

# Feltrapport: Kvernsteinsbrudd i Vågå, Oppland



Tor Grenne og Gurli B. Meyer

*NGU rapport nr.: 2012.026*

*Prosjekt Millstone - The Norwegian Millstone Landscape*



# Feltrapport:

## Kvernsteinsbrudd i Vågå,

### Oppland


*Forfattere:*

Tor Grenne og Gurli B. Meyer

*Med bidrag fra:*

Tom Heldal  
Torbjørn Løland  
Bjørn Wissing

Forsidebilde: Spor etter kvernsteinshogging, Tolstadkvernberget, Vågå

Rapportdato: 06.06.2012	ISBN 978-82-7385-149-9	ISSN 0800 3416	Gradering: Åpen
	NGU Rapport nr.: 2012.026	NGU prosjektnummer.: 329900	Sider: 59 Appendix: 0
Nøkkelord:	Steinbrudd	Kvernstein	
Vågå	Oppland	<sup>14</sup> C-datering	
Fyrsetting			

*Denne rapport inngår i en rapportserie fra forskningsprosjektet 'Millstone', et tverrfaglig prosjekt med samarbeid mellom geologer, arkeologer, historikere, geografer og folk med kunnskap om håndverksteknikkene. Målet med prosjektet er å kaste nytt lys over kvernsteinslandskapet i Norge, og å kartlegge hvor kvernsteinene tok veien etter at de var hogd ut i steinbruddene.*

*Prosjektets formelle tittel er 'The Norwegian Millstone Landscape', på norsk 'Kvernsteinslandskap i Norge'. Millstone er finansiert av Norges Forskningsråd (NFR 189986/S30) og Norges geologiske undersøkelse (NGU 329900). Prosjektet koordineres av NGU, med prosjektpartnere som listet nedenfor. Rapportene er tilgjengelig digitalt som NGU-rapport på [www.ngu.no](http://www.ngu.no). Hver rapport er fagfellevurdert av en ekstern og en intern fagperson.*

#### Koordinator:

Gurli B. Meyer, Norges geologiske undersøkelse (NGU)

#### Partnere:

Vitenskapsmuseet, Seksjon for arkeologi og kulturhistorie, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Geografisk Institutt, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Institutt for arkeologi og religionsvitenskap, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Institutt for historie og klassiske fag, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Institutt for arkeologi, historie, kultur- og religionsvitenskap – AHKR, Universitetet i Bergen (UiB)

Naturhistoriske samlinger, Bergen Museum, Universitetet i Bergen (UiB)

Arkeologisk museum, Universitetet i Stavanger (UiS)

Norsk handverksutvikling – NHU

Tromsø Museum – Universitetsmuseet, Universitetet i Tromsø, UiT

Nordjyllands Historiske Museum

Département d'histoire, Université Pierre Mendès France, UPMF

#### Kontakt:

Millstone-prosjektet, NGU, Att: Gurli B. Meyer

Mail: [gurli.meyer\(at\)ngu.no](mailto:gurli.meyer(at)ngu.no)

N-7491 Trondheim, Norge

Tlf: +47 73904000

[www.ngu.no](http://www.ngu.no)

## Sammendrag

Som en del av det NFR-støttede forskningsprosjektet ”Millstone – Kvernsteinslandskap i Norge”, har NGU kartlagt kvernsteinsbrudd i Vågå kommune, i første rekke Tolstadkvernberget ved Lalm. De enkelte bruddene er kartlagt og registrert i databaser ved hjelp av GPS og LIDAR-data, og karakterisert på grunnlag av geologiske trekk, brytingsmetoder, morfologi og størrelse.

Tolstadkvernberget inneholder mange små og store kvernsteinsbrudd innenfor et 860 meter langt og 150-200 meter bredt område, alle drevet på granatglimmerskifer. De største bruddene ligger i nordvest, der driften foregikk i fast fjell. I sørøst ligger en rekke mindre kvernsteinbrudd som er drevet på flyttblokker i løsmasser. Basert på typologi og relativ kronologi av bruddgroper og skrottipper, kombinert med spor etter brytingsteknikkene, har vi skilt mellom tre driftsmåter: 1) direkte hogging av kvernstein fra fast fjell; 2) bryting av steinskiver fra fast fjell, med etterfølgende hogging av kvernstein fra steinskiven; og 3) hogging av kvernstein fra flyttblokker. I den eldste driften, som går tilbake til 1426 eller før, var direkte hogging og bryting av skiver teknikker som trolig ble benyttet om hverandre. Driften foregikk i en mengde små og mellomstore brudd, både i fast fjell og flyttblokker. Trolig ble det brukt fyrsetting for å åpne fastfjellsbruddene mot dypet. Senere – trolig i løpet av 1700-tallet – ble driften konsentrert i to større brudd, bl.a. *Storgruva*. Da skiftet teknikken til hovedsakelig sprengning av store steinskiver ved hjelp av krutt, og kvernsteinene ble hogd først etter at steinskivene var løsnet fra bruddveggen. Rapporten diskuterer overgangen mellom de ulike teknikkene i tid.

På grunnlag av en LIDAR-basert terrengmodell er det beregnet hvor mye berg som er tatt ut i bruddene i henholdsvis eldre og nyere tid, og det er gjort et estimat av antall kvernstein produsert. Rapporten beskriver også en mulig smie, stier og veifar med sannsynlig tilknytning til kvernsteinsbruddene.

