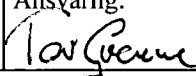


NGU Rapport 97.149

Geologisk undersøkelse og arkeologisk
registrering av de middelalderske bruddene ved
Øye, Klungen og Huseby i Sør-Trøndelag

Rapport nr.: 97.149		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geologisk undersøkelse og arkeologisk registrering av de middelalderske bruddene ved Øye, Klungen og Huseby i Sør-Trøndelag			
Forfatter: T. Heldal & P. Storemyr		Oppdragsgiver: Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider / NGU	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Melhus og Skaun	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621-4 Trondheim	
Forekomstens navn og koordinater: Øye, Klungen og Huseby		Sidetall: 55 Pris: 192,- Kartbilag: 97.149-1 og 2	
Feltarbeid utført: 1996-97	Rapportdato: 01-11-97	Prosjektnr.: 2633.52	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Klorittskifer og kleberstein fra Øye, Klungen og Huseby like syd for Trondheim har vært benyttet som råstoff til Nidarosdomen både i middelalderen og under senere restaureringsarbeider. Flere av bruddene har stått nærmest urørt siden høymiddelalderen, og brytningsspor kan si oss mye om den tidens driftsmetoder. Brudd og tipper av ulike aldre er registrert og undersøkt. Videre er det utført en geologisk kartlegging av berggrunnen rundt forekomstene, først og fremst siden Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider ønsker å vurdere forekomstene for fremtidige uttak. Tre tektonostratigrafiske enheter opptrer; en nedre grønnsteinsenhet, en midtre enhet av gabbro og kleberstein og en øvre grønnsteinsenhet. Klorittskiferforekomstene opptrer i en fyllonittisk sone mellom de to sistnevnte, og klebersteinen umiddelbart under denne. Forekomster av klorittskifer er vanskelig tilgjengelig for ny drift og videre undersøkelser anbefales ikke. For kleberstein anbefales undersøkelser i det midterste av de gamle bruddområdene, ved Klungen gård. Et program for slike undersøkelser er skissert.</p>			
Emneord: Fagrapport	Naturstein	Kleberstein	
Mineralressurser			

INNHold

INNLEDNING	5
DEL I: STEINBRUDDENES ARKEOLOGI OG HISTORIKK.....	6
BAKGRUNN OG HISTORISK OVERSIKT	6
<i>Historisk oversikt</i>	6
<i>Geologiske- og andre undersøkelser gjennom tidene</i>	8
TOPOGRAFISK OG ARKEOLOGISK BESKRIVELSE AV DE ENKELTE BRUDDENE	9
<i>Brudd på Øye (klorittskifer og kleberstein)</i>	9
<i>Tipper på Øye</i>	11
<i>Brudd på Klungen (kleberstein)</i>	12
<i>Tipper på Klungen</i>	13
<i>Brudd på Huseby (kleberstein)</i>	13
<i>Tipper på Huseby</i>	15
<i>De gamle brytningsteknikkene</i>	15
<i>Eierforhold</i>	17
BRUK AV STEIN FRA ØYE, KLUNGEN OG HUSEBY.....	17
DEL II: GEOLOGISK BESKRIVELSE OG FOREKOMSTVURDERING.....	20
GEOLOGISKE HOVEDTREKK I OMRÅDET	20
FOREKOMSTER AV KLORITTSKIFER	21
<i>Geologisk opptreden</i>	21
<i>Mineralogi og kvalitet</i>	21
<i>Bruddene ved Øye</i>	22
FOREKOMSTER AV KLEBERSTEIN	22
<i>Geologisk opptreden</i>	22
<i>Mineralogi og kvalitet</i>	23
<i>Bruddet ved Øye</i>	25
<i>Bruddene ved Klungen</i>	25
<i>Huseby-forekomsten</i>	26
FOREKOMSTGRUNNLAG: KONKLUSJONER.....	27
DEL III: FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER	28
DRIFTMESSIGE FORUTSETNINGER.....	28
OMRÅDE SOM BØR UNDERSØKES.....	28
UNDERSØKELSENEs KARAKTER OG METODER	28
KOSTNADER	29
REFERANSER.....	30
FIGURER.....	32
VEDLEGG 1: NDRS BEHOV FOR STEIN AV ULIK KVALITET I FREMTIDEN	47
VEDLEGG 2: OPPLYSNINGER OM BRUDDENE I NDRS ARKIVER	52

FIGURER

Figur 1	Geologisk oversiktskart
Figur 2	Kart over Svartedam-bruddet Ø1, ca. 1940
Figur 3	Klorittskiferbrudd Ø3
Figur 4	Brytningsspor ved Ø3
Figur 5	Bilder fra brytning av klorittskifer i 30-årene, Ø6
Figur 6	Tipp ØT-A
Figur 7	Brudd K2
Figur 8	Plan for drift i Klungen K2, 1898
Figur 9	Bruk av klorittskifer i Nidarosdomen, romansk bue
Figur 10	Bruk av klorittskifer - romansk relieff
Figur 11	Klorittskifer i mur
Figur 12	Klungen kleberstein i mur
Figur 13	Keratofyrlag i grønnskifer
Figur 14	Grønnskifer - mulig omdannet putelava
Figur 15	Opptreden av klorittskifer - prinsippskisse
Figur 16	Opptreden av kleberstein - prinsippskisse
Figur 17	Karbonatrik kleberstein - tynnslip
Figur 18	Karbonatfattig kleberstein - tynnslip
Figur 19	Logg K1 Klungen
Figur 20	Logg K2 Klungen
Figur 21	Skissekart Klungen
Figur 22	Skissekart - anbefalt borprogram

DIAGRAMMER

Diagram 1	s. 7
Diagram 2	s. 8

TABELLER

Tabell 1	18
Tabell 2	18
Tabell 3	19
Tabell 4	24
Tabell 1-1	47
Tabell 1-2	50
Tabell 1-3	51

VEDLEGG

VEDLEGG 1: NDRS BEHOV FOR STEIN AV ULIK KVALITET I FREMTIDEN

VEDLEGG 2: OPPLYSNINGER OM BRUDDENE I NDRS ARKIVER

INNLEDNING

De tre steinbruddene Øye (klorittskifer¹ og kleberstein), Klungen (kleberstein) og Huseby (kleberstein) mellom Øysanden i Melhus og Buvika i Skaun, Sør-Trøndelag kommune (figur 1), leverte store mengder stein til Nidarosdomen og andre bygninger i distriktet i middelalderen. Til bygningsformål må bruddene ha vært i drift fra ca. 1050 til Svartedauden (1350) da det ikke lenger var behov for store mengder stein til bygging. Bruddene kan ha vært drevet sporadisk i etter-reformatorisk tid, i første rekke til “husbruk”. Fra 1869 ble bruddene gjenopptatt til restaureringen av Nidarosdomen, og på 1890-tallet var det hektisk drift i Klungen-bruddet. Omkring århundreskiftet ble bruddene mer eller mindre lagt ned fordi den nylig oppdagede Bjørnå-forekomsten ved Mosjøen kunne forsyne Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) med nok stein til restaureringen. NDR beholdt imidlertid brytningsrettigheter på Klungen, rettigheter som etter diamantboringer i 1967 ble frasagt da man mente bruddene ikke var aktuelle lenger.

I den senere tid har NDR fått et stort problem med å skaffe stein til vedlikehold og restaurering av Nidarosdomen. Kleberbruddet på Bubakk ved Kvikne som har vært i drift for restaurering av domkirken siden 1952 er et automatisk fredet kulturminne fordi det her er store mengder spor etter gryteproduksjon i før-romersk jernalder. Man har derfor vært avhengig av dispensasjon fra kulturminneloven for å bryte stein her. Det er nå meget usikkert om dispensasjon fortsatt vil bli gitt. Samtidig er det tegn som tyder på at endel steinkvaliteter fra Bubakk ikke er så bestandige som man tidligere har antatt (gjelder i første rekke “løs” Bubakk-stein). Dette har medført at NDR har satt i gang et program for undersøkelse av andre aktuelle steinbrudd.

Foreløpige undersøkelser på Klungen, men også på Øye og Huseby, har indikert at man foretok en forhastet konklusjon da man i 1967 ikke anså bruddene som aktuelle for ny drift. Derfor var det naturlig å undersøke området grundigere med tanke på at bruddene kunne drives på langsiktig basis ved hjelp av sesongmessige mindre brytningskampanjer for den videre restaureringen av Nidarosdomen og andre aktuelle bygninger. Foreløpige undersøkelser har imidlertid også indikert at man står overfor tilsvarende problemer som på Bubakk ved ny drift. Det finnes nemlig store mengder spor etter spesielt middelaldersk drift i alle bruddene. Derfor er også Øye, Klungen og Huseby automatisk fredede kulturminner.

Dette har medført at foreliggende rapport inneholder både en arkeologisk registrering av gamle brytningspor i området og en geologisk undersøkelse. Håper er å finne frem til driftsområder hvor man ikke kommer i konflikt med de gamle sporene. Rapporten er delt i to deler. Den første delen tar for seg bruddenes historiske bakgrunn, den arkeologiske registreringen og hvor steinene fra bruddene ble brukt tidligere. I den andre delen beskrives

¹ Klorittskifer er tidligere beskrevet som «myk grønnskifer» (Storemyr 1996, 1997b)

den geologiske undersøkelsen og hvilke steinkvaliteter man kan forvente å finne i området. Rapporten avsluttes med anbefalinger for videre undersøkelser. I vedlegg 1 er det tatt med en vurdering av fremtidig behov for stein til restaureringen av Nidarosdomen. Figurer er samlet mellom teksten og vedleggene, mens kartbilagene (97.149-1 og 2) finnes bakerst i rapporten. Kartbilagene er på forespørsel tilgjengelig i skala 1:5000.

DEL I: STEINBRUDDENES ARKEOLOGI OG HISTORIKK

Bakgrunn og historisk oversikt

Steinbruddene på Øye, Klungen og Huseby har aldri blitt skikkelig arkeologisk eller historisk undersøkt. Schöning (1762, 1775), Helland (1893), Carstens (1927, 1928, 1939) og i den senere tid Storemyr (1995a, 1996, 1997a, 1997b) har imidlertid beskrevet bruddene, i første rekke geologisk, og gitt mer eller mindre spekulative tolkninger av historien. Under er det gitt en kort historisk oversikt samt en oversikt over de ulike geologiske undersøkelser som er foretatt i området (se også vedlegg 2 og kartbilagene bak i rapporten).

Historisk oversikt

- Vikingtid* Det er sannsynlig at bruddene er blitt oppdaget lenge før middelalderen. Man må anta at de i Vikingtiden (og kanskje tidligere) har blitt benyttet til klebergryte-produksjon. Dette kan ha fortsatt etter Vikingtiden. Baksteheller kan også ha blitt produsert (i Øye).
- 1050-1350* Bruddene i drift i lange perioder. Øye-bruddene trolig benyttet mellom ca. 1050 og 1200, Klungen og Huseby trolig fra slutten av 1100-tallet og frem til Svartedauden. Bruddene leverte stein til mange kirker og klostre i Trondheimsregionen (se diagram 1).
- 1770-årene* Gerhard Schöning nevner at det er ført stein fra Øysanden til København. I etter-reformatorisk tid har bruddene blitt lite benyttet annet enn til lokale formål (peiser, gryter?, vevlodd etc.).
- 1869* Huseby-bruddene (H1-H4 i kartbilag 97.149-1) i drift i et par år i forbindelse med starten av Nidarosdomens restaurering (Kapittelhuset). Bruddet drevet av murmester P.C. Nielsen (Jfr. Kreftings rapport av 1869 og Guttormsens dagbøker, NDRs arkiv).
- 1884-1886* Drift i det gamle Klungen-bruddet (K1, som i dag er vannfylt).

1885 og 1892 Kort drift i Øye-bruddet (til Nidarosdomen)

1892-1899 Drift i Klungen. Nytt brudd (K2) ble åpnet ved siden av det gamle. I dag gjenfylt. Totalt tatt ut mer enn 400 m³

1913 og 1934 Kort drift i Øye (bl.a. Ø6)

1942 (ca.) Svartedammen (Ø1) dekket til. Tyskerne planla bygging av flyhangar i området.

1950-årene NDR har en meget kort drift i Øye (Ø3?)

1967 Diamantboringer på Klungen, det ene bruddet (K2) senere dekket til med jord

1970 (ca.) Området ved Svartedammen (Ø1) lagt ut til industriformål. Stor, gammel tipp (ØT-C) jevnet ut. Bedehuset oppå tippen fjernet.

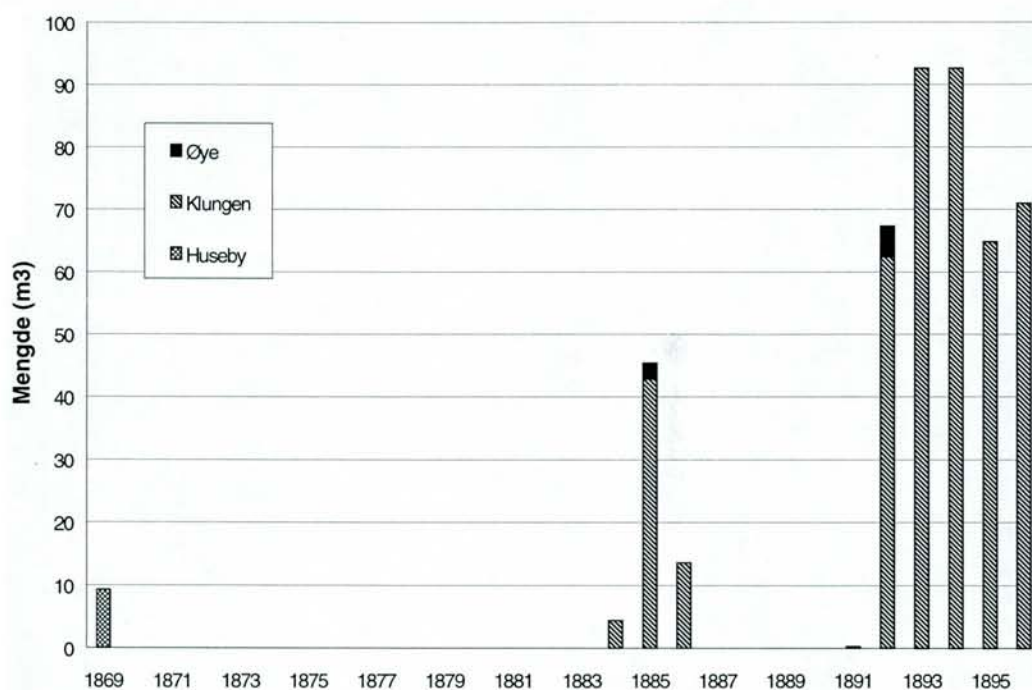


Diagram 1

Mengder brutt ut i bruddene på Øye, Klungen og Huseby under restaureringen av Nidarosdomen fra 1869 til 1896 (fra Lundemos dagbok, NDRs arkiv)

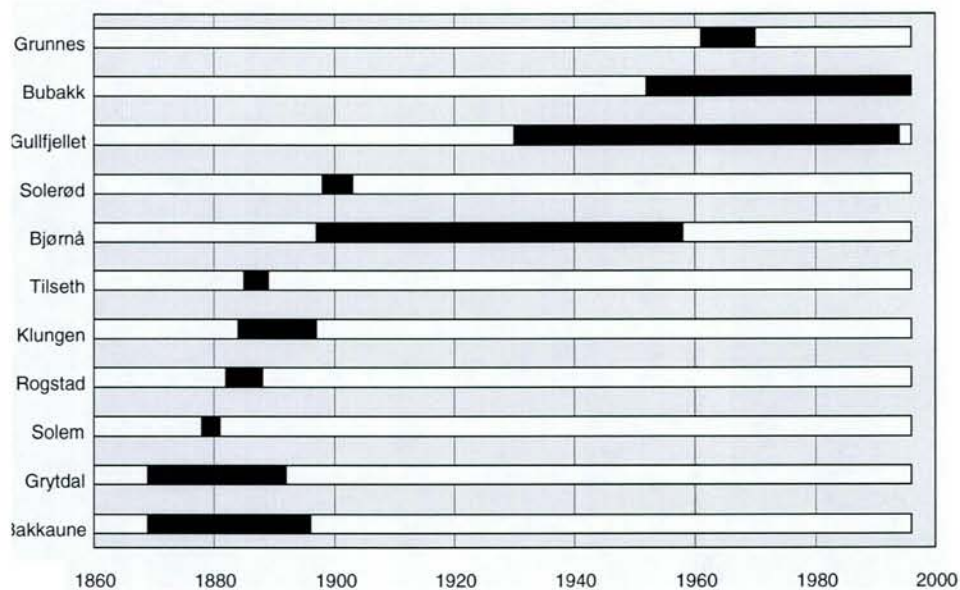


Diagram 2

De viktigste klebersteinsbruddene brukt til restaureringen av Nidarosdomen fra 1869 til i dag (fra Storemyr 1997b). Svart fyll illustrerer bruksperiode.

Geologiske- og andre undersøkelser gjennom tidene

1770-årene Gerhard Schöning besøker bruddene og beskriver dem slik: "I det søndre for Gaarden [Øye] beliggende anseelig høie Biærg, er et stort Steenbrud, hvor i forige Tiider ere brudte Grød-Steene, uden Tvil til Domkirkens Bygning, og andre Bygninger i Throndhieim, som kan sees af de gamle Jærn-Redskabe, og endeel tilhugne Steene, som ere fundne dybt ned i Steenbruddet, hvor man ogsaa i senere Tiider har udbrudt en anseelig Deel Steen og nedført til Kiøbenhavn. Jeg besaae dette Sted i Følge med for-benævnte Hr. Camer-Herre, især hvor den saa kaldte Svarte-Dam ligger [under dagens Brekke industrier på Øysanden], hvor det største gamle Steenbrud synes at have været, og hvor en Dam er bleven staaende i Bunden av Bruddet, hvilket nu ellers rundt om er overgroet med Græs og Skov. Strax der vesten for er et Sted, hvor man i de senere Tiider har brudt Steen. Høit oppe i Bruddet saaes 2de horizontale lag over hinanden af Qvarts, og mellom dem et Lag av feed Steen, men af den løse, som for dagen opløses i tynde Lameller. I Dybet findes den beste Steen. Her er brudt Steen langs den hele Biærgstrækning, og syntes mig endnu at kunne se Tegn til en gammel Grav, langs Foden af Biærgget, paa hvilken man har ventelig ført Steenen ned til Stranden."

- 1893 Geolog Amund Helland gir ut sin bok om skifer og kleberstein, hvor han har med en bred beskrivelse av bruddene. Han ser for seg fremtidig stordrift beregnet på eksport!
- 1920-årene Geolog C. W. Carstens undersøker bruddene og gir beskrivelser av geologi og petrografi i flere artikler.
- 1967 NGU undersøker Klungen-bruddet på oppdrag for NDR. Etter diamantboring konkluderer man med at det ikke har noen hensikt å åpne bruddet igjen.
- 1990-97 Flere undersøkelser (geologi, forvitring, arkeologi) i regi av NDR og andre. Disse undersøkelsene leder frem til foreliggende rapport.

