



# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·



<b>Rapport nr.:</b> 2015.021	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen	
<b>Tittel:</b> Dalhaugen klebersteinsforekomst, Vefsn, Nordland. Geologisk beskrivelse og avgrensing av forekomsten for bygningsstein.			
<b>Forfatter:</b> Gurli B. Meyer, Kari A. Aasly og Eirik Pettersen		<b>Oppdragsgiver:</b> Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider	
<b>Fylke:</b> Nordland		<b>Kommune:</b> Vefsn	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Mosjøen		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1927 III Elsfjord, 1926 IV Fustvatnet	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Dalhaugen (1824-617) Sone 33, 422059, 7621041		<b>Sidetall:</b>	<b>Pris:</b>
<b>Feltarbeid utført:</b> 2013 og 2014		<b>Rapportdato:</b> 17.04.2015	<b>Prosjektnr.:</b> 360200
			<b>Ansvarlig:</b> <i>Kari A. Aasly</i>
<b>Sammendrag:</b> Rapporten oppsummerer undersøkelser foretatt av Norges geologiske undersøkelse (NGU) i samarbeid med Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) og Per Storemyr fra Archaeology & Conservation Services. Undersøkelsene har som mål å avgrense og vurdere kvaliteten av klebersteinsforekomsten Dalhaugen i Vefsn kommune, Nordland. Rapporten gir en geologisk oversikt over forekomsten og en avgrensing av et parti av kleberstein som kan egne seg for uttak av emner til videre forskning. Dalhaugen utgjør en fjellknaus sentralt i Drevjedal med den nye Fylkesvei 78 skjærende igjennom den vestlige delen av knausen. Den sentrale delen av Dalhaugen består av gabbro som er relativt hard og motstandsdyktig mot erosjon sammenliknet med de omkringliggende bergartene. Gabbroen er omdannet i varierende grad, og mot nord og sør er den helt eller delvis omdannet til kleberstein. Rundt dette partiet opptrer en sekvens av marmor og glimmerskifer med ganger av granittisk pegmatitt. Det er sporadiske spor etter uttak av blokk fra en steinur i nord, og et enkelt forsøksbrudd er registrert i den vestlige delen av knausen. Utover det er det ikke observert spor av tidligere uttak. De foreløpige undersøkelser viser at partiet i nord har en relativt homogen og massiv kleber med ubetydelig foretrukken kløv, og er den del av forekomsten som best møter kravene til steinkvalitet hos NDR. En sentral del av dette partiet kan være egnet for bearbeiding av ornamentikk og skulpturer, mens den øvrige delen i nord trolig vil egne seg bedre til kvadre og andre bygningselementer med enkle profiler. Partiene i sør og mot vest har en gjennomgående foliasjon/kløv, og blokker fra denne delen vil trolig dele seg opp i større flak under uttak og bearbeiding. Sprekkemønsteret i de blottlagte deler av forekomsten følger minst fire ulike retninger og vil kunne gi utfordringer for en framtidig drift med linesaging. Småskaladrift som tar hensyn til sprekker og kvalitet antas å gi optimal blokkstørrelse med lavest mulig skrotandel.			
<b>Emneord:</b> Kleberstein	Gabbro	Bygningsstein	
Nidarosdomen	Naturstein		

## **Innhold**

1. Innledning.....	4
2. Rapportens hovedkonklusjoner.....	5
2.1 Forekomstens geologi.....	5
2.2 Kvalitet og variasjoner i forekomsten, sammenligning med andre klebersteinsvarianter.....	5
2.3 Blokkstørrelse og uttak (sprekker og slikt, blokkpotensial).....	6
2.4 Tilgjengelig mengde kleberstein .....	6
2.5 Forutsetninger for drift .....	6
2.6 Anbefalinger for videre undersøkelse.....	6
3. Detaljerte geologiske beskrivelser.....	7
3.1 Bakgrunn .....	7
3.2 Kleberstein i Mosjøenområdet.....	9
3.3 Dalhaugens geologi .....	9
4. Mineralogi og hardhet.....	12
5. Blokkstørrelse, sprekkesystemer og kløv .....	17
6. Avgrensning av forekomsten.....	26
7. Referanser.....	27

## **Vedlegg**

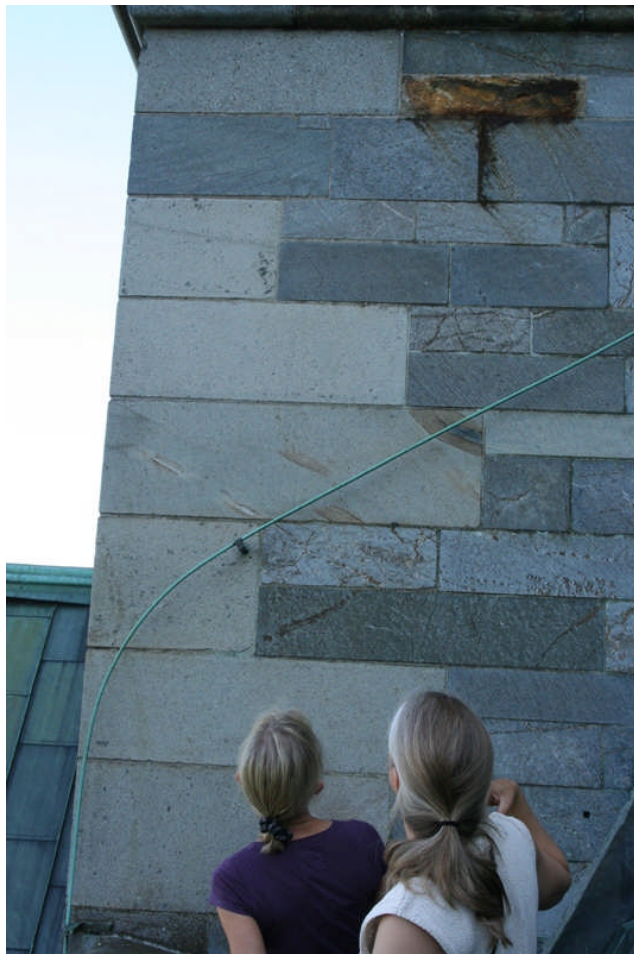
Vedlegg 1: Liste over observasjoner i felt

Vedlegg 2: Notat fra NGU til NDR av 26.februar 2015

## 1. Innledning

Kleberstein er en geologisk ressurs som har vært viktig i Norden helt fra de tidlige bosettinger tok i bruk kleber som fiskesøkker, spinnehjul og vevelodd. Senere samfunn lagde støpeformer for objekter i bronse og edle metaller. Også gryter, urner, kunstgjenstander og etter hvert ovner ble utformet av kleberstein. Det som gjorde kleberstein så utbredt i både hverdag, håndverk og ritualer var at materialet var mykt og lett å bearbeide med enkle steinredskaper. Samtidig tåler kleberstein direkte varmpåvirkning uten å sprekke opp, i motsetning til de fleste andre steintyper. Fra og med middelalderen ble flere kirker, klostre og festningsanlegg oppført i kleberstein. Her var Nidarosdomen intet unntak. En oversikt over de steinbrudd som er brukt gjennom ulike tider finnes i Storemyr (1997).

Kleberstein er en steintype som gjennom ulike geologiske prosesser har blitt omdannet fra andre bergarter. Utgangsbergarten for de mange typer kleberstein er gjerne gabbroiske eller ultramafiske bergarter, og prosessene som førte til kleberdannelsen har involvert høye trykk og temperaturer samt kalsium- og CO<sub>2</sub>-holdige væsker og gasser. Når variasjonen i utgangspunktet og prosessene varierer sterkt, ligger det i kortene at også produktene blir ulike. Hver blokk en tar ut fra en klebersteinsforekomst er unik, og det krever lang kunnskap som steinhugger å tilpasse profiler og bæreretning riktig i steinen for både å spare tid og unngå skader på lang sikt. Det finnes en mengde ulike klebertyper, farger og mønstre, og ser en på veggene i Domkirken er det tydelig hvor stor variasjonen er (Figur 1).



*Figur 1. Parti av muren i et av tårnene. Murverket er rekonstruert, og stein fra mange ulike brudd er anvendt side om side med gjenbrukt eldre stein. Den rustfargede steinen øverst i bildet er sannsynligvis kleberstein fra Grytdal, en steintype som har gitt store problemer i ettertid både med forvitring og ekspansjon.*

Steinhuggerne som arbeider med restaureringen i dag står overfor en stor utfordring. Ingen av de gamle og yngre bruddene i Norge er i drift i dag, og det er svært kostbart å starte opp nye brudd. Magasinet av stein holder gradvis på å tømmes. Dermed er det stort behov for å finne nye forekomster som ikke tidligere har vært i bruk, eventuelt å ta opp drift i eldre brudd med stein som har vist god holdbarhet i kirken. Samtidig er det ønskelig å finne stein som har mest mulig like egenskaper i alle retninger og ikke er for hard å bearbeide. Det oppstår lett et motsetningsforhold mellom ønsket om myk stein som er lett å forme og holdbar stein som ikke forvitrer. I tillegg kommer problemstillinger rundt vern av gamle steinbrudd, naturtyper og nasjonalparker. Et godt eksempel på en kleberforekomst som har alle disse dilemmaene i en og samme forekomst er Bubakkforekomsten på Kvikne i Hedmark (Grenne og Heldal 2001, 2002 og Storemyr 1997). Mulighetene for å finne forekomster som oppfyller kriterier til moderne drift og samtidig ikke er i konflikt med vern er forholdsvis begrensede i Norge.

Dalhaugen i Vefsn kommune i Nordland fylke er tema for denne rapporten. Dette er en forekomst som kan oppfylle flere av de krav som stilles til restaureringsformål og småskala drift. En fullstendig gjennomgang av kulturminner og mulige konflikter i forhold til vern gjenstår i skrivende stund, men foreløpige undersøkelser er positive i forhold til slike kriterier. En ny rapport peker også på forekomsten som en god kandidat i forhold til holdbarhet (Storemyr 2014). Huggeforsøk på blokker fra Dalhaugen er iverksatt ved NDR, men konklusjonene fra arbeidet foreligger ikke ennå.

De første konklusjoner fra NGUs undersøkelser av Dalhaugen foreligger som et NGU-notat (Meyer og Aasly 2015). Notatet er vedlagt i sin helhet (vedlegg 2) og gir en utvidet oversikt over kjente kulturminner og tidligere inngrep i forekomsten. Foreliggende rapport legger vekt på de geologiske hovedtrekkene ved forekomsten, de viktigste resultatene fra mikroskopering, samt foreløpige undersøkelser av sprekkesystemer og kløvretninger. Rapporten gir anbefalinger for mulig trasé for driftsvei til forekomsten. Avsnitt 1 gir en kortfattet hovedkonklusjon for hele rapporten, mens de påfølgende avsnitt gir detaljerte geologiske beskrivelse og en sammenlikning av mineralogi og teksturer med kleberstein fra Bjørnålia.

## **2. Rapportens hovedkonklusjoner**

### **2.1 Forekomstens geologi**

Dalhaugen i Drevjedal består av gabbroiske og ultramafiske bergarter i den sentrale og høyeste delen. Fra gabbroen og utover sees gradvis overgang til omdannet gabbro og lengst mot nordvest og mot sør er bergarten helt omdannet til kleberstein. Hele partiet av gabbro og kleberstein er omgitt av glimmerskifer og marmor, men det finnes også enkelte linser av slike bergarter innesluttet i gabbro. Den nordvestlige delen av klebersteinsforekomsten er generelt minst påvirket av deformasjon (pressing og skifrihetsutvikling). I dette området er klebersteinen mest massiv. Området vil derfor egne seg best for bygningsstein.

### **2.2 Kvalitet og variasjoner i forekomsten, sammenlikning med andre klebersteinsvarianter.**

Kvaliteten varierer en del i forekomsten. Dette skyldes varierende hardhet og kløv. Områder med sterkt utviklet kløv vil gi bust ved hugging og svakhetsplan hvor klebersteinen kan spaltes.

Hardheten har sammenheng med innholdet av mineralet amfibol, der de mykeste variantene inneholder minst amfibol. Sammenlignet med kleberstein fra Bjørnålia og Kvikne er imidlertid amfibolinnholdet relativt høyt selv i de mykeste variantene, noe som trolig vil gi en opplevelse av en hardere stein. På den andre siden armerer nåler og nettverk av amfibol kleberstein fra Dalhaugen godt. Kleberstein fra Dalhaugen er også mer finkornet enn tilsvarende fra Bjørnålia. Samtidig viser prøvene fra Dalhaugen et lavere innhold av både karbonat og biotitt (mørk glimmer) sammenlignet med prøver fra Bjørnålia. Dette er faktorer som til sammen gjør at man kan forvente at kleberstein fra Dalhaugen vil forvitre mindre enn Bjørnålia. Observasjoner av forvitring i bruddet ved Bjørnålia viser at overflater forvitrer forholdsvis raskt sammenliknet med andre typer kleber. Tilsvarende studier av blokker som har ligget eksponert i en steinur i Dalhaugen siden istiden viser en betydelig lavere grad av forvitring.

### **2.3 Blokkstørrelse og uttak (sprekker og slikt, blokkpotensial)**

Sprekker og kløv i Dalhaugen er variabler som regulerer blokkstørrelse og huggekvalitet. Det er kartlagt 5 ulike sprekkesystemer i Dalhaugen. Disse vil være med på å begrense størrelsen på blokkene som tas ut. Basert på sprekkkartlegging og vurdering av de blokkene som ligger i steinuren ved Dalhaugen kan en forvente blokker i størrelsesorden fra 20-50 cm opptil 200 cm.

### **2.4 Tilgjengelig mengde kleberstein**

Det vil ikke være mulig å estimere forekomstens volum basert på de opplysningene som foreligger nå. I tillegg til at kvalitet og sprekkemønster varierer gjennom forekomsten, er store deler av området overdekket med vegetasjon. En avdekning av området forventes å gi et bedre bilde av ressursen. Likeså vil kjerneboring kunne gi indikasjon på variasjoner mot dypet. Det området som egner seg best til uttak varierer topografien en del, men arealet er omtrent 200 meter langt og 40 meter bredt.

### **2.5 Forutsetninger for drift**

For at drift av forekomsten kan settes i gang må de riktige tillatelse være gitt av Vefsn kommune. NRD har startet denne prosessen. Dette innebærer godkjenning av både uttak og adkomst til forekomsten. Likeså må det utelukkes at det ikke finnes prereformatoriske kulturminner i området. Det er også en forutsetning at ikke sprekkene opptrer hyppigere enn det som allerede er kartlagt samt at tettheten av kvarts- og/eller karbonatårer ikke øker.

### **2.6 Anbefalinger for videre undersøkelse**

NGU anbefaler videre undersøkelser av forekomsten i form av avdekking av det mest interessante området. Det bør gjøres en detaljert kartlegging av sprekker og årenettverk samt huggetekniske egenskaper i avdekket området. Kjerneboring kan etter hvert bli aktuelt for å gi et bedre bilde av sprekkemønsteret og fordeling av bergarter mot dypet. Boringer vil gi grunnlag for å gjøre volumberegning. Det anbefales videre å starte eventuell prøvedrift for uttak av enkeltblokker i det mest egnede området når forekomsten er vurdert etter avdekking. NGU anbefaler ikke at det tas ut blokker fra steinuren til hugging. Dette vil ikke gi riktig bilde av forekomstens kvalitet ettersom man ikke vet hvor blokkene er rast ut fra.

