten kan ha ulike egenskaper. Basert på i hovedsak kjemisk

sammensetning (innhold av karbonatbundet Fe+Mn) og geometriske egenskaper, er modellen delt opp i 10 adskilte volum.

Disse volumene har en kompleks form bestemt ut fra avgrensning av undersøkelsesområdet og skjærende geologiske strukturer. Ved å innpasse volumgeometri og kjemiske analyser kan det skilles mellom volum av kalkspatmarmor med ulike karakteristika.

Av de volum som kan by på høykvalitetskarbonat¹⁹ med karbonatbundet Fe+Mn < 250 ppm står man igjen med 4 volum som til sammen utgjør ca. 630 millioner tonn.

Se Henderson m.fl. (2019) for mer detaljert informasjon.

6. DISKUSJON

Beliggenhet og potensielle arealkonflikter

For enhver mineralressurs er beliggenhet viktig. Om markedet ligger langt unna kan nærhet til sjø og muligheter for utskipning være avgjørende; dette gjelder først og fremst lavverdiråvarer som for eksempel kalkstein²⁰. De fleste karbonatgruver i Norge i dag (jfr. Fig. 1) ligger sjønært, og har da relativt lave landbaserte transportkostnader.

Nye, attraktive forekomster som enkelt kan la seg prosessere og samtidig har en gunstig beliggenhet nær sjø, er mangelvare.

Ser man på Nestbylia-forekomsten i forhold til omkringliggende arealbruk er området pr i dag brukt som beiteland for sau og til friluftsmål. Det er ikke bebygd og p.t. er det verken registrert kulturminner²¹ eller fredede naturminner²² innenfor området.

Muligheter for verdiskaping og mineralprosessering

Nestbylia representerer en type forekomst som har vært lite påaktet når det gjelder mulighet for produksjon av høyverdige produkter fordi bergarten inneholder en relativt stor andel av andre mineraler, noe som igjen påvirker bergartens totalkjemi.

Forekomsten har i utgangspunktet ingen verdi med mindre det kan la seg gjøre å produsere markedsattraktive produkt, men hvorvidt dette i praksis kan la seg gjøre er i øyeblikket usikkert. Som mineralforekomst betraktet har forekomsten derfor ingen reell verdi²³ slik den

¹⁹ En kvalitetsvurdering basert kun på innhold av karbonatbundet jern og mangan er gjort så godt det lar seg gjøre på nåværende trinn i utviklingen. I en eventuell framtidig utvikling som inkluderer mineralprosessering og produksjon av reelle konsentrater/produkter, vil en sannsynligvis få fram et mer nyansert bilde, hvor produktkvaliteten kan være en funksjon av flere parametre.

²⁰ Karbonatbergarter i ulike varianter har i utgangspunktet lav verdi (70-100 kr/t) og sjønær beliggenhet kan være avgjørende. Høyrene (rensede) karbonatprodukter som GCC og PCC (se neste kapittel) har langt høyere enhetsverdi og kan derfor tåle høyere fraktkostnader fram til markedet.

²¹ <http://arcg.is/05nWmS> pr 26.11. 2019

²² <https://kart.naturbase.no/> pr 26.11. 2019

²³ Eiendomsverdi i andre sammenhenger er en annen sak og blir ikke vurdert i denne rapporten.

foreligger i dag, men den har avgjort et betydelig verdipotensial spesielt hvis det kan la seg gjøre å etablere videreforedling i form av produksjon av høyverdige karbonatprodukt.

Som analysene i denne rapporten viser, har marmorene i Nestbylia et lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, men dette alene er ikke nok.

Det er sannsynligvis urealistisk å forvente at det i dagens markedssituasjon kan la seg gjøre å etablere lønnsom produksjon basert på konvensjonelle tekniske løsninger for mineralprosessering; til det er konkurransen i markedet for stor. Lønnsomhet vil avhenge av at det kan utvikles et konkurransefortrinn.

Nestbylia-forekomsten har fortrinn i form av (1) gjennomgående lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, (2) betydelig forekomststørrelse, (3) ingen bebyggelse og naturfredninger i forekomstområdet, og dermed færre arealkonflikter i en eventuell framtidig industriell utvikling, og (4) er relativt sjønært. Ulempen er at karbonat-bergartsvariantene som finnes i forekomstområdet i hovedsak er ureine i den forstand at innholdet av andre mineraler enn karbonat er relativt høyt. Andre mineraler er hovedsakelig kvarts, glimmer og grafitt, og spesielt grafitt opptrer finfordelt i bergarten. Disse mineralene må fjernes for å kunne lage høyverdige, rene produkter med høy hvithet.

I verden i dag lages to hovedtyper av karbonatprodukter med høy hvithet:

GCC (Ground Calcite Carbonate)

- Først mekanisk knusing og mølling av bergarten.
- Dermed anrikning av karbonatet ved bruk av en kombinasjon av ulike mekaniske og kjemiske (flotasjon) metoder.

I Norge skjer dette ved OMYA Hustadmarmor's anlegg ved Elnesvågen i Møre og Romsdal. Råstoffet (kalkspatmarmor) hentes fra flere gruver, hvor Brønnøy Kalk's gruve ved Brønnøysund er den viktigste. Råvarene er her grovkornet, hvit kalkspatmarmor med lavt innhold av andre mineraler.

PCC (Precipitated Calcite Carbonate)

- Karbonatbergarten varmes opp til over 800°C (brennes) for produksjon av CaO (brent kalk, også kalt ulesket kalk) samtidig som CO₂ avgasses: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Denne prosessen kalles kalsinering.
- Dermed produseres lesket kalk ved tilsetting av vann: $2\text{CaO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Høyren kalsiumkarbonat produseres til slutt ved å tilsette CO₂:
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Denne prosessen fjerner urenheter i karbonatet (grafitt, kvarts, m.fl.), samt at størrelse og form av karbonatpartiklene som utfelles kan kontrolleres. PCC er vanligvis et renere karbonatprodukt enn GCC, med høyere hvithet, og har et større spektrum av kvaliteter og anvendelser.

Brent kalk og brennt dolomitt blir produsert ved SMA's anlegg i Mo i Rana. Norfrakalk i Verdal produserer brennt kalk som blant annet eksporteres til papirfabrikker i utlandet, hvor PCC-produksjon basert på brennt kalk er innpasset i papirproduksjonen. Det er p.t. ingen produksjon av PCC i Norge.

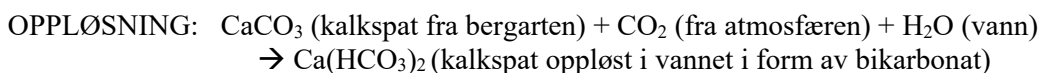
Råvarene må være relativt rene mineralogisk og kjemisk, og må også ha gunstige mekaniske egenskaper som gjør de egnet for brenning.

Nestbylia-forekomsten er i dagens situasjon trolig mindre interessant som råvare for konvensjonell GCC-produksjon ved eksisterende anlegg i Norge (Hustadmarmor) eller andre steder i Europa. En hovedgrunn for denne antakelsen er at bergarten har urein mineralogi (se Fig. 2) med mange andre mineraler i tillegg til kalkspat.

Når det gjelder PCC så kan en for Nestbylia se for seg to muligheter: (1) Konvensjonell produksjon av brent kalk (CaO), som så selges i markedet som råvare for PCC-produksjon og eventuelt andre anvendelser. Denne muligheten ansees imidlertid som uaktuell av tilsvarende grunner som for GCC. (2) En annen og veldig ambisiøs mulighet er å utvikle en ny industriell prosess, tilpasset Nestbylia-forekomsten, for produksjon av et verdifullt karbonatprodukt. En unik mulighet i denne sammenheng er selektiv oppløsning og utfelling av karbonat i karbonsyre, som nærmere omtalt i det påfølgende.

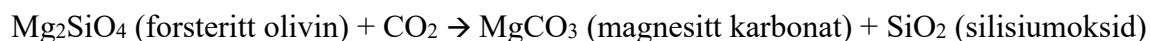
Selektiv oppløsning og utfelling av kalsiumkarbonat

Oppløsning og utfelling av karbonat skjer i naturen ved dannelse av karst (kalksteinsgrotter). I denne prosessen løses atmosfærisk CO₂ i vann og danner karbonsyre. Når så dette vannet i form av en svak syre, strømmer langs sprekker i kalkstein så vil noe av karbonatet oppløses og føres bort, eventuelt felles ut et annet sted i grottesystemet som dryppestein. Den kjemiske prosessen er illustrert som følger:



Denne prosessen skjer i naturen svært langsomt, over tusener av år. Mekanismen er imidlertid interessant, og kan tenkes å kunne gi grunnlag for utvikling av en industriell prosess for produksjon av PCC uten å gå veien om brent kalk. Hovedutfordringen er å få reaksjonen til å gå raskt.

NGU var i 2010-2011 (Korneliussen, 2011) involvert i et prosjekt i samarbeid med Kjeøy Research & Education Center (KREC, www.kjeoy.no), støttet økonomisk av Nordland fylkeskommune og Innovasjon Norge. Målsettingen var å løse olivin i karbonsyre og binde CO₂ som karbonat, i dette tilfellet magnesitt. Prosjektet ble kalt Kjeøy-prosjektet fordi eksperimenter ble utført ved KREC's laboratorium på Kjeøy i Lødingen. Reaksjonen er forenklet illustrert med ligningen nedenfor.



Problematikken er velkjent, men eksperimenter utført ved ulike forskningsinstitusjoner for å få reaksjonen til å gå fort, har i liten grad vært vellykket fordi den kjemiske reaksjonen lager en impermeabel reaksjonsrand rundt olivinkornene som stopper den videre reaksjonen.

Idékonseptet bak Kjeøy-prosjektet var å benytte ekstremt kraftige ultralyd for abrasjon av mineralkornene, og dermed fjerne reaksjonsranden fortløpende for å eksponere frisk olivin mot karbonsyren slik at reaksjonen forløper. I prinsippet fungerte dette i lukkede beholdere, inntil reaksjonen stoppet opp. Imidlertid var det klart at det å utvikle en kontinuerlig prosess egnet for industriell produksjon basert på dette konseptet, er en formidabel oppgave. Den videre utviklingen basert på olivin stoppet opp av mangel på økonomiske ressurser.

Imidlertid ble også kalkspatmarmor testet i det samme laboratorieoppsettet, og det lot seg gjøre å løse karbonat i karbonsyren uten samtidig å løse de andre mineralene i bergarten. Karbonat utfelles i neste trinn som kjemisk utfelt karbonat (PCC), som illustrert i Fig. 20.

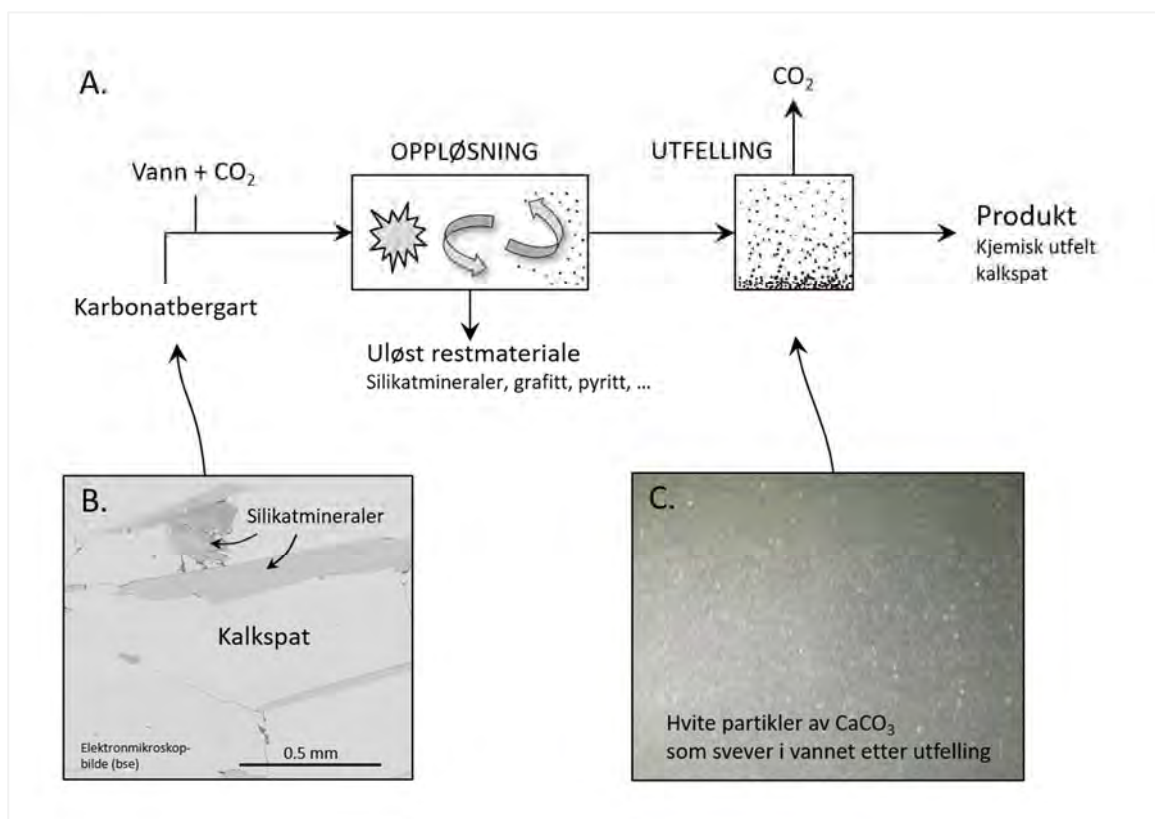


Fig. 20: Illustrasjon av prinsippet for en mulig industriell prosess for produksjon av PCC direkte fra kalkspatmarmor.

Vann med oppløst CO_2 (karbonsyre, pH ca. 4,5) tilsettes pulverisert kalkspatmarmor i et reaksjonskammer ved atmosfærisk trykk og temperatur. Kalkspatmarmoren illustrert med SEM-bildet i Fig. 20B, er urein i den forstand at den inneholder andre mineraler enn karbonat. Materialet i reaksjonskammeret utsettes for kraftig ultralyd som danner kavitasjon²⁴ som forårsaker ytterligere pulverisering av bergarten samtidig som karbonatet eksponeres for karbonsyre og oppløses. Silikatminerale, grafitt og eventuelt pyritt løses ikke, og danner et uløst restprodukt. I neste prosessstrinn utfelles det oppløste karbonatet som PCC, som illustrert i Fig. 20C.

I denne type prosess for produksjon av PCC unngås kalsinering, noe som gir mulighet for redusert energiforbruk. Videre utvikling fram mot industriell bruk vil imidlertid kreve en betydelig FoU-innsats.

²⁴ Kavitasjonsbobler dannes når trykket i vannet synker til under damptrykket. Gassboblene kollapser (imploderer) når trykket igjen stiger til over damptrykket. Ved denne kollapsen frigjøres relativt mye energi. Kavitasjonskollaps kan være svært kraftig. Velkjent eksempel hvor kavitasjon kan være ødeleggende er hvis det skjer nær inntil metalloverflater i propeller og rørledninger.

Videre arbeid

En grunnleggende forutsetning for videre utvikling er tilrettelegging fra kommunen og velvilje fra grunneierne.

Som vist i denne rapporten og av 3D-modelleringen av Henderson m.fl. (2019) er ressursen svært stor, og vil kunne gi grunnlag for næringsutvikling i generasjoner.

I en eventuell videre utvikling av forekomsten bør følgende vektlegges:

- Første trinn er å etablere samfunnsaksept, for uten tilstrekkelig samfunnsaksept kan ikke utviklingen videreføres. Kommune og grunneiere må vurdere hvorvidt det er ønskelig med en industriell utvikling, og i så fall hvilke alternativ som er akseptable.
- Forretningsmodell. En eventuell videre utvikling forutsetter innsikt i markedsproblematikk, geologi, mineralprosessering oa. Utviklingen kan enten drives av en industriell aktør med relevant kompetanse og økonomiske ressurser, eller at det etableres et eget selskap for formålet, og som deretter utvikler samarbeid med aktører i markedet.
- Mineralprosessering er avgjørende, og det vil på et tidlig stadium være nødvendig å vise at det kan la seg gjøre å lage markedsattraktive og konkurransedyktige produkt. CO₂-basert prosessering som omtalt i foregående kapittel er i så henseende en unik mulighet til å skape et konkurransedyktig konsept, men vil kreve FoU-innsats. Med en god forretningsmodell og kompetente deltakere kan det bli mulig å hente inn forskningsmidler for eksempel fra Innovasjon Norge og Forskningsrådet.
- Den videre geologisk ressursutviklingen må tilpasses utviklingen for øvrig. Det kan etter hvert bli behov for mer detaljert geologisk kartlegging og bergartskarakterisering²⁵, kjerneboringer, og videreutvikling av 3D-modellen kombinert med ressursberegninger.

7. KONKLUSJON

Forekomstens fortrinn er et svært stort ressursgrunnlag med kalkspatmarmor med gjennomgående lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan. Området som er prøvetatt i detalj er forsiktig anslått til å være i størrelsesorden 2 km². 3D-modelleringen (Henderson m.fl., 2019) antyder en ressursstørrelse på i størrelsesorden 1 milliard tonn ned til 200 meters dyp, hvorav spesielt gunstige deler anslås å inneholde ca. 630 millioner tonn.

Et annet stort fortrinn er at forekomstområdet ikke har bebyggelse eller naturfredninger.

En ulempe er kompleks mineralogi hvor særlig grafitt har en tendens til å opptre finfordelt i karbonat, noe som er forventet å lage store utfordringer mht. produksjon av markedsattraktive produkt. En annen ulempe er at magnesiuminnholdet er noe høyt, men i hvilken grad dette kan bli et reelt problem er uvisst.

²⁵ Det bør for eksempel undersøkes i hvilken grad de ulike strukturgeologiske begivenhetene (se Henderson m. fl. 2019) påvirker bergartens kjemiske og mineralogiske egenskaper.

Det er vanskelig å se at forekomsten kan bli konkurransedyktig i markedet basert på konvensjonelle løsninger, til det er konkurransen for stor. Det er derfor behov for å utvikle en unik konkurransedyktig løsning for mineralprosessering. Karbonsyrebasert selektiv oppløsning av karbonat og kjemisk utfelling som et høyrent produkt, er i denne sammenheng en mulighet som bør utredes nærmere.

Når det gjelder en eventuell videre utvikling så må det først av alt etableres samfunnsaksept, dvs. at kommunen og grunneierne ønsker en videre utvikling rettet mot industriell produksjon.

8. REFERANSER

- Gjelle, S., Solli, A. & Melezhik, V. (2013): Bedrock map of the Rognan area, Nordland, North Norway. In: Melezhik, V.A., Roberts, D., Gjelle, S., Solli, A., Fallick, A.E., Kuznetsov, A.B. & Gorokhov, I.M. 2013: Isotope chemostratigraphy of high-grade marbles in the Rognan area, North-Central Norwegian Caledonides: a new geological map, and tectonostratigraphic and paleogeographic implications. Norwegian Journal of geology, Vol. 93, 107-139.
- Harben, P.W. (2002): The industrial minerals handybook – a guide to markets, specifications, & prices, fourth edition. Industrial Minerals Information Services, UK, 412 p.
- Henderson, I.H.C., Raaness, A. & Korneliussen, A. (2019). 3D-modellering og visualisering av Nestbylia karbonatforekomsten, Saltdal Kommune. NGU Rapport 2019.032, 45 s.
- Korneliussen, A. (2011): Muligheter for verdiskaping ved CO₂-basert prosessering av mineralske råvarer: Egnede forekomster i Nordland. NGU Rapport 2011.038, 36 s.
- Korneliussen, A., Raaness, A. & Gautneb, H. (2014): Chemical and mineralogical characterisation of carbonate deposits in Norway. NGU report 2013.055, 169 p.
- Korneliussen, A., Raaness, A., Lynum, R. & Viken, G. (2019): Kalkspatmarmor i Evenesmarka og Nestbylia, Evenes og Saltdal, Nordland. NGU rapport 2018.023, 114 s.
- Melezhik, V.A., Roberts, D., Gjelle, S., Solli, A., Fallick, A.E., Kuznetsov, A.B. & Gorokhov, I.M. (2013): Isotope chemostratigraphy of high-grade marbles in the Rognan area, North-Central Norwegian Caledonides: a new geological map, and tectonostratigraphic and paleogeographic implications. Norwegian Journal of geology, Vol. 93, 107-139.
- Øvereng, O. (2000): Kravspesifikasjoner for karbonatråstoffer for økonomisk utnyttelse. NGU rapport 2000.040, 126 s.
- Direktoratet for mineralforvaltning (2019): Kart - Uttaksregister Industrimineraler <https://minit.dirmin.no/kart/> besøkt 4.12 2019
- Direktoratet for mineralforvaltning (2019) Harde fakta – mineralstatistikk for 2018. <https://dirmin.no/harde-fakta-om-mineralnaeringen-mineralstatistikk-2018>

Vedlegg 1:

Nestbylia analysesammendrag

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)						LECO (%)		Fe(icp) /Fe (xrf)	Syreuløst rest (%)											
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P		S	TOC	S	Bereg.	Analyse							
Analyseoppdrag: 20160255																															
73751	K201.16	Kalkspatmarmor	513807	7437085							50,50	1,72	45	13	58	3,3	13400	124	483			6,6	0,7								
73752	K202.16	Kalkspatmarmor	513800	7437088							45,89	4,66	619	91	710	6,8	1790	148	-40			8,6	5,3								
73753	K203.16	Kalkspatmarmor	513790	7437091							49,80	1,44	29	29	57	1,0	1820	73	-40			8,4	2,5								
73754	K204.16	Kalkspatmarmor	513775	7437096							48,13	2,01	174	47	221	3,7	865	96	-40			10,2	4,8								
73755	K204B.16	Kalkspatmarmor	513765	7437099							53,44	0,54	18	50	67	0,4	1320	159	115			3,9	0,7								
73756	K206.16	Kalkspatmarmor	513758	7437102							41,55	2,69	141	74	215	1,9	898	135	-40			20,5	18,3								
73757	K207.16	Kalkspatmarmor	513749	7437104							51,20	1,12	59	45	104	1,3	1090	132	-40			6,6	1,1								
73758	K208.16	Kalkspatmarmor	513728	7437112							48,69	2,04	94	25	119	3,8	844	184	-40			9,2	5,8								
73759	K209.16	Kalkspatmarmor	513714	7437117							50,78	0,85	47	24	71	2,0	787	168	-40			7,9	5,7								
73760	K210.16	Kalkspatmarmor	513659	7437137							50,50	1,23	43	25	68	1,7	720	90	-40			7,6	3,1								
73761	K211.16	Kalkspatmarmor	513647	7437143							51,48	1,35	39	23	63	1,7	490	100	-40			5,6	2,0								
73762	K212.16	Kalkspatmarmor	513597	7437151							48,97	2,16	191	40	231	4,8	667	108	-40			8,4	4,3								
Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20160255:											49,24	1,82	125	40	165	2,7	2058	126	17											8,6	4,5
Antall prøver: 12																															
Analyseoppdrag: 20170178																															
186251	R001	Kalkspatm., borkaks	513897	7436895							49,94	3,75	49	43	92	1,1	832	145	-40			3,3									
186252	R002	Kalkspatm., borkaks	513871	7436795							51,62	2,24	119	25	144	4,8	1570	157	-40			3,5									
186253	R003	Kalkspatm., borkaks	513847	7436695							49,66	2,60	175	30	205	5,9	1080	89	-40			6,2									
186254	R004	Kalkspatm., borkaks	513835	7436614							48,97	2,69	119	13	132	9,4	931	81	-40			7,3									
186255	R005	Kalkspatm., borkaks	513823	7436563	2,47	0,27	0,16	-0,01	51,30	2,17	50,36	2,04	57	34	90	1,7	1090	89	-40	-0,100	0,059	5%	6,2	3,1							
186255	R005	Kalkspatm., borkaks	513823	7436563	2,47	0,27	0,16	-0,01	51,30	2,17	50,36	2,04	57	34	90	1,7	1090	89	-40	-0,100	0,059	5%	6,2	3,1							
186256	R006	Kalkspatm., borkaks	513787	7436552							52,04	1,61	283	41	324	6,8	695	213	-40			4,1									
186257	R007	Kalkspatm., borkaks	513748	7436545	0,92	0,02	0,03	-0,01	52,50	2,46	52,32	2,39	105	16	121	6,4	1220	49	-40	-0,100	-0,020	56%	2,0	1,1							
186257	R007	Kalkspatm., borkaks	513748	7436545	0,92	0,02	0,03	-0,01	52,50	2,46	52,32	2,39	105	16	121	6,4	1220	49	-40	-0,100	-0,020	56%	2,0	1,1							
186258	R008	Kalkspatm., borkaks	513717	7436579							52,60	1,84	148	25	173	6,0	1150	116	-40			2,6									
186259	R009	Kalkspatm., borkaks	513706	7436579							53,02	1,52	87	22	109	4,0	1080	72	-40			2,5									
186260	R010	Kalkspatm., borkaks	513677	7436584	1,83	0,13	0,07	-0,01	51,80	2,16	51,06	1,97	124	15	139	8,5	1220	101	-40	0,137	0,023	25%	5,1	2,3							

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)									LECO (%)		Fe(icp)	Syreuløst rest (%)	
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC	S	/Fe (xrf)	Beregn.	Analyse
186260	R010	Kalkspatm., borkaks	513677	7436584	1,83	0,13	0,07	-0,01	51,80	2,16	51,06	1,97	124	15	139	8,5	1220	101	-40	0,137	0,023	25%	5,1	2,3
186261	R011	Kalkspatm., borkaks	513640	7436586							53,02	1,94	164	29	193	5,6	939	103	-40				1,7	
186262	R012	Kalkspatm., borkaks	514024	7437736							51,20	2,74	96	35	131	2,8	928	288	-40				3,2	
186263	R013B	Kalkspatm., borkaks	514001	7437739							49,80	2,62	737	93	830	8,0	1230	152	-40				6,0	
186264	R014	Dolomittisk, borkaks	513987	7437739							47,43	5,39	83	22	105	3,8	1160	120	-40				4,4	
186265	R015	Kalkspatm., borkaks	513971	7437757							52,46	1,67	49	10	59	4,8	824	64	-40				3,2	
186266	R016	Kalkspatm., borkaks	513947	7437774							20,15	0,62	665	24	689	27,4	482	244	160				62,9	
186267	R017	Kalkspatm., borkaks	513909	7437789	4,36	0,14	0,05	-0,01	50,50	2,73	49,66	2,01	65	18	83	3,5	1480	300	-40	0,190	-0,020	18%	7,5	5,8
186267	R017	Kalkspatm., borkaks	513909	7437789	4,36	0,14	0,05	-0,01	50,50	2,73	49,66	2,01	65	18	83	3,5	1480	300	-40	0,190	-0,020	18%	7,5	5,8
186268	R018	Kalkspatm., borkaks	513780	7437825							46,59	4,44	108	43	151	2,5	666	107	-40				7,9	
186269	R019	Kalkspatm., borkaks	513715	7437830	-0,50	0,07	0,17	0,01	53,60	1,47	52,74	1,50	143	78	221	1,8	758	97	-40	-0,100	0,025	12%	3,1	0,5
186269	R019	Kalkspatm., borkaks	513715	7437830	-0,50	0,07	0,17	0,01	53,60	1,47	52,74	1,50	143	78	221	1,8	758	97	-40	-0,100	0,025	12%	3,1	0,5
186270	R020	Kalkspatm., borkaks	513675	7437851							51,20	2,25	92	38	130	2,4	814	99	-40				4,2	
186271	R021	Kalkspatm., borkaks	513626	7437887							48,41	2,98	78	43	121	1,8	592	99	-40				7,7	
186272	R022	Kalkspatm., borkaks	513583	7437903	3,43	0,22	0,10	-0,01	50,60	2,65	50,64	2,65	130	32	162	4,0	1210	198	-40	0,132	-0,020	19%	4,4	3,8
186272	R022	Kalkspatm., borkaks	513583	7437903	3,43	0,22	0,10	-0,01	50,60	2,65	50,64	2,65	130	32	162	4,0	1210	198	-40	0,132	-0,020	19%	4,4	3,8
186273	R023	Kalkspatm., borkaks	513514	7437932							50,22	1,71	157	31	188	5,0	762	50	-40				7,1	
186274	R024	Kalkspatm., borkaks	513956	7438205							52,46	1,19	65	30	95	2,2	1100	126	-40				4,2	
186275	R025	Kalkspatm., borkaks	513930	7438201							53,02	1,60	28	-10	18	-2,8	1240	78	-40				2,4	
186276	R026	Kalkspatm., borkaks	513874	7438156							49,52	2,14	317	73	390	4,3	689	136	-40				7,5	
186277	R027	Kalkspatm., borkaks	513821	7438065							48,69	3,12	177	42	219	4,2	1010	69	-40				6,9	
186278	R028	Kalkspatm., borkaks	513468	7437917							48,83	2,72	183	35	218	5,2	1410	100	-40				7,5	
186279	R029	Kalkspatm., borkaks	513408	7437917	3,07	0,05	0,03	-0,01	50,30	3,13	49,24	3,08	23	28	51	0,8	1090	56	-40	-0,100	-0,020	12%	6,0	3,1
186279	R029	Kalkspatm., borkaks	513408	7437917	3,07	0,05	0,03	-0,01	50,30	3,13	49,24	3,08	23	28	51	0,8	1090	56	-40	-0,100	-0,020	12%	6,0	3,1
186280	R030	Kalkspatm., borkaks	513349	7437907							48,97	2,88	105	15	120	7,1	1150	99	-40				6,9	
186281	R031	Kalkspatm., borkaks	513282	7437879							49,24	4,00	20	15	35	1,4	1090	52	-40				4,1	
186282	R032	Silikatrik, borkaks	513245	7437844							8,03	3,48	247	43	290	5,8	133	25	-40				78,4	
186283	R033	Kalkspatm., borkaks	513186	7437829	2,01	0,26	0,10	-0,01	51,80	2,37	50,64	1,72	29	26	55	1,1	768	120	-40	-0,100	-0,020	4%	6,3	3,2
186283	R033	Kalkspatm., borkaks	513186	7437829	2,01	0,26	0,10	-0,01	51,80	2,37	50,64	1,72	29	26	55	1,1	768	120	-40	-0,100	-0,020	4%	6,3	3,2
186284	R034	Kalkspatm., borkaks	513370	7438003							48,69	2,75	16	13	29	1,2	1420	86	-40				7,7	
186285	R035	Kalkspatm., borkaks	513461	7437976							50,64	1,77	114	12	126	9,3	2120	50	57				6,2	
186286	R036	Kalkspatm., borkaks	513488	7437917	1,60	0,08	0,10	-0,01	53,00	1,53	51,20	1,54	51	29	80	1,8	1410	56	-40	-0,100	-0,020	7%	5,7	1,8
186286	R036	Kalkspatm., borkaks	513488	7437917	1,60	0,08	0,10	-0,01	53,00	1,53	51,20	1,54	51	29	80	1,8	1410	56	-40	-0,100	-0,020	7%	5,7	1,8
186287	R037	Kalkspatm., borkaks	513538	7438000							52,04	1,26	26	40	66	0,6	749	123	43				4,8	
186288	R038	Dolomittisk, borkaks	513671	7438027							47,01	5,52	77	26	103	3,0	891	199	-40				4,8	
186289	R039	Kalkspatm., borkaks	513667	7438175							46,31	4,33	120	51	171	2,3	820	240	-40				8,6	
186290	R040	Kalkspatm., borkaks	513788	7438073							47,71	2,39	148	21	169	7,2	1740	442	-40				10,2	
186291	R041	Kalkspatm., borkaks	513829	7437995							51,48	1,87	39	24	63	1,6	1210	48	-40				4,5	
186292	R042	Kalkspatm., borkaks	513888	7437958							47,71	4,51	94	33	127	2,9	968	150	-40				5,7	
186293	R043	Kalkspatm., borkaks	513909	7438031							46,87	2,42	38	53	91	0,7	1230	135	-40				11,6	

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)							LECO (%)		Fe(icp) /Fe (xrf)	Syreuløst rest (%)			
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S		TOC	S	Beregn.	Analyse
186294	R044	Kalkspatm., borkaks	513958	7438015							46,73	3,61	87	51	138	1,7	1160	444	-40			9,3		
186295	R045	Kalkspatm., borkaks	513983	7437947							50,36	1,51	60	25	85	2,4	1440	132	-40			7,3		
186296	R046	Dolomittisk, borkaks	514020	7437847							43,93	5,11	181	42	223	4,3	1080	212	-40			11,2		
186297	R047	Dolomittisk, borkaks	514133	7437810							18,89	11,46	19000	911	19911	20,9	361	130	-40			42,4		
186298	R048	Kalkspatm., borkaks	514045	7437796							51,20	1,61	89	27	116	3,3	946	199	-40			5,6		
186299	R049	Kalkspatm., borkaks	514063	7437714	1,06	0,03	0,03	0,01	54,50	0,60	54,00	0,59	80	85	165	0,9	1090	126	71	-0,100	-0,020	42%	2,8	1,1
186299	R049	Kalkspatm., borkaks	514063	7437714	1,06	0,03	0,03	0,01	54,50	0,60	54,00	0,59	80	85	165	0,9	1090	126	71	-0,100	-0,020	42%	2,8	1,1
186300	R050	Dolomittisk, borkaks	514009	7437661							46,17	5,37	191	33	224	5,8	1500	315	-40			6,6		
186301	R051	Kalkspatm., borkaks	513580	7436525							42,11	2,35	2280	56	2336	40,6	2440	237	109			20,2		
186302	R052	Kalkspatm., borkaks	513555	7436584	1,17	0,05	0,09	-0,01	54,10	0,72	53,02	0,72	103	21	124	5,0	875	57	-40	0,109	-0,020	16%	4,2	1,5
186302	R052	Kalkspatm., borkaks	513555	7436584	1,17	0,05	0,09	-0,01	54,10	0,72	53,02	0,72	103	21	124	5,0	875	57	-40	0,109	-0,020	16%	4,2	1,5
186303	R053	Kalkspatm., borkaks	513506	7436605	2,26	0,02	0,03	-0,01	50,90	2,96	50,78	2,45	130	15	145	8,5	860	49	-40	0,105	-0,020	66%	4,6	3,1
186303	R053	Kalkspatm., borkaks	513506	7436605	2,26	0,02	0,03	-0,01	50,90	2,96	50,78	2,45	130	15	145	8,5	860	49	-40	0,105	-0,020	66%	4,6	3,1
186304	R054	Kalkspatm., borkaks	513470	7436611							36,65	1,76	6910	198	7108	34,9	455	766	-40			31,1		
186305	R055	Kalkspatm., borkaks	513513	7436527							51,90	2,72	186	29	215	6,4	1050	167	-40			2,0		
186306	R056	Kalkspatm., borkaks	513717	7436390							54,14	0,52	91	24	116	3,8	829	42	-40			2,7		
186307	R057	Kalkspatm., borkaks	513747	7436260							50,92	1,81	74	13	87	5,6	1280	82	-40			5,7		
186308	R058	Kalkspatm., borkaks	513802	7436177							50,78	2,54	187	34	221	5,6	985	113	-40			4,4		
186309	R059	Kalkspatm., borkaks	513851	7436152							49,80	2,52	156	30	186	5,2	447	88	-40			6,2		
186310	R060	Kalkspatm., borkaks	513917	7436143							48,83	2,93	259	53	312	4,9	1000	109	-40			7,0		
186311	R061	Kalkspatm., borkaks	514001	7436160							49,52	2,19	145	75	220	1,9	1150	155	-40			7,4		
186312	R062B	Kalkspatm., borkaks	514032	7436069							47,43	1,62	128	45	173	2,9	1140	195	-40			12,3		
186313	R063	Kalkspatm., borkaks	514052	7435987							44,63	3,30	209	55	264	3,8	1150	272	-40			13,7		
186314	R064A	Kalkspatm., borkaks	514107	7436080							51,90	1,33	150	27	177	5,6	1340	106	-40			4,9		
186315	R065A	Kalkspatm., borkaks	514044	7436205							47,85	2,90	105	45	150	2,3	1190	81	-40			8,8		
186316	R066	Kalkspatm., borkaks	514010	7436277							45,33	2,16	931	90	1021	10,3	825	483	-40			14,9		
186317	R067	Kalkspatm., borkaks	514008	7436403							50,08	2,25	114	50	164	2,3	961	102	-40			6,2		
186318	R068	Kalkspatm., borkaks	514039	7436584	7,17	0,05	0,03	-0,01	47,20	4,07	45,61	3,73	73	-10	63	-7,3	1180	255	-40	0,200	-0,020	41%	11,1	7,8
186318	R068	Kalkspatm., borkaks	514039	7436584	7,17	0,05	0,03	-0,01	47,20	4,07	45,61	3,73	73	-10	63	-7,3	1180	255	-40	0,200	-0,020	41%	11,1	7,8
186319	R069	Kalkspatm., borkaks	514056	7436728							50,92	1,10	104	24	128	4,3	1970	446	63			7,2		
186320	R070	Kalkspatm., borkaks	514032	7436830							52,18	0,49	84	15	99	5,7	1360	175	51			6,2		
186321	R071	Kalkspatm., borkaks	513956	7436889							50,64	2,22	55	21	76	2,6	1390	102	-40			5,3		
186322	R072	Kalkspatm., borkaks	513827	7436262							52,74	1,12	40	27	67	1,5	674	33	-40			3,9		
186323	R073	Kalkspatm., borkaks	513826	7436358							53,30	1,55	68	15	83	4,4	927	50	-40			2,0		
186324	R074	Kalkspatm., borkaks	513844	7436424							49,10	3,68	161	30	191	5,4	932	110	-40			5,0		
186325	R075	Kalkspatm., borkaks	513810	7436488							46,59	3,86	182	31	213	5,8	927	95	-40			9,1		
186326	R076	Kalkspatm., borkaks	514193	7436941							51,90	1,26	172	22	194	7,9	1690	137	-40			5,1		
186327	R077	Kalkspatm., borkaks	514109	7436827							53,16	1,12	23	20	43	1,1	1280	91	46			3,1		
186328	R078	Kalkspatm., borkaks	514086	7436734							53,02	0,73	100	26	125	3,9	1080	57	-40			4,2		
186329	R079	Kalkspatm., borkaks	513891	7437029							49,80	2,21	116	70	186	1,7	985	104	-40			6,8		

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)					ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)								LECO (%)		Fe(icip)	Syreuløst rest (%)			
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC	S	/Fe (xrf)	Bereg.	Analyse
186330	R080	Kalkspatm., borkaks	513597	7437323																			5,2	
186331	R081	Kalkspatm., borkaks	513576	7437360																			3,9	
186332	R082	Kalkspatm., borkaks	513501	7437299																			24,7	
186333	R083	Kalkspatm., borkaks	513664	7437383																			11,5	
186334	R084	Kalkspatm., borkaks	513764	7437479																			3,2	
186335	R085	Kalkspatm., borkaks	513875	7437549																			2,7	
186336	R086	Kalkspatm., borkaks	513934	7437626																			1,2	
186337	R087	Kalkspatm., borkaks	513948	7437563																			11,1	
186338	R088	Kalkspatm., borkaks	513927	7437471																			2,9	

Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20170178:

Antall prøver: 101

2,37 0,11 0,08 -0,01 51,70 2,23 48,88 2,41 471 45 517 5,2 1074 151 -29 0,013 -0,007 25% 8,0 2,9

Analyseoppdrag: 20180152

193201	R100	Kalkspatm., borkaks	513512	7436650																				26,3	22,1
193202	R101	Kalkspatm., borkaks	513538	7436721																				9,1	6,3
193203	R102	Kalkspatm., borkaks	513537	7436760																				4,8	2,8
193204	R103	Kalkspatm., borkaks	513540	7436850																				2,5	1,3
193205	R104	Kalkspatm., borkaks	513550	7436884	1,16	0,02	0,02	-0,01	52,70	2,23									0,130	-0,020	43%			3,6	1,6
193206	R105	Kalkspatm., borkaks	513566	7436943																				3,6	2,5
193207	R106	Kalkspatm., borkaks	513547	7437043																				4,5	1,5
193208	R107	Kalkspatm., borkaks	513564	7437099																				4,9	3,3
193209	R108	Kalkspatm., borkaks	513647	7437093																				5,1	2,9
193210	R109	Kalkspatm., borkaks	513651	7437033	2,79	0,05	0,07	-0,01	51,00	2,34									-0,100	0,022	25%			6,0	2,9
193211	R110	Kalkspatm., borkaks	513701	7436982																				3,8	2,9
193212	R111	Kalkspatm., borkaks	513707	7436948																				2,3	1,2
193213	R112	Kalkspatm., borkaks	513670	7436907																				7,0	4,1
193214	R113	Kalkspatm., borkaks	513664	7436846																				4,5	1,9
193215	R114	Kalkspatm., borkaks	513670	7436791	1,04	0,06	0,15	-0,01	52,50	2,20									0,260	0,021	18%			3,6	1,5
193216	R115	Kalkspatm., borkaks	513677	7436738																				13,7	10,9
193217	R116	Kalkspatm., borkaks	513672	7436690																				2,9	0,4
193218	R117	Kalkspatm., borkaks	513663	7436639																				4,8	2,6
193219	R118	Kalkspatm., borkaks	513715	7436612																				3,7	1,0
193220	R119	Silikatrik, borkaks	513766	7436608	57,10	16,40	5,22	0,03	7,22	1,21									0,162	3,580	4%			93,5	84,1
193221	R120	Kalkspatm., borkaks	513790	7436675																				1,4	0,1
193222	R121	Kalkspatm., borkaks	513780	7436720																				7,9	4,3
193223	R122	Kalkspatm., borkaks	513790	7436763																				2,2	1,0
193224	R123	Kalkspatm., borkaks	513779	7436806																				2,5	0,2
193225	R124	Kalkspatm., borkaks	513783	7436839	0,62	0,04	0,06	-0,01	53,90	1,22									-0,100	-0,020	8%			2,0	0,5

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)								LECO (%)		Fe(icp)	Syreuløst rest (%)			
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC	S	/Fe (xrf)	Bereg.	Analyse	
193226	R125	Kalkspatm., borkaks	513790	7436910							53,58	0,94	15	32	47	0,5	822	103	20					2,8	1,1
193227	R126	Kalkspatm., borkaks	513826	7436918							53,02	1,79	25	14	39	1,8	737	72	5					2,0	0,9
193228	R127	Kalkspatm., borkaks	513838	7436956							54,14	1,13	14	21	35	0,7	968	110	83					1,4	0,3
193229	R128	Kalkspatm., borkaks	513824	7436998							53,16	1,24	100	115	215	0,9	946	145	17					2,9	0,8
193230	R129	Kalkspatm., borkaks	513955	7438322	3,21	0,11	0,07	-0,01	51,80	1,55	51,76	1,47	77	29	106	2,7	1260	96	14	-0,100	0,021	16%		4,9	3,2
193231	R130	Kalkspatm., borkaks	513850	7438403							53,30	1,66	28	26	54	1,1	784	130	3					1,8	0,3
193232	R131	Kalkspatm., borkaks	513830	7438580							47,57	2,88	254	20	274	12,7	1610	87	9					9,4	6,4
193233	R132	Kalkspatm., borkaks	513845	7438724							52,88	1,69	51	32	83	1,6	921	91	12					2,4	1,0
193234	R133	Kalkspatm., borkaks	513936	7438866							51,76	1,87	141	25	166	5,6	1340	172	7					4,0	0,9
193235	R134	Kalkspatm., borkaks	513796	7438792	4,06	0,03	0,02	-0,01	49,70	3,17	49,52	2,47	73	11	84	6,7	771	58	11	0,203	-0,020	50%		6,8	4,3
193236	R135	Kalkspatm., borkaks	513690	7438735							47,99	3,20	37	26	63	1,4	760	228	21					8,0	5,1
193237	R136	Kalkspatm., borkaks	513593	7438723							50,78	2,21	171	46	217	3,7	547	70	5					5,1	3,6
193238	R137	Kalkspatm., borkaks	513538	7438723							51,20	1,92	18	40	58	0,5	400	102	154					4,9	1,8
193239	R138	Kalkspatm., borkaks	513445	7438704							51,62	1,39	179	24	203	7,5	755	178	2					5,3	2,0
193240	R139	Kalkspatm., borkaks	513327	7438613	3,37	0,05	0,03	-0,01	51,00	2,31	50,36	2,09	41	12	53	3,4	419	65	2	0,106	-0,020	17%		6,1	3,3
193241	R140	Dolomittisk, borkaks	513184	7438583							45,61	5,31	74	24	98	3,1	322	96	0					7,8	1,9
193242	R141	Dolomittisk, borkaks	513024	7438623							45,75	5,31	74	23	97	3,2	320	96	0					7,5	1,3
193243	R142	Kalkspatm., borkaks	513006	7438522							34,98	2,92	7670	171	7841	44,9	301	610	120					31,7	24,7
193244	R143	Dolomittisk, borkaks	513096	7438435							32,88	14,94	167	46	213	3,6	551	88	0					10,2	4,0
193245	R144	Dolomittisk, borkaks	513173	7438451	3,42	0,08	0,04	-0,01	44,60	7,83	43,37	7,21	79	17	96	4,6	429	84	0	-0,100	-0,020	29%		7,8	3,4
193246	R145	Kalkspatm., borkaks	513272	7438470							52,74	1,62	39	15	54	2,6	748	141	0					2,8	0,7
193247	R146	Kalkspatm., borkaks	513370	7438404							51,48	1,77	64	27	91	2,4	502	113	23					4,7	2,5
193248	R147	Kalkspatm., borkaks	513525	7438421							54,56	0,43	24	32	56	0,8	465	90	2					2,1	0,6
193249	R148	Kalkspatm., borkaks	513589	7438469							53,16	0,84	82	33	115	2,5	718	77	4					3,7	1,4
193250	R149	Kalkspatm., borkaks	513676	7438500	2,54	0,10	0,10	-0,01	52,60	1,04	52,88	0,98	80	31	111	2,6	830	51	0	-0,100	0,042	12%		3,9	2,5
193251	R150	Kalkspatm., borkaks	513702	7438351							51,48	1,96	61	14	75	4,4	1970	55	4					4,4	1,5
193252	R151	Silikatrik, borkaks	513817	7438385							0,58	0,28	4110	18	4128	228,3	15	1370	1200					98,4	92,4
193253	R152	Kalkspatm., borkaks	513758	7438589							52,74	1,00	98	30	128	3,3	1150	113	0					4,1	1,9
193254	R153	Kalkspatm., borkaks	513661	7438553							52,46	1,67	23	38	61	0,6	732	229	38					3,2	0,5
193255	R154	Kalkspatm., borkaks	513592	7438550	2,48	0,33	0,14	-0,01	52,00	1,77	51,62	1,44	216	32	248	6,8	898	117	0	0,137	-0,020	22%		5,2	3,1
193256	R155	Kalkspatm., borkaks	513536	7438491							49,52	2,49	37	33	70	1,1	440	134	3					6,7	3,5
193257	R156	Kalkspatm., borkaks	513473	7438474							50,22	0,51	125	23	148	5,4	519	223	2					9,6	8,3
193258	R157	Kalkspatm., borkaks	513398	7438512							52,60	1,24	47	19	66	2,5	446	179	1					3,9	1,9
193259	R158	Kalkspatm., borkaks	513171	7438317							51,48	1,65	33	13	46	2,6	581	50	0					5,0	1,5
193260	R159	Kalkspatm., borkaks	513259	7438241	1,98	0,10	0,05	-0,01	51,80	2,35	50,78	2,12	21	13	34	1,6	431	81	22	-0,100	0,030	6%		5,3	2,1
193261	R160	Kalkspatm., borkaks	513416	7438282							52,88	1,28	14	12	26	1,2	887	146	44					3,3	0,5
193262	R161	Kalkspatm., borkaks	513308	7438111							47,43	2,06	403	68	471	5,9	598	67	0					11,4	4,1
193263	R162	Kalkspatm., borkaks	513250	7437995							50,08	2,32	58	-10	48	-5,8	411	74	0					6,1	1,8
193264	R163	Kalkspatm., borkaks	513183	7437926							49,24	2,93	24	-10	14	-2,4	524	32	0					6,3	1,8
193265	R164	Kalkspatm., borkaks	513448	7438143	1,68	0,26	0,16	-0,01	52,60	1,61	51,62	1,33	63	31	94	2,0	486	134	124	-0,100	0,026	6%		5,4	2,2