Topografisk og arkeologisk beskrivelse av de enkelte bruddene

Brudd på Øye (klorittskifer og kleberstein)

For referanse til de enkelte bruddsteder, se kartbilag 97.149-1.

Bruddene starter bokstavelig talt under dagens Brekke Industrier (10-15 m.o.h.) der grusveien mot Melhus tar av fra riksveien mot Orkanger omtrent midt mellom Udduvoll bru og Øysand badeplass. Bruddene fortsetter langs dalsiden ca. 500 m mot vest innenfor og langs grusveien mot Melhus, og ender omtrent 75 m.o.h. Området er svært overgrodd om sommeren.

Ø1 "Svartedammen"

Dette er bruddet Schöning refererer til. Det er i dag tildekket og bygningene til Brekke Industrier er plassert oppå. I følge et tysk oppmålingskart fra ca. 1940 var dammen da et "myrhull" på 30-40 m x 20-30 m og 3-4 m dypt (figur 2). Fra den bratte skrenten mot sør renner det en bekk ned i bruddet. Den ledes i dag (som omkring 1940) ned i en stor betongkum og dreneres under området. Bruddet fortsetter et lite stykke opp i den overgrodde lia mot vest. I den slake helningen kan man her se ganske skifrig kleberstein og endel gamle brytningsspor i form av merker etter hakker.

Ø2

I den bratte, omkring 100 m lange skrenten umiddelbart bak sørenden av bygningene til Brekke Industrier finnes det betydelige mengder gamle brytningsspor. Dette bruddet er trolig fortsettelsen på Svartedammen-bruddet, men består i hovedsak av myk klorittskifer. Brytningssporene står i dag frem som velbevarte hakkemerker (pigghakker?) i

nærmest vertikale, 1-5 m høye skrenter. Under skrentene ligger det mye særdeles oppfliset subbus som trolig stammer fra både driften i bruddet og forvitringen av overliggende lag.

Ø3

Dette betydelige området står i dag frem som hovedbruddet på Øye. Det befinner seg i den overgrodde lia 2-300 m VSV for Svartedammen og ligger 40-50 m høyere enn denne. Lia er formet som et stort søkk med meget bratte sider der overliggende bergarter danner store og farlige overheng over selve bruddet (figur 3). Bruddet starter innerst i søkket og fortsetter langs et spesielt 2-10 m tykt, nesten horisontalt klorittskifer-lag omtrent 100 m mot vest. Her finnes det store mengder brytningsspor av samme type som ved Ø2 (figur 4). I tillegg kan man på flere steder se rester etter huggede slisser som indikerer hvordan hver enkelt steinblokk er hugget ut av fjellet. Noen steder finnes det også typiske, store "trappetrinn" i skrentene. Disse er rester etter "pallbrytning". I den østligste kanten av bruddet finnes flere huggede, halvsirkelformede innhuk (figur 4). Dette kan være rester etter brytning av baksteheller (jfr. bruddene ved Ølve i Hardanger, Weber 1983). Baksteheller med tilsvarende petrografiske egenskaper er funnet ved utgravninger i Trondheim (egne studier i Vitenskapsmuséets samlinger). I den vestligste kanten av bruddet er et lite område med tydelige spor etter boring. Samtaler med eldre steinhuggere ved NDR tyder på at man her tok ut et lite parti stein (max. 5 m³) på 1950-tallet. Huggesporene som følger bormerkene er av en helt annen karakter enn ellers i bruddet. De er mye lengre og mer regelmessige. Det har vært uråd å rekonstruere uttaksmetoden. Umiddelbart under bruddskrentene ligger endel overgrodd subbus og rester etter kasserte steinblokker. At man ikke finner flere kasserte steinblokker kan forklares ved at man hentet dem for bruk til restaureringen i forrige århundre (se Christies restaureringsrapport fra 1892, første halvår, NDRs arkiv).

Ø4

På den andre siden av søkket nevnt over, 50-60 m mot øst fra den østligste kanten av område Ø3, er det en større fjellhyll. Denne hyllen er kunstig, dvs. den er fremkommet ved at man har brutt ut betydelige mengder stein her. Hyllen er ca. 30 m lang og over den er en 5 m høy skrent. På eksponerte deler av denne skrenten kan man tydelig se velbevarte gamle huggemerker under lav-veksten. I de nedre deler, under mosen, finnes også rester av blokker man ikke har blitt helt ferdige med å ta ut. I et lite overheng på den vestlige delen av skrenten er årstallet 1957 risset inn, kanskje dette stammer fra en av NDRs befaringer her? Noen titalls meter lenger mot øst, under lyng og mose kan man også finne endel mindre spor etter brytning. Disse stammer trolig fra skjerpning (forsøk). Rett vest for fjellhyllen er det merker etter boring i et område med hard grønnstein som trolig ikke har blitt benyttet som bygningsstein. Det har ikke lyktes å finne ut noe mer om borhullene. Klorittskiferen over fjellhyllen er forøvrig gjennomgående noe hardere enn i de øvrige bruddene omkring.

Ø5

Rett under fjellhyllen nevnt over er det noen få gamle brytningsspor i den bratte skrenten. Her er fjellet så forvitret (myk klorittskifer med lag av kvartskjeratorfyr, mye gips) at mange spor nok er forsvunnet. Fra dette området går fjellsiden bratt og ulendt ned mot Svartedammen. Det finnes flere mindre spor etter gammel brytning her, men det virker ikke som det har vært et sammenhengende brudd.

Ø6

100 m vest for område Ø6 finnes nok et betydelig brudd i klorittskifer. Sporene etter brytning er av samme karakter som vanlig, men man har i tillegg brutt delvis under jord i en liten fjellhalle. Utenfor denne finnes en grøft som det trolig også har vært brutt stein i. Rett sør for det gamle bruddet er et lite forsøksbrudd som NDR åpnet i 1934 (figur 5). Her finnes spor etter boring og endel stein er tatt ut ved hjelp av sømboring. I følge byggeledernes dagbøker (NDRs arkiv) ble det totalt tatt ut ca. 5 tonn (et par m³) i 1934.

Tipper på Øye

Middelalderens brytning gav store mengder avfallmasser, både fra selve brytningen og i forbindelse med bearbeiding av "råblokk". Det er sannsynlig at man for en stor del grovbearbeidet stein i bruddet for å redusere transportvekten.

ØT-A

Dette er en stor tipp på nordsiden av brudd Ø3, ved grusveien mot Melhus (figur 6). Tippen måler nesten 100 m i diameter og har en max. høyde på ca. 5 m. Høyden kan man se langs en skjæring i grusveien etter at denne ble utbedret høsten 1996. En overslagsberegning tilsier at det finnes mellom 15.000 og 20.000 m³ avfallsmasse her. Massene inneholder vesentlig mindre fragmenter av klorittskifer, men det er funnet flere kasserte, grovt bearbejdede blokker. Også de mindre fragmentene har for en stor del godt bevarte bearbejdingspor. Det er også funnet en ødelagt, halvferdig "kleberbolle". Bollen er laget av klorittskifer, og denne er tydeligvis for skifrig til at bollen kunne bli vellykket (bollen finnes hos NDR).

ØT-B

Rett NV for Brekke Industrier, nede på flaten, finnes nok en stor tipp. Denne måler mer enn 50 m i diameter og har en høyde på max. 5 m. (overslag: 10.000 m³). I dag befinner det seg et bolighus på toppen. I motsetning til tipp ØT-A, inneholder denne tippen vesentlig større fragmenter av skifrig kleberstein, hvorav mange har godt bevarte huggespor. At tippen har kleberstein kan bety at det er avfall fra brytning i Svartedammen som er plassert her. Eventuelt kan det være at man har hugget blokk fraktet ned fra Klungen/Huseby her.

ØT-C

I følge Martin Klungen var det tidligere en stor tipp på selve industriområdet (Brekke Industrier). Det gamle bedehuset lå oppå tippet, noe som også kan ses av et tysk oppmålingskart fra omkring 1940. I følge dette kartet er tippet meget stor (ca. 100 m i diameter). Høyden er ikke angitt, men den kan vel være en 3-4 m. I dag kan vi bare konstatere at et verdifullt kulturminne gikk tapt ved anleggingen av industrivirksomheten.

Brudd på Klungen (kleberstein)

Bruddene befinner seg stort sett på innmarksområdet til gården Klungen. De er delvis beskrevet i NGU-rapport nr. 802 (1967). Man skal være oppmerksom på at siden området i dag er innmark, er det mulig - og meget sannsynlig - at det kan finnes mange flere spor etter tidligere brytning enn de man nå kjenner til. Kanskje skjuler hele innmarksområdet et tidligere steinbrudd?

K1

Dette er i følge tradisjonen det middelalderske Klungen-bruddet. Det står i dag frem midt på jordet som en stor, vannfylt grop med utstrekning på 40-50 x 15-20 m (figur 7). I følge NGU-rapport nr. 802 er det omtrent 10 m dypt innerst mot vest. Langs kantene av bruddet finnes flere spor etter gammel brytning av samme karakter som i Øye. Nede i bruddet er det en liten "halvøy" hvor det står en liten hytte. "Halvøya" består av tilsynelatende meget god kleberstein. Lignende stein finnes også som utgående langs den nordre kanten av bruddet og langs veien ned mot husene på Klungen gård. Bruddet ble etter alt å dømme gjenåpnet på 1880-tallet, men i følge Christies restaureringsrapport fra 1892 (NDRs arkiv), ble det snart forlatt til fordel for et nytt brudd ved siden av. Dette betyr at det kun ble tatt ut omkring 60 m³ til restaureringen av domkirken (Lundemos dagbok, NDRs arkiv). Dette kan ha vært tatt ut vesentlig i bunnen av bruddet. Det begrensede steinuttaket på slutten av 1800-tallet betyr at de spor man ser i bruddet i dag (over vannet) trolig for det meste skriver seg fra middelalderen.

Høsten 1997 pumpet Martin Klungen ut vannet av bruddet. Det kom da frem at hullet øst i bruddet er 3-4 m dypt og dekket med et tykt lag leire. Man kunne imidlertid se vertikale skrenter med huggespor og bormerker, nærmest som en firkant som avgrenset hullet.

I gressbakken rett NØ for bruddet kan det forøvrig, i følge Martin Klungen, være flere spor etter tidligere brytning under det skrinne jordlaget. Dette området ble jevnet ut med jord omkring 1900. I skisse av bruddet fra 1898 (figur 8) er bruddområdet tegnet helt ned til vegen ved Klungen. Dette kan bety at bruddområdet er større enn vi har trodd, eller at det forelå planer om å binde sammen K1 og K2 og utvide bruddområdet betraktelig.

K2

Dette bruddet ble sannsynligvis åpnet i 1892 og forlatt omkring århundreskiftet. Det ligger i følge NGU-rapport nr. 802 omkring 50 m øst for det gamle bruddet og er av omtrent samme størrelse som dette. Bruddet ble tildekket noen år etter NGUs diamantboringer i 1967. Samtidig fraskrev NDR seg sine rettigheter her. Det er viktig å bemerke at innmarksområdet siden den tid har blitt temmelig forandret ved store jordforflytninger.

K3

Bruddet ligger i kanten av en stor kolle, på grensen mellom innmark og utmark, omkring 100 m NV for brudd K1. Det er trolig et forsøksbrudd fra forrige århundre, noe som indikeres av flere borhull. Det finnes ganske hard kleberstein i området. På minst to andre steder langs kanten av nevnte kolle er det mindre spor etter tidligere forsøksbrytning i klorittskifer.

Tipper på Klungen

KT

Det er vanskelig å avgrense de gamle tippene i Klungen siden området har blitt så omrotet i forbindelse med omgjøring til jordbruksformål. Det finnes imidlertid store avfallsmasser fra steinbrytningen på flere steder fra brudd K1 og østover mot grusveien mellom Øysanden og Melhus. Denne veien er også delvis anlagt på avfallsmasser i det aktuelle området. I tillegg finnes det mange delvis bearbejdede blokker rundt driftsbygningen på Klungen. Det dreier seg om blokker med spor etter både hugging og saging, dvs. i første rekke blokker fra brytningen i forrige århundre. Martin Klungen har funnet flere små kleberobjekter i avfallsmassene. Det dreier seg om vevlodd, garnlodd, halvferdige gryte- og bolleemner osv. Endel av dette materialet er oppbevart hos Klungen. Noe av materialet kan være ganske gammelt, men mye av det kan også stamme fra vårt århundre. Klungen husker selv at f.eks. vevlodd har vært i bruk. Det kan også nevnes at tippet på Klungen er et yndet sted for folk (f.eks. kunstnere) som trenger kleber til ymse små arbeider.

Brudd på Huseby (kleberstein)

Huseby-bruddene har inntil nylig vært lite kjent. Størrelsen på forekomstene og omfanget av brytningsspor tyder imidlertid på at Huseby var et svært viktig brudd i middelalderen. Bruddene ligger i Skaun kommune, 5-800 m SV for Klungen gård. Det går en traktorvei fra SV innover mot bruddene. Denne er på det nærmeste ca. 100 m fra bruddene. Bruddene ble trolig gjenåpnet i en kort periode rundt 1869. I følge Lundemos dagbok (NDRs arkiv) kan det imidlertid ikke ha vært tatt ut noe særlig mer enn 15 m³ på dette tidspunkt. Derfor synes det som om de fleste gamle brytningsspor er fra middelalderen.

H1

Dette er det største Huseby-bruddet. Det ligger på NV-siden av en stor kolle og danner nærmest vertikale skrenter på opp til 5-6 m høyde. Lengden på bruddet er mer enn 50 m. Under den østre siden befinner det seg en liten, delvis vannfylt myr. Brytningssporene er av samme karakter som på Øye og Klungen, dvs. hakkemerker. I tillegg finnes det midt i bruddet et par steinblokker som det er hugget rundt og som nærmest står klare for å tas ut av fjellet. Noen få merker etter boring finnes også (fra forrige århundre?). Det er funnet to grovt innhuggede korsmerker i skrentene med brytningsspor. Hvorvidt korsene er fra middelalderen kan ikke bekreftes. Klebersteinen i bruddet er gjennomgående hardere og kanskje noe mer skifrig enn på Klungen.

H2

Dette står i dag frem som et naturlig søkk i den bratte lia på NØ-siden av samme kolle som nevnt over. Under mosen er det mange huggemerker, og det er sannsynlig at hele søkket er brutt ut.

H3

Bruddet ligger et par titalls meter S for H2 består av 2-3 m høye skrenter med brytningsspor i små søkk. Umiddelbart under og ved siden av skrentene ligger det flere ganske store, grovt bearbejdede blokker, sannsynligvis fra drift i forrige århundre. Også i dette bruddet er det ganske hard og skifrig kleberstein.

H4

Dette er et lite forsøksbrudd i lia mellom H3 og H1.

H5 er et lite prøveuttak i tremolittrik overgangssone mot metagabbro.

H6 er trolig også et forsøksbrudd på en liten kolle i en myr, omkring 500 m SV for Klungen gård, på grensen mellom Melhus og Skaun kommune. Mengder av hakkemerker i rimelig god kleberstein rett under mosen indikerer at det dreier seg et temmelig gammelt forsøksbrudd.

Mellom H1 og H2 finnes det flere steder huggemerker i berget under mosen, og det er mange spor etter steinuttak. Dette kan bety at hele den østvendte siden av kollen faktisk har blitt drevet som steinbrudd.

Tipper på Huseby

HT-A

Tippen i forbindelse med brudd H1 er ganske stor og strekker seg fra selve bruddet og noen titalls meter ut mot en myr og bekk mot nord. Tippen består for en stor del av ganske store kleberfragmenter, hvorav endel har huggespor. Det er ikke funnet større, grovt bearbejdede blokker i eller omkring bruddet.

HT-B

Denne tippen ligger umiddelbart under bruddene i den bratte lia og består for det meste av ganske store kleberfragmenter. Litt under endel av tippen, delvis skjult av busker og mose ligger det flere (10 stk.?) avlange, tilsagede kleberblokker, kanskje beregnet til peisvanger. Blokkene stammer trolig fra forrige århundre, evt. fra tidlig i dette århundre (beregnet til lokal bruk?).

På flaten øst for brudd H3, i kanten av myren hvor brudd K3 ligger, finnes en stor pytt i buskaset. Omkring pytten er det mengder av klebersubbus, noe som trolig betyr at pytten representerer et gammelt brudd.

De gamle brytningsteknikkene

Observerte verktøyspor kan inndeles slik:

- Uregelmessige hakkespor. Disse kan være opp til 4-5 cm lange, 0,5 cm brede og noen mm dype, noe som tyder på at det dreier seg om pigghakkespor. Sporene kan være parallelle, de kan krysse hverandre eller forekomme tilsynelatende helt planløst (figur 4).
- Regelmessige hakkespor. Disse har samme størrelse og karakter som over, men forekommer parallellt, oftest i skrå vinkel eller nesten vertikalt, langs én og samme horisont (figur 4).
- Kilespor. Disse forekommer langs skifrihetsplanet, som større og mindre innhuk, på steder hvor man tydeligvis har kilt ut stein. De kan også forekomme i vertikale vegger, også som små innhuk eller uregelmessige groper.
- Grove hakkespor. Disse er betydelig større enn hakkesporene nevnt over, opp til 20-30 cm lange, 1 cm brede og noen mm dype. De forekommer i noen få områder hvor det vites å ha vært drift i vårt århundre.
- Boring, inkl. sømboring eller kanalboring. Kortere og lengre bormerker finnes i områder hvor det vites å ha vært drift i forrige århundre og i nyere tid. Det ser ut til at man stort sett har benyttet boring og sprengning (svartkrutt?) for lette adkomsten til gode partier som så

er tatt ut med andre metoder. Merker etter meget tett sømboring (fra 1934) kan også ses i Øye-bruddet. Sømboringen er tilsynelatende benyttet for å ta ut råblokk.

- Saging. Det er ikke funnet spor etter saging på selve fjellskrentene. Derimot finnes det i Klungen og Huseby et antall løsblokker med tydelige spor etter saging.

Saging av råblokk er sannsynligvis tatt i bruk i forrige århundre. Helland (1893) skriver om arbeidet i Klungen-bruddene på 1890-tallet: *“8 mand i 3 uger har vundet 100 kubikfod klæbersten i tildannede blokke. Sagingen i denne klæbersten gaar saa let, at man kan sage 1/2 dag uden at slibe sagen, hvad der er sjelden. De blokke, som udvindes ved klæberstensbrudene, er i regelen paa 5-6 kubikfod [0,15 m³], blokke op til 30 kubikfod [0,7 m³], som man fik ved Grytdal, er undtagelse.”*

Vi vet ikke om man har benyttet saging av råblokk i middelalderen. Men ut fra de gamle verktøysporene og beskrivelser kan vi gjøre oss en god formening om hvordan råblokk er tatt ut. Arkitekt Ryjord skriver f.eks. om arbeidet i Øye-bruddet i 1913: *“Besigtiget kleberbruddet i Øisanden. Endel sten var fremdrevet. Den var saa skifrig at det ikke var mulig at benytte sprængstof ved utvindingen. Man maatte hugge sig ind fra to sider paa fremstaaende hjørner og kile stenen ut - paa samme maate som “de gamle” havde gjort. At anvende den til profiler vil vistnok være ugjørligt, derimot haaper man at kunde anvende stenen til kvader i flaterne for at den her med sin grønne farve vil kunne skaffe lit vekselse og liv. Beordret derfor en del sten til kirken straks, for at man kunde prøve den likeover for verktøiet - for stensag og meisel.”* (Byggeleders dagbok, 9.4.1913, NDRs arkiv) Denne beskrivelsen faller godt sammen med de observerte verktøysporene (hakke- og kilemerker).

