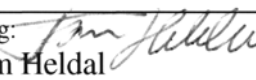


Rapport nr.: 2004.022		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Klebersteinsundersøkelser ved Solem i Budalen, Midtre Gauldal kommune			
Forfatter: Tor Grenne, Tom Heldal, Torleif Lauritsen og Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Midtre Gauldal	
Kartblad (M=1:250.000) Røros		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1620 IV, Budal	
Forekomstens navn og koordinater: Solem 574600 6980370, Sone 32V, WGS84		Sidetall: 19	Pris: 150
Feltarbeid utført: Juni-oktober 2003		Rapportdato: 14.05.2004	Prosjektnr.: 2945.01
		Ansvarlig: Tom Heldal 	
Sammendrag:			
<p>Klebersteinsforekomsten ved Solem i Budalen er kartlagt og testet med hensyn til blokk-kvalitet for Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR). NDR tok ut noe stein fra et brudd i den sydlige del av forekomsten på slutten av 1800-tallet. Steinen var kjent for sine gode egenskaper som ornamentstein. Begrenset kjerneboring i 2000 ble fulgt opp med geologisk kartlegging og geofysiske målinger (magnetometri) i 2002, og supplerende målinger ble gjort i 2003. Undersøkelsene viser at klebersteinen danner to linseformede kropper som ligger etter hverandre og strekker seg til sammen ca. 250 meter i nord-nordøstlig retning med en bredde på opp til 40 meter.</p> <p>Utvalgte deler av forekomsten ble avdekket og kartlagt langs tversgående grøfter og mindre flater i 2003. På grunnlag av kartleggingen ble det gjennomført prøveuttak av blokk i to av de antatt beste partiene av forekomsten. I begge uttakene er steinen av en gråblå, finkornet type bestående av talk, kloritt, karbonat og magnetitt, og med sin farge og uregelmessige talk-karbonatårer ligner den mye på stein fra de gamle domkirkebruddene ved Bakkaunet og Klungen/Øye. I farge og sammensetning ligner den også på restaureringsstein fra Bubakkforekomsten på Kvikne, men den er mer finkornet og har mer årer enn Kvikne-stein. Steinen fra prøveuttakene har ingen synlig foliasjon, og synes å være av bedre kvalitet enn den som er tatt ut i det gamle bruddet sydvest i forekomsten hvor det er en svak foliasjon. Prøvehugging viser meget gode egenskaper til utforming av fine detaljer i ornamentstein.</p> <p>Prøveuttakene viser imidlertid at blokkene deler seg i mindre stykker kort tid etter saging. Dette skyldes tynne, relativt rette, årer bestående av bare talk, som gir dårlig holdfasthet og til dels åpne mikrosprekker. Disse årene er vanskelig å se på overflaten, men er ødeleggende for maskinelt uttak av større blokk. Forekomsten vurderes derfor som ikke drivbar dersom en forutsetter moderne driftsmetoder.</p>			
Emneord: Kleberstein	Naturstein	Geofysikk	
Magnetometri			
		Fagrapport	

INNHold

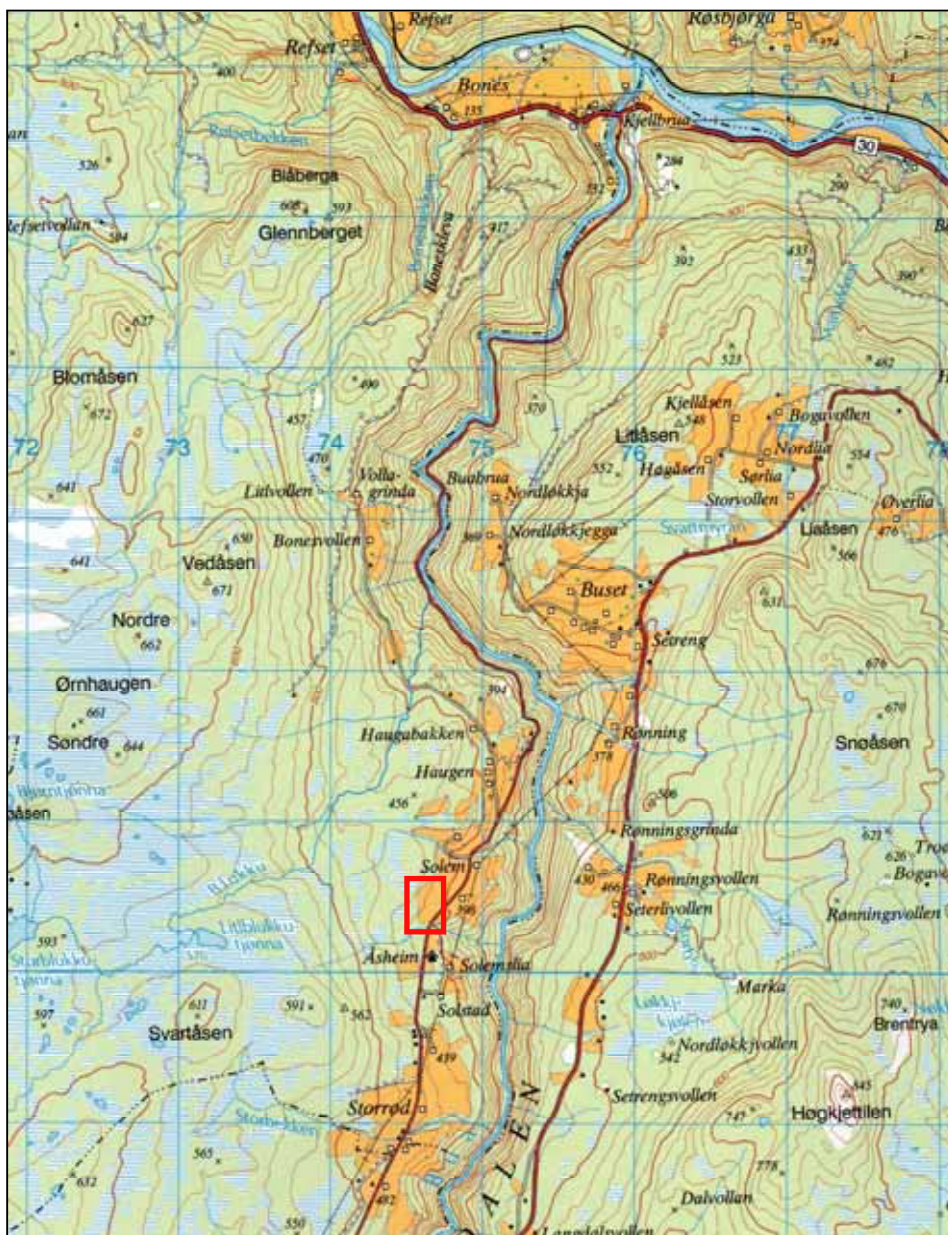
1. BAKGRUNN	4
2. GRØFTING.....	9
3. VIDERE AVDEKKING OG BLOKKUTTAK	13
4. STEINKVALITET	16
5. NDRs BEHOV FOR KLEBERSTEIN OG ERFARINGENE HITIL.....	18
6. KONKLUSJON	19
7. REFERANSER	19