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)									LECO (%)		Fe(icp)	Syreuløst rest (%)		
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC	S	/Fe (xrf)	Beregn.	Analyse	
193266	R165	Kalkspatm., borkaks	513535	7438094							52,88	0,77	53	17	70	3,1	560	56	0					4,4	1,8
193267	R166	Kalkspatm., borkaks	513579	7438299							52,32	1,45	38	29	67	1,3	839	89	0					3,9	1,0
193268	R167	Kalkspatm., borkaks	513667	7438243							45,75	4,78	54	21	75	2,6	1500	107	67					8,6	3,6
193269	R168	Kalkspatm., borkaks	513755	7438148							43,09	3,80	116	27	143	4,3	1440	250	0					15,4	12,3
193270	R169	Kalkspatm., borkaks	513877	7438269	1,27	-0,02	0,02	-0,01	52,70	1,71	52,18	1,59	32	13	45	2,5	950	62	15	-0,100	-0,020	19%		3,9	1,2
193271	R170	Kalkspatm., borkaks	513693	7438105							47,85	2,77	104	10	114	10,4	1590	380	0					9,1	5,8
193272	R171	Kalkspatm., borkaks	513544	7438775							50,64	2,27	44	35	79	1,3	411	96	37					5,2	3,0
193273	R172	Kalkspatm., borkaks	513451	7437740							50,92	2,25	121	16	137	7,6	1560	29	3					4,7	1,4
193274	R173	Kalkspatm., borkaks	513480	7437645							47,71	3,33	174	40	214	4,4	895	59	2					8,2	3,7
193275	R174	Kalkspatm., borkaks	513550	7467644	3,17	0,10	0,18	-0,01	52,50	1,05	52,04	0,99	42	34	76	1,2	443	87	16	-0,100	0,045	3%		5,4	3,2
193276	R175	Kalkspatm., borkaks	513577	7437597							53,02	1,36	25	42	67	0,6	643	96	10					2,9	0,3
193277	R176	Kalkspatm., borkaks	513736	7437642							53,02	1,59	28	30	58	0,9	725	291	1					2,4	0,4
193278	R177	Kalkspatm., borkaks	513852	7437706							49,52	2,60	94	21	115	4,5	1100	73	3					6,5	2,8
193279	R178	Silikatrik, borkaks	513927	7437717							0,27	0,21	2350	17	2367	138,2	5	570	229					99,1	93,7
193280	R179	Kalkspatm., borkaks	513921	7437369	0,59	0,04	0,07	-0,01	54,10	0,65	53,58	0,58	127	26	153	4,9	795	172	4	0,131	-0,020	27%		3,5	0,8
193281	R180	Kalkspatm., borkaks	513979	7437315							54,00	0,70	50	13	63	3,9	1040	322	3					2,5	0,3
193282	R181	Kalkspatm., borkaks	513971	7437324							54,28	0,52	41	28	69	1,5	867	111	4					2,4	0,2
193283	R182	Kalkspatm., borkaks	513728	7436470							49,80	1,81	64	-10	54	-6,4	1140	101	8					7,7	5,0
193284	R183	Kalkspatm., borkaks	513649	7436456							49,52	1,76	138	17	155	8,1	780	57	11					8,3	5,3
193285	R184	Kalkspatm., borkaks	513600	7436468	3,55	0,06	0,03	-0,01	48,20	4,93	47,43	3,81	137	-10	127	-13,7	712	66	4	0,132	-0,020	68%		7,7	4,2
193286	R185	Silikatrik, borkaks	513554	7436457							0,40	0,53	4700	42	4742	111,9	14	862	3					98,2	90,2
193287	R187	Kalkspatm., borkaks	513554	7436457							49,94	0,84	1540	40	1580	38,5	1790	93	47					9,4	7,3
193288	R188	Kalkspatm., borkaks	513493	7436455							52,04	1,64	50	11	61	4,6	874	47	4					4,0	0,3
193289	R189	Kalkspatm., borkaks	513460	7436386							52,32	1,89	171	25	196	6,8	904	109	10					3,0	0,6
193290	R190	Kalkspatm., borkaks	513425	7436326	-0,50	0,05	0,05	-0,01	53,20	1,62	51,34	1,44	186	44	230	4,2	1810	28	0	-0,100	-0,020	54%		5,7	0,2
193291	R191	Kalkspatm., borkaks	513512	7436366							50,22	1,49	682	25	707	27,3	1740	189	58					7,6	5,0
193292	R192	Kalkspatm., borkaks	513560	7436375							46,17	1,31	3450	204	3654	16,9	326	190	44					15,2	11,6
193293	R193	Kalkspatm., borkaks	513653	7436366							47,15	1,44	1190	45	1235	26,4	1020	184	16					13,2	10,4
193294	R194	Kalkspatm., borkaks	513699	7436310							50,22	2,04	170	46	216	3,7	899	53	19					6,4	3,0
193295	R195	Kalkspatm., borkaks	513626	7436264	2,56	0,03	0,08	-0,01	52,60	1,47	51,48	1,38	229	38	267	6,0	765	73	19	-0,100	-0,020	40%		5,6	2,6
193296	R196	Kalkspatm., borkaks	513679	7436209							51,90	0,85	85	16	101	5,3	1070	46	14					5,9	2,6
193297	R197	Kalkspatm., borkaks	513704	7436163							51,76	1,69	131	24	155	5,5	902	46	18					4,4	1,8
193298	R198	Kalkspatm., borkaks	513726	7436091							48,97	1,36	253	35	288	7,2	803	146	15					10,1	7,2
193299	R199	Kalkspatm., borkaks	513802	7436088							50,08	2,30	135	-10	125	-13,5	531	57	17					6,1	2,0
193300	R200	Kalkspatm., borkaks	513815	7436040	2,78	0,06	0,05	-0,01	49,20	4,15	48,13	3,27	193	32	225	6,0	769	58	17	0,129	-0,020	51%		7,6	3,2
193301	R201	Kalkspatm., borkaks	513752	7435985							51,90	1,54	97	16	113	6,1	634	59	17					4,5	1,2
193302	R202	Kalkspatm., borkaks	513774	7435913							51,62	1,34	82	24	106	3,4	969	56	12					5,4	1,4
193303	R203	Kalkspatm., borkaks	513911	7435910							49,94	2,40	81	19	100	4,3	421	47	12					6,2	1,4
193304	R204	Kalkspatm., borkaks	513975	7435928							51,34	1,10	260	20	280	13,0	631	39	19					6,4	3,0
193305	R205	Kalkspatm., borkaks	514061	7435937	1,59	0,24	0,15	-0,01	49,80	4,04	48,55	3,32	259	30	289	8,6	1320	73	12	0,125	-0,020	25%		6,7	2,1

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)								LECO (%)		Fe(icp) /Fe (xrf)	Syreuløst rest (%)		
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC		S	Beregn.	Analyse
193306	R206	Kalkspatm., borkaks	514143	7435939							43,09	3,98	492	68	560	7,2	1050	150	6			15,0	10,2	
193307	R207	Kalkspatm., borkaks	514206	7435976							44,21	4,19	95	33	128	2,9	1270	110	4			12,6	7,4	
193308	R208	Kalkspatm., borkaks	514197	7436072							49,38	1,72	100	28	128	3,6	1170	94	20			8,6	4,6	
193309	R209	Dolomittisk, borkaks	514109	7436200							44,21	6,52	254	39	293	6,5	719	1110	17			7,7	2,1	
193310	R210	Kalkspatm., borkaks	514109	7436298	6,43	0,03	0,02	-0,01	48,70	2,67	47,85	2,17	63	-10	53	-6,3	1150	150	12	0,163	-0,020	39%	10,4	6,9
193311	R211	Kalkspatm., borkaks	514114	7436382							47,85	3,71	331	31	362	10,7	771	75	16			7,1	3,2	
193312	R212	Kalkspatm., borkaks	514104	7436473							49,10	3,50	420	37	457	11,4	391	255	20			5,4	0,8	
193313	R213	Kalkspatm., borkaks	514024	7436342							50,92	2,45	42	12	54	3,5	1000	121	7			4,3	1,4	
193314	R214	Kalkspatm., borkaks	513961	7436418							53,44	0,66	138	41	179	3,4	1550	131	21			3,6	1,5	
193315	R215	Silikatrik, borkaks	513909	7436506	52,60	15,90	12,60	0,18	7,29	4,11	0,79	0,14	4350	27	4377	161,1	17	2030	430	-0,100	0,047	5%	98,3	93,2
193316	R216	Silikatrik, borkaks	513951	7436586							0,59	0,57	5710	37	5747	154,3	12	1320	253			97,7	88,7	
193317	R217	Silikatrik, borkaks	513970	7436670							0,93	0,29	36700	52	36752	705,8	7	1510	#####			97,7	85,5	
193318	R218	Kalkspatm., borkaks	513968	7436732							41,69	3,40	388	43	431	9,0	1160	82	146			18,7	15,7	
193319	R219	Kalkspatm., borkaks	513716	7437163							46,59	1,55	144	35	179	4,1	638	200	35			13,9	11,4	
193320	R220	Kalkspatm., borkaks	513669	7437244	-0,50	0,03	0,05	-0,01	53,00	2,05	52,32	1,89	90	34	124	2,7	613	68	7	-0,100	-0,020	28%	3,0	0,2
193321	R221	Kalkspatm., borkaks	513651	7437263							54,42	0,38	41	27	68	1,5	515	39	1			2,4	0,6	
193322	R222	Kalkspatm., borkaks	513608	7437259							52,60	0,99	105	35	140	3,0	629	115	0			4,4	2,2	
193323	R223	Dolomittisk., borkaks	513580	7437210							47,01	5,17	875	96	971	9,1	782	29	7			5,6	0,9	
193324	R224	Kalkspatm., borkaks	513601	7437167							50,36	0,65	191	12	203	15,9	2780	294	2			9,1	5,7	
193325	R225	Kalkspatm., borkaks	513730	7437181	-0,50	0,04	0,04	-0,01	51,90	3,04	50,64	2,49	90	19	109	4,7	883	68	12	0,157	-0,020	31%	4,7	0,7
193326	R226	Kalkspatm., borkaks	513755	7437194							47,71	2,65	116	13	129	8,9	1060	120	8			9,6	5,6	
193327	R227	Kalkspatm., borkaks	513825	7437186							45,89	3,15	547	22	569	24,9	1970	155	10			11,8	6,3	
193328	R228	Kalkspatm., borkaks	513843	7437227							51,76	2,02	39	27	66	1,4	828	81	1			3,7	0,4	
193329	R229	Kalkspatm., borkaks	513897	7437248							52,18	1,72	42	29	71	1,4	1180	162	6			3,6	1,2	
193330	R230	Kalkspatm., borkaks	513912	7437318	0,83	-0,02	0,03	-0,01	54,60	0,38	54,00	0,39	24	22	46	1,1	924	309	78	-0,100	-0,020	11%	3,2	0,7
193331	R231	Silikatrik, borkaks	513998	7437278							0,68	0,73	10700	193	10893	55,4	13	1770	95			97,3	85,8	
193332	R232	Kalkspatm., borkaks	513983	7437156							53,16	0,89	20	-10	10	-2,0	886	54	18			3,6	0,2	

Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20180152:

Antall prøver: 132

Analyseoppdrag: 20180196

198301	K301.18	Kalkspatmarmor	513364	7438075	1,81	0,10	0,07	-0,01	52,10	2,45	52,88	2,16	42	13	55	3,2	1490	98	57	-0,100	-0,020	9%	1,5	1,9
198302	K303A.18	Kalkspatmarmor	513408	7437917	3,94	0,06	0,07	-0,01	50,90	2,48	51,48	2,24	34	19	53	1,8	1440	93	9	-0,100	-0,020	7%	3,8	3,9
198303	K303B.18	Kalkspatmarmor	513408	7437917	1,02	-0,02	0,02	-0,01	53,00	2,21	53,72	1,96	33	24	57	1,4	1220	128	10	0,100	-0,020	25%	0,4	1,2
198304	K306.18	Kalkspatmarmor	513370	7438003	3,18	0,04	0,03	-0,01	52,10	1,85	52,88	1,69	17	11	28	1,5	1130	80	44	-0,100	-0,020	8%	2,4	3,3
198305	K316.18	Kalkspatmarmor	512799	7438516	1,53	0,02	0,04	-0,01	53,50	1,43	54,56	1,33	38	17	55	2,2	465	53	46	-0,100	-0,020	15%	0,2	1,6
198306	K317.18	Dolomittisk marmor	513777	7439736	-0,50	0,03	0,09	0,01	45,60	8,85	45,75	7,59	248	74	322	3,4	517	195	8	0,462	-0,020	38%	2,7	0,5
198307	K317A.18	Kalkspatmarmor	513900	7439566	2,30	0,07	0,09	0,01	52,40	2,31	53,30	1,40	137	68	205	2,0	483	509	1	-0,100	0,028	21%	2,3	3,7

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)									LECO (%)		Fe(icp)	Syreuløst rest (%)	
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC	S	/Fe (xrf)	Beregn.	Analyse
198308	K318.18	Kalkspatmarmor	514595	7439534	8,47	1,47	0,78	0,01	46,20	4,33	46,17	1,62	74	56	130	1,3	851	239	0	-0,100	0,510	1%	14,5	14,5
198309	NL 1/00.0-3.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	-0,50	0,06	0,07	-0,01	54,00	1,10	55,54	0,86	43	17	60	2,5	1680	165	7	-0,100	0,021	9%	-0,5	0,7
198310	NL 1/03.5-7.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	-0,50	-0,02	0,04	-0,01	55,40	0,53	56,24	0,45	75	20	95	3,7	1320	94	14	-0,100	-0,020	28%	-0,9	0,3
198311	NL 1/07.0-9.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	1,25	0,09	0,09	-0,01	52,50	2,20	53,30	1,91	48	18	66	2,7	1000	176	6	-0,100	0,032	8%	1,2	1,6
198312	NL 1/09.5-11.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	0,88	0,05	0,09	-0,01	53,00	2,18	54,14	1,92	66	20	86	3,3	1060	173	6	0,131	-0,020	11%	-0,3	1,4
198313	NL 1/11.5-13.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	1,86	0,03	0,07	-0,01	52,00	2,35	53,58	1,84	109	29	138	3,8	1000	145	13	0,141	-0,020	24%	0,9	2,5
198314	NL 1/13.4-16.3	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	2,03	0,05	0,11	-0,01	52,00	2,59	53,02	2,19	281	52	333	5,4	1110	153	18	-0,100	-0,020	38%	1,1	2,5
198315	NL 1/17.6-19.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	18,70	0,17	0,51	0,05	36,50	11,10	34,70	4,03	1640	282	1922	5,8	494	275	6	-0,100	-0,020	46%	29,9	28,6
198316	NL 1/24.0-25.3	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	17,00	0,05	0,18	0,01	39,60	6,52	39,87	4,73	632	77	709	8,2	471	103	13	-0,100	-0,020	51%	19,2	18,3
198317	NL 2/01.0-2.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	5,21	0,10	0,08	-0,01	49,30	3,26	51,62	2,44	140	25	165	5,6	743	155	18	0,138	-0,020	24%	3,1	5,9
198318	NL 2/03.0-5.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	6,63	0,20	0,11	-0,01	49,60	2,42	50,92	1,74	108	25	133	4,3	777	235	14	0,222	0,028	14%	5,8	7,7
198319	NL 2/05.0-7.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	7,46	0,40	0,14	-0,01	48,50	2,62	49,24	2,06	131	30	161	4,4	1020	223	14	0,167	0,048	14%	8,1	8,7
198320	NL 2/07.5-9.4	Dolomittisk., borkj.	513715	7437141	23,00	1,77	0,59	0,01	28,90	11,60	28,40	8,62	382	77	459	5,0	599	357	5	0,350	0,242	9%	31,4	27,1
198321	NL 2/09.4-10.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	3,34	0,23	0,12	-0,01	51,80	1,76	53,02	1,39	120	40	160	3,0	699	181	13	0,103	0,058	14%	2,8	4,2
198322	NL 2/10.8-11.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,88	0,11	0,07	-0,01	54,10	0,93	54,98	0,86	43	30	73	1,4	962	83	0	-0,100	-0,020	9%	0,4	2,0
198323	NL 2/11.8-13.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,37	0,20	0,12	-0,01	54,20	0,71	54,98	0,62	38	36	74	1,1	827	131	5	-0,100	0,024	5%	1,0	2,0
198324	NL 2/13.8-16.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,15	0,09	0,09	-0,01	54,20	1,12	55,54	1,01	36	40	76	0,9	1170	105	3	-0,100	0,036	5%	-0,9	1,5
198325	NL 2/16.5-18.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	7,64	0,05	0,08	-0,01	49,00	2,25	50,22	1,82	57	30	87	1,9	1150	64	2	-0,100	0,028	10%	6,9	8,1
198326	NL 2/18.0-20.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	2,84	0,27	0,14	-0,01	52,20	1,96	52,74	1,56	52	31	83	1,7	980	89	9	-0,100	0,036	5%	3,0	3,5
198327	NL 2/20.0-23.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	2,16	0,07	0,07	-0,01	53,20	1,34	54,14	1,17	20	22	42	0,9	2050	105	0	-0,100	0,033	4%	1,3	2,6
198328	NL 2/23.0-25.6	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	4,34	0,72	0,23	-0,01	49,50	3,49	49,52	2,44	68	27	95	2,5	1520	155	5	0,141	0,081	4%	6,8	6,0

Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20180196:

Antall prøver: 28

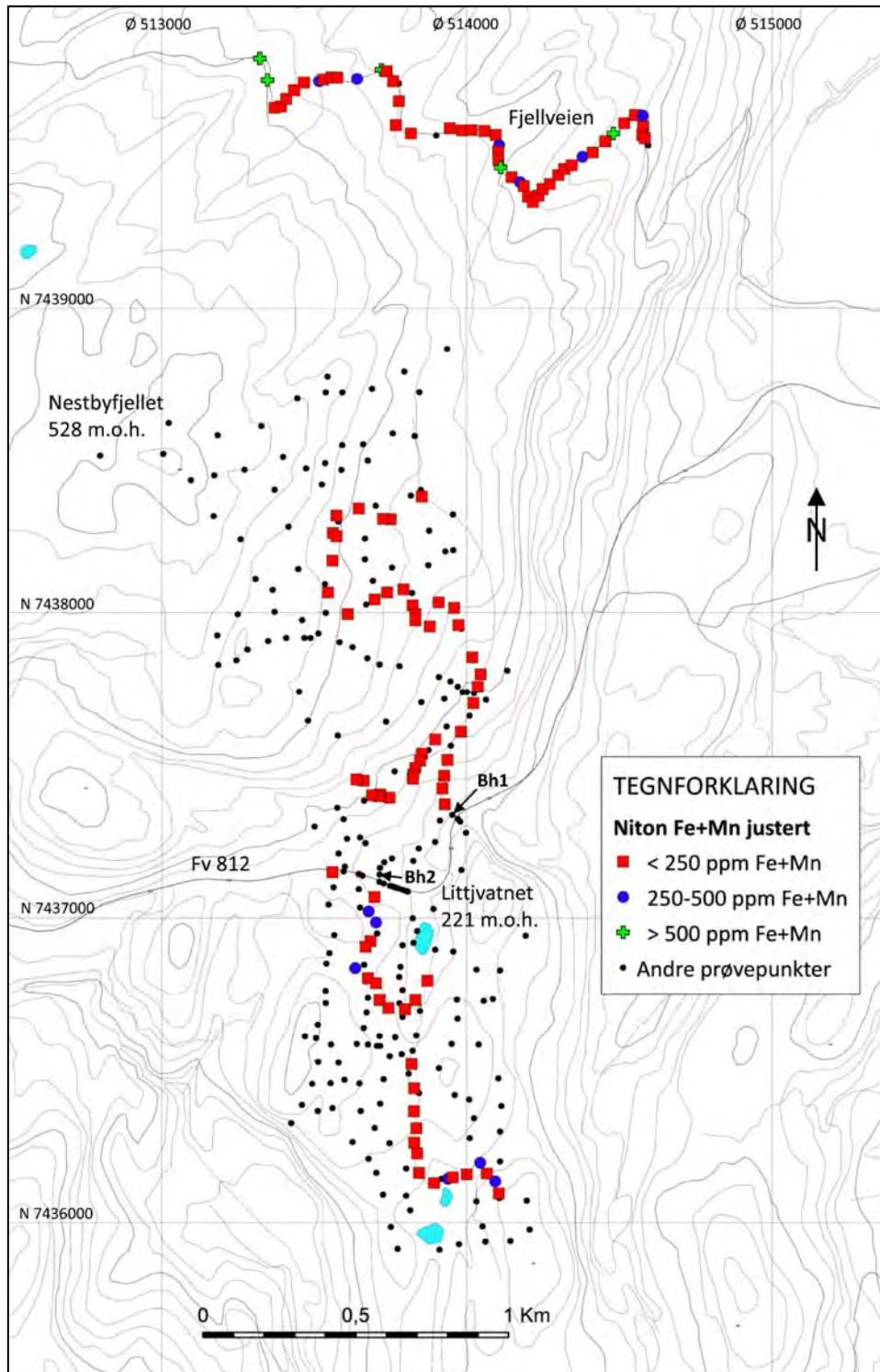
Vedlegg 2

Analysedata plottet på topografisk og geologisk kartunderlag.

Kartplottene i vedleggene 2.1 og 2.2. er av feltanalyser utført med bærbart analyseinstrument av type Thermo Scientific Niton XL3t direkte på fjelloverflaten. Denne analysemetoden er indikativ og benyttes hovedsakelig ved rekognoserende undersøkelser. De plottede analyseverdier av beregnet karbonatbundet Fe+Mn representerer omregnede verdier fra måldataene basert på en korrelasjonsfaktor 0.18, se nærmere forklaring i Kap. 3 i hovedrapporten.

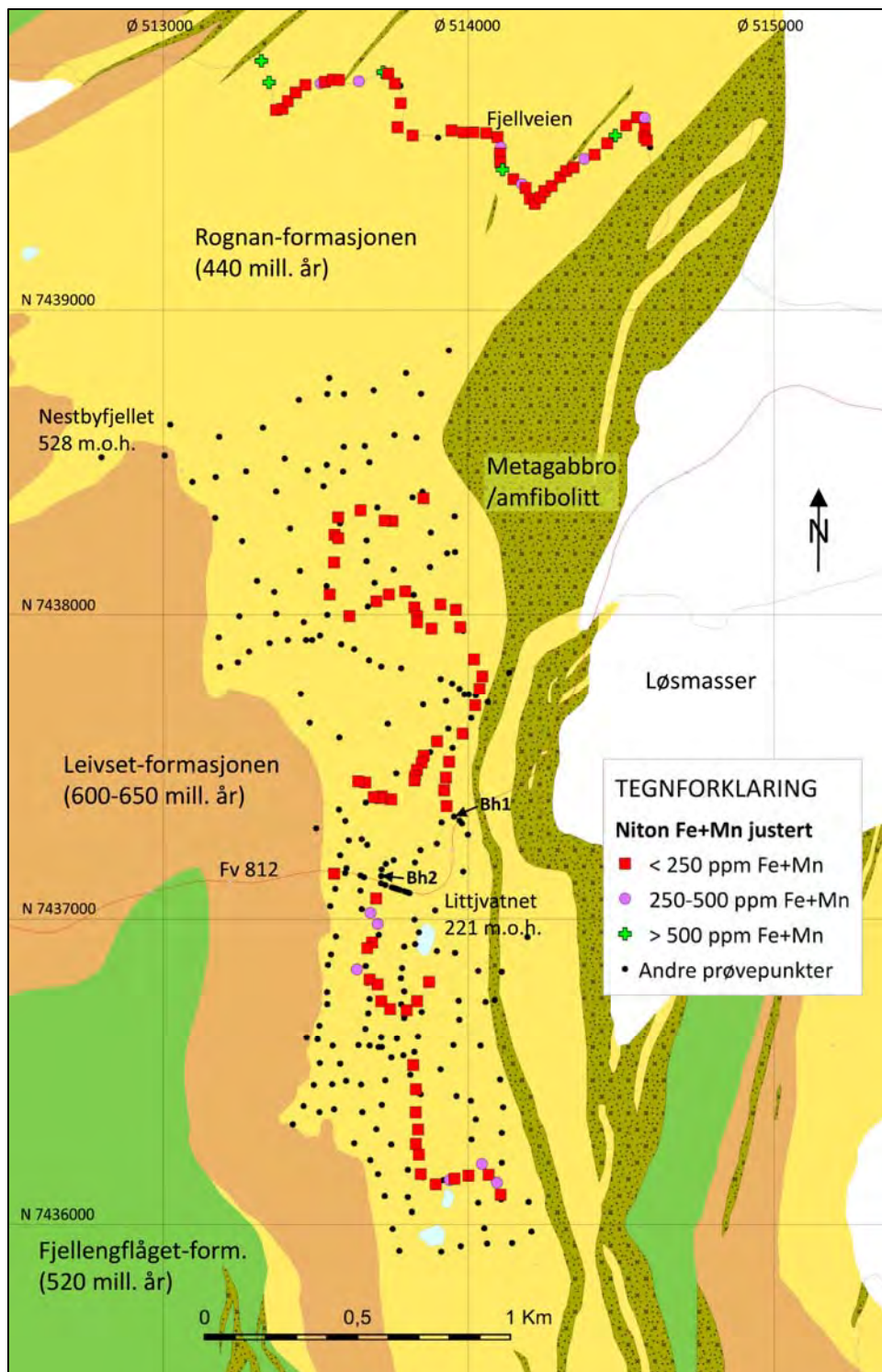
De øvrige analyseplott av henholdsvis karbonatbundet MgO og Fe+Mn er basert på ICP-AES laboratorieanalyser, se vedlegg 1.

Vedlegg 2.1: XRF (Niton) feltanalyser



Vedlegg 2.1: Justerte Niton (bærbar XRF) analyseverdier plottet på topografisk kartunderlag. Lokalitetene hvor det er utført XRF feltanalyser er gjengitt i farger slik det framgår av tegnforklaringen, mens de øvrige prøvepunkter (se vedleggene 2.3 til 2.6) er angitt med sorte prikker. Se hovedteksten i rapporten for nærmere forklaring.

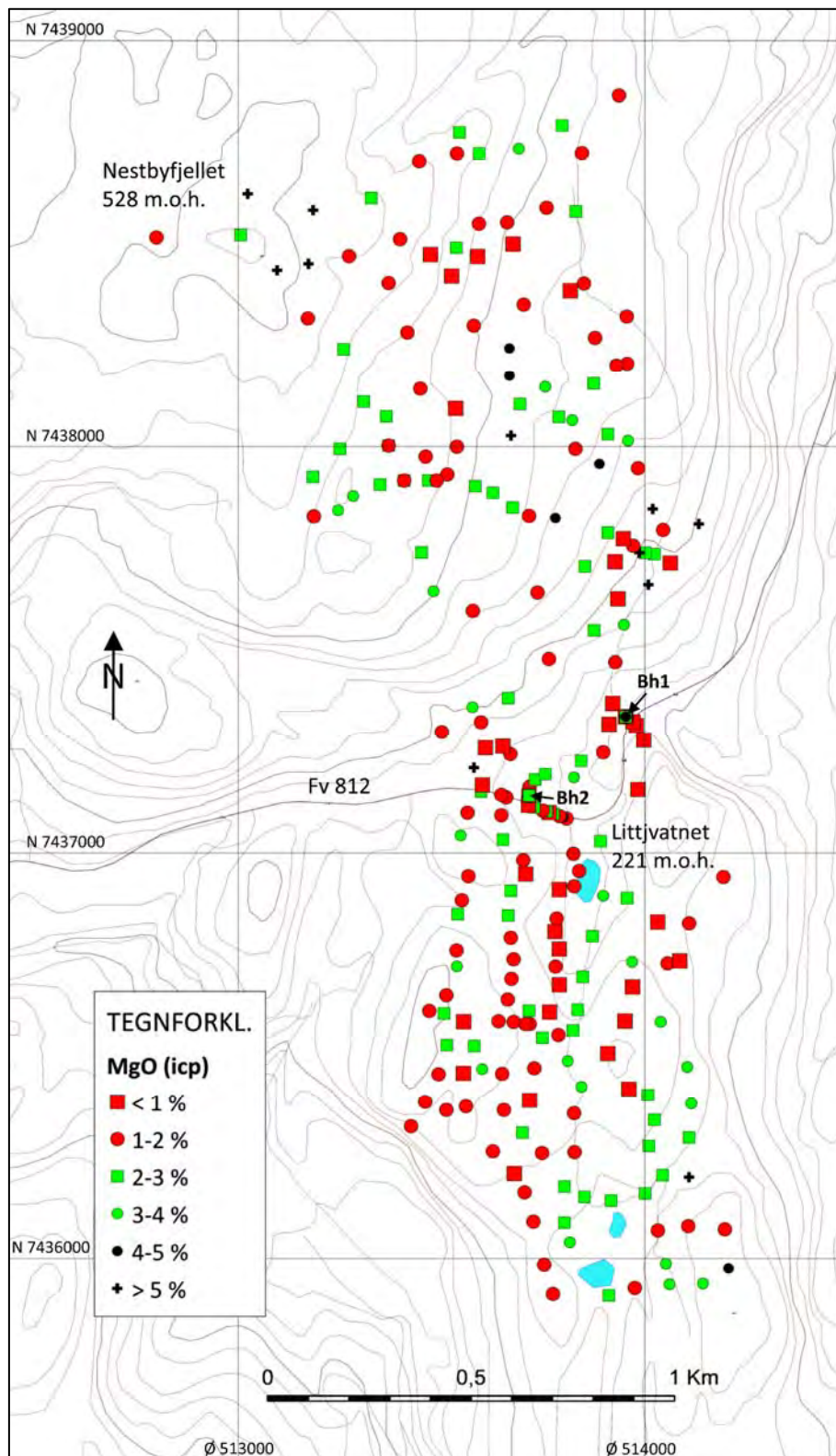
Vedlegg 2.2: XRF (Niton) feltanalyser



Vedlegg 2.2: Justerte Niton (bærbar XRF) analyseverdier plottet på geologisk kartunderlag. Lokalitetene hvor det er utført XRF feltanalyser er gjengitt i farger slik det framgår av tegnforklaringen, mens de øvrige prøvepunkter (se vedleggene 2.3 til 2.6) er angitt med sorte prikker. Se hovedteksten i rapporten for nærmere forklaring.

Vedlegg 2.3:

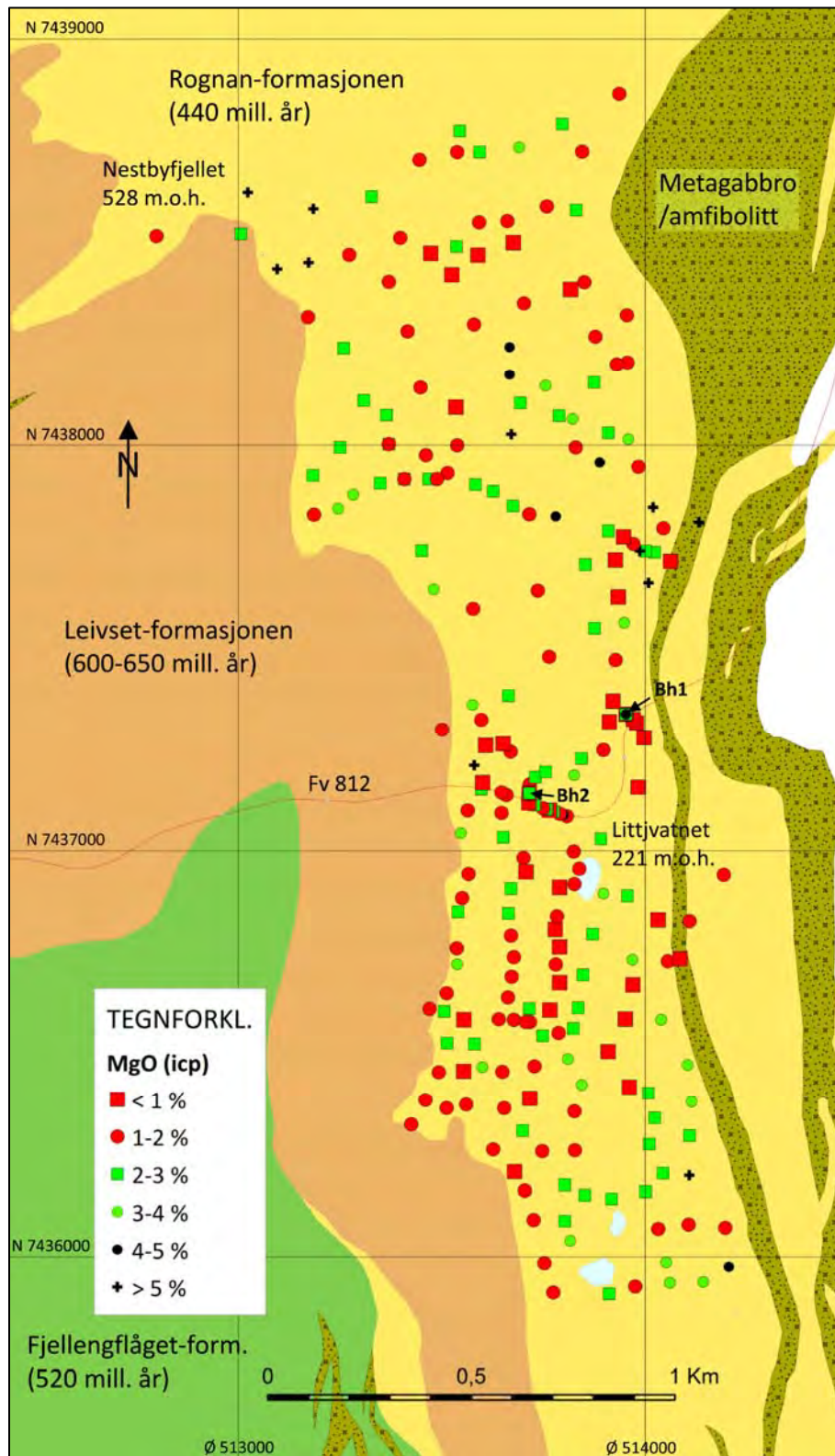
Innhold av karbonatbundet magnesium i fastfjellprøver



Vedlegg 2.3: Innhold av karbonatbundet MgO i fastfjellprøver (knakkprøver og borkaks) plottet på topografisk kartunderlag, basert på analysedata i Vedlegg 1.

Vedlegg 2.4:

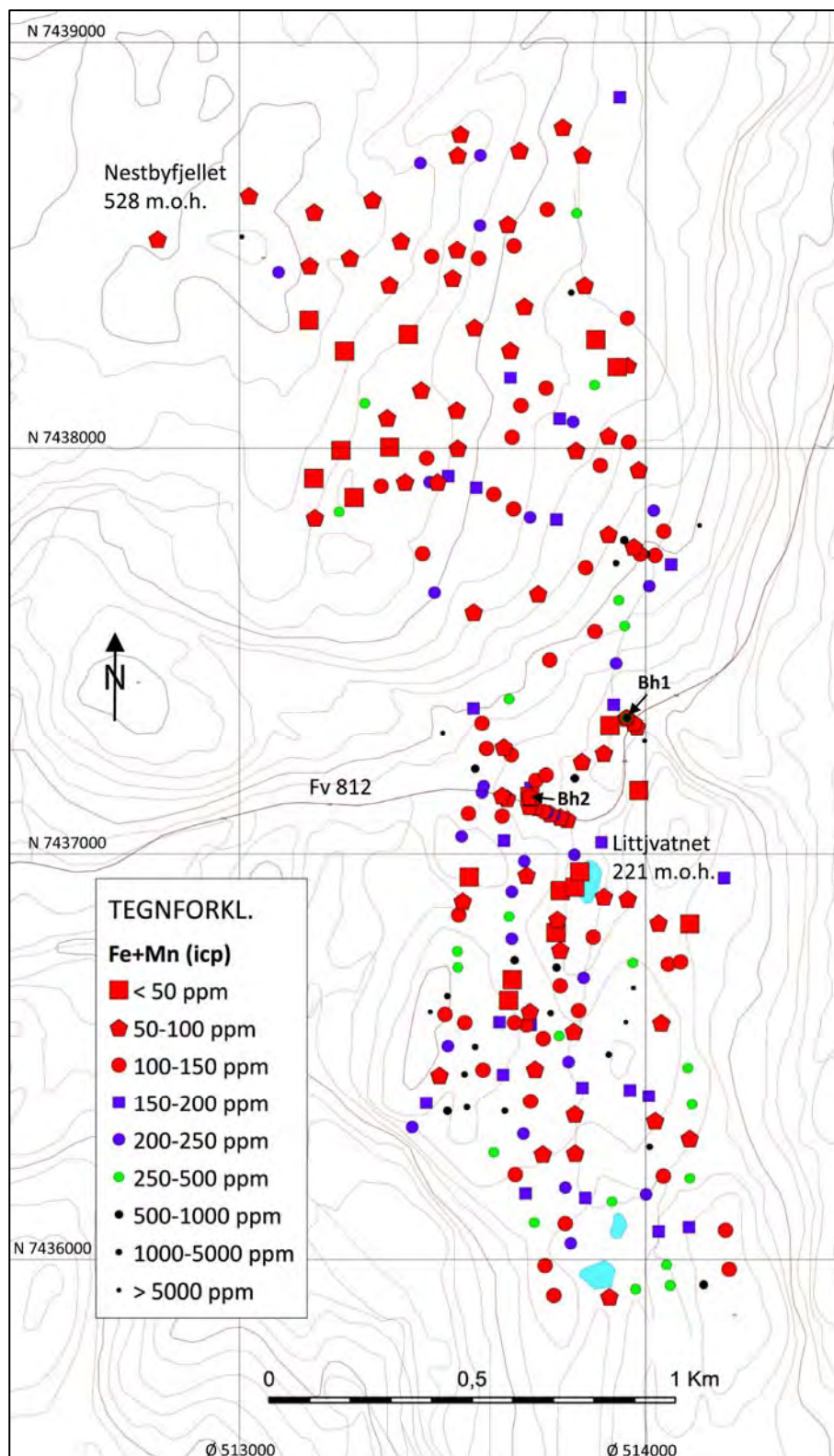
Innhold av karbonatbundet magnesium i fastfjellprøver



Vedlegg 2.4: Innhold av karbonatbundet MgO i fastfjellprøver plottet på geologisk kartunderlag, basert på analysedata i Vedlegg 1.

Vedlegg 2.5:

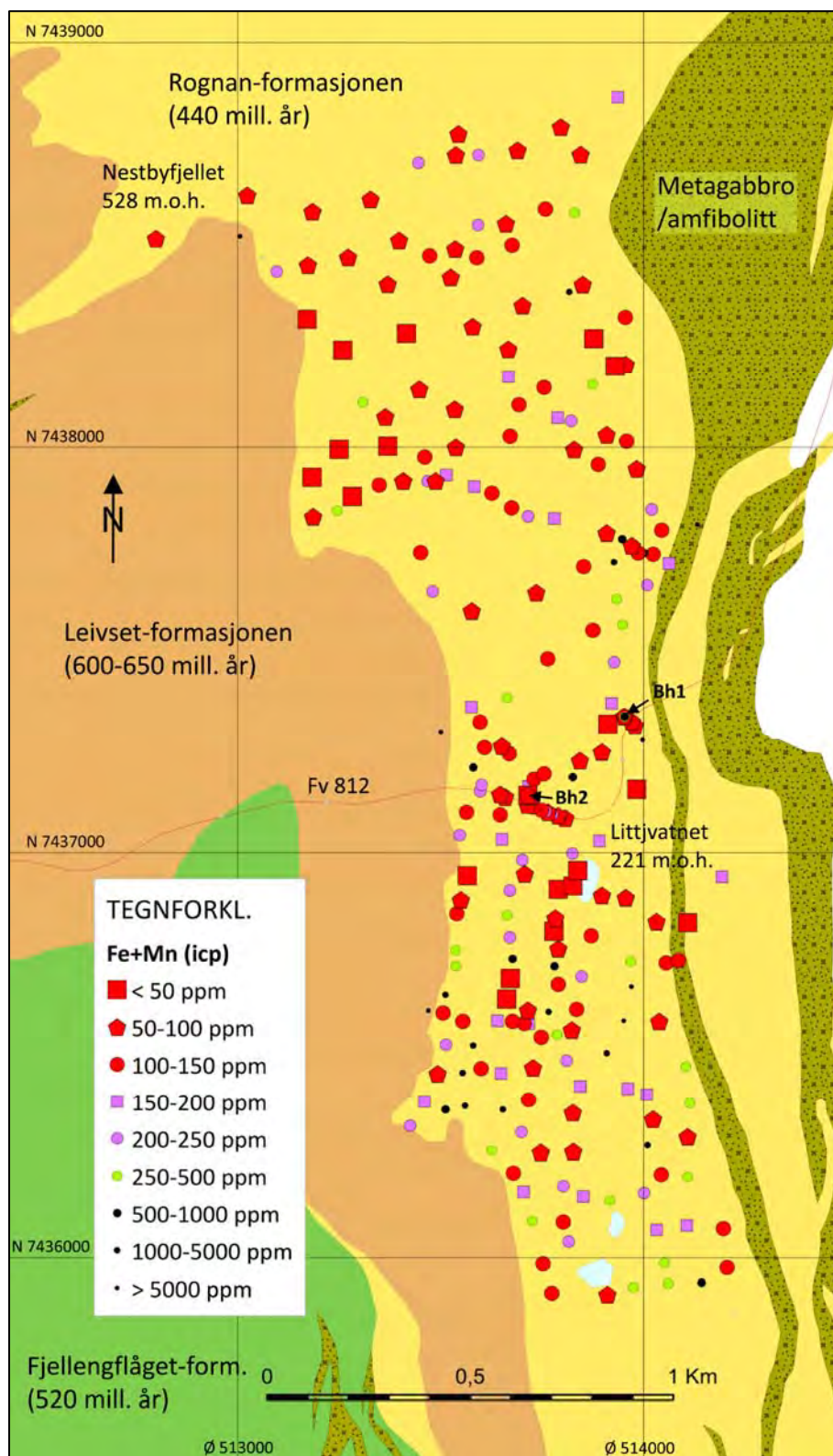
Innhold av karbonatbundet jern og mangan i fastfjellprøver



Vedlegg 2.5: Innhold av karbonatbundet (ICP-AES analyse) Fe+Mn i fastfjellprøver plottet på topografisk kartunderlag, basert på analysedata i Vedlegg 1.

Vedlegg 2.6:

Innhold av karbonatbundet jern og mangan i fastfjellprøver



Vedlegg 2.6: Innhold av karbonatbundet (ICP-AES analyse) Fe+Mn i fastfjellprøver plottet på geologisk kartunderlag, basert på analysedata i Vedlegg 1.

Vedlegg 3:

KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR FRA BORKJERNE NL1 (BH1)

UTM-koordinat (sone 33): 513965 Øst, 7437337 Nord

Borhullet's retning og stupning: N54°, 38°

Borhullet er relativt vinkelrett på lagningen i bergarten.

Inneholder

- Kjernelogg, bergarter
- Analysesammendrag
- Makroskopisk og mikroskopisk informasjon

Kjernelogg, bergartsbeskrivelse for borkjerne NL1 (Bh1)

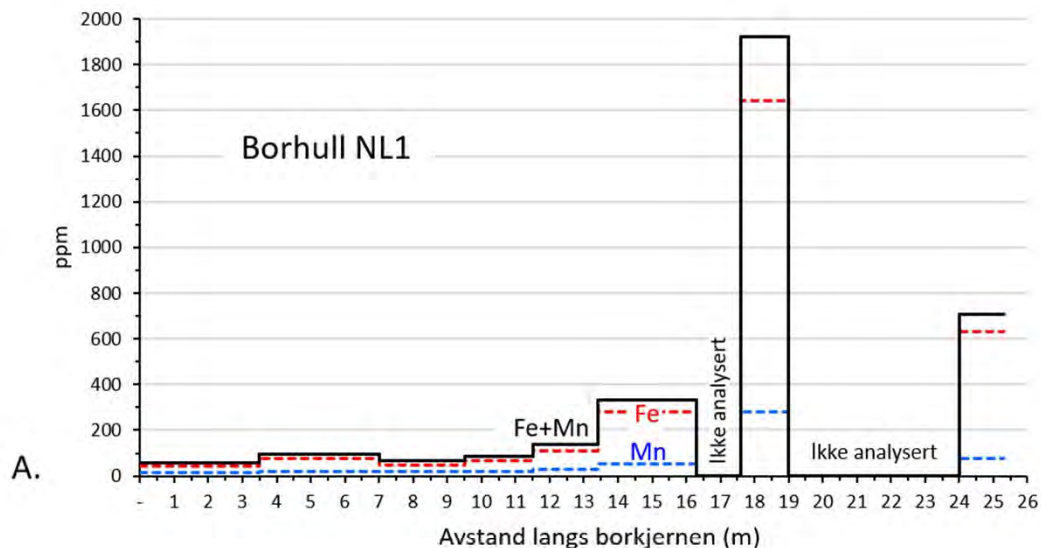
Fra (m)	Til (m)	Lengde (m)	Bergart	Kommentar
0	1	1	Kalkspatmarmor, grå	Lys grå, spettet. Svak antydning til bånding. Middelskornig. Stinkkalk.
1	1,3	0,3	(tapt kjerne)	
1,3	1,7	0,4	Kalkspatmarmor, grå og båndet.	
1,7	4,4	2,7	Kalkspatmarmor, grå	Lys grå, båndet.
4,4	6,7	2,3	Kalkspatmarmor	Lys grå, spettet. Som første del.
6,7	8,3	1,6	Kalkspatmarmor	Grå, båndet. Lyse og mørke bånd.
8,3	8,4	0,1	Muligens dolomitt	Svært finkornig grå, noen hvite stikk.
8,4	9,3	0,9	Kalkspatmarmor, båndet	Båndet. Grovere og finere bånd, noe grafittrik.
9,3	9,35	0,05		En del mørke finkornige bånd.
9,35	10	0,65		Båndet til spettet med tynne mørke bånd. Relativt grovere.
10	12,3	2,3	Kalkspatmarmor, båndet	Lyse og mørke bånd. Spor av folder.
12,3	12,5	0,2	Kalkspatmarmor, grov hvit	Grovkornet, hvit. Sorte spetter.
12,5	13	0,5	kalkspatmarmor, båndet	Lyse og mørke bånd (som over)
13	13,3	0,3	Amfibolitt	Sulfidholdig finkorning amf (py, po?)
13,3	15,1	1,8	Kalkspatmarmor, spettet	Lys grå, spettet med diffus bånding.
15,1	15,65	0,55	Kalkspatmarmor, grå b bånd	Tynne bånd, grå
15,65	16,3	0,65	Dolomitt	Finkornige tynne bånd, mm-cm mørkere (grafitt?)
16,3	16,65	0,35	Amfibolitt	Båndet, grønnlig amfibolitt.
16,65	17,1	0,45	Kalkspatmarmor, gullig	Hvit marmor med gulskjær, dels grovere. Inneholder mye jern (basert på bærbar XRF)
17,1	17,6	0,5	Båndet amfibolitt	
17,6	19	1,4	Kalkspatmarmor, hvit, rosa	Som over. Gullig, med mye jern.
19	23,9	4,9	Båndet amfibolitt	Forvitringssone nederst, ellers som over.
23,9	25,35	1,45	Kalkspatmarmor, båndet	Grå-hvit bånding, mm-cm gule partier.

Analysesammendrag for borkjerne NL1 (Bh1)

Borkjernen er saget på langs (splittet). Den ene halvdel er knust og videre bearbeidet for analyse, mens den andre halvdel er referanse for eventuelt framtidig bruk. Intervallet som hver analysert prøve representerer er gjengitt i prøvenavnet; for eksempel betyr prøvenavnet NL1/09.5-11.5 at denne prøven representerer kjerneintervallet fra 9.5 til 11.5 m, til sammen 2.0 m.

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)								LECO (%)		Fe(icp) /Fe (xrf)	Syreløst rest (%)		
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC		S	Beregn.	Analyse
Analyseoppdrag: 20180196																								
198309	NL 1/00.0-3.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	-0,50	0,06	0,07	-0,01	54,00	1,10	55,54	0,86	43	17	60	2,5	1680	165	7	-0,100	0,021	9%	-0,5	0,7
198310	NL 1/03.5-7.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	-0,50	-0,02	0,04	-0,01	55,40	0,53	56,24	0,45	75	20	95	3,7	1320	94	14	-0,100	-0,020	28%	-0,9	0,3
198311	NL 1/07.0-9.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	1,25	0,09	0,09	-0,01	52,50	2,20	53,30	1,91	48	18	66	2,7	1000	176	6	-0,100	0,032	8%	1,2	1,6
198312	NL 1/09.5-11.5	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	0,88	0,05	0,09	-0,01	53,00	2,18	54,14	1,92	66	20	86	3,3	1060	173	6	0,131	-0,020	11%	-0,3	1,4
198313	NL 1/11.5-13.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	1,86	0,03	0,07	-0,01	52,00	2,35	53,58	1,84	109	29	138	3,8	1000	145	13	0,141	-0,020	24%	0,9	2,5
198314	NL 1/13.4-16.3	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	2,03	0,05	0,11	-0,01	52,00	2,59	53,02	2,19	281	52	333	5,4	1110	153	18	-0,100	-0,020	38%	1,1	2,5
198315	NL 1/17.6-19.0	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	18,70	0,17	0,51	0,05	36,50	11,10	34,70	4,03	1640	282	1922	5,8	494	275	6	-0,100	-0,020	46%	29,9	28,6
198316	NL 1/24.0-25.3	Kalkspatm., borkj.	513953	7437337	17,00	0,05	0,18	0,01	39,60	6,52	39,87	4,73	632	77	709	8,2	471	103	13	-0,100	-0,020	51%	19,2	18,3
Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20180196:					5,09	0,06	0,14	0,00	49,38	3,57	50,05	2,24	362	64	426	4,4	1017	161	10	-0,041	-0,008	27%	6,3	7,0

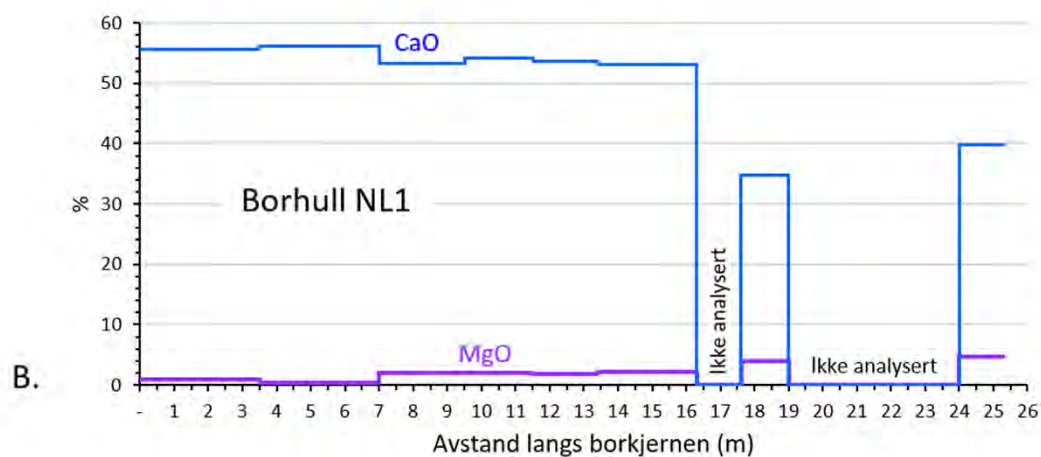
Antall prøver: 8



A: Karbonatbundet Fe, Mn og Fe+Mn i analyserte intervaller langs borkjernen.