### 3. Detaljerte geologiske beskrivelser

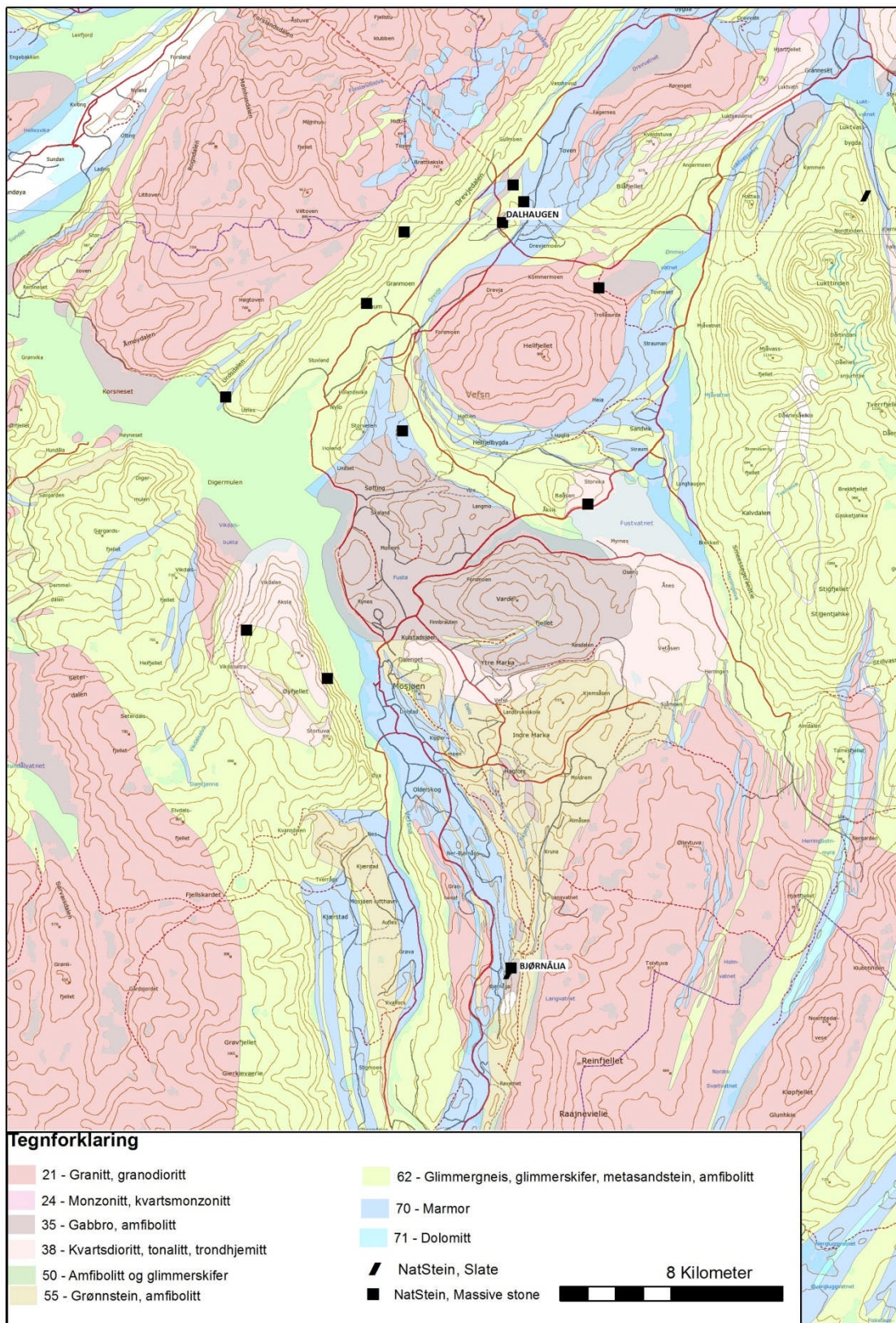
#### 3.1 Bakgrunn

Figur 3 viser hvor Dalhaugen ligger i forhold til ulike geologiske enheter, som alle tilhører Helglandsdekket. Helglandsdekket er en av mange tykke 'flak' av fjell som ble skjøvet sammen og dannet det som vi kaller den kaledonske fjellkjede, eller Kaledonidene. Kaledonidene bygget seg opp gjennom et langsamt sammenstøt mellom to store kontinenter, Baltica og Laurentia og kulminerte omkring slutten av silurtiden, for ca. 420 millioner år siden, da fjellkjeden trolig var høyere enn dagens Himalaya. De store granittene vi finner i Helglandsdekket ble dannet som et resultat av de høye temperaturene og det høye trykket som oppsto dypt i fjellkjeden. Fjellet smeltet opp og dannet granitt. Likedan er Mosjøengabbroen dannet i denne begivenheten for litt over 420 millioner år siden (Michelson 1986).

Kaledonidene ble gradvis slitt ned av erosjon og ble etter hvert til et flatt sletteland. For mellom 175 og 56 millioner år siden begynte jordskorpen å sprekke opp da Atlanterhavet åpnet seg. Under oppsprekningen hevet jordskorpen seg igjen og elver og breer eroderte og skapte daler og fjell, og vi fikk etter hvert det fjellskapet vi har i dag. Sporene etter breenes arbeid ser vi godt som skuringsstriper i kleberstein på sørsiden av Dalhaugen (Figur 2).



*Figur 2. Svaberg av kleberstein i Dalhaugen avdekket i forbindelse med byggingen av nye Fylkesvei 78 gjennom Drevjedalen. Berget og skuringsstripene har vært dekket av sedimenter siden istiden. Dette har gjort at stripene er bevart, godt beskyttet mot forvitring av løsmasser. Isen har tydelig beveget seg langsetter berget på sin vei gjennom Drevjedalen, og stein i isen har slipt furer i berget. I forgrunnen ses også riper og spor etter gravemaskin, noe som vitner om en myk bergart. Denne delen av kleberkroppen er ikke egnet som bygningsstein på grunn av en gjennomgående kløv og serier av tynne skjærsoner. Lokalitet 44.*



Figur 3. Utsnitt av NGU database for Mineralressurser og berggrunnskart over Mosjøen-området, med markering av de viktigste kleberforkomster. Hele den geologiske sekvensen vist på kartet tilhører Helgelandsskudet. Detaljert informasjon om de ulike bergarter på kartet finnes i databasen på <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>.



### 3.2 Kleberstein i Mosjøenområdet

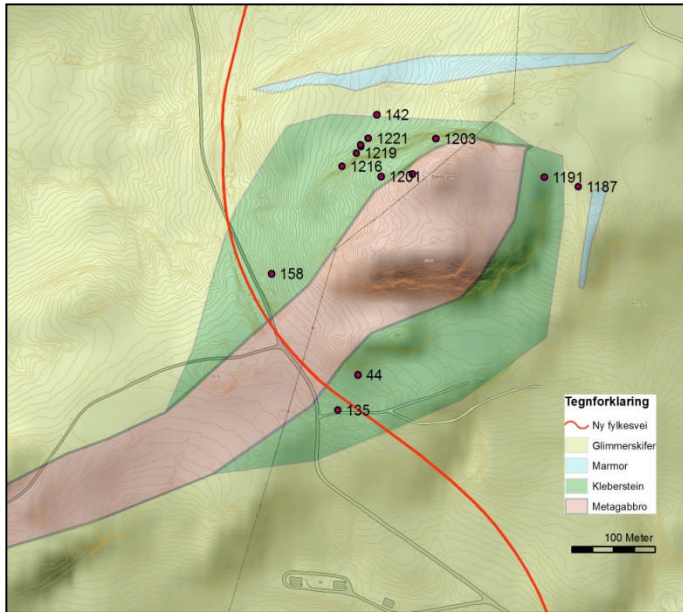
Kleberstein er en metamorf bergart som består av varierende mengder av mineralene talk, kloritt, ulike amfiboler, glimmer, ulike karbonater, serpentin, oksider og litt sulfider. Vanligvis har bergarten en grønnlig eller gråblå farge, og den kan ha årer og ganger av karbonat. I området omkring Mosjøen finnes flere forekomster av kleberstein (se NGUs Mineralressursdatabase <http://geo.ngu.no/kart/mineralressurser/>). I boken Bygningstein i Nordland (Lindahl, 2012) finnes også beskrivelser av ulike kleberforekomster i Nordland. I Figur 3 er vist de brudd som er registrert i NGUs database. Bjørnålia sør for Mosjøen er markert på kartet ettersom forekomsten har vært i omfattende bruk i restaureringen av domkirken. Storemyr (1997) anslår at det er brukt 7500 m<sup>3</sup> kleberstein derfra. Sammen med en hel rekke andre klebersteinkropper danner Bjørnålia og Dalhaugen en serie forholdsvis små 'klumper' – rester av eldre gabbroer og ultramafiske bergarter – som har blitt strukket ut og klempt sammen i fjellkjeden. På sørsiden av Dalhaugen finner vi en kontakt mellom gabbro og glimmerskifer med folder (Figur 4). Kontaktforholdene her tyder på at gabbroen trengte seg inn i sedimentære bergarter som allerede hadde gjennomgått foldning og metamorfose. Alderen på disse gabbro- og kleberkroppene er ukjent.



Figur 4. Kontakt mellom kleberstein/ gabbro og staurolittglimmerskifer sør for Dalhaugen. Lokalitet 1187.

### 3.3 Dalhaugens geologi

Figur 5 er basert på egen kartlegging utført i prosjektet. Det er ikke gjort noe forsøk på å kartlegge detaljene i bergartene rundt, men to enheter av marmor er vist fordi disse inneholder små synkehull og hulrom. Nær toppen av Dalhaugen og i veiprofilet langs den nye Fylkesvei 78 er gabbroen minst omvandlet. Opprinnelig har den bestått av amfibol, pyroksen, plagioklas, oksider og mindre mengder andre mineraler. Teksturen varierer noe gjennom kroppen. To eksempler på lite omdannede varianter er vist i figur 6.



Figur 5. Forenklet geologisk kart over Dalhaugen. De nummererte punktene er observasjonslokaliteter som det er referert til i denne rapporten. Den opprinnelige gabbroen er metamorft omdannet, og det er bare den sentrale delen nærmest toppen som har bevart mineralogi og tekstur fra gabbroen. Mot flankene, hvor trykket antakelig var høyest, er gabbroen omdannet til kleberstein. Gabbroen er omsluttet av glimmerskifer og marmor. På kartet er overgangen mellom gabbro og kleber vist som en skarp grense, men egentlig er det en gradvis overgang over 5-10 meter.

Det mest karakteristiske ved gabbroen er flekker eller hullete kuler og lister som kan være 5-20 millimeter store. De kalles for oikokryster og består av amfibol og pyroksen. De kuleformede kornene inneholder mengder av ørsmå lommer av plagioklas. Kulene henger så vidt sammen i tre dimensjoner, men likevel kan de løsne fra overflaten som samlede fragment under huggearbeid. Dette trekk ved Dalhaugen er veldig likt Grunnesforekomsten i Målselv og kan medføre en del merarbeid under hugging av ornamentikk. Fra topp-punktet i retning nord og sør er disse kulene helt eller delvis omvandlet til et finkornet mykere materiale slik at huggeegenskapene vil bli mere lik i alle retninger. Flekkene er fortsatt synlige som mørkere partier, og spesielt i overgangen mellom gabbro og kleber vil det fortsatt være rester igjen av amfibol (Figur 7).



Figur 6. To varianter av klebersteinens moderbergart. Til venstre en variant av metamorf gabbro med flekker og kuleformede mørke mineral-korn av amfibol. Det lyse materiale mellom flekkene er omvandlet plagioklas og litt karbonat. Lokalitet 154. Til høyre ses mørke listeformede korn av amfibol sammen med lysere grå hullete korn av omvandlet pyroksen. Den lyse grunnmassen består av omvandlet plagioklas sammen med litt karbonat. Lokalitet 158.



*Figur 7. Klebersteinsflate saget med motorsag av NDR i 2013. Bergarten defineres her som kleberstein ettersom innholdet av myke mineraler overstiger mengden harde. Denne varianten er likevel relativt hard på grunn av de mørke, 0,1 til 5 millimeter store hullete flekkene av amfibol. De beige til brunlige flekkene består av finfordelt karbonat som inneholder svært små korn av oksid. Det er rustfargen av oksidene som gir brunfargen. Lokalitet 1216.*

På det geologiske kartet i figur 5 er det tegnet en skarp grense mellom kleberstein og gabbro. Men i praksis er grensen mere som en overgang å regne. Ved å gå fra toppen av Dalhaugen mot nordvest vil en oppleve gradvis overgang mot mykere og mykere materiale. Grensen er satt der myke mineraler dominerer over harde. Men det forekommer også hardere partier innenfor det som er markert som kleberstein på kartet (Figur 7).

Hardheten av bergarten er vurdert sammen med Jan Strand fra NDR. Testen har bestått i å hugge det samme ornamentet ved lokaliteter i et profil på tvers av Dalhaugen kleber og gabbro.



*Figur 8. Testhugging av enkel ornamentikk i fastfjellsblotning. Dette er en relativt hard variant og ryggen som står igjen har en del hakk. Bergarten kan karakteriseres mer som metagabbro enn kleberstein. Lokalitet 1191*



*Figur 9. Samme testhugging i en litt mykere variant som på kartet er karakterisert som kleberstein. Fortsatt er dette ikke blant de mykeste varianter, men den vil kunne fungere for kvadrer og enkle profiler. Lokalitet 1201*

En skala fra 1 til 3 forteller om bergarten oppleves hard (=1), middelshard (=2) eller myk (=3). Samtidig har Jan Strand vurdert om steinen ryr eller ikke, med andre ord om små fragmenter rives av i den langsgående ryggen som hugges fram eller om ryggen blir skarp og jevn uten hakk. Testen er relativt subjektiv, men fungerer godt for en vurdering av steinens kvaliteter for hugging. Støvet fra huggingen avslører også innholdet av finkornet mykt mineralmasse. Hvis det utelukkende løsner små fragmenter fra berget er innholdet av myke mineraler lavt. Hvis det oppstår en del pulver under huggingen og dette pulveret oppleves 'fett' mellom fingrene, er innholdet av myke mineraler relativt høyt. En hard stein vil ry, en myk stein vil gi veldefinerte linjer. I figur 8 er vist en relativ hard variant av kleberstein. En ser at formen på 'slangen' som er hugget er litt uregelmessig og ryggen som står igjen har mange små hakk. I figur 9 er det hugget i en middelshard til myk variant hvor huggingen etterlater en jevn rygg med lite eller ingen hakk. Vurderingen er koplet opp mot mineralogien fra mikroskoperingen (Figur 11).

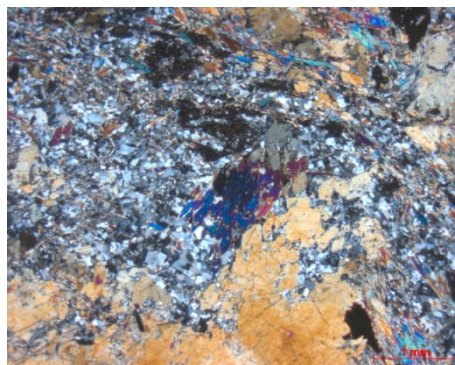
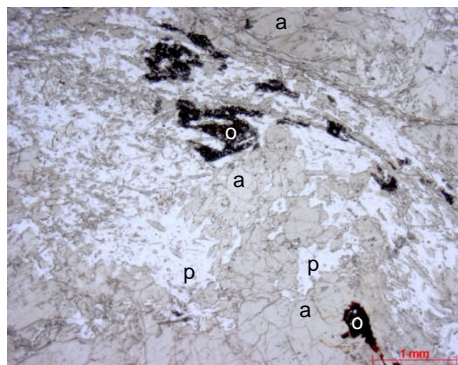
#### 4. Mineralogi og hardhet

I tabell 1 finnes en oversikt over alle mikroskoperte prøver fra både Dalhaugen og Bjørnålia. Lokaliseringen av prøvene er vist i figur 11. Tre prøver merket Nidaros er hentet fra domkirken og representerer skadet stein. Disse har alle sitt opphav i Bjørnålia. Det er også tatt med en enkelt prøve fra Mosjøengabbroen for sammenlikning. De angitte prosenter for hvert mineral har en relativ usikkerhet på +/- 10 prosent og bør ikke vektlegges som annet enn indikasjoner på mengdeforholdet. Mineralidentifikasjonen er understøttet med enkelte skanning elektron analyser og XRD analyser for å verifisere de mest finkornede mineraler. Analysene er ikke tatt med i rapporten. I en del tilfeller er det ikke mulig å identifisere de mest finkornede fraksjoner. Derfor er det i tabellen laget en kolonne for 'Finkornet grunnmasse'. Det er likedan tatt med en kolonne som er kalt 'saussuritt' fordi det i disse prøvene var mulig å se at det finkornede mineralet erstatter plagioklas.