FIGURER

Figur 1	Kart (M 1:50.000) som viser beliggenheten til Solem klebersteinsforekomst.....	4
Figur 2	Oversiktsbilde av Solem, fra motsatt side av dalen mot vest.....	5
Figur 3	Utsnitt av økonomisk kart over Solem, med profiler og basislinje for geofysiske målinger.....	6
Figur 4	Konturkart over magnetisk residualfelt fra bakkemålinger over Solem klebersteinsforekomst.....	7
Figur 5	Kart over klebersteinsforekomsten ved Solem (M 1:1000), med beliggenhet av gammelt brudd, fjell i dagen, borhullsplassering, grøfteprofiler, avdekkede felt og blokkuttak.....	8
Figur 6	Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, sydlige del av feltet (profil 1025-1065)	10
Figur 7	Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, midtre del av feltet (profil 1085-1128)	11
Figur 8	Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, nordlige del av feltet (profil 1150-1180)	12
Figur 9	Oversiktsbilde av avdekket klebersteinsfelt i område A, sett mot syd	13
Figur 10	Oversiktsbilde av blokkuttak i område A, sett mot nordvest	14
Figur 11	Blokkuttak i område A, sett mot nordøst	14
Figur 12	Blokkuttak med wire-sag, område B, sett mot vest.....	15
Figur 13	Oversiktsbilde av blokkuttak i område B, sett mot vest	15
Figur 14	Uregelmessige talk-karbonatårer, våt overflate, område A.....	17
Figur 15	Åpne mikrosprekker i klebersteinen, prøveuttaket i område B.....	17
Figur 16	Skift i blokkretninger som resultat av tilpasning til sprekkesystemene, middelalderbruddet ved Bakkaunet i Trondheim.....	18

1. BAKGRUNN

Ved Solem i Budalen, Midtre Gauldal kommune (Figur 1) ble det i årene 1878-1893 tatt ut kleberstein i små mengder til restaurering av Nidarosdomen. Steinen var av meget god kvalitet til hugging og ble benyttet til ornamentstein hvor det var særlig store krav til utforming av fine detaljer, blant annet i høyalteret og døpefonten. Den var spesielt godt egnet også på grunn av fargen og strukturen, som var nokså lik den typiske trondheimskleberen som ble benyttet i Nidarosdomen gjennom Middelalderen. Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) ønsket derfor å få undersøkt om det finnes reserver av tilstrekkelig kvalitet for uttak til fremtidig restaurering. Behovet for stein av denne kvaliteten ble aksentuert særlig etter at Universitetets Oldsaksamling i 1996 nedla forbud mot ytterligere uttak fra Bubakk-forekomsten på Kvikne, som har levert kleberstein av lignende type siden 1952.



Figur 1 Kart (M 1:50.000) som viser beliggenheten til Solem klebersteinsforekomst, Budalen (rød ramme).

Solem-forekomsten er svært overdekket av løsmasser og dyrket mark (Figur 2), og det er derfor vanskelig å vurdere utbredelse og kvalitet. Under driften på slutten av 1800-tallet ble det tatt ut stein fra et lite brudd rett nord for Skultbekken (Figur 3). Stein som står igjen her er til dels noe skifrig og har mye talkårer, noe som trolig har gitt problemer med å ta ut større blokker. Mye av det opprinnelige bruddet er imidlertid gjenfylt av skrotstein og andre løsmasser som senere er sterkt overgrodd, og størrelsen på bruddet samt steinkvaliteten kan ikke bedømmes sikkert. Det finnes også et par mindre blotninger av kleberstein i bekken, men her er det ingen spor av tidligere drift.



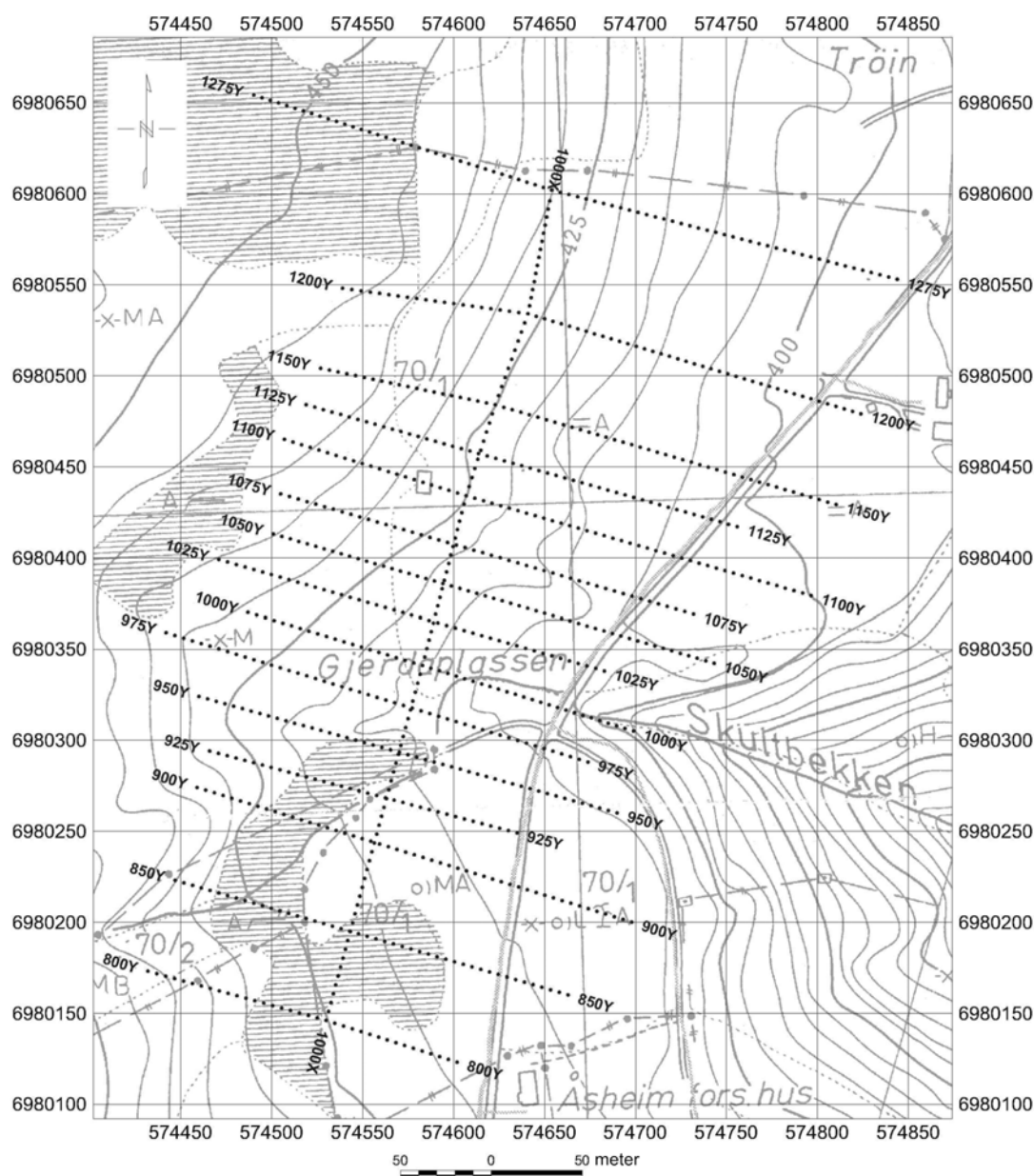
*Figur 2
Oversiktsbilde av Solem, fra motsatt side av dalen mot vest. Klebersteinsforekomsten ligger i hovedsak under jordet til venstre og opp for gården. Det gamle NDR-bruddet ligger helt i venstre kant av innmarka. Grøftene fra 2003 er synlige.*