To intervaller er ikke analysert fordi bergarten er amfibolitt.

Borkjernen har lave verdier av karbonatbundet Fe+Mn ned til 16,3 m. Dette viser at selv om bergarten er lys og hvit på frisk flate kan karbonatmineralene i den likevel innehold mer jern og mangan enn i de grå variantene.

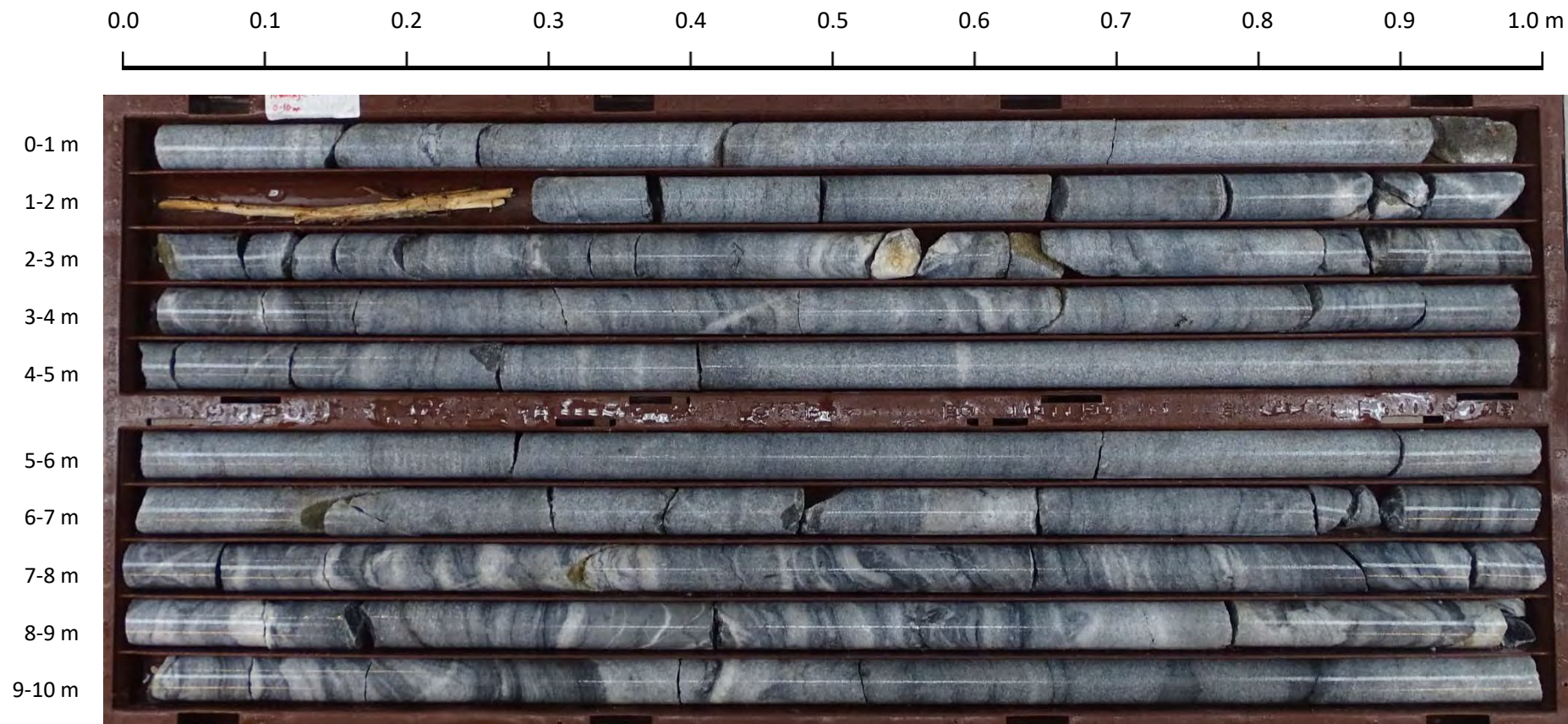


B: CaO og MgO langs borkjernen.

CaO og MgO er indikatorer for henholdsvis kalkspat (CaCO_3) og dolomitt ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

CaO-innholdet er redusert og MgO-innholdet forhøyet i de nedre deler av borkjernen, samtidig som det samlede karbonatinnholdet er redusert pga. høyt innhold av silikatmineraler indikert ved høy syreuløst rest (se tabellen på side 2).

Fotografi av kjernebasse NL1 (Bh1), 0-10 m



Generell beskrivelse: Grå, relativt grovkornet kalkspatmarmor. Bergarten er gjennomgående båndet med tett veksling mellom lyse og mørke bånd, noe som er spesielt tydelig fra 6.9 m til 9.5 m.

A. Foto av kjerneprøve fra NL1 (Bh1) ved 1.5 m



Fotografier av kjerneprøver fra
borhull NL1 (Bh1) i 0-10 m intervallet.

Kjerner diameter 35 mm.

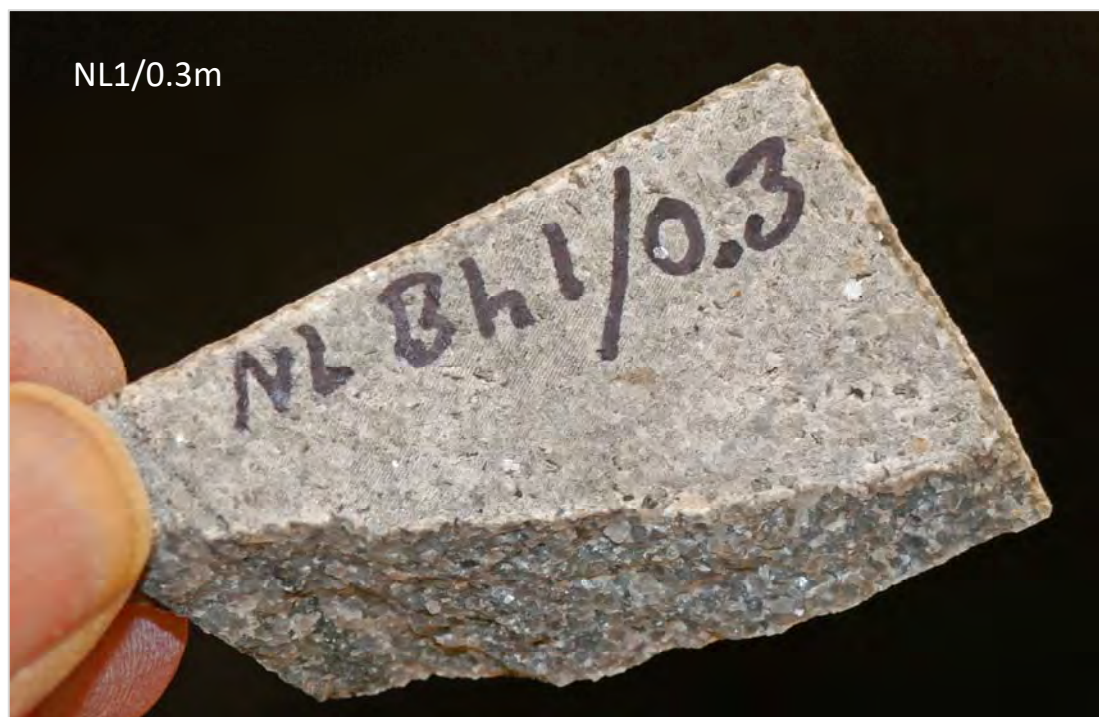
C. Foto av kjerneprøve fra NL1 (Bh1) ved 7.3 m



D. Foto av kjerneprøve fra
NL1 (Bh 1) ved 9.3 m

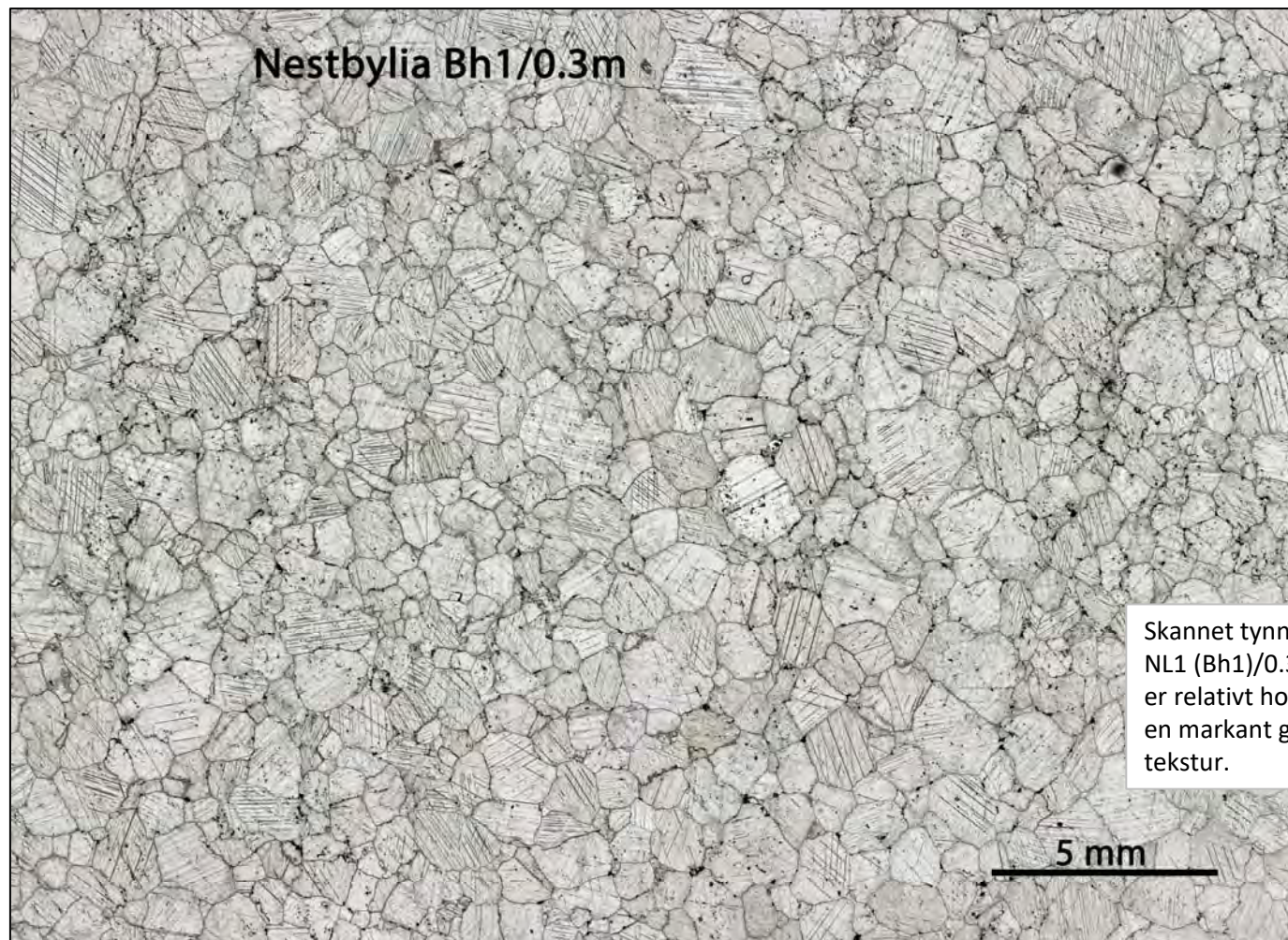


Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/0.3m



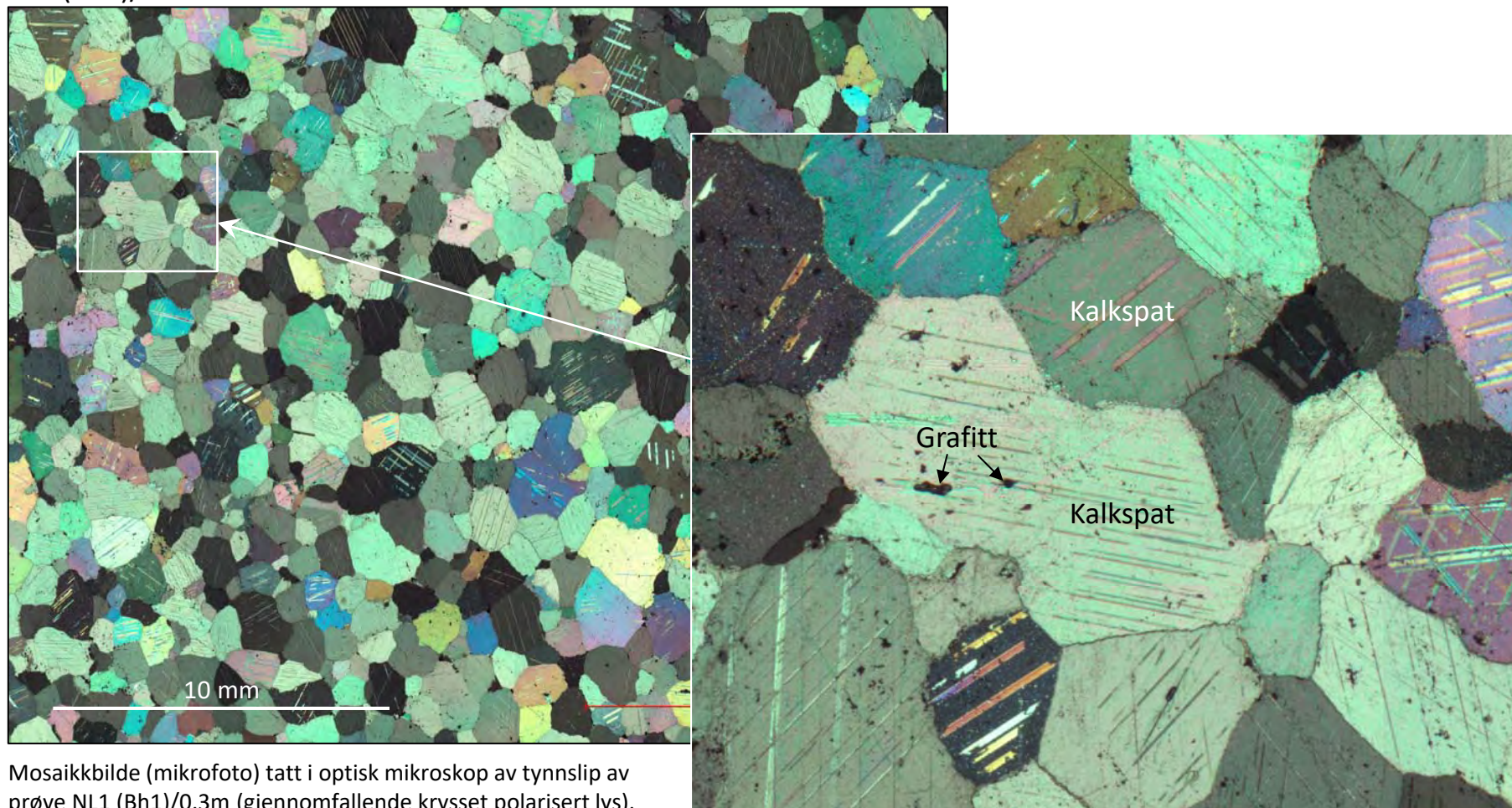
Prøve NL1 (Bh1)/0.3m. Bergarten er en grå, ganske homogen, relativt grovkornet kalkspatmarmor.

Skannet tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/0.3m



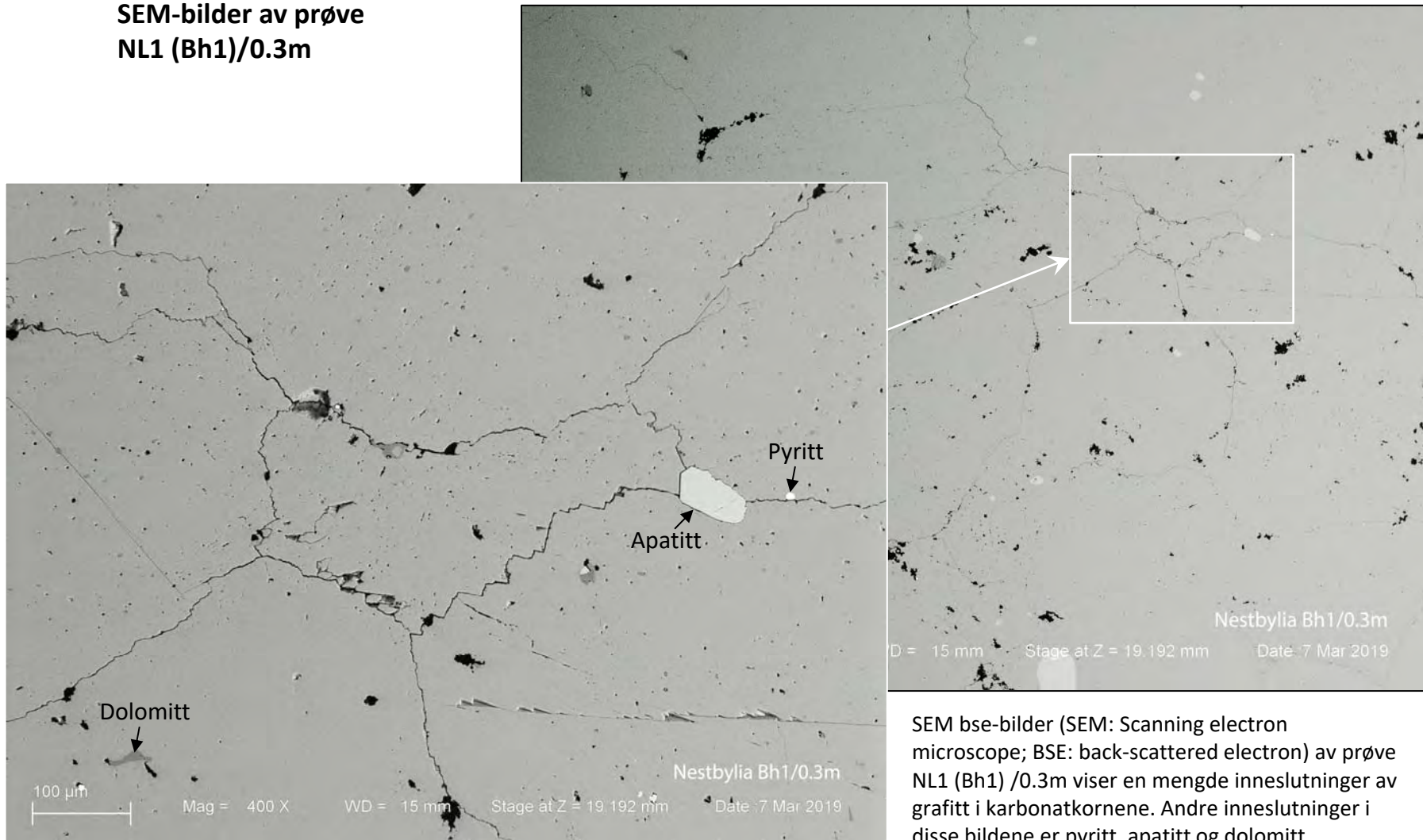
Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/0.3m

NL1 (Bh1)/0.3m



Mosaikkbilde (mikrofoto) tatt i optisk mikroskop av tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/0.3m (gjennomfallende krysset polarisert lys). Bildet til høyre er et forstørret utsnitt fra hovedbildet. Små, sorte inneslutninger i karbonatkornene er i hovedsak grafitt, men kan også være pyritt i noen tilfeller.

**SEM-bilder av prøve
NL1 (Bh1)/0.3m**



SEM bse-bilder (SEM: Scanning electron microscope; BSE: back-scattered electron) av prøve NL1 (Bh1) /0.3m viser en mengde inneslutninger av grafitt i karbonatkornene. Andre inneslutninger i disse bildene er pyritt, apatitt og dolomitt.

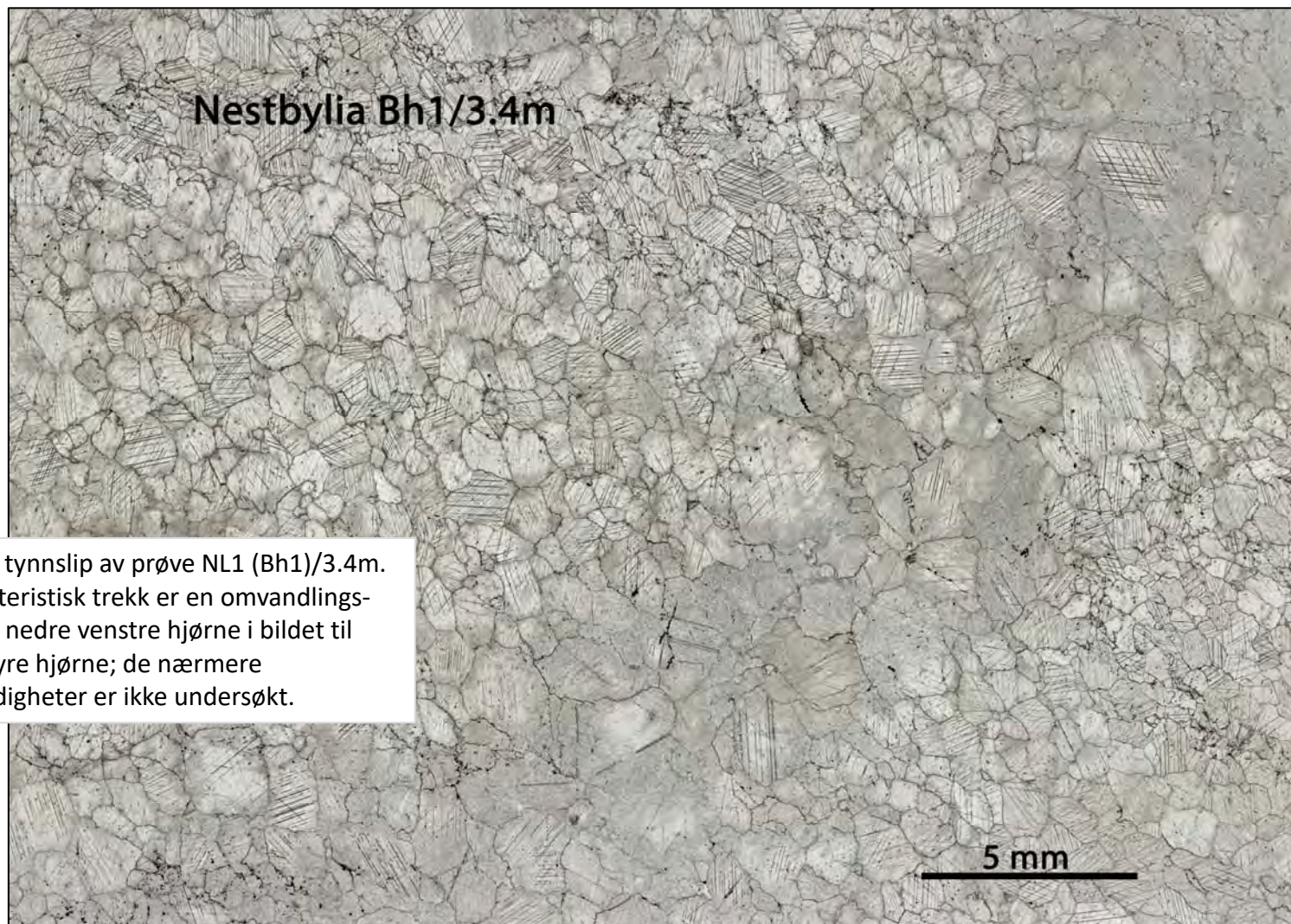
Fotografi av kjerneprøver NL1 (Bh1)/3.4m og NL1 (Bh1) /3.5m



Foto av kjerneprøve fra borhull NL1 ved 3.5 m. Bergarten er grå, grovkornet og svakt båndet, og blir kuttet av en hvit karbonat åre.

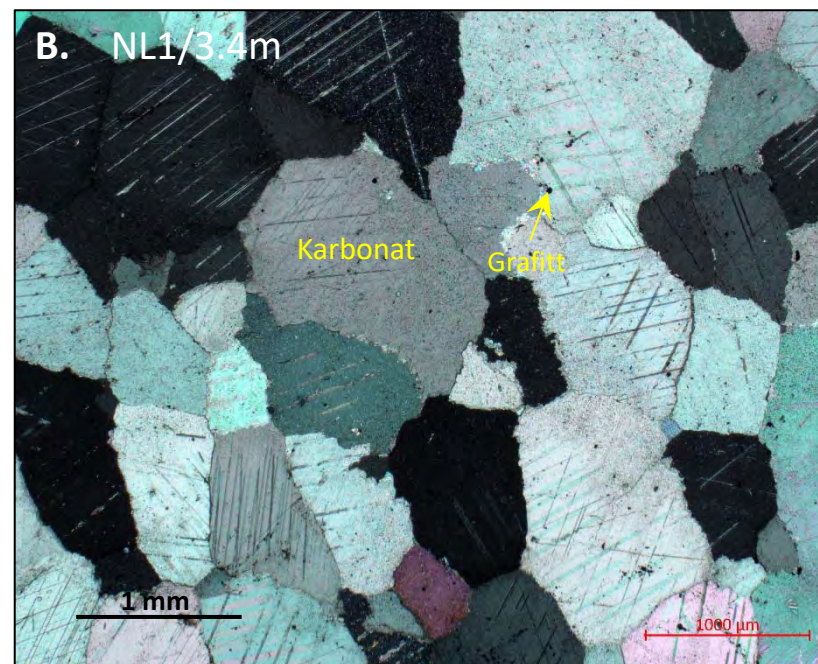
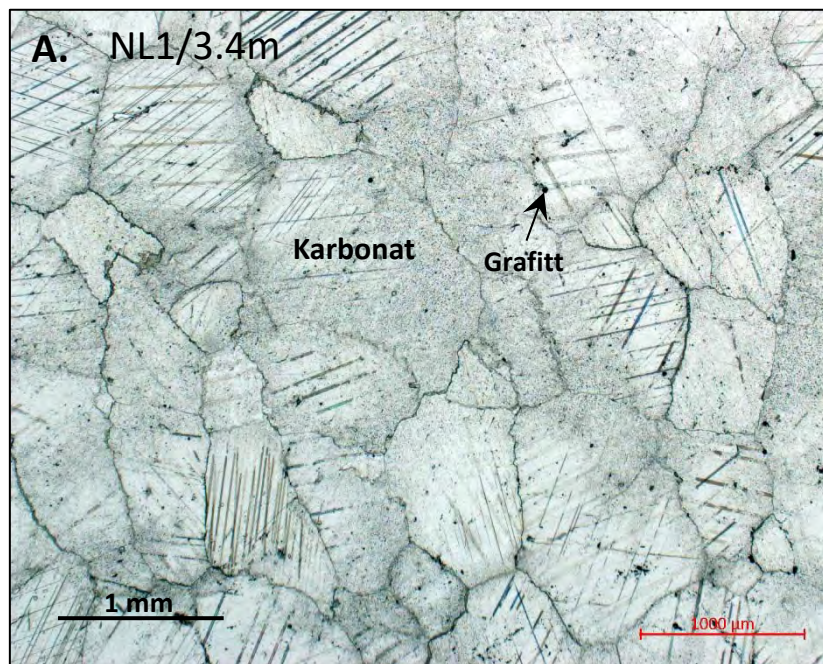
Foto av kjernebit fra borhull NL1 (Bh1) ved 3.4m; bergartens grovkornete karakter framgår tydelig av dette bildet.

Skannet tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/3.4m



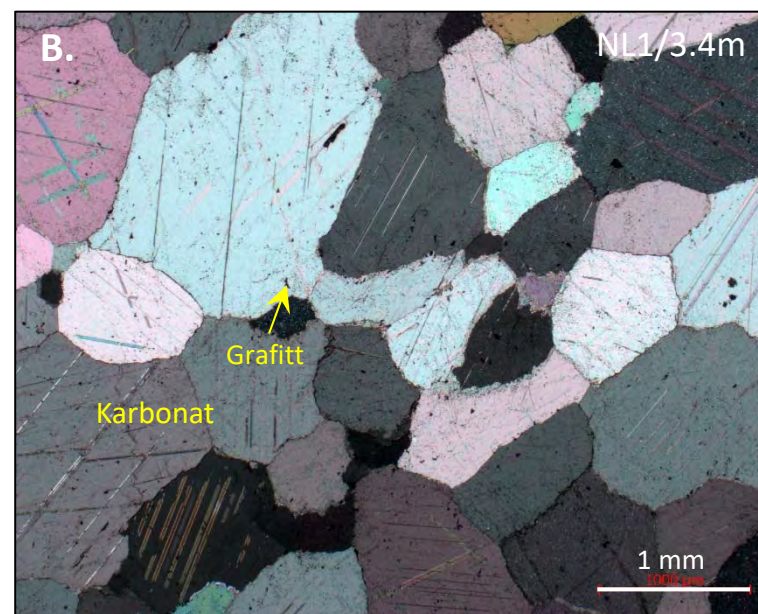
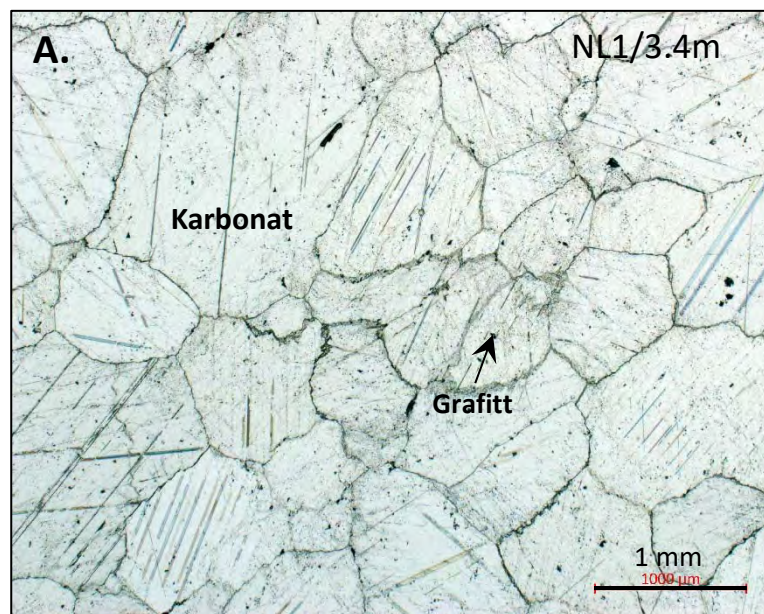
Skannet tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/3.4m. Et karakteristisk trekk er en omvandlings- sone fra nedre venstre hjørne i bildet til øvre høyre hjørne; de nærmere omstendigheter er ikke undersøkt.

Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/3.4m



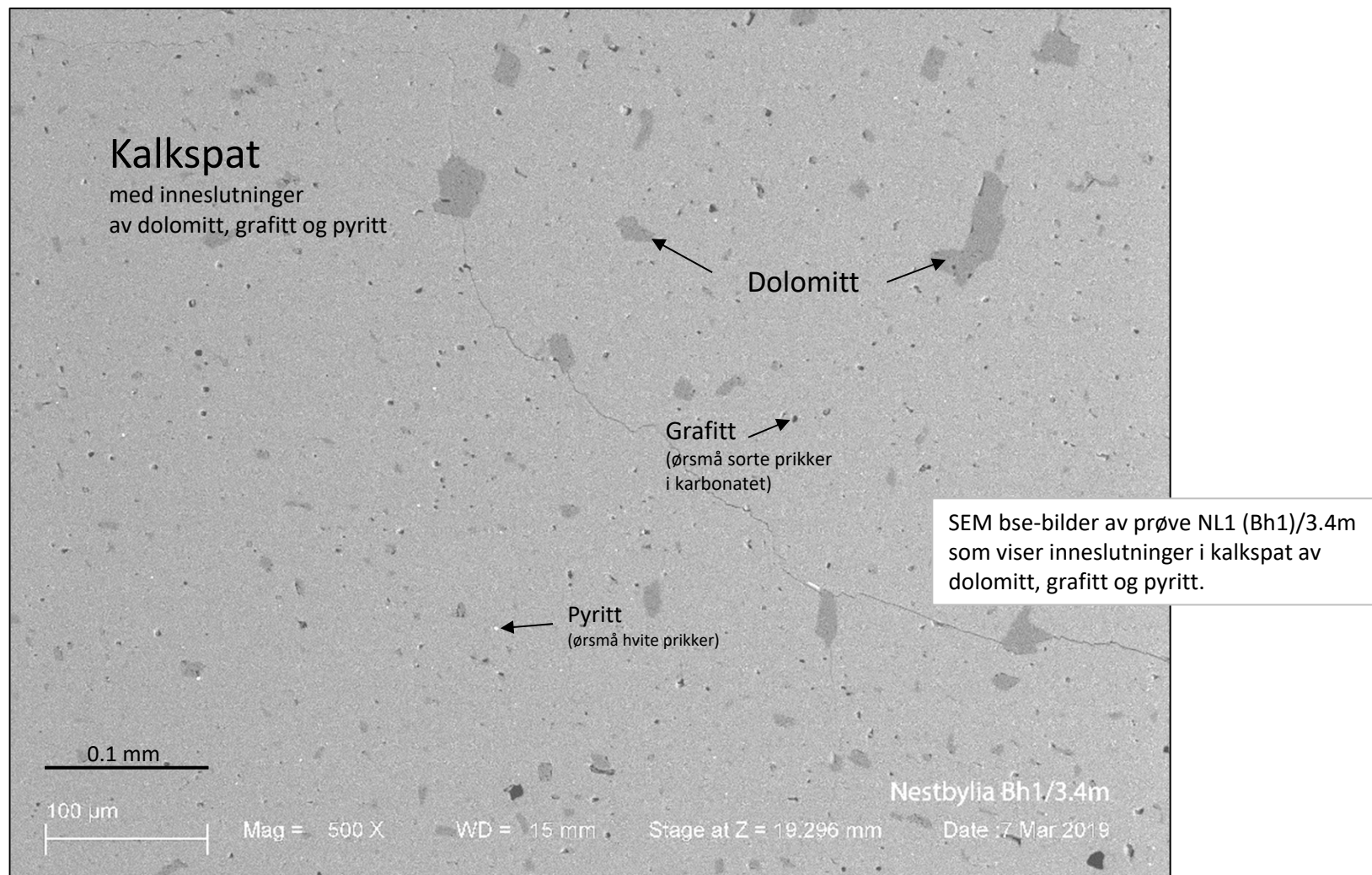
To bilder tatt i optisk mikroskop som viser bergartens kornstruktur, henholdsvis i planparallelt lys (A) og i polarisert lys med krysset polarisator (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med mye inneslutninger av grafitt (ørsmå sorte korn).

Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/3.4m



To bilder tatt i optisk mikroskop som viser bergartens kornstruktur, henholdsvis i planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med inneslutninger av grafitt (Ørsmå sorte korn).

SEM-bilde av prøve NL1 (Bh1)/3.4m



Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/8.3m

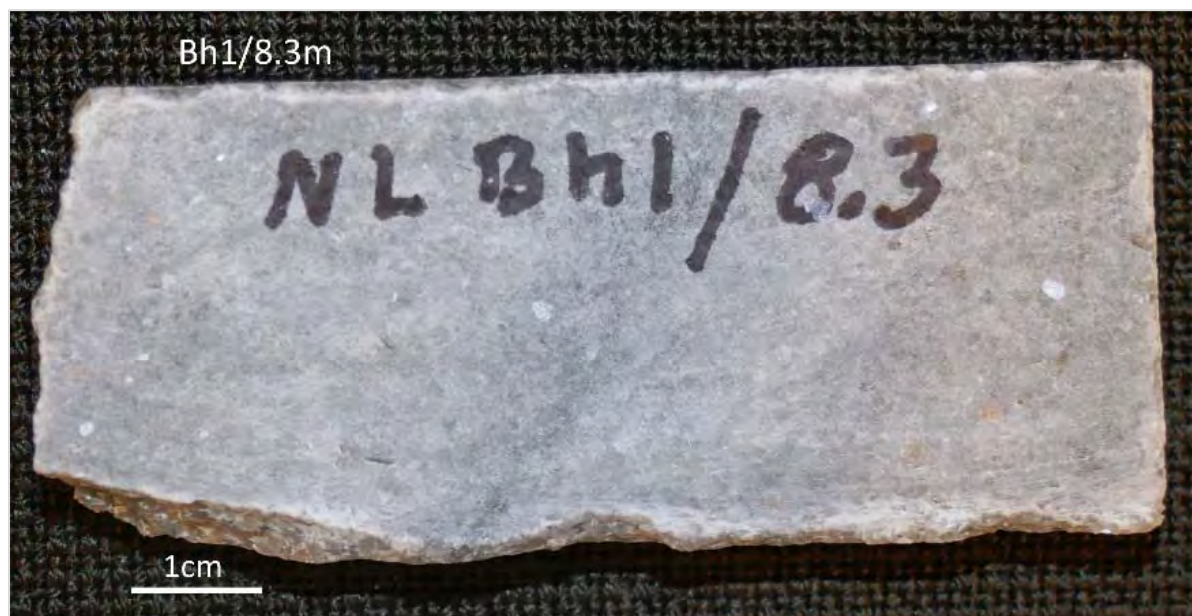
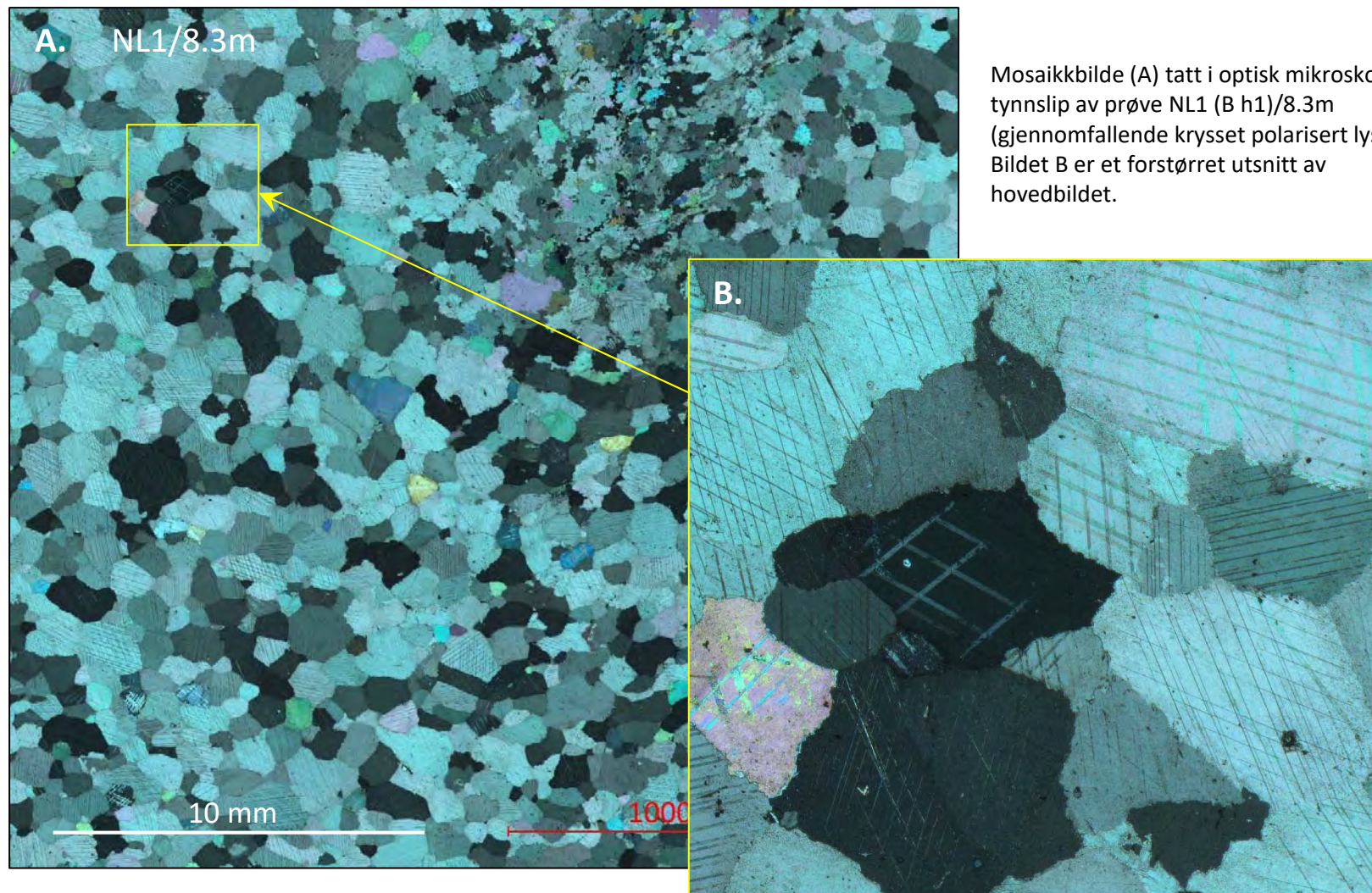


Foto av kjerneprøve NL1 (Bh 1)/8.3m. Bergarten er grovkornet lys grå.

Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/8.3m

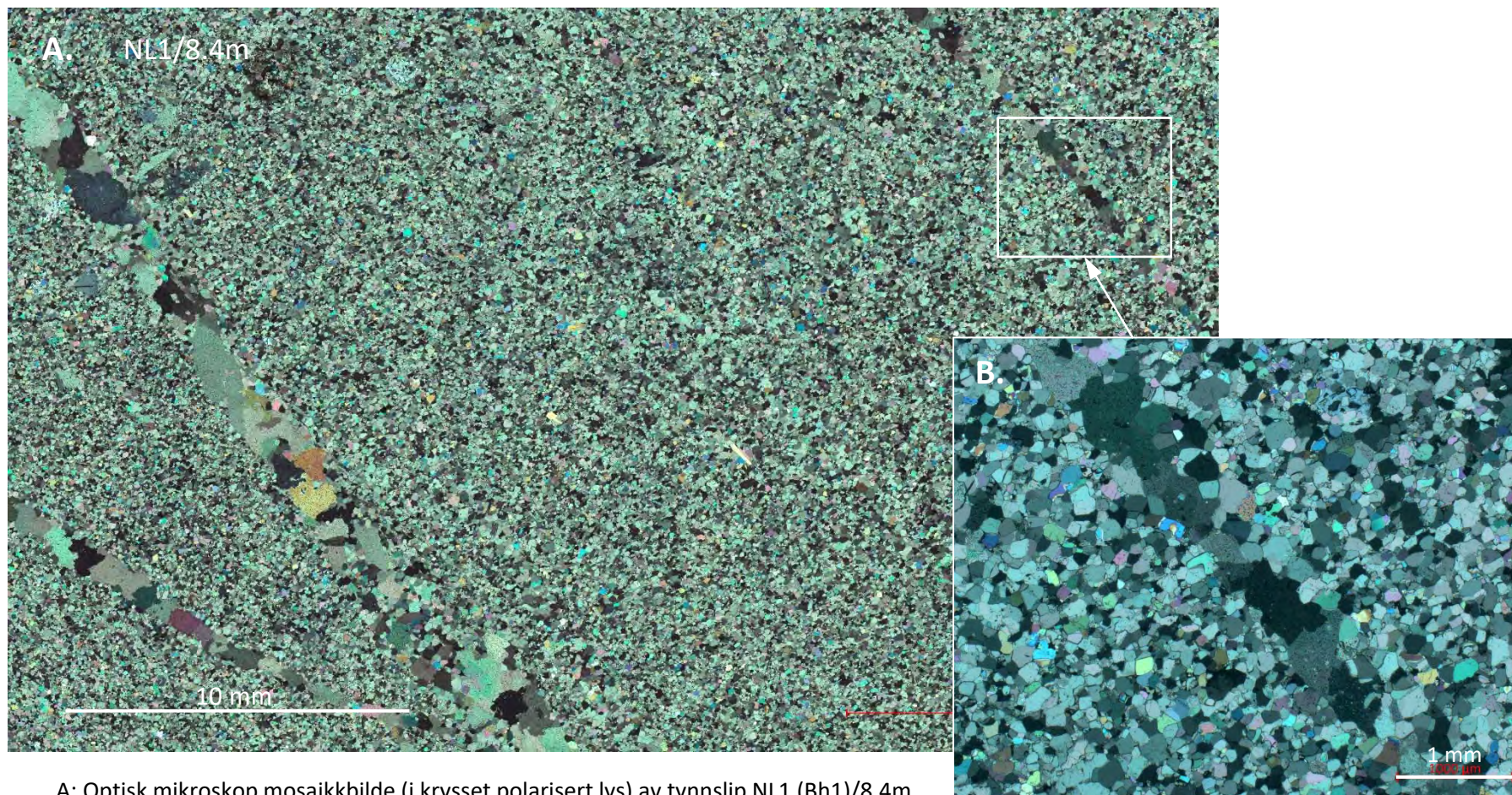


Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/8.4m



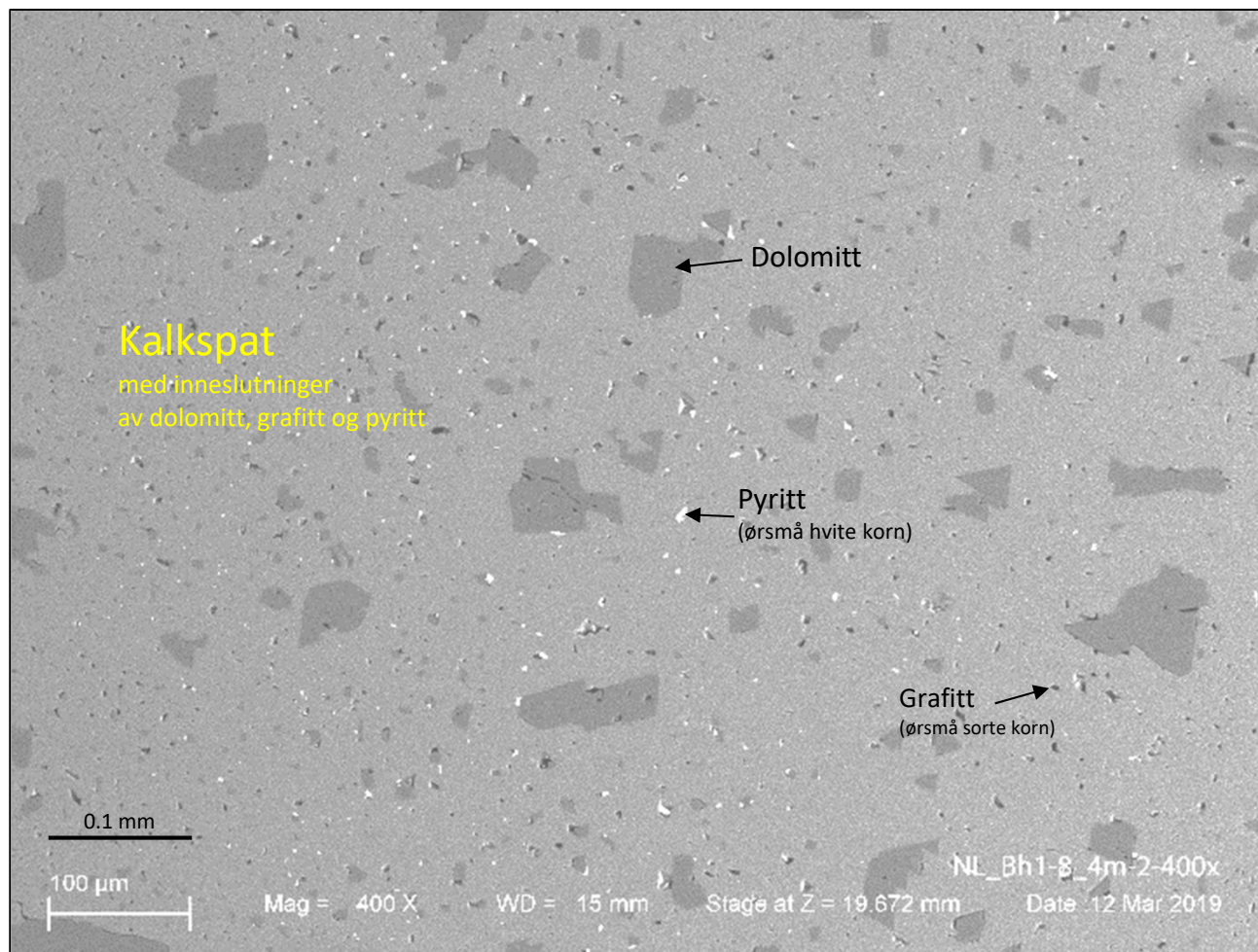
Saget overflate av prøve NL1 (Bh1)/8.4m. Bergarten er en grå, relativt finkornet kalkspatmarmor som gjennomskjæres av årer med hvit og mer grovkornet kalkspat.

Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/8.4m



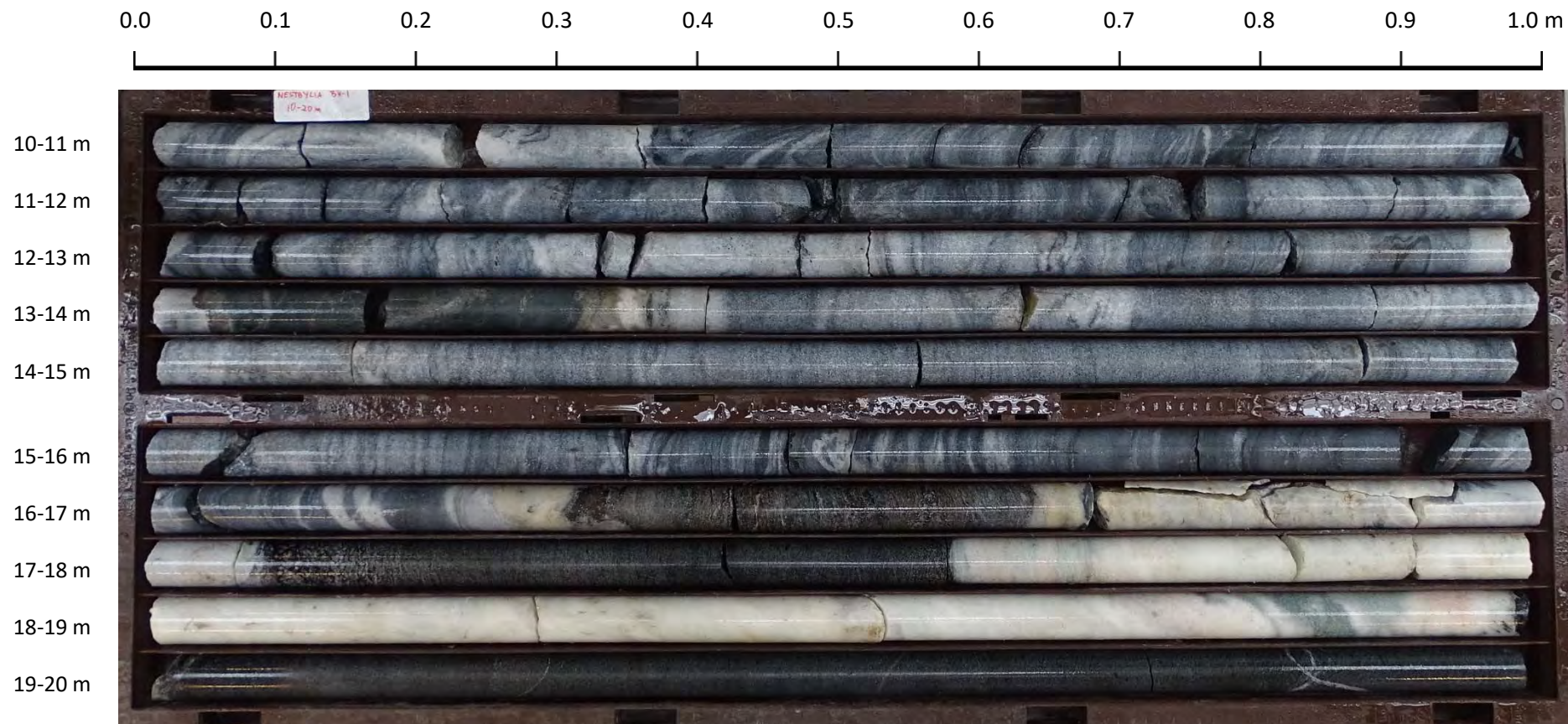
A: Optisk mikroskop mosaikkbilde (i krysset polarisert lys) av tynnslip NL1 (Bh1)/8.4m. Denne kalkspatmarmoren inneholder tynne årer med relativt grovkornet kalkspat.
B: Detaljbilde av «karbonat i karbonat» åre.

SEM-bilde av prøve NL1 (Bh1)/8.4m



SEM bse-bilde som viser inneslutninger i kalkspat av dolomitt, grafitt og pyritt. I dette tilfellet er både dolomitt- og pyritt-innholdet usedvanlig høyt.

Fotografi av kjernekasse NL1 (Bh1), 10-20 m



Generell beskrivelse: Gjennomgående relativt grovkornet kalkspatmarmor, med varierende grad av bånding, og med soner av hvit marmor. Spesielt karakteristisk er en hvit marmor, til dels rosa, mellom 17.6 og 19.0 m. Amfibolitt opptreer noen steder: 16.3-16.65, 17.1-17.6 m og fra 19.0 m (til 23.9 m).

A. Foto av kjerneprøve fra NL1 (Bh1) ved 16.3 m.



Foto av kjerneprøve NL1/16.3m. Bergarten er en båndet, grå marmor.

B. Foto av kjerneprøve fra NL1 (Bh1) ved 17.8 m.

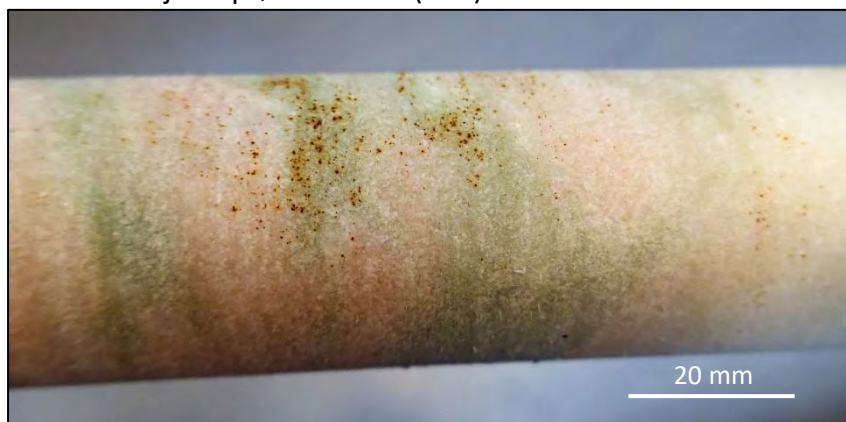


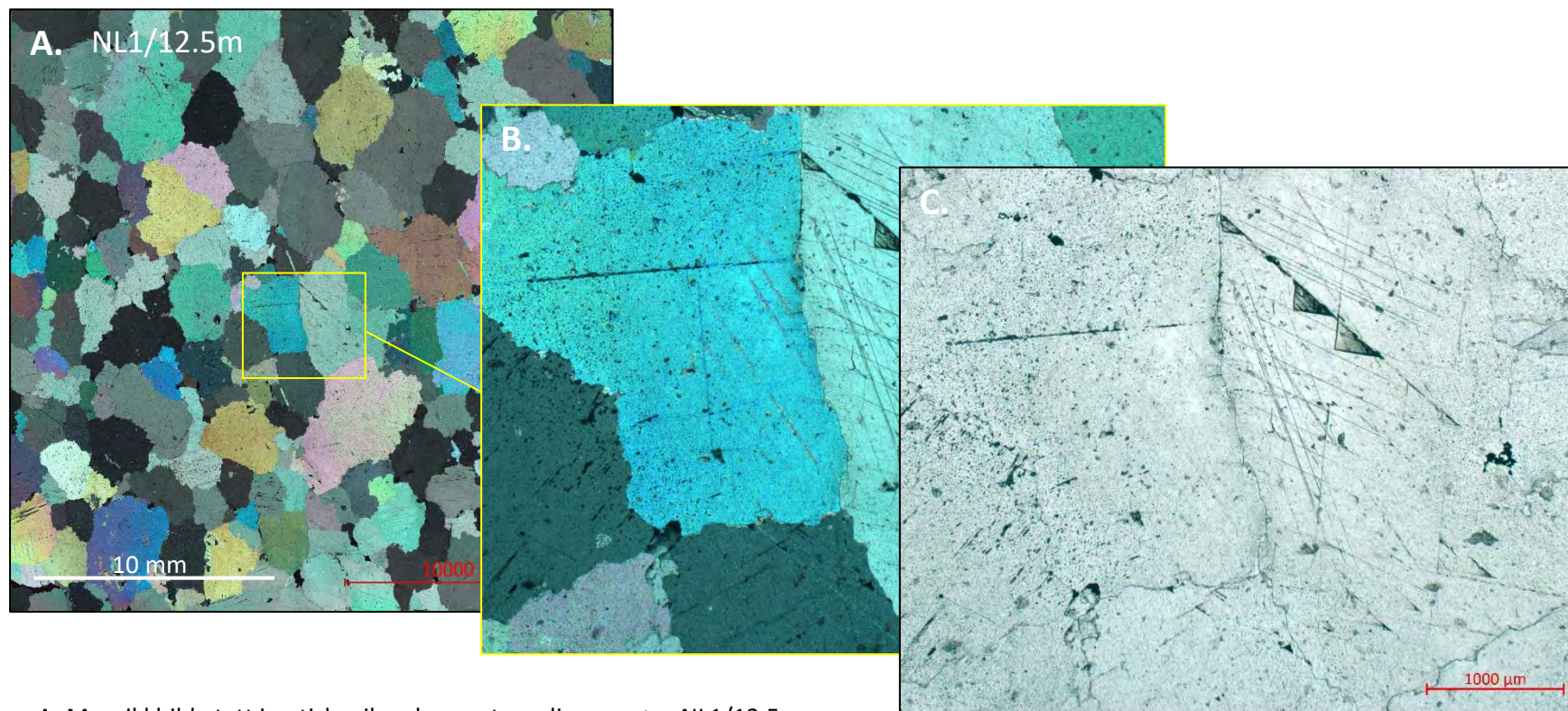
Foto av kjerneprøve NL1/17.8m. Bergarten er en lys marmor med grønne og rosa sjatteringer.

Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/12.5m



Foto av prøve NL1 (Bh1) /12.5m. Bergarten er en grovkornet, homogen marmor med markant innhold av grafitt (sorte prikker).

Mikrobilde av prøve NL1 (Bh1)/12.5m



A: Mosaikkbilde tatt i optisk mikroskop av tynnslip av prøve NL1/12.5m (gjennomfallende krysset polarisert lys). B: Forstørret utsnitt av bilde A, også i gjennomfallende krysset polarisert lys. C: Samme utsnitt som i bilde B, i gjennomfallende parallelt lys. Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med markant innhold av finfordelt grafitt (sorte prikker).

Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/15.5m

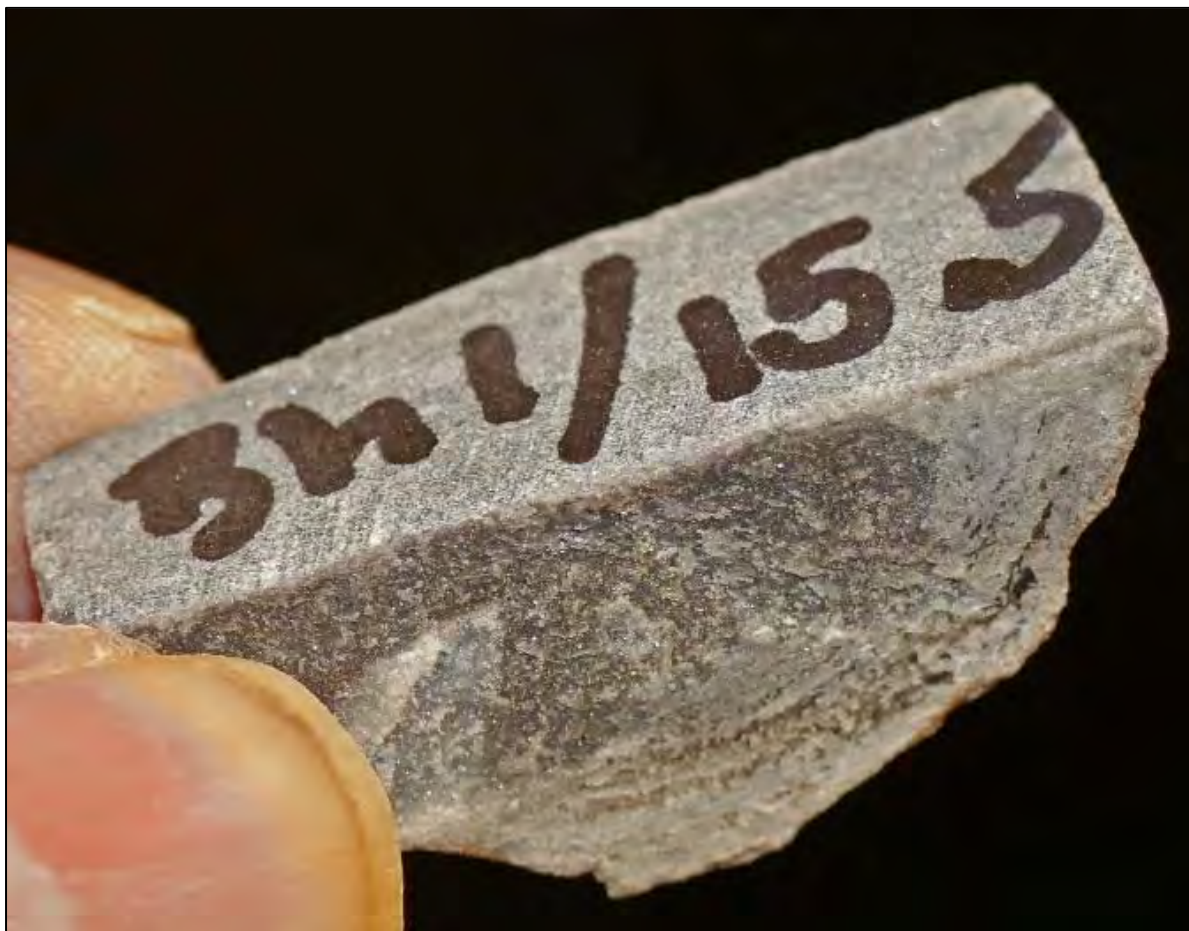
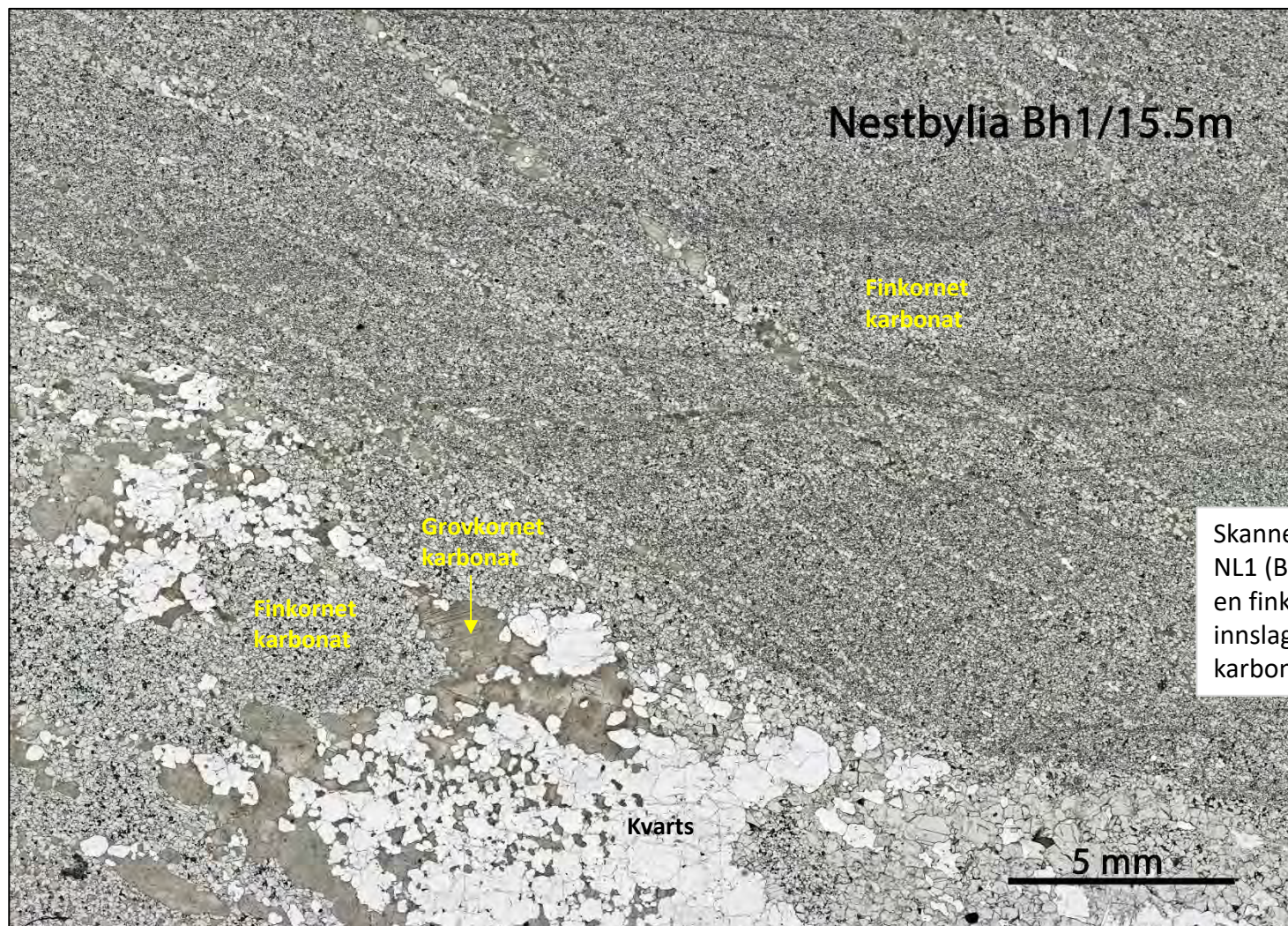


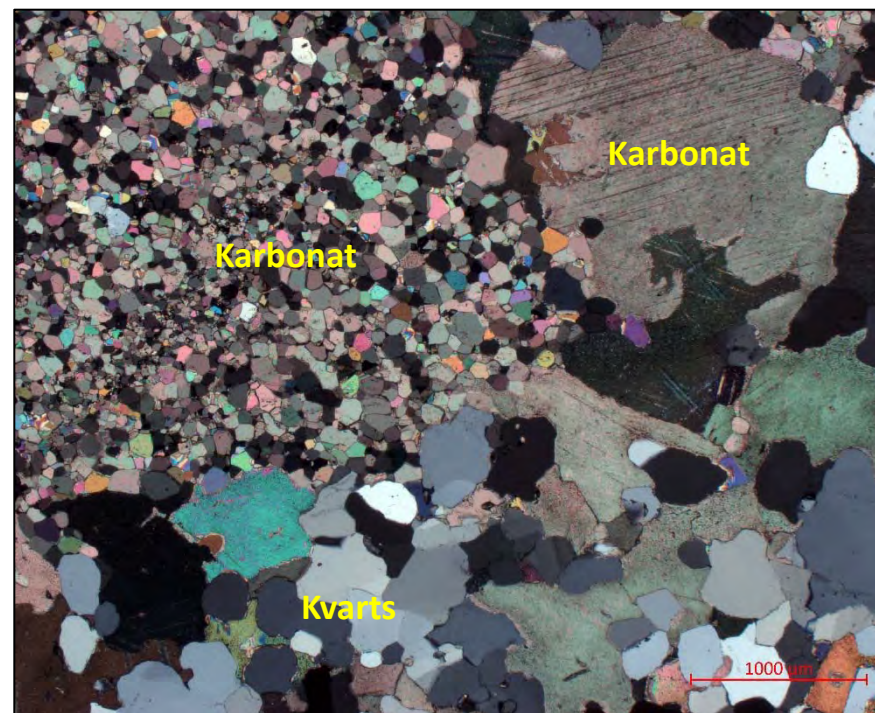
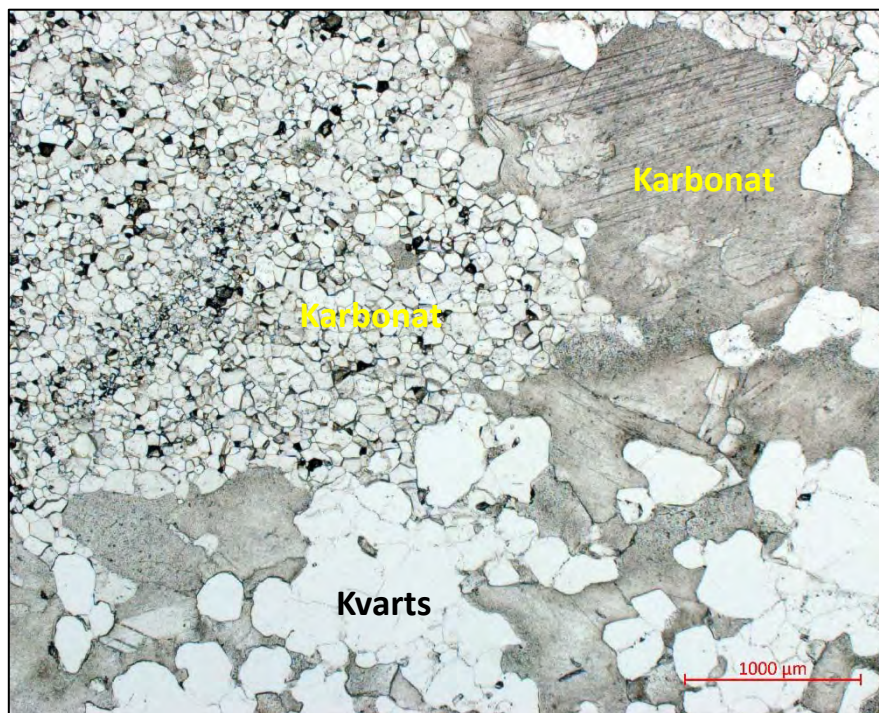
Foto av prøve NL1 (Bh1)/15.5m. Bergarten er en relativt finkornet marmor.

Skannet tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/15.5m



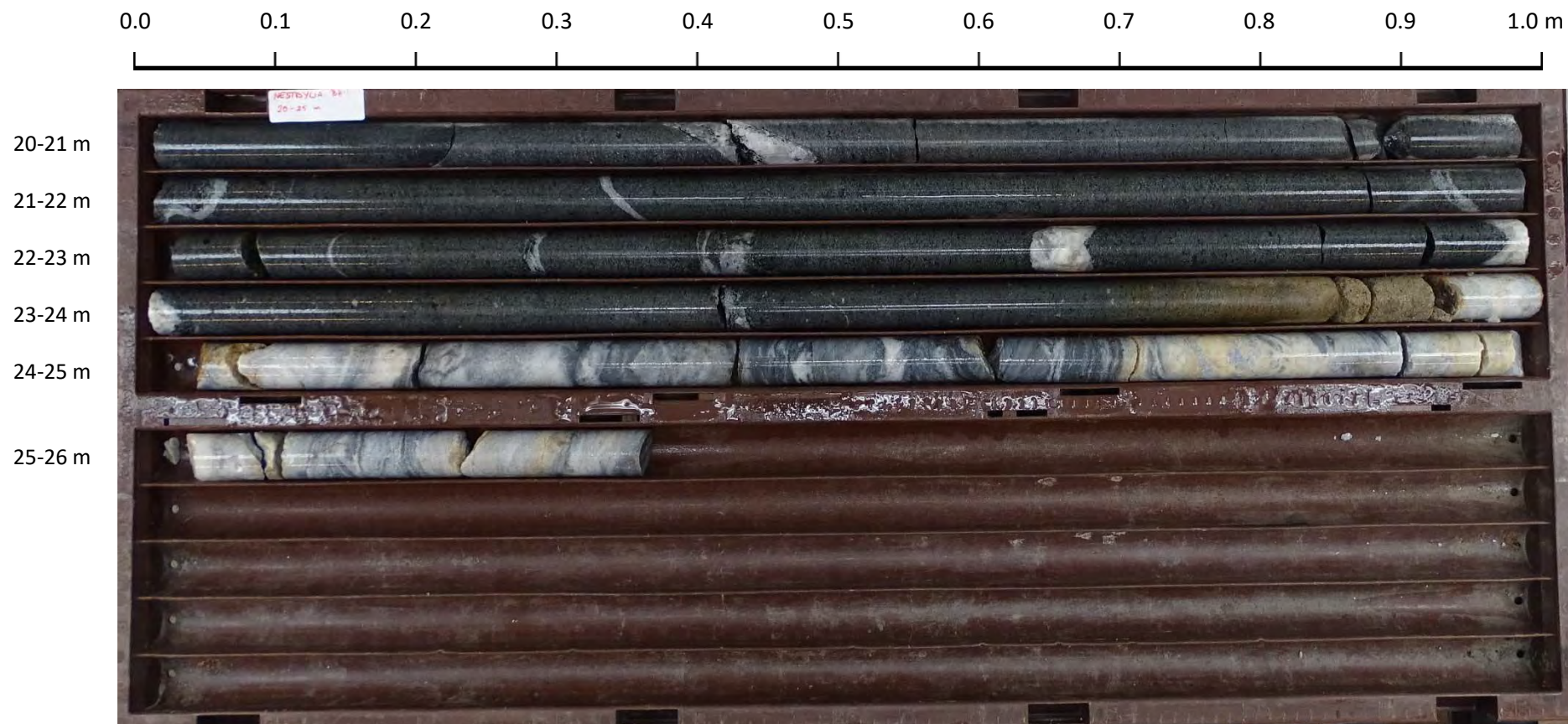
Skannet tynnslip av prøve NL1 (Bh1)/15.5m, som er en finkornet marmor med innslag av grovkornet karbonat og kvarts.

Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/15.5m



To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop som viser bergartens kornstruktur, henholdsvis i planparallelt lys (A) og i polarisert lys med krysset polarisator (B). Opptreden av to generasjoner av karbonat er karakteristisk; den finkornete varianten synes i dette tilfellet å være yngst.

Fotografi av kjernekasse NL1 (Bh1), 20-25.3 m



Generell beskrivelse: Amfibolitt med innslag av kvartsårer fram til 23.9 m, med gradvis sterkere omvandling de siste 20 cm. Deretter sterkt deformert marmor i resten av kjernen fram til 25.35 m.

Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/24.5m



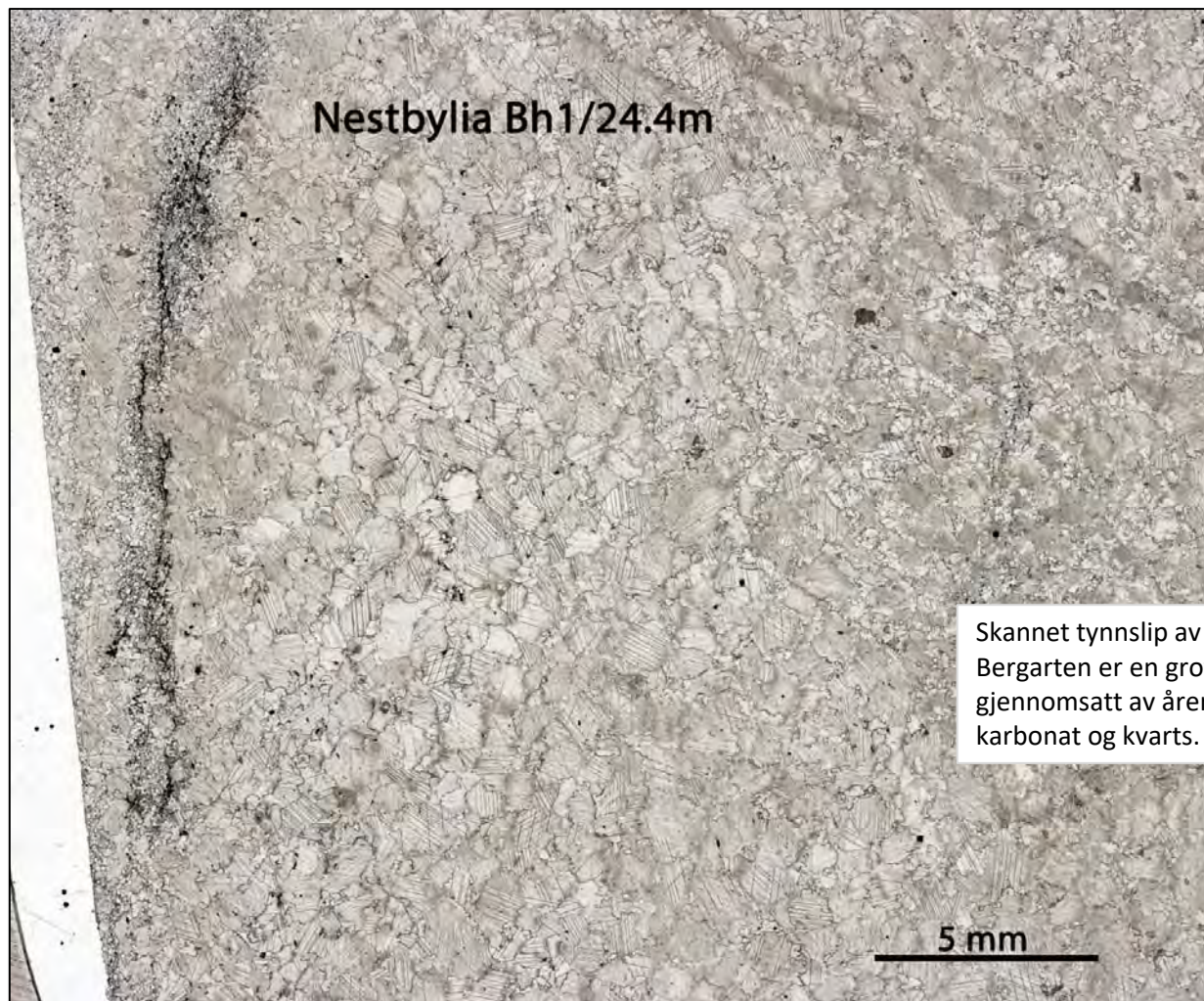
Foto av kjerneprøve fra NL1 ved 24.5 m. Bergarten er kalkspatmarmor med en tydelig kompleks metamorf og tektonisk tekstur. Generelt sett er hvite karbonatvarianter den seneste dannelsesbegivenhet, slik som i dette tilfellet.

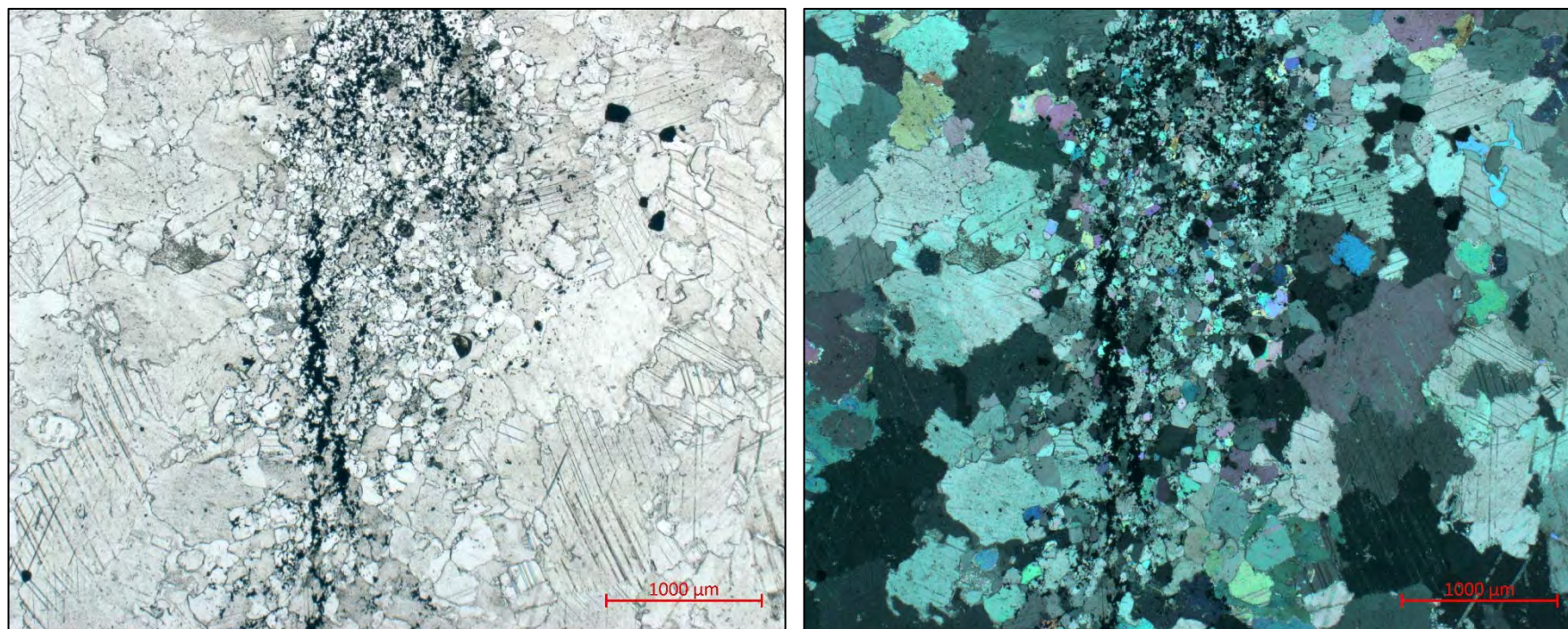
Fotografi av prøve NL1 (Bh1)/24.4m



Foto av kjerneprøve fra borhull NL1 (Bh1) ved 24.4 m.

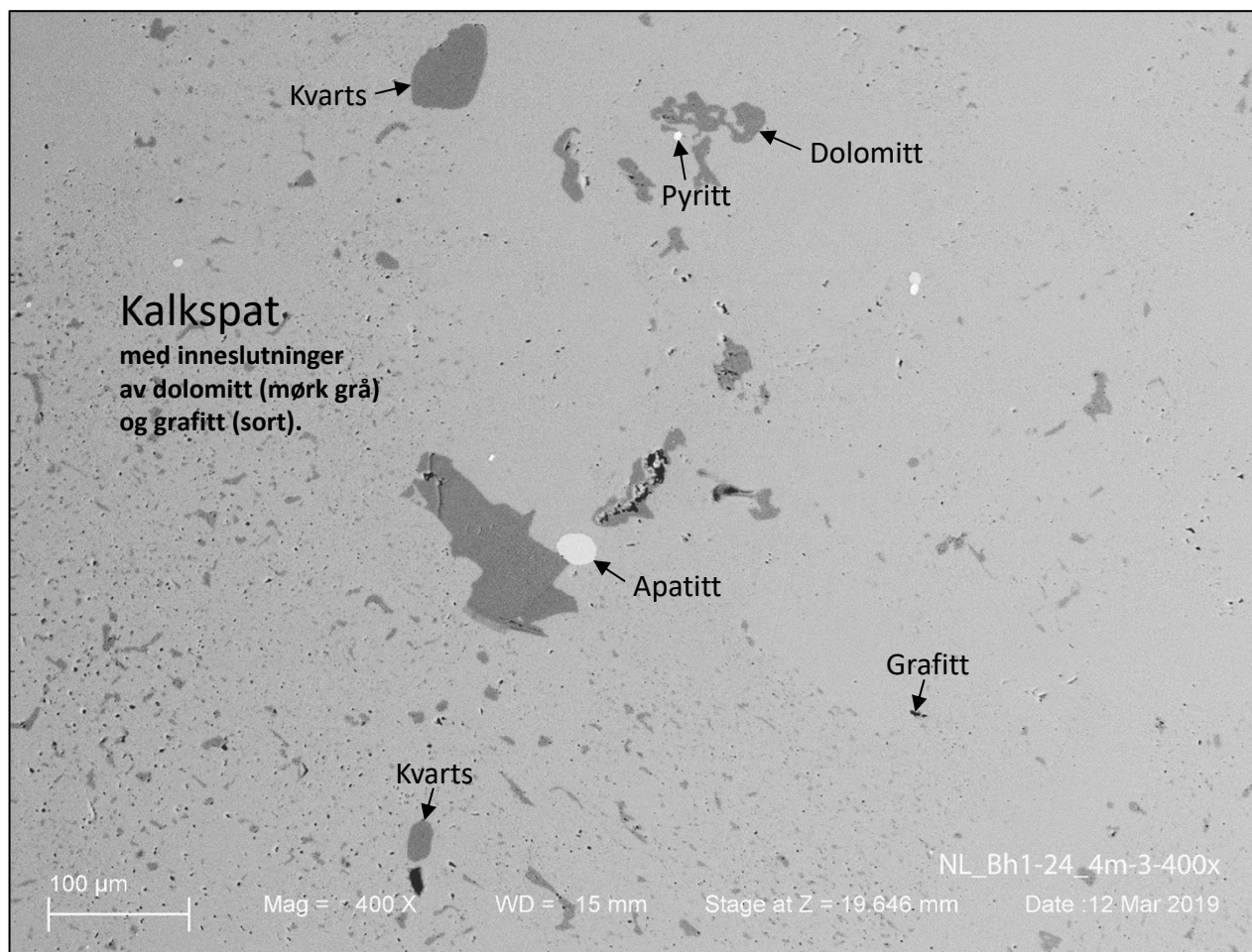
Skannet tynnslip av prøve NL1 (bh1)/24.4m



Mikrofoto av prøve NL1 (Bh1)/24.5m

To bilder tatt i optisk mikroskop som viser bergartens kornstruktur, henholdsvis i planparallelt lys (A) og i polarisert lys med krysset polarisator (B). Disse bildene viser en sone/åre (tilnærmet vertikalt i bildet) av karbonat og kvarts, som infiltrerer grovkornet marmor.

SEM-bilde av prøve NL1 (Bh1)/24.4m



SEM bse-bilde av prøve NL1 (Bh1)/24.4m som viser inneslutninger i kalkspat av dolomitt, kvarts, grafitt og apatitt. Dolomitt-innholdet er markant, spesielt i den venstre delen av bildet.

Vedlegg 4:

KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR FRA BORKJERNE NL2 (BH2)

UTM-koordinat (sone 33): 513715 Øst, 7437141 Nord
Borhullets retning og stupning: N96°, 39°
Borhullet er relativt vinkelrett på lagningen i bergarten

Inneholder

- Kjernelogg, bergarter
- Analysesammendrag
- Makroskopisk og mikroskopisk informasjon

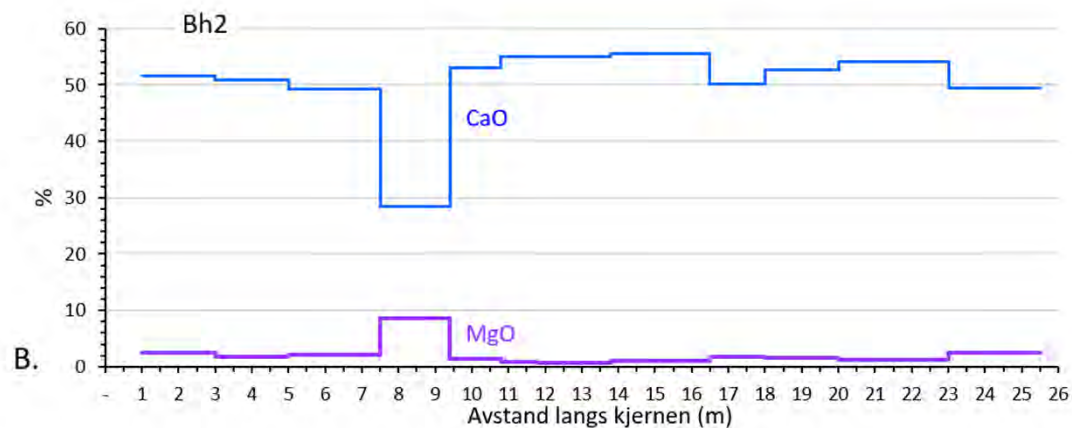
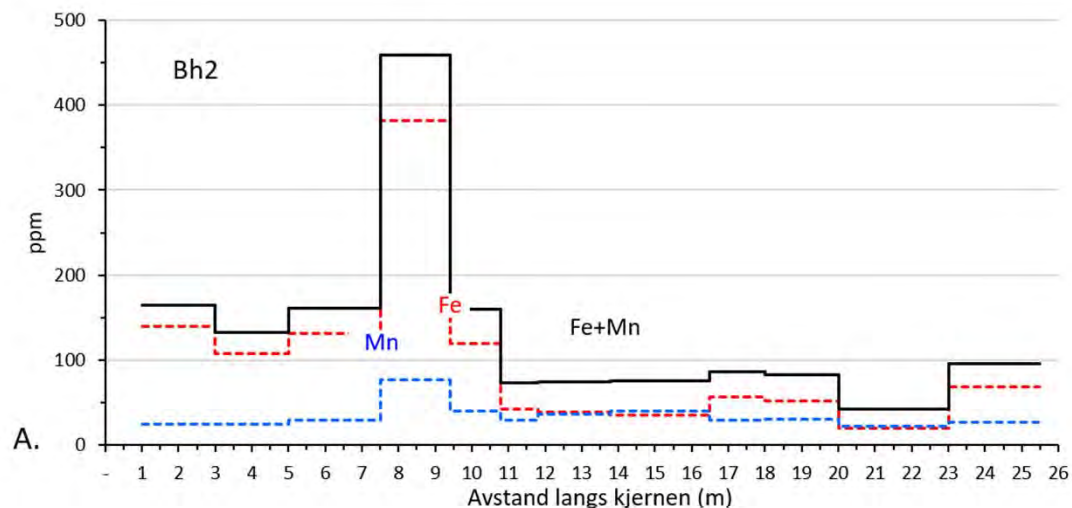
Kjernelogg, bergartsbeskrivelse for borkjerne NL2 (Bh2)

Fra (m)	Til (m)	Lengde (m)	Bergart	Kommentar
0	0,6	0,6	Kalkspatmarmor, fint båndet	Lys frem til 0,6m.
0,6	2,15	1,55	Kalkspatmarmor, fint båndet	
2,15	2,55	0,4	Kalkspatmarmor, båndet	Pene folder relatert til skjærsone?
2,55	2,95	0,4	(tapt kjerne)	
2,95	4,4	1,45	Kalkspatmarmor, båndet	
4,4	4,5	0,1	Kalkspatmarmor, båndet	Svært mørke (svarte) og lyse bånd. Kan muligens være relatert til en skjærsone.
4,5	5,3	0,8	Kalkspatmarmor, båndet	
5,3	5,7	0,4	Kalkspatmarmor, båndet	Karstdannelse 5,3-5,7m.
5,7	7	1,3	Kalkspatmarmor, båndet	
7	7,15	0,15	Kalkspatmarmor, hvit, grov	Grov, hvit kalkspatmarmor med finkornete, mørkere partier.
7,15	8	0,85	Kalkspatmarmor, båndet	Svært mørke (svarte) og lyse bånd. Kan muligens være relatert til en skjærsone.
8	9,5	1,5	Kalkspatmarmor, mørk	Mørk med hvite bånd
9,5	10,8	1,3	Kalkspatmarmor, grå, spettet	Middelskornig. Ligner på partiet på ca 4-5m.
10,8	11,7	0,9	Kalkspatmarmor, hvit	
11,7	13,8	2,1	Kalkspatmarmor, grå	Svake bånd.
13,8	14,1	0,3	Kalkspatmarmor, grå, spettet	
14,1	14,5	0,4	Kalkspatmarmor, hvit	
14,5	14,85	0,35	Kalkspatmarmor, grå	Noen tynne, finkornete silikatrike bånd.
14,85	16,5	1,65	Kalkspatmarmor, grå, båndet	
16,5	16,6	0,1	Kalkspatmarmor, hvit	
16,6	16,7	0,1	Kvarts	
16,7	17,15	0,45	Kalkspatmarmor, hvit grov	Gråhvit, grovkornet marmor med vekslende bånding i mørkere og mer finkornete glimmerrike lag.
17,15	23,7	6,55	Kalkspatmarmor, grå	Grå, båndet. Mørkere lag, hvor noen mer silikatrike.
23,7	23,8	0,1	Kvarts	
23,8	25,6		Kalkspatmarmor, grå båndet	Båndet, varierende bånd

Analysesammendrag for borkjerne NL2 (Bh2)

Borkjernen er saget på langs (splittet). Den ene halvdel er knust og videre bearbeidet for analyse, mens den andre halvdel er referanse for eventuelt framtidig bruk. Intervallet som hver analysert prøve representerer er gjengitt i prøvenavnet; for eksempel betyr prøvenavnet NL2/1.0-2.5 at denne prøven representerer kjerneintervallet fra 1.0 m til 2.5 m, til sammen 1.5 m.

Id	Prøve	Bergart	UTM 33 koord.		XRF (%)						ICP-AES (ppm for Fe, Mn, Fe+Mn, Sr, P og S)								LECO (%)		Fe(icp) /Fe (xrf)	Syreuløst rest (%)		
			Øst	Nord	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	% CaO	% MgO	Fe	Mn	Fe+Mn	Fe/Mn	Sr	P	S	TOC		S	Beregn.	Analyse
Analyseoppdrag: 20180196																								
198317	NL 2/01.0-2.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	5,21	0,10	0,08	-0,01	49,30	3,26	51,62	2,44	140	25	165	5,6	743	155	18	0,138	-0,020	24%	3,1	5,9
198318	NL 2/03.0-5.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	6,63	0,20	0,11	-0,01	49,60	2,42	50,92	1,74	108	25	133	4,3	777	235	14	0,222	0,028	14%	5,8	7,7
198319	NL 2/05.0-7.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	7,46	0,40	0,14	-0,01	48,50	2,62	49,24	2,06	131	30	161	4,4	1020	223	14	0,167	0,048	14%	8,1	8,7
198320	NL 2/07.5-9.4	Dolomittisk., borkj.	513715	7437141	23,00	1,77	0,59	0,01	28,90	11,60	28,40	8,62	382	77	459	5,0	599	357	5	0,350	0,242	9%	31,4	27,1
198321	NL 2/09.4-10.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	3,34	0,23	0,12	-0,01	51,80	1,76	53,02	1,39	120	40	160	3,0	699	181	13	0,103	0,058	14%	2,8	4,2
198322	NL 2/10.8-11.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,88	0,11	0,07	-0,01	54,10	0,93	54,98	0,86	43	30	73	1,4	962	83	0	-0,100	-0,020	9%	0,4	2,0
198323	NL 2/11.8-13.8	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,37	0,20	0,12	-0,01	54,20	0,71	54,98	0,62	38	36	74	1,1	827	131	5	-0,100	0,024	5%	1,0	2,0
198324	NL 2/13.8-16.5	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	1,15	0,09	0,09	-0,01	54,20	1,12	55,54	1,01	36	40	76	0,9	1170	105	3	-0,100	0,036	5%	-0,9	1,5
198325	NL 2/16.5-18.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	7,64	0,05	0,08	-0,01	49,00	2,25	50,22	1,82	57	30	87	1,9	1150	64	2	-0,100	0,028	10%	6,9	8,1
198326	NL 2/18.0-20.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	2,84	0,27	0,14	-0,01	52,20	1,96	52,74	1,56	52	31	83	1,7	980	89	9	-0,100	0,036	5%	3,0	3,5
198327	NL 2/20.0-23.0	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	2,16	0,07	0,07	-0,01	53,20	1,34	54,14	1,17	20	22	42	0,9	2050	105	0	-0,100	0,033	4%	1,3	2,6
198328	NL 2/23.0-25.6	Kalkspatm., borkj.	513715	7437141	4,34	0,72	0,23	-0,01	49,50	3,49	49,52	2,44	68	27	95	2,5	1520	155	5	0,141	0,081	4%	6,8	6,0
Gjennomsnitt for analyseoppdrag 20180196 :					5,59	0,35	0,15	-0,01	49,54	2,79	50,45	2,14	100	34	134	2,7	1041	157	7	0,043	0,048	10%	5,8	6,6
Antall prøver: 12																								



A: Plott av karbonatbundet Fe, Mn og Fe+Mn langs borkjerne NL2 (også kalt Bh2).