## Takk til...

I undersøkelsene av Tolstadkvernberget har vi hatt nytte av samtaler med Ivar Teigum (Otta) og Terje Kleiven (Lalm) i lokalhistoriske spørsmål. Arkeolog Lars Pihlø (Oppland fylkeskommune) og Torbjørn Løland (Millstone-prosjektet og Hyllestad kommune) har gjennom felles befaringer i feltet bidratt med synspunkt på henholdsvis steinbruddlandskapets utvikling og steinhoggerteknikker. Lars Pihlø har også gjennomgått den foreliggende teksten som gjelder aldersbestemmelser. Tom Heldal (Millstone-prosjektet og NGU) har bidratt både i diskusjoner i felt, i geologiske undersøkelser og med bilder. Fagvurdering av rapporten er gjort av geograf Lars Libach (NGU) og geolog Per Storemyr (Archaeology & Conservation Services, Brugg, Sveits).

Vi vil også takke for inspirerende opphold på Valbjør gård i Vågå, hvor kvernsteinstradisjon og historie lever sammen i en eventyrlig historisk og opplevelsesmessig ramme. Takk til vertskapet Live Hosar og Kai Valbjør!

# Innhold

---

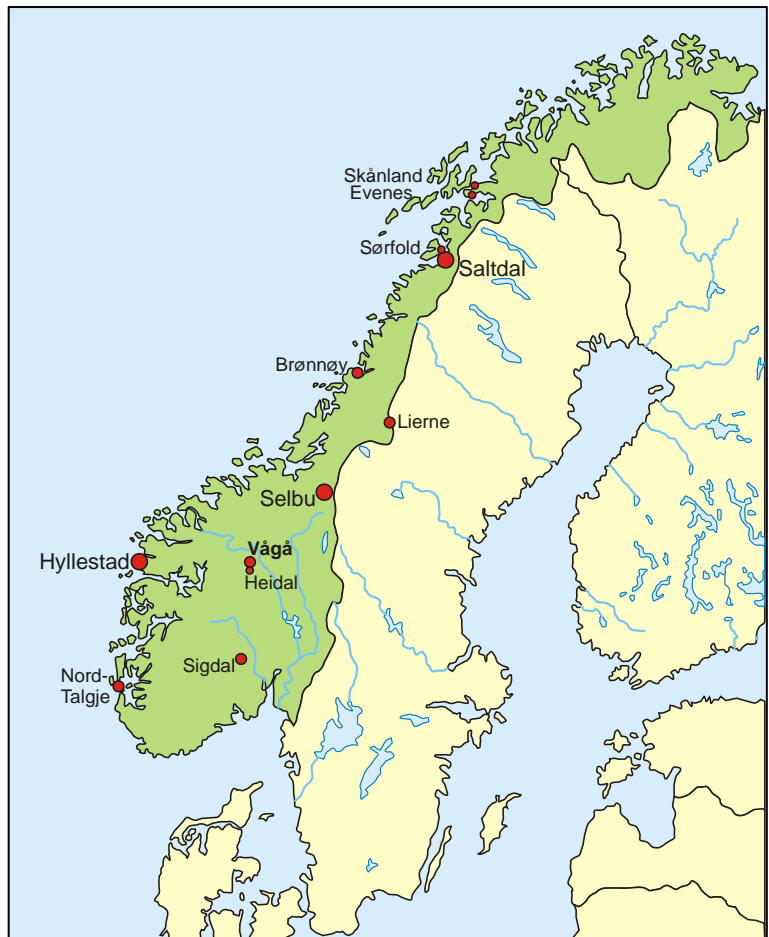
Bakgrunn.....	1
Tolstadkvernberget .....	1
Historiske kilder .....	2
Forvaltningsstatus og bruk .....	4
Kartlegging i dette prosjektet .....	5
Hva er kvernstein? .....	7
Fra skubbekvern til handelsmølle.....	7
Råstoffet .....	8
Geologi.....	9
Regional geologi.....	9
Geologi i kvernsteinsbruddene .....	10
Kvernsteinsbryting og hoggeteknikk i Norge .....	14
Direkte hogging .....	14
Hogging fra steinskiver .....	15
Hogging fra steinskiver vs. direkte hogging. Bruddtypologi. ....	16
Fyrsetting .....	18
Steinbruddslandskapet .....	20
Bruddtyper .....	20
Redskapspor og hoggeteknikk .....	21
Brudd i fast fjell.....	24
<i>Felt 1</i> .....	24
<i>Felt 2</i> .....	27
<i>Felt 3</i> .....	29
Brudd i flyttblokker (Felt 4) .....	38
Veifar og stier .....	42
Tidsperspektivet. Utviklingen i Tolstadkvernberget .....	44
Produksjon .....	50
Kvernsteinsstørrelser .....	50
Produksjonsvolum .....	52
Hvem brøt kvernsteinen?.....	54
Andre kvernsteinsbrudd i Vågå.....	55
Sammenfatning.....	56
Kildehenvisninger .....	58