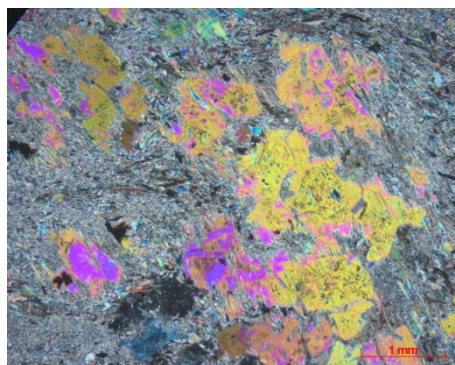
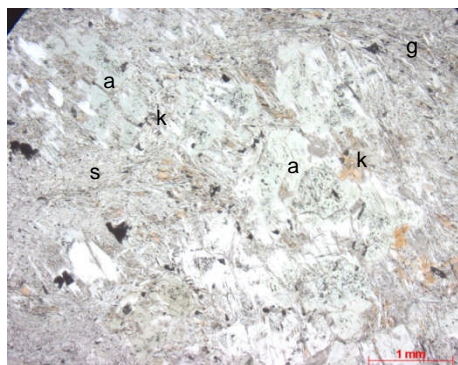
I figur 10 er vist en serie bilder tatt i mikroskop av fire ulike prøver. Fra øverst til nederst er vist hard metagabbro (A), middelshard omvandlet gabbro (B og C) og nederst forholdsvis myk helt omvandlet gabbro (D). Figur 10A viser prøve 1197 som er fra den sentral nordligste del av gabbromassivet nær toppen av Dalhaugen. En finner at omlag 75% av prøven består av relativt store amfibolkorn som store sammenhengende nettverk over flere centimeter. Inne i kornene finnes lommer og hull tettpakket med finkornet amfibol (15%), plagioklas (8%), og oksid (2%) og amfibol.%).

Tabell 1. Prosentvis fordeling av mineralfaser i hver prøve. Prøvelokalitet finnes i figur 11.

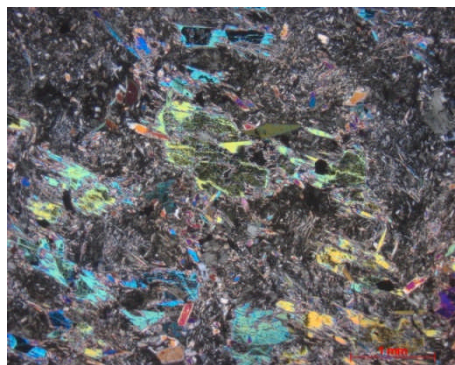
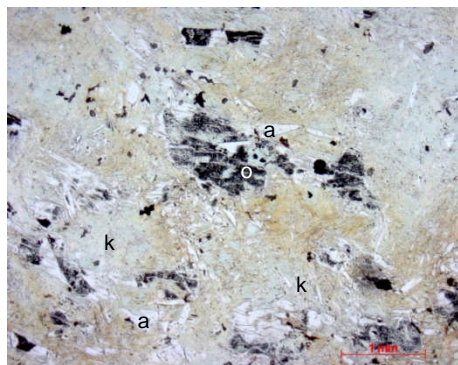
Forekomst	Lokalitets-nummer	Prøve-nummer	NGU-nummer	Bergart	Amfibol oikokryster	Finkornet grunnmassen				Uspesifisert finkornet grunnmasse (utenom kloritt)	Talk	Kloritt	Serpentin	Plagioklas	Saussuritt	Sulfid	Oksid	Opake total	Kvarts	Staurolitt	Andre	TOT
						Amfibol	Pyroksen	Karbonat	Biotitt													
Bjørnålia	1177	GBM-B-1177	40352	Kleberstein	20		5	5	15			30		3	20		2	2				100
Bjørnålia	1213	GBM-B-1213	40367	Kleberstein	5	10	3	15	30		5	30				0,5	1,5	2				100
Bjørnålia	1215	GBM-D-1215	40368	Metagabbro	50	9		3				20		8	10							100
Bjørnålia	1211	GBM-B-1211	40366	Kleberstein	3	10	1	18	23	10	10	20				0,2	4,8	5				100
Dalhaugen	1187	GBM-D-1187	40355	Glimmerskifer					37								3	3	40	20		100
Dalhaugen	1197	GBM-D-1197	40361	Metagabbro	75	15								8			2	2				100
Dalhaugen	1199	GBM-D-1199	40362	Metagabbro	60	20						5	3	9			3	3				100
Dalhaugen	KA44	NDR6	91208	Kleberstein	10	5		5		10		57		3		3	7	10				100
Dalhaugen	182	KA4-D-182	40371	Gabbro	0	37			2			5	5	48		2	1	3				100
Dalhaugen	145/KA42	NDR4	91206	Kleberstein	5	20		20		15		30				1	9	9				100
Dalhaugen	KA41	NDR3	91205	Kleberstein	15	5		15		17		40		3			5	5				100
Dalhaugen	1189	GBM-D-1189	40357	Kleberstein	24	7		7		20	2	36	1				3	3				100
Dalhaugen	1201	GBM-D-1201	40363	Kleberstein	15	5				20	5	50					5	5				100
Dalhaugen	KA40	NDR2	91204	Kleberstein	6	10		1		20		52		1			10	10				100
Dalhaugen	152	NDR9	91211	Kleberstein	5	10				23		55					4	4	3			100
Dalhaugen	146/KA43	NDR5	91207	Kleberstein	15	10				25		38		2		0,5	9,5	10				100
Dalhaugen	1221	GBM-D-1221	40370	Kleberstein	10	5				25		55					5	5				100
Dalhaugen	200	KA4-D-200	40373	Kleberstein	15			5		25		49				2	4	6				100
Dalhaugen	1193	GBM-D-1193	40359	Kleberstein	20	7	5			36		26		1			5	5				100
Dalhaugen	1192	GBM-D-1192	40358	Kleberstein	20	10				30	*	30		5			5	5				100
Dalhaugen	1202	GBM-D-1202	40364	Kleberstein	5	30				30		32					3	3				100
Dalhaugen	KA45	NDR7	91209	Kleberstein	25	7				31		25		7		0,5	4,5	5				100
Dalhaugen	151	NDR8	91210	Kleberstein	20	5		6		35		25				2	5	7	2			100
Dalhaugen	144	NDR1	91203	Kleberstein	3	11				43		33		2			8	8				100
Dalhaugen	196	KA4-D-196	40372	Kleberstein	20			5		40		30				1	4	5				100
Dalhaugen	1219	GBM-D-1219	40369	Kleberstein	0	10				60		25					5	5				100
Dalhaugen	1204	GBM-D-1204	40365	Metagabbro	25	10		1	12	35		10		5			2	2				100
Dalhaugen	153	NDR10	91212	Kleberstein	20	10			2		2	57		2			5	5			2	100
Dalhaugen	1188	GBM-D-1188	40356	Metagabbro	30	5				35	5	20				5						100
Dalhaugen	202	KA4-D-202	40374	Gabbro	35	5		5	15					22		2	2	4			14	100
Dalhaugen	1195	GBM-D-1195	40360	Metagabbro	55	19		5	15			5		1				0				100
Møsjoen	1179	GBM-M-1179	40354	Metagabbro	10		30		5			10		41		3	1	4				100
Nidaros	1225	GBM-N-1225	40377	Kleberstein	5			20	15	15	20	20				2	3	5				100
Nidaros	1224	GBM-N-1224	40376	Kleberstein	5	5		15	20	20	10	20				0,5	4,5	5				100
Nidaros	1223	GBM-N-1223	40375	Kleberstein	0			28		25	20	18				1	8	9				100



A. Prøve fra den sentrale delen av gabbroen. Mineralogien er dominert av brunlig amfibol (a) både som oikokryster og små enkeltkorn. Plagioklas (p) fyller ut rommet mellom amfibol sammen med oksider (o). Prøve: 1197/ NGU 40361



B. Delvis omvandlet gabbro i området litt nordvest for toppunktet av Dalhaugen. På nær enkelte små korn er plagioklas erstattet av saussuritt (s) og annen finkornet grunnmasse (g). Den brune amfibol er omdannet delvis til klar eller grønnlig amfibol (a) og delvis til kloritt (k). Prøve 1204/ NGU40365



C. Kleberstein med noe gjenværende amfibol (a) sammen med finkornet grunnmasse og kloritt (k). Ørsmå mengder plagioklas er også igjen fra gabbroen. Denne prøven har et forholdsvis høyt innhold av oksider (o), da fortrinnsvis magnetitt. Prøve NDR 5/ NGU91207

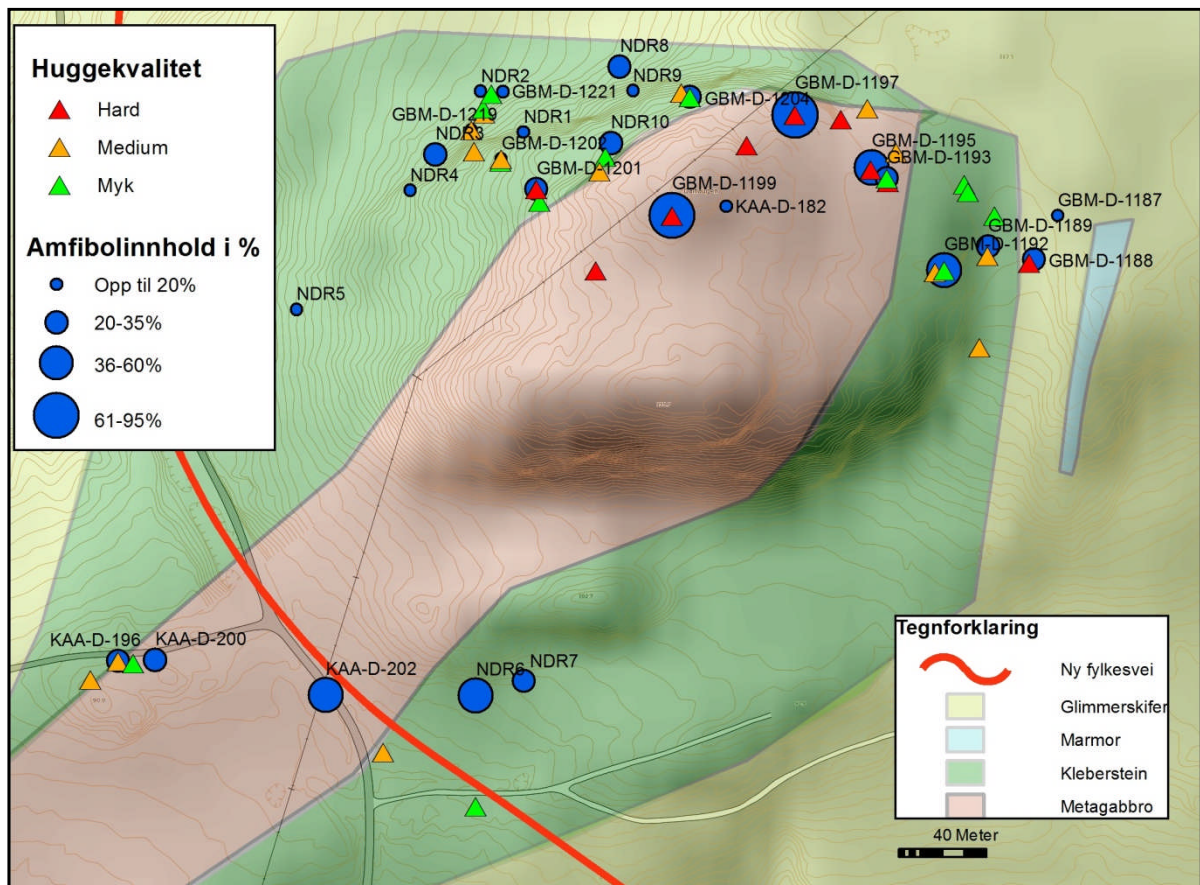


D. Kleberstein bestående av kloritt, finkornet grunnmasse og litt oksider. En del finkornet amfibol er også til stede i prøven som rester etter de større oikokryster. Prøve NDR 1/ NGU91203

Figur 10. Fotos fra mikroskop av 30 µm tynne skiver av steinprøver. Bildene til venstre viser vanlig lysgjennomgang, mens bildene til høyre viser polarisert lysgjennomgang. Lokalitetene er vist på kartet i figur XÅ.

Til sammen utgjør amfibol omtrent 90% av bergarten vist i figur 10A, og prøven kan dermed klassifiseres som ultramafisk framfor gabbroisk. Denne prøven inneholder dermed ingen myke mineraler og i felt er den klassifisert som meget hard ut fra et huggeteknisk synspunkt (Figur 11). I vestlig retning fra prøve 1197 skifter bergarten karakter. Overflatefargen skifter fra rødlig grå til mere grønnlig og teksturen blir gradvis mere utvasket. Dette stemmer godt overens med det en ser i mikroskop illustrert med prøve 1204 i figur 10B. Området har

fortsatt mange av de opprinnelige trekkene fra gabbroen inntakt med forholdsvis store oikokryster av amfibol og en del små korn av plagioklas, men det meste av plagioklasen har nå blitt til saussuritt og noe av amfibolen har gått over til kloritt. Det opptrer også partier med finkornet grunnmasse som ikke lar seg identifisere. Videre i retning vest fra dette område er det bare spøkelsesaktige rester igjen av gabbroteksturen. I felt er denne typen karakterisert som medium hard til myk og bergarten faller dermed i den kategori som kan anvendes til kvadre og enkle profiler. Prøve NDR 5 i figur 10C er fra det eldre steinuttaket (Figur 11) . Bildene fra mikroskop avslører at bare tynne tråder og nettverk av amfibol er igjen. De mykeste variantene av kleberstein så langt er identifiser i området rundt lokalitetene 1221 på kartet i figur 11. Prøve NDR 1 vist i figur 10D er fra dette området. Prøven består av over 40 % uspesifisert finkornet grunnmasse og over 30 % kloritt. Fortsatt er det nesten 15 % amfibol som meget små korn. Det høye amfibolinnholdet kan gjøre bergarten forholdsvis hard for bearbeiding sammenliknet med kleberstein fra Kvikne. Fordelen med nåleformet amfibol er, at den vil gi en armering og styrke mot brudd og forvitring. I disse prøvene danner ikke amfibolen sammenhengende skjeletale mineralkorn og vil derfor ikke brytes av som samlede flak under huggearbeid. Testhugging i denne variant står fram med en veldefinert og skarp rygg, fargen er jevn og grønnlig til grå og det er kun sporadisk mulig å spore den opprinnelige teksturen fra gabbroen.