Høsten 2000 ble det i et samarbeid mellom NDR og NGU foretatt sonderende kjerneboring av forekomsten for å få undersøkt om det finnes reserver av tilstrekkelig kvalitet for uttak til fremtidig restaurering (Heldal 2000). Undersøkelsene viste at klebersteinen har en interessant utbredelse, selv om bredde- og lengdeutstrekning ikke kunne fastslås eksakt. Det ble også bekreftet at steinen er av gjennomgående god kvalitet for hugging. Tre av de fire borkjernene hadde imidlertid mye talk-karbonatårer og sprekker, noe som kan gjøre det vanskelig å ta ut tilstrekkelige mengder med bra blokkstørrelser. Det nordligste borhullet (BH 4), som var satt lengst fra det gamle bruddet, viste en mer homogen kleberstein med relativt få sprekker.

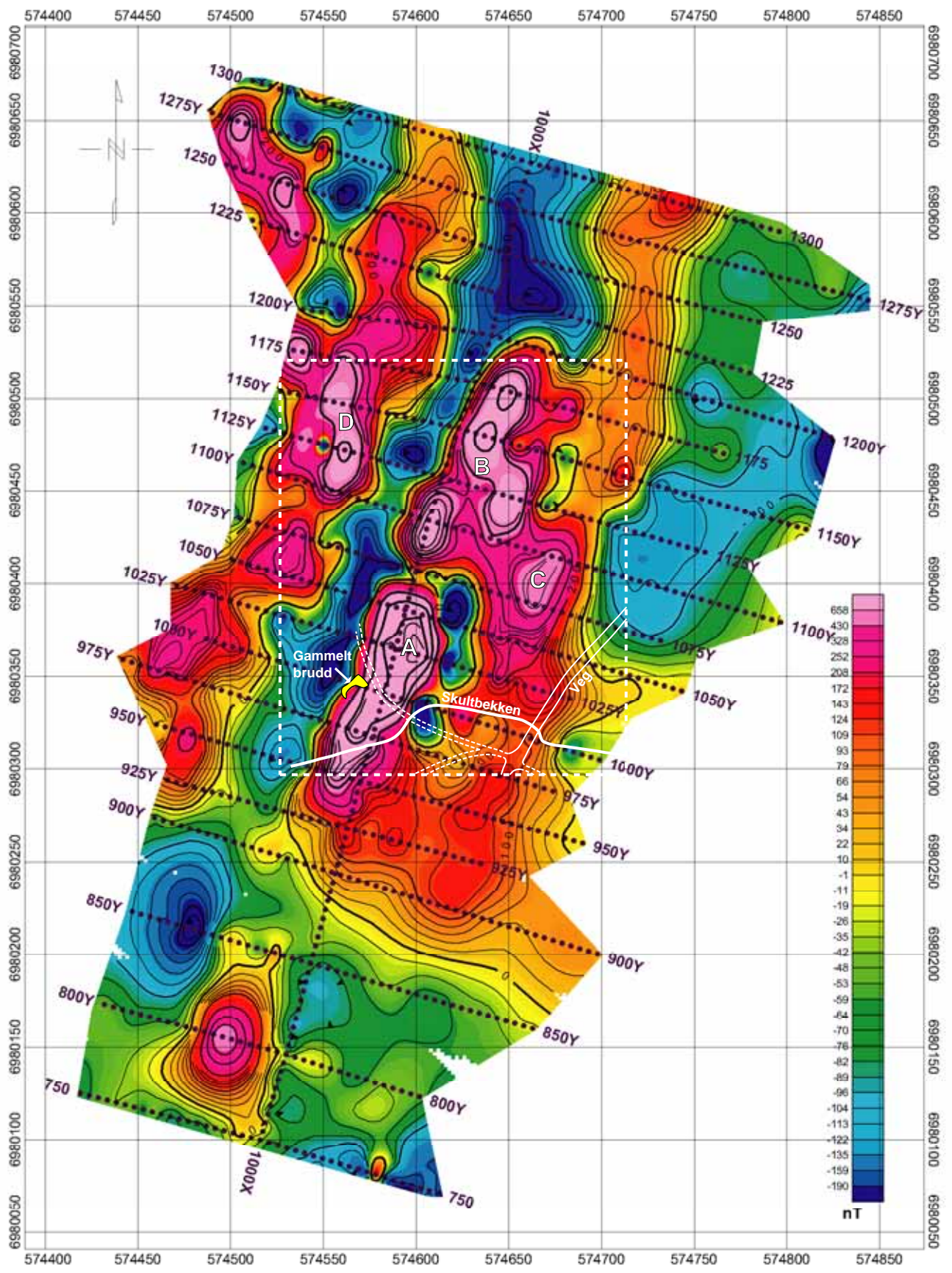
NDR ønsket på denne bakgrunn å få undersøkt utbredelsen av klebersteinen under overdekket ved hjelp av geofysiske (magnetiske) bakkemålinger og geologisk kartlegging. Dette ble gjennomført av NGU i oktober 2002. Samtidig ble det utført petrofysiske laboratoriemålinger på bergartsprøver og borkjerneprøver, som viser at klebersteinen generelt er betydelig mer magnetisk enn andre bergarter i området og derfor kunne forventes å gi klare geofysiske anomalier. De magnetiske bakkemålingene ble utført langs profiler som går på tvers av forekomstens lengdeutstrekning med en generell profilavstand på 25 meter (Figur 4). Måledata med tolkning samt stedfestingsdata for målepunkter er beskrevet av Lauritsen og Grenne (2003).

Målingene viste en markert magnetisk anomali som gir en klar avgrensning av den kjente klebersteinsforekomsten (område A i Figur 4). Samtidig ble det påvist tre andre anomaliområder under overdekningen nord for den kjente forekomsten. To av disse (område B og C), på innmarka til gården Solem, ble tolket å reflektere kleberstein under et to meter eller tykkere overdekke av løsmasser (Lauritsen og Grenne, 2003). Det siste anomaliområdet (D) nordvest i feltet ble tolket å representere en magnetittholdig skifer og ikke kleberstein.