# Bakgrunn

## Tolstadkvernberget

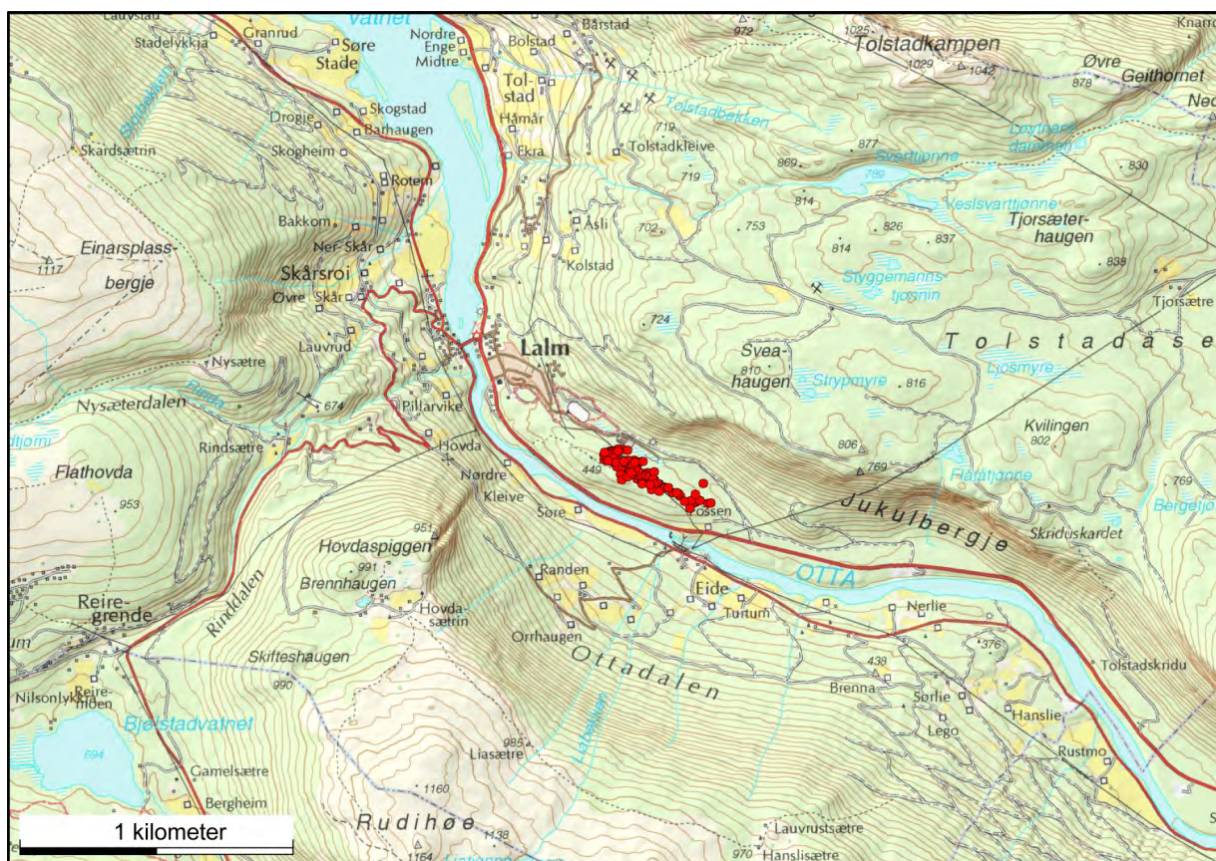
Tolstadkvernberget er blant de store kvernsteinsbruddområdene i landet (Figur 1), og det er det klart viktigste i Oppland fylke. Bruddene ligger på sørvestsiden av et lite dalsøkk nord for elva Otta, omkring en kilometer sørøst for tettstedet Lalm (Figur 2). Et moderne industriområde ligger i dalsøkket like nord-nordøst for bruddene. Hele området med registrerte brudd er 860 meter langt i retning ØSØ-VNV og 150-200 meter bredt i nordøstlige deler. Terrenget er småkupert, med mye bart fjell og oppstikkende bergknauser i vest-nordvest og med et antatt tynt løsmassedekke av grus samt større og mindre flyttblokker i øst-sørøst. Området er dekket av lyng og halvåpen furuskog. Det flate dalsøkket med industriområdet ser ut til å ha et noe tykkere løsmassedekke; videre nord-nordøst er det ei bratt fjellside dekket av storblokket ur. Alle bruddene har utnyttet en spesiell granatglimmerskifer.

Brekken (1980) sier at frem til Storofsen i 1789 foregikk driften mest i den bratte fjellsiden nordøst for dalsøkket, opp mot *Jukulbergje*. Da skulle flommen ha ødelagt de gamle bruddene fullstendig, slik at driften ble flyttet til de bruddene vi kjenner i dag, i området rundt det store bruddet som lokalt kalles *Storgruva*. Våre undersøkelser tyder imidlertid på at det aldri har vært drift av betydning i fjellsiden (se s. 6).



Figur 1. Kart som viser de viktigste kvernsteinsbrudd i Norge. Størrelsen på punktene antyder relativ betydning.





Figur 2. Kart over Lalmområdet og Tolstadkvernberget. Kvernsteinsbruddene vist med røde punkt. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

## Historiske kilder

Den eldste dokumenterte historien til Tolstadkvernberget er omtalt av Jakob Brekken (1980) og Ivar Teigum (2011). I det følgende gjengis bare hovedtrekkene i deres gjennomgang; for mer informasjon henvises til artiklene og kildekrifter oppgitt av Teigum (2011).