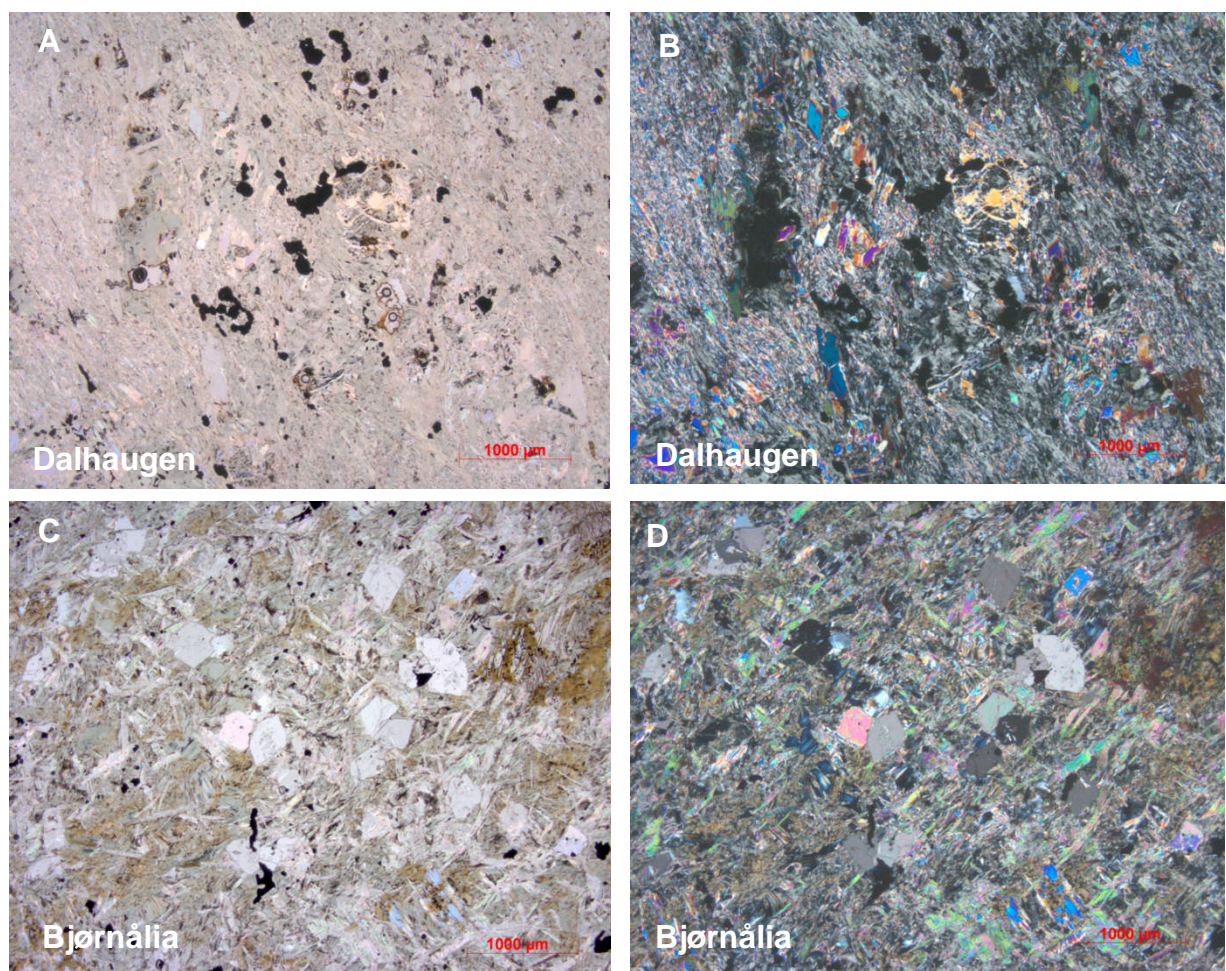
Figur 11. Sammenstilling av hardheter vurdert i felt sammen med NDR (huggekvalitet markert med trekkanter) og totalinnholdet av amfibol vurdert fra mikroskopering (se tabell 1).

Prøver fra Dalhaugen inneholder mellom 1 og 10% oksider i tillegg til små mengder sulfider. Pyritt og magnetkis forekommer i mengder på mellom 0,5 og 3% og disse vil kunne gi meget små rustmerker på kleberstein som utsettes for vann og oksidering. Oksidene er for det meste hematitt eller magnetitt, men noe jernhydroksid forekommer også i enkelte tynnslip.

Magnetitt er den dominerende oksidfase hvilket samsvarer godt med at det er utslag på magnet ved de fleste lokaliteter innenfor gabbro og kleberstein.

Karbonat opptrer både som årer og som enkelte korn og aggregater finfordelt i bergarten. I de undersøkte prøver er karbonatinnholdet i Dalhaugen på mellom 1 og 20 %. En del karbonat inngår også i kategorien 'Uspesifisert grunnmasse', men sammenliknet med prøvene fra Bjørnålia (inkludert de tre prøver merket Nidaros i Tabell 1) er karbonatinnholdet markant lavere i Dalhaugen. I felt er det observert forvitring av karbonat til en dybde på 2-5 cm under overflaten.

Et nærbilde av den bergarten i Dalhaugen som regnes som mykest er i vist i figur 11. I samme figur er det vist et eksempel på kleberstein fra Bjørnålia i en prøve levert fra NDR fra en skadet stein fra Nidarosdomen. De to varianter er ulike med hensyn til både kornstørrelse, tekstur og mineralinnhold.



Figur 11. A og B: Mikrofotos av den mykeste variant av kleberstein i Dalhaugen (prøve 1221/ NGU 40370).

C og D: Kleberstein fra Bjørnålia (prøve fra Nidaros Domkirke, 1225/ NGU 40399)

Foto A og C er tatt i planpolarisert lys. Foto B og D er tatt med kryssede polarisatorer.

Figur 11 viser hvor stor forskjellen er i kornstørrelse mellom Dalhaugen og Bjørnålia. Kornstørrelsen av spesielt karbonat og biotitt i Bjørnålia er opp i mot 0.5 til 1 mm og dette er med på å gi Bjørnålia det litt grove uttrykk spesielt i vitrete overflater. Kornstørrelsen i Dalhaugen er nede på 0,5- 1 mm for de største korn og aggregater av karbonat, men langt de fleste mineralfaser har kornstørrelse på under 0,1 mm. I forvitrede overflater virker



Dalhaugen dermed forholdsvis jevn og fin bortsett fra aggregater av karbonat som etterlater små hulrom ved forvitring.

For Bjørnålia består grunnmassen primært av kloritt og to amfibolfaser sammen med relativt store korn og aggregater av karbonat. Amfibolfasen har både aktinolitt og tremolitt og er delvis omdannet til biotitt og kloritt. Til sammenlikning har klebersteinen fra Dalhaugen et langt høyere klorittinnhold, men ingen biotitt. Innholdet av biotitt i Bjørnålia varierer mellom 15 og 30%. Biotitt og karbonat er de to mineralfase som er mest påvirkede av forvitningsprosesser. Ettersom undersøkelsen er basert på kun seks prøver fra Bjørnålia er det ikke mulig å generalisere dette. Men undersøkelsene indikerer at Dalhaugen, men sitt lavere innhold av karbonat og fraværet av biotitt vil være mindre utsatt for forvitring enn Bjørnålia.

En sammenlikning mellom Bjørnålia og Dalhaugen av de huggetekniske egenskaper i felt etterlater et inntrykk av at Bjørnålia er lettere å bearbeide enn Dalhaugen. Vurderingen er subjektiv, men understøttes spesielt av, at talk- og karbonatinnholdet er høyere i Bjørnålia enn i Dalhaugen. Både Dalhaugen og Bjørnålia inneholder varierende mengder amfibol og pyroksen, men generelt er amfibolinnholdet høyere i Dalhaugen og dette medvirker klart til at den gjennomsnittlige hardhet i bergarten vil kunne oppleves høyere enn Bjørnålia.

Hvis en ser bort fra de varianter av kleberstein i Dalhaugen som har tydelig kløv kan en generelt si at kløven er svakt utviklet. Det ses en tendens til kløv i figur 11 A og B og bildet i figur 15 B viser at enkelt av de blokkene som er hentet til NDR sitt verksted i Trondheim har en svak kruskløv. Flere prøver fra Dalhaugen viser delvis randomisert orientering av både klorittkorn og nåleformet amfibol. Amfibolfasen i Dalhaugen består av både aktinolitt og tremolitt og disse fungerer som armering i den finkornede grunnmasse. Sammenliknet med Bjørnålia er kløven i Dalhaugen forholdsvis svak og har i kraft av kruskløven varierende retninger innenfor få centimeter. De seks prøver fra Bjørnålia viser alle kløv i en eller to retninger. Figur 11 C og D viser et eksempel på at grunnmassen i Bjørnålia har foliasjon definert av orientert amfibol og kloritt, mens enkelte større talk- og amfibolkorn danner en begynnende tversgående felles foretrukken orientering. Større korn av karbonat opptrer i klynger i grunnmassen. Disse klyngene har en antydning til å være orientert parallelt med grunnmassens foliasjon og opptrer sammen med korn av talk. Talk opptrer som relativt store korn og har stedvis blitt omdannet til karbonat. Igjen er det vanskelig å generaliserer ut i fra seks prøver fra Bjørnålia, men inntrykket fra studier i steinbruddet og befaringer av Nidarosdomen og blokker hos NDR støtter at Bjørnålia har en forholdsvis velutviklet foliasjon. En slik foliasjon kan, sammen med det relative høye innhold av flakformet biotitt, enkelte relativt store korn av talk og karbonat bidra til svakhetsplan langs korngrenser etter hvert som forvitningsprosesser oppøser karbonat og nedbryter biotitt. For Dalhaugen er det så langt ikke observert liknende teksturelle og mineralogiske svakhetsplan, men tynne årer av kvarts og relativt tykke årer av karbonat kan utgjøre svakheter sammen med sprekkeplaner beskrevet i det følgende. Det anbefales å kartlegge disse elementer i større detalj i en eventuell framtidig avdekking av bergflater i den mest interessante del av forekomsten.

## **5. Blokkstørrelse, sprekkesystemer og kløv**

Sprekker og kløv i Dalhaugen utgjør i varierende grad svakheter i berget. En god måte å få innsyn i tettheten av kløvplan og sprekker er å inspisere steinuren som er rast ut fra nordsiden av Dalhaugen (Figur 12). Steinuren består i hovedsak av kleberstein, men også metamorf gabbro som ikke kan kalles kleberstein.



*Figur 12. Steinur i nordsiden av Dalhaugen. Størsteparten av blokkene i uren er dekket av vegetasjon og torv., De blokkene som stikker mest opp er avdekket under befarings med grunneier. Blokken i forgrunnen av bildet har spor etter håndsaging og kiling og kan være løsnet fra fast fjell i forbindelse med prøvedriften på 17-1800 tallet. Blokken har en høyde på mellom 37 og 40 cm, en bredde på 78 cm og en lengde på 80 cm. Blokken som ligger lengre borte til venstre i bildet er betydelig større, men har en del årer av karbonat med usikker binding. Skaftet på hammeren er 55 cm. (Lokalitet 1220).*

Størsteparten av naturlig blokk i steinuren har ligget utsatt for erosjon og forvitring siden de raste ut en eller annen gang etter at isen trakk seg tilbake for nesten 10.000 år siden, trolig også etter at sjønivået sank under nivået for Dalhaugen for 7-8000 år siden. Den seneste dokumenterte menneskelige aktivitet er fra slutten av 1700-tallet, da en person hugget inn årstallet i en blokk øverst i steinuren (Fig. 13).



*Figur 13. Blokk av kleberstein men innrisset årstall 1768 og 1778 påvist av grunneier. Det ses også et kryss eller et kors samt en del litt svakere innrissinger, 'ADA', litt over årstallet 1768 og en mulig 'N' litt nede til høyre for krysset eller korset. Blokken var dekket av mose og lav som ble fjernet i 2013. Lokalitet 1218.*

Det er tydelige spor etter senere aktivitet i form av splitting og boring i blokk flere steder i steinuren og i tilknytning til et gammelt uttak av kleberstein (Figur 14). Under befaring er det ikke funnet emner som kan fortelle hva målet med uttakene var, men den kan ha vært en del av produksjonen av røykrør eller ovner i kleberstein i Nordland beskrevet av (Lindahl 2012). Det er observert en rest av en wire festet i berget, en jernskinne i myren og et fragment av en vedovn i kanten av myren. Dette tyder på en vis grad av organisering rundt uttaket. Grunneier og hennes far har ikke kjennskap til uttak av stein i Dalhaugen og i NDR's arkiver er det foreløpig ikke funnet dokumentasjon for at Dalhaugen var undersøkt for restaureringsformal.



*Figur 14. Eksempler på tidligere tiders forsøk på uttak av blokk i Dalhaugen. A. Gammel uttak fra fastfjell med skrottpipp ned til venstre i bildet og enkelte større blokker med mineringshull midt i og til høyre i bildet. Lokalitet 158.  
B. Blokke med mineringshull og spor fra saging nederst i steinuren. I nær tilknytning til disse blokker er det funnet en jernbjelke og rester av en vedovn. Det er fra disse blokker prøvene beskrevet i Lindahl 2012 og NGUs database over Naturstein er tatt. Lokalitet 142.*

Dermed er det fortsatt usikkert hvem som drev uttakene og med hvilket formål. Det er sannsynlig at en del av uttakene stammer fra en periode etter maskinboring har blitt utviklet ettersom flere av mineringshullene er sirkulære i omkrets og har rene glatte vegger. Boring med håndbor etterlater gjerne trekantformede hull og ru vegger ettersom materialet har blitt slått ut av steinen. Maskinboring blir først alminnelig utbredt rundt slutten av 1930 tallet (Askeland 2002). Samtidig er blokkene sterkt overvokst av mose og lav og det er funnet håndborete hull i flere av de samme blokkene. Det er dermed ikke lett å slå fast hvor gamle disse uttak er, men en kan anslå den seneste delen av aktiviteten til sent 1930 eller 1940 tallet. Det er dermed sandsynlig at blokkene i uttakene har ligget tilgjengelige for frostsprengning og forvitring i minst 75 år og de øvrige blokke i steinuren i maksimalt 10.000 år. Til sammen gir dette et godt innblikk i hvordan klebersteinen forvitrer over tid. Dette er beskrevet av Storemyr (2014) og vil ikke ha fokus i denne rapporten. Men konklusjonen fra Storemyr er at forvittringsgraden er betydelig lavere på eksponert blokk i Dalhaugen sammenliknet med eksponert blokk i de nedlagte bruddet i Bjørnålia.

Formen på blokkene er varierende og avspeiler det varierende sprekke- og kløvmønster i Dalhaugen. Mange blokker er kileformede eller på annen måte uregelmessig i form. Enkelte

av de største blokkene har tilnærmet rektangulær form, og størrelsen varierer fra 20-50 cm i minste dimensjon til opp mot 200 cm i største dimensjon (Fig. 12 og 13). En forutsetning for å få et bedre bilde av blokkstørrelsen er å kartlegge sprekke-mønsteret og kløven. Ideelt bør en ha minimum 100 observasjoner av et tema for å få god statistikk. Men på grunn av overdekke og begrenset tid i denne del av utredningen har det ikke vært mulig med så mange observasjoner av hverken blokkstørrelse, sprekker eller kløv i bergarten. Avdekking av bergflater vil gi bedre forutsetning for systematisk oppmåling av sprekker og vurdering av blokkstørrelser



*A. Kløven eller foliasjonen ses som parallellstilling av linse- eller plateformede mineraler. Ofte vil enkelte mineraler danne tynne slirer eller uregelmessige bånd. Eksempelet på bildet viser en svak kløv og kommer fram som ørsmå trappetrinn i den friske bruddflate. Kløven i dette eksempelet er for svak til å splitte blokken langs, men er likevel sterk nok til å virke inn på huggeegenskapene i ulike retninger. Lokalitet 1203 = NDR 10.*

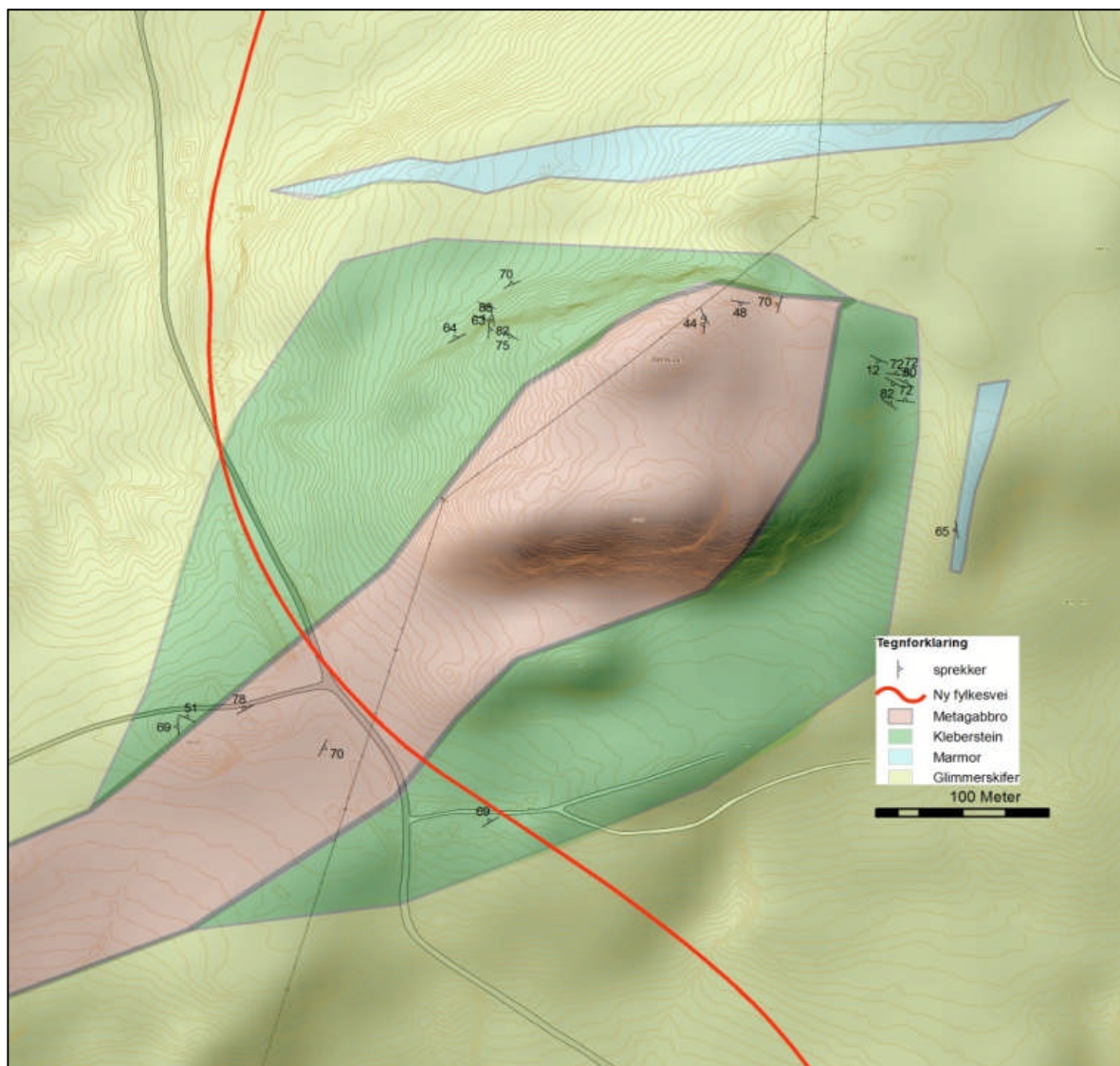


*B. Foliasjonen eller kløven er foldet i et svakt krøllede mønster kalt kruskløv ('crenulation' på engelsk). Det blir bølger i slirer og bånd som kan ha innvirkning på huggeegenskapene i ulike retninger. Saget flate på steinblokk fra Dalhaugen ved NDR-verkstedet.*