Steinhugger Erling Refseth har lagt frem tanken om at alle huggemerkene ikke nødvendigvis skriver seg fra uthugging av råblokk, men fra finhugging av fjellet etter uttak, slik at man kunne få en bedre oversikt over den videre kvaliteten på steinen. I noen tilfeller kan tanken ha noe for seg. På den annen side er huggemerkene i de huggede slisser som i dag står igjen i Øye-bruddet av samme karakter som de man finner langs “slette” fjellsider.

Størrelsen på råblokk som er tatt ut av fjellet varierte etter alt å dømme voldsomt. I Øye-bruddet står det fortsatt igjen spor som kan tyde på at man har forsøkt å få ut en blokk på en kubikkmeter eller mer. Andre steder kan størrelsen gå helt ned i en kubikkfot. Dette faller sammen med størrelsen på klorittskiferkvadre man kan observere i domkirken og Vår Frue kirke. Det er helt tydelig at fjellets beskaffenhet (opptreden av sprekker, årer og skifrihet) har vært mer eller mindre totalt styrende for hvor store blokk man har tatt ut.

Generelt kan vi altså si at man i middelalderen drev med svært selektiv brytning, der man i første rekke tok hensyn til fjellets egenskaper. Slik har man tydeligvis også for en stor grad tenkt i forrige århundre. Krefting (1869) skriver f.eks. om arbeidet i bruddene (trolig Huseby-bruddet) i 1869: *“...istedetfor at fordre firkantede Klæberstensblokke, til Søiler og Buestykker, bør saavidt mulig lade disse raat tilhugge i Bruddet efter levererede Modeller, da dette vil falde billigere og tillige sikre mod Feil i Stenen, der kunne foraarsage, at den maa kasseres i*

Stenhuggeriet, efter at meget Arbeide er bleven anvendt derpaa. - Man kan ogsaa tydeligt se, at denne Fremgangsmaade er bleven brugt i de gamle Stenbrud, hvor man endnu finner raat tilhugne Stene, der ere kasserede for Feil. - Tillige tror jeg, at Klæbersten helst bør brydes om Sommeren eller om Høsten, da den undertiden har næsten usynlige Gange, der tiltrekke Fugtighed og om Vinteren fryse sammen, saa at man kan tilhugge Blokkene i Bruddet, uden at at nogen Feil kan opdages, men saasnart Varmen kommer i Veiret, gaar den istykker af sig selv.”

Kreftings siste observasjon er interessant, også på bakgrunn av de senere tids studier av forholdet mellom bestandighet og bearbeiding av klorittskiferen fra Øye (Storemyr 1996). Selv om nye eksperimenter må utføres, kan det se ut som klorittskiferen bør brytes når den har et ”optimalt” fuktinnhold. Dette er fordi den i stor grad fliser seg opp når den er for tørr, og på den annen side nærmest faller fra hverandre når den er for bløt. Hva gjorde middelalderens stenhuggere med dette problemet? Her finnes rom for svært interessante forskningsoppgaver.

Eierforhold

Selv om det ikke finnes skriftlige bekreftelser, ser det ut til at steinbruddene hørte til Erkesetet i middelalderen. I følge Dybdahls matrikkel (1996) over sentraleid jordegods tilhørte Øy gård og Huseby gård i 1520 erkesetet. Om Klungen finnes ingen opplysninger i matrikkelen.

Dagens grunneiere er:

- Huseby: Erik Huseby
- Klungen: Martin Klungen
- Øye: Ivar Gafseth (hovedbruddet), Brekke Industrier (Svartedammen), Melhus kommune (tippene)

Bruk av stein fra Øye, Klungen og Huseby

Bruk av stein fra Øye, Klungen og Huseby på Nidarosdomen, Vår Frue kirke og andre bygninger i Trondheimsregionen er beskrevet av Storemyr (1995b, 1996, 1997b) og Ekroll & Storemyr (1996). Under er i tabells form gitt en oppsummering av hvor steinene er brukt i middelalderen. Videre har vi tatt med noen bildeeskempler for bruk av Øye klorittskifer (figur 9, 10 og 11) og antatt kleberstein fra Klungen (figur 12).

Tabell 1

Klorittskifer fra Øye brukt i bygninger i Trondheimsdistriktet i middelalderen

BYGNING	KLORITTSKIFER FRA ØYE BRUKT TIL:
Nidarosdomen	<i>Kvadre, trapper, dekorasjoner, skulptur (mest i tverrskipet og oktogonalen, noe i koret og skipet)</i>
Erkebisppegården	<i>Hjørnekvadre og vinduer etc.</i>
Vår Frue Kirke	<i>Kvadre (spesielt nedre deler av koret)</i>
Lade Kirke	<i>Sokkelstein og hjørnekvadre</i>
Byneset Kirke	<i>Sokkelstein og noen kvadre</i>
Værnes Kirke	<i>Sokkelstein, noen kvadre, hjørnekvadre, trapp, skulptur</i>
Olavskirken (ruin)	<i>Sokkelstein, kvadre, dekorasjoner</i>
Reinskloster (ruin)	<i>Kvadre og dekorasjoner etc.</i>
Melhus kirke (revet)	<i>Kvadre (og andre formål?)</i>

Tabell 2

Kleberstein fra Klungen/Huseby brukt i bygninger i Trondheimsdistriktet i middelalderen

BYGNING	KLEBERSTEIN FRA KLUNGEN/HUSEBY BRUKT TIL:
Nidarosdomen	<i>Kvadre, dekorasjoner, skulptur (trolig i større og mindre grad i hele kirken, mest i koret og skipet)</i>
Erkebisppegården	<i>Hjørnekvadre og vinduer etc.</i>
Vår Frue Kirke	<i>En del kvadre i koret, muligens også i skipet</i>
Lade Kirke	<i>Hjørnekvadre</i>
Byneset Kirke	<i>Omramminger</i>
Reinskloster (ruin)	<i>Kvadre og dekorasjoner etc.</i>
Melhus kirke (revet)	<i>Kvadre (og andre formål?)</i>

Man skal være oppmerksom på at det er svært vanskelig å skille mellom kleber fra Klungen og Bakkaune² i kirkene. Derfor kan det godt være at kleber som over er antatt å ha sin opprinnelse i Klungen (og Huseby), likegodt kan komme fra Bakkaune. Bare spesielle petrografiske og mineralogiske undersøkelser kan gi flere indikasjoner på hvilke brudd vi har med å gjøre.

Under restaureringen av Nidarosdomen er stein fra Øye, Klungen og Huseby benyttet til en lang rekke formål. Av samme grunn som nevnt ovenfor (likheten med Bakkaunestein) er det imidlertid ikke enkelt å nøyaktig lokalisere de enkelte steintypene. Observasjoner/indikasjoner er gjengitt i tabellen under.

² Bakkaune brudd ligger under Kuhaugen i Trondheim (Storemyr 1997b)

Tabell 3

Bruk av stein fra Øye, Klungen og Huseby under restaureringen av Nidarsdomen i perioden 1869 til 1900 (for Øye også ca. 1913 og 1934)

BRUDD	BRUKT TIL:
Øye	<i>Innblanding for å gi livligere murverk i kor og skip (kvadre)</i>
Klungen	<i>Til finere arbeider (dekorasjoner) og endel kvadre i korets klerestorium, tverrskipet, hovedtårnet og skipets sideskip</i>
Huseby	<i>Kvadre og dekorasjoner i kapittelhuset</i>

Såvidt vi vet er ikke stein fra Øye, Klungen og Huseby brukt under restaurering av andre kirker i Trondheimsdistriktet, ei heller til andre typer bygningsformål i perioden fra 1869 til ca. 1900.

DEL II: GEOLOGISK BESKRIVELSE OG FOREKOMSTVURDERING

Geologiske hovedtrekk i området

Berggrunnen i området rundt Klungen-bruddene er på geologisk kartblad Trondheim (Wolff 1976) avmerket som udifferensiert grønnstein tilhørende *Støren-dekket*. Detaljert kartlegging har tidligere ikke blitt utført i dette området, men det har likevel vært grunnlag for å korrelere berggrunnen her med tilsvarende bergarter i Trondheim-Bymarka, Vassfjellet og Løkken (figur 1). Ved de to sistnevnte steder har studier er omfattende studier blitt utført, og «grønnsteinene» representerer her omdannet basaltisk lava (vesentlig putelava), basaltisk gangkompleks og gabbro. Det antas å være hevet over tvil at disse bergartene representerer fragmenter av havbunnskorpe (ofiolittfragmenter) dannet for ca. 490-500 millioner år siden. Under den kaledonske fjellkjededannelsen er så disse blitt omdannet, deformert og skjøvet inn på kontinental skorpe til enhetens nåværende posisjon. For nærmere geologiske tolkninger og beskrivelser henvises til Grenne (1980, 1989), Roberts et. al. (1984) og Wolff & Roberts (1980).

Kartlegging i 1996 har vist at berggrunnen i Klungen-området viser store likheter med Vassfjellet og Løkken. En inndeling i tre tektonostratigrafiske³ enheter er blitt gjort (kartbilag 97.149-2). Nederst (i vest) opptrer heterogen grønnstein med to markerte horisonter av svart «chert»⁴. På kartet er denne referert til som *nedre grønnsteinsenhet*. Over denne følger sterkt omdannet (meta-) gabbro og kleberstein (*gabbro-kleberstein enhet*). Både gabbroen og klebersteinen inneholder ganger av hornblendegranitt. Den øverste enheten (*øvre grønnsteinsenhet*) innenfor det kartlagte området er homogen grønnskifer/grønnstein med tynne lag av kvartskeratofyr⁵ (figur 13). Alle enhetene er sterkt forskifret, og det kan være vanskelig å gjenkjenne primære strukturer i bergartene. Imidlertid synes den øvre grønnskiferenheten å vesentlig representere putelava⁶ (figur 14).

Kontaktene mellom hovedenhetene heller i gjennomsnitt slakt mot øst, i likhet med skifriheten eller hovedfoliasjonen⁷. Vi antar at kontaktene er tektoniske, dvs. at de trolig

³ Tektonostratigrafi: bergartsenhetenes vertikale rekkefølge slik de opptrer i berggrunnen, til forskjell fra stratigrafi, som betegner bergartenes avsetningsrekkefølge.

⁴ Chert: mikrokrySTALLINSK kvartsbergart utfelt på havbunnen. Er vanlig å finne sammen med vulkanske bergarter på havbunnen.

⁵ Kvartsrik vulkansk bergart

⁶ Lava som har størknet under vann. Lavaen størkner i puteformete legemer med rask avkjøling i randsonen

⁷ Foliasjon er betegnelsen på foretrukken orientering av mineraler (spesielt glimmer og kloritt) i metamorfe bergarter

representerer skyveforkastninger⁸ som har brakt atskilte deler av ofiolitten i kontakt med hverandre. Langs kontakten mellom de øvre to enhetene kan vi observere en betydelig fyllonittisering (forskifring) i grønnsteinen som tiltar ned mot gabbro/klebersteinsenheten. Langs denne kontakten finner vi klorittskifer med innslag av tektoniske linser av metagabbro og grønskifer. Det er denne klorittskiferen som i tillegg til kleberstein er utnyttet til bygningsstein.

Således er det mye som tyder på at begge de utnyttede bergartstyper har sammenheng med deformasjonssoner; den myke og lett bearbeidbare klorittskiferen er dannet ved knusning og fyllonittisering av den ellers harde grønskiferen. Videre er det også muligheter for at dannelse av kleberstein (omvandling av serpentin til talk) viser en tilsvarende økende tendens opp mot kontakten, selv om dette ikke er like tydelig som vedrørende klorittskiferen.

Forekomster av klorittskifer

Geologisk opptreden

Som nevnt opptrer klorittskifer langs kontakten mellom den øvre grønnsteinsenheten og gabbro/klebersteinsenheten, og vi antar at klorittskiferen er et resultat av sterk forskifring (fyllonittisering) og rekrystallasjon av førstnevnte langs en skyveforkastning. Mektigheten varierer sterkt fra nærmest fraværende til ca. 20 meter. Linser av metagabbro og grønskifer samt forskifrete keratofyrlag opptrer internt i sonen (figur 15).

Mineralogi og kvalitet

Klorittskiferen er sterkt foliert (skifrig) og består av kloritt (30-40%), hornblende (15-25%), biotitt (10-20%), dolomitt (10-15%), kvarts (5-15%), plagioklas (5-10%) samt små mengder talk, kalkspat, titanitt og svovelkis (Storemyr 1997b). Det høye klorittinnholdet gjør bergarten «bløt» og lett å hugge, i motsetning til den hardere grønnsteinen umiddelbart over. Videre er bergarten lett å klyve langs foliasjonen, slik at blokkene ble lett å løsne i horisontalplanet etter man hadde hugget ut tilnærmet vertikale kanaler.

⁸ Flate eller slake forkastninger der den overliggende bergartsenhet er skjøvet oppå den underliggende

Bruddene ved Øye

Det er kun ved industriområdet nede ved hovedveien at det er påvist mektigheter som har vært tilstrekkelig for drift i tidligere tider, dvs. mer enn 3 meter. Denne forekomsten kan begrenses til en 450 meter lang strekning (bruddene Ø2 - Ø6 i kartbilag 97.149-1). Selv der tykkelsen er størst er klorittskiferen ikke homogen; linseformete inneslutninger av hard grønnstein og metagabbro samt keratofylag forekommer i et tildels uregelmessig mønster, og det synes flere steder tydelig at man har drevet selektivt på små «lommer» av brukbar kvalitet.

De fleste bruddene (østlige del av forekomsten) ligger under en berghammer (figur 3), der hard grønnstein opptrer mot toppen, og ligger som en skjermende kappe over klorittskiferen. Ved inndrift i denne del av forekomsten i dag vil man måtte påregne betydelige mengder overfjell som eventuelt måtte fjernes, samt tekniske driftsproblemer knyttet til selektiv drift på «myke» klorittskiferpartier.

I den vestligste del av forekomsten er overfjellet ikke så betydelig, men kun 2-3 meter mektighet av klorittskifer er påvist. Det er vanskelig å se at dette er tilstrekkelig til å forsvare antatt høye etablerings- og driftskostnader som vil måtte påregnes ved eventuelle uttak.

Forekomster av kleberstein

Geologisk opptreden

Kleberstein opptrer som linseformete legemer i den midtre tektoniske enheten, mellom metagabbro og øvre grønnskiferenhet. Klebersteinen representerer enten omdannede ultramafiske⁹ kroppene i metagabbroen eller en separat ultramafisk enhet med tektonisk kontakt mot metagabbroen. Det er dog ikke funnet rester av primære mineraler og teksturer som gir oss en pekepinn på ultramafittens opprinnelige sammensetning. Foliasjonen i klebersteinen og kontaktene mellom de to typene kleberstein (se under) har i deler av området (Klungen-Huseby) et steilere østlig fall enn kontakten med den overliggende grønnsteinsenheten. Den steile orienteringen gir tildels betydelige *tilsynelatende* mektigheter på klebersteinssonen. Vi er imidlertid tilbøyelig til å tro at folderepetisjoner og/eller imbrikasjoner internt i sonen har forårsaket dette, og at klebersteinens undergrense i virkeligheten har en orientering som er nærmere terrengets overflate enn foliasjonens orientering. Dette er forsøkt illustrert i figur 16; den myke klebersteinen har, under skyvning av den overliggende enheten, blitt foldet i tette folder, klemt mellom to harde bergartsenheter.

⁹ Svært mørke og jern-magnesiumrike bergarter, rik på olivin og/eller pyroksen. Slike mineraler kan omdannes til serpentin, som videre kan omdannes til talk.

Klebersteinssonen(e) karakteriseres av en intim veksling mellom to typer; «myk» karbonatrik kleberstein og «hard» karbonatfattig kleberstein. I hengen på brudd K1 er den karbonatrike klebersteinen særlig bløt og talkrik (se under). Mot kontakten med andre litologier (metagabbro og hornblendegranitt) finner vi en tynn, tremolitt/aktinolittrik overgangssone.

Løsmasseoverdekning er et stort problem i området og gjør tolkning av mektigheter/utbredelse vanskelig. I kartbilag 97.149-2 har vi antydnet klebersteinssonenes utbredelse utifra en tolkning av overflategeologien. Her ser vi to linseformete legemer som vi kan kalle henholdsvis Øyssonen og Klungen-Huseby-sonen. I de videre beskrivelsene har vi valgt å dele sistnevnte inn i to forekomster, bl.a. siden det er særdeles sparsomt med geologisk overflateinformasjon mellom Klungen og Huseby.

Mineralogi og kvalitet

Den *karbonatrike klebersteinen* er blågrå på farge, foliert i varierende grad, og inneholder karbonat i årer eller som enkeltkorn. Karbonat (dolomitt, magnesitt/breuneritt) utgjør omtrent 30%. Finkornet talk og kloritt opptrer i tilsvarende mengder (figur 17). Ertsmineraler (vesentlig magnetitt, men også svovelkis og magnetkis) utgjør ca. 10%. I borhull 13 (kjerneboring ved Klungen, Hultin 1968; se under) synes klebersteinen å være særlig talkrik og «bløt»; denne viser størst likheter med de «gode» typene av Klungen-kleber i Nidarosdomen.

Den karbonatfattige klebersteinen er gråsvart på farge og inneholder ca 35% talk, 10% kloritt, 10% karbonat (som små korn), 10-15% serpentin og 10-12% erts (figur 18). I tillegg opptrer 15% amfibol, vesentlig av tremolittisk/aktinolitisk sammensetning. Mineralogien for tynnslip av de to typene er oppsummert i tabell 4.

Tabell 4

Innhold av hovedmineraler i klebersteinsprøver fra Klungen. Prøver tatt fra kjerner fra boringene i 1967 (Hultin 1967). Prøvenr. Viser til borhullnr. og dybde i meter.

PRØV- ENR.	KLEBER- STEINS- TYPE	TALK	KAR- BONAT (dolomitt, breuneritt, magnesitt)	KLO- RITT	AMFI- BOL tremolitt, aktinolit	MULIG ASBEST	SER- PENTIN	OPAKER (magnetitt, pyritt)	TEK- STUR
BH1- 4,06	Karbonat- fattig	35%	10%	10%	15%	Ja	10-15%	10-12%	Massiv
BH1- 9,68	Karbonat- rik	35%	15%	35%				10-15%	Finkornet foliert
BH13- 3,50	Karbonat- rik	40%	30-40%	20%				10%	Foliert
BH13- 6,58	Karbonat- rik	40- 50%	20-30%	20%				10%	Foliert
BH14- 4,85	Karbonat- rik	35	20-30%	30%				5-10%	Finkornet svakt foliert
BH14- 10,74	Karbonat- rik	35%	20-30%	30%	2-3%	vanskelig å vurdere			Finkornet svakt foliert

Sammensetningen reflekterer graden av talkomvandling. Ved økende omvandling øker talk-karbonatinnholdet, mens serpentin-amfibolinnholdet minker.