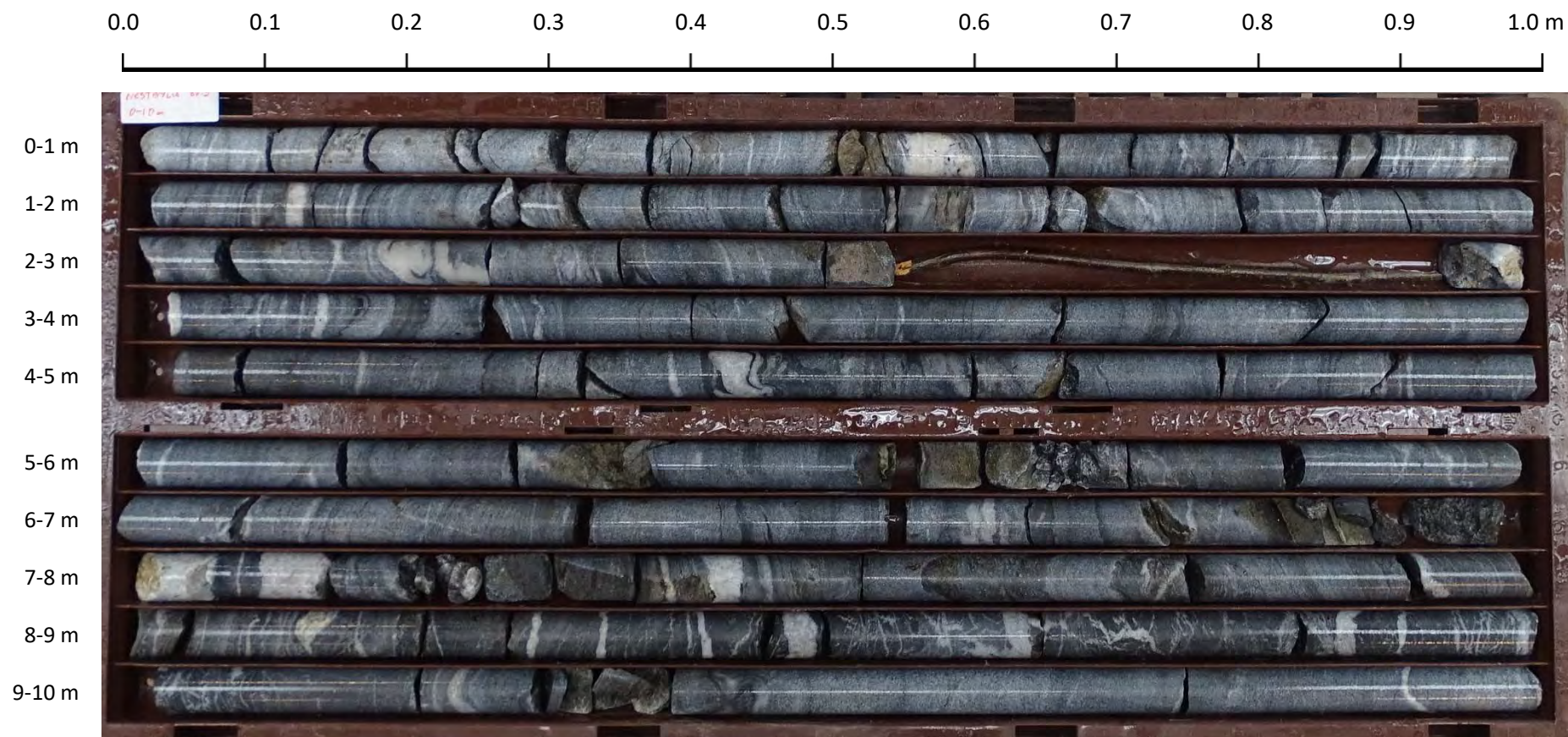
Innholdet av karbonatbundet Fe+Mn er svært lavt fra ca. 10.8 m, og særskilt høyt i intervallet 7.5 - 9.4 m.

B: Plott av karbonatbundet CaO og MgO langs borkjernen. CaO og MgO er indikatorer for henholdsvis kalkspat og dolomitt.

CaO-innholdet er gjennomgående høyt unntatt mellom ca. 7.5 og 9.4 m. Tilsvarende er MgO-innholdet gjennomgående lavt unntatt mellom ca. 7.5 m og 9.4 m. Samtidig er det samlede karbonatinnholdet redusert pga. høyt innhold av silikatmineraler, noe som er indikert ved høy syreuløst rest (27,1 %) slik det framgår av tabellen på side 3.

Fotografi av kjernekasse NL2 (Bh2), 0-10 m

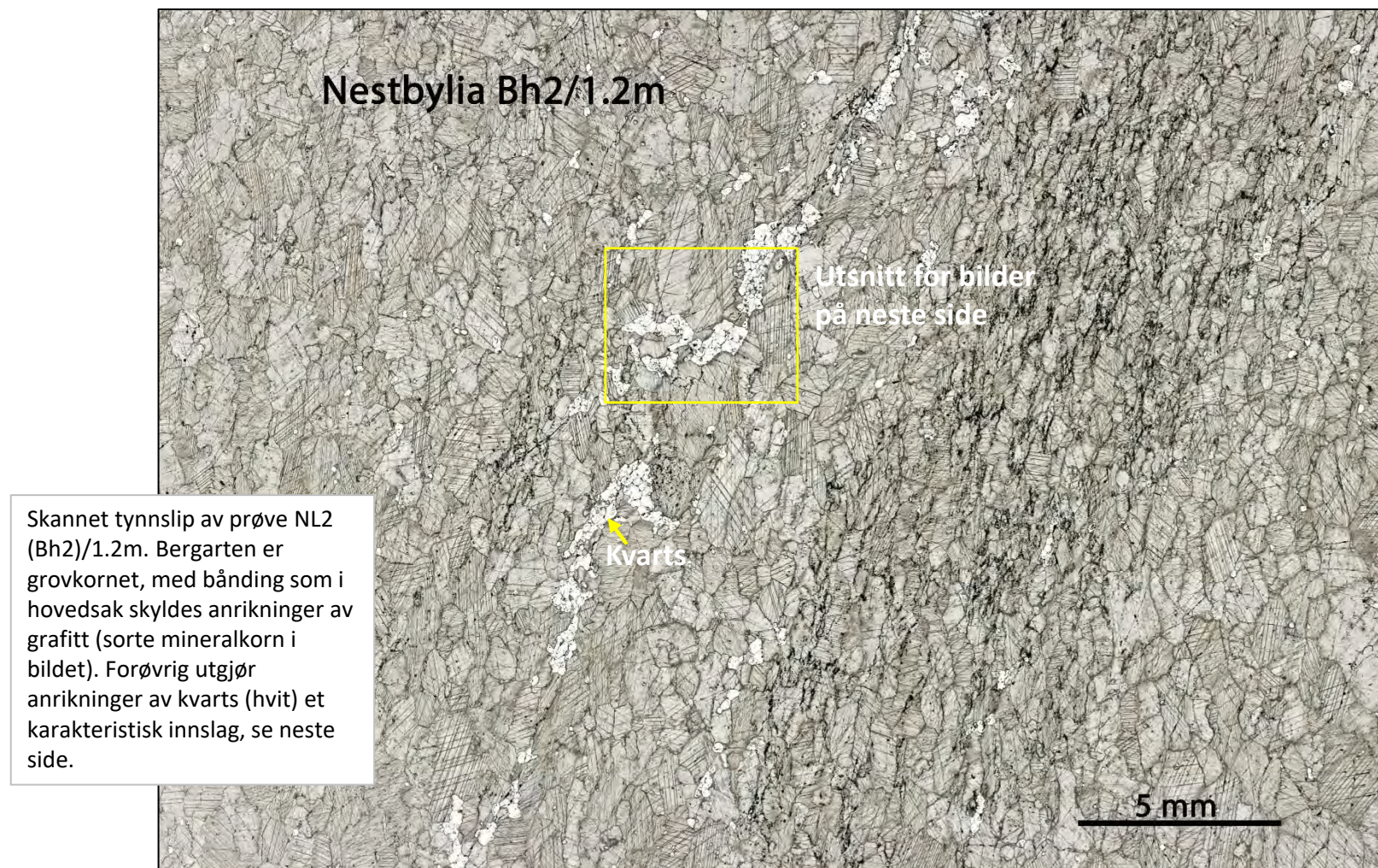
NL2 (Bh2), 0-10 m

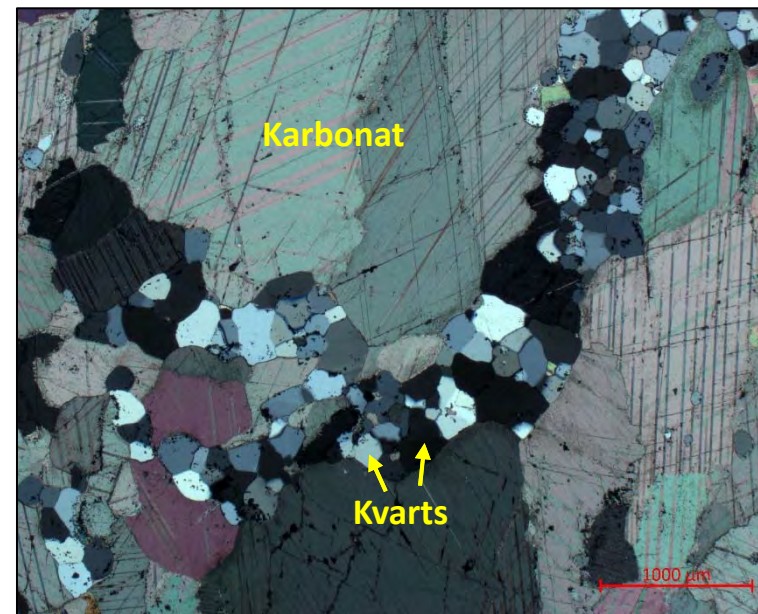
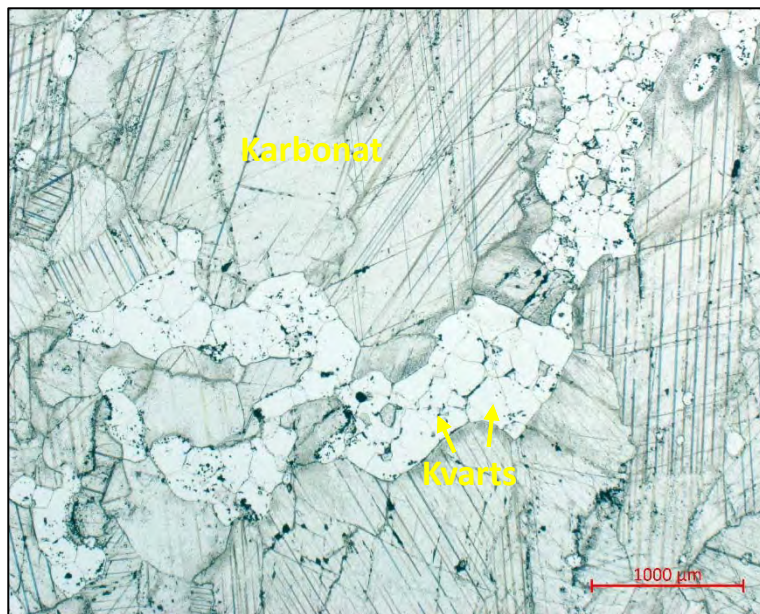


Generell beskrivelse: Gjennomgående grå, relativt grovkornet kalkspatmarmor. Bergarten er i hovedsak båndet med til dels tett veksling mellom lyse og mørke bånd. Båndingens intensitet varierer, fra tett båndet med god kontrast mellom tynne lyse og mørke bånd, til det at bergarten får en tilnærmet homogen karakter.



Foto av kjerneprøve fra borhull NL2 (Bh2) ved 1.2 m. Bergarten er en relativt lys, båndet kalkspatmarmor med til dels tett veksling mellom hvite og grå bånd.



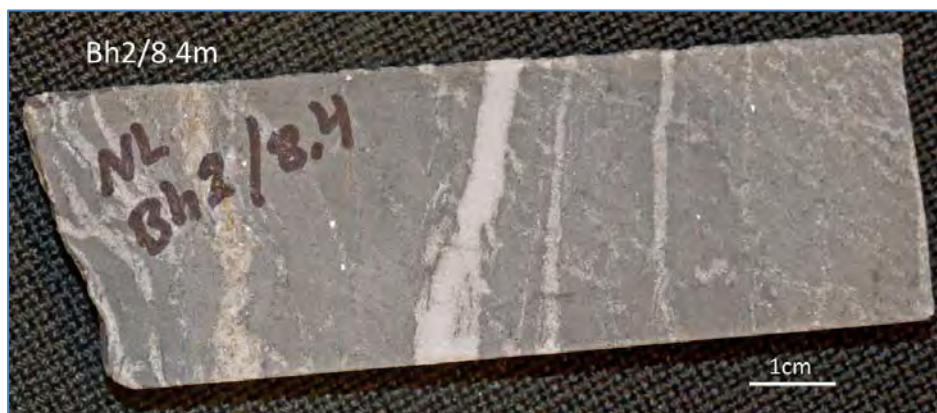


To bilder av samme utsnitt (se foregående side) tatt i optisk mikroskop som viser bergartens kornstruktur, henholdsvis i planparallelt lys (A) og i polarisert lys med krysset polarisator (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor som gjennomskjæres av en kvarts-åre.

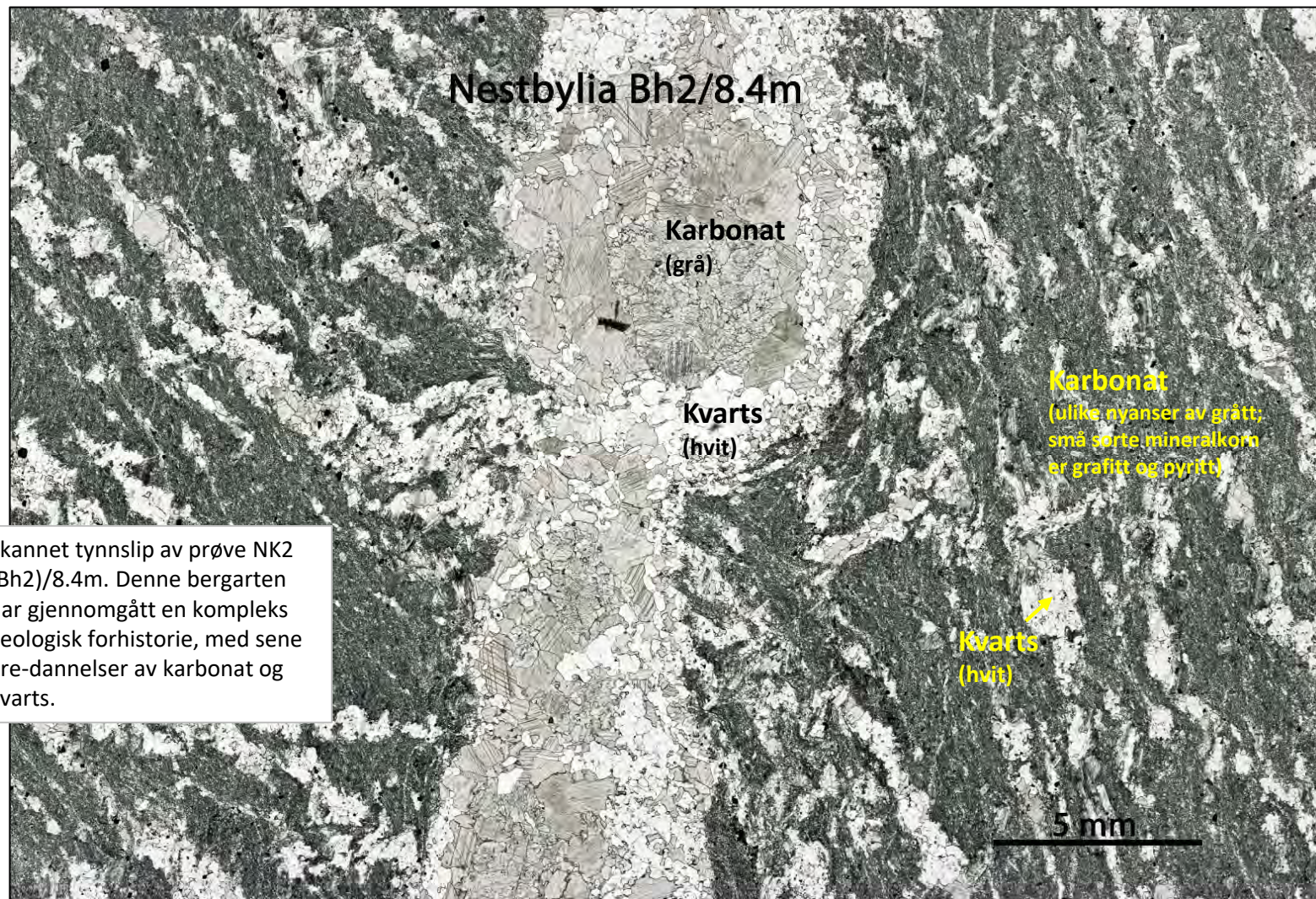
A. Foto av kjerneprøve fra borhull NL2 (Bh2) ved 4.5 m.



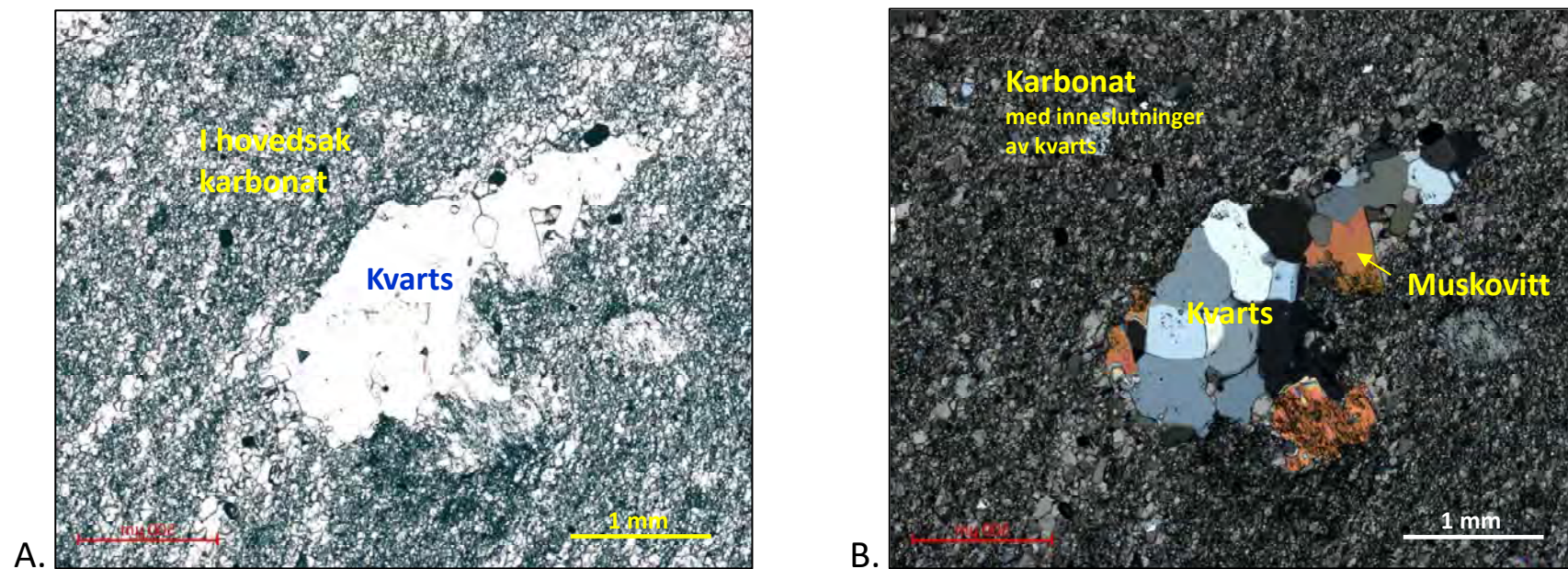
Foto av kjerneprøve fra NL2 (Bh2) ved 4.5 m. Bergarten er kalkspatmarmor med en tydelig kompleks metamorf og tektonisk tekstur. Generelt sett er hvite karbonatvarianter den seneste dannelsesbegivenhet, slik som i dette tilfellet.



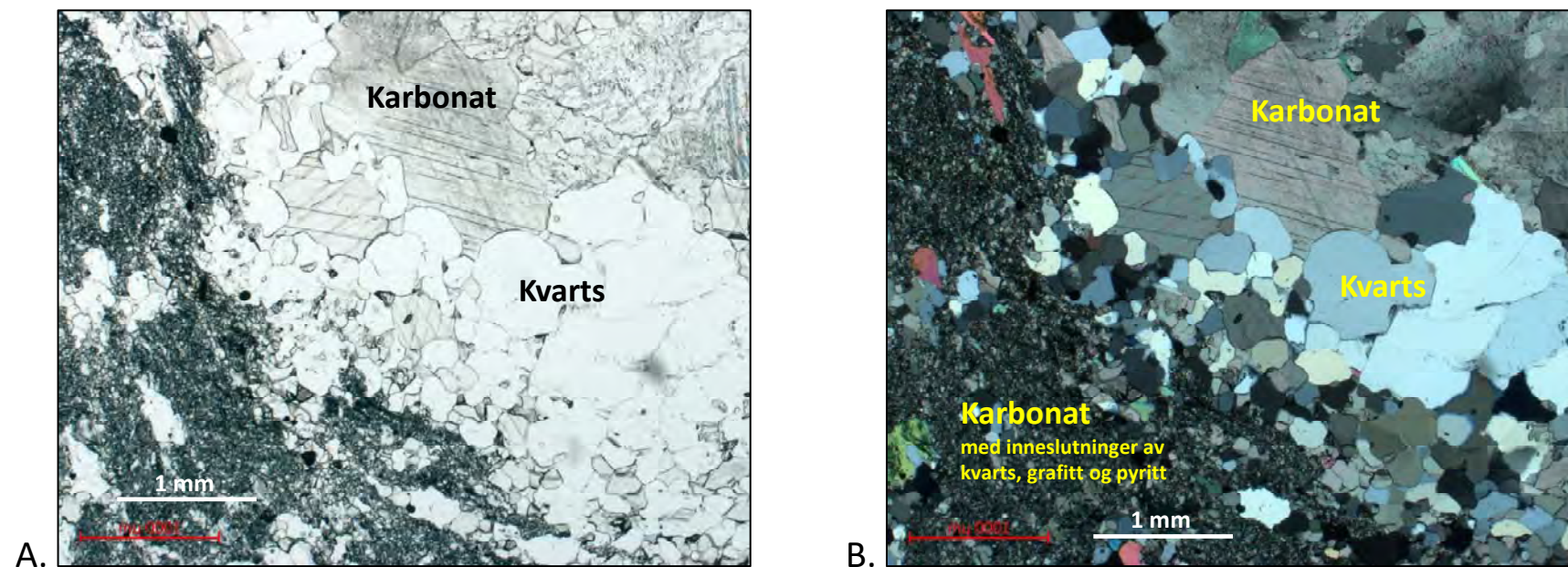
To fotografier av kjerneprøve fra borhull NL2 (Bh2) ved 8.4m. Det nederste bildet er av saget overflate. Denne bergarten har en kompleks forhistorie (ikke studert i detalj), og gjennomsettes av hvite, kvartsholdige karbonatårer, se neste side.



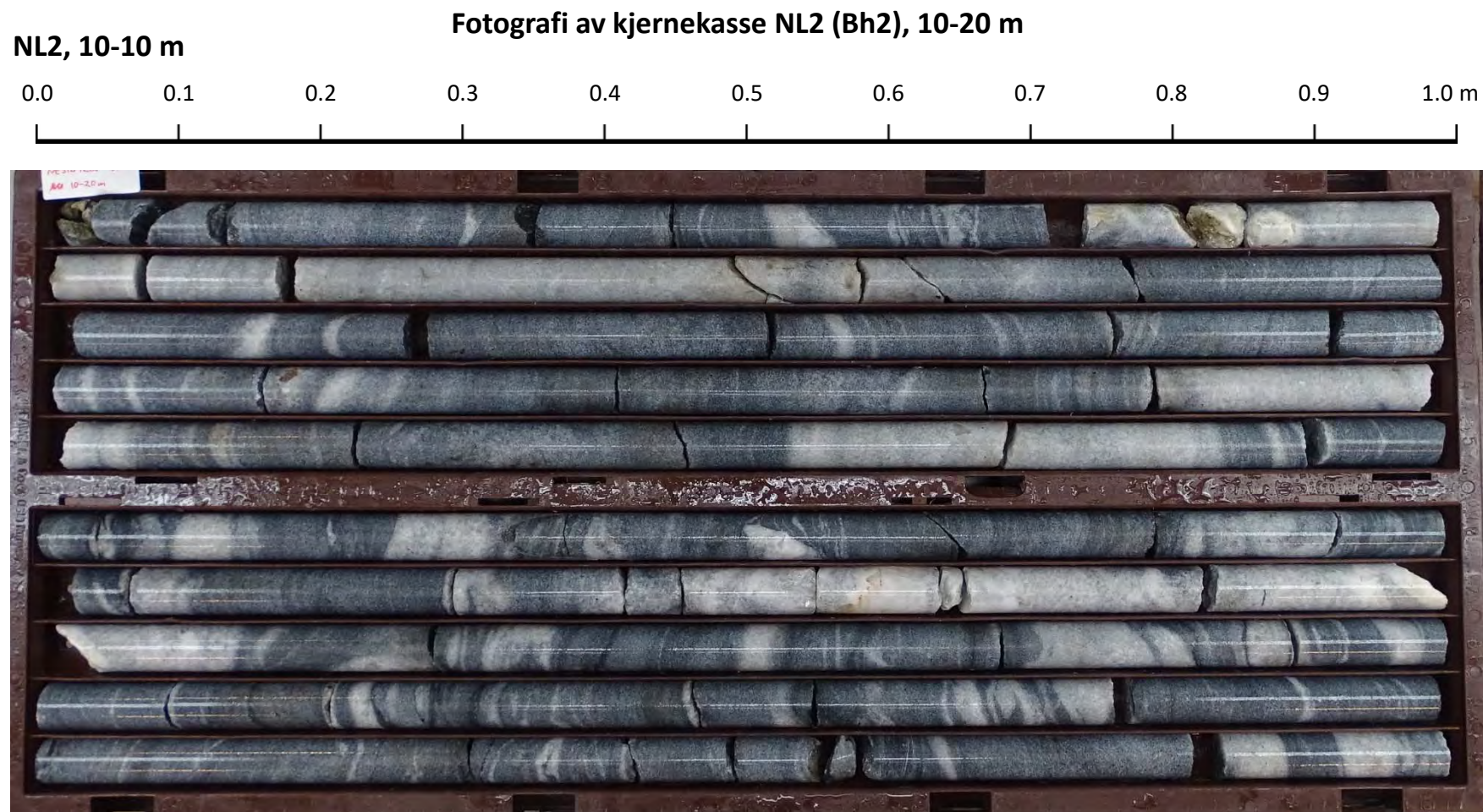
Skannet tynnslip av prøve NK2 (Bh2)/8.4m. Denne bergarten har gjennomgått en kompleks geologisk forhistorie, med sene åre-dannelser av karbonat og kvarts.



NL2 (Bh2)/8.4 m. To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop som viser relasjoner mellom karbonat og kvarts, i henholdsvis planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten domineres av finfordelt karbonat med ørsmå (sorte) inneslutninger av grafitt og pyritt. En markant kvarts-dannelse er sentralt i bildet, med muskovitt.



NL2 (Bh2)/8.4 m. To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop som viser relasjoner mellom karbonat og kvarts, i henholdsvis planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B).



Generell beskrivelse: Båndet, relativt grovkornet kalkspatmarmor, med veksling mellom lyse og mørke bånd. Båndingen varierer, fra tettbandet med god kontrast mellom tynne lyse og mørke bånd, til det at bergarten får en tilnærmet homogen karakter.

A. Foto av kjerneprøve fra borhull NL2 /Bh2) ved 11.4 m, som er en relativt homogen, grovkornet kalkspatmarmor.



Fotografier av kjerneprøver fra Bh2 i 10-20 m intervallet.

Kjerner diameter 35 mm.

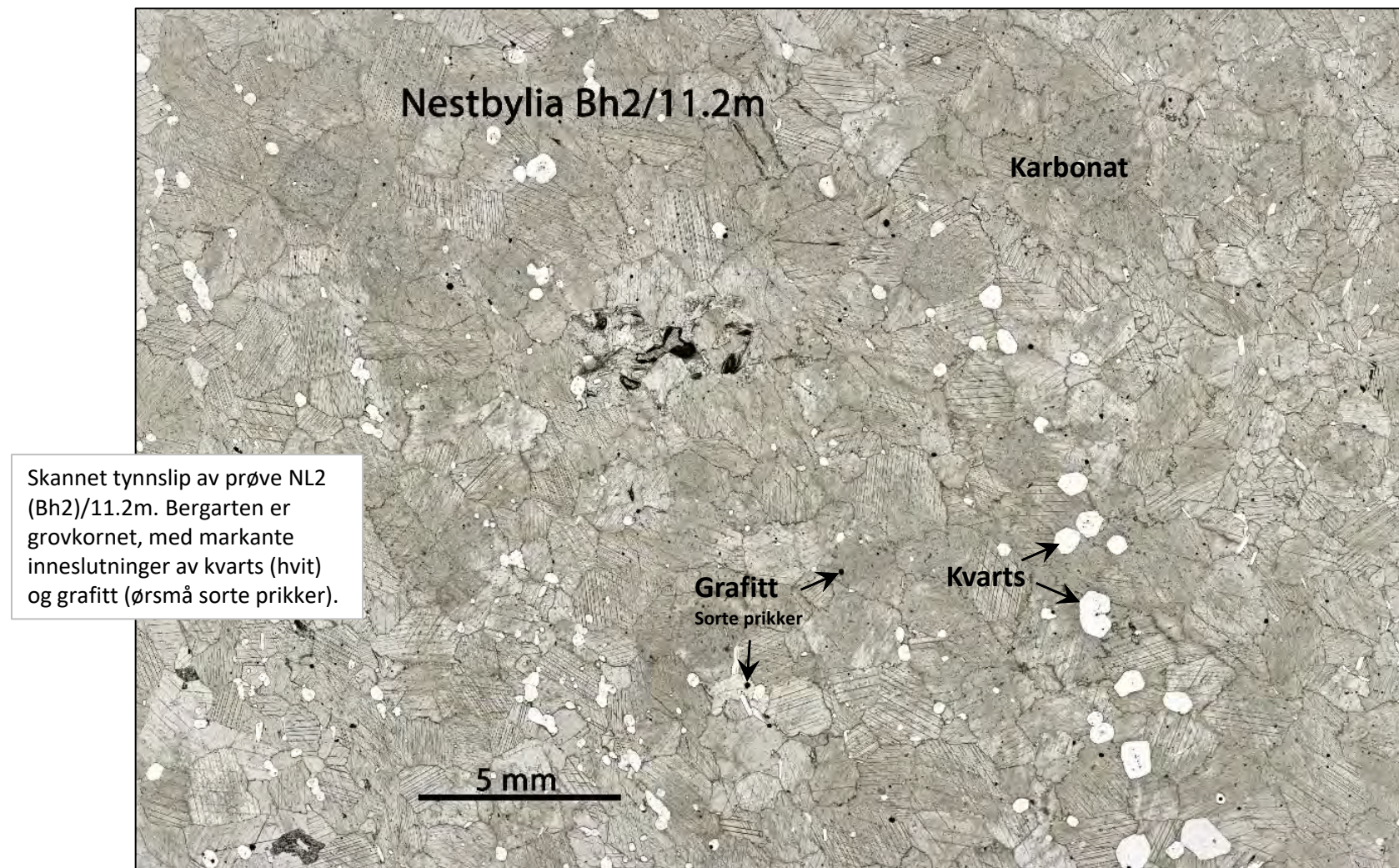
B. Foto av kjerneprøve fra NL2 (Bh2) ved 14.8 m, som er en båndet, grovkornet



C. Foto av kjerneprøve fra NL2 (Bh2) ved 18.7 m, som er en båndet, grovkornet marmor. Den hvite marmorvarianten er en relativt sen dannelse, med rester av grå marmor innimellom

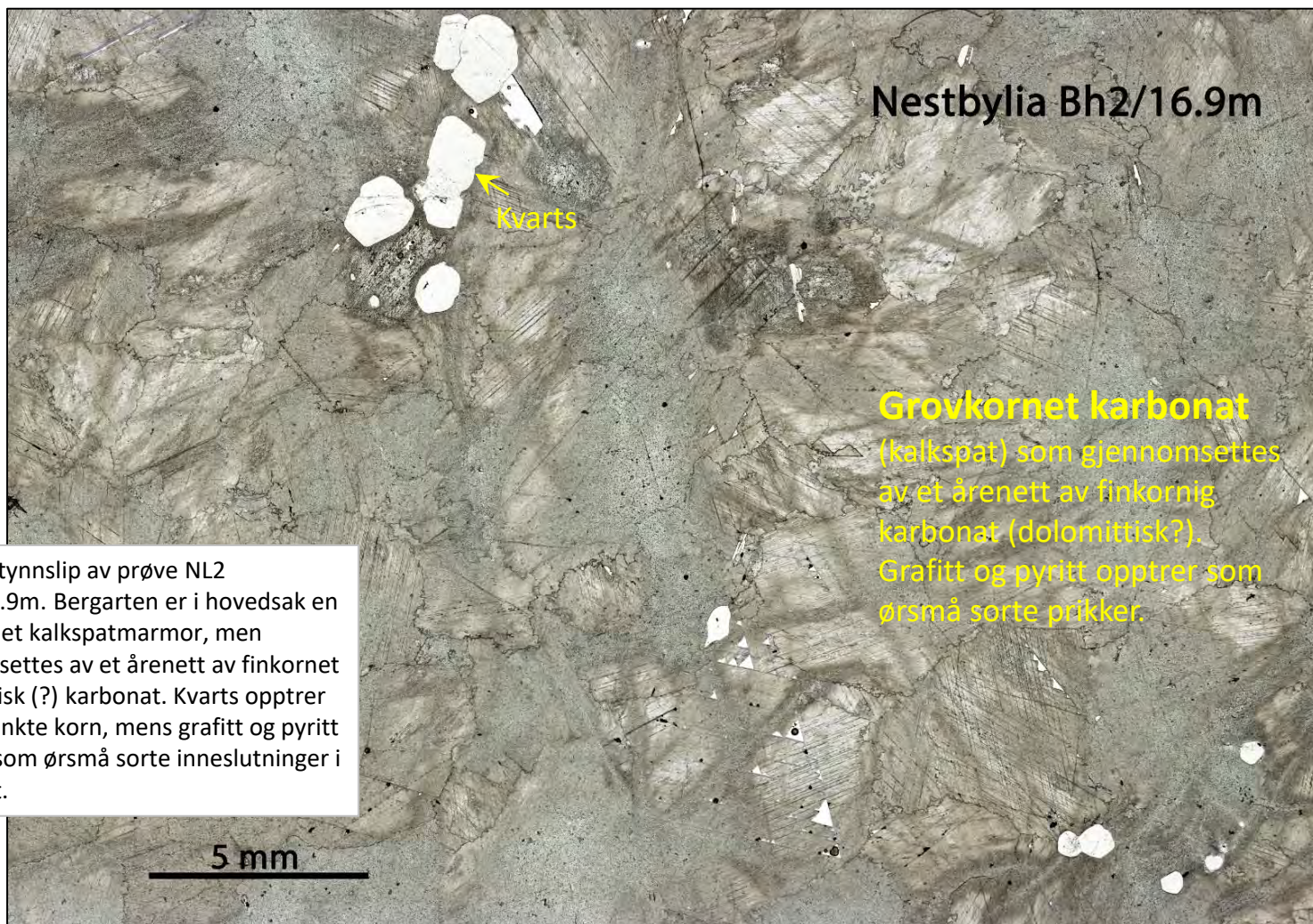


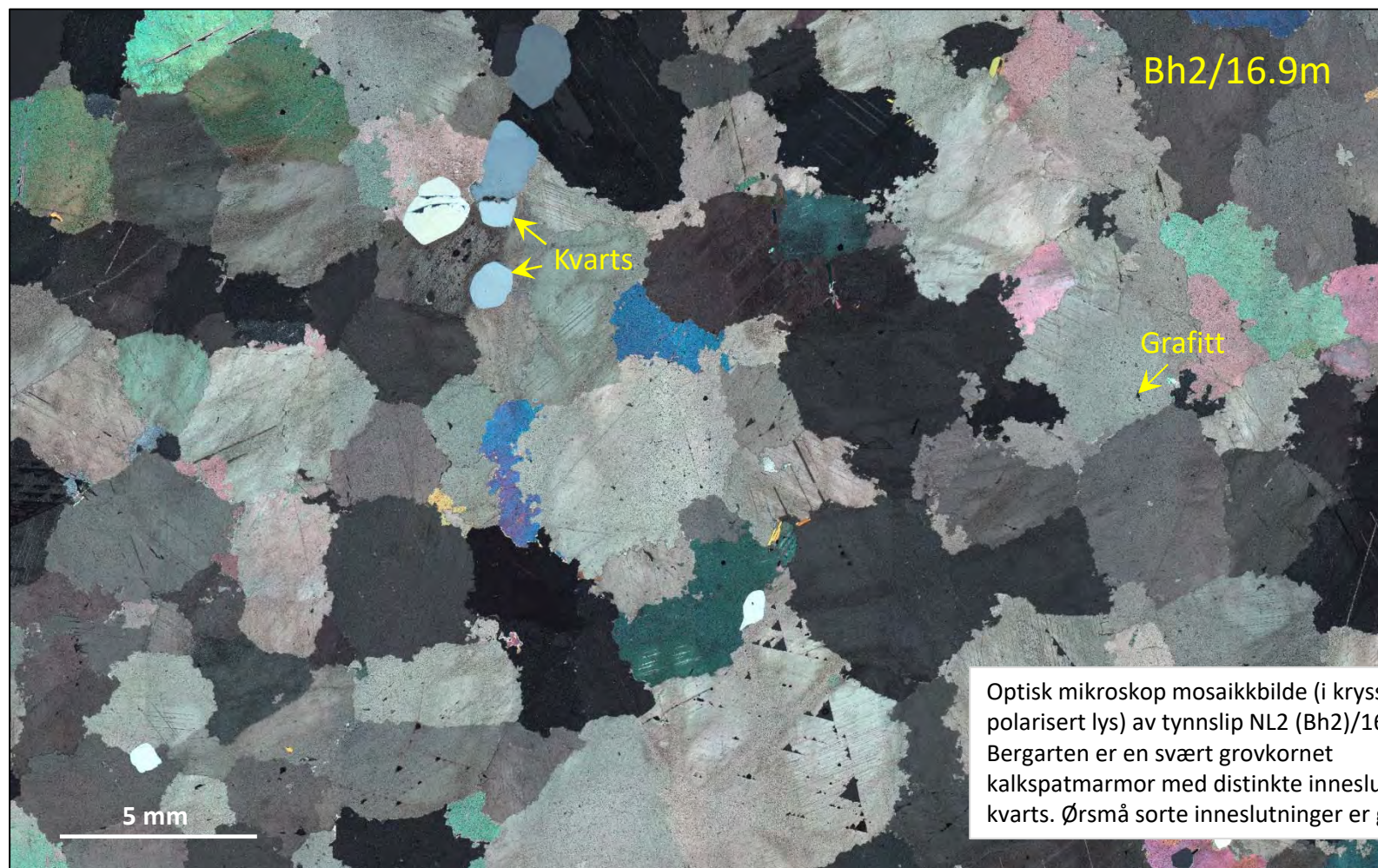
Fotografi av kjerneprøve fra NL2 (Bh2) ved 11.2 m. Bergarten er en grovkornet, lys grå til hvit marmor

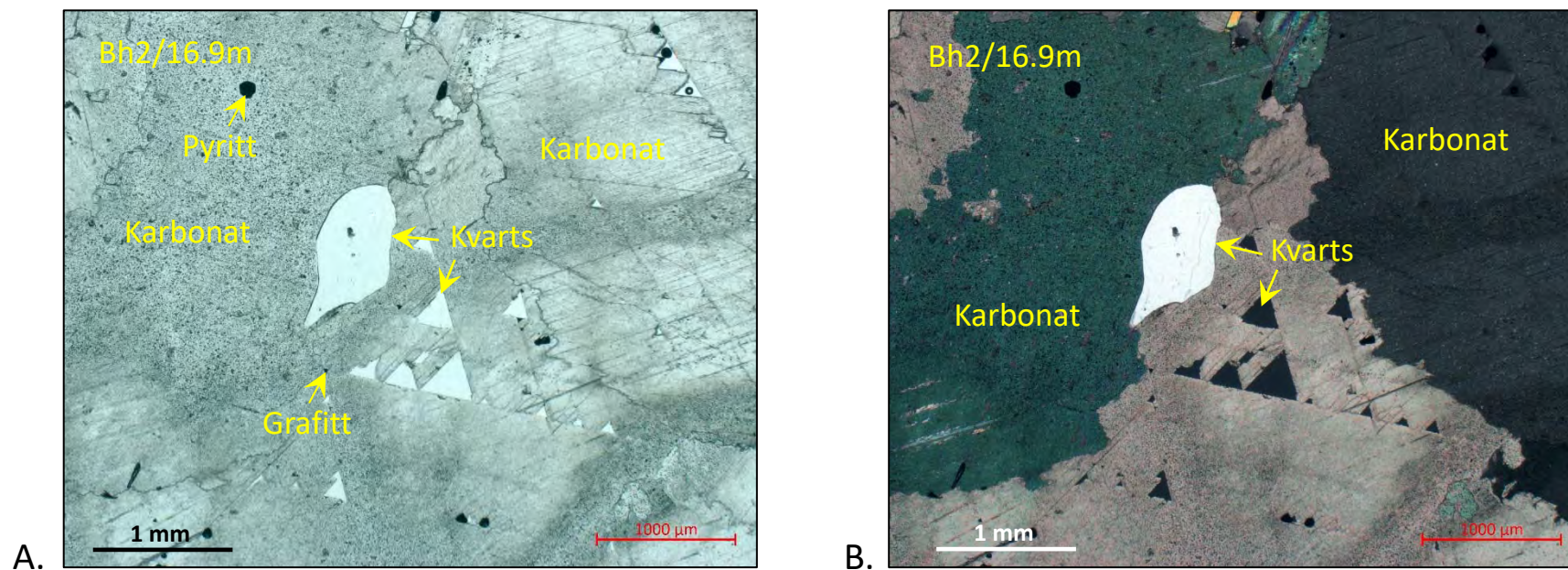




Fotografi av kjerneprøve av NL2 (Bh2) ved 16.9 m. prøven inneholder to varianter av grovkornet kalkspatmarmor, henholdsvis spettet lys grå (til venstre i bildet) og hvit.



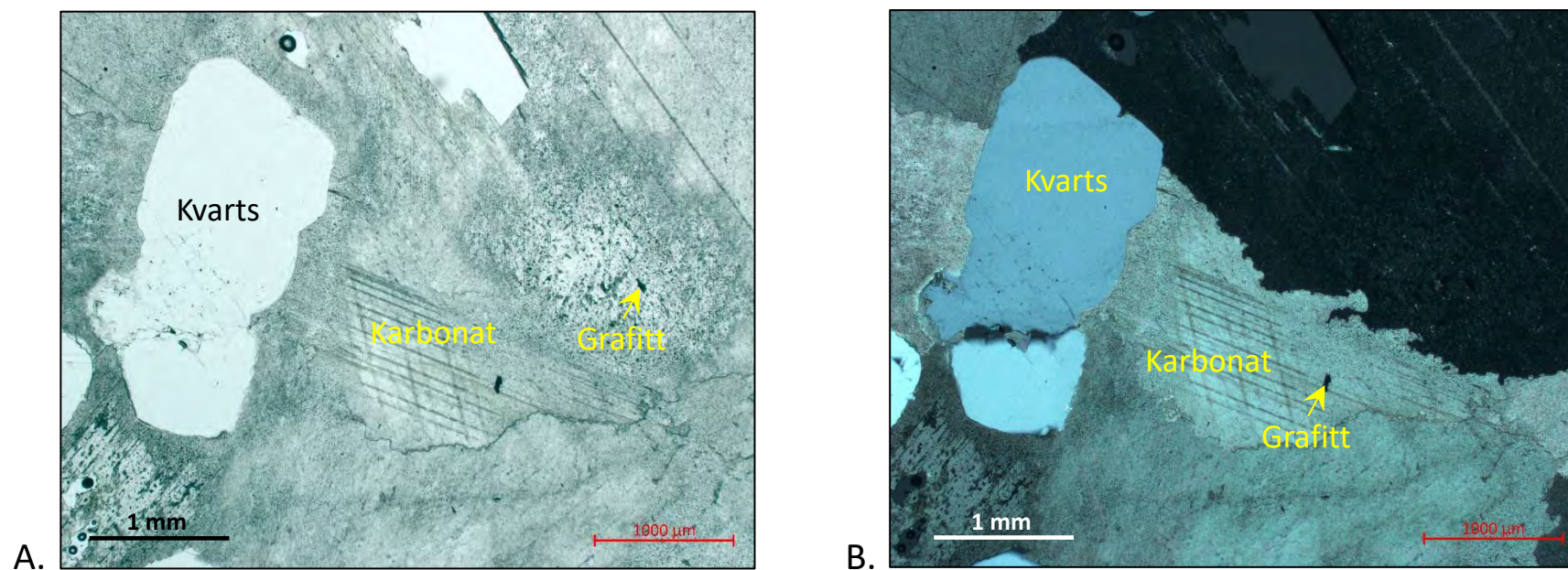




A.

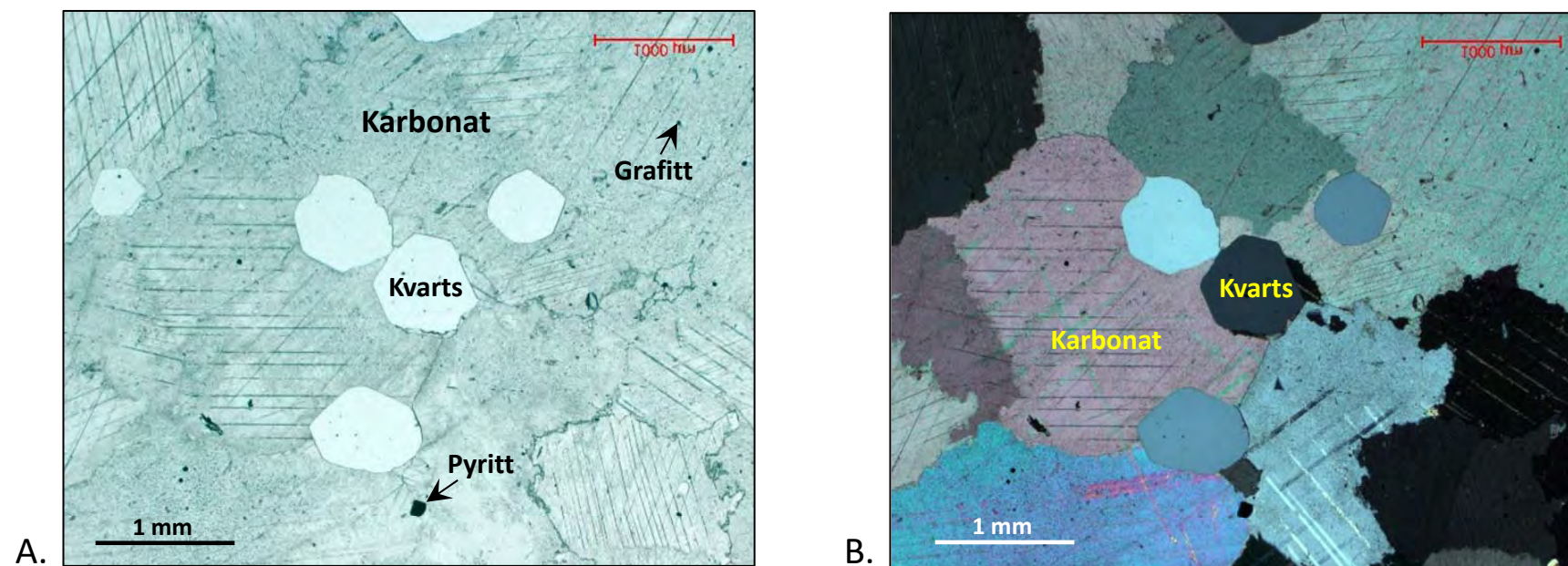
B.

Bh2/16.9m. To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop i henholdsvis planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Kwartsholdig grovkornet kalkspatmarmor med markant omvandling (ikke nærmere undersøkt) langs årer, jfr. tynnslip oversiktsbildet på side 19.