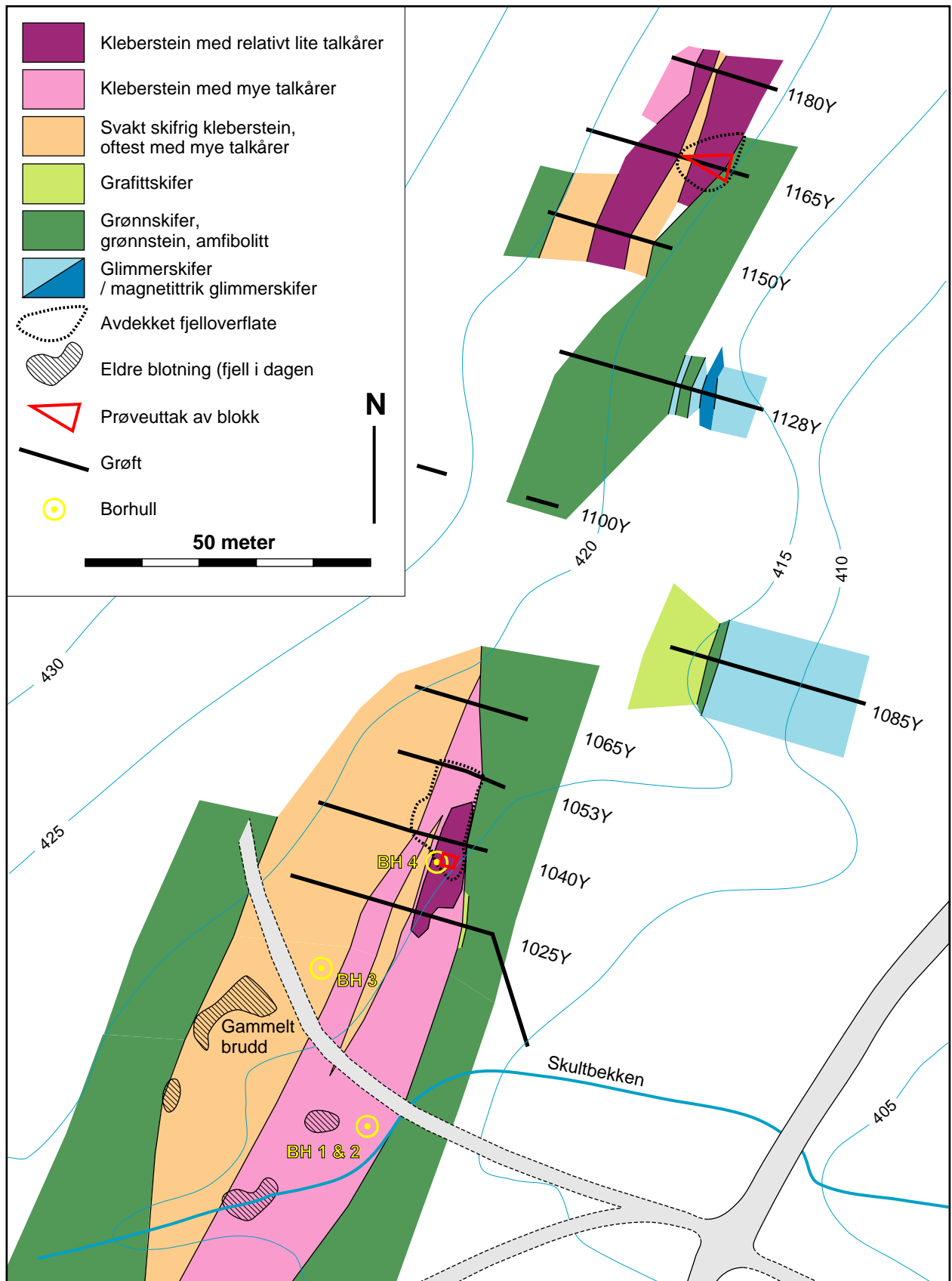
I 2003 ble det gjort supplerende magnetiske bakkemålinger (profil 750Y, 1175Y, 1225Y, 1250Y og 1300Y; Figur 4) for å få en mer nøyaktig avgrensning av forekomsten i nord og i sør. Målingene viser at en anomali i profil 850Y bare er lokal og uten interesse. I nord stopper anomaliområde B mellom profil 1175Y og 1200Y, og det er ingen indikasjoner innenfor det målte området på at klebersteinen fortsetter videre mot nord.



Figur 3 Utsnitt av økonomisk kart over Solem, med profiler og basislinje for geofysiske målinger (magnetometri). Rutenettet (50 meter avstand) viser UTM-koordinater.



Figur 4 Konturkart over magnetisk residualfelt fra bakkemålinger over Solem klebersteinsforekomst, Budalen. M 1 : 3000. Rød-fiolett angir områder med relativt høyt innhold av magnetitt. Rutenettet (50 meter avstand) viser UTM-koordinater. Omriss av Figur 5 er vist med hvit stiple ramme.



Figur 5 Kart over klebersteinsforekomsten ved Solem, Budalen (M 1:1000), som viser beliggenhet av gammelt brudd, fjell i dagen, borhullsplassering, grøfteprofiler, avdekkede felt og blokkuttak. Høydekurver i blått. Nummer på grøfteprofiler henviser til koordinatsystem for geofysiske målinger (se Figur 4).