Opaker opptrer i tildels store mengder i begge typene. Disse består dominerende av velkrySTALLISERT pyritt (antatt ikke spesielt «farlig» i forvitringssammenheng) og oksyder (vesentlig magnetitt). Videre er beskrevet magnetkis, som normalt er mer problematisk enn pyritt. Imidlertid gir verken forvitret overflate i bruddene eller stein i bygninger noen indikasjoner på at Klungen-kleberer er særlig utsatt for delaminering. Dog sees brunfarging av jernholdig karbonat, men i verken større eller mindre grad enn det som er å forvente for karbonatførende kleberstein.

I tidligere undersøkelser (Hultin 1968) brukes en inndeling i «inhomogen» og «homogen» kleberstein. Førstnevnte betraktes her som «dårlig»: «Den eneste klebersteinen som er brukbar, er den relativt homogene varietet påvist i borhullene 1, 2, 4 og i brudd 1 (K1, forf. komm.)» Etter ny gjennomgang av borkjernene er vi av den oppfatning at Hultins homogene kvalitet samsvarer i grove trekk med «vår» karbonatfattige, mens den inhomogene kvaliteten samsvarer med den karbonatrike (se forøvrig borhullslogger i figur 19 og 20). Vi er tilbøyelig til å være uenig i Hultins konklusjoner, og vil tvertimot fremheve den karbonatrike klebersteinen som den antatt best egnete typen. Denne er mest talkrik, mykest å bearbeide og viser store likheter med kleberstein fra området som virkelig er benyttet i bygninger. Den

karbonatfattige klebersteinen kan være egnet, men vil være hardere å bearbeide enn førstnevnte. Se forøvrig beskrivelsene under.

Vi vil videre peke på amfibolinnholdet i klebersteinen. Det er påvist små mengder amfibol av mulig asbestiform¹⁰ type i den karbonatfattige klebersteinen og tildels betydelige mengder i de tynne overgangssonene. Det synes klart at innhold av mulig asbest bør være et viktig element i videre undersøkelser. Det er imidlertid verdt å merke seg at amfibol hittil ikke er påvist i den karbonatrike typen.

Oppsprekningsgraden er en viktig faktor som i stor grad avgjør oppnåelige blokkstørrelser. I de begrensede blotninger og borkjerner som har vært tilgjengelig i undersøkelsene synes sprekker parallelt med foliasjonen å være viktigst; forskifrete partier opptrer med visse mellomrom internt i klebersteinen, og siden disse representerer svakhetssoner finner vi ofte åpne sprekker langs dem. Videre er den karbonatfattige klebersteinen mer «infisert» av tverrsprekker og stikk enn den karbonatrike, siden førstnevnte er hardere og dermed sprøere. I tillegg er observert karbonatfylte og talkfylte årer. Disse kan være problematisk siden mekaniske svakhetssoner og partier der forvitring lett slipper til ved eksponering. Vi har imidlertid få holdepunkter for å kvantifisere dette. Til tross for observasjoner av tildels tette foliasjonssprekker vil vi dog ikke vurdere sprekketettheten som et uoverstigelig problem, siden NDR kun har behov for emner mindre enn 1 meter lang og 50 cm tykk. Men oppsprekning bør være et sentralt tema i de videre undersøkelsene.

Bruddet ved Øye

Nede ved industriområdet har eldre litteraturkilder, geologiske undersøkelser og funn av skrotmateriale gitt holdbare indikasjoner på tilstedeværelsen av et klebersteinsbrudd under klorittskiferforekomsten (brudd Ø1 i kartbilag 97.149-1, figur 2). Bruddet er gjenfylt og senere brukt som byggegrunn for bygninger. En tynn «hale» av kleberstein kan i tillegg observeres (kartbilag 97.149-2). Vi kjenner lite til kvaliteten på klebersteinen og forekomstens geometri, og vi konstaterer at det som eventuelt måtte ligge igjen av drivbart fjell for tiden er utilgjengelig.

Bruddene ved Klungen

To gamle brudd (K1 og K2 i kartbilag 97.149-1) og ett skjerp (K3) finnes i klebersteinssonen som strekker seg sydvestover fra Klungen gård. K2 er gjenfylt og ligger idag under dyrket mark. Selv om området er betydelig overdekket av løsmasser, vil vi på bakgrunn av sidebergartenes opptreden anta at sonen er linseformet med største mektighet rundt de to

¹⁰ Amfibol kan være asbest når mineralet opptrer i fibrig form

«hovedbruddene» like ved Klungen gård. Foliasjonen i klebersteinen heller i dette området 40-60 grader mot SØ, men vi antar at sonen overveiende har en slakere helning (figur 16).

Undersøkelser på 60-tallet (Hultin 1968) omfattet bl.a. kjerneboring, og det ble påvist minimumsmektigheter på ca. 8 meter i K2 og 12-14 meter i K1. Imidlertid ble det foretatt en kvalitetsinndeling av klebersteinstyper der den mørke, karbonatfattige typen ble betraktet som «brukbar», mens den karbonatrike typen ble betraktet som «ubrukbar». I K2 var fordelingen mellom disse to ca. 50/50, mens K1 kun hadde ca. 20% «god» kleberstein. Fokus ble dermed rettet mot det nedre bruddet. Konklusjonene ble ikke særlig positive; selv i det «beste» bruddet var mengden «dårlig stein» såpass stor at man ikke fant grunn til å anbefale drift.

Vi har, som nevnt over, funnet grunn til å stille spørsmålstegn ved denne inndelingen; karbonatrik kleberstein er hyppig brukt i dag som i historisk tid, uten at vi kan koble karbonatinnholdet til dårlig kvalitet. Videre er det ofte en nær sammenheng mellom karbonatdannelse og talk, der innholdet av sistnevnte øker proporsjonalt med førstnevnte. Med andre ord, en «myk» kleberstein er ofte karbonatrik. Vi kan heller ikke lukke øynene for det faktum at de gamle uttakene i de to bruddene vesentlig har omfattet karbonatrik type.

Dette medfører at vi ønsker å se med nye øyne på den karbonatrike klebersteinen, og vil i utgangspunktet se på hele den påviste mektighet av kleberstein som mulige ressurser. Spesielt er vi opptatt av den særlig talkrike («bløte») klebersteinen som opptrer i K1 og i borhull 13. Både av denne grunn og praktiske hensyn vil vi derfor dreie fokus mot dette bruddet. Hvis det er så at den karbonatrike klebersteinen er anvendelig vil vi her finne de mest homogene, best tilgjengelige og mektigste forekomster i området.

Logger av borkjernene fra 1967 er gitt i figur 19 og 20. I figur 21 er gitt en ny tolkning av data fra borhullene.

Huseby-forekomsten

Huseby-forekomsten antas å representere en sydlig fortsettelse av Klungen-forekomsten. I området finner vi flere gamle brudd og skjerp som vist i kartbilag 97.149-1. (H1 - H6). Som ved Klungen finner vi her en veksling mellom den harde, karbonatfattige og den myke karbonatrike klebersteinen. Dette er spesielt godt synlig i det største av bruddene, H1, der utdrevet myk kleberstein overligger av lag/linser av harde materiale. Det synes tydelig at driften har stoppet opp mot den harde typen. Foliasjonen varierer mellom 20 og 60 graders fall mot øst. Total tilsynelatende mektighet (vinkelrett på foliasjonen) overstiger 20 meter. Det er imidlertid vanskelig å anslå forholdet mellom de to typene. Dog opptrer minimum to soner med myk type, atskilt av en hard sone, og den nedre av de myke sonene har en minimumsmektighet på 6 meter. Det synes også klart at den harde typen utgjør de høyeste punkter i terrenget, mens de (tildels sparsomme) blotninger som er observert i de

lavereliggende (og arealmessig mest utbredte) deler av terrenget utgjøres av myk kleberstein. Med andre ord, det er gode indisier for at området kan ha et interessant potensiale for myk kleberstein.

Forekomstgrunnlag: konklusjoner

Forekomstene av klorittskifer ved Øye er driftsmessig vanskelig tilgjengelig. Selv ved småskala uttak vil overfjellsproblemene raskt anta betydelige dimensjoner. I den vestlige delen vil man måtte foreta rask inndrift pga. forekomstens ubetydelige mektighet, og dermed få raskt stigende overfjell. I de østlige deler er forekomsten tykkere, men for i det hele tatt å komme til på en forsvarlig måte må påregnes betydelige inngrep for å fjerne overfjell. Videre vil vi påpeke den sterkt variable kvaliteten i klorittskiferen og innhold av linsjer og lag av grønnskifer, metagabbro og keratofyr, noe som vanskeliggjør en god driftsplanlegging og muliggjør kostnadsslukende feilgrep. Sist, men ikke minst, vil vi gjøre oppmerksom på det faktum at overfjellsproblemet fordrer en type industrielle inngrep som trolig ikke er i samsvar med intensjonene for å gjenoppta drift på klorittskifer. *Vi vil på dette grunnlag ikke anbefale noen form for drift på klorittskifer.*

Når det gjelder klebersteinsforekomster vil vi fokusere på Klungen og Huseby. Begge steder finnes et interessant forekomstgrunnlag av både «myk» og «hard» type kleberstein. Vi vil antyde minimum to parallelle soner av hver type, hvorav den myke dominerer i gjennomsnitt. Utgående i dagen er trolig betydelig (som indikert i kartbilag 97.149-2), mens vi mistenker fortsettelsen i dypet til å være mer begrenset, kanskje ned mot et par titalls meter. Av de to forekomstene har vi størst tro på Klungen, dels fordi ganske store mektigheter med myk kleberstein her er påvist, og dels fordi vi ser minst konflikter med verneverdige bruddområder her. *Vi vil anbefale fortsatte undersøkelser av kleberstein, med Klungen-forekomsten som første prioritet.*

DEL III: FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Driftsmessige forutsetninger

Basert på overslagene i Vedlegg 1 vil NDRs behov for utnyttbar stein de neste 20 årene ikke overstige 1000 m³ brutto uttak. I driftsmessig forstand er dette meget liten skala. Videre kan vi se for oss en drift som baseres på lett utstyr, og vi kan heller ikke utelukke at det i perioder vil være aktuelt å etterligne middelalderens driftsmetoder (se tilsvarende eksempel fra Maya-brudd i Guatemala, Wood & Titmus 1997).

Vi vil følgelig forutsette at Domkirken ikke vil gå inn for et opplegg som innebærer arealmessig store inngrep, vegbygging og overfjellfjerning. God kvalitet kleberstein må være direkte tilgjengelig like under løsmassene.

Ifølge oppstillingen i Vedlegg 1 stilles det strenge kvalitetskrav til en ganske stor andel av de emner som trengs.

Det primære målet for de videre undersøkelsene må være å påvise tilstrekkelige mengder lett tilgjengelig kleberstein for å dekke behovene de neste 20 år, men sekundært vil det være av stor betydning om man kunne påvise forekomster i en størrelsesorden som kan gi materiale til både Nidarosdomen og andre restaureringsformål i et atskillig lengre tidsrom. Vi vil derfor foreslå at undersøkelsene tar sikte på å påvise materiale for mange generasjoner framover og tar høyde for uforutsette behov.

Område som bør undersøkes

Vi anbefaler at undersøkelsene tar utgangspunkt i bruddet K1 i Klungen, og tar sikte på å påvise stein i strøkforlengelsen av de gode klebersteinssonene her samt til en viss grad de over- og underliggende lagene. I noen grad kan det være aktuelt å også gå utenfor dette området for å styrke forståelsen av klebersteinsforekomstenes geometri.

Undersøkelsenes karakter og metoder

Følgende kritiske faktorer søkes belyst:

- Tilgjengelig utbredelse og mektighet, samt fordeling mellom de to typene kleberstein

- Blokkstørrelse (spesielt graden av oppsprekning parallelt med foliasjonen)
- Klebersteinskvalitet og anvendelighet til Domkirkens formål

Vi mener de geologiske og tekniske undersøkelser må omfatte følgende delprosjekter:

- Innmåling av fastpunkt og etablering av basislinje
- Kjerneboring
- Geofysiske undersøkelser (bakkemagnetometri og georadar)
- Prøveuttak og -bearbeiding

I tillegg må arkeologiske undersøkelser utføres før eventuelle inngrep, dvs. før prøveuttakene.

Innmåling av fastpunkt og basislinje er nødvendig for å kunne gjøre et nøyaktig kartleggingsarbeid og ha full kontroll på borhullsplassering. Denne delen av arbeidet bør kunne gjøres raskt med moderne utstyr, som de fleste kommuner besitter.

I figur 22 er gitt et forslag til kjerneboringsprogram. 6 hull er angitt, og total borlengde anslås til inntil 200 meter. Nøyaktig setting av borhull og lengde må foretas etter at fastpunkt/basislinje er etablert. Prøvetaking av borkjernene bør danne grunnlag for en fullstendig vurdering av innhold av asbestmineraler.

Bakkemagnetometri er en rimelig metode som kan gi oss god informasjon om klebersteinens utgående i dagen under løsmassene. Vi antar at vi vil få gode magnetiske kontraster mellom metagabbro og kleberstein. Georadar vil være nyttig for å fastslå dybde ned til fast fjell og påvise gamle brudd, skjerp og skrothauger under dyrket mark.

Prøveuttak bør gjøres på nærmere angitt sted etter at resultatene fra de to andre delprosjektene foreligger. Prøveuttaket er av stor viktighet for å få informasjon om blokkstørrelse og anvendeligheten av klebersteinstypene i området.

Kostnader

Vi vil antyde en total kostnad på geofysiske og geologiske undersøkelser på 150 - 200 tusen kroner, avhengig av om man går inn for et begrenset eller utvidet kjerneboringsprogram. Kostnader for prøvedrift og bearbeiding kommer i tillegg, men vil i stor grad omfatte egeninnsats fra NDRs side.

REFERANSER

Carstens, C W (1927): *En petrografisk undersøkelse av bygningsmaterialet i Trondhjems Domkirke*. D.K.V.S. Forh., vol. 1, nr. 1, s. 1-4.

Carstens, C W (1928): *Petrologische Studien im Trondhemgebiet*. D.K.N.V.S. Skr., 1.

Carstens, C W (1939): *Det faste fjell*. Strinda Bygdebok, vol 1. Bruns bokhandels forlag, Trondheim, s. 1-18.

Dybdahl, A (1996): *Matrikkel over sentraleid jordegods i Trøndelag på reformasjonstiden*. Skrifter, nr. 3, Senter for Middelalderstudier, NTNU Trondheim.

Ekroll, Ø & Storemyr, P (1996): *Vår Frue kirke i Trondheim*. Bygningshistorisk oversikt og tilstandsundersøkelse. NDR rapport nr.. 9602, 47 s.

Grenne, T. 1980:*Guide to excursions. The Vassfjellet area*. I: Wolff, F. C. (red.) 1980: Excursions across part of the Trondheim Region Central Norwegian Caledonides. NGU 356, s. 115-129

Grenne, T. 1989: *Sea-floor hydrothermalism and related magmatic processes exemplified by the Løkken Ophiolite, Central Norway*. Artikler for Dr. Techn. Grad, NTH.

Helland, A (1893): *Takskifre, heller og vekstene*, NGU, vol. 10, 178 s.

Helland, A (1898): *Norges Land og Folk. Vol. 16 (I+II)*. Norli, Kristiania (Oslo).

Hultin, I (1967a): *Teknisk rapport fra diamantboringer ved Klungen klebersteinsbrudd, Melhus*. NGUr, nr. 802, 8 s.

Hultin, I (1967b): *Diamantboringer i Klungen klebersteinsbrudd, Melhus, Sør-Trøndelag*. NGUr, nr. 802A, 3 s.

Krefting, O (1869): *Indberetning om Leverancer til Restaurationen af Domkirkens Sakristi*. Rapport, Arkivet til NDR, 3 s.

Roberts, D., Grenne, T. & Ryan, P. D. 1984: *Ordovician marginal basin development in the central Norwegian Caledonides*. Geological Society of London Special Paper vol. 16, s. 233-244

Schöning, G (1762): *Beskrivelse over den tilforn meget prægtige og vidtberømte Dom-Kirke i Throndhjem, egentligen kaldet Krist-Kirken*, 1959-edition, Foreningen Facsimilia Nidrosiensia, Trondheim.

Schöning, G (1775): *Reise som giennem en Deel af Norge...*, vol. 1 & 2. 1910 utgave, Adresseavisens Bogtrykkeri, Trondheim.

Storemyr, P (1995a): *Forvitring og bevaring av kulturminner i stein*. FNFB, s 109-138.

Storemyr, P (1995b): *Gjenopptakelse av middelalderens steinbrudd? Muligheter for fremtidige steinleveranser til restaureringen av Nidarosdomen*. NDR rapport nr.. 9501, 44 s.

Storemyr, P (1995-96): *Tilstandsrapport for Nidaros domkirke (plansjer)*, NDR.

Storemyr, P (1996): *A study on the weathering of Norwegian greenschist*. 8th Int. Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Proceedings, Berlin, s. 185-200.

Storemyr, P (1997a): *De middelalderske steinbruddene ved Øysanden*, Spor, 1, s. 24-26

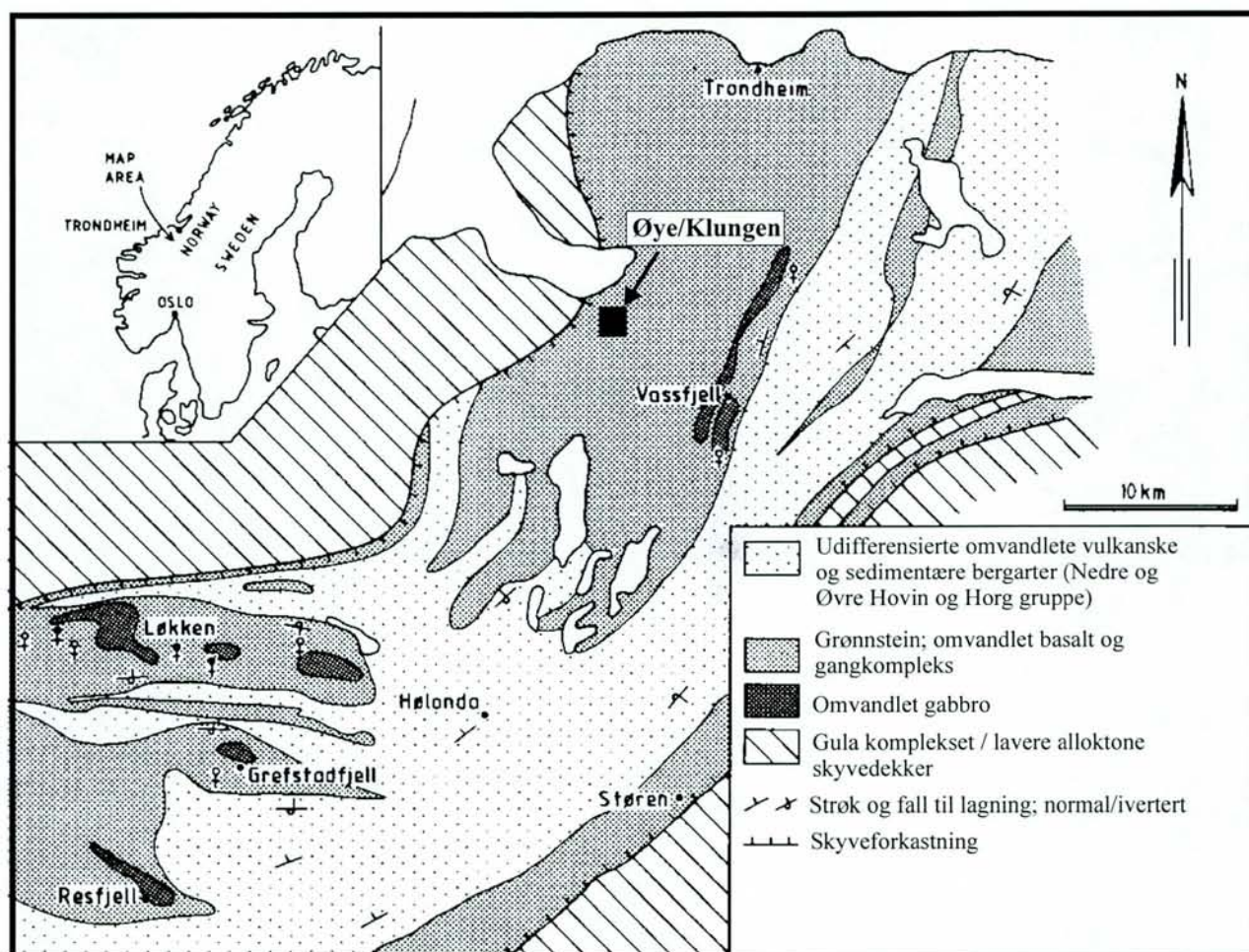
Storemyr, P (1997b): *The Stones of Nidaros*. Dr.-avhandling, NTNU, Trondheim.