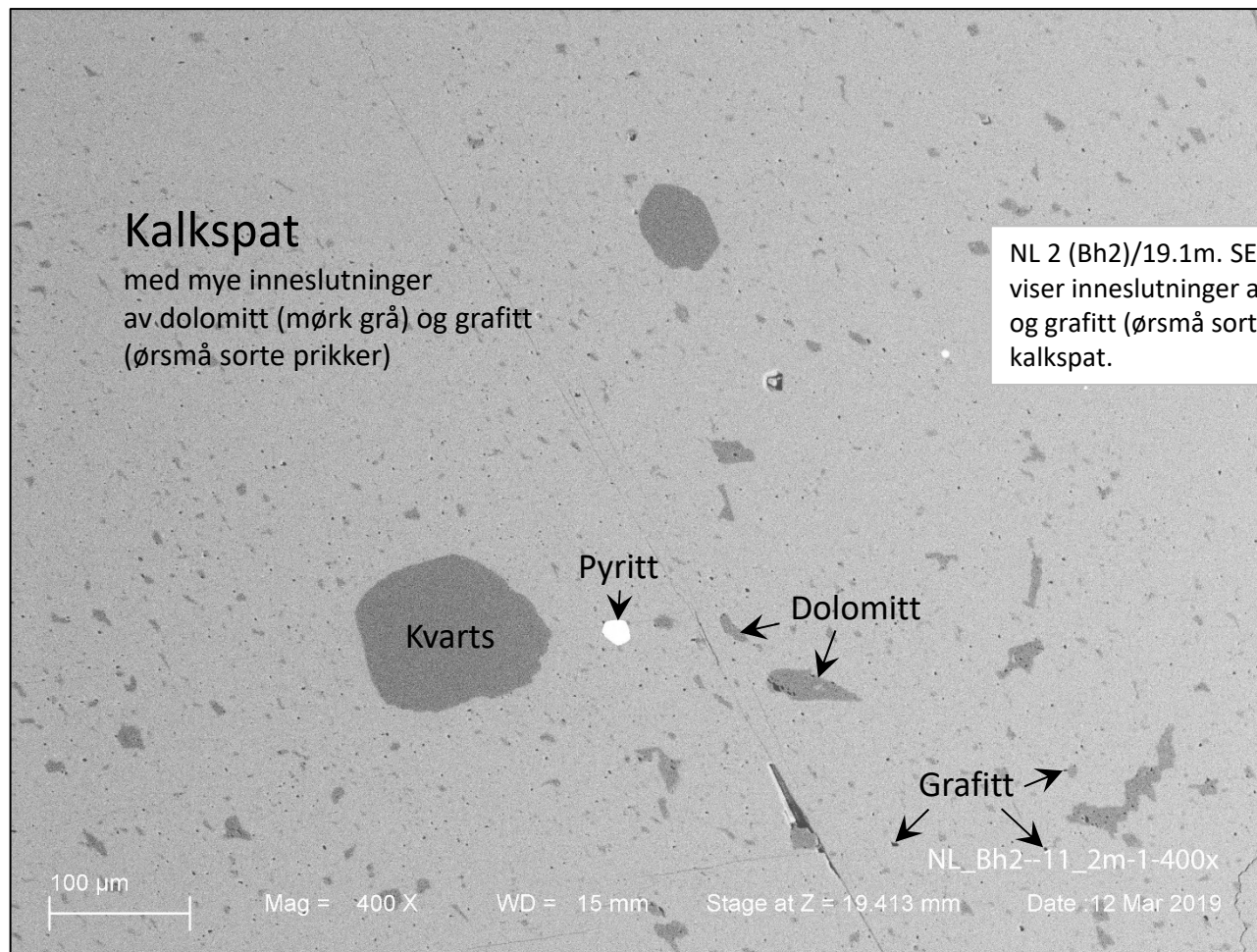


Bh2/16.9m. To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop i henholdsvis planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Kvartsholdig, grovkornet kalkspatmarmor med markant omvandling (ikke nærmere i detalj) langs årer, jfr. tynnslip oversiktsbildet på side 19.

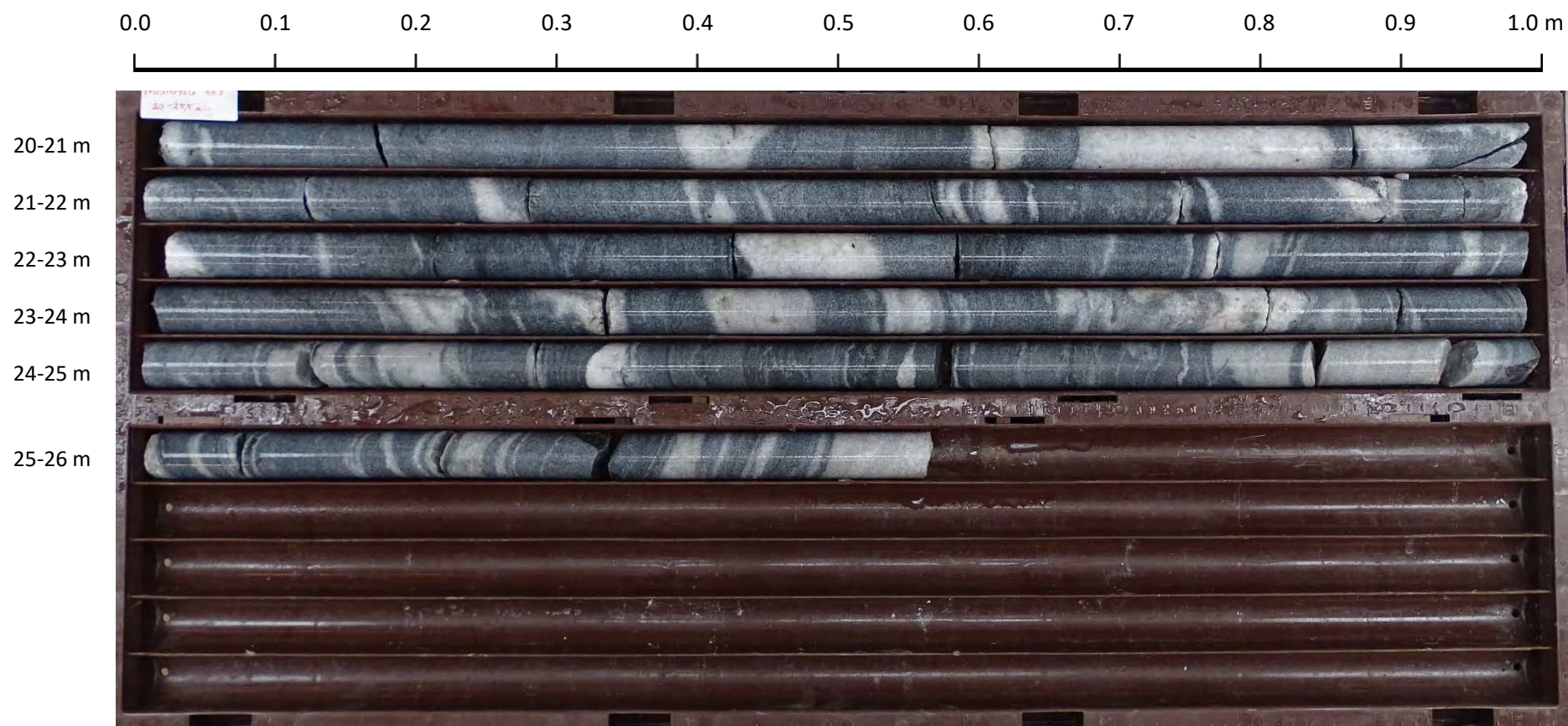




NL2 (Bh2)/19.1m. To bilder av samme utsnitt tatt i optisk mikroskop som viser relasjoner mellom karbonat og kvarts, i henholdsvis planparallelt lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med markant innhold av kvarts.



Fotografi av kjernekasse NL2 (Bh2), 20-25.5 m



Generell beskrivelse: Båndet, relativt grovkornet kalkspatmarmor, med veksling mellom lyse og mørke bånd.

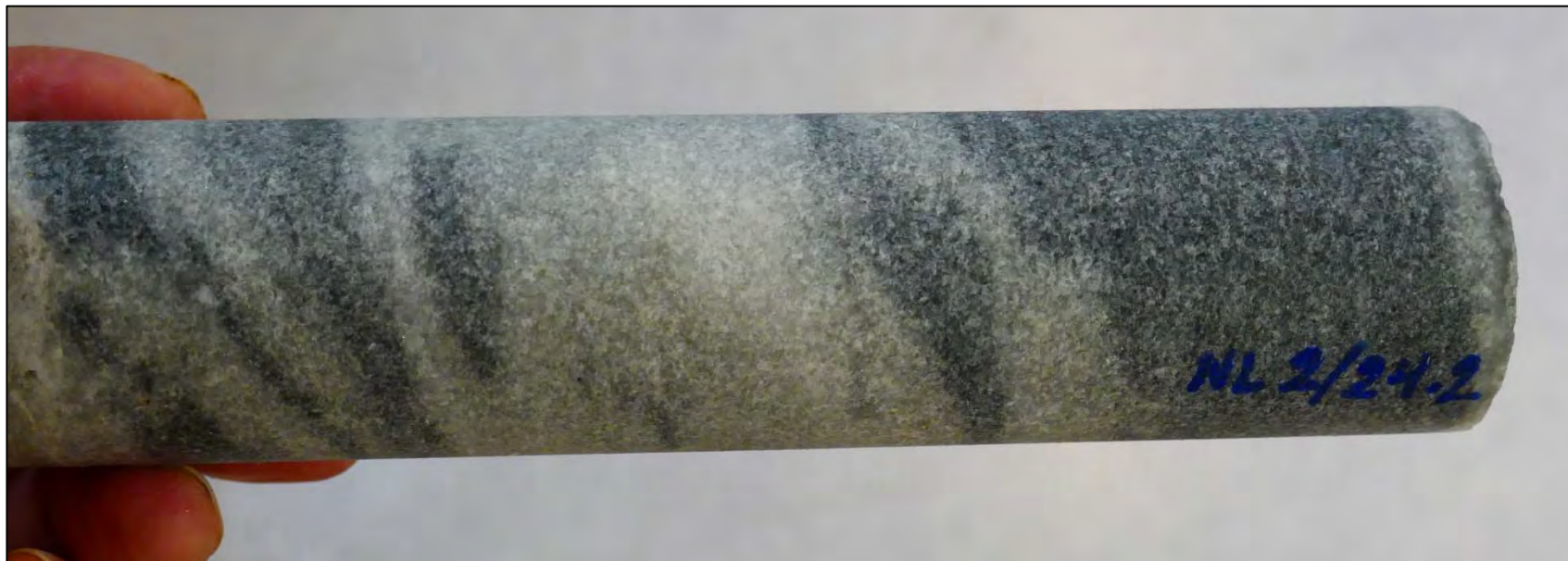


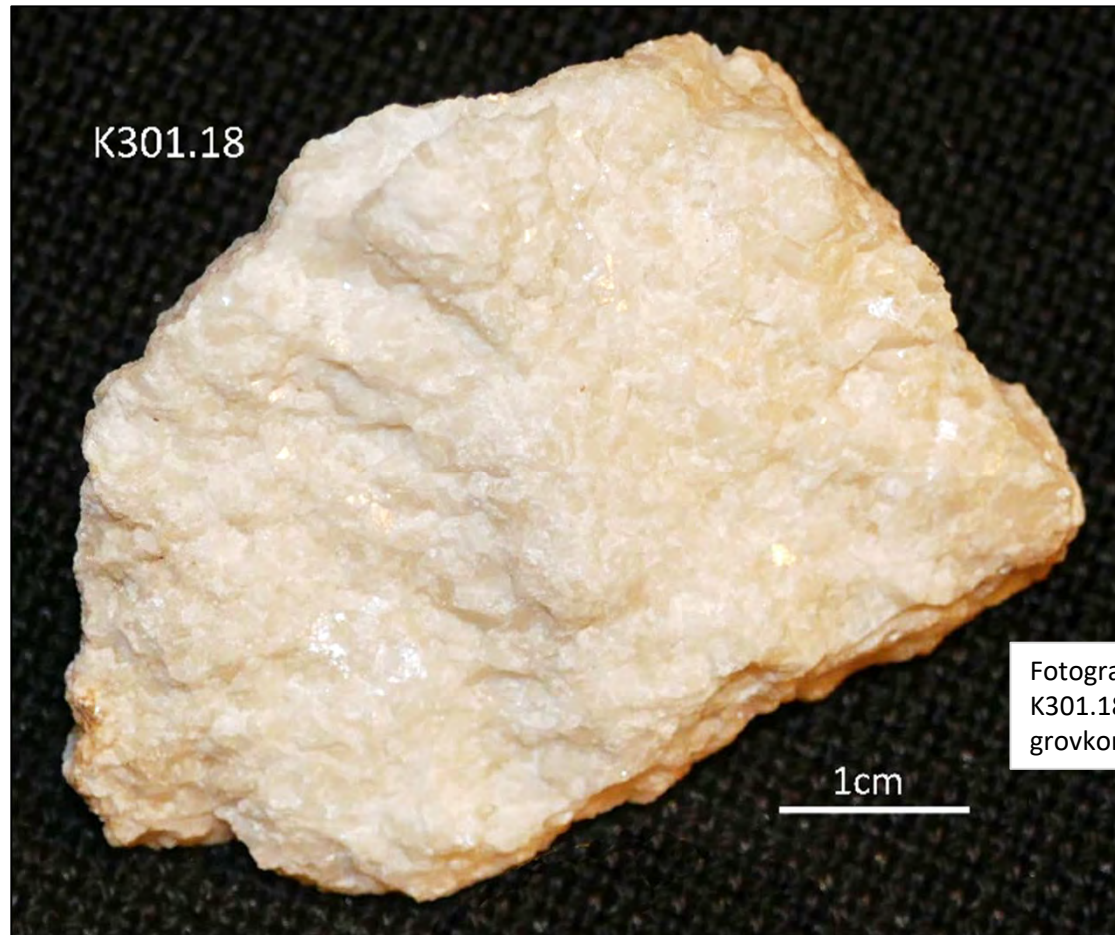
Foto av kjerneprøve fra borhull NL2 (Bh2) ved 24.2 m. Bergarten er kalkspatmarmor med en tydelig kompleks metamorf og tektonisk tekstur. Generelt sett er hvite karbonatvarianter den seneste dannelsesbegivenhet, slik som i dette tilfellet.

Vedlegg 5:

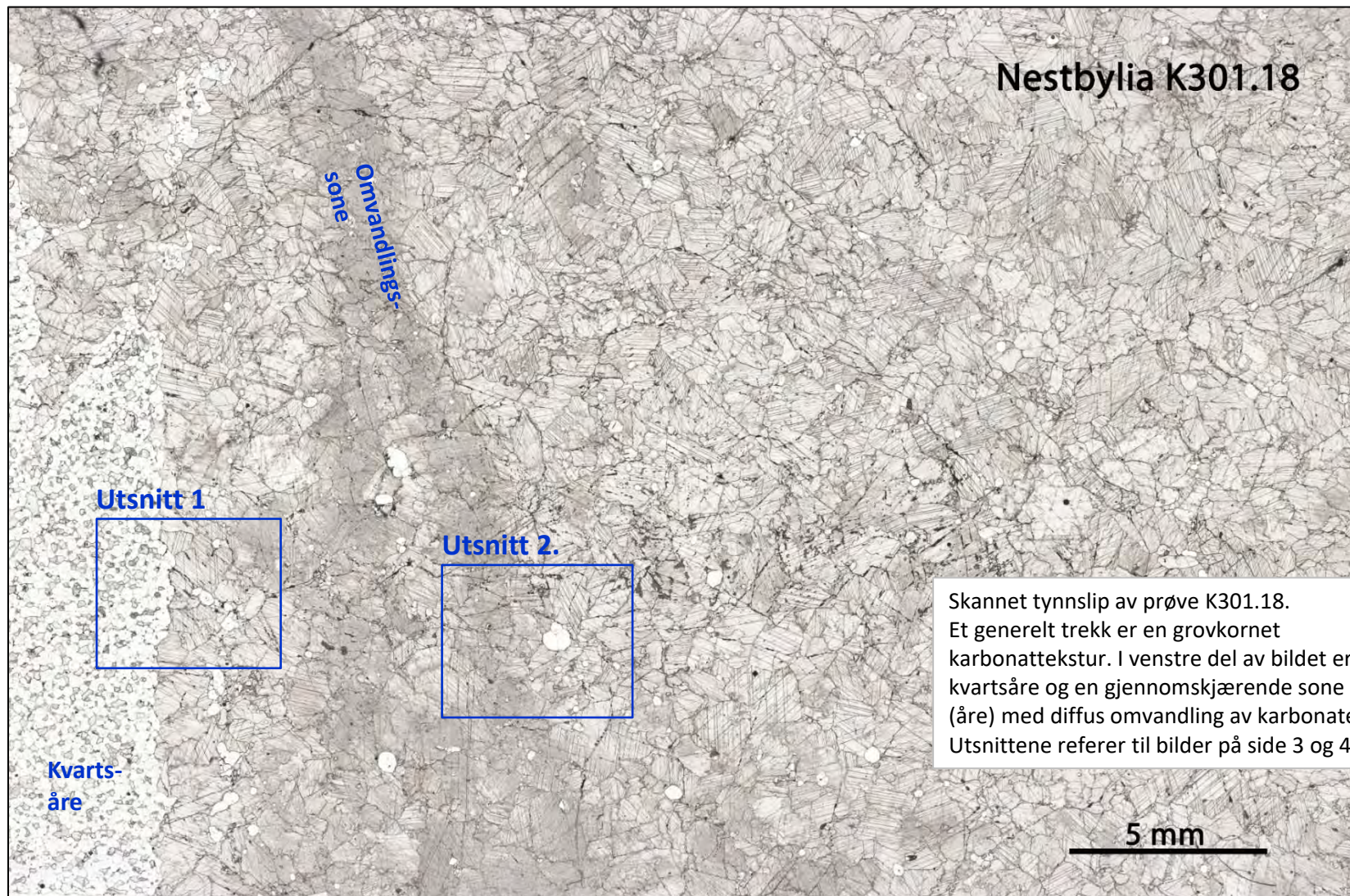
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR, PRØVE K301.18

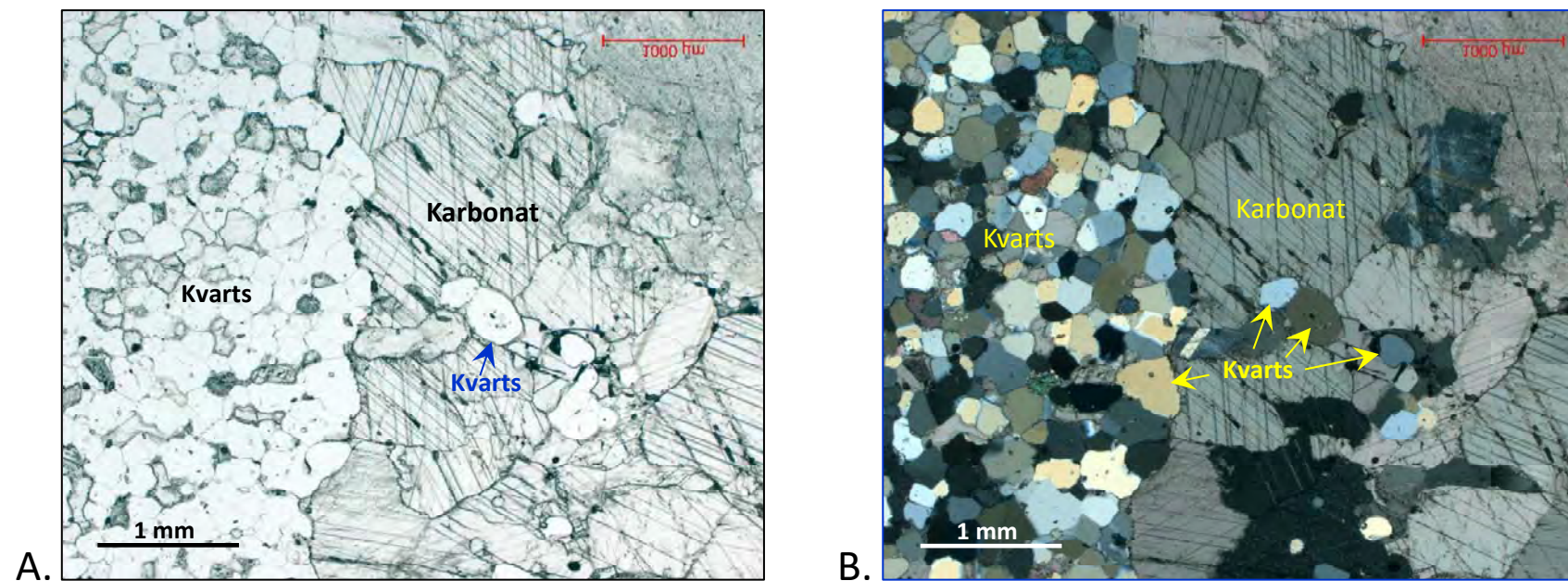
Vedlegg 5

UTM-koordinat 513364 Ø, 7438075 N, sone 33

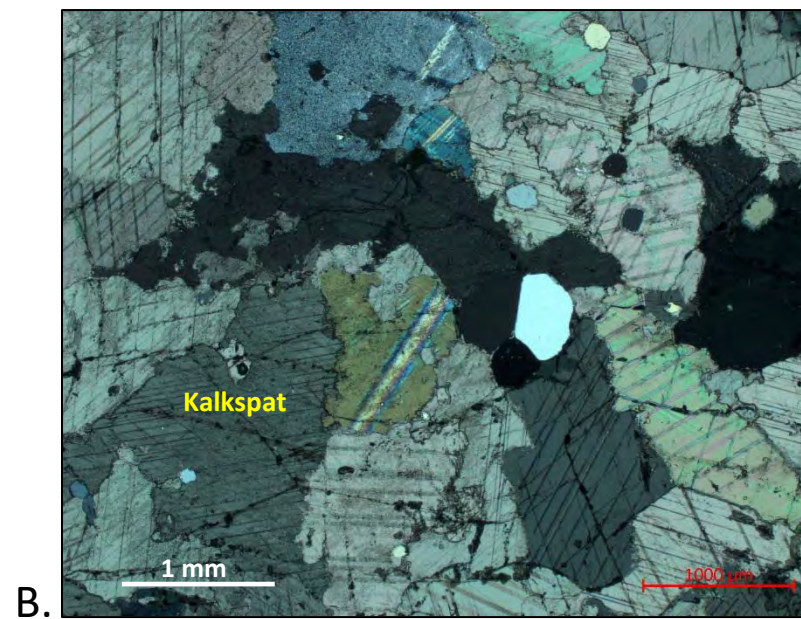
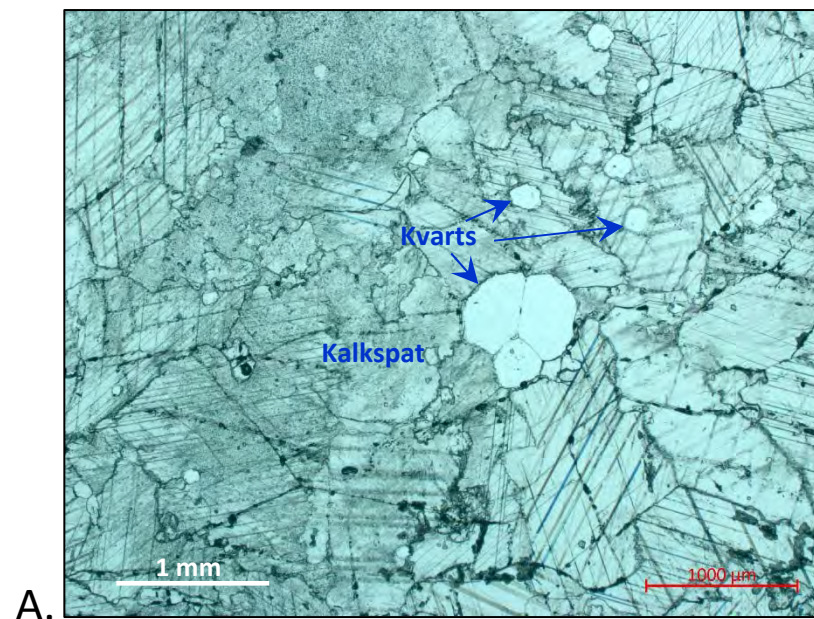


Fotografi av håndstykke av prøve K301.18. Bergarten er en grovkornet, hvit kalkspatmarmor.

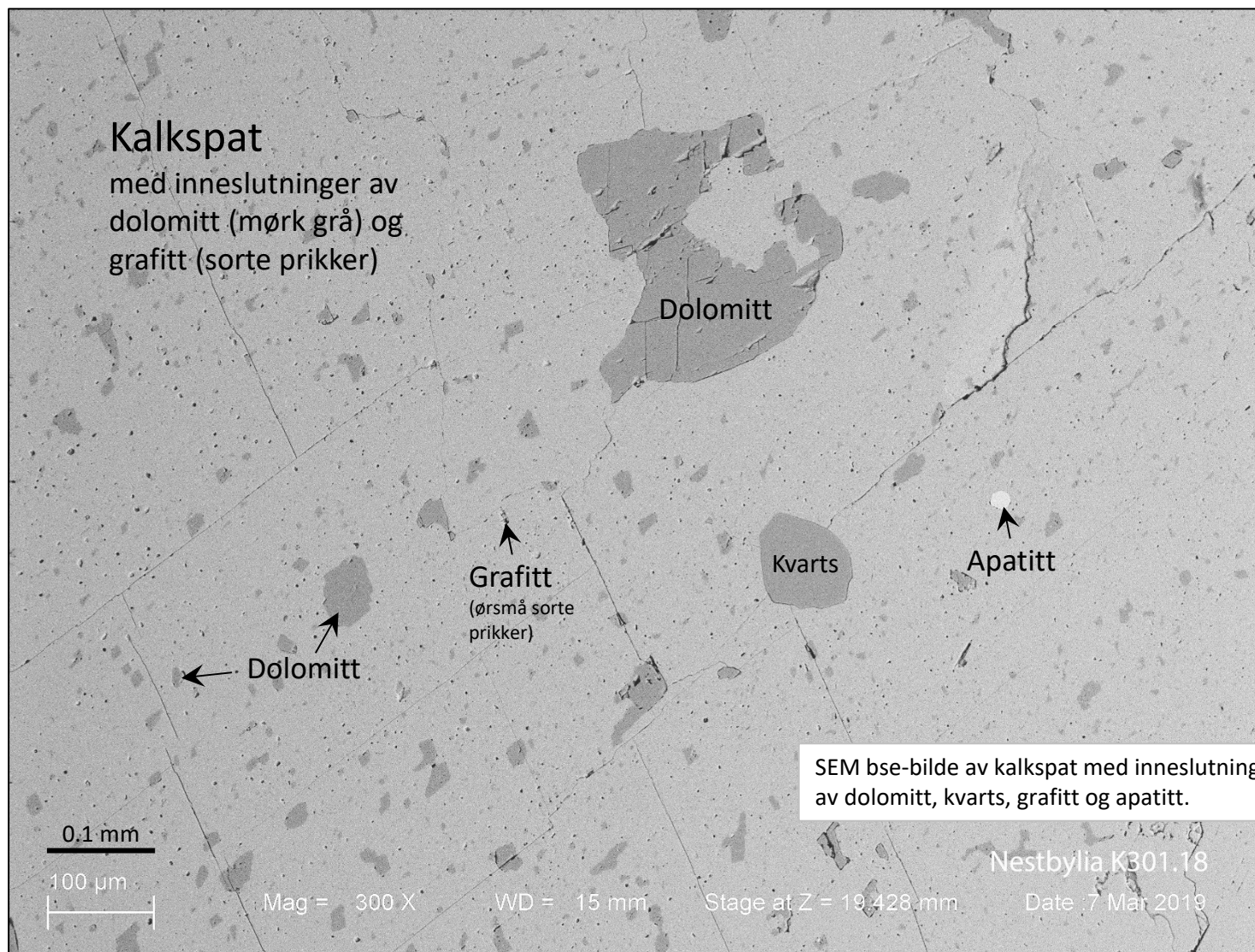




Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K301.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1 på foregående side), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Venstre side av de to bildene er fra en kvartsåre som gjennomskjærer en grovkornet kalkspatmarmor.



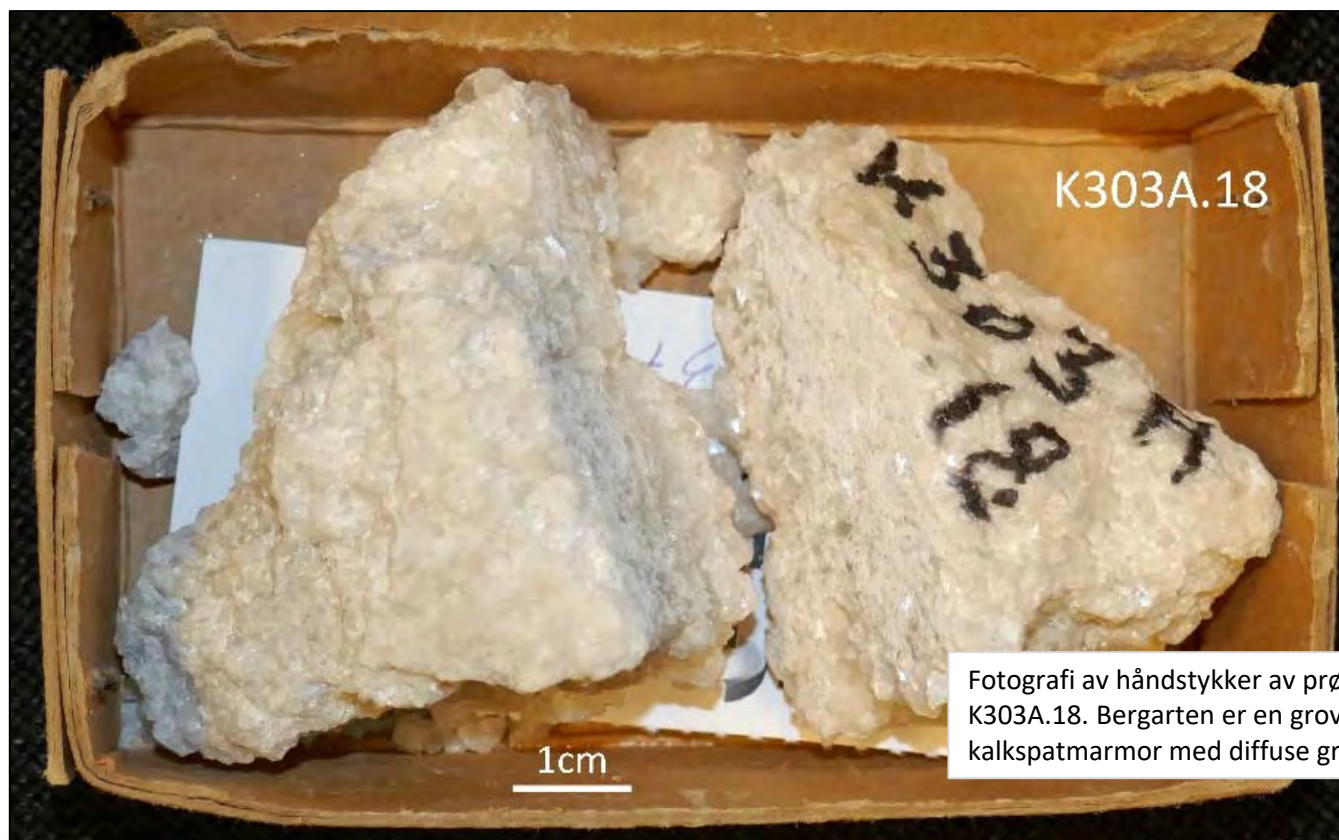
Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K301.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, side 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Karbonat i den venstre delen av bildene er påvirket av en gjennomskjærende omvandlingssone (ikke nærmere beskrevet i denne rapporten).

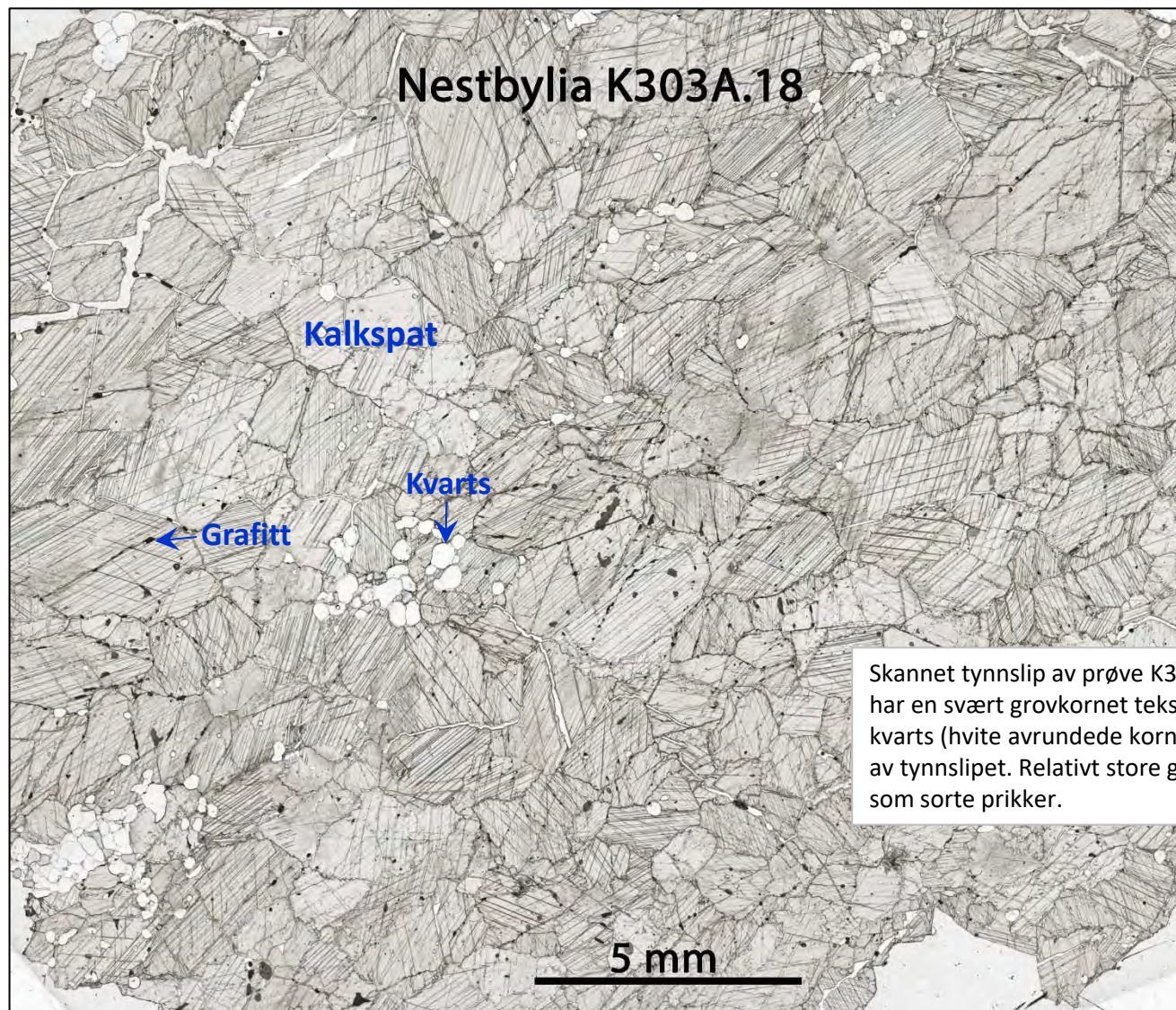


Vedlegg 6:

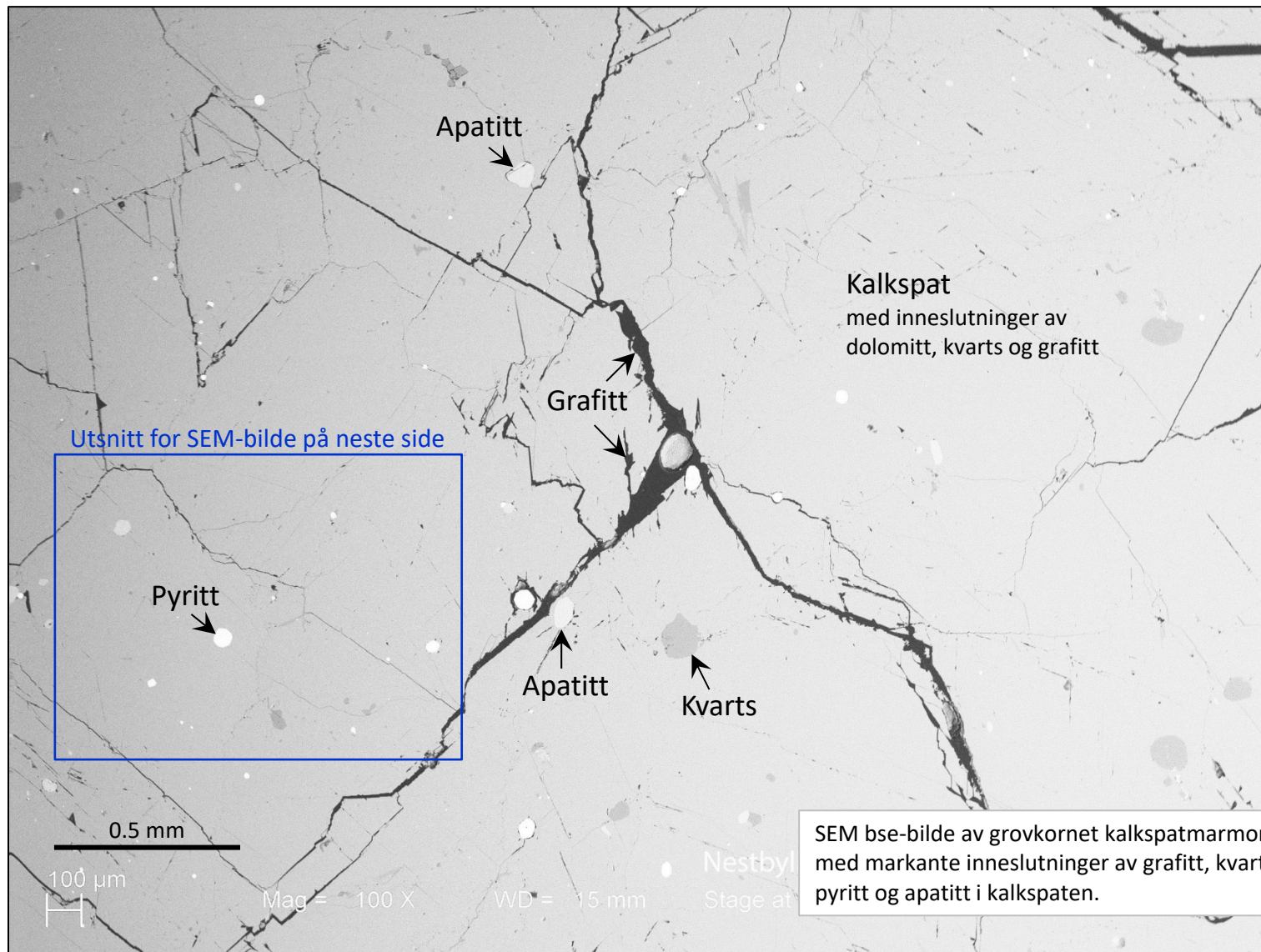
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K303A.18

UTM-koordinat 513408 Ø, 7437917 N, sone 33

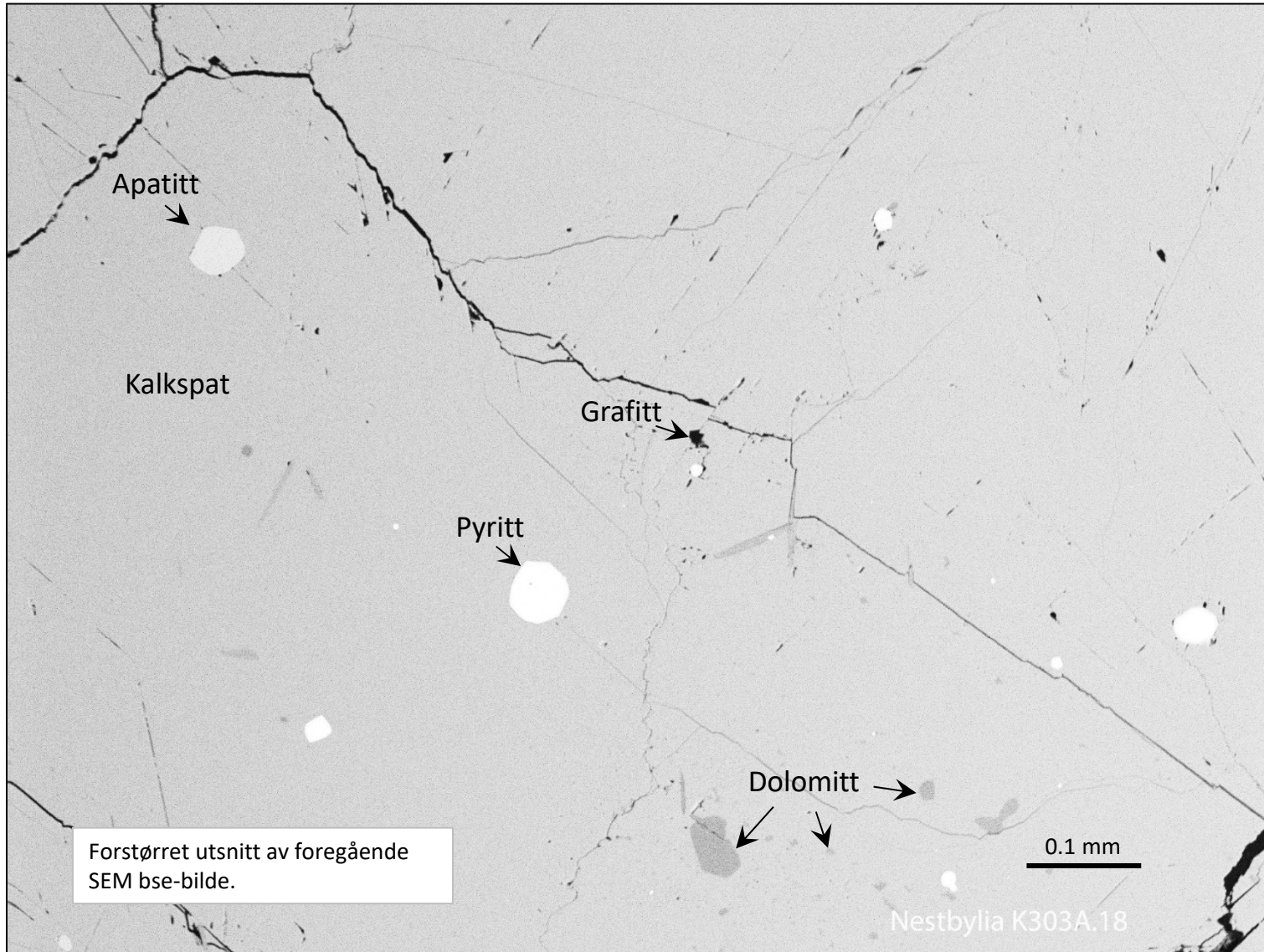




Skannet tynnslip av prøve K303A.18. Bergarten har en svært grovkornet tekstur. Innholdet av kvarts (hvite avrundede korn) er markant i deler av tynnslipet. Relativt store grafittkorn vises som sorte prikker.



SEM bse-bilde av grovkornet kalkspatmarmor, med markante inneslutninger av grafitt, kvarts, pyritt og apatitt i kalkspaten.



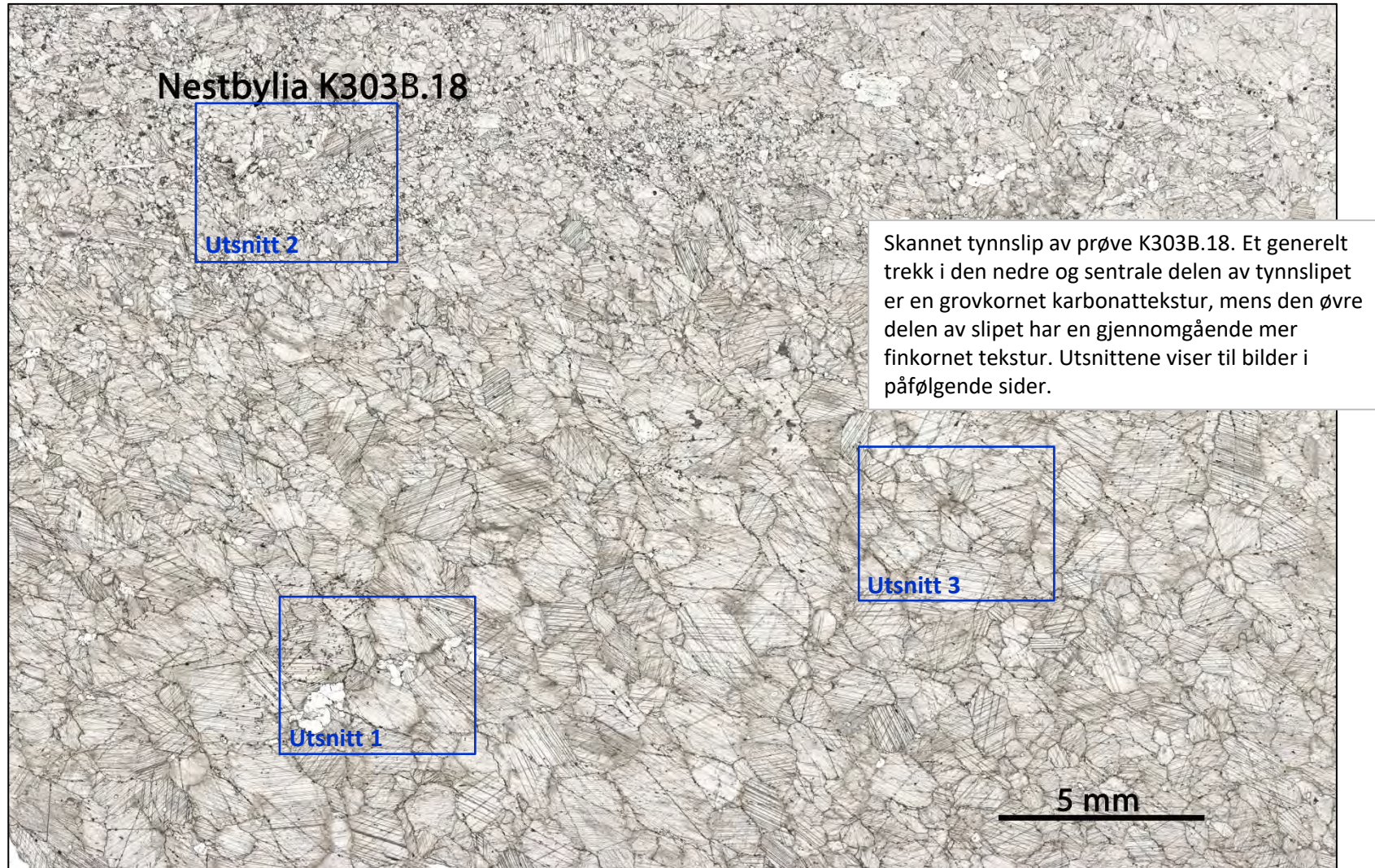
Vedlegg 7:

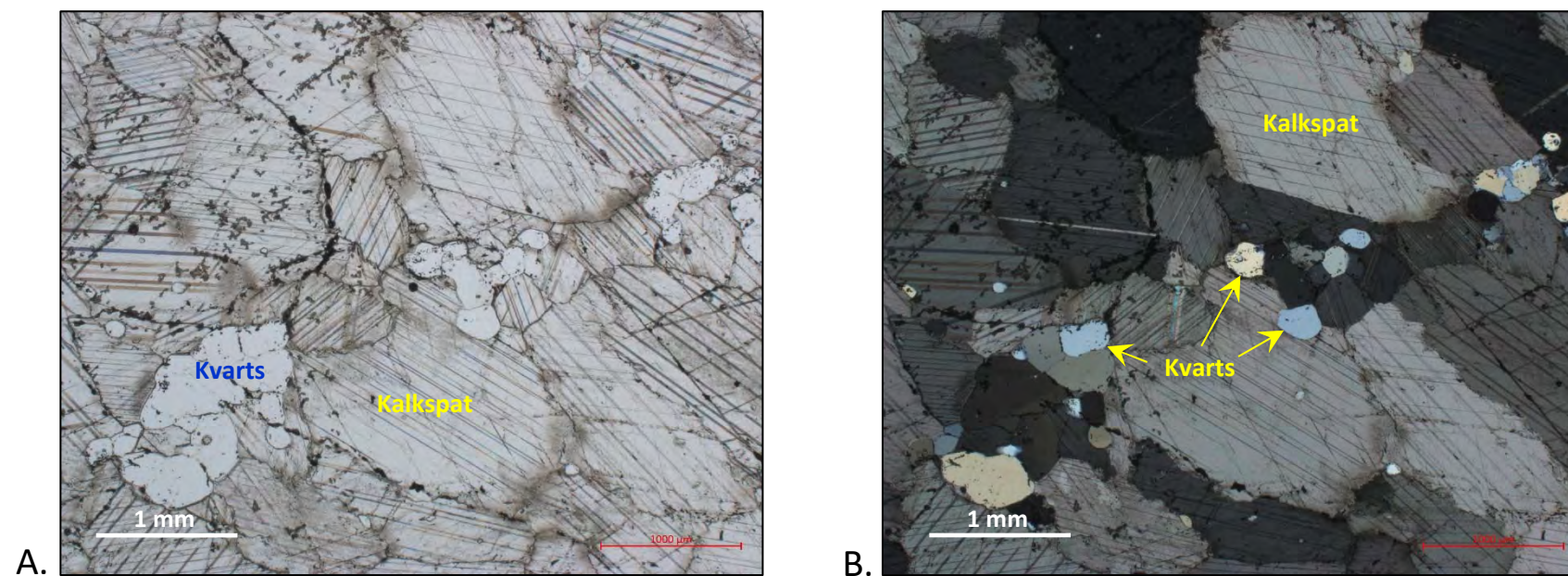
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K303B.18

UTM-koordinat 513408 Ø, 7437917 N, sone 33

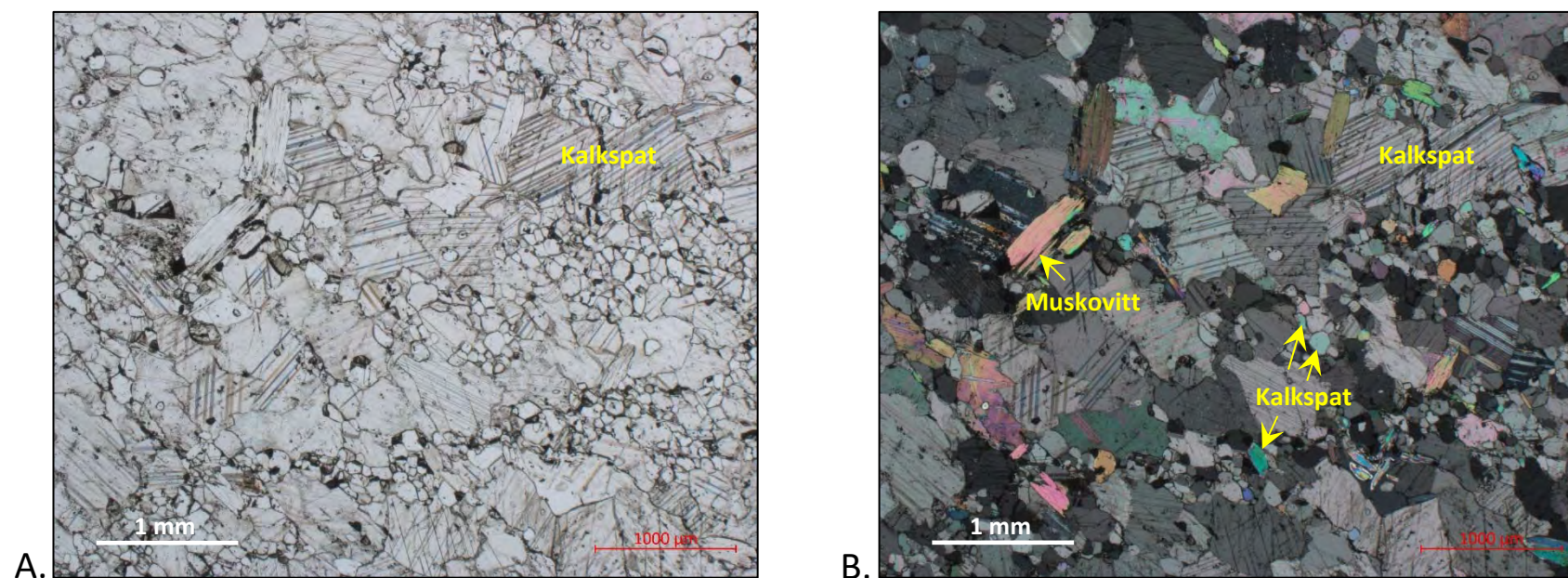


Fotografi av håndstykke av prøve K303B.18. Bergarten er en grovkornet, ganske lys kalkspatmarmor med diffuse grå partier.