2. GRØFTING

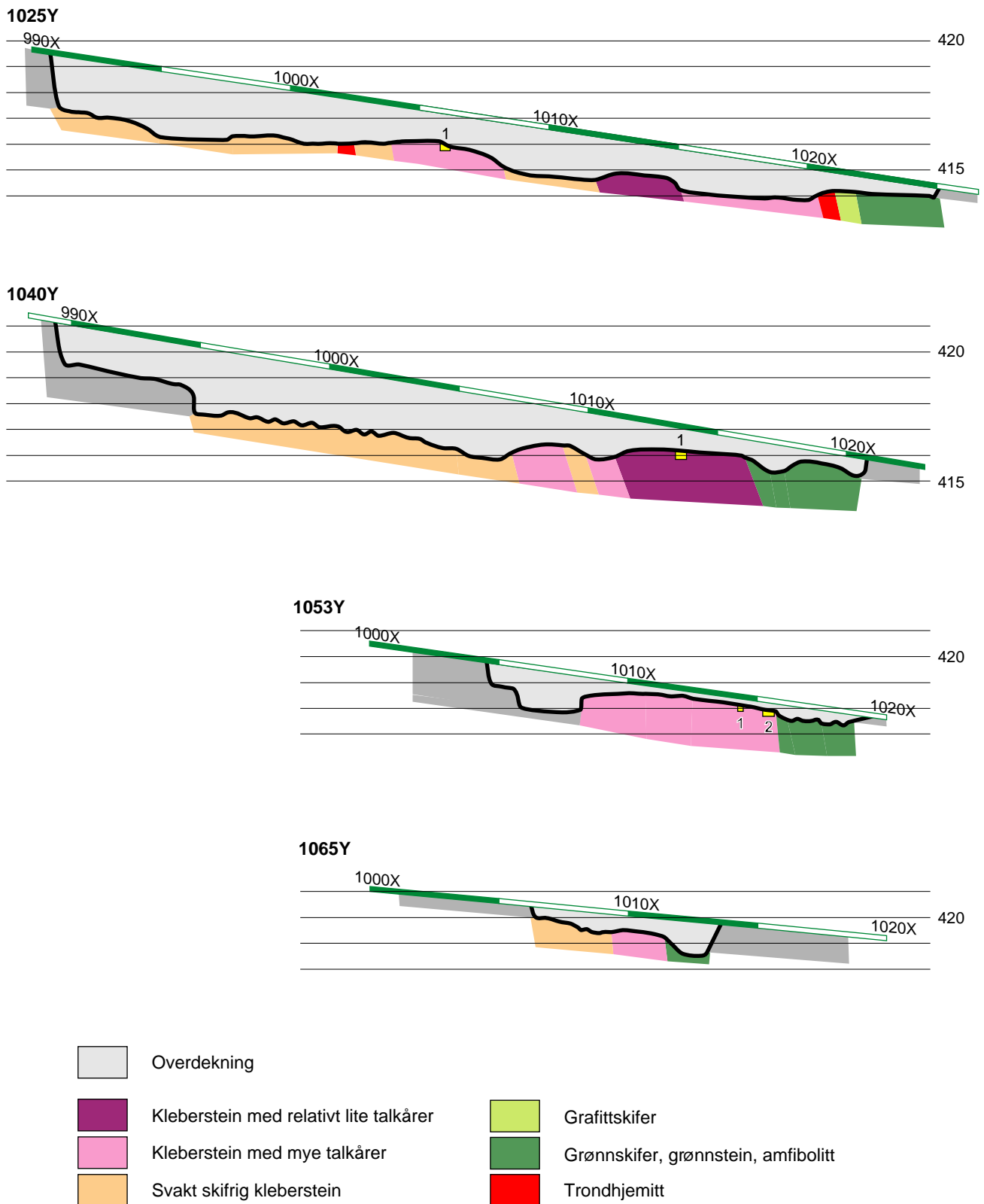
På grunnlag av de geofysiske og geologiske indikasjonene bestemte NDR sommeren 2003 å foreta en delvis avdekking og eventuelt prøveuttak av de mest lovende deler av anomaliområdene for å vurdere kvaliteten av forekomsten. Arbeidet ble gjennomført med løpende oppfølging av steinhugger fra NDR og geolog fra NGU. Det ble i første omgang gravd grøfter ned til fjelloverflaten i retning ØSØ-VNV (parallelt med måleprofilene). Grøftene ble rensket og spylt slik at steinkvaliteten kunne vurderes nærmere. Plasseringen er vist i Figur 5. Samtidig ble det tatt prøver med NDRs kjedesag. Prøvene ble nummerert fortløpende i hvert profil (Figur 6 til Figur 8) og arkivert av NDR.

Fire grøfter ble gravd over den overdekkede nordlige del av den allerede kjente forekomsten (område A; Figur 4) det vil si i området hvor boringene i 2000 indikerte til dels bra steinkvalitet. Alle grøftene viste kleberstein under en overdekning som stort sett varierte i tykkelse fra 0,5 til 2 meter (Figur 6). Klebersteinssonen i denne del av forekomsten er dermed minst 30 meter bred, trolig opp til 40 meter bred i partier. Best kvalitet ble påvist i øst-sydøstlige deler av forekomsten.

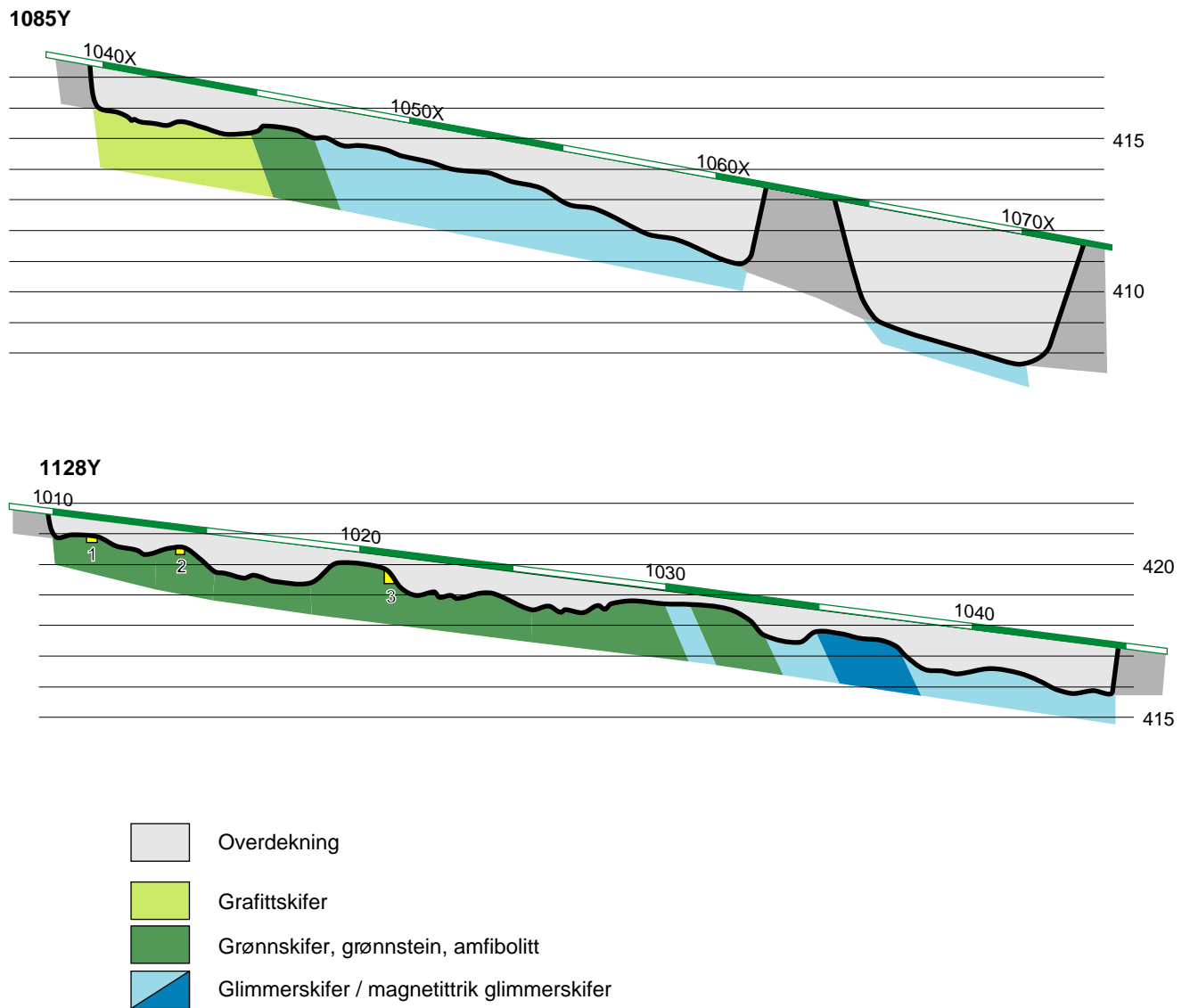
Den sydvestlige del av anomaliområde B (Figur 4) ble forsøkt undersøkt i profil 1100Y (Figur 5), men overdekningen på mer enn tre meter var for hard til at fjelloverflaten kunne nås. Det anses likevel meget sannsynlig at det finnes kleberstein på dette stedet. Litt lenger øst i samme profil ble fjelloverflaten nådd under 4-4,5 meter overdekning, men her fantes utelukkende grønnstein og grønnskifer. Videre ble den østlige del av anomaliområde B testet med en grøft i profil 1128Y (Figur 5 og Figur 7). Heller ikke her ble det funnet kleberstein, og anomaliårsaken i denne del av område B er sannsynligvis en lokal sone med mye magnetitt i glimmerskiferen (påvist med håndholdt magnetisk susceptibilitetsmåler). Utbredelsen av kleberstein i område B er derfor mindre, og avgrensningen er lenger vest, enn det som ble antatt i NGU-rapport 2003.003.