Ifølge Teigum er kvernsteinsbruddene nevnt i skriftlige kilder første gang i 1426. Det var trolig en betydelig eiendom, for i 1463 ble gården og kvernberget overtatt av ridderen, riksråden og høvedsmannen Alv Knutsson og kona Magnhild Oddsdotter. Gjennom dette salget kom eiendommen inn under den største godssamlinga i landet på 1500-tallet, før den ble overdratt til kongen og ble kron-gods i 1586. I 1661 ble Tolstad med i jordegodset som kong Fredrik 3. pantsatte til handelshuset Marselis i Amsterdam, men bare 24 år senere – i 1685 – ble eiendommen kjøpt tilbake av leilendingen Pål på Tolstad.

Fra gammelt av var trolig bruddene drevet av oppsitterne på Tolstad, eller rettighetene til kvernsteinshogging ble 'leid ut' til andre. Rett til fri hogst tilfalt bare Tolstad (og trolig i en viss grad nabogården Håmår). Den som "...icke haffuer gamle Friheed af Heffd der at maa hugge...", måtte betale en avgift til jordeieren. Dette var en naturalavgift kalt 'tiendstein', og innebar at jordeieren (Marselis, og lenger tilbake kongen og Alf Knutssons slekt) skulle ha hver tredje uthogde kvernstein. Etter at Pål Tolstad overtok gården som selveier i 1685, var det han selv som kunne gjøre krav på hver tredje stein i tiende.

En sak fra vårtinget i 1667 gir en pekepinn om hvor store kvernsteiner som kunne produseres på den tiden. Da krevde Hans Tolstad på vegne av Marselis tiendstein fra ti sambygdingene som hadde leid rett til hogging i kvernberget. Av disse var det 10 ni-kvart stein (steinpar med diameter på ni kvarte alen; se diskusjon av alen-mål, s.50) og 1 to-alen stein (Brekken 1980). Verdien av kvernstein på den tiden antydes av et salg av et ti-kvart steinpar (ti kvarte alen) for verdien av en hest; da var steinene enda kaldt "efne" (emne) og manglet trolig noe finhogging for å kunne brukes (Teigum 2011).

Av spesiell interesse med hensyn til driftsteknikken i Tolstadkvernberget, er dokumenter fra overgangen 1600-1700-tallet som omtaler bruk av ved (Teigum 2011). I en sak mellom Pål Tolstad og en nabo, sies det at *"Jligemaader tilspørger Pofvel Tolstad Tosten Rottem om hand iche hafver bedet ham om Ved til at brende med J Qvernberget, dertil svarer Tosten siden hand kom i denne Grube hafr hand bedet om Ved"*. Dette samsvarer med våre feltobservasjoner, som tyder på bruk av fyrsetting i flere av bruddene (se diskusjon s.18).

Frem til starten av 1700-tallet var det flere saker mellom Tolstadbonden og sambygdingene om rettighetene til hogging i kvernberget, noe som tyder på at driften fremdeles var ganske omfattende. Trolig var markedet hovedsakelig i Gudbrandsdalen og deler av Østlandet for øvrig. Blant annet ble det levert stein til møllebruket som familien Grüner drev i Nedre Foss i Akerselva. Teigum (2011) peker på at hjemkjøpet av Tolstad i 1685 kan ha ført til at det lokale markedet ble mer viktig enn tidligere, da kvernberget var kontrollert av store jordeiere og handelshus langt borte.

På 1700-tallet og 1800-tallet gikk det nedover med driften. En rapport fra amtmann Christian Sommerfelt i 1790 forteller at det blir hogd *"smaa Møllesteene som afsettes til de nærmeste Bøjder"*, men at de *"agtes ikke saa gode, som de af samme Art, der føres fra Sælboe og bruges over hele Oplandet"*. Et annet uttrykk for at virksomheten i kvernberget fikk mindre betydning og verdi, er at eieren Pål Tolstad i en skadetakst etter den store flommen – *Storofsen* – i 1789 krevde, og fikk medhold i, at den delen av skylden som falt på kvernberget ble slettet, fordi kvernberget ikke ville bli noe verdt i fremtiden. I taksten heter det at kvernberget er *"bleven ødelagt av Jordskriden at Samme er bleven derover ruineret og ikke kan findes Leilighed til meere at settes i Stand formedelst de grusomme store Steene som Huse der er gandske dette Quærnberg tildækket"*.