Weber, B (1983): *"I Hardanger er Qverneberg og Helleberg...og Hellerne, der er tyndhugne Stene, bruger man til at bage de tynde Brød Fladbrød paa..."* Viking, s. 149-160

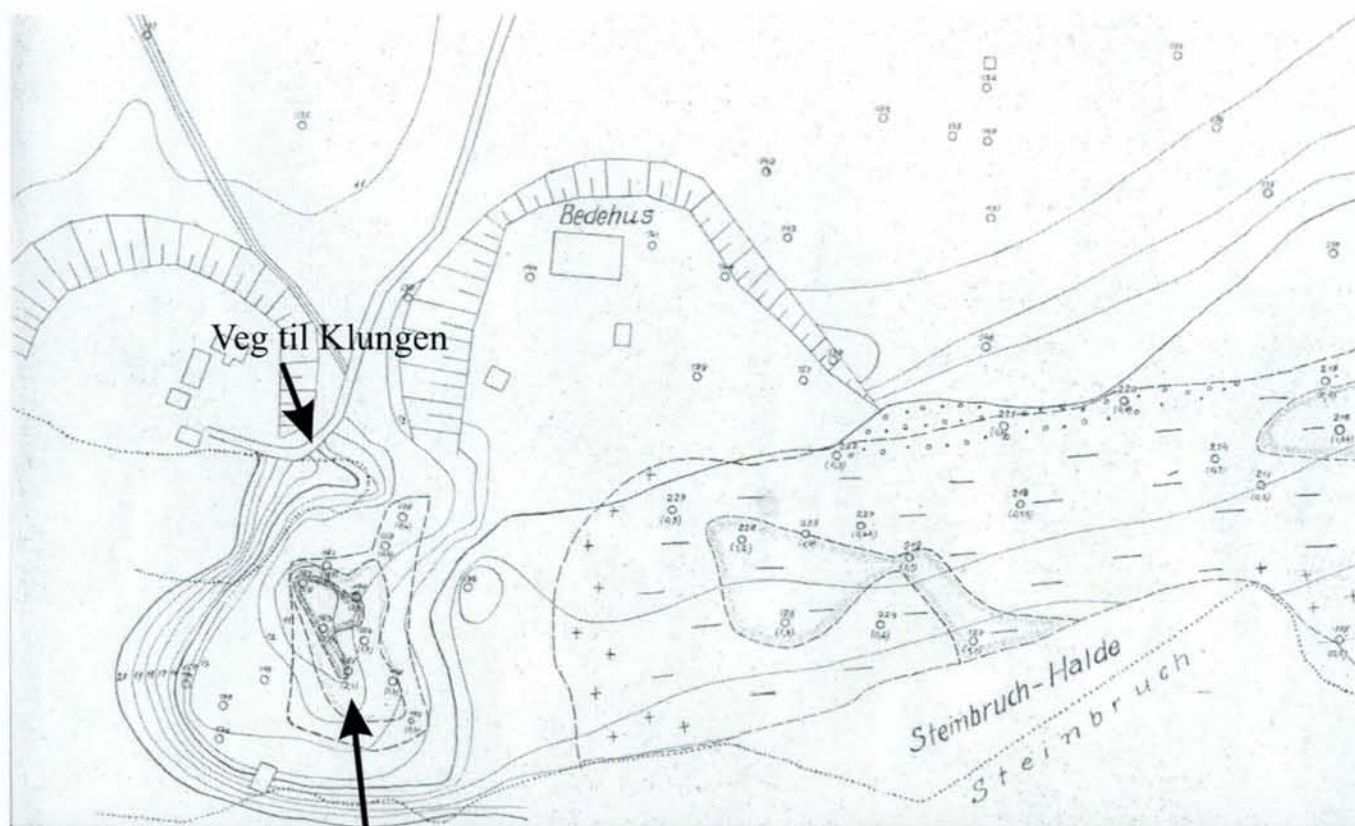
Wolff, F. C. 1976: *Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Trondheim 1:250 000*. NGU

Wolff, F. C. & Roberts, D. 1980: *Geology of the Trondheim Region*. I: Wolff, F. C. (red.) 1980: Excursions across part of the Trondheim Region Central Norwegian Caledonides. NGU 356, s. 115-129

Wood, J C & Titmus, G L (1997): *The Anciernt Limestone Quarries of Nakbe, Guatemala*. Internett: http://www.csi.cc.id.us/Support/museum/staff/jcw/jcw_quarry_paper.html



Figur 1
 Geologisk oversiktskart over Trondheimsområdet med det undersøkte klebersteinsfeltet innmerket. Kartet er hentet fra Grenne (1989)



Konturer av gammelt klebersteinsbrudd
(ca. 1 meters ekvidistanse)

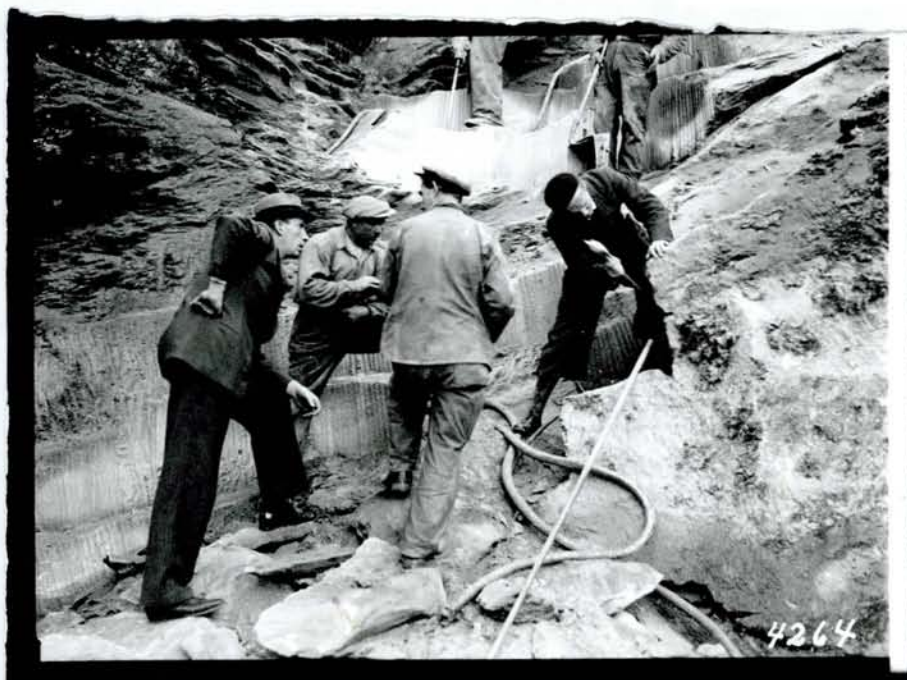
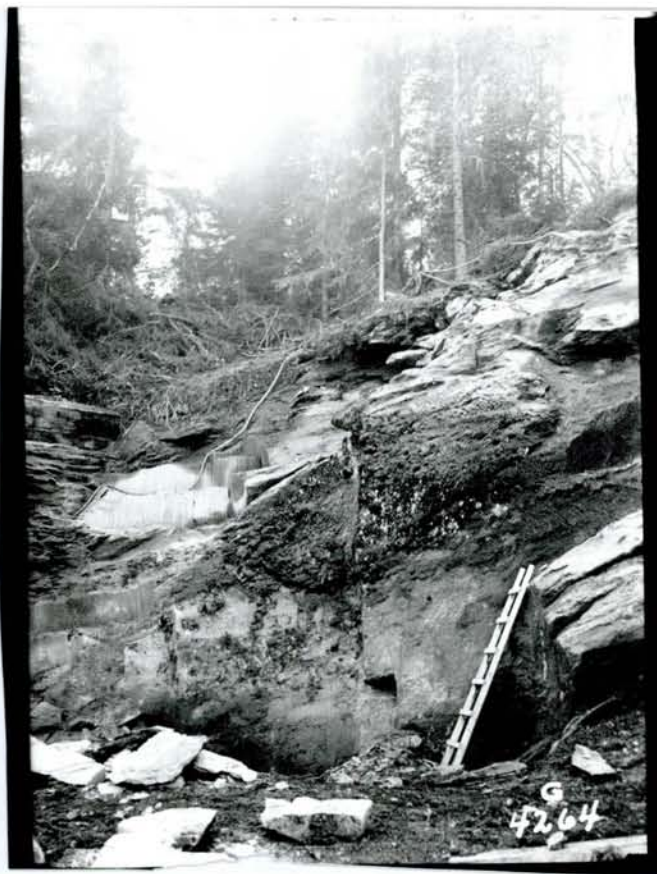
Figur 2
Kart over Svartdammen-bruddet (Ø1 ved Øye), laget av tysk okkupasjonsmakt ca. 1940
Konturene av det gamle bruddet (nå under industribygninger) fremkommer. Skala ca. 1:2000.



Figur 3
Bilde av klorittskiferbrudd Ø3 ved Øye sett fra øst. Klorittskiferen overligger av hardere grønnskifer (overheng).



Figur 4
Detalj av bruddet i figur 3. Merk brytningsspor på bruddfronten og spor etter brytning av runde emner, trolig til baksteheller.



Figur 5
Bilder fra prøvebrytning av klorittskifer ved brudd Ø6, Øye, i 30-årene



Figur 6
Vegskjæring i gammel skrottipp (ØT-A) ved Øye.

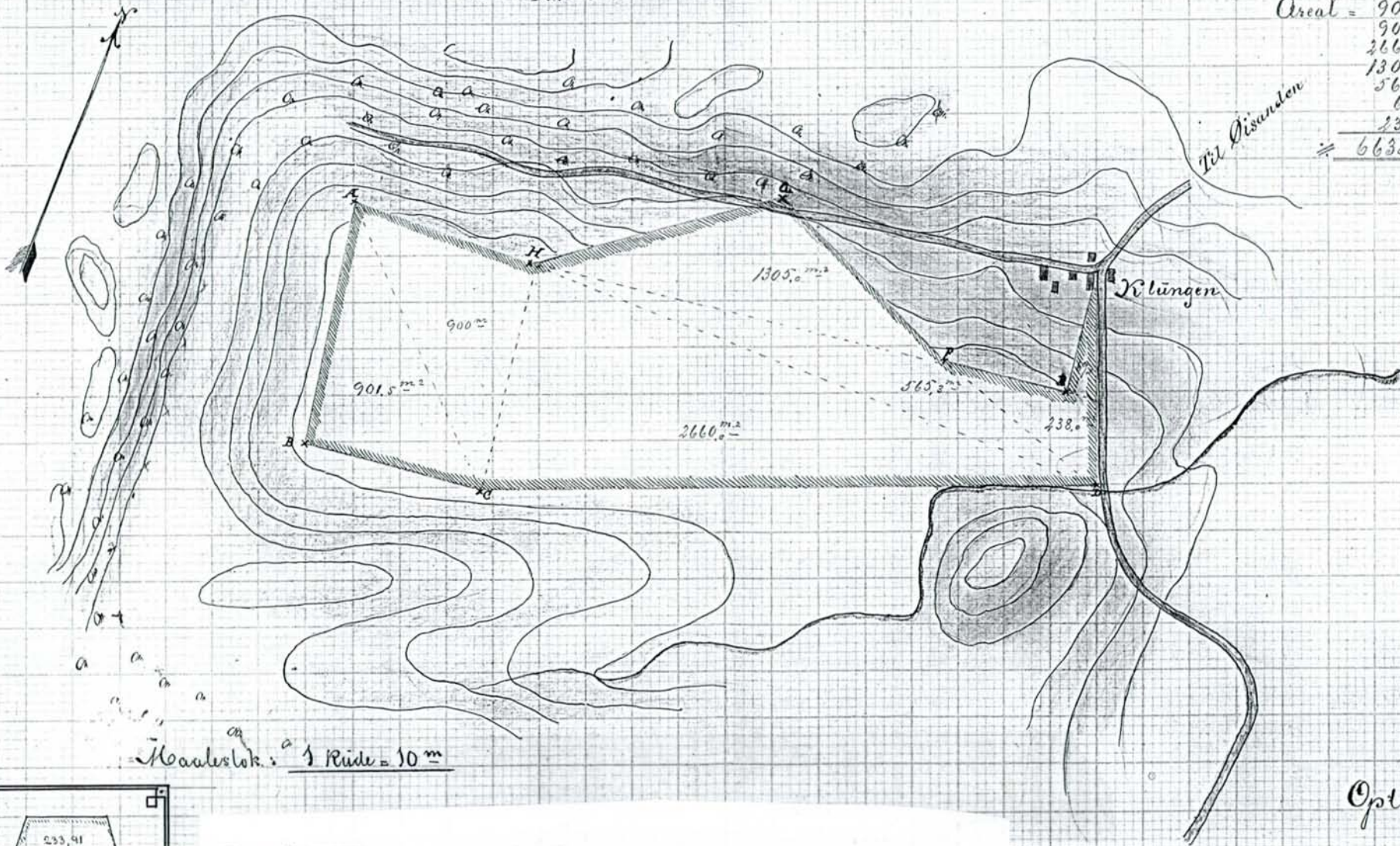


Figur 7
Brudd i Klungen (K1) sett fra øst. Laveste del av bruddet er vannfylt.

KROKI over KLUNGEN - STENBRUD

Areal = $901,5^{m^2}$
 $900,0 -$
 $2660,0 -$
 $1305,0 -$
 $565,3 -$
 $69,0 -$
 $238,0 -$

 $\equiv 6638,8^{m^2}$



Målestok: 1 Rude = 10 m



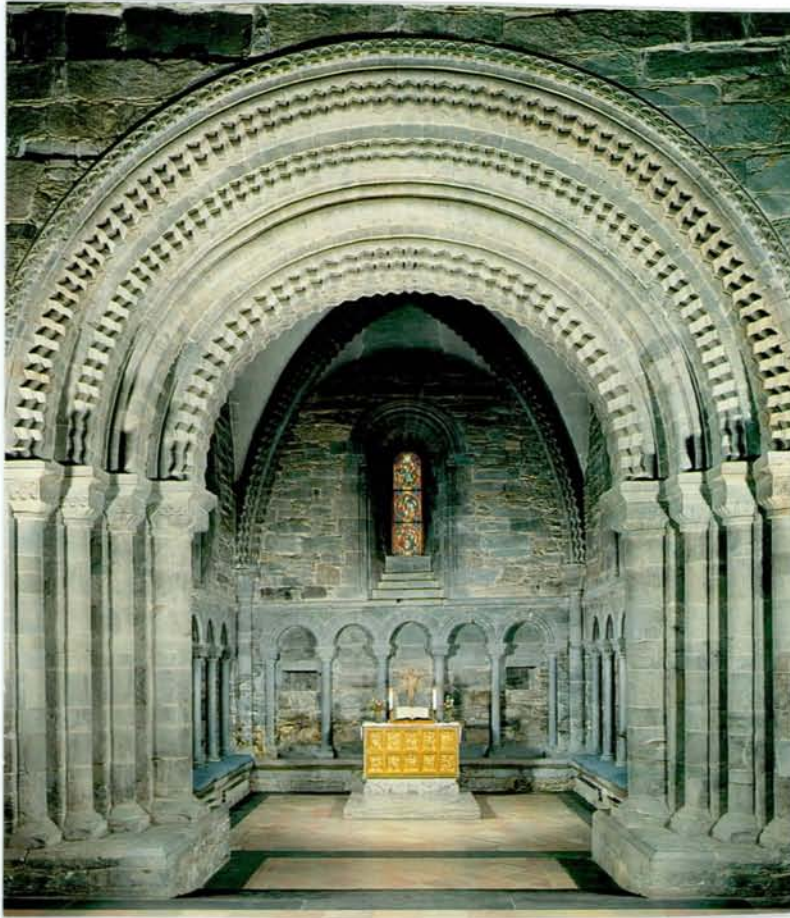
Figur 8
 Kart over Klungen-bruddet ca. 1898, som viser at man trolig tenkte seg drift helt ned til veggen.

Optaget 21/5 1898.
 af
 J. H. H.



Fra Huset

37



Figur 9
Romansk bue laget av Øye
klorittskifer, Kvinneenes
Minnekapell i Nidarosdomen.