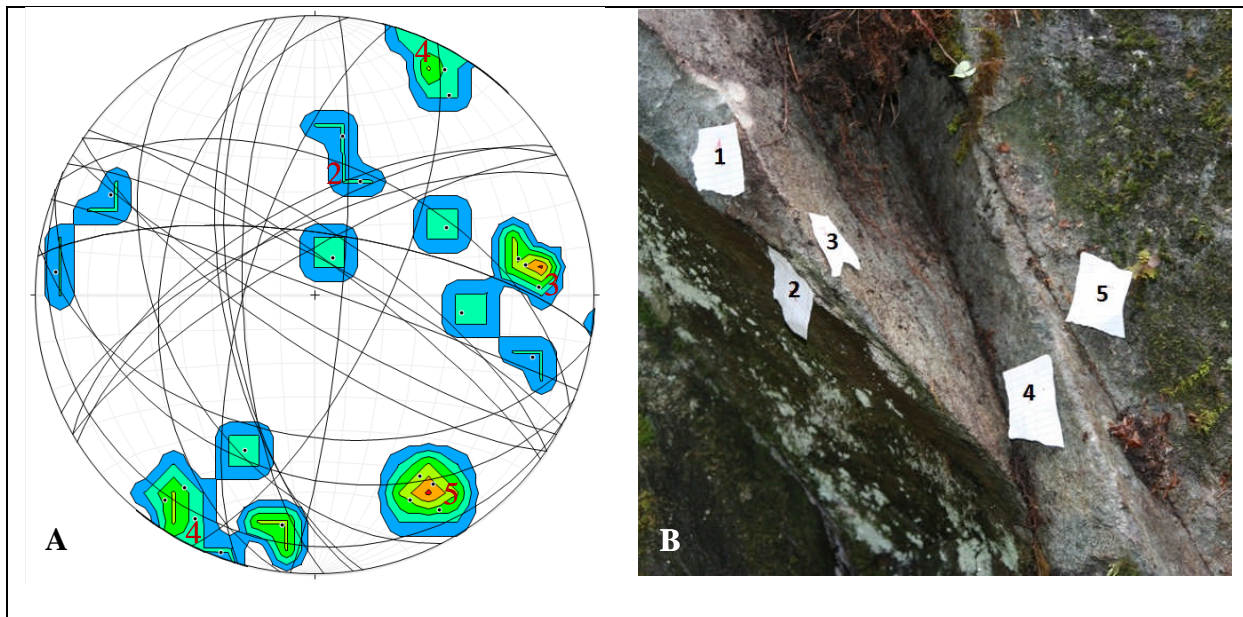
*C. Sprekker i 4 ulike retninger markert som 2, 3, 4 og 5. De fire sprekkesystemer vist i bildet er alle åpne sprekker uten sprekkefylling. Dette tyder på at det har vært lite bevegelse langs sprekkenene. Kløven er markert som plan nr. 1 og har en orientering på 268/85°N.. Fotografiet er tatt mot sør. Lokalitet 1219.*

Figur 15. A, B og C. Definisjoner av de ulike strukturgeologiske begreper brukt i rapporten.



*Figur 16 Kart over Dalhaugen som angir punktene hvor sprekkenes orientering er målt. Kartet gir ikke noe bilde av sprekketettheten, det viser utelukkende hvor observasjonene er gjort.*

I det følgende gir vi en vurdering basert på observasjoner av sprekker og kløv i til sammen 31 observasjonspunkt i fast fjell i hele Dalhaugen-området (se kart figur 16 og 18). De ulike strukturene er vist i figur 15 og er definert mest mulig likt med Norsk geologisk ordbok (Sigmond et al., 2013). De strukturgeologiske målinger er framstilt i programmet Stereonet 8 (Allmendenger 2013) vist i figur 17 og 19.



Figur 17. Plott av 24 målinger av sprekkeplan og polene til disse. Diagrammet er konturert med 1 % kurver. Programmet Stereonet 8 er benyttet (Allmendinger, 2013). Tallene indikerer polene til sprekkeplan vist i figur B.

B. Foto av fire sprekker ved lokalitet 1219. Orientering av sprekker: 2 ( $112/36^{\circ}\text{S}$ ), 3 ( $170/63^{\circ}\text{NE}$ ), 4 ( $290/88^{\circ}\text{N}$ ) og 5 ( $245/86^{\circ}\text{NW}$ ). Foliasjonen er markert med tallet 1.

I figur 17 ses en serie linjer som representerer selve sprekkeplanene plottet i en nedre hemisfære. En ser også punkt omgitt av konturering fra rødt mot grønt og blått. Dette er polene til planene. Hvis det er godt samsvar mellom orienteringen av flere sprekker vil polene ligge tett og danne en gruppe med røde og oransje farger. En kan dermed si at disse sprekker danner en felles foretrukken orientering. Dette er tilfellet for fire sprekker målt på ulike plasser i Dalhaugen. Polene til disse fire sprekkeplanene danner en liten gruppe i nedre høyre del av diagrammet (markert med tallet 5). Sprekkeplanene følger en orientering som stryker rundt 240 og heller rundt 70 grader mot nordvest. Et eksempel på en sprekke med denne orienteringen er vist i figur 17. Brattskråningene nord i Dalhaugen er tilnærmet parallell med system 5, som igjen følger hovedstrøkretningen gjennom Drevjedalen. En kan derfor anta at sprekke 5 tilhører et regionalt system. En annen gruppe på tre sprekker følger en annen felles foretrukken orientering på rundt 173 grader og en helning på rundt 65 grader mot vest. Dette svarer til sprekkeplan 3 vist i figur 17. Et tredje system danner sannsynligvis et konjugert sett hvor en sprekke kan ha en tvilling. Et slikt system kan se ut til å ligge rundt et tilnærmet vertikalt plan med en orientering på 120 eller 300 grader. Sprekkeplanene heller da enten steilt mot nordnordøst eller sørsørvest. Sprekkeplan 4 vist i figur 17 følger denne orienteringen. Umiddelbart i bakkant av sprekke 4 ses en annen sprekke, og til sammen kan disse to utgjøre et slikt konjugerende sett. Sprekke 2 vist i figur 17 danner en litt svakere definert gruppe på tre sprekker med tilnærmet samme orientering med varierende helning.

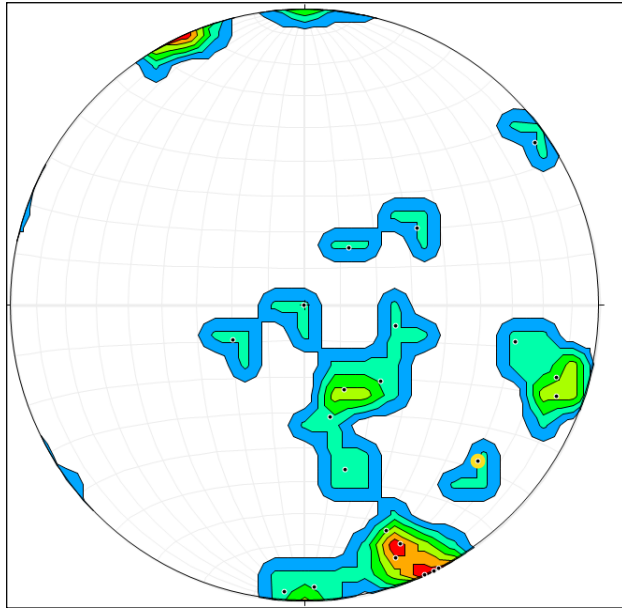
Til sammen viser observasjonene fra felten at det er flere sett av sprekker. Slike sprekkeoverflater ses på blokker i steinuren og i de blokker som er tatt med til NDR i Trondheim høsten 2013 og 2014. Felles for alle observerte sprekker er at de er åpne plan med veldefinert forløp. Det er ikke observert knusningsmateriale eller leire i sprekkeplanene. Graden av polering på sprekkeoverflatene er lav og dette kan tolkes slik at sprekkeplanene representerer avlastning av bergarten uten bevegelse av betydning. Ved produksjon av steinblokk med linesaging i Dalhaugen vil skjæringsplanet trolig kutte flere slike sprekker, og en kan få uforholdsmessig stor skrotprosent. Uttak av blokk vil kreve manuell tilpassing til sprekker,

slik at en får ut størst mulig blokk mellom sprekkene. Omvent kan sprekkene fungere som naturlige plan som kan lette arbeidet med å få løs blokk.

Foliasjonen eller kløven er målt i 22 punkter (figur 18). Dataene er noe mere usikre enn målingene på sprekkeplan, ettersom kløven er forholdsvis svak og er overpreget av kruskløv som vist i figur 15 B. Foliasjonen er utelukkende plottet som poler til plan i figur 19. Spredningen i målingene bekrefter at kruskløven overpreger den opprinnelige kløven. Dermed er det mulig å beregne en foldeakse som da er skjæringslinjen mellom en foldet flate og det planet som deler folden symmetrisk. De 22 målingene støtter en best mulig tilpasset foldeakse på 245/ 24 grader mot sørvest.



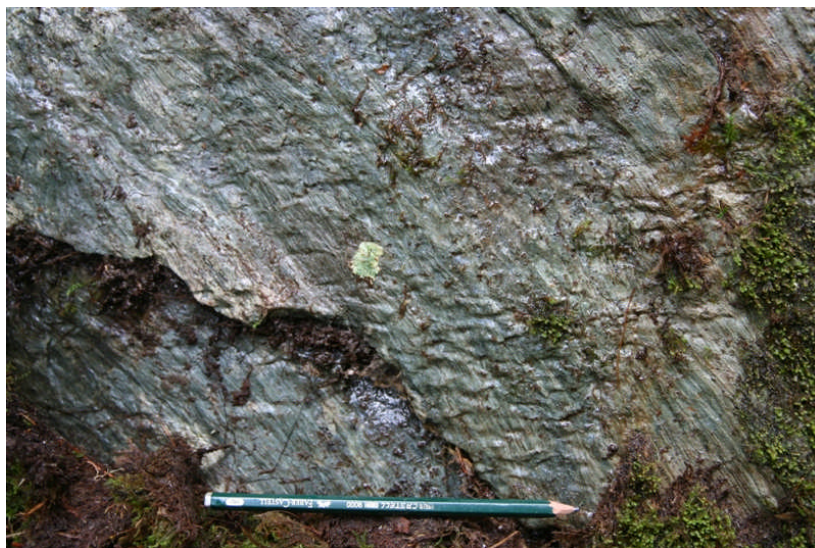
Figur 18 Kart over Dalhaugen som angir punktene hvor det er målt kløv/foliasjon.



Figur 19. Plott av 22 målinger av kløv/foliasjon i Dalhaugen og bergartene rundt. Bare polene til foliasjonsplanene er plottet. Disse viser til sammen en foldeakse på 254/24° SW. Diagrammet er konturert med 1 % kurver. Program Stereonet 8, Allmendinger (2013).

Foldeaksen har en retning og et stup som støttes av flere uavhengige målinger av foldeakser i kruskløven i Dalhaugen. Likedan er retningen parallell med de sprekkeplan som tidligere i rapporten ble betegnet med tallet 5. Foldeaksen følger dermed hovedretningen for bergartsgrenser og flere andre strukturer i Drevjedalen, og det regnes som sannsynlig at kruskløven er dannet under en overordnet tektonisk begivenhet som påvirket et større segment av de geologiske enhetene i hele Helglandsdekket.

Flere steder i klebersteinen både nord og sør i Dalhaugen er det observert tynne årer eller bevegelsessoner, skjærsoner, der bergarten har blitt plastisk deformert og mineralogien er endret, slik at det er dannet bunter av nåleformet amfibol sammen med kloritt, talk og andre finkornede mineraler. Et eksempel på en slik skjærsoner er vist i figur 20. En test fra Molab (Lauritsen 2013) viser at en av disse soner har 0,147 % asbestiforme fibre (tremolitt/antofylitt) hvor innholdet er under 0,05% (primært antofylitt) i det øvrige prøvemateriale. Det anbefales derfor å unngå disse soner i et mulig framtidig uttak av blokk.



Figur 20. 2-5 cm mektig skjærsoner i klebersteinen der bergarten har blitt plastisk deformert og det er dannet bunter av nåleformig amfibol sammen med andre grønne finkornede mineraler. Orienteringen av planet er 245/70°N og lineasjonen har retning og stup på 262/50°W. Foldeaksen på krusfoldene i planet er tilnærmet horisontal og har en retning på 250°grader. Lokalitet 1221

Slike skjærsoner kutter delvis kruskløven i klebersteinen. Samtidig tyder mineralogien og foldninger i skjærsonene på at begivenheten som har dannet dem har skjedd ved forholdsvis



høye temperaturer og i en tilstand hvor bergarten var så smidig at det ikke ble dannet brudd, men skjærsoner. Orienteringen av planene er parallell med foldeaksene målt i kruskløven. Dermed er det sannsynlig at skjærsonene ble dannet som en siste fase av den samme geologiske begivenhet som førte til dannelsen av kruskløven. Det sprekkesystemet som er betegnet med nummer 5 følger samme hovedorientering og kan være den siste delen av en slik tektonisk begivenhet. En observasjon som støtter en slik tolkning er serier av små brudd eller glidespeil i minerallineasjonen på overflaten av enkelte skjærsoner. Glidespeilene viser at hoveddelen av bergarter i nordvest har beveget seg opp i sørøstlig retning i forhold til bergartene i sørøst. En slik tektonisk begivenhet kan ha vært den kaledonske fjellkjededannelse, hvor hele Helgelandsdekket ble skjøvet sammen med de øvrige dekker og innover det Baltiske kontinent.