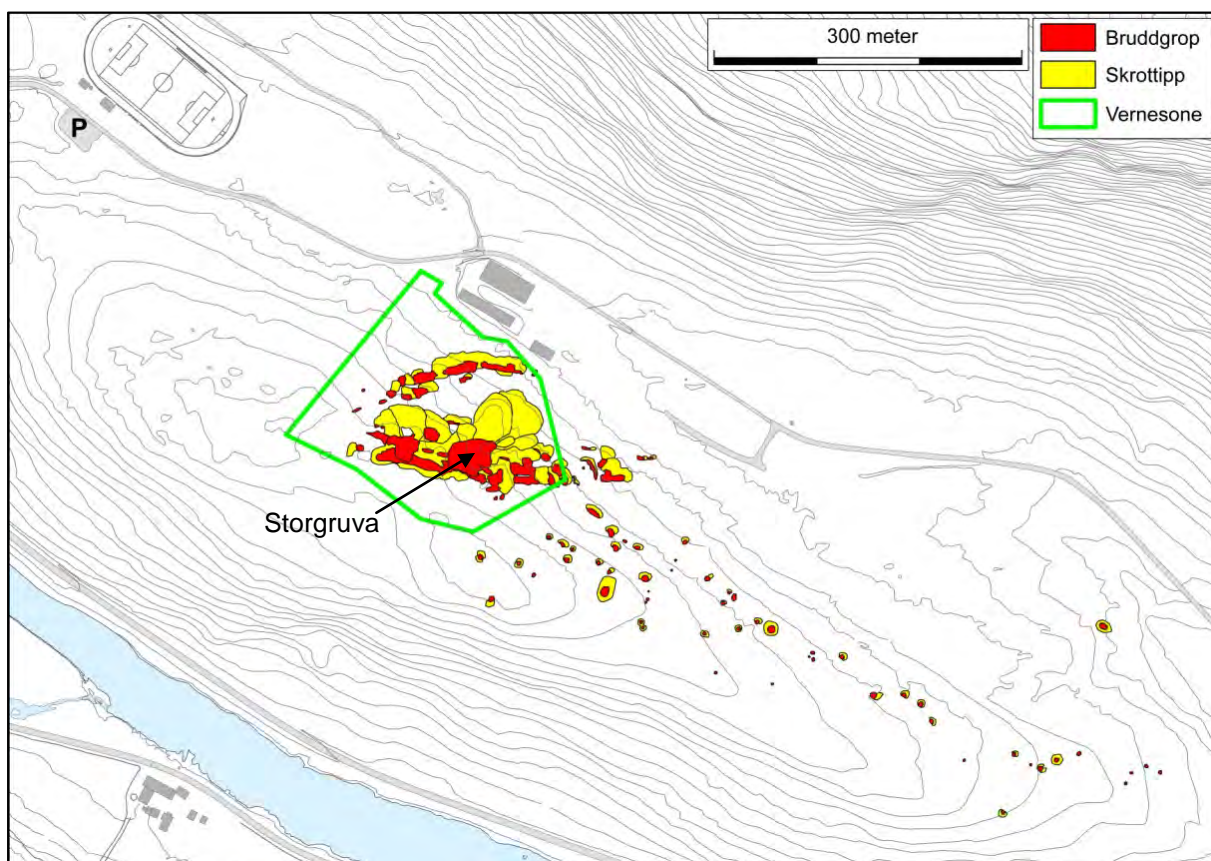
Brekken (1980) tolker dette slik at de gamle bruddene ligger under rasura i den bratte fjellsiden nord for bruddene vi kjenner i dag. Men det kan heller være at tolstadbonden, ved å 'skylde på' Storofsen, så sitt snitt til å bli kvitt noe av skattebyrdene som lå på kvernberget fra gammelt av og som det trolig ikke lenger var dekning for i kvernsteinsdriften. Gårdeieren hevdet nemlig at han heller ikke hadde hatt noen inntekt av kvernberget i alle de år han hadde brukt Tolstad (Brekken 1980). Den siste tolkningen stemmer best med vår nye kartlegging i området, som tyder på at bruddene som i dag er kjent omkring Storgruva til alle tider har vært de viktigste og at det ikke finnes tegn til drift av betydning i fjellsida i nord.

På 1800-tallet fikk alle som ville ta ut stein i Tolstadkvernberget, og 'tienden' til grunneieren var redusert til hver fjerde stein (Teigum 2011), noe som trolig reflekterer den synkende verdien og betydningen av driften. Fra 1830-årene var det mange som hadde vinterarbeid her på grunn av økende folketall og vansker med å få arbeid (Brekken 1980). Regelmessig drift skal ha tatt slutt omtrent 1870, men helt til omkring 1890 ble det hogd litt kvernstein (Brekken 1980).

## Forvaltningsstatus og bruk

Området med bruddene i Tolstadkvernberget tilhører gården Tolstad (gnr 1/bnr 1). Kvernsteinsbruddene i området berøres av lov om kulturminner dersom de er fra før 1537, som automatisk fredete kulturminner – faste kulturminner som er fredet direkte etter lov uten særskilt vedtak (legalfredning). I tillegg fattet Miljøverndepartementet, etter forslag fra Oldsakssamlingen, vedtak om særskilt fredning av et område på ca. 38 000 m<sup>2</sup> omkring Storgruva i 1987 (Figur 3). Initiativet til fredningen kom fra den lokale "Tilsynsnemnda for Kvernberget", bl.a. på bakgrunn av mulige negative virkninger av det tilstøtende industriområdet som da var under regulering. Medvirkende var også et ønske fra lokalt hold om å skape økt oppmerksomhet om Kvernberget og den gamle driften, og å trekke dette inn i undervisningen i skolen. Vår nye kartlegging viser at området med særskilt vern dekker storparten av de volummessig viktigste bruddene, men at mange mindre brudd faller utenfor verneområdet i øst-sørøst og øst.

Deler av bruddområdet er i en viss grad tilrettelagt for turister og andre interesserte gjennom informasjonstavler som er satt opp langs en tursti. Stien går fra en parkeringsplass omkring 450 meter nordvest for Storgruva, og gjør en runde langs sørsiden av bruddene før den ender ved veien ca. 270 meter øst-sørøst for P-plassen. Turstien følger til dels gamle stier og veifar.