Nordlige del av anomaliområde B ble undersøkt i tre profiler fra 1150Y til 1180Y (Figur 5). Kleberstein ble funnet i alle grøftene (Figur 8), men overdekningen var generelt betydelig tykkere enn i område A (opp til 4,5 meter). Klebersteinssonen er minst 18 meter bred i dette feltet og trolig opp til 25 meter i partier. Som i område A er kvaliteten best i den øst-sydøstlige del av forekomsten.

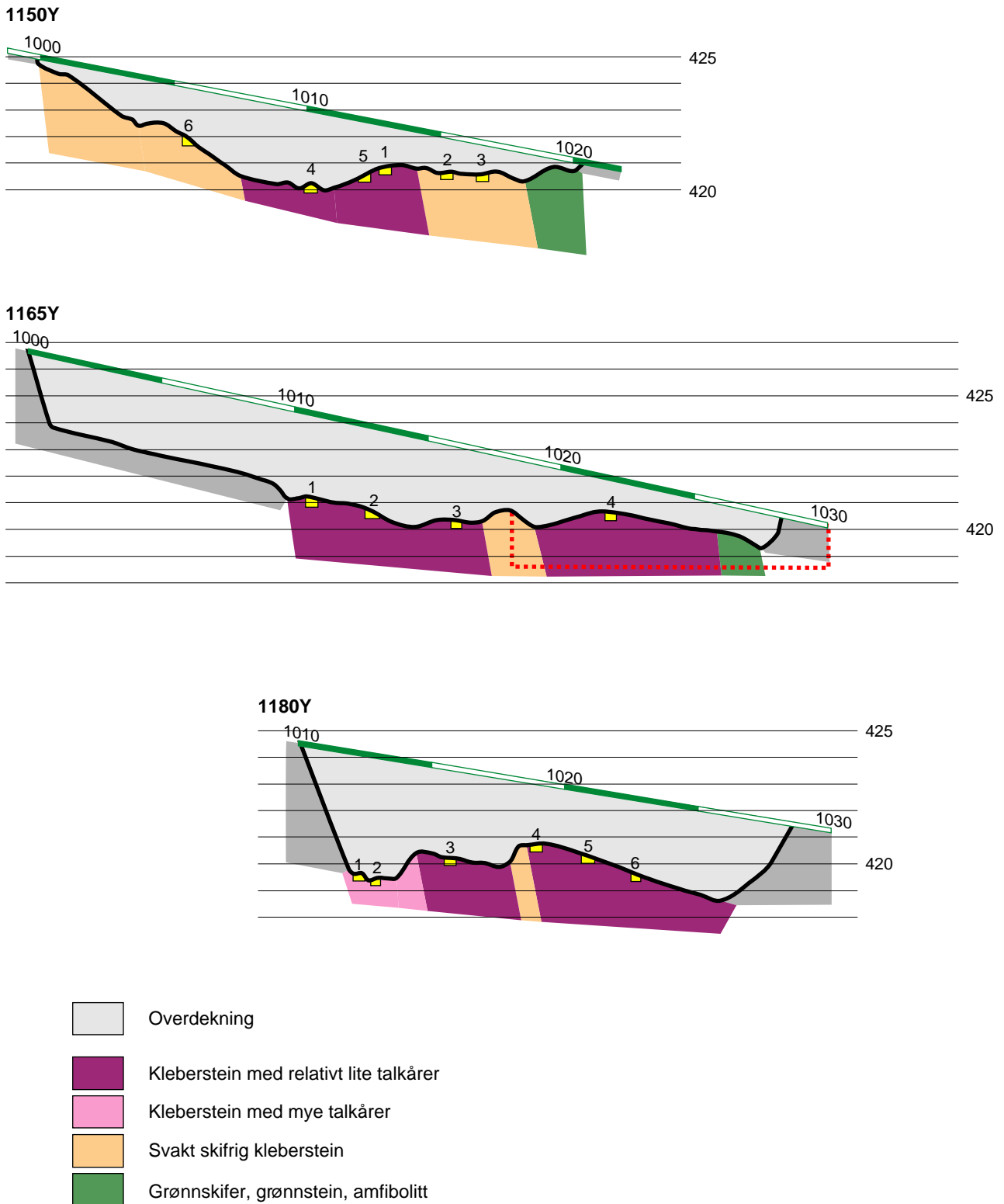
Videre ble det gravd en grøft langs profil 1085Y for å undersøke den magnetiske anomalien i område C (Figur 4). Her ble det ikke funnet kleberstein. Grønnskifer, grafittskifer og glimmerskifer som opptrer i grøften (Figur 7) ga meget lave verdier for magnetisk susceptibilitet ved måling med håndholdt instrument, og vi antar derfor at den magnetiske anomalien fra bakkemålingene skyldes en sone med magnetittrik glimmerskifer, evt. kleberstein, på større dyp. Område D (Figur 4) ble undersøkt med graving på ett punkt ved 1150Y-930X. Anomalien her skyldes magnetittholdig glimmerskifer.



Figur 6 Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, Budalen, sydlige del av feltet (profil 1025-1065). Se Figur 5 for lokalisering av grøftene. Gule felt viser nummererte uttak av mindre prøver med motorsag. Høydekurver (sorte linjer) og overflate er basert på et begrenset antall målinger med nivellerkikkert kombinert med økonomisk kartverk, og er ikke eksakte.



Figur 7 Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, Budalen, midtre del av feltet (profil 1085-1128). Se Figur 5 for lokalisering av grøftene. Gule felt viser nummererte uttak av mindre prøver med motorsag. Høydekurver (sorte linjer) og overflate er basert på et begrenset antall målinger med nivellerkikkert kombinert med økonomisk kartverk, og er ikke eksakte.



Figur 8 Geologisk logg av grøfter over Solem klebersteinsforekomst, Budalen, nordlige del av feltet (profil 1150-1180). Se Figur 5 for lokalisering av grøftene. Gule felt viser nummererte uttak av mindre prøver med motorsag. Rød stiplet linje angir prøveuttak av blokk. Høydekurver (sorte linjer) og overflate er basert på et begrenset antall målinger med nivellerkikkert kombinert med økonomisk kartverk, og er ikke eksakte.