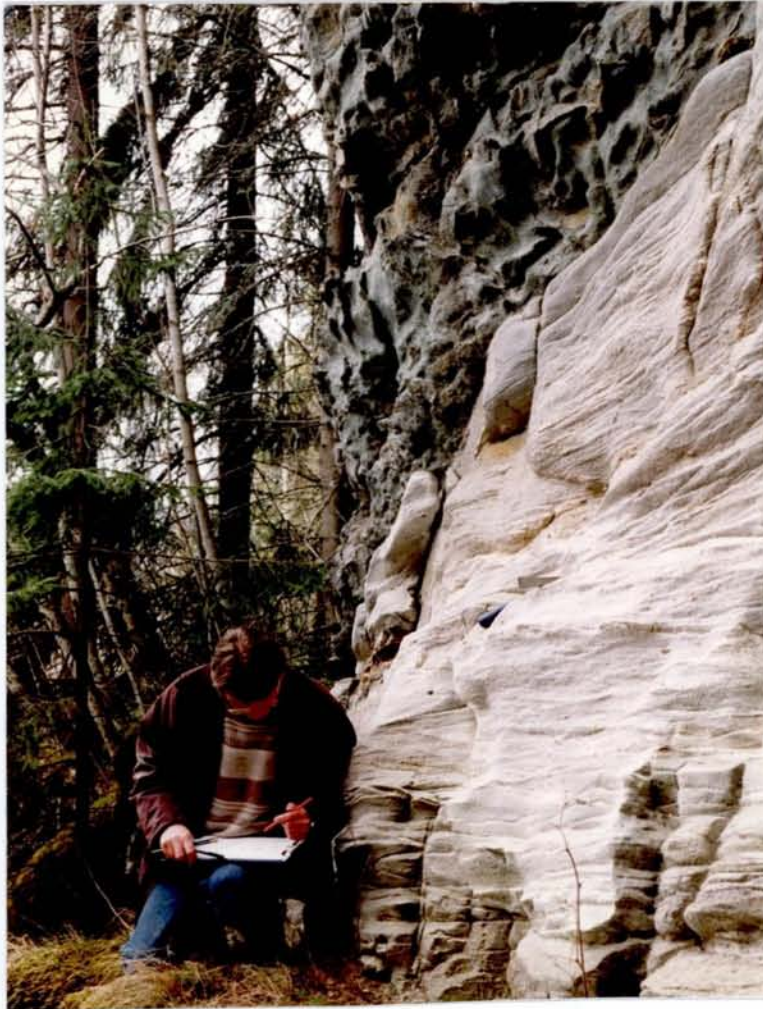
Figur 10
Detalj av romansk kapitel av klorittskifer fra Øye.



Figur 11
Klorittskifer fra Øye brukt i mur i Nidarosdomen (homogen, grønnlig på bildet) i kombinasjon med karbonatrik kleberstein fra enten Bakkaune eller Klungen/Huseby.



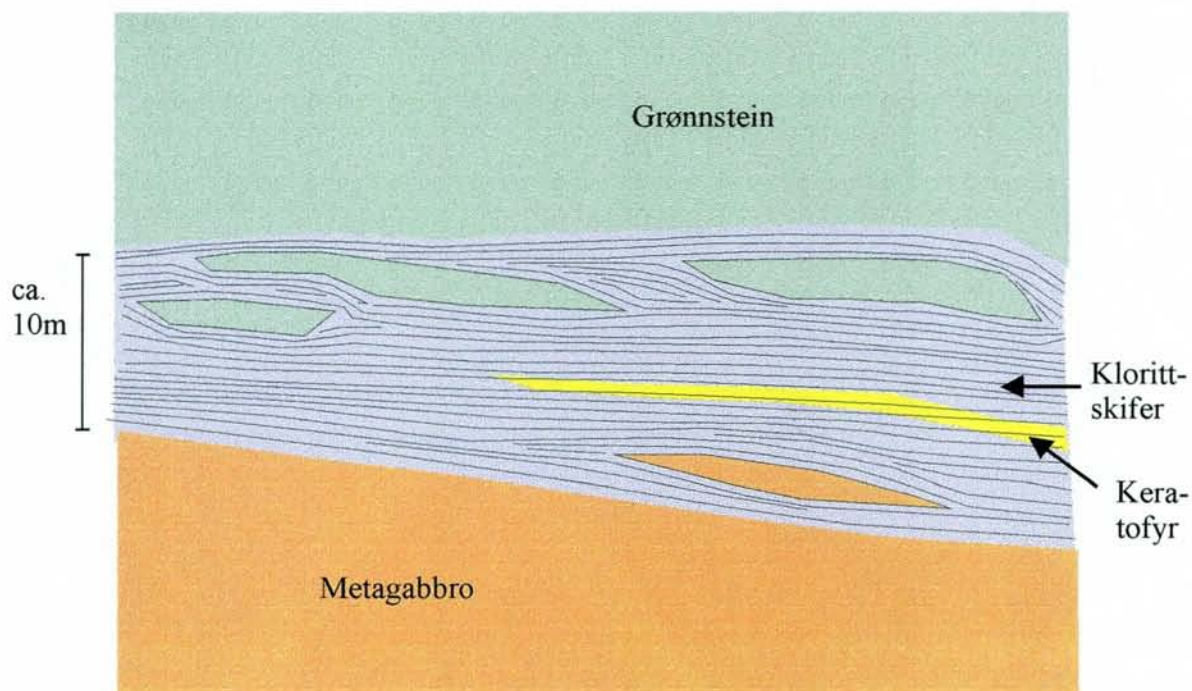
Figur 12
Karbonatrik kleberstein, trolig fra Klungen, brukt i mur i Nidarosdomen.



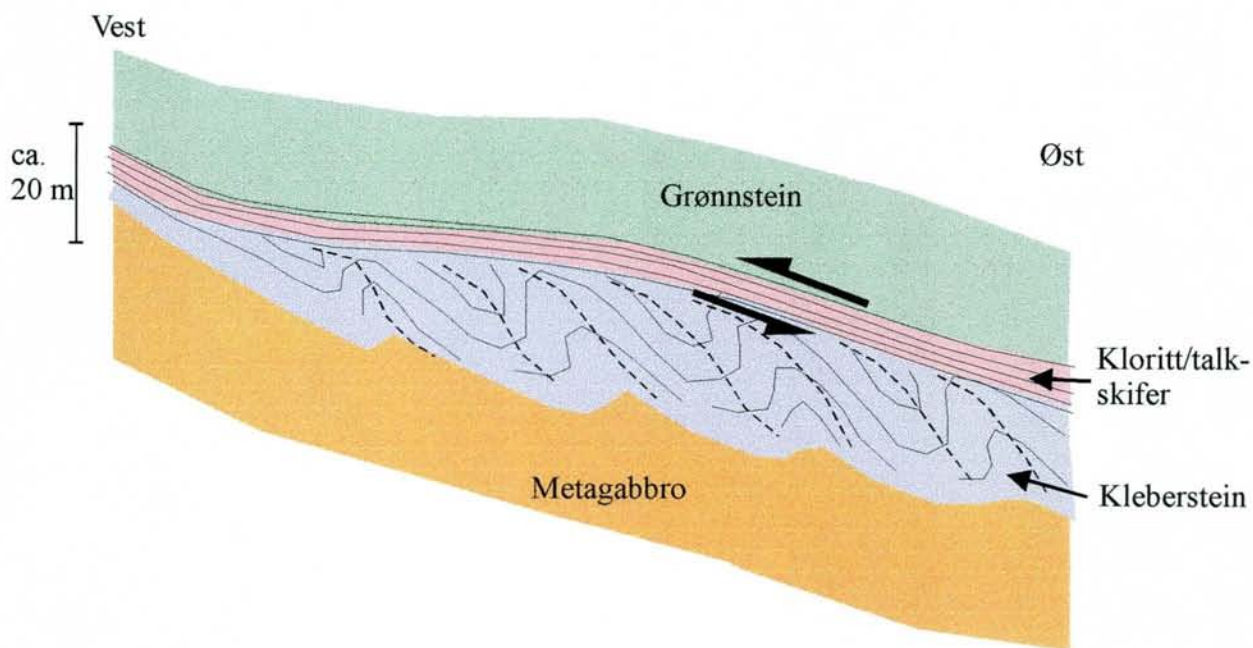
*Figur 13
Grønnskifer med keratofyrlag
(lys) ved Klungen.*



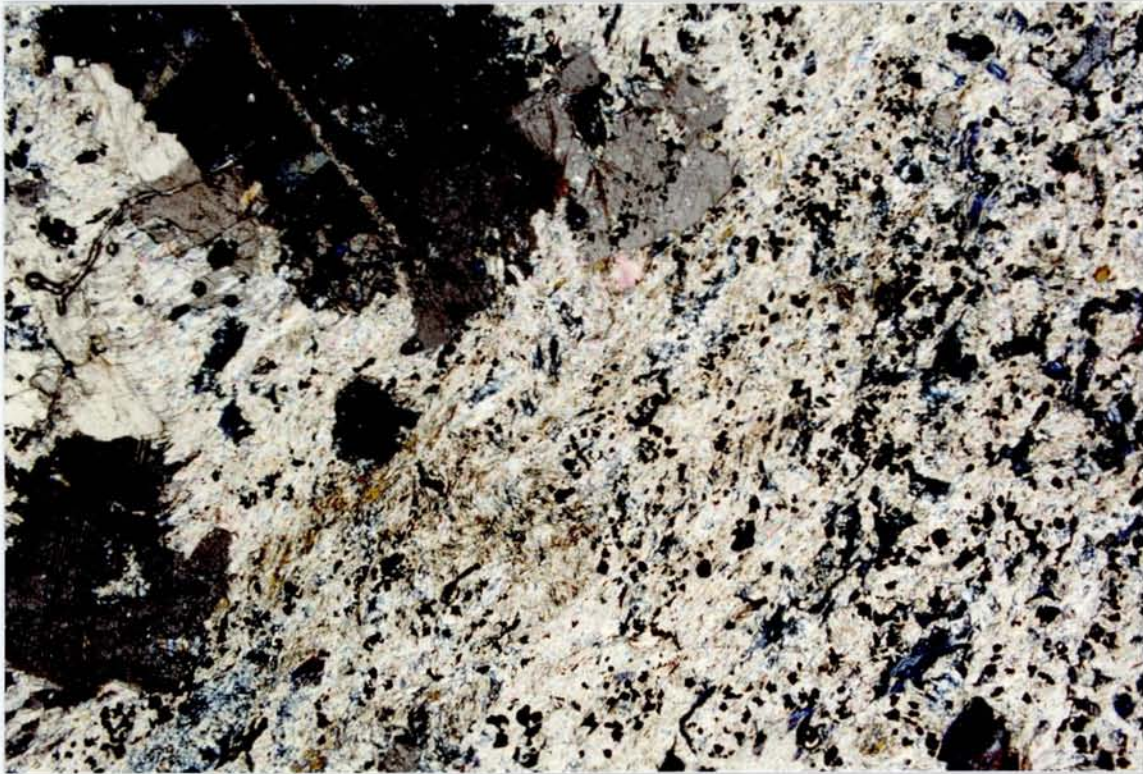
*Figur 14
Grønnskifer med mulig putelavastruktur ved Øye. Øvre Grønnskiferenhet.*



Figur 15
 Prinsippskisse av klorittskifersonen mellom metagabbro og grønskifer ved Øye. Tektoniske linser av grønskifer og gabbro opptrer internt i klorittskiferen.

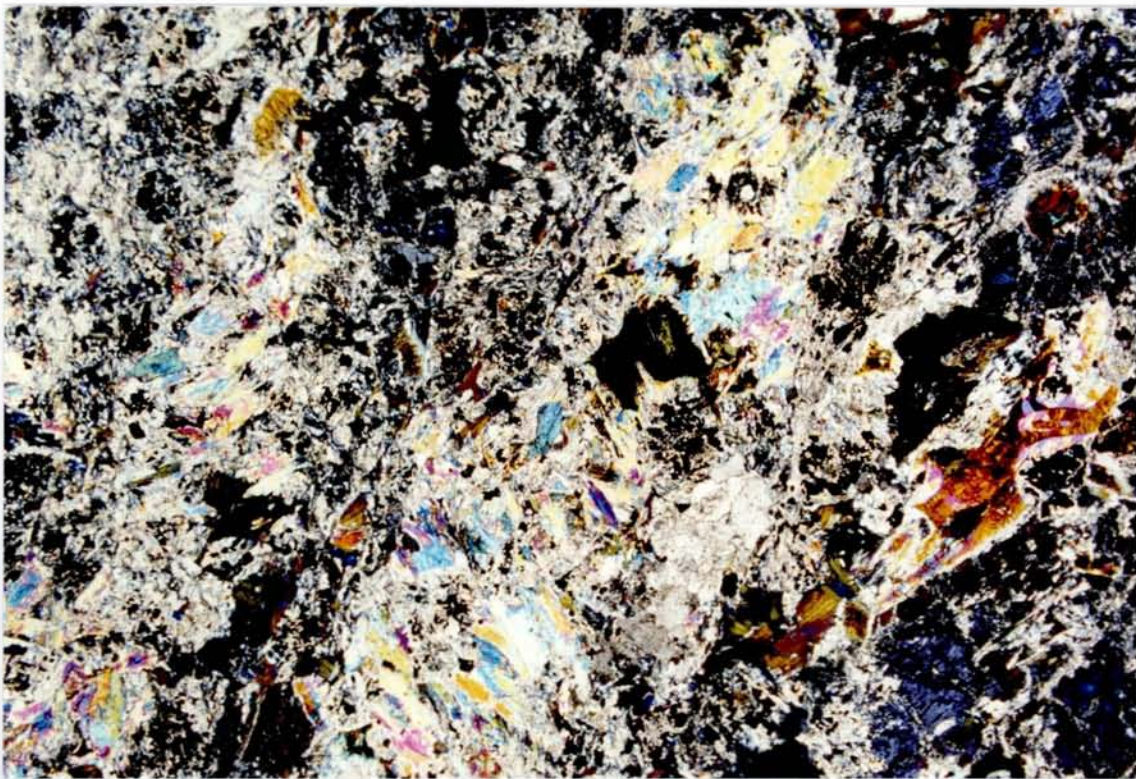


Figur 16
 Mulig modell for klebersteinssonens opptreden ved Klungen (tenkt tversnitt). De stiplete linjene representerer foliasjon (skiffrighet) i klebersteinen.



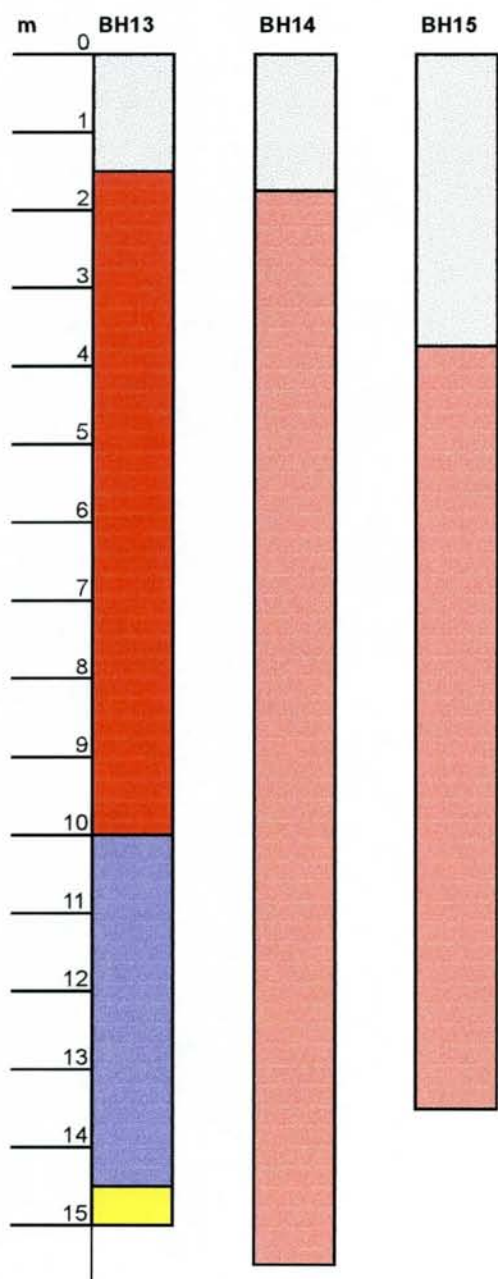
Figur 17
Tynnslip av karbonatrik kleberstein (kryssete Nichols).

1 mm

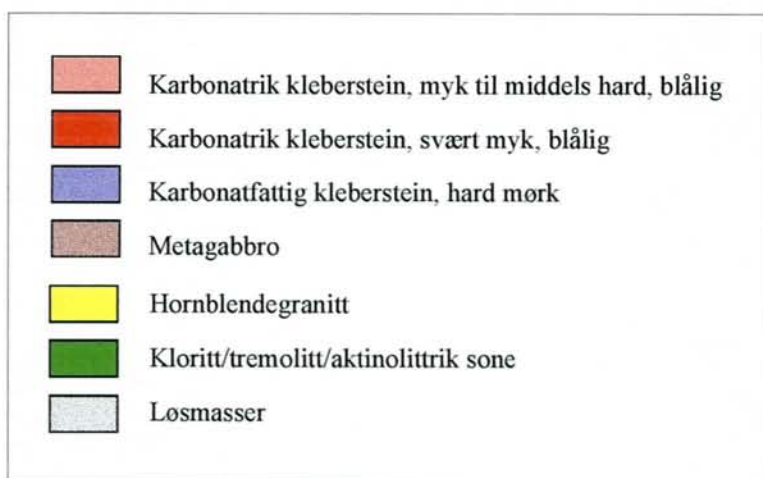


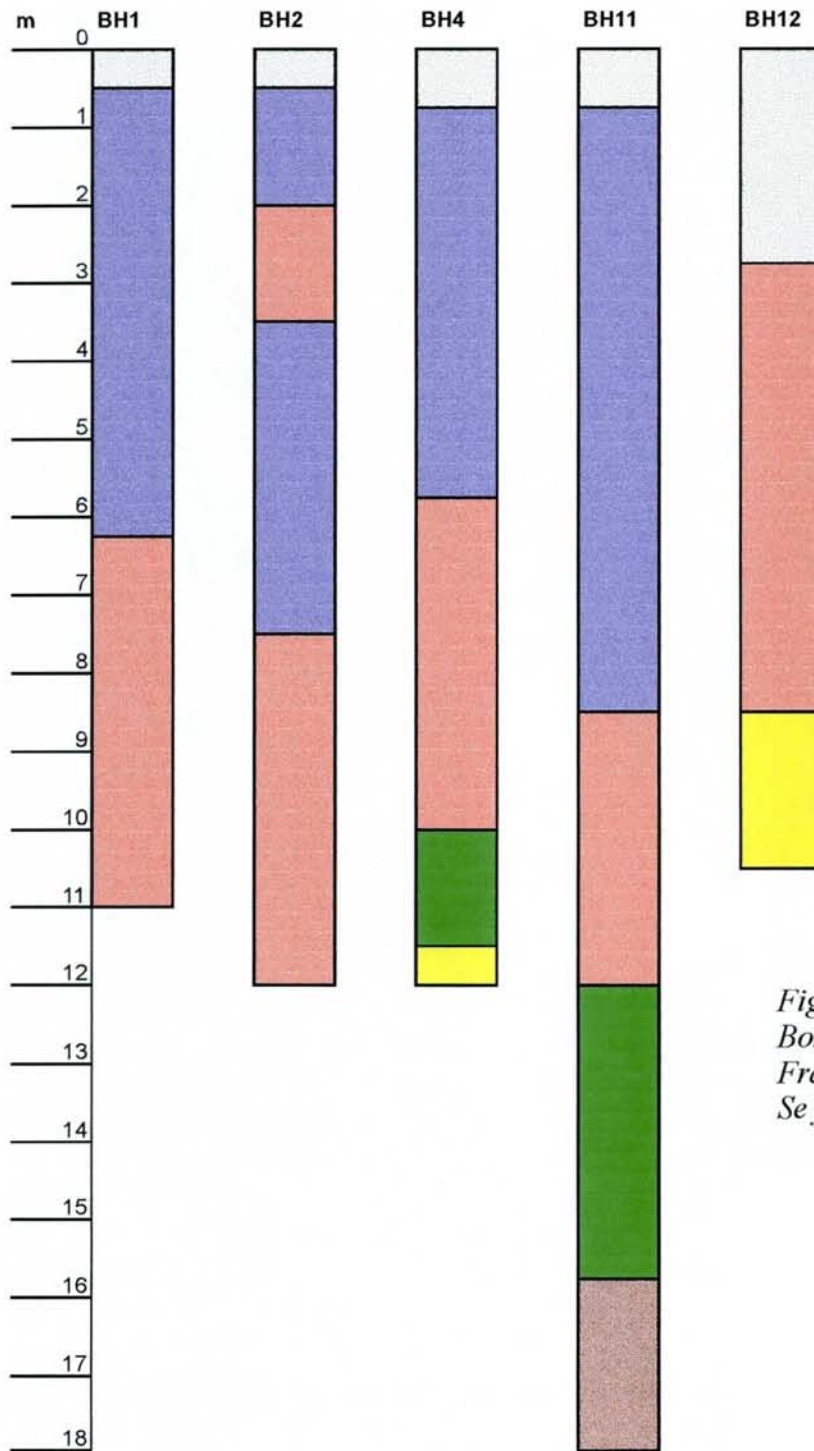
Figur 18
Tynnslip av karbonatfattig kleberstein, Klungen (kryssete Nichols).