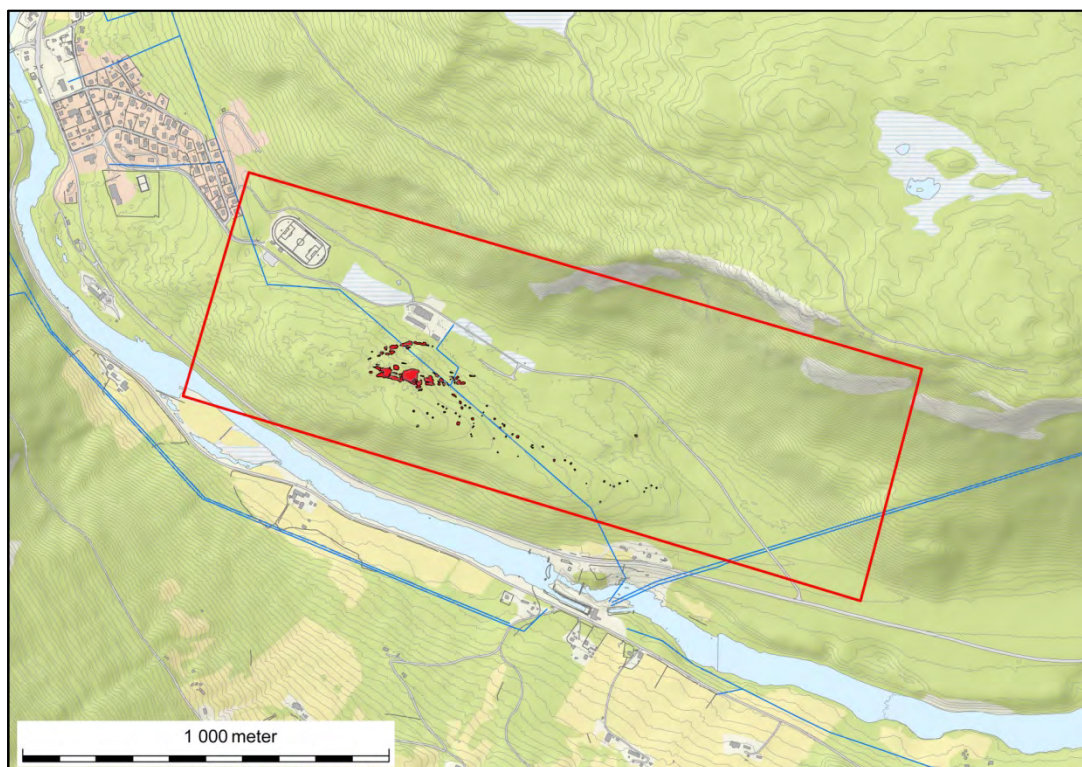
Figur 3. Kvernsteinsbruddene i Tolstadkvernberget. Vernesonen i grønt. Høydekurver 5 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

## Kartlegging i dette prosjektet

Rapporten er basert på egen kartlegging av geologi, bruddgroper (stedet der kvernsteinene er brutt ut fra berget), skrottipper (hauger med steinavfall), stier og annet med mulig tilknytning til kvernsteinsdriften, kombinert med detaljundersøkelser av spor etter steinbrytingen og selve steinhoggerarbeidet i bruddene. Stedfesting ble i første omgang gjort med håndholdt GPS (type Garmin GPSmap 60 CS). Nøyaktigheten på denne type GPS er relativt dårlig i området.

I juni 2011 ble det gjort en skanning av bruddlandskapet og områdene omkring med LIDAR (Light Detection And Ranging), en optisk fjernmålingsteknikk for hurtig måling av fysiske objekters posisjon. Tekniske detaljer i oppdraget er beskrevet i rapport fra TerraTec AS til Statens Kartverk (Morstad 2012). Datafilene er arkivert av Statens Kartverk (Laserrapport - LA-CHOP11\_Nordgudbrandsdalen\_Kvernberget\_DTM10).