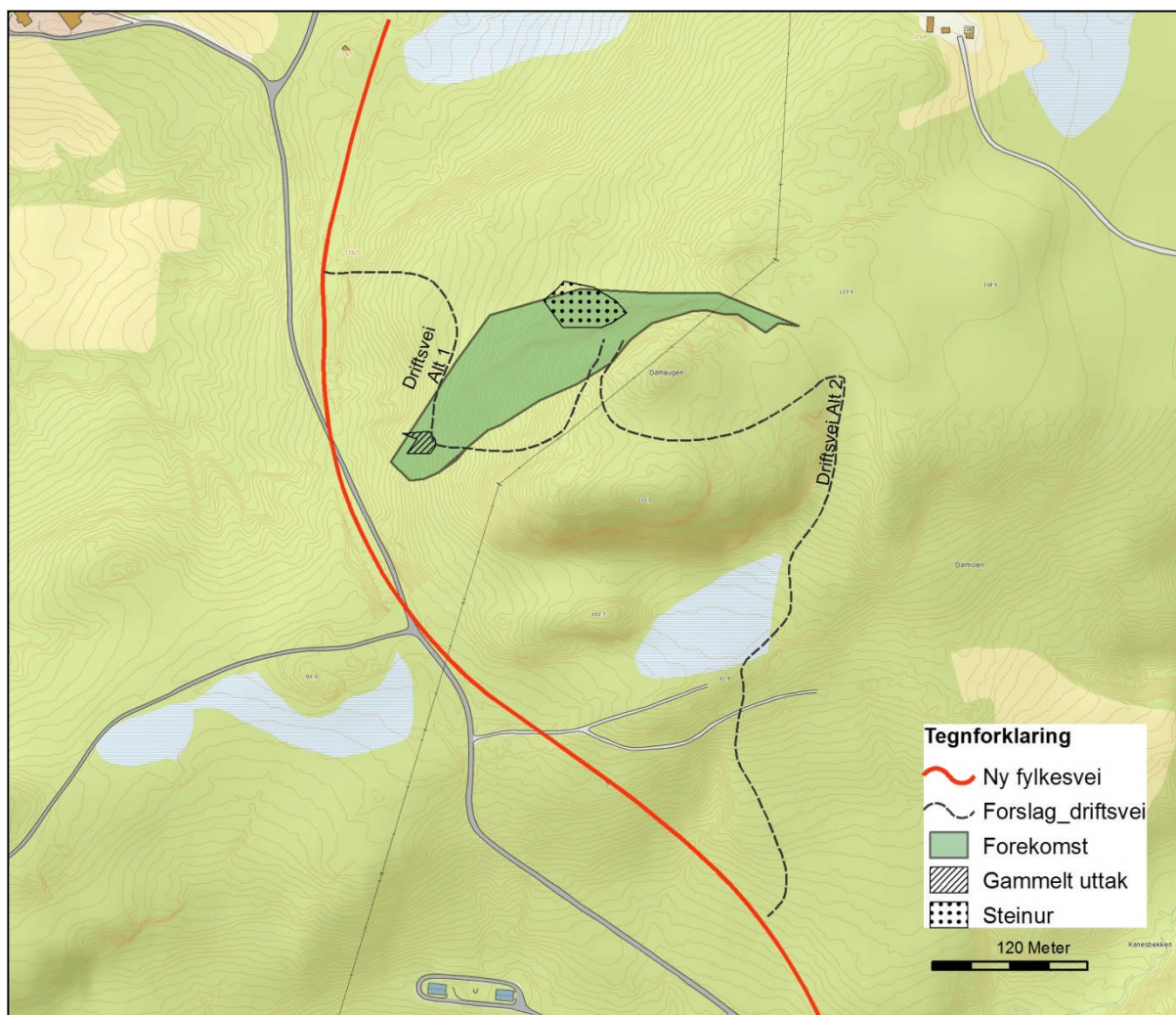
På sørsiden av Dalhaugen, sør for nye Fylkesvei 78, ses et 20 meter langt snitt gjennom kleberstein (Figur 21). Her er det observert en markant foliasjon i kleber som følger samme strøk som skjærsonene. Kleberstein i dette området er langt mer deformert og sammentrykket enn kleber på nordsiden og danner en lang hale av kleber og gabbro som strekker seg fra den sentrale delen av Dalhaugkroppen i sørvestlig retning hvor den til slutt tynner helt ut (Figur 18). Sørsiden har tilsynelatende tatt opp storparten av deformasjonen, mens nordsiden av kroppen har ligget i 'le' for deformasjonen. De deformerte partiene av kleber bør unngås ved uttak av blokk ettersom kløven gjør bergarten uegnet som bygningstein.



*Figur 21. Lyst parti bestående av kleberstein på sørsiden av Fylkesvei 78 sett fra Dalhaugen mot sørøst. På venstre side er kleberstein i kontakt med brunlig glimmerskifer. På høyre side ses metamorf gabbro i en litt mørkere gråtone. Klebersteinen i området på sørsiden av Dalhaugen er langt mer foliert enn på nordsiden og vil ikke egne seg for bygningstein. Lokalitet 135.*

## 6. Avgrensning av forekomsten

Som beskrevet tidligere i rapporten, varierer kvaliteten på klebersteinen ved Dalhaugen en del både med hensyn til hardhet og foliasjon. Dette er resultat av ulik påvirkning av hele gabbrokroppen i ulike retninger gjennom den geologiske utvikling. Basert på observasjoner i felt (både geologisk og huggeteknisk) samt analyse av bergarten i mikroskop er det gitt en avgrensning av det området i klebersteinsforekomsten som antas å egne seg best som bygningstein for NDR. Dette området er markert med grønt i kartet i figur 22. I samme kart vises også steinuren hvor det er tatt stein som i skrivende stund er under bearbeiding hos NDR, samt et område med et eldre uttak. Det er laget to forslag til driftsveier til forekomsten. Alternativ 1 følger det flate terrenget inn til det gamle driftsområdet før man tar en krapp sving mot nordøst og opp på plataået hvor det vil være best å starte driften. Alternativ 2 følger allerede anlagt driftsvei inn til masseuttaket på østsiden av Dalhaugen, før den går over selve Dalhaugen. Detaljer rundt drift og adkomst må vurderes nærmere før eventuell oppstart.



Figur 22 Avgrensningen av klebersteinsforekomsten ved Dalhaugen. Det er tegnet inn to ulike forslag til driftsvei for å komme inn til forekomsten.

## 7. Referanser

- Allmendinger, R. W. 2013: Stereonet 8. Ref 1) Allmendinger, R. W., Cardozo, N. C., and Fisher, D., 2012. Structural Geology Algorithms: Vectors & Tensors: Cambridge, England, Cambridge University Press, 289 pp. Ref 2) Cardozo, N., and Allmendinger, R. W., 2013, Spherical projections with OSXStereonet: Computers & Geosciences, v. 51, no. 0, p. 193-205, doi: 10.1016/j.cageo.2012.07.021.
- Askeland, Kristen: Historia om maskindrifta i Statens vegvesen Sogn og Fjordane. Maskiner ryddar veg. Statens vegvesen Sogn og Fjordane 2002
- Foslie, S. 1929: Beretning om arbeidet i 5-årsperioden 1924-28. I. Feltarbeider: 4. Bjørnådalens kleberstensbrudd i Vefsn. Norges geologiske undersøkelse nr. 133; Årbok for femårsperioden 1924-1928, side 34-36.
- Frigstad, O. F. 1973: Undersøkelse av klebersteinforekomst, Bubakk, Tynnset kommune, Hedmark fylke, NGU rapport 1211. 15 sider
- Grenne, T. og Heldal, T. 2001: Fremtidige driftsmuligheter og kulturminnevern i Bubakk klebersteinsforekomst, Kvikne, NGU rapport 2001.110. 16 sider
- Grenne, T. og Heldal, T. 2002: Driftsmuligheter og kulturminnevern i Bubakk klebersteinsforekomst, Kvikne, NGU rapport 2002.113. 28 sider
- Lauritsen, A. 2013: Asbestundersøkelse av Kleberstein fra Nidarosdomen Molab as. Rapport nr. 52691, 2 sider
- Lindahl, I. 2012: Bygningsstein i Nordland - En oversikt over bygningsstein i Nordland, om bruken og om de forskjellige geologiske steinprovinsene. Norges geologiske undersøkelse. ISBN 978-82-7385-147-5. 190 sider
- Meyer, G.B. og Aasly, K.A. 2015: Status og anbefaling for videre undersøkelser av klebersteinsforekomsten Dalhaugen, Vefsn kommune i Nordland. NGU notat 14/00215-5. Dato 26.02.2015. 4 sider.
- Michelson, M. 1986: Feltgeologiske og petrologiske studier av Mosjøen-intrusivkompleks og omgivende grønskifer-sekvens, Nordland. Cand. Scient. oppgave, UiO. 284 sider
- Sigmond, E.M.O., Bryhni, I. og Jorde, K. 2013: Norsk geologisk ordbok. Akademisk forlag, ISBN 978-82-321-0151-1, 496 sider
- Storemyr, P. 1997: The stones of Nidaros. An applied Weathering Study of Europe's Northernmost Medieval Cathedral. Dr. Ing. Avhandling 1997:92, Institutt for arkitekturhistorie, NTNU. ISBN 82-471-0128-9. 374 sider
- Storemyr, P. 2014: Forvitring av stein i Dalhaugen klebersteinsforekomst, Nordland - feltundersøkelse. (Foreløpig versjon). 19 sider

|

Thorkildsen, Chr. D. , 1967: Geologisk undersøkelse av klebersteinsforekomst, Nedre Målselv, Troms. NGU rapport 765, 16 sider

Vasshaug, Albert , 1963 Grunnes klebersteinsforekomst, Målselv, Troms fylke. Norges geologiske undersøkelse; FAGRAPPORT; Bergarkivet; No. BA 5555. 3 sider

Wiik, Viggo H.; Sverdrup, Thor L. , 1962 Rapport angående befarings av klebersteinsforekomst på eiendommen Grunnes, Nedre Målselv, Troms. Norges geologiske undersøkelse; FAGRAPPORT; Bergarkivet; No. BA 6256. 7 sider

Lokalitet	Prøve	UTM	Vest	Nord	Kategori	Bergart	Beskrivelse
134		33N	421985	7320768	Geologi	Metagabbro	Overgang fra amfibolittdominert til klorittomvandlet metagabbro
135		33N	421990	7320733	Geologi	Kleberstein	Skifrig kleber med en del fibrøse parti
136		33N	422023	7321034	Kultur		Årstall 1768 (kors) og 1778 i steinblokk. Område med mange rasblokker og mulig kilemerker på noen blokke.
137		33N	422104	7321068	Geologi	Kleberstein	Ytterpunkt av område med rasblokker. Noen blokker med saget flate, andre med boring og kiling
138		33N	421974	7320868	Geologi	Kleberstein	Område med en del blokk fra 0,5 til 3m. Mange med kileform. En del skifrighet i kleber.
144	NDR1	33N	422036	7321031	Geologi	Kleberstein	Ras eller suptilt uttak. Kleber med svak kløv og flere sprekker. Generelt finkornet, men enkelte pseudomorfer etter oikokryster av pyroksen eller hornblende. Magnetisk med fint desimert magnetitt.
KAA 40	NDR2	33N	422016	7321050	Geologi	Kleberstein	Prøve saget fra blokk. I følge steinhuggere; god stein.
KAA 41	NDR3	33N	421996	7321021	Geologi	Kleberstein	Prøve saget fra blokk av god "huggestein"
145/KAA 42	NDR4	33N	421984	7321005	Geologi	Kleberstein	Fastfjell med overordnet kløv og to sprekkeretninger. Prøve saget ut fra fast fjell.
146/KAA43	NDR5	33N	421932	7320950	Geologi	Kleberstein	Gammelt steinbrudd med transportvei ned og blokk pluss skrot på hver side. Fastfjellsbrudd. Spor etter boring med 25 mm bor 10-20 cm avstand.
KAA 44	NDR6	33N	422014	7320774	Geologi	Kleberstein	Slickenside sleppe ved "nyklumpen". Synlige fibrøse mineraler. Prøve saget ut fra fast fjell
KAA 45	NDR7	33N	422036	7320781	Geologi	Kleberstein	Skifrig parti ved "nyklumpen". Slår løs blokk fra sprekk til prøve. Synlig forvitret prøve
147		33N	421986	7321028	Geologi	Kleberstein	Fastfjell med forsøk på lite uttak, enkelte mindre blokker ligger igjen.
148		33N	421891	7321093	Geologi	Biotittglimmerskifer	Biotittglimmerskifer med serisittisert staurolitt. Kornformen fra staurolitt er intakt. Kan være samme enhet som går igjen i Elsfjord.
149		33N	422065	7321127	Geologi	Marmor?	Område med mange huller og oppkommer som likner på karstlandskap.
150		33N	422083	7321065	Geologi	Kleberstein	Blokk merkes 'X' som NDR ønsker å få brakt til Trondheim. Trolig naturlig rasblokk med et enkelt hull for kiling og spor fra saging.
151	NDR8	33N	422080	7321061	Geologi	Kleberstein	Grønlig mellom- til finkornet kleber. Vertikale til steiltstående sprekker med intervaller på 20 til 100 cm. Svak steiltstående lineasjon parallelt med sprekker.
152	NDR9	33N	422086	7321050	Geologi	Kleberstein	Samme type kleber som 151. Rustflekker i de ytterste 5-6 cm av overflaten. Ingen flaking, men sprekker i flere retninger.
153	NDR10	33N	422076	7321026	Geologi	Kleberstein	Relativt massivt parti med stor kileformet blokk rast ut i skrent. Svak kløv.
154		33N	422080	7321008	Geologi	Metagabbro	Metagabbro? Grovere kornstørrelse med uomvandlet amfibol i en grunnmasse av kloritt? Bergarten utgjør hele toppen av Dalhaugen og har trolig vært mer resistent enn klebersteinen i forhold erosjon.
155		33N	421987	7320934	Geologi	Metagabbro/ kleber	Metagabbro som er nesten helt klorittisert slik at det ligner på den grove klebervarianten i prøve NDR4
156		33N	421891	7320910	Geologi	Kleberstein	Relativt finkornet kleber i isskurt svaberg ved den nye veiprofil. Sprekker i konjungerende NS/ EV retning og enkelte inneslutninger av marmor.
157		33N	421896	7320893	Geologi	Kleberstein	Kontakt mellom mørk finkornet amfibolitt og mellomkornet metagabbroisk bergart. Begge er delvis klorittiserte. Steiltstående lineasjon
158		33N	421910	7320892	Geologi	Metagabbro	Årenettverk av feltspatrik bergart i klorittisert amfibolitt.
159		33N	421910	7320876	Geologi	Marmor	Linse av båndet marmor helt innesluttet i amfibolitt/metapyroksenitt

Lokalitet	Prøve	UTM	Vest	Nord	Kategori	Bergart	Beskrivelse
160		33N	421933	7320864	Geologi	Metagabbro	Større område med metagabbro
162		33N	422026	7320801	Geologi	Kleberstein	Kleberstein som gradvis avløser metagabbro. Kleberen har steilstående strekningslineasjon
163		33N	421980	7320756	Geologi	Kleberstein	Kløv og strekningslineasjon i kleber. Virker til å forvitret sterkere enn varianten som er prøvetatt.
169		33N	422289	7320891		Marmor	I massetak hvor de tar ut fyllmasser. Synlige slickensides. Nærmest skifrig marmor
170		33N	422296	7320920		Glimmerskifer	Kalkrik glimmerskifer med små (ca 2mm store) granatkorn
171		33N	422307	7320985		Marmor	Marmoren bruser ikke med HCl = dolomitmarmor
172		33N	422309	7320968			Vekslede grønne og brunlige lag, i tynne lag. Båndet metamorf bergart med glimmer, kloritt, granat og brunlig karbonat.
173		33N	422278	7320987			Måler foldeaksler i svært foldet bergart. Vekslede kvartsrike og biotitt-/amfibolrike lag med granater. Ser primærkontakt med gabbro som intruderer bergarten og så foldes de sammen. 284/84NV, 254/76 NW, 222/68NØ, 290/82NW, 224/66SØ, 233/40SØ
174	Gurli	33N	422267	7320972		Metaamfibolitt/grønnstein	Grønn metaamfibolitt. Kloritt og amfibolrik med granater. Kontakten mot gabbroen er svært leiraktig. Gurli tar prøve. Amfibolitten er hard
175		33N	422248	7320975		Metaamfibolitt/grønnstein	Grønn metaamfibolitt, noe mykere enn forrige punkt, men fortsatt hard. Ryr når Jan hakker i steinen og den flaker. Rustne små kort i prøven, er det Magnesitt?
176		33N	422247	7320980		Kleberstein	Måler kløv, krenulasjonskløv og sprekkeplan. Ingen tegn til bevegelse i sprekke
177		33N	422237	7321007		Kleberstein	Myk kleberstein, men flaker av. Bergarten ripet ikke av negl og virker ikke feit.
178	Gurli	33N	422224	7320967		Kleberstein	Samme kropp som pkt 177. Måler kløv og krenulasjonskløv. Kan krenulasjonskløven være med å armere kleberen? Brune forvitrede korn. Klebersteinen flaker mindre enn forrige pkt, men er fortsatt hard.
179		33N	422202	7321008		Kleberstein	Kleberstein med mye kløv. Fortsatt hard og er ubrukbar til figurer. Ved hugging i kløv flasser kleberen noe mindre ca 90gr på kløv.
180		33N	422194	7321014		Kleberstein/Gabbro	Hard bergart med cm store krystaller av pyroksenrester Har fått kleberomvandling, men tekturen er bevart, får en nærmest spøkelsesaktig tekstur
181		33N	422184	7321026		Gabbro	Grovkornet hard gabbro eller pyroksenitt. Kornene er 1-2 cm store.
182	KA-A-D-182	33N	422128	7320997		Gabbro	Meget hard massiv bergart. Grove korn 1-2 cm store med omvandlet matrix. Store korn av amfibol. Noe foliasjon i bergarten.
183		33N	422100	7320993		Amfibolitt	Grovkornet amfibol med matriks som er noe omvandlet.
184		33N	422043	7320999		Kleberstein	Finkornet bergart. Beveger oss mot kleberonen. Spøkelsesaktige grove korn som i 180, men enda mindre tydelig. Inneholder talk og oppleves som feitere enn de andre vi har vært borti i dag. Nå er i vi i kleberforekomsten
185		33N	422026	7321018		Kleberstein	Myk finkornet grønn kleberstein, men flaker ved hugging. Mye sprekker (GBM måler), tydelig kløv, men ikke mulig å måle. Skygger av oikrystaller.
186		33N	422073	7321020		Kleberstein	God og myk kleberstein. Meget finkornet, vanskelig å se kløven. I dette området virker klebersteinen homogen. Dette er en stor blokk.
187		33N	422071	7321013		Kleberstein	Kleberstein med bust og kløv. Finkornet. Men flaker for mye. Lys kleberstein