1 mm

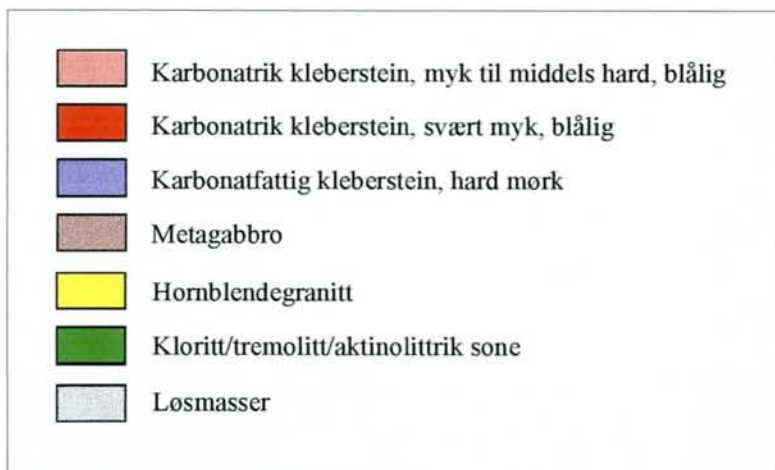


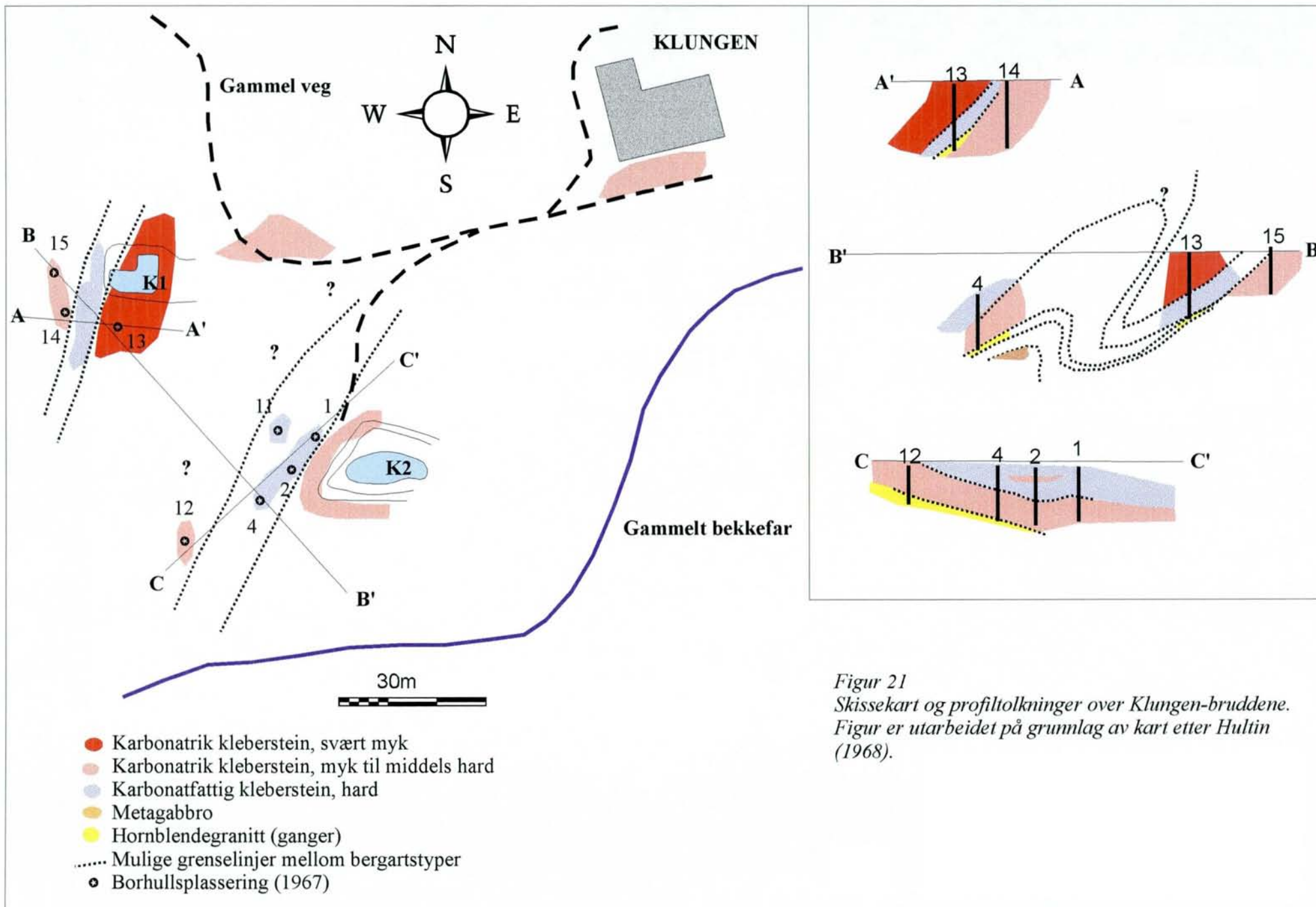
*Figur 19
 Borhullslogger fra området rundt
 brudd K1, Klungen. Fra egen
 logging og etter Hultin (1968).
 Se forøvrig figur 21.*

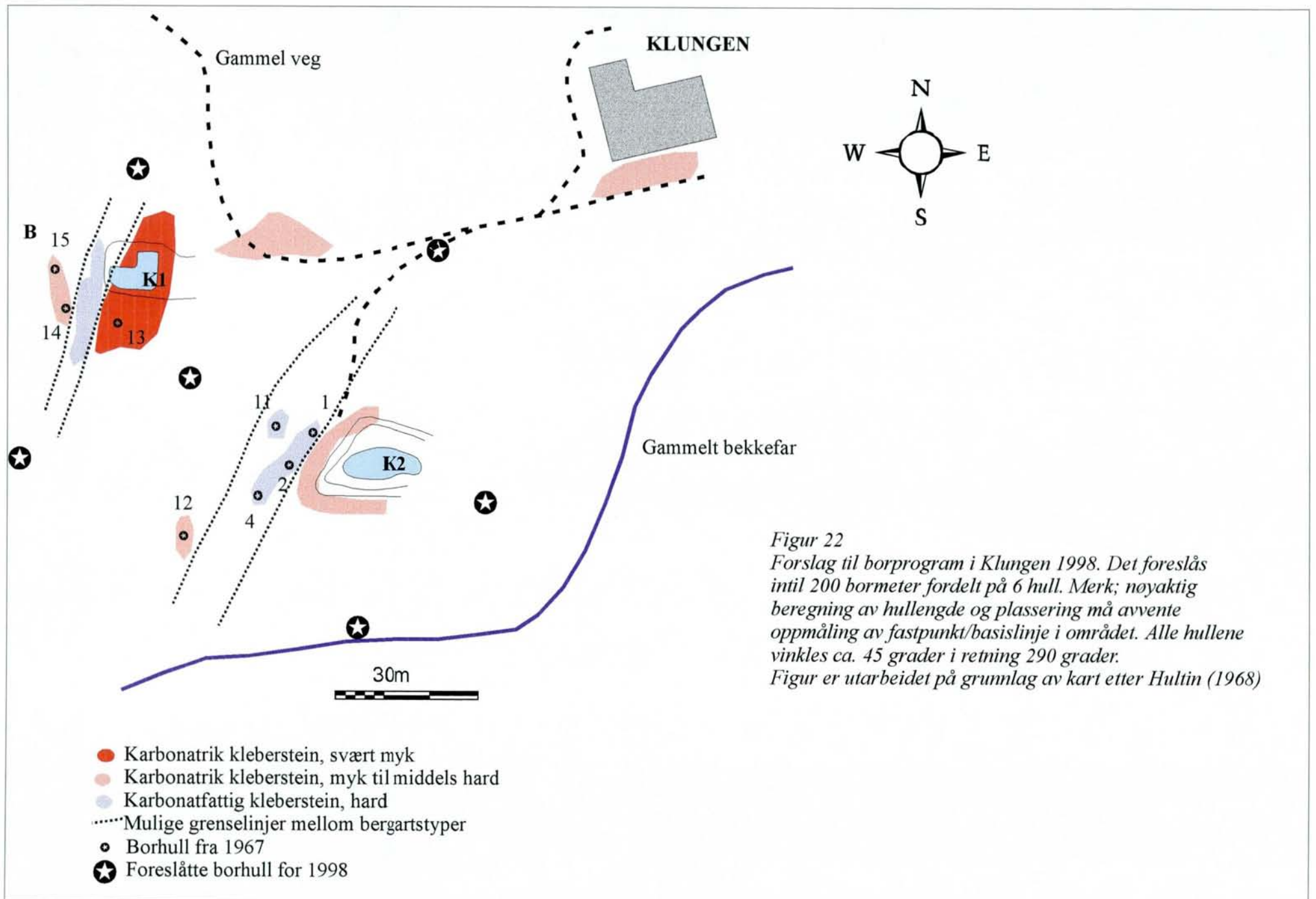




Figur 20
 Borhullslogger fra brudd K2, Klungen.
 Fra egen logging og etter Hultin (1968).
 Se forøvrig figur 21.







VEDLEGG 1: NDRS BEHOV FOR STEIN AV ULIK KVALITET I FREMTIDEN

For å få et begrep om hvor mye stein som trengs til fremtidige restaureringsoppgaver ved Nidarosdomen er det under gjengitt det behov NDR har hatt de siste årene. Deretter er det gitt en vurdering av hvor mye stein som trengs til arbeider som står for døren. For disse arbeidene er det antatt en tidsperiode på 20 år.

Bruk ved Nidarosdomen de siste syv årene

De siste årene har arbeidet med utbytting av skadet stein på domkirken vært konsentrert til strebebuene på nordsiden av koret, strebesystemet på den østre del av nordsiden av skipet og konsollhodene under midtskipsgesimesene på koret. I tillegg har det blitt hugget en rekke hvelvribber til nytt hvelv i nordre vestfronttårn. Stort sett har det blitt benyttet varierende steinkvaliteter fra Bubakk (Kvikne). Noe stein fra lageret av Gullfjellet-stein har også blitt benyttet. I tabellen under er det gitt en oversikt over hvor mye stein som er hugget de siste syv år (tall fra årsrapporter, NDRs arkiv). Vær oppmerksom på at omregning til volum i nedre del av tabellen er basert på tilsaget stein før hugging. Dette betyr at volum uttatt råblokk er høyere. Vær også oppmerksom på at tallene i noen tilfeller kan være svært omtrentlige.

Tabell 1-1

Bruk av stein til restaureringen av Nidarosdomen de siste syv årene

ÅR	PROFILER ETC. (ANTALL)	DEKORASJONER ETC. (ANTALL)	HVELV-RIBBER (ANTALL)	DIV. (M ³)	KVIKNE (UTTAK)
1996	20	14	60	1	ja
1995	40	7	25		ja
1994	20	7			nei
1993	2			10	ja
1992	20	11		5	nei
1991	16	2	2	2	ja
1990	28	5			nei
Sum	146	46	87	18	
Snittstørrelse (m)	0,8x0,33x0,33	0,4x0,4x0,4	0,4x0,4x0,4		
Ca. volum (m ³)	13	3	6	18	

Totalt forbruk av tilsaget stein før hugging til profiler og dekorasjoner til domkirken de siste 7 årene blir dermed ca. 40 m³, dvs. ca. 5,7 m³ eller ca. 17 tonn i året. Dette sammenfaller omtrent med NDRs verksmestres observasjoner.

Annet bruk de siste årene

I tillegg til bruk på selve domkirken, har det de siste årene blitt benyttet stein, stort sett fra Kvikne, bl.a. til følgende arbeider:

- Forskjønning av vestfrontplassen: nærmere 100 løpemeter til platform
- Rekonstruksjon av Austråttportalen: Omtrent 40 større og mindre stein
- Diverse restaureringsoppdrag: Endel mindre stein
- Hugging av klebergryter, milesteiner, souvenirer o.a. for diverse oppdragsgivere.

Mengden stein disse arbeidene representerer antas å ligge i størrelsesorden 20-30 m³

Summerer man disse tallene med tallene fra forbruket ved domkirken, kommer vi altså opp i et totalt forbruk på ca. 9,5 m³ eller ca. 28 tonn i året. Dette gjelder altså tilsaget stein før hugging og ikke råblokk. Mengden uttatt råblokk er altså større.

Overslag over behov for kleberstein til fremtidige arbeider ved Nidarosdomen

De fremtidige behovene på Nidarosdomen er ennå ikke godt nok kartlagt. Et problem er at man ikke har en detaljert oversikt over hvor mange skadde enkeltstein som er potensielle kandidater til utskiftning; man har foreløpig bare foretatt tilstandsrapportering av mer generell karakter (Storemyr 1995-96). Et annet problem er at det av bevaringsfilosofiske årsaker sannsynligvis ikke vil være ønskelig å skifte ut alle de potensielle kandidatene. Dette er bl.a. også fordi det kan tenkes et vell av andre bevaringsmetoder enn utskiftning, fra å ikke gjøre noenting til å lime, dyble og konsolidere. Som man forstår er det meget viktig å ta disse aspektene med i betraktningen når man etterhvert skal i gang med å utarbeide detaljerte langtidsplaner for den videre bevaring av kirken.

For å skaffe en første, grov oversikt over behovene i den neste 20-års perioden kan vi dele inn stein som er potensielle kandidater til utskiftning på følgende måte:

- Profilerte dekkstein
- Profilerte bånd
- Sokkelstein
- Større skulpturer

- Mindre skulpturer og ornamenter
- Kvadre etc.
- Hvelvribber
- Annet

Profilerte dekkstein. Dette inkluderer parapet-, gesims- og gavldekk på skipet, koret, tverrskipet (spesielt søndre tverrskip) og hovedtårnet. Et grovt overslag tilsier at man trenger minst 250 løpemeter, kanskje så mye som 300 løpemeter stein med tverrsnitt opp mot 0,3 m x 0,3 m til disse arbeidene. Dette er under forutsetning at at absolutt alle skadde dekk skiftes ut, noe som gir en pekepinn på hvor store mengder stein det er snakk om. Totalt gir overslaget et volum på 20-25 m³ feilfri stein med enkeltstørrelse på max. 0,8-1,0 m x 0,3 m · 0,3 m. Det er svært viktig at all stein som benyttes til dekk er omtrent absolutt feilfri, dvs. fri for markert foliasjon/skifrihet og karbonat/talkårer på utsatte steder som profiler. Dette er fordi slike detaljer på sikt står i fare for å falle ned, dvs. det er en betydelig risikofaktor. Det største enkeltproblemet med de skadde dekkene i dag er nettopp at ekstremt mange vulster/profiler har falt ned og fortsatt står i fare for å falle ned (gjelder spesielt foliert Bjørnåstein, men også Grytdalstein).

Profilerte bånd. Dette gjelder spesielt koret, men også tverrskipet og skipet og i noen grad oktogonen. På koret er det meste av ødelagt Grytdalstein skiftet ut med stein fra Kvikne de siste 10-20 årene. Mange av de nye steinene forvitrer imidlertid så raskt at det er mulig en ny runde utskiftning kan komme på tale i løpet av den neste 20-års perioden. Totalt kan det dreie seg om 50 løpemeter eller mer (enkelstein: 0,8 m x 0,3 m x 0,3 m), noe som gir et anslag på ca. 5 m³ feilfri stein. På tverrskipet er det spesielt sørveggen som har mange ødelagte bånd, kanskje 10-15 løpemeter, dvs. 2m³. Det samme gjelder skipet hvor mange bånd på strebesystemet er ødelagte. Et grovt anslag tilsier altså at man i verste fall trenger kanskje 10 m³ til bånd i løpet av de neste 20 år.

Sokkelstein. I løpet av de nærmeste årene er det ikke stort behov for sokkelstein sett på bakgrunn av at endel nye til koret allerede er hugget.

Større skulpturer. Dette gjelder spesielt endel rennebærere på koret, vannspyere på skipet (ødelagt Bjørnåstein i enden av endel strebebuer) og mulig noen falske vannspyere og rennebærere ellers på kirken (tverrskipet og hovedtårnet). Til disse arbeidene trengs forholdsvis stor stein (opp til 0,4-0,5 m³) fri for foliasjon/skifrihet og sprekker. Dessuten trengs det muligens stein til rekonstruksjon av ødelagte, ornamenterte friser på korets sideskip. Totalt potensielt antall stein antas å være 15-20, dvs. opp mot 10 m³.

Mindre skulpturer og ornamenter. Det største arbeidet i denne kategorien de senere år, huggingen av konsollhoder til korets midtskipsgesims, er godt i gang. Likevel trengs kanskje 20-30 nye hoder. Gitt at disse bør hugges av annen stein enn fra Kvikne (som fins på lager),

trenger man et par kubikk ny stein. Andre steder hvor det potensielt trengs stein til mindre skulptur og ornamenter er: hovedgesimsen på oktogonen, andre steder på oktogonen, diverse steder på korets vegger, Kongeinngangen, kanskje tverrskipets vegger, samt vestfronten. Det er nå helt umulig å gjøre et godt overslag over antall. Hvis det i første omgang trengs i størrelsesorden 100 objekter, vil dette bety omkring 7 m³.

Kvadre etc. I denne gruppen dreier deg seg nesten utelukkende om sterkt forvitret Grytdalstein på koret, inkludert Kongeinngangen. Flere av disse bør skiftes ut, både fordi de i seg selv er meget ødelagte og misfargede, og fordi mange gir fra seg salter og skorper som representerer en fare for god stein omkring. Om alle slike stein skulle skiftes ut, ville man komme opp i et antall på mange hundre. Regner vi forsiktig, kan det dreie seg om kanskje 200-300 stein, dvs. omkring 15-20 m³. Utbyttingsstein trenger i slike tilfeller ikke å være helt feilfri.

Hvelvribber. De fleste hvelvribber som gjenstår vil i den nærmeste fremtid bli hugget av Kvikne-stein som finnes på lager hos NDR.