3. VIDERE AVDEKKING OG BLOKKUTTAK

På grunnlag av en foreløpig kvalitetsvurdering av steinen i grøftene ønsket NDR, i samråd med NGU, å avdekke de mest lovende partier av forekomsten med tanke på prøveuttak av blokk. Område A ble prioritert fordi overdekningen er tynn, og her ble det avdekket og rensket/spylt et felt på omkring 10 x 15 meter (Figur 5 og Figur 9). Innenfor dette arealet fantes den mest homogene klebersteinen rett øst for borhull 4, hvor det ble gjort et prøveuttak på ca. 2,0 x 2,4 meter flatemål og inntil 0,7 meter dybde (Figur 10 og Figur 11). Det ble benyttet håndholdt kjedesag med diamantkjede til arbeidet, som ble gjort av Per Arne Kjeldsberg og Atle Elverum fra NDR. I første omgang ble det brukt et 47 cm langt sverd, men dette ble erstattet av et 28 cm sverd på grunn av problemer med steinens hardhet.

Foreløpig undersøkelse av grøftene i nordlige del av område B viste at det kunne være kleberstein av bra kvalitet over et større areal enn i område A, og det syntes også å være færre sprekker og årer. Et område ved profil 1165Y (Figur 5) ble valgt for avdekking og prøveuttak fordi overdekningen var tynnere her enn i naboprofilene. Uttaket ble gjort med wire-sag av Arne Johansen (Figur 12), og ble saget med flat underkant og sidevegger som møttes i en spiss inn mot vest (Figur 5 og Figur 13). Lengden på sideveggene var 8,5 meter, bredden ytterst 4,8 meter og høyden innerst i uttaket var 2,6 meter, som gir et areal på omkring 20 m² og et volum på minst 20 m³ stein.



Figur 9 Oversiktsbilde av avdekket klebersteinsfelt i område A, sett mot syd. Våt overflate. Lyse striper skyldes skraping fra gravemaskin.



Figur 10 Oversiktsbilde av blokkuttak i område A, sett mot nordvest. Utsagede blokker (i forgrunnen) har delt seg i mindre biter rett etter uttak.



Figur 11 Blokkuttak i område A, sett mot nordøst. Lyse striper skyldes skraping fra gravemaskin.



Figur 12 Blokkuttak med wire-sag, område B, sett mot vest.



Figur 13 Oversiktsbilde av blokkuttak i område B, sett mot vest. Uttatte blokker til venstre på bildet er sprukket opp langs talkårer/mikrosprekker.

4. STEINKVALITET

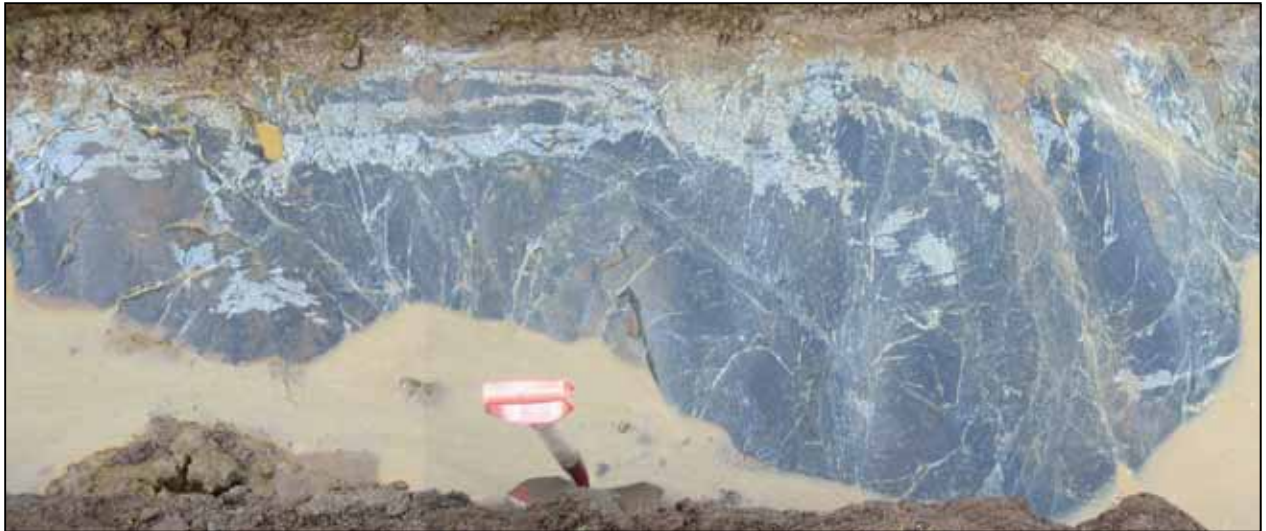
Klebersteinen ved Solem er av en gråblå, finkornet type som ligner mye på stein fra de gamle domkirkebruddene ved Bakkaunet og Klungen/Øye (Heldal og Storemyr 1997). I farge og sammensetning ligner den også mye på kleberstein fra Bubakkforekomsten på Kvikne, men Solemsteinen er betydelig mer finkornet og inneholder ikke serpentin, i motsetning til Bubakkforekomsten som har partier med mørk talkholdig serpentinit (Grenne og Heldal 2001). Den har oftest et massivt utseende, men i enkelte partier er det utviklet en svak foliasjon (skifrihet/kløv). Foliasjonen er sterkest langs randsonen av forekomsten, og er tydelig innerst i det gamle NDR-bruddet som stopper mot vestgrensen av klebersteinen (Figur 5). En liten blotning som ligger tett ved selve grensen litt syd for bruddet viser en sterkt forskifret og mer grovkornet kleberstein med relativt mye karbonatspetter. Både i område A og B er den vestlige del av forekomsten mer skifrig enn østlige partier, men det finnes også mer lokale soner med svak skifrihet i øst (Figur 5 til Figur 8).

Mikroskopisk undersøkelse av en typisk prøve fra den østlige del av det gamle bruddet viser at klebersteinen består av omkring 35 % talk, 35 % kloritt, 25 % karbonat og 5 % magnetitt. Kloritt danner 0,01-0,1 mm store korn med svakt grønnlig farge. Talk har oftest samme kornstørrelse, men finnes også som 0,5-1 mm lange korn som har vokst over kloritten i ulike retninger og virker som en "armering" av klebersteins-teksturen. Både magnetitt og karbonatmineralene (antatt magnesitt med små mengder dolomitt) danner uregelmessige korn på inntil 0,2 mm størrelse. De ulike mineralene er tett sammenvokst, men er i en viss grad samlet i opptil 1 mm store aggregater som er rike på enten talk, kloritt eller karbonat.

Hele forekomsten er gjennomført av millimeter- til centimeter-tykke årer bestående av karbonatmineraler og/eller talk (Figur 14), men åretettheten er relativt lav i østlige deler av både område A og område B. Rene karbonatårer og blandete talk-karbonatårer er oftest uregelmessige i formen, og i de fleste tilfeller ser ikke slike årer ut til å påvirke holdfastheten til steinen i vesentlig grad. Derimot finnes det mange steder meget tynne (<1 mm til noen få mm), til dels rette, årer av ren talk som har svært lav holdfasthet og er ugunstig for blokkuttak. De tynne talkårene er vanskelig å se på overflaten, men de danner gjerne åpne mikrosprekker som sees som mørke striper på tørr overflate etter at steinen har vært fuktet (Figur 15). Slike sprekker fører til at steinen fragmenteres kort tid etter utsaging av blokk.