Lokalitet	Prøve	UTM	Vest	Nord	Kategori	Bergart	Beskrivelse
188	GBM-D-204	33N	422114	7321047		Gabbro	Er nå utenfor forekomsten.
195		33N	421839	7320782		Kleberstein	Hard kleberstein med mye foliasjon. Sorte skygger av opprinnelige relikter. Tror dette er fortsettelsen av "nyklumpen".
196	CAA-D-196	33N	421851	7320790		Kleberstein	Foliert kleberstein, noe mykere enn 195. Tror den vil flake ved hugging. Kløv og krenulasjonskløv. Tynne (1-2 mm tykke ) årer med finfordelte rustflekker. På prøven er det merket av lineasjon som er målt.
197		33N	421858	7320789		Kleberstein	Vegg med tydelig krenulasjonskløv, skrått på ordnær kløv. Overflaten er glatt og matt, og består av sjiktmineral, men ripes ikke med negl.
198		33N	421880	7320789		Glimmerskifer	Står i grensen mellom glimmerskifer og mer amfibolrik hard bergart. Mørk glimmerskifer , nærmest fyllittskifer. Amfibolitten er fin-middelskornet, foliert og inneholder tilsynelatende en del glimmer samt skygger av mørkere mineral. Skiferen og amfibolitten er foldet sammen.
199		33N	421873	7320792		Amfibolitt	
200	CAA-D-200	33N	421868	7320791		Amfibolitt	
201		33N	421918	7320769		Amfibolitt	Hard, finkornet grå-grønn amfibolitt. Bergarten er foliert. Noen tynne granatrike lag/sjikt.
202	CAA-D-202	33N	421946	7320775		Gabbro	Grovkornet gabbroid bergart eller amfibolitt. Store nåleformede korn av hornblende (eller pyroksen??) De ripes lett med kniv) i finkornet lys matriks med feltpat og granat.
203		33N	421963	7320758		Gabbro	Fin-mellomkornet gabbro, tilsynelatende lik Mosjøengabbroen
204		33N	421972	7320749		Kleberstein	Kleberstein ala nyklumpen. Myk, men flakig og foliert.
205		33N	422014	7320724		Kleberstein	Grense mellom kleber og mørk, nærmest sort fin-mellomkornet amfibolitt med glimmer og granat. I grensen er det leire, meget skifrig. Ikke primærkontakt? Målt retning på sprekken/bergartsgrensen
206		33N	421932	7320787		Gabbro	Grovkornet gabbro, store mørke korn m lys matriks. Inekvigranulær bergart. Gradvis overgang til mer finkornet og ekvigranulær bergart.
207		33N	421912	7320809		Gabbro	Overgang fra finkornet til mer grovkornet gabbro igjen.
208		33N	421850	7320807		Kleberstein	Myk foliert kleberstein med lite harde korn. Ser ut til å være flakig. Enkelte årer av lyst mineral (talk) med små folder i, og enkelte hulrom hvor sannsynligvis karbonat er løst opp.
209		33N	421701	7320849		Kvartsårer	Rygg i gjengrodd terreng med få blotninger. Små blotninger på toppen av ryggen viser kvartsårer.
210		33N	421673	7320838		Granat-glimmerskifer	Foliert-skifrig bergart med harde mineraler (granat)
211		33N	421708	7320850		Granat-glimmerskifer	Foliert skifrig bergart med harde mineraler samt kvartslinser
212		33N	421626	7320660		Gabbro	Grovkornet, gabbo med lys matriks og store delvis omvandlete korn, dette ligner det vi ser på toppen av Dalhaugen. Måler kløv, men er usikker på om dette er kløven...
213		33N	421579	7320681		Granat-glimmerskifer	Rygg med skifrig bergart. Kvartslinser og cm store granatkorn. Ryggen er nærmest halvmåneformet
214		33N	421555	7320660		Granat-glimmerskifer	Granatglimmerskifer, røde granater
215		33N	421574	7320663		Granat-glimmerskifer	Granatglimmerskifer, røde granater
1182		33N	422284	7320901		Marmor/ amfibolitt	Fyllmasseuttak i forbindelse med veibygningen i Drevjedalen. Vekslande mellom marmor, glimmerskifer, amfibolitter og kvartsitt.
1183		33N	422295	7320940		Biotitt-glimmerskifer	Overgang fra dominerende marmor i øst mot biotittglimmerskifer i vest.

Lokalitet	Prøve	UTM	Vest	Nord	Kategori	Bergart	Beskrivelse
1184		33N	422314	7320984		Dolomittmarmor	Øverste brudd i veivesenets massetak. Grå marmor som ikke bruser for saltsyre.
1185		33N	422308	7320982		Kalk-glimmerskifer	Overgang mot granatholdig glimmerskifer i veksling med karbonat-, kloritt- og sulfidrike lag. Går mot svart marmor uten svovellukt
1186		33N	422283	7320994		Granat-glimmerskifer	Overgang fra marmordominert til glimmerskiferdominert med granat og retrogradert staurolitt. Plan med markante slickensides og lineasjon som indikerer at blokken i øst har beveget seg oppover i sørlig retning. Et annet system som trolig er eldre viser slickensides og minerallineasjon i en dekstral bevegelse med topp mot nord.
1187	GBM-D-1187	33N	422280	7320993		Staurolittglimmerskifer	Metagabbro i primær kontakt med sterkt foldet sekvens av vekslende bånd av granatglimmerskifer, kvartsitt, marmor og amfibol. Gabbroen spiser seg inn i bergarten, assimilerer selektivt inn i ulike bånd og relikter av foldede kvartsittbånd og enkeltkorn av granat ligger som rester i gabbroen opp til 2 meter fra kontakten. Gabbroen er finkornet og metamorf. Foldene i sidesteinen er refoldet minst en gang. Prøven er tatt 4 m fra kontakten.
1188	GBM-D-1188	33N	422269	7320973		Metagabbro	Amfibolitt eller finkornet metagabbro. Grensen mot 1187 virker som en deformert skarp magmatisk kontakt, men selve kontakten er dårlig blottet. Grensen til kleberstein er overdekket av løsmasser og fyllmasser fra aktiviteten i uttaket.
1189	GBM-D-1189	33N	422248	7320979		Kleberstein	Relativt hard kleberstein med årer av karbonat, dissiminert karbonat og pyroksenoikokryster. Prøven er tatt mellom to sprekker. Vær obs på omvandling. En markant krenulasjon trer fram på et sprekkeplan med kloritt/Tremolitt/ aktinolitt
1190		33N	422251	7320993		Kleberstein	Forholdsvis hard kleber gressende til metagabbro. Samme som 1189.
1191		33N	422239	7321004		Kleberstein	Samme som 1190. Hard kleber som springer i små fragmenter, men omtrent ikke kleberstøv ved hugging.
1192	GBM-D-1192	33N	422228	7320968		Kleberstein	Liten kløft. Også her markant krenulasjonskløv men ikke mulig å måle orientering pga av lav og mose.
1193	GBM-D-1193	33N	422202	7321010		Kleberstein	Relativt velutviklet foliasjon i kleber. Ripes med negl, men er for hard for hugging av figurer. Kan brukes som kvaderstein. En del eroderte/ forvitrede tynne årer av karbonat.
1194		33N	422206	7321022			Ca. 10 cm overdekke på toppen av en knaus gir et lite forvittringsprofil. Innrisset KLST
1195	GBM-D-1195	33N	422195	7321015		Metagabbro	Liten knaus med markant gropete forvitring. Per undersøker forvittringsjord her også.
1196		33N	422181	7321037		Metagabbro	Markant fjellvegg med 'peridotitt' liknende overflater i form av karakteristisk oppsprekingsmønster, gropete overflater og bueformede uregelmessige riller og sprekker. Siste er trolig forvitring av karbonat/ dolomittårer.
1197	GBM-D-1197	33N	422160	7321039		Metagabbro	Mellomkornet metagabbro som 1196
1198		33N	422138	7321025		Metagabbro	Mellomkornet metagabbro som 1196
1199	GBM-D-1199	33N	422104	7320993		Metagabbro	Grovkornet metagabbro med markante oikokryster av hornblende og/ eller pyroksen. Grunnmassen er mer omvandlet enn på toppen.
1200		33N	422069	7320968		Metagabbro	Grovkornet metagabbro med markante oikokryster av hornblende og/ eller pyroksen. Grunnmassen er mer omvandlet enn på toppen.
1201	GBM-D-1201	33N	422042	7321005		Kleberstein	Kleberstein av medium hardhet med relikter av metagabbro i form av oikokryster og årer som ikke er omvandlet. Kløven er vanskelig definerbar.
1202	GBM-D-1202	33N	422026	7321019		Kleberstein	Som 1201



Lokalitet	Prøve	UTM	Vest	Nord	Kategori	Bergart	Beskrivelse
1203		33N	422108	7321049		Kleberstein	Samme lokalitet som GBM153 = NDR 10. Akseptabel hardhet for hugging av skulpturer. Ikke helt så myk som Kvikne men akseptabel. Forholdsvis finkornet med høy andel av myke mineraler. Virker fet på overflaten. I prøvestedet ses forvittringshud på 1 cm.
1204	GBM-D-1204	33N	422112	7321047		Metagabbro	Under et lite overheng. Medium hardhet på kleber med relikter av pyroksen/ amfibol. Flasser langs 'ryggen' av testhuggingen.
1205		33N	422193	7321042		Kleberstein	I ATV sporet lengst øst i Dalhaugen. Medium hard kleber med velutviklet foliasjon som ikke er målbar.
1206		33N	422244	7320933		Kleberstein	Fjellveggen i nordøst rett over steinuren. Samme lokalitet som GBM151=NDR8
1216		33N	421995	7321017		Klebersten	Medium hard kleber med rester av pyroksen. En god del glideplaner i området. Saget blokk er løsnet langs et kløvplan og flere slike planer oppstår når man bruker slegge.
1217		33N	422013	7321022		Klebersten	Område med mange tette slipplaner/ glideplaner. Disse små planer danner en vinkel med den struktur som følger brattskrenten og derved dannes mange små og store kileformede blokker i veggen. Bergarten er magnetisk knudret kleber med relikter av oikokryster som står fram på forvittringsflater.
1218		33N	422018	7321040		Klebersten	Stor løsblokk med innrisset årstall 1768 og 1778. Ser også et kors og mulige bokstaver 'ADA'. Der kan stå 'N' mellom de øvrige initialer og årstallene. Blokken har vært testen med både sag og meisel, muligvis også hakke. Mosen ble fjernet av bonden fra Steinhaugen gård i 2013 under en befarings med NGU. Sammen med Per Storemyr fjernet vi mer mose i år. Ingen synlig forskjell på de to områder. Initialer og årstal virker svært lite forvitretede.
1219	GBM-D-1219	33N	422012	7321032		Kleberstein	Brattskrenten rett ovenfor blokken med inskripsjonene. Skrenten følger trolig isens hovedbevegelse og retningen er subparallel til noen av sprekkesystemene, men ikke alle. En del sprekker har en annen orientering enn brattskrenten. Med totalt 5 orienteringer av sprekker i samme lille område dannes det en svakhetszone som isen og sjøen enkelt har kunnet erodert. Fotoserie med papirlapper viser kronologien av de ulike sprekke og deres innbyrdes aldersforhold. Bildene er tatt mot sør og mot sørøst. Orienteringen av linjen på prøven er 270/88 N. Bergarten er myk kleber, forholdsvis finkornet uten synlige relikter av pyroksenoikokryster. Magnetisk
1220		33N	422018	7321042		Kleberstein	Steinblokk som er tilvirket med sag. Ser ikke spor etter uttak i skråningen over, men den kan være kilet ut. Sagsporet er 4 millimeter i bredde hvilket tydet på håndsaging, ikke motorsag. I tillegg er det kilet etter et mulig håndboret hull. Blokkens mål er 78 x 80 og har en høyde som varierer litt fra 37 til 40 cm. De øvrige sidene er naturlig sprekkeplaner. På den NE side av blokken ca midt i den sagede flate ses en subhorisontal sprekke. Det er gjort et forsøk på kile blokken langs denne sprekken. Derutover ses det ikke flere spor etter sprekker.
1221	GBM-D-1221	33N	422027	7321049		Kleberstein	Sprekkeplan med markant kruskløv (krenulasjon) og slickensides indikerer dekstral bevegelse hvor den nordlige blokk har gått 'opp' i retning SE i et semiduktilt regime. Minerallineasjonen er tydelig overpreget av krenulasjonen. Samtidig er det mange små bruddflater i mineralbuntene som indikerer at de er revet av. Fra høy mot lavere temperatur? Dette planet er parallelt med brattskrenten og virker som en svakhet => ikke bra forseget. Flere planer viser mineralvekst som er foldet. En annen mineralvekst følger retningen 110/ 40 SE. Kleberer virker finkornet myk og tett. Rik på talk? Her er kvaliteten bra forutsatt at sprekke ikke ligger for tett innover i berget.
1222		33N	422021	7321049			Mulig lokalitet for boring horisontal inn i retning 140.



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
- NGU -

# NOTAT

Til: Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider v. Rune Langås  
Fra: Gurli Meyer og Kari Aslaksen Aasly, Byggeråstoffer, NGU  
Arkiv:  
Dato: 26. februar 2015

Kopi: Per Storemyr, Archaeology & Conservation Services, N-6957 Hyllestad

---

## STATUS OG ANBEFALING FOR VIDERE UNDERSØKELSER AV KLEBERSTEINSFOREKOMSTEN DALHAUGEN, VEFSN KOMMUNE I NORDLAND

---

Vi viser til tilsagnsbrev for 2014 og 2015 fra Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR). Norges geologiske undersøkelse (NGU) mottar støtte fra NDR for å utrede mulig framtidig små skala uttak av klebersteinsforekomsten Dalhaugen i Vefsn Kommune i Nordland.