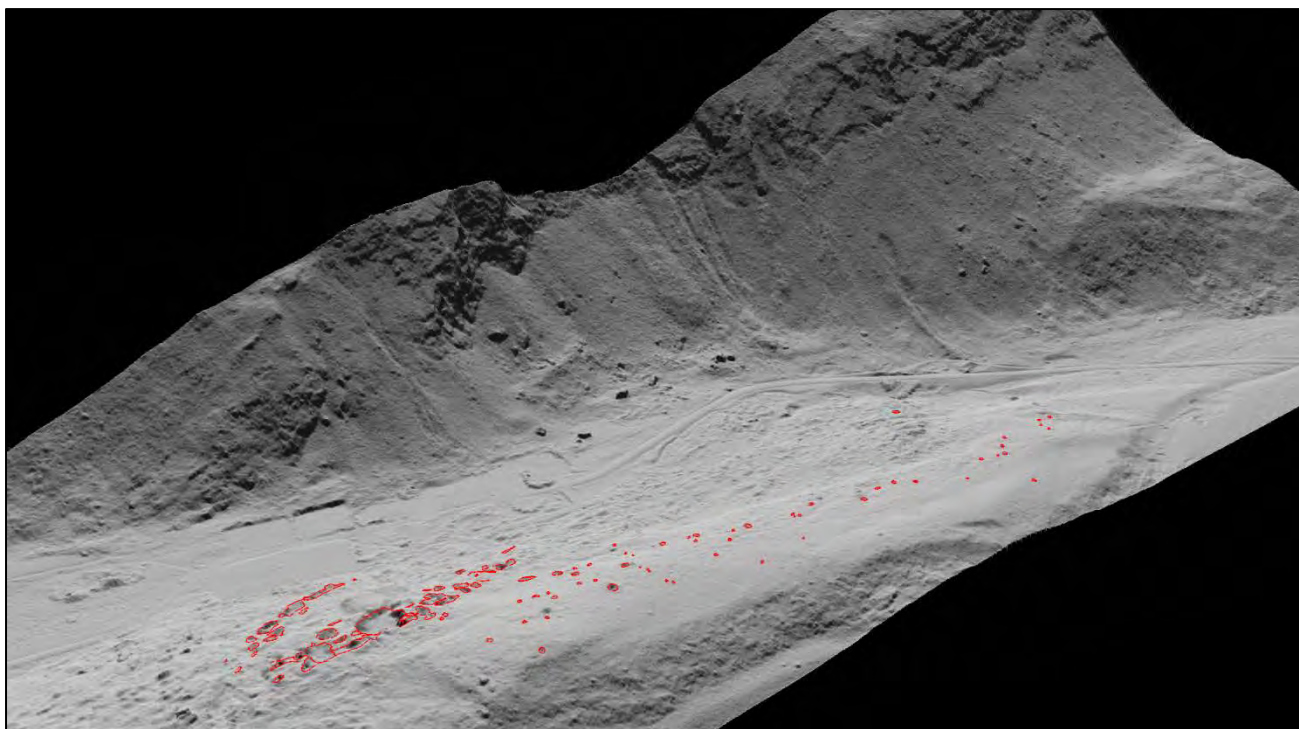
LIDAR-teknikken er basert på målinger av tidsforskjellen mellom et emittert lasersignal og det reflekterte lyset. I tillegg til å gi nøyaktig posisjon i planet (X-Y), gir målingene grunnlag for å beregne avstanden til det reflekterende objektet (for eksempel bakken, vann eller trær) svært nøyaktig, slik at vi får en tredimensjonal modell av terrengoverflaten. Målingene over Tolstadkvernberget (totalt areal ca. 1,25 kvadratkilometer, Figur 4) er gjort fra fly, med minimum fem refleksjonspunkt per kvadratmeter. Skogen (halvåpen furuskog) reflekterer en god del av lasersignalene, men det er likevel nok lasersignaler som trenger gjennom trekronene til å gi et godt bilde av brudd, skrottipper og veifar. I snitt for hele området er det ca. 2,7 refleksjonspunkt per kvadratmeter fra bakken.



**Figur 4. Område målt med LIDAR (rød ramme) ved Tolstadkvernberget. Høydekurver 5 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.**

LIDAR-dataene er grunnlag for en tredimensjonal terrengmodell laget i 3D programvaren "Quick Terrain Modeler" (Applied Imagery, Johns Hopkins University). Dataene er bearbejdet videre i ArcGIS (ESRI).

Etter LIDAR-skanningen ble det gjort en kort undersøkelse av området igjen høsten 2011 for å korrigere tidligere GPS-baserte lokaliteter og for å befare bruddlokaliteter som kom frem på den nye 3D terrengmodellen. Terrengmodellen er også benyttet for å studere terrenget i den tett skogbevokste ura nordøst for industrimområdet med tanke på mulige brudd i området hvor Brekken (1980) hevder de viktigste bruddene lå før Storofsen i 1789. Hverken befarjng eller LIDAR-data (Figur 5) tyder på at ura består av annet enn naturlig rasmateriale fra bergskrentene ovenfor, og vi ser ingen tegn til menneskelig påvirkning. Dersom det hadde vært mer omfattende kvernsteinsdrift her enn i de kjente bruddene sørøst for industrimområdet, er det usannsynlig at den ikke ville etterlatt spor, selv etter et større ras. Kvernsteinsdrift i de øverste bergskrentene er også svært usannsynlig, fordi dette området er praktisk talt utilgjengelig for normal ferdsel. Kvernsteinsdrift i fast fjell her ville også vært vanskelig fordi bergartslagene faller mot nord, inn mot den bratte fjellsiden, slik at enhver drift ville få problemer med overberg.



**Figur 5. Terrengmodell for Tolstadkvernberget basert på LIDAR-data. Perspektiv mot øst-nordøst. Terrengmodellen er basert på refleksjoner fra bakken, dvs. at all vegetasjon er 'fjernet' slik at terrenget i den tett skogbevokste ura i nordøst blir tydelig. Omriss av kvernsteinsbruddene er markert med rød strek.**

Det er også gjort en begrenset prøvetaking og  $^{14}\text{C}$ -datering av trekull funnet blant steinavfall i noen av bruddene. Totalt ni prøver ble tatt 10-20 cm under overflaten, grunt nok til å unngå vesentlige inngrep i kulturminnet, men samtidig dypt nok til å unngå materiale som ikke har med driften å gjøre. Trekullprøvene ble innsendt til Laboratoriet for radiologisk datering ved NTNU, Trondheim (oppdragets registreringsnummer DF4464), hvor de er treslagsbestemt og videresendt til analyse på akselerator i Uppsala.

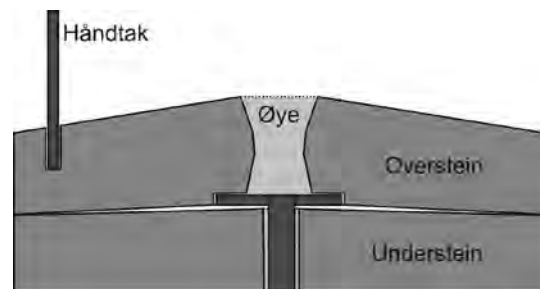
# Hva er kvernstein?