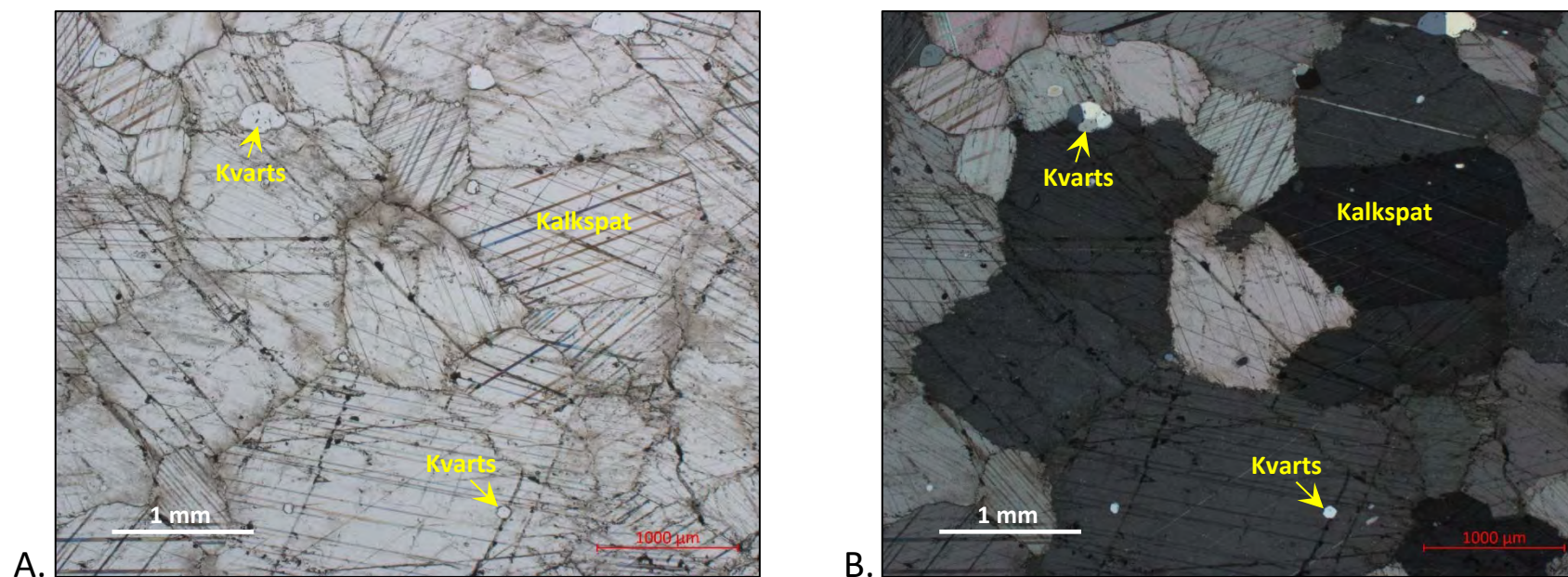




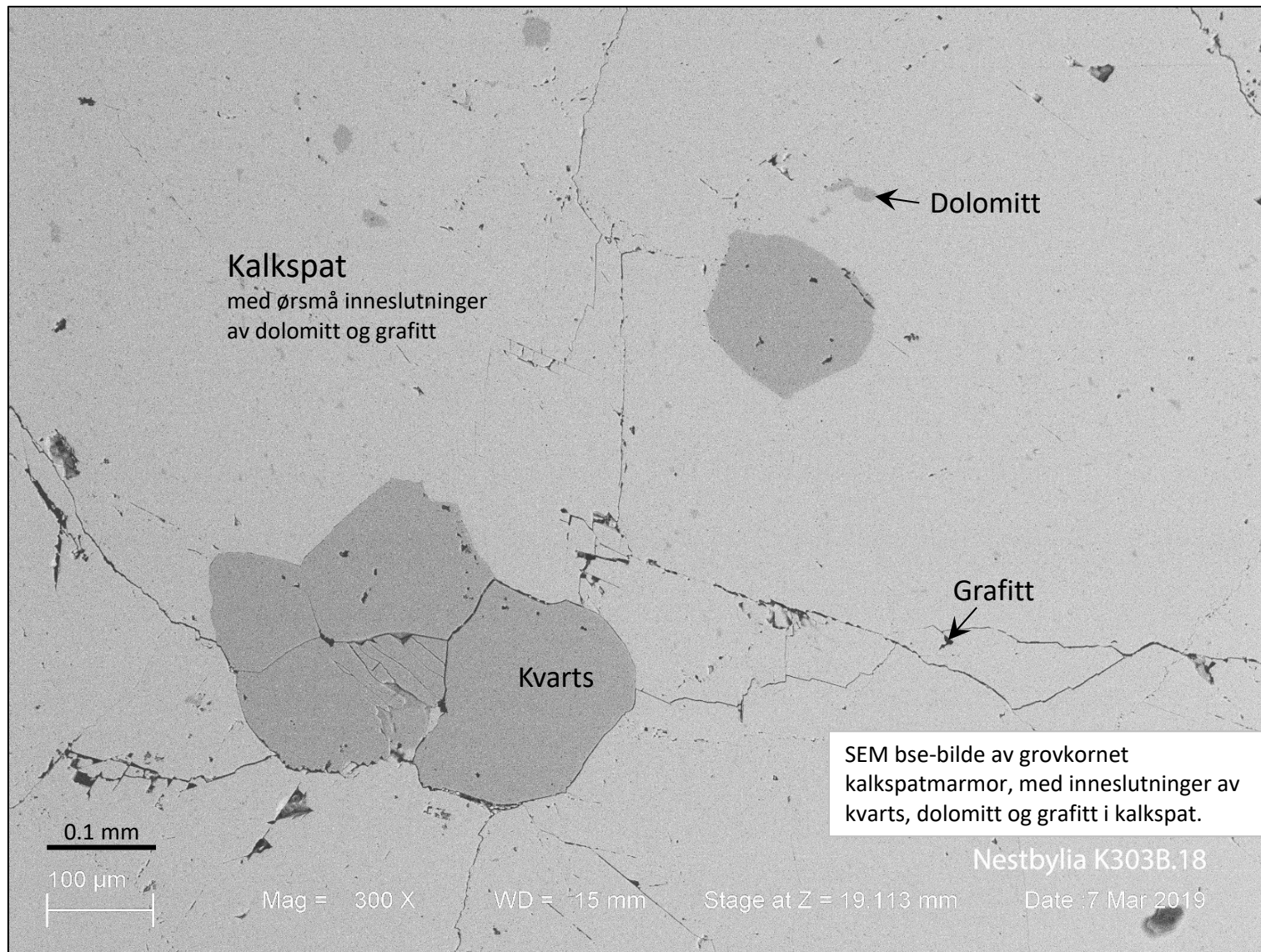
Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K303B.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B), og er av grovkornet kalkspatmarmor med markante inneslutninger av kvarts.



Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K303B.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Mineralogien er kompleks og er ikke studert i detalj. Karbonat opptrer i to generasjoner: en grovkornet kalkspat og en yngre finkornet variant som opptrer sammen med kvarts og muskovitt.



Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K303B.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 3, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B), og viser i hovedsak grovkornet kalkspat med inneslutninger av kvarts.



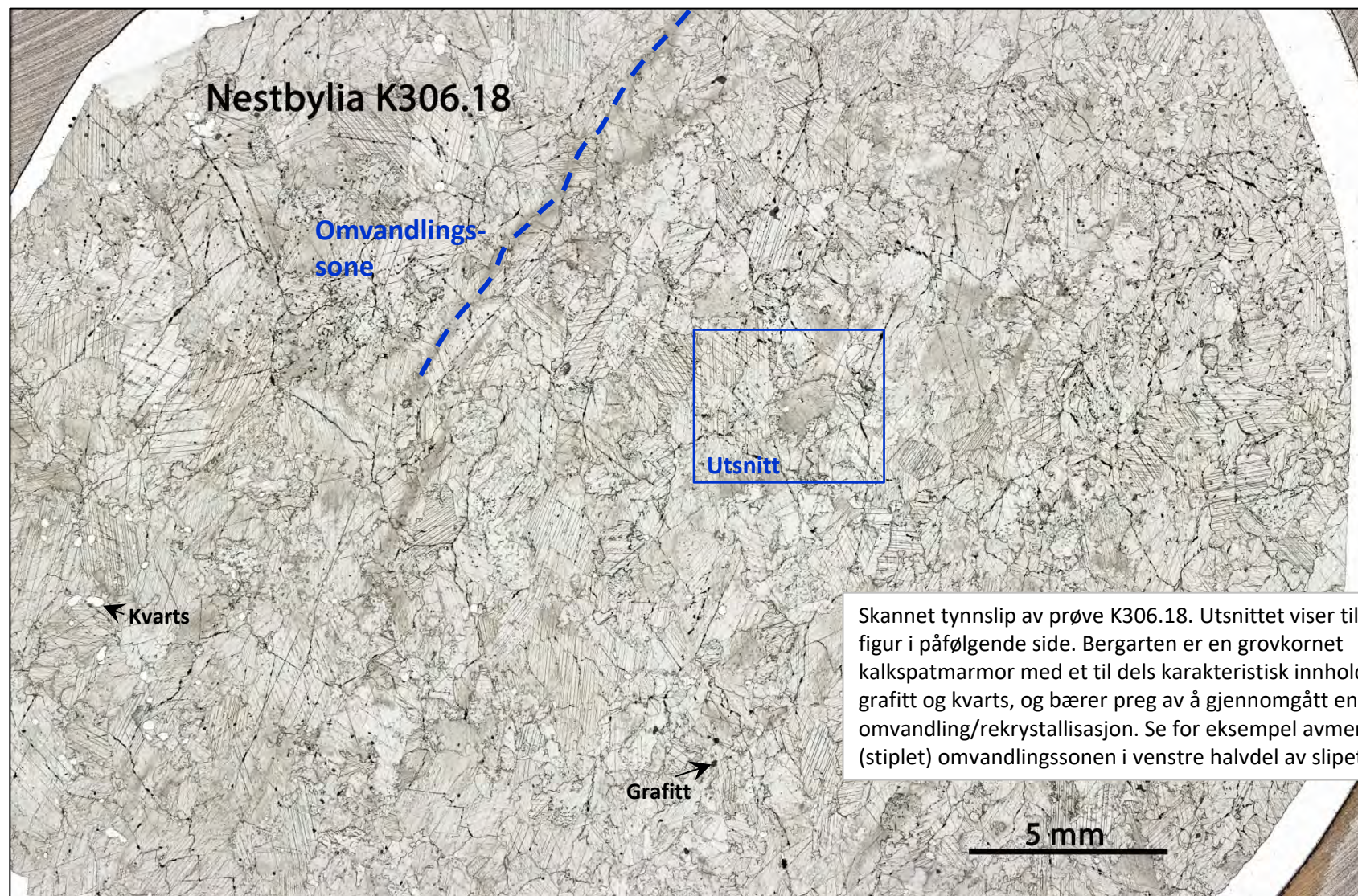
Vedlegg 8:

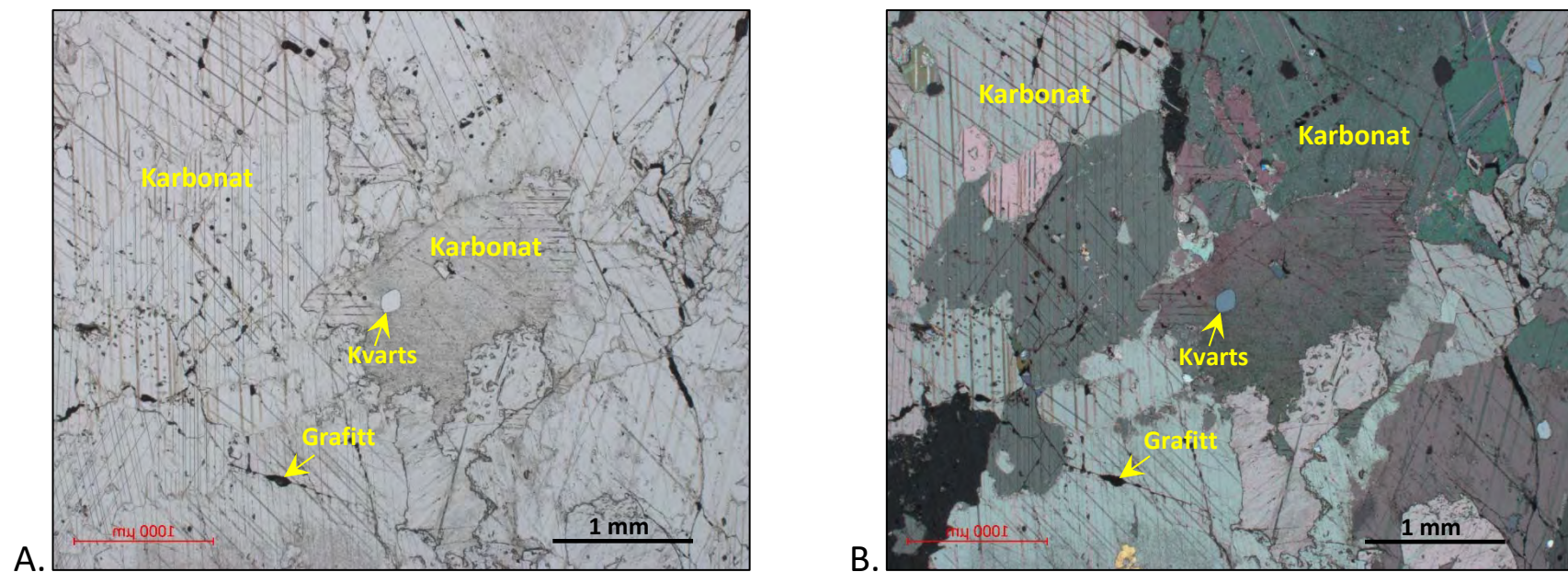
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K306.18

UTM-koordinat 513370 Ø, 7438003 N, sone 33

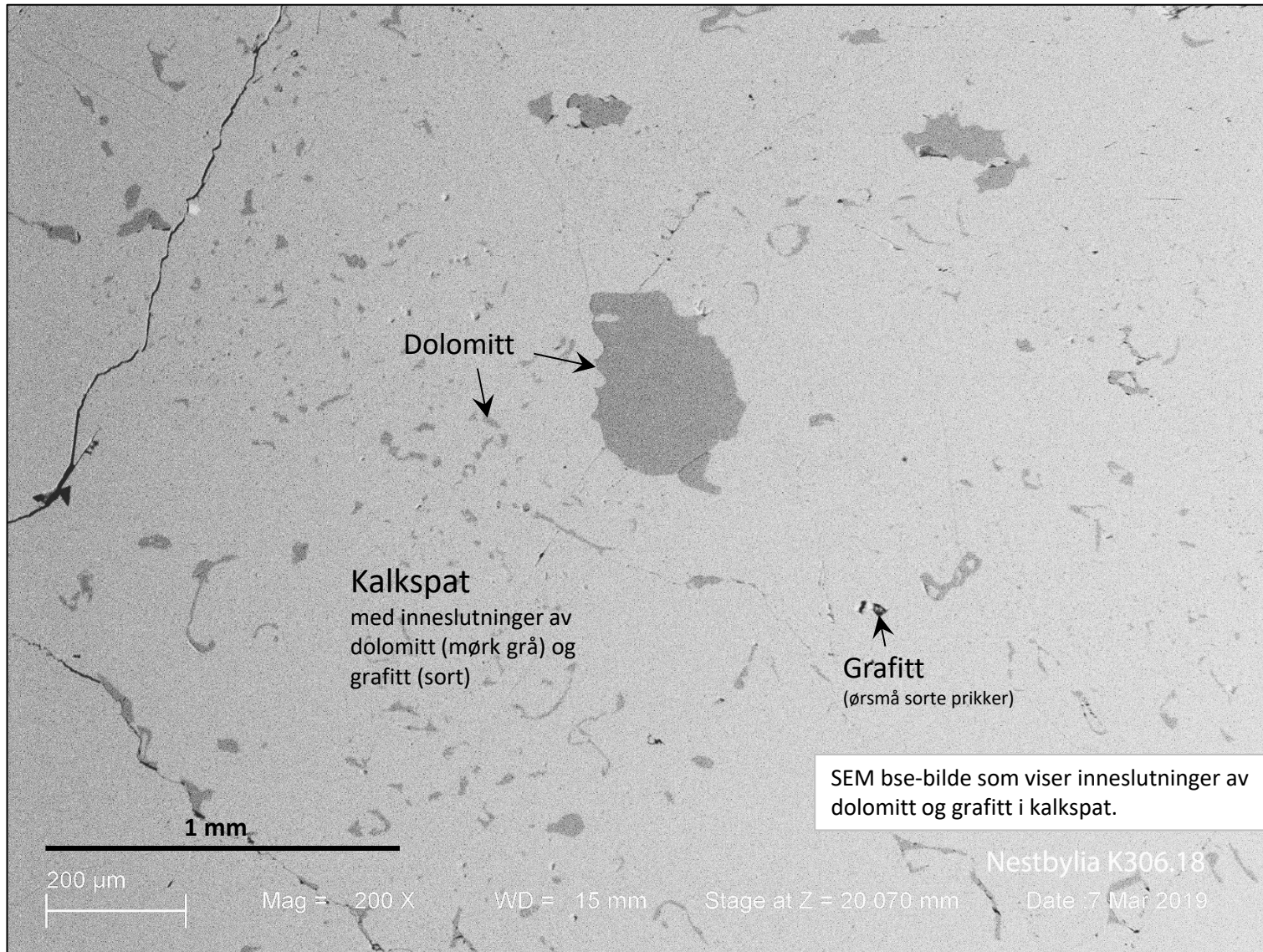


Fotografi av håndstykke av prøve K306.18. Bergarten er en grovkornet, hvit kalkspatmarmor.





Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K306.18. De to bildene er av det samme utsnittet (se s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med et karakteristisk innhold av grafitt og kvarts.



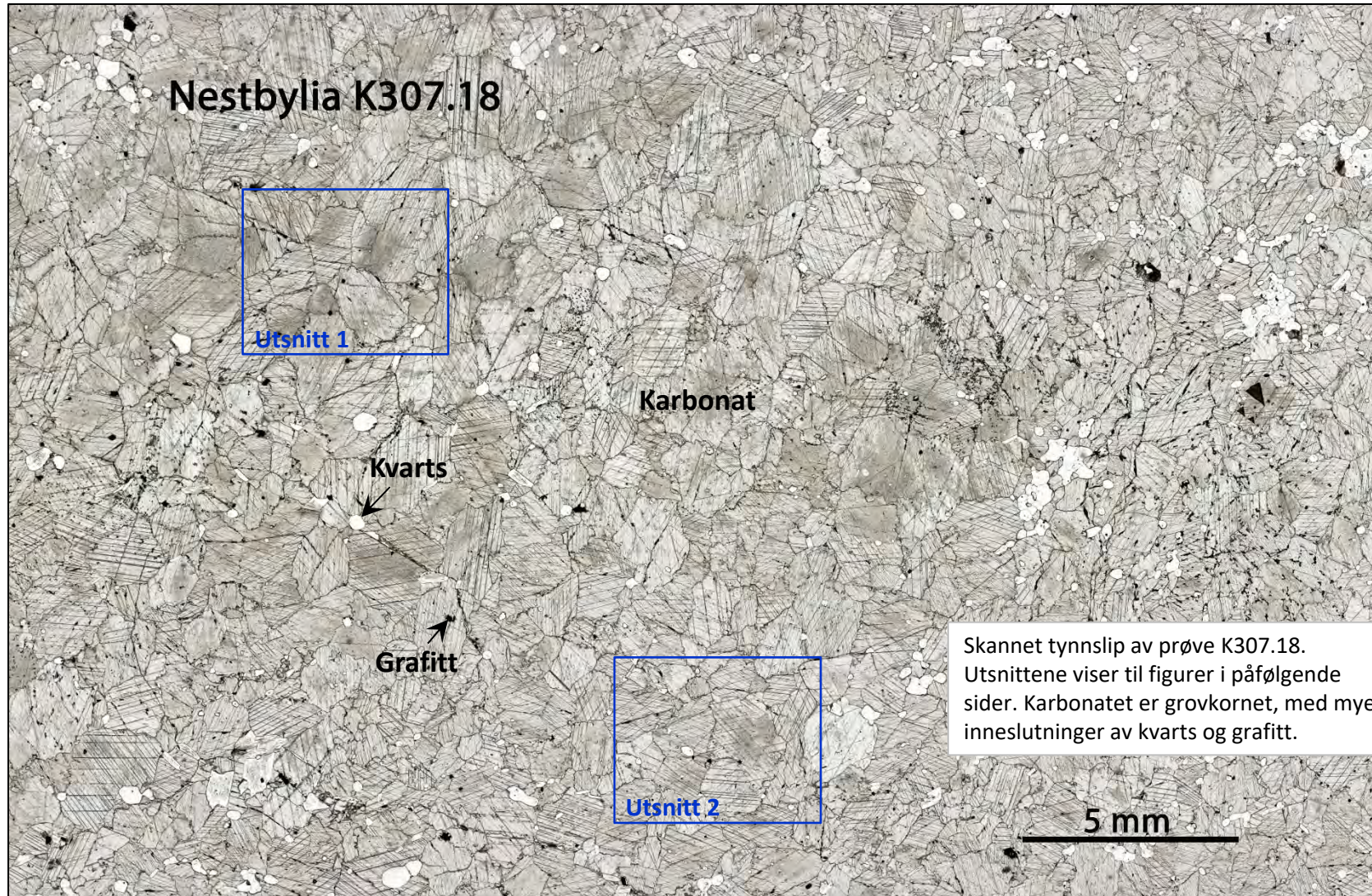
Vedlegg 9:

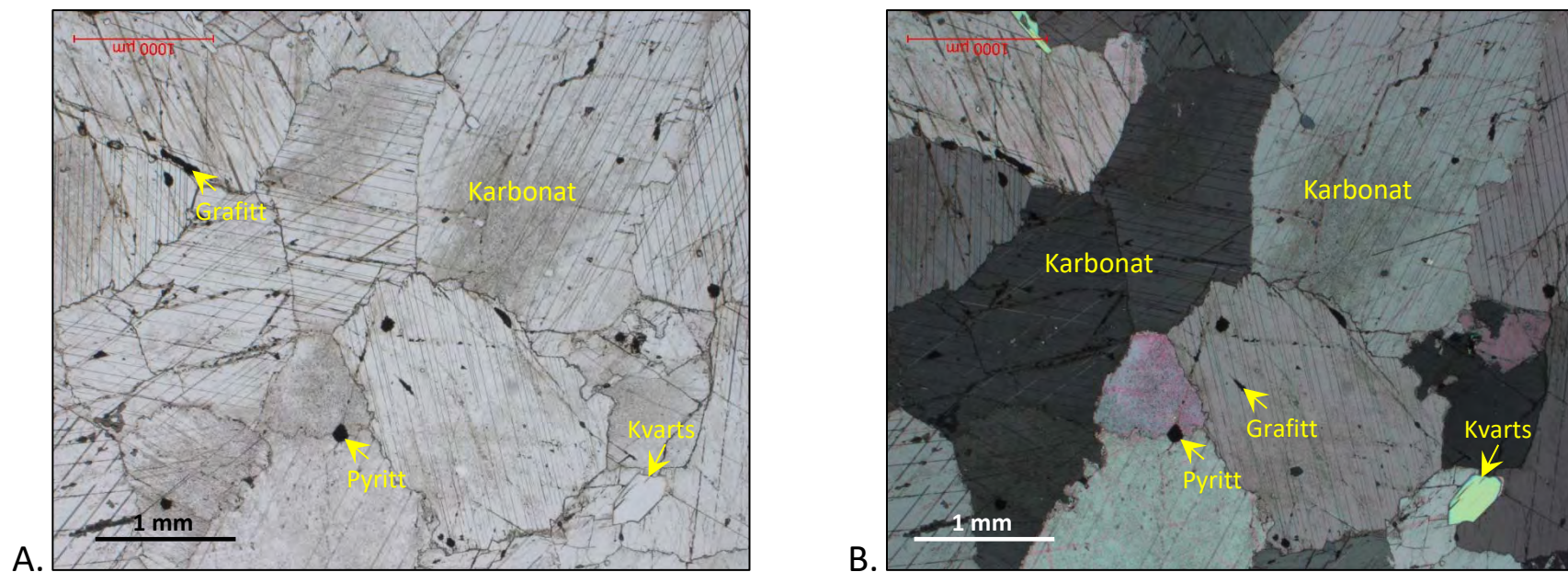
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K307.18

UTM-koordinat 513538 Ø, 7438000 N, sone 33

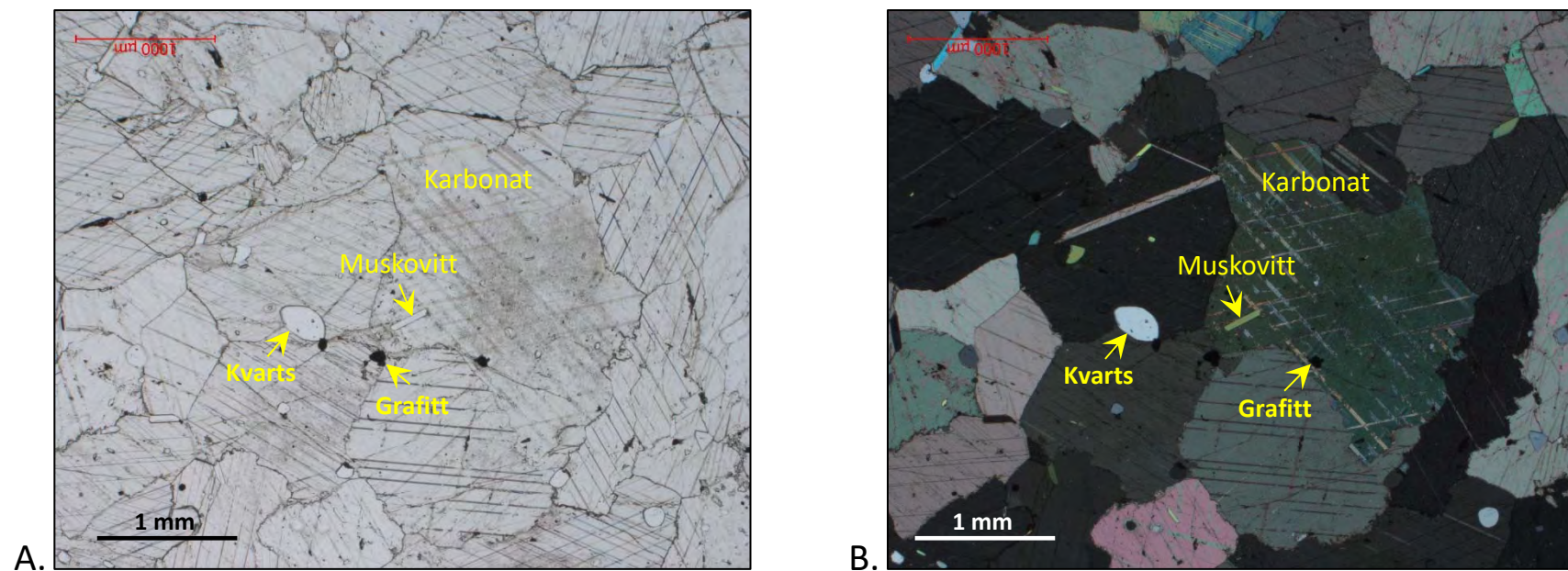


Fotografi av håndstykke av prøve K307.18. Bergarten er en grovkornet, hvit kalkspatmarmor.

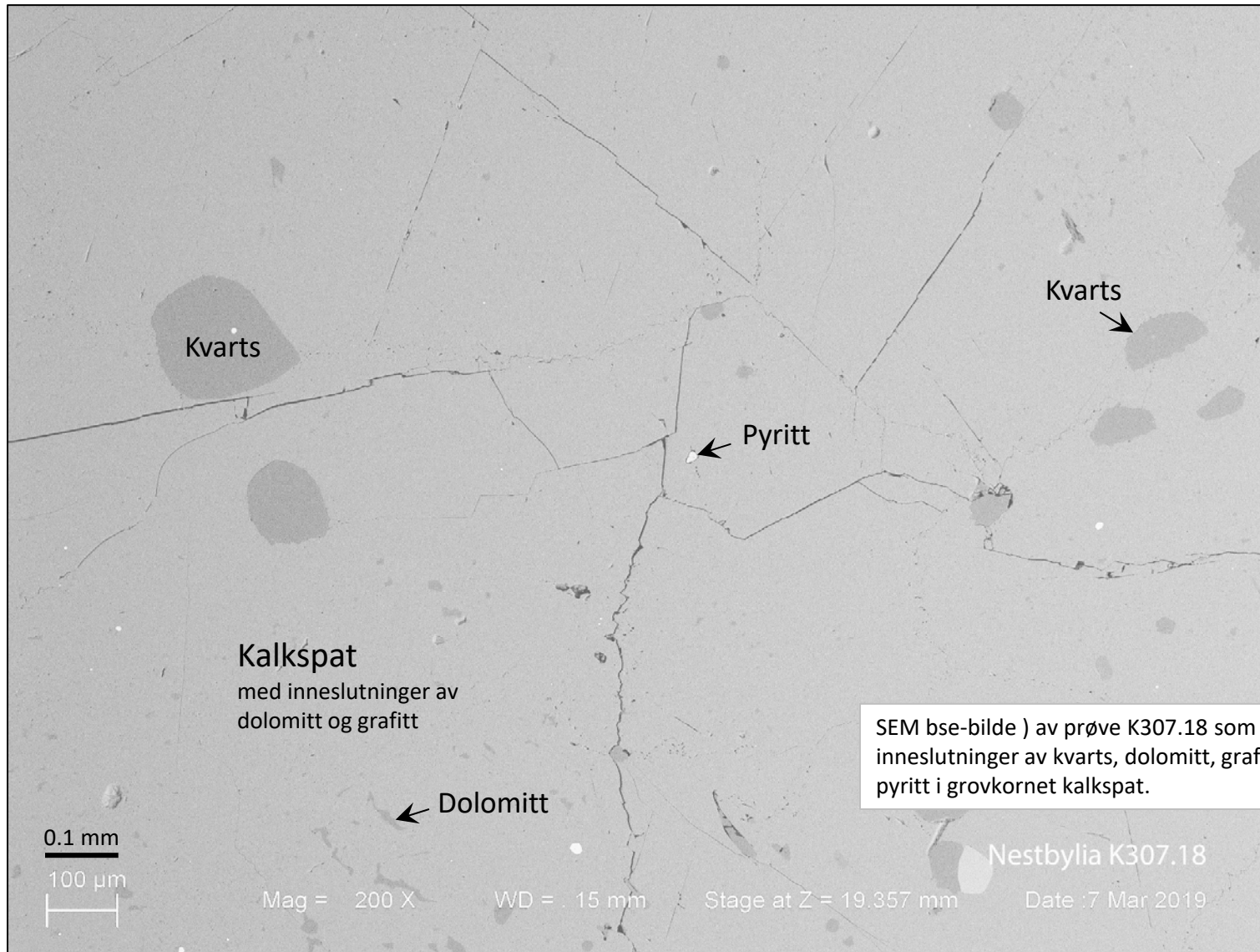




Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K307.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Karbonatet er grovkornet, med mye inneslutninger av grafitt.



Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K307.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Karbonatet er grovkornet, med inneslutninger av kvarts, grafitt og muskovitt.



SEM bse-bilde) av prøve K307.18 som viser inneslutninger av kvarts, dolomitt, grafitt og pyritt i grovkornet kalkspat.

Vedlegg 10:

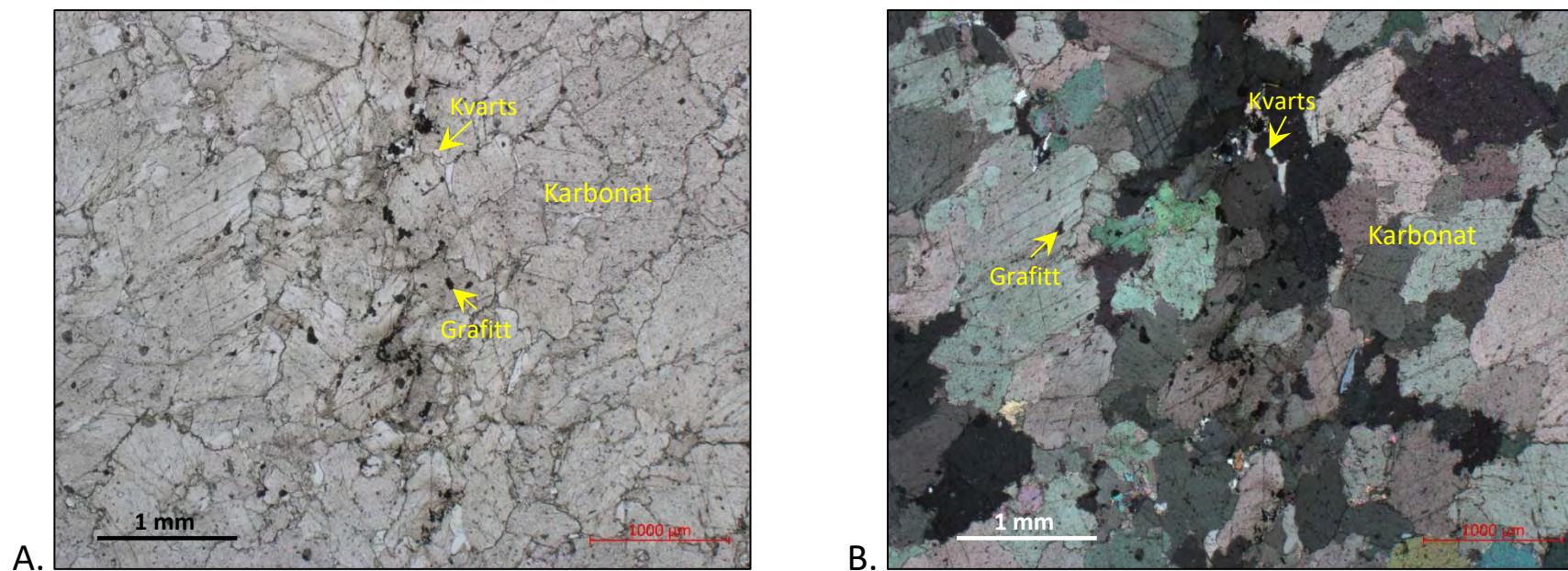
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K308.18

UTM-koordinat 513956 Ø, 7438205 N, sone 33

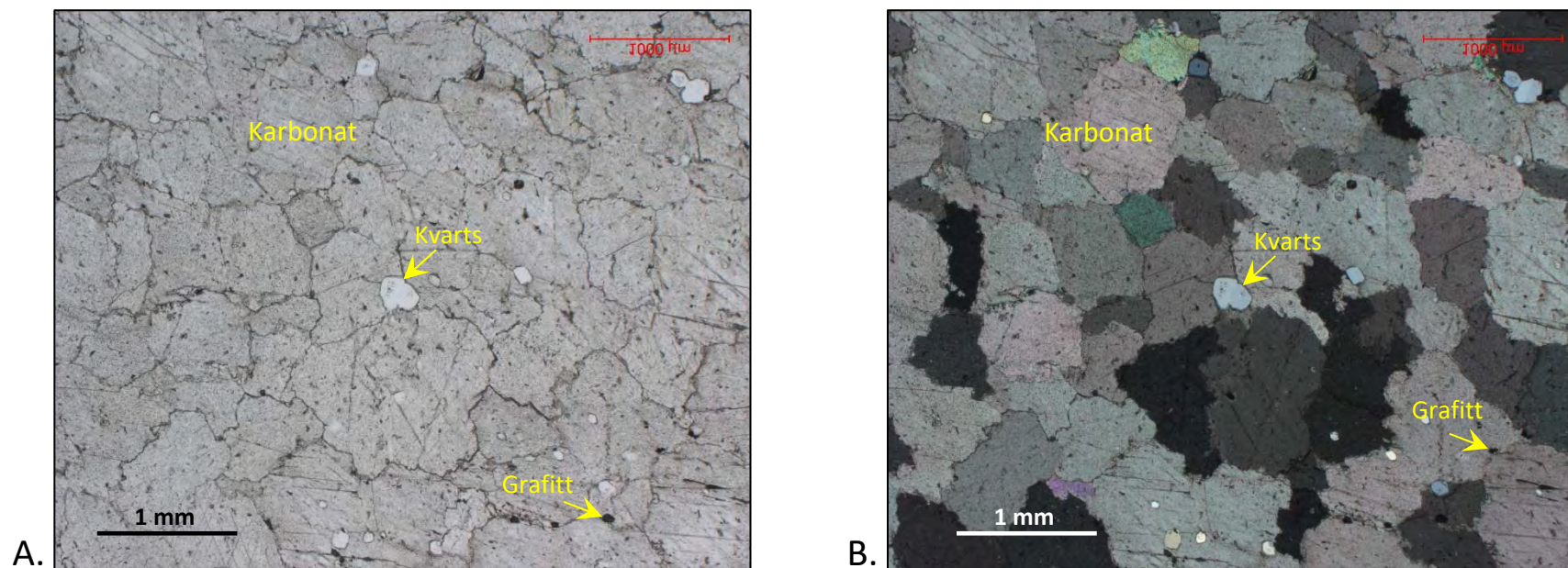


Fotografi av håndstykke av prøve K308.18. Bergarten er en grovkornet, lys kalkspatmarmor med diffuse grå partier.

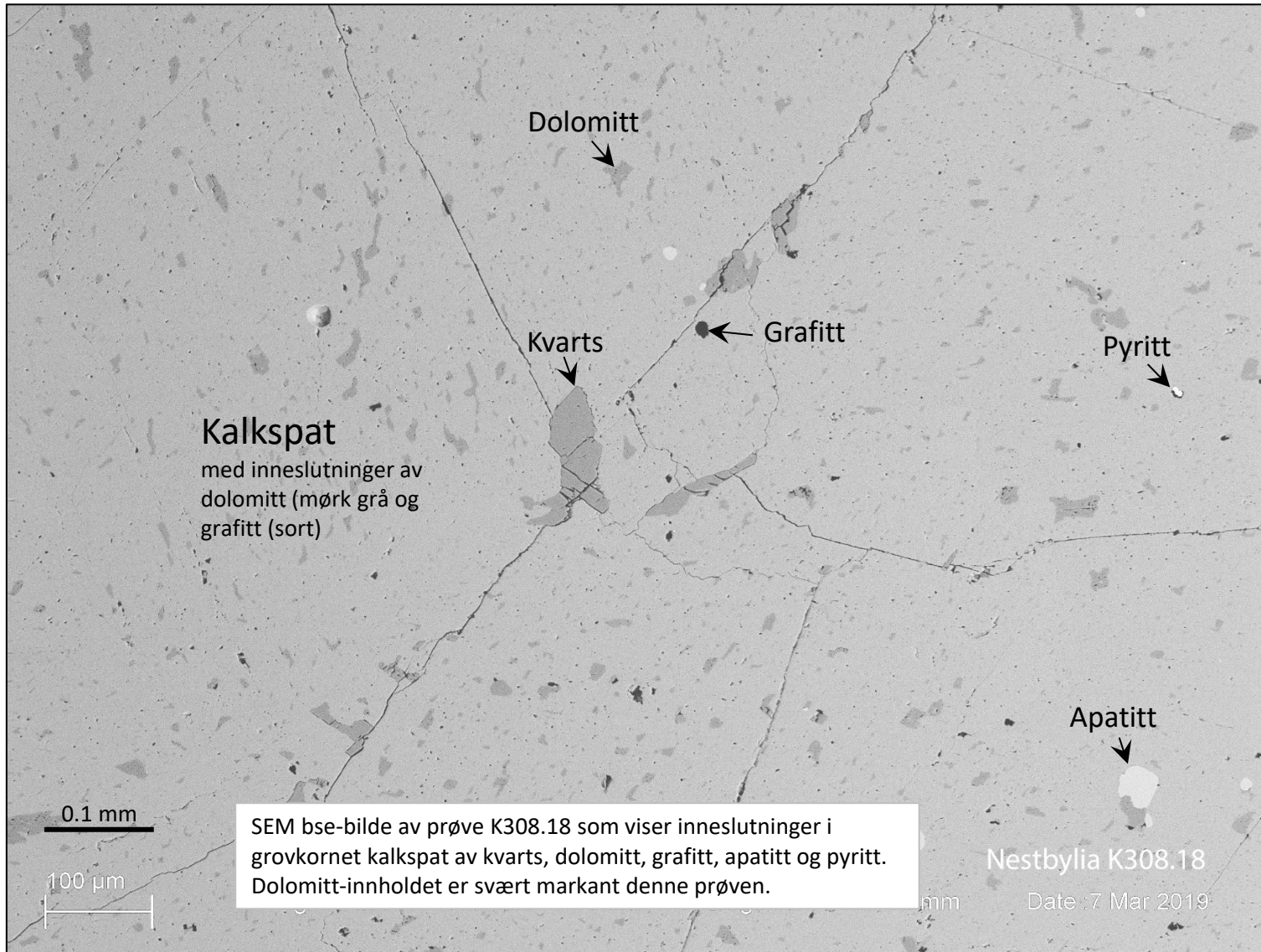




Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K308.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Karbonatet er grovkornet, med mye inneslutninger av grafitt (små sorte korn). Noen sorte korn er pyritt, men kan ikke i denne type bilder skilles fra grafitt.



Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K308.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Karbonatet er grovkornet kalkspat med inneslutninger av kvarts og grafitt (små sorte korn).



Vedlegg 11:

KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K310.18

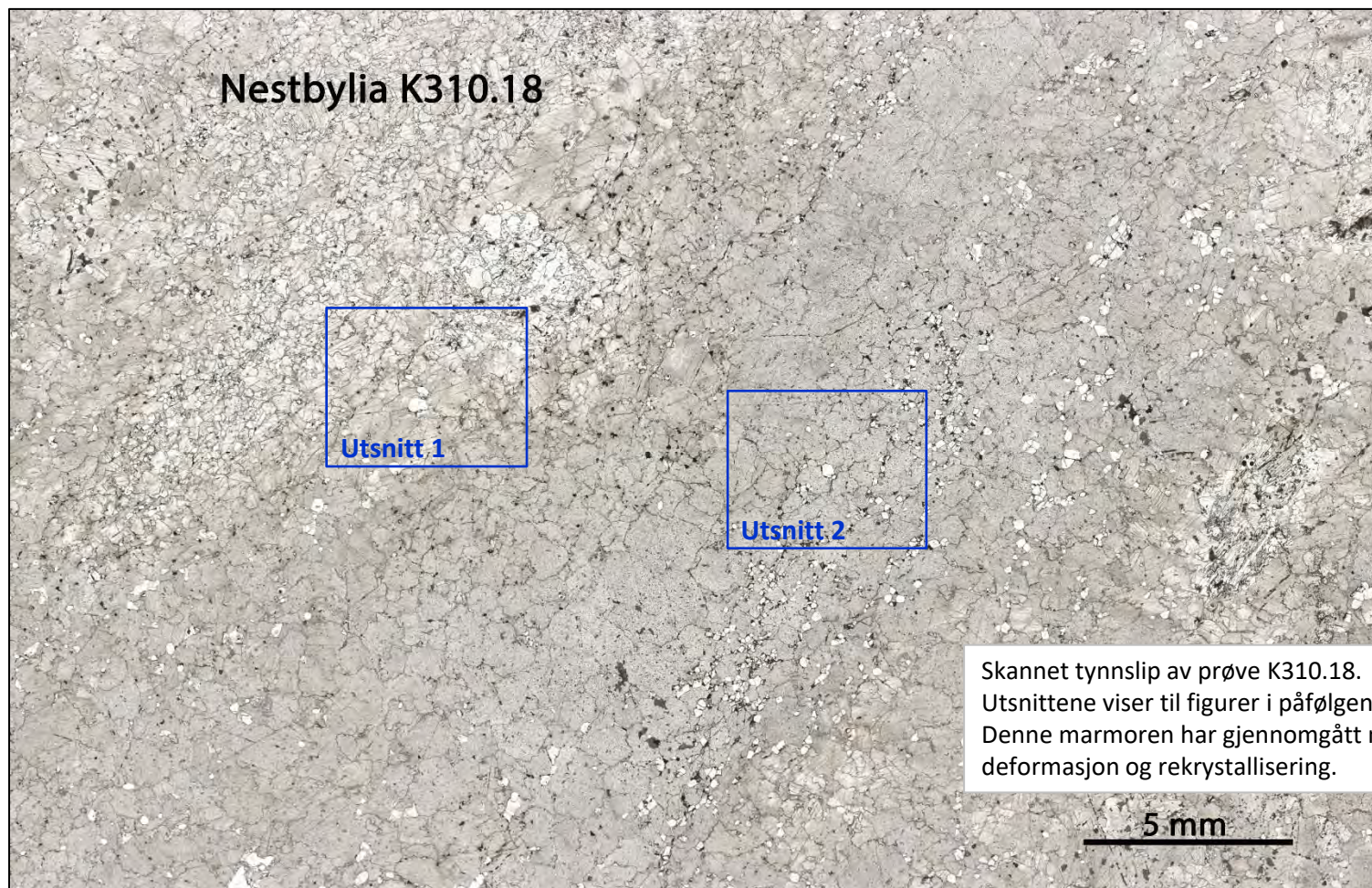
UTM-koordinat 513983 Ø, 7437947 N, sone 33

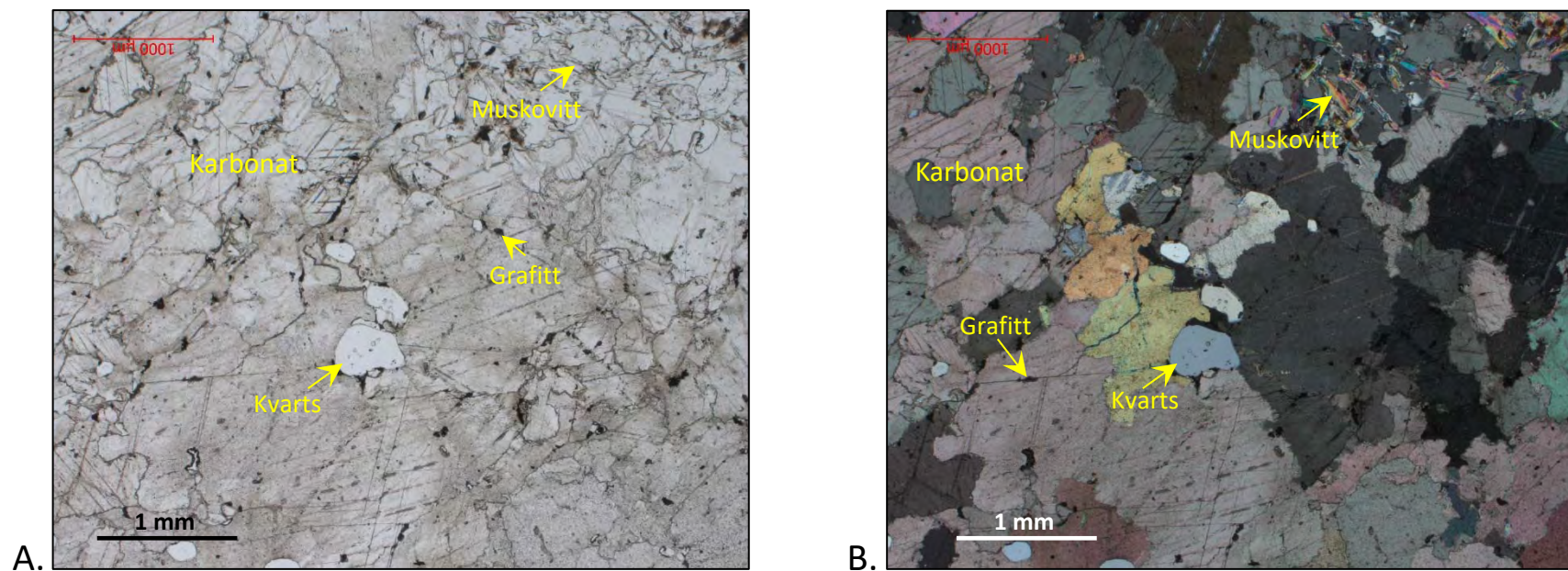


K310.18

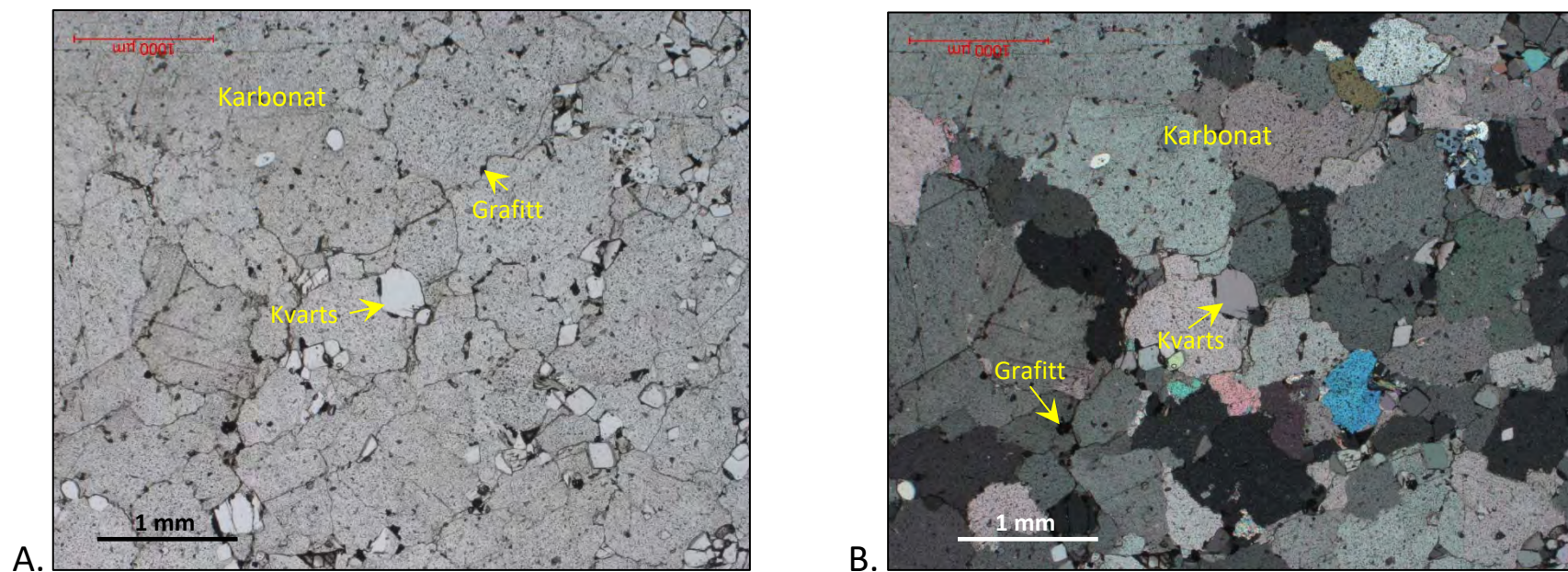
Fotografi av håndstykke av prøve K310.18. Bergarten er en grovkornet, hvit kalkspatmarmor med grå partier. Den hvite marmoren er yngst, og infiltrerer den grå marmoren til dels i form av årer.