De største blokkene som ble sagt ut fra prøveuttaket i område A var omkring 30 x 30 x 30 cm. Steinen er lys gråblå, viser ingen synlig foliasjon og har i seg selv en tett og fin struktur til ornamenthugging. Det var imidlertid svært få blokker som ikke delte seg i mindre stykker langs eksisterende sprekker og årer allerede kort tid etter uttaket (Figur 10). Det er sannsynlig at de tynne talkårene, som har utviklet åpne mikrosprekker i prøveuttaket, i mindre grad danner åpne sprekker dypere under fjelloverflaten. Åretettheten vil imidlertid være omtrent den samme på større dyp, og talkårene vil være problematiske på grunn av ekstremt lav holdfasthet selv om de ikke har utviklet åpne sprekker.

I prøveuttaket i område B ble det tatt ut blokk som i utgangspunktet var opp til 2 m³ store. Som i område A er steinen i seg selv meget finkornig og uten synlig foliasjon, og prøvehugging ved Per Arne Kjeldsberg, NDR, viser at den har meget gode egenskaper for hugging av detaljerte ornament. Også her viste det seg imidlertid at blokkene i stor grad delte seg i mindre biter kort tid etter uttaket (Figur 13). De største blokkene som eksisterte etter å ha ligget fra september '03 til mai '04 var på omkring 1 x 0,5 x 0,5 meter, men det er usikkert om disse tåler ytterligere transport fra bruddet uten å fragmenteres. Oppsprekningen skjedde etter samme type tynne talkårer som i område A, og disse årene danner tydelig åpne mikrosprekker helt ned til bunnen av det drøyt to meter dype uttaket (Figur 15).



Figur 14 Uregelmessige talk-karbonatårer, våt overflate. Grøft i profil 1040Y, 1012-1016X, område A.



Figur 15 Åpne mikrosprekker i klebersteinen vises som mørke fuktige striper på tørr saget overflate. Fra prøveuttaket i område B, sett mot vest-nordvest.

5. NDRs BEHOV FOR KLEBERSTEIN OG ERFARINGENE HITIL

Det er mange fellestrekk mellom prøveuttakene på Klungen og Solem; klebersteinen har en tendens til å sprekke opp langs talkårer, og blokker sprekker opp i et bikubelignende mønster etter uttak, trolig som et resultat av hurtig avdekning/spenningsutløsning. Disse trekkene synes å være felles for det vi kaller ”Trondheimskleber”.

Trondheimskleberen kjennetegnes av å være finkornet, blålig, med årer av karbonat og talk, der særlig de siste er kimen til noen av problemene. Trondheimskleberen er i tillegg til grønskifer, den viktigste steinen som opprinnelig er brukt i Nidarosdomen. Den er kjent for å være svært god å hugge.

Nylig er et gammelt klebersteinsbrudd på Bakkaunet i Trondheim avdekket og dokumentert. Kleberstypen er ganske lik den vi har på Klungen og Solem. Det er interessant å se hvordan dette bruddet er drevet i middelalderen; vi ser hyppige skift i uttaksretninger/ blokkorientering (Figur 16), hovedsakelig grunnet høyt innhold av talkfylte sprekker i bruddet. For å optimalisere uttaket så man det tydeligvis som nødvendig å vurdere hver blokk individuelt i forhold til disse sprekkeretningene. Slik sett kan man påstå at uttak av Bakkaunet-kleber forutsatte en tilpasning til eksisterende sprekker og årer, og følgelig tradisjonelle brytningsmetoder. En moderne driftsform i dette bruddet ville trolig gitt omtrent samme resultater som på Solem/Klungen. Med andre ord; en nærliggende konklusjon er at Trondheimskleberen trolig er uegnet til moderne driftsformer, enten det gjelder saging eller sprengning, og at tradisjonelle metoder vil være nødvendig.



Figur 16 Skift i blokkretninger som resultat av tilpasning til sprekkesystemene, middelalderbruddet ved Bakkaunet i Trondheim.

For NDR gir dette følgende perspektiv: enten må man lete etter kleberforekomster i andre provinser enn Trondheimskleberen og akseptere at man kanskje får mindre god huggestein og en stein med lysere farge enn den som hittil er benyttet i Nidarosdomen, eller man må eksperimentere med tradisjonelle driftsmetoder på forekomster som Solem og Klungen.

6. KONKLUSJON

Klebersteinensforekomsten ved Solem danner to linseformede kropper som ligger etter hverandre og strekker seg til sammen ca. 250 meter i nord-nordøstlig retning med en bredde på opp til 40 meter. Prøveuttak av blokk i to av de antatt beste partiene av forekomsten viser kleberstein av en gråblå, finkornet type med uregelmessige talk-karbonatårer som ligner mye på stein fra de gamle domkirkebruddene ved Bakkaunet og Klungen/Øye. Sammenlignet med restaureringsstein fra Bubakkforekomsten på Kvikne er Solem-steinen mer finkornet og har mer årer. Steinen fra prøveuttakene er trolig av bedre kvalitet enn den noe folierte steinen som er tatt ut i det gamle bruddet sydvest i forekomsten, og prøvehugging viser meget gode egenskaper for hugging av fine ornamenter.

Det er imidlertid vanskelig å få ut blokk av tilstrekkelig størrelse for rasjonell drift. Dette skyldes tynne, relativt rette, talkårer med til dels åpne mikrosprekker som gjør at utsagede blokker deler seg i mindre stykker kort tid etter saging. Forekomsten vurderes derfor som ikke drivbar dersom en forutsetter moderne maskinell drift. Eventuelt blokkuttak av stein til spesielt krevende restaureringsoppgaver vil betinge tradisjonelle driftsmetoder med tilpasning av hver blokk til eksisterende sprekker og årer.

7. REFERANSER

- Grenne, T. og Heldal, T. 2002: Driftsmuligheter og kulturminnevern i Bubakk klebersteinsforekomst, Kvikne. *NGU Rapport 2002.113*. 28 s.
- Heldal, T. og Storemyr, P. 1997: Geologisk undersøkelse og arkeologisk registrering av de middelalderske bruddene ved Øye, Klungen og Huseby i Sør-Trøndelag. *NGU Rapport 97.149*. 55 s.
- Heldal, T. 2000: Kjerneboring av klebersteinsforekomst ved Solem, Budal i Sør-Trøndelag. *NGU Rapport 2000.133*. 7 s.
- Lauritsen, T. og Grenne, T. 2003: Geofysiske og geologiske undersøkelser av Solem klebersteinsforekomst, Midtre Gauldal kommune, Sør-Trøndelag. *NGU Rapport 2003.003*. 32 s.
- Storemyr, P., Berg, A. og Heldal, T. 2003: Problems in reopening Medieval quarries: a study of Norwegian failures. I: Lazzarini, L. 2003. *ASMOSIA VI Proceedings of the Sixth International Conference, Venice, June 15 – 18 2000, Bottega D'erasmo, AAEP*, s. 63-73.