### Bakgrunn for undersøkelsene

NGU og NDR har i flere perioder siden restaureringen av Domkirken startet i 1869 samarbeidet om å finne forekomster av kleberstein som tilfredsstillende de tekniske kravene til bygningsstein til i de norske klebersteinkirker med hovedvekt på Nidaros Domkirke. I en årrekke har et klebersteinsbrudd ved Grunnes i Målselv i Troms fungert som leverandør, men tidsbruken med bearbeiding av stein fra Grunnes vurderes av NDR som relativt høy sammenliknet med andre forekomster som tidligere har vært anvendt. Leverandøren i Grunnes har lagt ned aktiviteten og maskinparken er foreldet og nedslitt. Innvesteringene ved å gjenåpne bruddet i Grunnes vil være forholdsvis høye sett i forhold til at steinen ikke er ideell for alle typer anvendelse. I Norge som helhet finnes det i dag noen få klebersteinsbrudd i sporadisk drift for produksjon av ovner. Disse bruddene leverer stein som har andre egenskaper enn den type som tradisjonelt er brukt i middelalderen og senere restaurering av klebersteinkirkene. Erfaringer med kleberstein fra brudd som tidligere har vært i drift viser, at bare et fåtall av gamle steinbrudd kan komme i betraktning for nye uttak. Problemene med moderne drift i gamle steinbrudd er sammensatte og det er derfor ønskelig fra NDR at lokaliserer helt nye forekomster som ikke tidligere har vært i drift og som har kvaliteter der kan imøtekomme bruk av moderne driftsmetoder.

NGU har befart og evaluert klebersteinsforekomster i Nordland som en del av Nordlandsprogrammet (1992-1999). Programmet var et samarbeid mellom Nordland fylkeskommune (NFK) og NGU, og hadde som mål å framskaffe geologisk basisinformasjon

om mineralske ressurser i fylket. På basis av programmet og databasebefaring utført av NGU etter programmets utløp skrev Ingvar Lindahl i 2012 boken *Bygningstein i Nordland*. Det henvises til denne bok for mere dyptgående informasjon om forekomster av bygningsstein i Nordland. Under befaringsene ble det klart at kleberstein i Dalhaugen var særlig lovende som framtidig ressurs for bygningsstein. Dette notatet tar for sig de foreløpige resultater av felles undersøkelse utført av NDR og NGU. En mere utfyllende rapport vil bli publisert av NGU i våren 2015.

### Undersøkelsene

NDR og NGU befarte forekomsten sammen i 2013 hvor det ble tatt ut 10 prøver for vurdering av mineralogi og holdbarhet i forhold til forvitring. Det ble også tatt ut enkelte blokker fra steinuren på vinteren for videre test av de huggetekniske egenskaper. Undersøkelse av asbestiforme mineraler ble utført av Molab. Tom Myran ved NTNU har vurdert rapporten fra Molab og forholdene i huggeverkstedet for NDR og konkluderte med at mengden og typen av aspestiforme mineraler er under grenseverdiene og akseptable. Likeså ble det utført bestandighetstester ved SINTEF for å sammenligne prøver fra Dalhaugen og en annen forekomst i Vefsn kommune, Bjørnålia. Bestandighetstestene ga ingen utslag for noen av prøvene. Mineralogiske analyser (mikroskopering) konkluderte likevel med at kornbindingen i prøvene fra Dalhaugen er tettere og at denne klebersteinen trolig er mer motstandsdyktig mot forvitring enn kleberstein fra Bjørnålia. Etterfølgende huggeforsøk ved NDR tydet på at steinen hadde kvaliteter som oppfylte mange av de ulike behov i forhold til restaurering. På basis av disse undersøkelser og huggeforsøk sto det klart at forekomsten var verd å gå videre med.

I høsten 2014 gjennomførte NDR og NGU igjen feltarbeid. Befaringen tok da for seg forekomsten Bjørnålia sør for Mosjøen. Kleberstein fra Bjørnålia var en viktig ressurs i en tidlig fase av restaurering av Domkirken, men ble forlatt etter hvert som det ble oppdaget skader på deler av de restaurerte bygningselementer. Skadeomfanget kan tilskrives steinens tendens til å sprekke opp og forvitte over tid. Bjørnålia er dermed ikke relevant som framtidig ressurs for restaureringsformål. Dalhaugen er en forekomst som er nært geologisk beslektet med Bjørnålia. Derfor har de to forekomster vært vurdert parallelt i undersøkelsene for om mulig å kartlegge tilsvarende svakheter i kleberstein fra Dalhaugen. På feltarbeidet deltok også Per Storemyr, Archaeology & Conservation Services, for å vurdere forvitringen av klebersteinen sammenliknet med Bjørnålia og flere andre forekomster som tidligere er benyttet som byggeråstoff i Nidaros Domkirke. Storemyrs vurdering er sendt som egen rapport til NDR. Konklusjonen av rapporten er, at kleberstein i Dalhaugen har lavere tendens til å forvitte enn forekomsten i Bjørnålia. Denne observasjon støttes av NGUs foreløpige mineralogiske undersøkelser, som indikerer at der et vesentlige mineralogiske og teksturelle forskjelle på forekomstene i Bjørnålia og Dalhaugen. Det arbeides med mere detaljerte tolkninger som vil bli beskrevet NGU rapport i løpet av våren 2015. NDR tok i høsten 2014 ut en serie naturlige steinblokker av ulik størrelse og kvalitet som på innværende tidspunkt er under bearbeiding som aktuelle emner i restaureringen. Resultater av dette arbeide vil også danne grunnlag for videre vurdering utover våren 2015.

Under feltarbeidet ble det hverken observert spor etter før reformatoriske uttak eller områder med inskripsjoner i fast fjell. Et parti nord i Dalhaugen består av steinur i kleberstein. Her er det funnet en enkelt steinblokk påvist av grunneiers far som viser inskripsjonene 'ADA' og årstallene 1768 og 1778. Det ses også en korsformet figur innrisset sammen med årstallene. Hvorvidt denne steinblokk representerer en minnestein eller har hatt annen symbolsk betydning er ikke kjent for grunneieren. Samme steinblokk har forholdsvis gamle mosegrodde spor etter håndsaging og testhugging. Det samme er tilfellet for flere andre steinblokke i denne ur, men det er ikke funnet flere inskripsjoner i løsblokk. Riksantikvarens database viser

at det 500 meter sør for Dalhaugen er registrert et gravfelt fra Jernalder. Utover det finnes det ingen registrerte kulturminner i eller nær Dalhaugen.

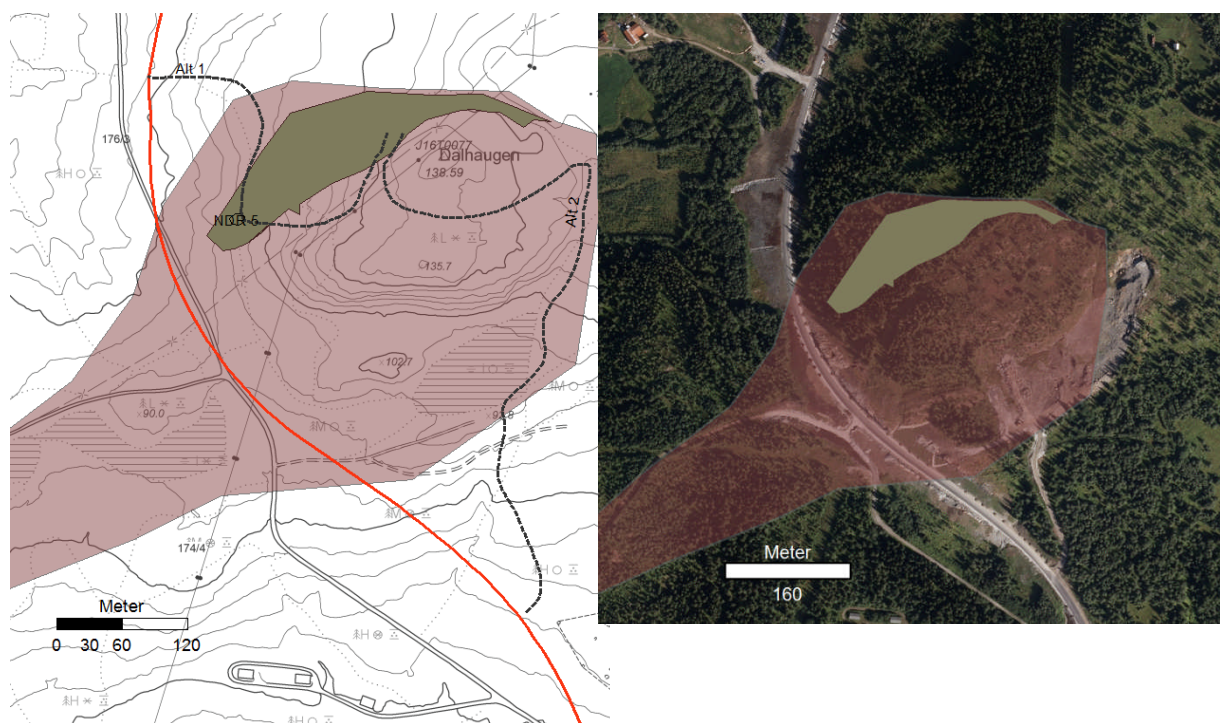
I figur 1a er merket et punkt, NDR5. Dette er et lite steinbrudd hvor blokke er tatt ut med bruk av håndboring og kruttsprengning. Grunneier og grunneiers far er født og oppvokst på plassen Steinhaugen og er ikke kjent med en slik aktivitet. Helland (1908) omtaler at det var tatt ut kleberstein i Steinhaugen (Dalhaugen) og Vikdalen på 1800 tallet. I Vikdalen er personen som drev brudd navngitt i lokalhistoriske kilder, men enda har det ikke kommet fram informasjon om aktiviteten i Dalhaugen. Mest sannsynlig knytter dette bruddet seg til uttak av kleberstein til røykrør. Denne aktiviteten er godt dokumentert i boken til Lindahl (2012) og strekker seg fra ca 1500 tallet fram til tidlig 1900 tallet. Sporadisk i steinuren er det funnet spor etter saging og boring i større blokke. Det er funnet rester av en jernwire og festepunkt for denne i tillegg til rester av en jernovn og en jernbjelke i myren nedenfor steinuren. Sammen med uttaket ved punkt NDR5 tyder dette på en form for organisert prøvedrift i en periode på 1800 tallet. Deler av dette område ligger innenfor øvingsfeltet til Drevjemoen militærleir, men det ses i dag ikke spor etter militær aktivitet. Grunneier opplyser at det bare foregår elgjakt og begrenset skoghogst og disse aktivitet kan ikke knyttes opp mot sporene som er funnet i steinuren.

Marin leire er en kjent problematikk i Vefsn. Derfor er det gjort en liten undersøkelse av de postglasiale forhold rundt Dalhaugen. Umiddelbart etter istiden hadde havets sin maksimale utbredelse og i Vefsn lå strandlinjen 120 meter høyere enn i dag. Dalhaugen med sine 139 m.o.h. sto da opp som en liten øy i det som i dag er Drevjedal, men som den gang var et sund mellom Ranfjorden og Vefsnfjorden. I takt med at landet hevet seg ble Dalhaugen landfast, men den gamle strandlinje er fortsatt synlig på sørsiden av Dalhaugen og ses som en svak høydeforskjell i terrenget. Samtidig ses grensen mellom fastfjell og løsmasser godt i masseuttaket på sørsiden av Dalhaugen. Marin leire finnes i området rundt Dalhaugen og ligger i dagen i det ferske masseuttaket, men leiren regnes som helt utvasket rundt knausen.

## Resultater

NGU's feltarbeid i Dalhaugen var fokusert på innsamling av geologiske observasjoner og prøvemateriale i samarbeid med steinhugger Jan Strand og Bjørn Roar Kjørsvik fra NDR. Per Stormyrs registrering har forgått for en stor dels vedkommende i de samme observasjonspunkt. Målet var å samkjøre informasjonen om huggekvalitet med geologiske egenskaper.

Som et resultat av dette og de forutgående undersøkelser er det nå lokalisert flere soner med kleberstein som danner en sone omkring en sentral kropp av hardere metamorf gabbro (Fig.1). Kleberen ligger som en rand omkring gabbrokroppen og overgangen mellom gabbro og kleber er gradvis. Toppunktet av Dalhaugen utgjør den hardeste varianten av gabbro, mens brattskrenten mot nord utgjør den mykeste klebervarianten. Også mot sør og øst finnes det kleber. Steinuren i nord kan også regnes som en ressurs. I områdene rundt finnes ulike varianter av kalkholdig glimmerskifer, kvartsitt og marmor.



Figur 1. a. Forenklet geologisk kart over Dalhaugen. Den rosa farge viser den maksimale utbredelse av både kleberstein og gabbro (tilsammen kalt ultramafitt). Den grønne farge viser den viktigste del av kleberforekomsten. To mulige veitraseer er skissert på kartet (sort stiplet linje).

Figur 1. b. Flyfoto av Dalhaugen med den nye fylkesvei og masseuttaket for veibygging.

Den mykeste varianten av kleberstein er den som egner seg best for skulpturer og tilvirkning hos NDR. Steinen bør ideelt sett ikke danne sprekker eller la seg kløve langs foretrukne retninger og den bør ha jevn hardhet i alle retninger. Et slikt parti av kleber oppfyller helt eller delvis disse kriterier og er nå delvis avgrenset (Figur 1). Det er også skissert en mulig forlengelse av forekomsten i den skogdekkete flanke mot vest. Steinuren nord i Dalhaugen består av blokker fra nettopp denne delen av forekomsten og en bratt fjellskrent gir et godt innsyn i kleberkroppen. Ut i fra størrelsen og kvaliteten av de løse steinblokke får vi innsyn i mulig blokkstørrelse som er i dimensjoner fra typisk 40-100 cm i en retning og opp til maksimalt 2 meter i en annen retning. Den tredje dimensjon varierer sterkt fra få desimeter og opp til 50-100 cm. Enkelte blokke er rektangulære i form, men et flertall av blokke har kileform eller andre former som igjen avspeiler det varierende sprekkemønster. En utfordring i Dalhaugen er nettopp sprekker i varierende avstand og orientering, men ettersom en større del av kleberkroppen er dekket av løsmasse, torv og skog anbefales det å avdekke dette område for inspeksjon og forberedelse for prøveuttak med større steinmotorsag. Først da vil en kunne si mere om best mulig kvalitet, blokkform og blokkstørrelse. I tilfelle resultatet av en slik undersøkelse faller positivt ut vil boring og videre forsøksdrift være neste steg for å se hvordan kvaliteten er mot dypet.

Resultatene støtter dermed tidligere antakelser om at Dalhaugen har potensial som ressurs for NDR både basert på kvaliteten på klebersteinen og de topografisk og logistikkmessige rammer for forekomsten. Miljødirektoratets database over naturtyper viser et område med kalklindeskog øst og sør for Dalhaugen, men det foreligger ikke vern. Artsdatabankens registreringer viser ikke rødlistede arter i Dalhaugen og forekomsten vil derfor ikke gi konflikter med kjente naturvern. Enda et viktig argument er, at det ikke er observert før reformatoriske kulturminner, samt at området fra før har vært gjenstand for sporadisk prøvedrift. Bygging av ny fylkesvei gjør at området har vært gjenstand for helt ferske inngrep og dermed vil etablering av et driftsområde med begrenset uttakk av blokk ikke oppleves som et like stort inngrep som i urørt utmark.

**Anbefaling**

Alle videre tiltak forutsetter tilgang via driftsvei for større maskinelt utstyr. I dag er området rundt Dalhaugen sterkt påvirket av utbyggingen av nye Fylkesvei 78 som ble åpnet 22. november 2014. En høy veiskjæring kutter forekomsten og det er laget ny anleggsvei opp på sørsiden av haugen med utsprenning av fjell og uthenting av løsmasser til veiformål. Det finnes to mulige alternativ for framtidig driftsvei vist i figur 1a. Alternativ 1 går fra toppen av Dalhaugen nedover mot vest til det møter den gamle traktorvei som da må forbindes på nytt mot fylkesveien. Alternativ 2 faller sammen med det nylig etablerte masseuttak sørøst for knausen og forutsetter da videre utbygning delvis i myr først fram til østsiden av Dalhaugen og da over toppen fram til området markert i Fig.1 med grønlige farge. En vei fra nordsiden regnes som beste løsning basert på terreng og distanse, men vei mot sør kan vurderes som et tiltak på lengre sikt for bortkjøring av uegnet kleber- og gabbromateriale til det eksisterende masseuttak. Gitt at en slik tilgang blir etablert gjør den nye fylkesvei logistikken gunstig for kjøretøy med høyt akseltrykk og timingen for å utvikle forekomsten videre er dermed meget god. NGU anbefaler dermed at gå videre med undersøkelser og prøveuttak av blokk i Dalhaugen.



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](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)