1cm





Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K310.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Denne forholdsvis grovkornede marmoren har gjennomgått deformasjon og rekrySTALLISERING, og har et markant innhold av grafitt og kvarts.

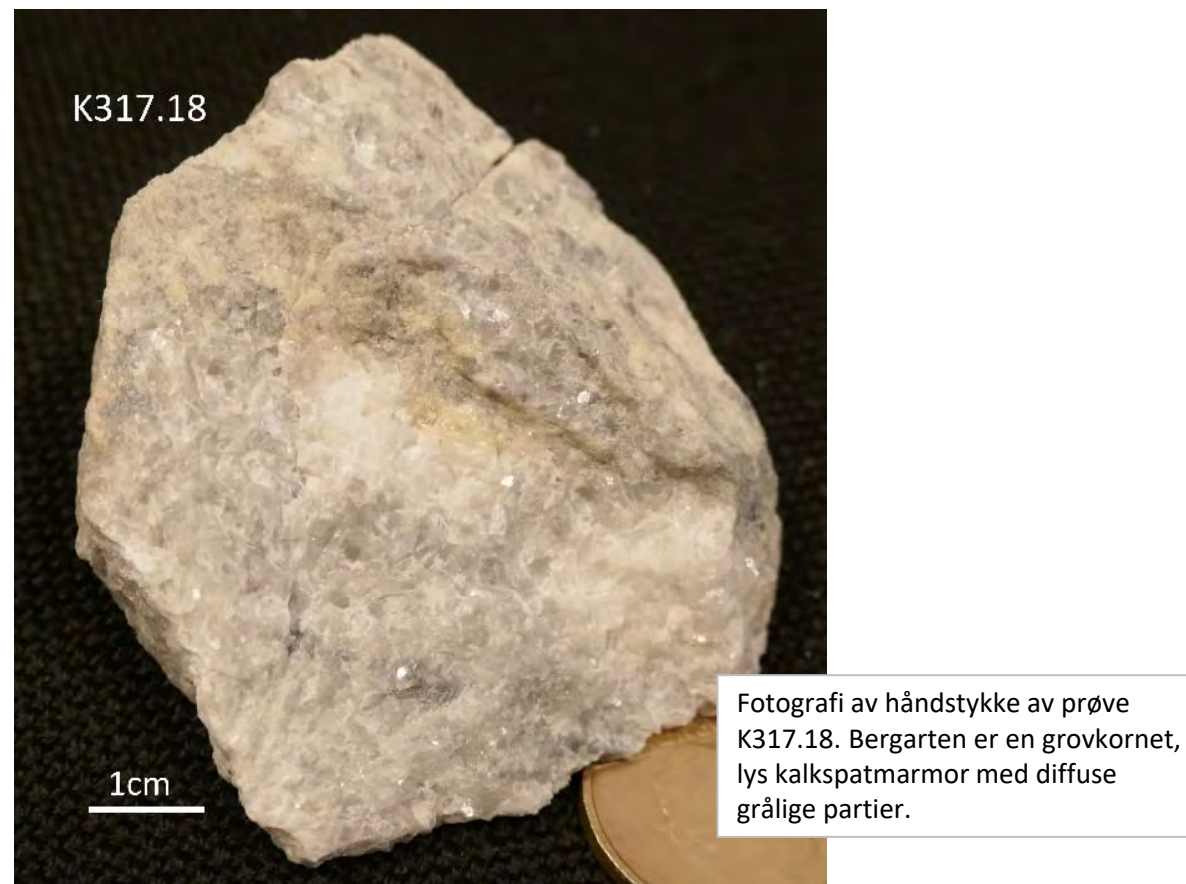


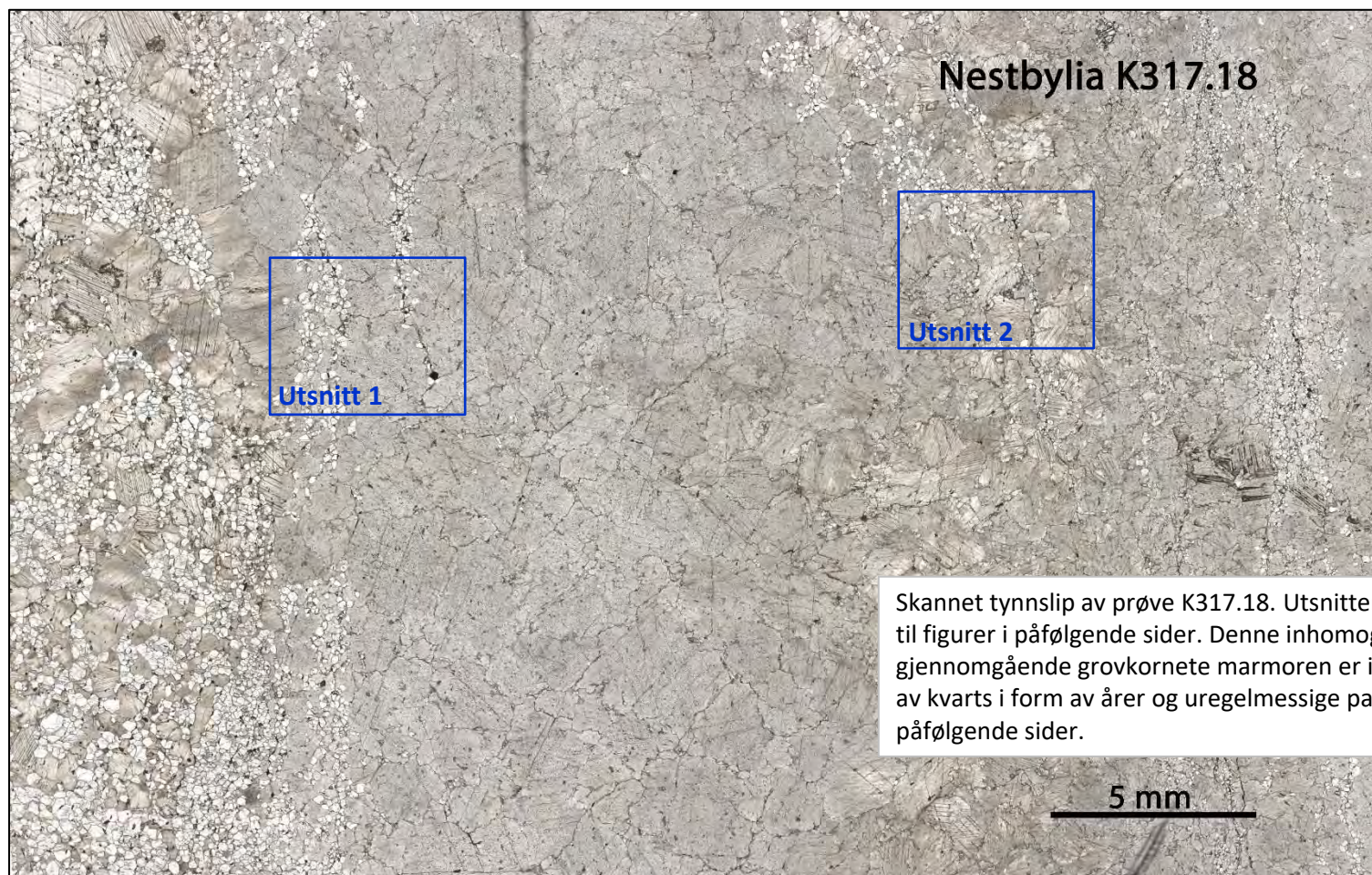
Fotografier tatt i optisk mikroskop (mikrofoto) av prøve K310.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Denne kalkspatmarmoren har et markant innholdet av grafitt og kvarts.

Vedlegg 12:

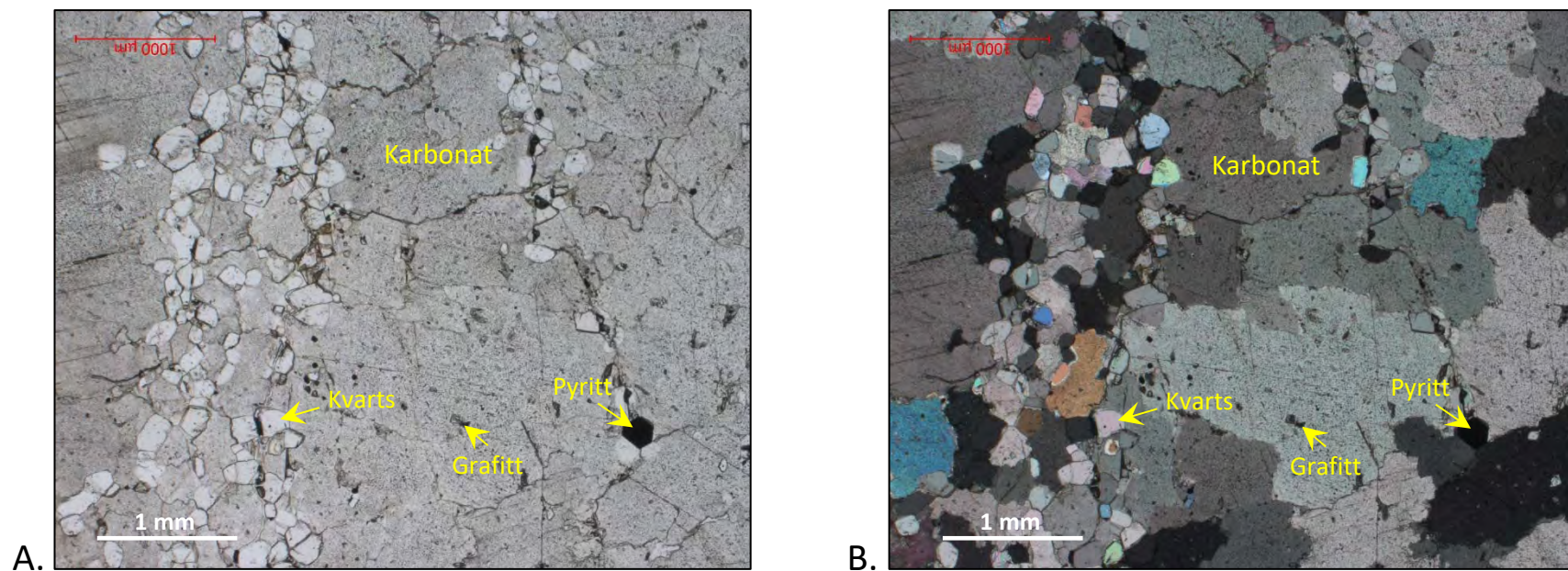
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K317.18

UTM-koordinat 513777 Ø, 7439736 N, sone 33

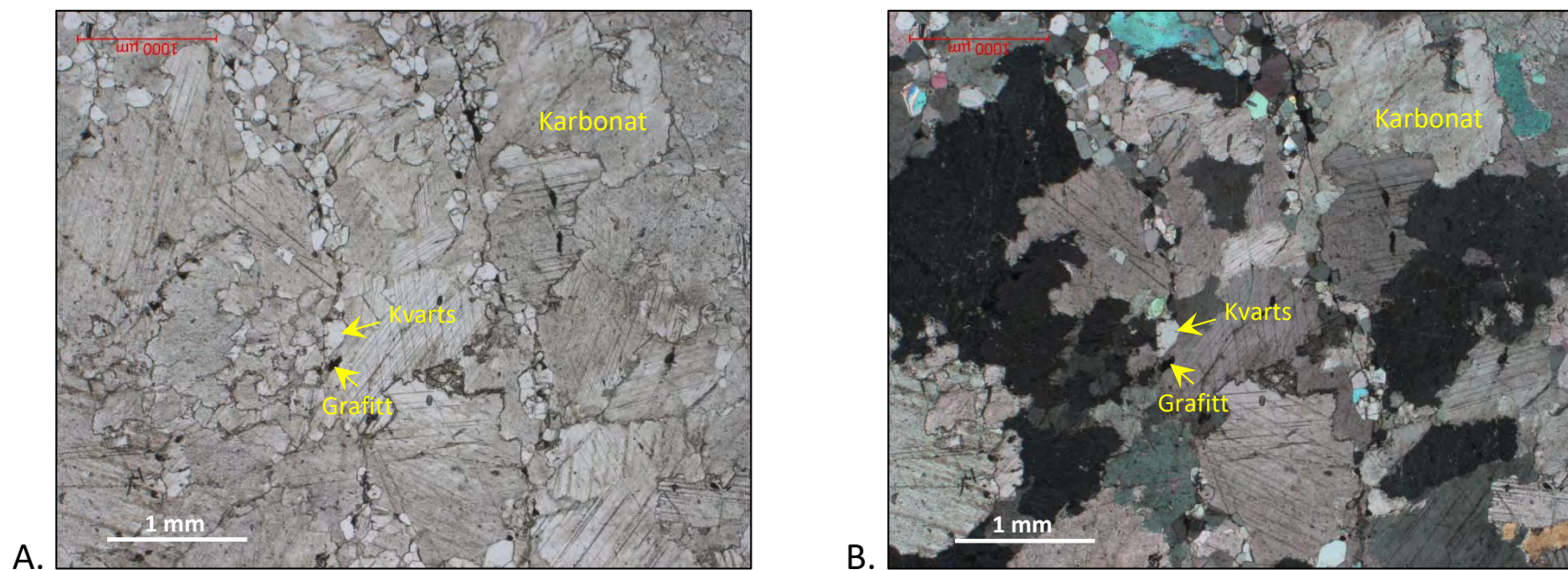




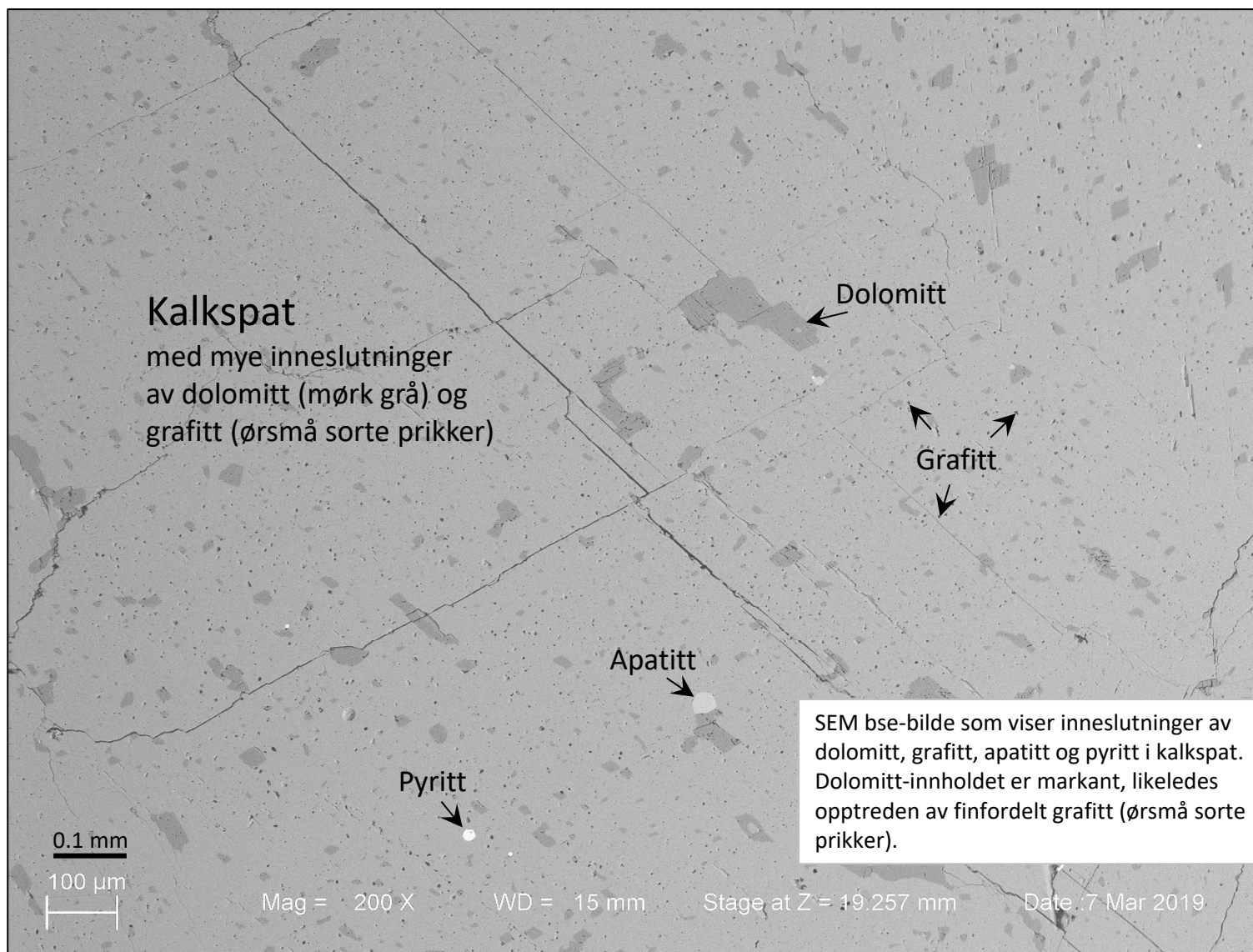
Skannet tynnslip av prøve K317.18. Utsnittene viser til figurer i påfølgende sider. Denne inhomogene og gjennomgående grovkornete marmoren er infiltrert av kvarts i form av årer og uregelmessige partier, se påfølgende sider.



Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K317.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Denne inhomogene og gjennomgående grovkornete marmoren er infiltrert av kvarts i form av årer og uregelmessige partier.



Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K317.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Denne inhomogene og gjennomgående grovkornete marmoren er infiltrert av kvarts i form av årer og uregelmessige partier.



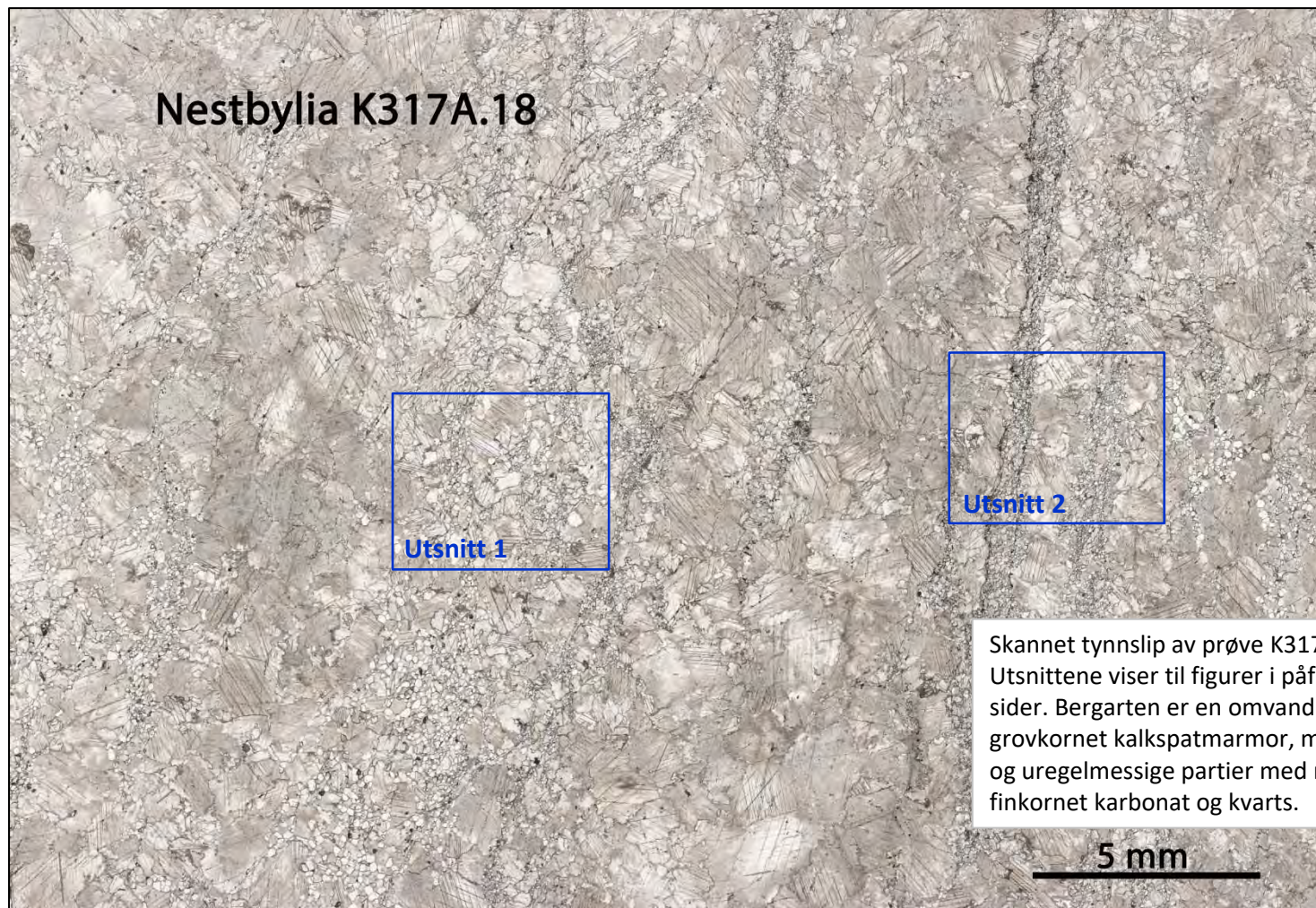
Vedlegg 13:

KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K317A.18

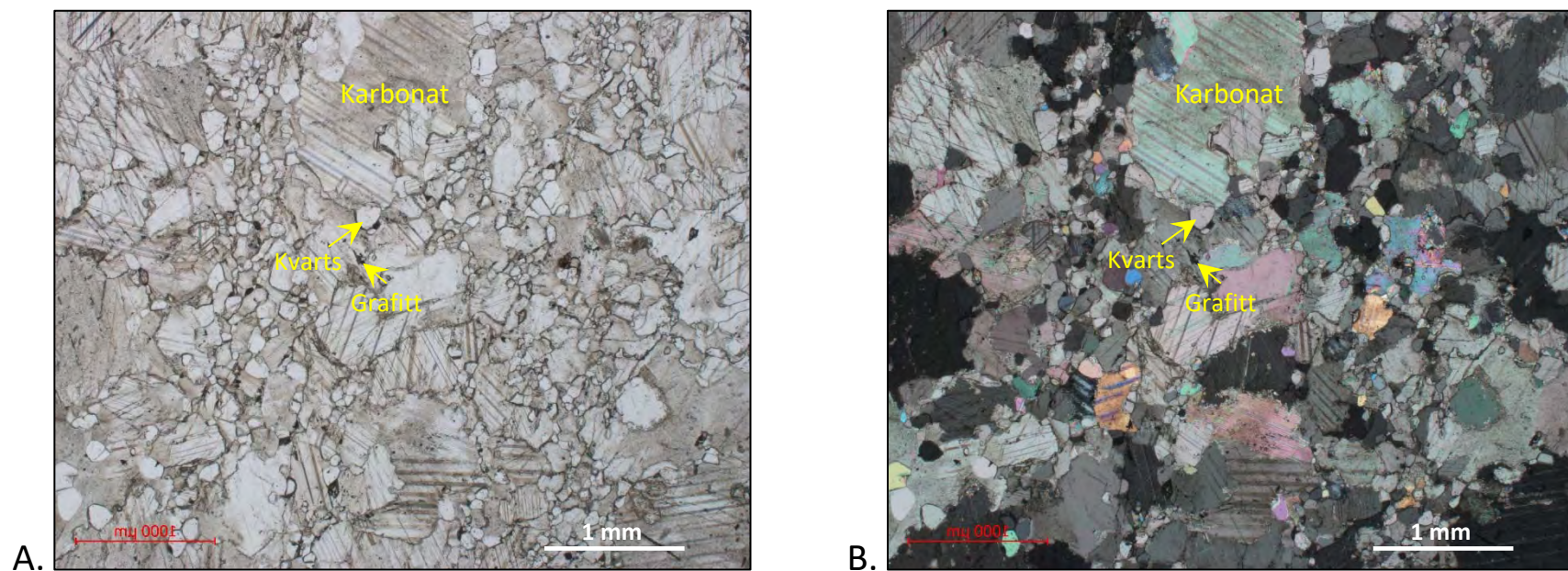
UTM-koordinat 513900 Ø, 7439566 N, sone 33



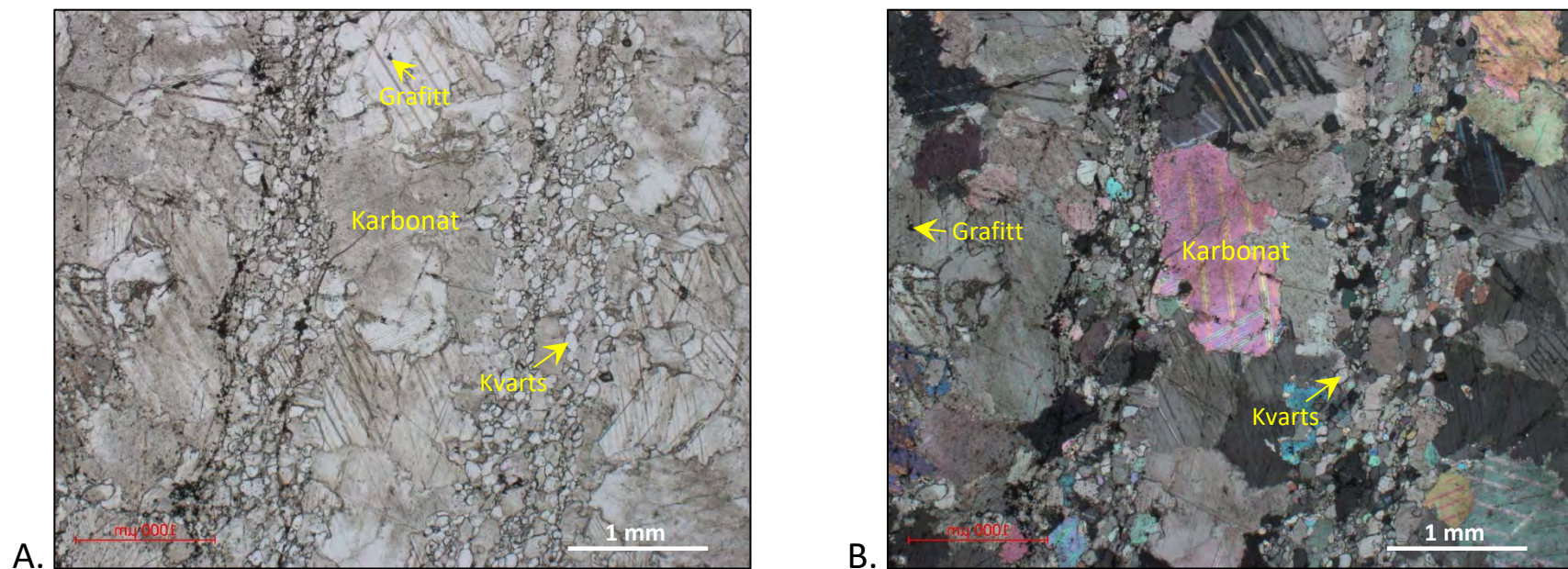
Fotografi av håndstykke av prøve K317A.18. Bergarten er en grovkornet, hvit kalkspatmarmor med grålige partier. Den hvite karbonatvarianten er tolket å være en relativt sett yngre dannelse, som har «spist» seg inn i den grå varianten.



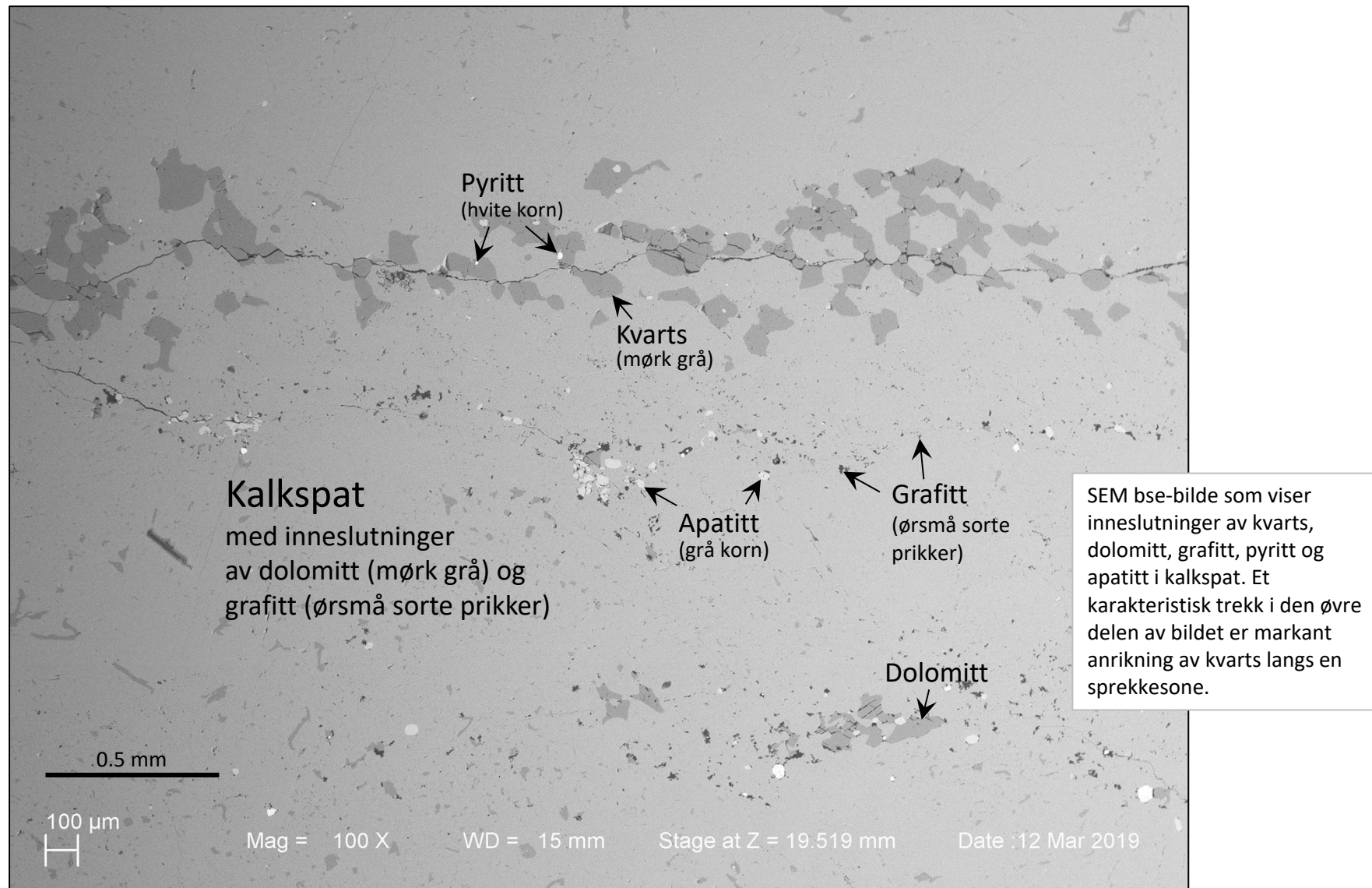
Skannet tynnslip av prøve K317A.18. Utsnittene viser til figurer i påfølgende sider. Bergarten er en omvandlet grovkornet kalkspatmarmor, med årer og uregelmessige partier med relativt finkornet karbonat og kvarts.



Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K317A.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Inhomogen. Gjennomgående grovkornet marmor, med uregelmessige anrikninger av relativt finkornet karbonat og kvarts.



Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K317A.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Gjennomgående grovkornet marmor, med årer og uregelmessige anrikninger av relativt finkornet karbonat og kvarts.



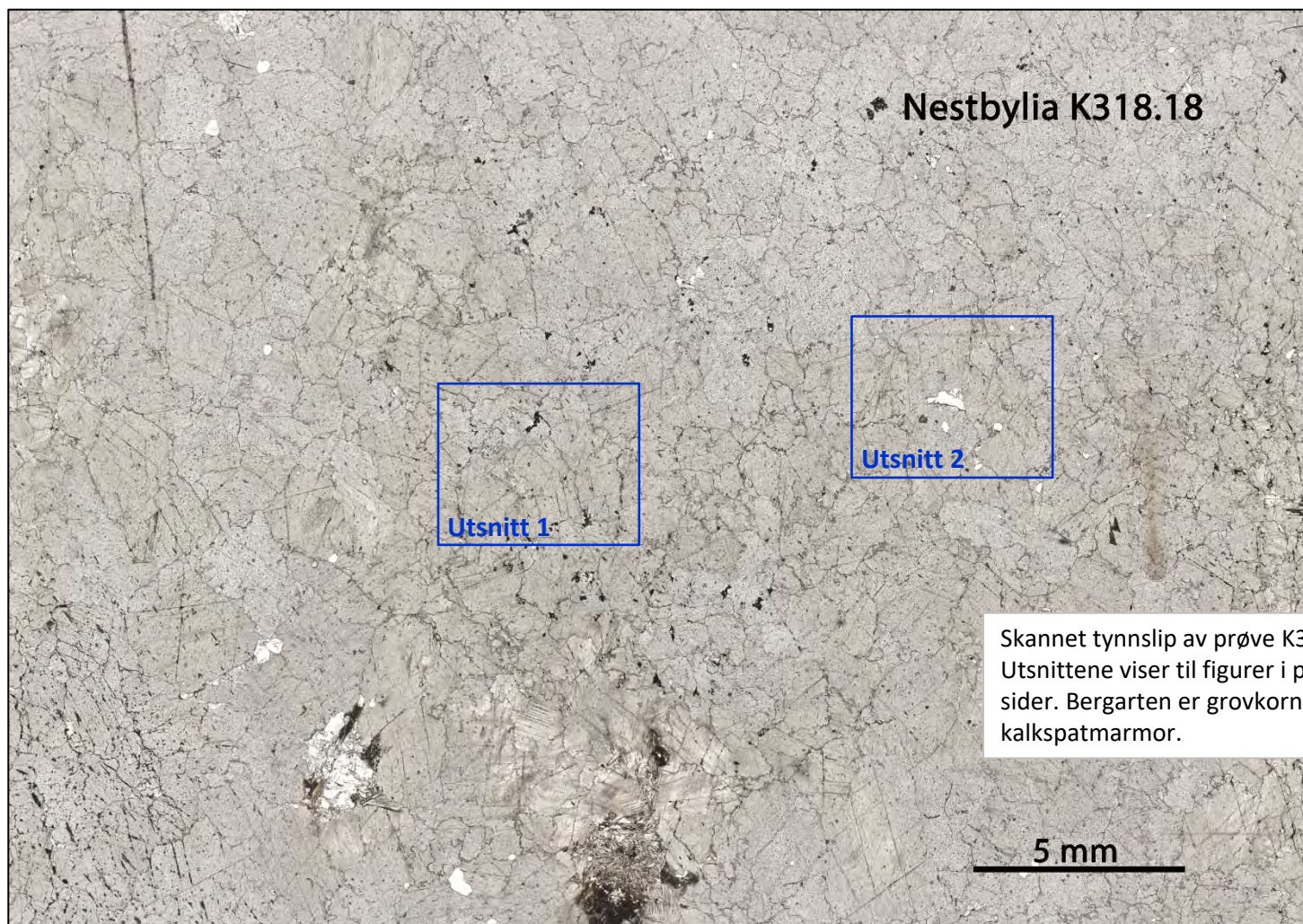
Vedlegg 14:

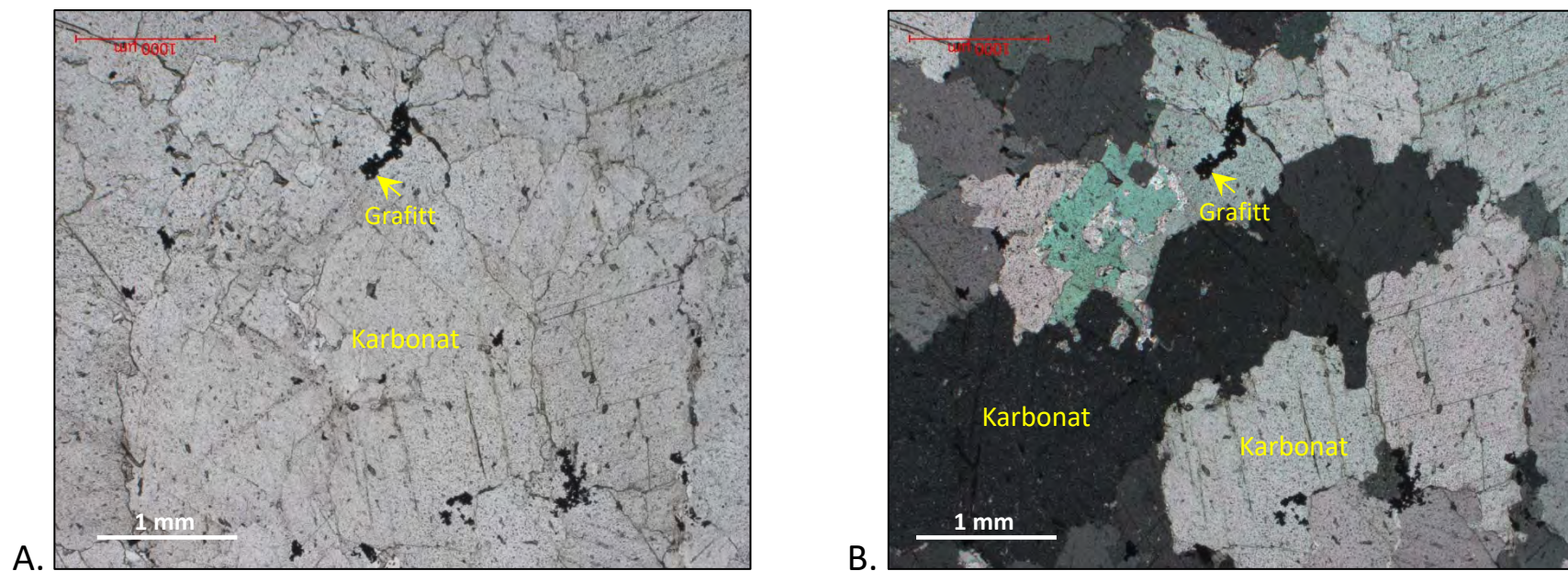
KARAKTERISERING AV KALKSPATMARMOR K318.18

UTM-koordinat 514595 Ø, 7439534 N, sone 33

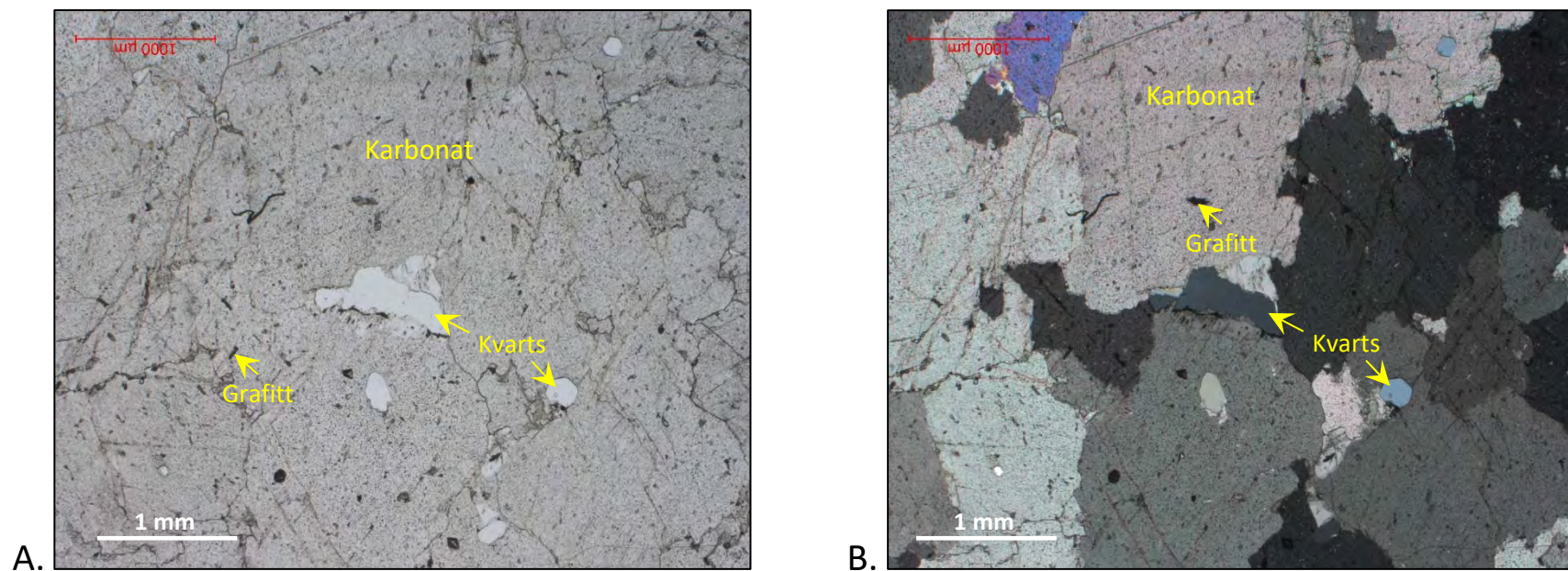


Fotografi av håndstykke av prøve K318.18. Bergarten er en grovkornet, lys kalkspatmarmor.

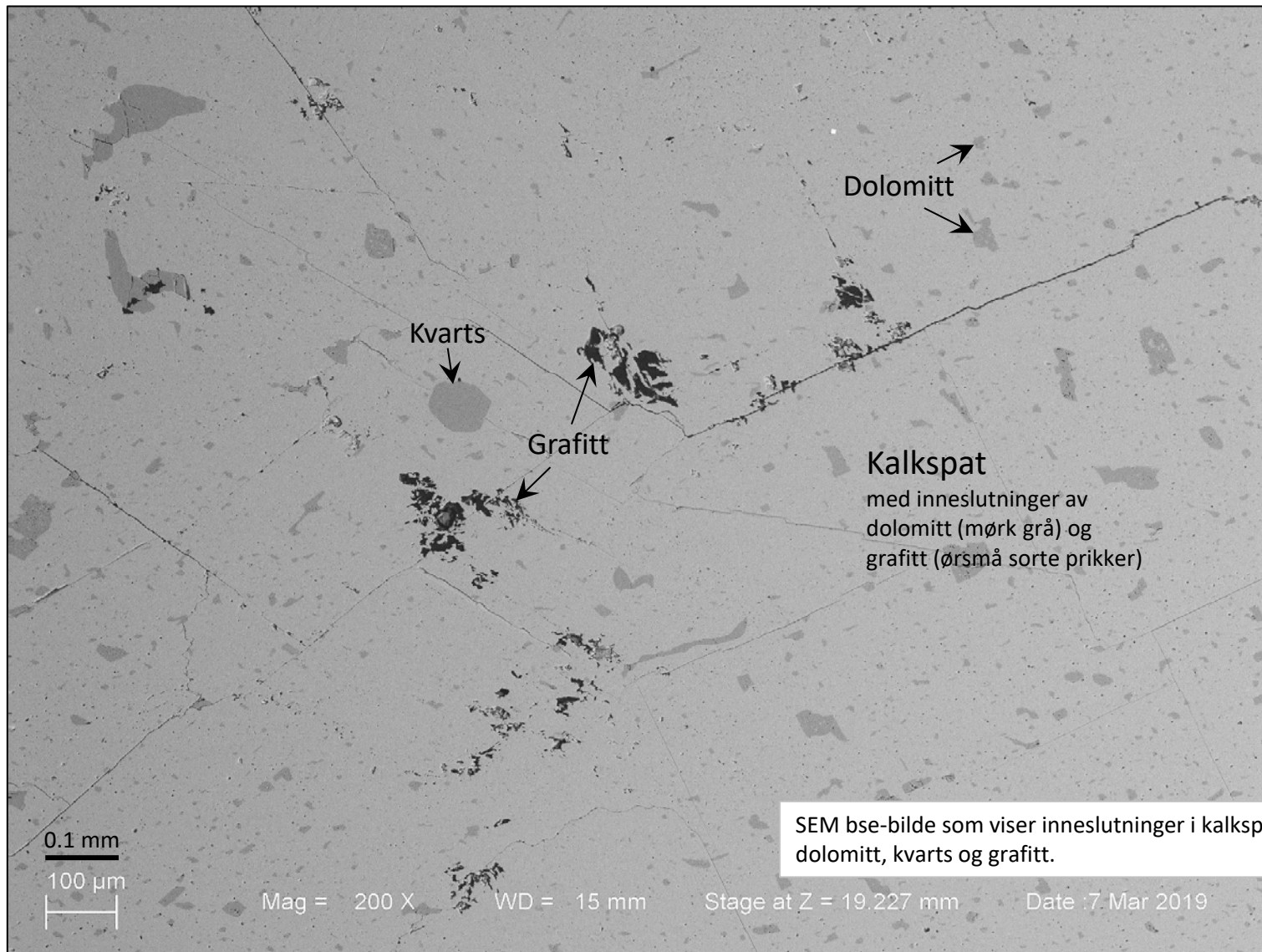




Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K318.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 1, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med markant innhold av grafitt.



Fotografier tatt i optisk mikroskop av prøve K318.18. De to bildene er av det samme utsnittet (utsnitt 2, s. 2), henholdsvis i gjennomfallende lys (A) og i krysset polarisert lys (B). Bergarten er en grovkornet kalkspatmarmor med markant innhold av grafitt og kvarts.





NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no