Diverse. Her kan det dreie seg om mindre rekonstruksjonsarbeider, souvenirproduksjon, samt uforutsett utbygging. Et anslag kan være 5 m³.

Gitt det usannsynlige at alle potensielle kandidater på Nidarosdomen skiftes ut, trengs det i den neste 20-års perioden et volum stein som angitt i nedenstående tabell. I denne tabellen er det også angitt hvilken steinkvalitet man trenger til de ulike elementer. Med storblokk menes i første rekke tilsagede emner på max. 1 m lengde og 0,3 m x 0,3 m tverrsnitt. Småblokk er tilsagede emner på omkring 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, mens andre klasse betyr stein som ikke trenger å være helt feilfri, f.eks. for bruk til kvadre (dimensjoner kanskje opp mot 0,6 m x 0,4m x 0,3 m).

Tabell 1-2

Oversikt over potensielt volum på steinutskifting de neste 20 år ved domkirken (gjelder tilsaget blokk).

ELEMENT	VOLUM (M ³)	KVALITET
Profilerte dekkstein	25	<i>Feilfri storblokk</i>
Profilerte bånd	10	<i>Feilfri storblokk</i>
Større skulptur	10	<i>Feilfri storblokk/småblokk</i>
Mindre skulptur og ornamenter	7	<i>Feilfri småblokk</i>
Kvadre etc.	20	<i>Andre klasse</i>
Diverse	5	<i>Småblokk</i>
Totalt	77	

Pr. år er dette omlag 4 m³ eller 12 tonn (20-års periode antatt). Volumet er altså noe lavere enn for den siste syv-års perioden (se over).

Som oppsummering trengs det omkring:

- Feilfri storblokk: 40 m³
- Feilfri småblokk: 20 m³
- Andreklasses stein: 20 m³

For å få et begrep om hvor store volumer fast fjell dette dreier seg om når man tar hensyn til forskjellige skrotprosent, gir følgende tabell en indikasjon.

Tabell 1-3

Volum utbrutt stein som funksjon av skrotprosent for de ulike steinkvaliteter

SKROTPROSENT	FEILFRI STORBLOKK (m ³)	FEILFRI SMÅBLOKK (m ³)	ANDRE KLASSE (m ³)
0	40	20	20
50	80	40	40
75	160	80	80
90	400	200	200

Hvis man antar at det er mulig å bryte svært selektivt (f.eks. brytning etter modeller og mål og ikke i form av normal råblokk) i Klungen og at skrotprosenten blir lav (ned mot 50%), trenger man altså så mye som 80 m³ med meget god stein bare til arbeider med dekk.

Behov for kleberstein til andre arbeider

Anslagene ovenfor har ikke tatt hensyn til behov for kleberstein til andre arbeider enn Nidarosdomen. I dag har vi overhode ingen oversikt over hva som trengs til eksterne prosjekter de neste årene, ei heller til eventuelle utendørsarbeider på domkirkeområdet eller i forbindelse med Erkebispegården. Det kan dukke opp store arbeider som gjør anslagene over helt ubruklige når det gjelder totale steinleveranser. Her må det også skytes inn at ved eksterne prosjekter vil man sannsynligvis tilstrebe bruk av lokal stein eller gjenbruk av stein (jfr. det pågående prosjektet ved Stavanger domkirke og rekonstruksjonen av portalen på den nye Gramgården, Sverresborg).

VEDLEGG 2: OPPLYSNINGER OM BRUDDENE I NDRS ARKIVER

Restaureringsrapportene til arkitekt Christie (tolket utdrag)

- 1884-85 Vinduets pillarer på korets nordre klerestorievegg er hugget av kleber fra et nytt forsøksbrudd ved Klungen ved Øysanden. Herfra har man fått en finere klebersteinstype enn den man i den senere tid har fått fra steinbruddene i Støren [Grytdal, Rogstad, Tilseth]. Sistnevnte er pga. sin grovhet og ujevnhet vanskelig å behandle og hugge ut til korets sterkt underhuggede profiler og ornamenter.
- 1892 På gården Klungen ble det satt i gang et nytt forsøksbrudd ikke langt fra det brudd som ble tatt opp for noen år siden, men igjen forlatt. Arbeidet ble drevet med omtrent de samme mann som var beskjeftiget i Grytdal. *"I Fjeldet nedenfor Kl[un]gen sees paa mange Steder Spor efter gammel Udhugning af Klebersten. Her blev undersøgt om brugbar Sten kunde udvindes. I den Anledning bortskaffedes en stor Mængde Grus og nedstyrtede Stene, og der kom frem en Del brugbar Sten af samme Farve og Fasthed, som den Sten har, hvormed Tverskibene i Domkirken har været opført, men Arbeidet hermed maatte standses paa Grund af, at Stenen havde Revner, som gjør den uskikket til det Brug, man nu har for Klebersten i Tverskibene."*
- 1894-95 Kleberstein er hentet fra Klungen og fra det tidligere benyttede brudd på Bakkaune.
- 1896-97 Kleberbrytningen i Klungen har vært fortsatt med omtrent samme arbeidsstyrke som tidligere.
- 1897-98 Stein hentet fra Klungen og Bjørnå. Det ble gjort forberedelser til å utvide driften i Bjørnå i 1898-99.

Byggeledernes dagbøker (tolket utdrag)

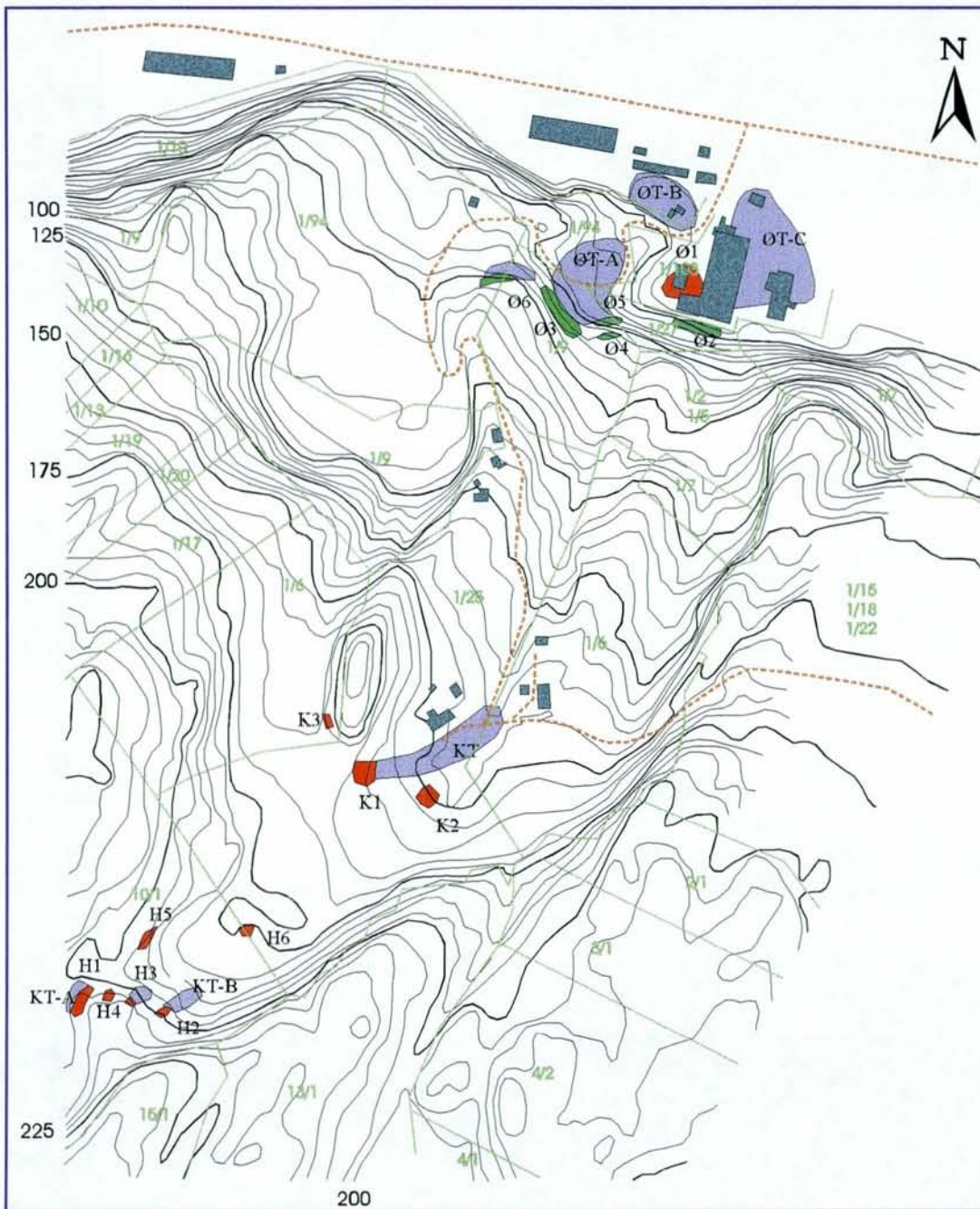
Klungen

- 12.11.1926 Undersøkt muligheten for gjenopptakelse av driften som skal ha blitt avsluttet i 1899. Saken stilles i bero. (Det er en god beskrivelse av muligheten for videre drift her.)
- 19.10.1933 Undersøkelser
- 4.6.1955 Befaring av Klungen kleberbrudd. Har vært nedlagt siden 1905. Diskusjoner om eierforholdene.
- 6.6.1955 Tenkt å be Geofysisk Malmleting om å undersøke forekomsten.
- 29.6.1955 Drøftelse om prøveuttak i Klungen.
- 2.7.1960 Befaring i Klungen.
- 31.8.1967 Befaring i Klungen.
- 1.9.1967 Diamantboringer i Klungen planlegges.

- 7.11.1967 Diamantboringer i Klungen begynner.
- 4.11.1968 NDR har fraskrevet seg rettigheter i Klungen-bruddet.

Øye

- 23.7.1904 Ryjord til Øysanden på inspeksjon
- 14.9.1912 Utsortering av all Øye-stein man har i steinlageret. Skal brukes som innblandingsstein i kvadervegg.
- 30.9.1912 Befaring Øye. Prøvedrift vil bli igangsatt til våren.
- 1.4.1913 *"Den 30te Marts reiste Domkirkearbeiderne E. Øie og Jens Lund til Øisanden for at gjenopta de gamle kleberbrud dersteds. Stenen er her meget skifrig men er kuløren vakker grøn, og det er især denne egenskap ved den som har gjort at vi vil gjøre en forsøksdrift her."*
- 9.4.1913 *"Besigtiget kleberbruddet i Øisanden. Endel sten var fremdrevet. Den var saa skifrig at det ikke var mulig at benytte sprængstof ved utvindingen. Man maatte hugge sig ind fra to sider paa fremstaaende hjørner og kile stenen ut - paa samme maate som "de gamle" havde gjort. At anvende den til profiler vil vistnok være ugjørligt, derimot haaper man at kunde anvende stenen til kvader i flaterne for at den her med sin grønne farve vil kunne skaffe lit vekselse og liv. Beordret derfor en del sten til kirken straks, for at man kunde prøve den likeover for verktøiet - for stensag og meisel."*
- 12.4.1913 2 lass av kleber er mottatt fra Øisanden. Med Sivert Øie, som har kjørt stenen til byen er omkonferert om prisen for kjøringen. Denne ble sat til Kr. 0,80 pr. kubikfot.
- 1913-14 (ÅB) Angitt at man i 1913 hentet stein fra Øye. Brukt til kvadre i skipet. Den grønne fargen skulle live opp i større glatte murflater.
- 1932-33 (ÅB) Inspeksjon
- Okt./Nov. 33 Befaring. Undersøkte muligheten for å anbringe luftkompressor.
- 14.8.1934 Ny befaring
- 1.9.1934 Prøvedrift besluttet. Kompressorlegg leies fra A/S Betonbygg
- 1.10.1934 Inspeksjon av prøvedrift i Øye. Lovende. Neste år kan man regne med fullt rasjonell drift.
- 5.10.1934 Første steinforsendelse fra Øye. 4 lastebillass. 92 kub.fot.
- 15.10.1934 Prøvedrift i Øye avsluttet. Totalt ca. 5 tonn tatt ut. Trolig gjenopptakelse neste år.
- 2.7.1960 Befaring i Øye-bruddet.



TEGNFORKLARING

Ø1: gjenfylt brudd, middelalder
 Ø2: brudd, middelalder
 Ø3: større brudd, middelalder
 Ø4-5: mindre brudd, middelalder
 Ø6: mindre brudd, flere perioder
 K1: større brudd, flere driftsperioder
 K2: gjenfylt brudd, 1890-1900
 K3: Lite prøvebrudd, alder ukjent
 H1: større brudd, middelalder?
 H2: middels stort brudd, alder ukjent
 H3: lite, middelalder?
 H4: lite brudd, middelalder?
 H5-6: små prøvebrudd, middelalder?

Viktige eiendommer:
 1/9: Ivar Gafseth
 10/1: Erik Huseby
 1/25: Martin Klungen

Tipper:
 ØT-A Øye
 ØT-B Øye
 ØT-C Øye
 KT Klungen
 HT-A Huseby
 HT-B Huseby

-  Klebersteinsbrudd
-  Klorittskiferbrudd
-  Skrotdeponier tilknyttet driften
-  Eiendomsgrenser med angitt gnr/bnr
-  Bygninger
-  Veg

300 meter

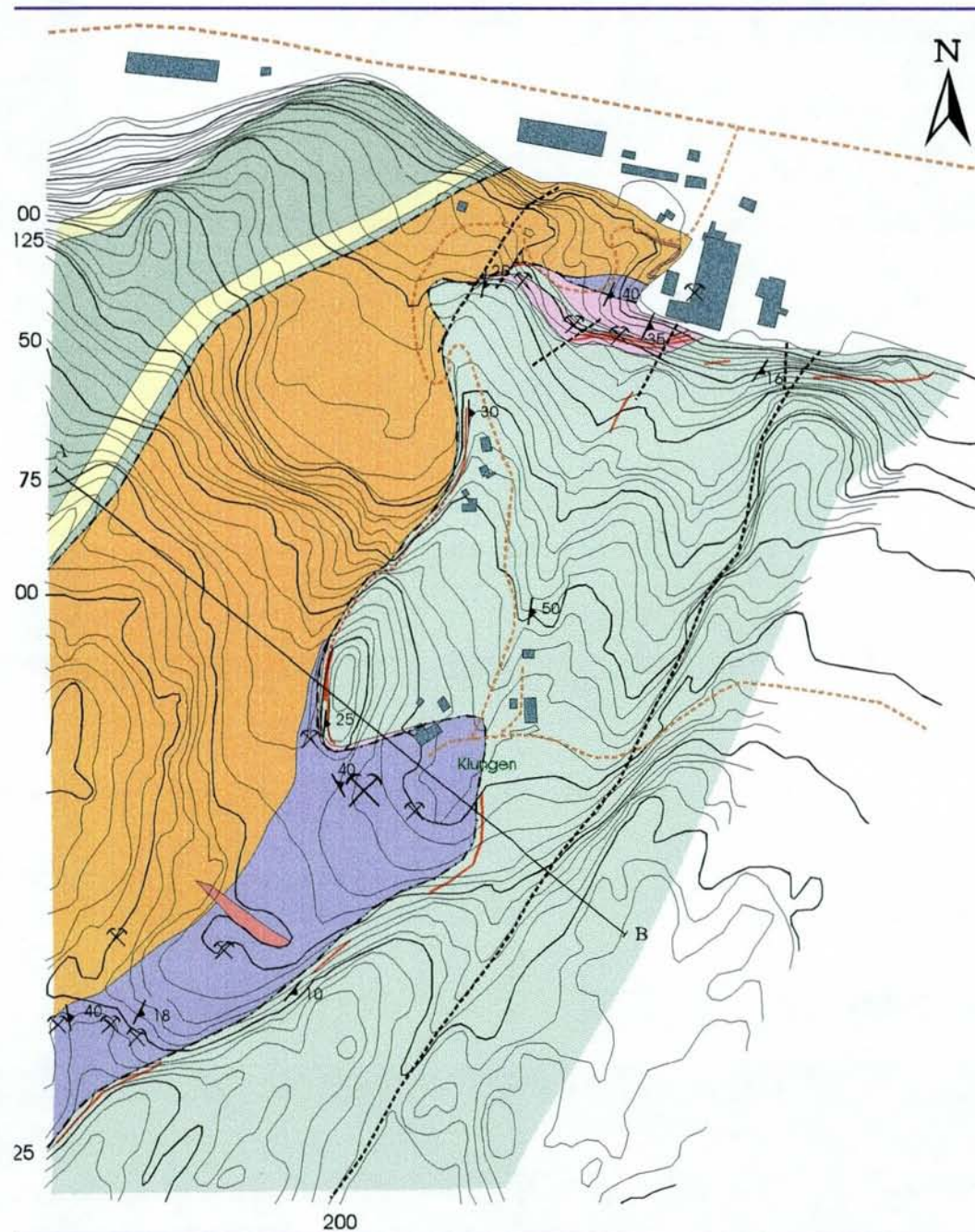


KLUNGEN KLEBERSTEINSFELT,
MELHUS

Kartbilag 97.149-1

Skala 1:12500

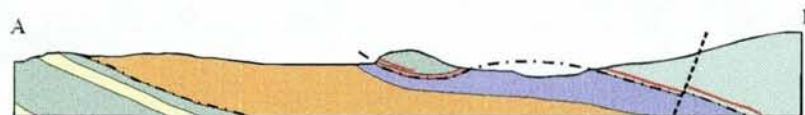
KART OVER STEINBRUDD
OG EIENDOMSGRENSER



TEGNFORKLARING

- | | |
|------------------------|--|
| Øvre Grønnsteins-enhet | <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Grønnstein og grønskifer, vesentlig omdannet putelava </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e57373; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Kvartskeratofyr </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e1bee7; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Klorittrik, talkholdig skifer (drevet som bygningsstein) </div> |
|------------------------|--|
- | | |
|---------------------------|--|
| Gabbro/klebersteins-enhet | <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #9575cd; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Kleberstein og talkskifer (drevet som bygningsstein) </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffb74d; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Meta-gabbro </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e91e63; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Ganger av hornblendegranitt </div> |
|---------------------------|--|
- | | |
|-------------------------|--|
| Nedre Grønnsteins-enhet | <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Udifferensiert grønnstein og grønskifer </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #fff9c4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Blå-svart "chert" (mikrokrystallin kvarts) </div> |
|-------------------------|--|
- | |
|---|
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Strøk/fall til foliasjon og skifrihet </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></div> Forkastning </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; border-bottom: 1px dash-dot black; margin-right: 5px;"></div> Antatt skyveforkastning/skjærsone </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border-left: 1px solid black, border-right: 1px solid black, border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Gamle brudd og prøvebrudd, vesentlig fra middelalderen </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border-left: 1px solid black, border-right: 1px solid black, border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Gammelt brudd, anbefalt for nye undersøkelser </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #3f51b5; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Bygninger </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; border-bottom: 1px dashed orange; margin-right: 5px;"></div> Veg </div> |

300 meter



KLUNGEN KLEBERSTEINSFELT,
MELHUS

GEOLOGISK KART

Kartbilag 97.149-2

Skala 1:12500