Mange vet hvordan en kvernstein ser ut, men langt fra alle kjenner den historiske betydningen. Før i tiden var kvernsteiner helt nødvendige for å male korn, datidens viktigste næringskilde. Derfor var også kvernstein en svært verdifull handelsvare. I dag er steinbruddslandskapene verdifulle kulturminner og 'tidsvindu' inn til historien om hvordan mennesket har gjort seg nytte av naturressursene. Noe av denne historien er kjent gjennom skriftlige og muntlige overleveringer, men det meste er skjult bak historiens slør og må gjenskapes av de sporene de har etterlatt i landskapet.

## Fra skubbekvern til handelsmølle

Så lenge det har vært dyrket korn i Norge – gjennom fire tusen år eller mer – har kvernstein blitt brukt for å male mel. I begynnelsen ble det brukt såkalte *skubbekverner*, hvor kornet ble knust ved at en rund stein ble skubbet frem og tilbake oppå en litt større stein som hadde en liten fordypning til å holde kornet på plass. Steinene var formet fra naturens side og trengte liten eller ingen bearbeiding.

I romertid (tidlig jernalder) – mellom ca. 80 og 320 e.Kr. – ble skubbekverna gradvis avløst av *dreiekverna*, som ble rotert med håndkraft (Petersen 1951, Prøsch-Danielsen & Soltvedt 2011), en teknologisk nyvinning som satte store krav til håndverk og steinhoggeteknikk. Her var det et sammenhengende par av to tilhogde kvernsteiner med rundt omriss, der en overstein (*løperen*) ble dreid med håndkraft over en understein (*liggeren*) som lå i ro (Figur 6). Midt på oversteinen var det hogd en åpning – *øyet* – som kornet ble ført ned i, så det ble knust mellom steinene og kom ut på sidene som mel.



Figur 6. Venstre: restaurert vasskvern i Skor, Hyllestad. Høyre: forenklet tverrsnitt av håndkvern.

Ved overgangen til middelalderen, trolig omkring år 1000–1100 e.Kr., begynte vi å ta i bruk *vasskverna*, der oversteinen ble drevet med vannkraft fra en bekk. Mens de gamle dreiekvernene måtte være små for å kunne dreies med handkraft – ikke mer enn 60 cm og gjerne mindre enn 50 cm i tverrmål, hadde vasskverna nok kraft til å drive større steiner. Steinene kunne også dreies med større hastighet, og til sammen gjorde dette at kornmalinga ble mye mer effektiv. Lenge var det vanlig at bøndene malte kornet på sin egen lille vasskvern i nærmeste bekk. Etter hvert overtok større bygdemøller som hadde mer avanserte drivverk og klarte å drive enda større kvernsteiner, og de små

gårdskvernene fikk gradvis mindre betydning. Likevel var bekkekverner en livsbetingelse for enkelte gårder og bygdelag gjennom middelalderen og helt opp mot vår tid.

Utviklingen gikk videre da møllevirksomheten ble modernisert omkring midten av 1800-tallet, med store handelsmøller som selv kjøpte opp korn og sto for salget av mel. Slutten for naturlige kvernsteiner begynte med den industrielle valsemølleteknologien, som ble tatt i bruk rundt 1880 sammen med økt bruk av støpt stein, og omkring 1910 var det så godt som slutt på kvernsteinsbryting i Norge. Likevel var mange gårdskverner med gamle kvernsteiner i drift enda til langt ut på 1900-tallet.

Hogging av kvernstein til dreiekverner har dermed en historie som strekker seg over nesten to tusen år i Norge. Lenger sør i Europa og i middelhavslandene går historien enda lenger tilbake. I dag vitner de utallige steinbruddene, sammen med hustufter, veifar og andre spor i landskapet, om det omfattende arbeidet med å skaffe 'livets steiner'. Noen steder fant bøndene egnede bergarter lokalt, og det finnes en rekke små brudd rundt om i Norge som bare har forsynt de nærmeste bygdene med kvernstein. Andre steder var kvernsteinsproduksjonen langt større enn til et lokalt marked og hadde betydning for hele landsdeler, til og med utenfor Norge.

Ordet *kvern* er gammelnorsk, og ble opprinnelig brukt om 'håndkvern til kornmaling'. Den indo-europeiske roten til ordet antas å være *gwern* (Harper: Online Etymology Dictionary) eller *per* for 'knuse' (Falk & Torp 1903-1996). Etter at vandrevne møller kom i bruk ble *kvern* også brukt om disse, parallelt med 'ny-ordet' *mølle* (gammelnorsk *mylna*) som kom fra det senlatinske ordet *molina* (fra latinsk *mola* for 'male'). Den opprinnelige betydningen av *mølle/molina* er 'vannmølle'. I Norge har *mølle* aldri vært brukt om håndkverner, men i andre språk ble det tilsvarende ordet brukt til dels om både vasskvern og håndkvern (for eksempel *Handmühle/handmill* i engelsk og tysk).

## Råstoffet

De første kvernsteinene som ble brukt i Norge var trolig laget av stein som ble funnet nær gården der den skulle brukes. Særlig gjaldt det de gamle skubbekvernene. Slike kunne bli laget av høvelig stein som ble funnet i elva eller på stranda, og det var formen på steinen mer enn bergartstypen som var viktig. Men også roterende håndkverner fra vikingtid og tidligere er til dels hogd av stein som trolig ble tatt fra større løsblokker eller små, lokale brudd.

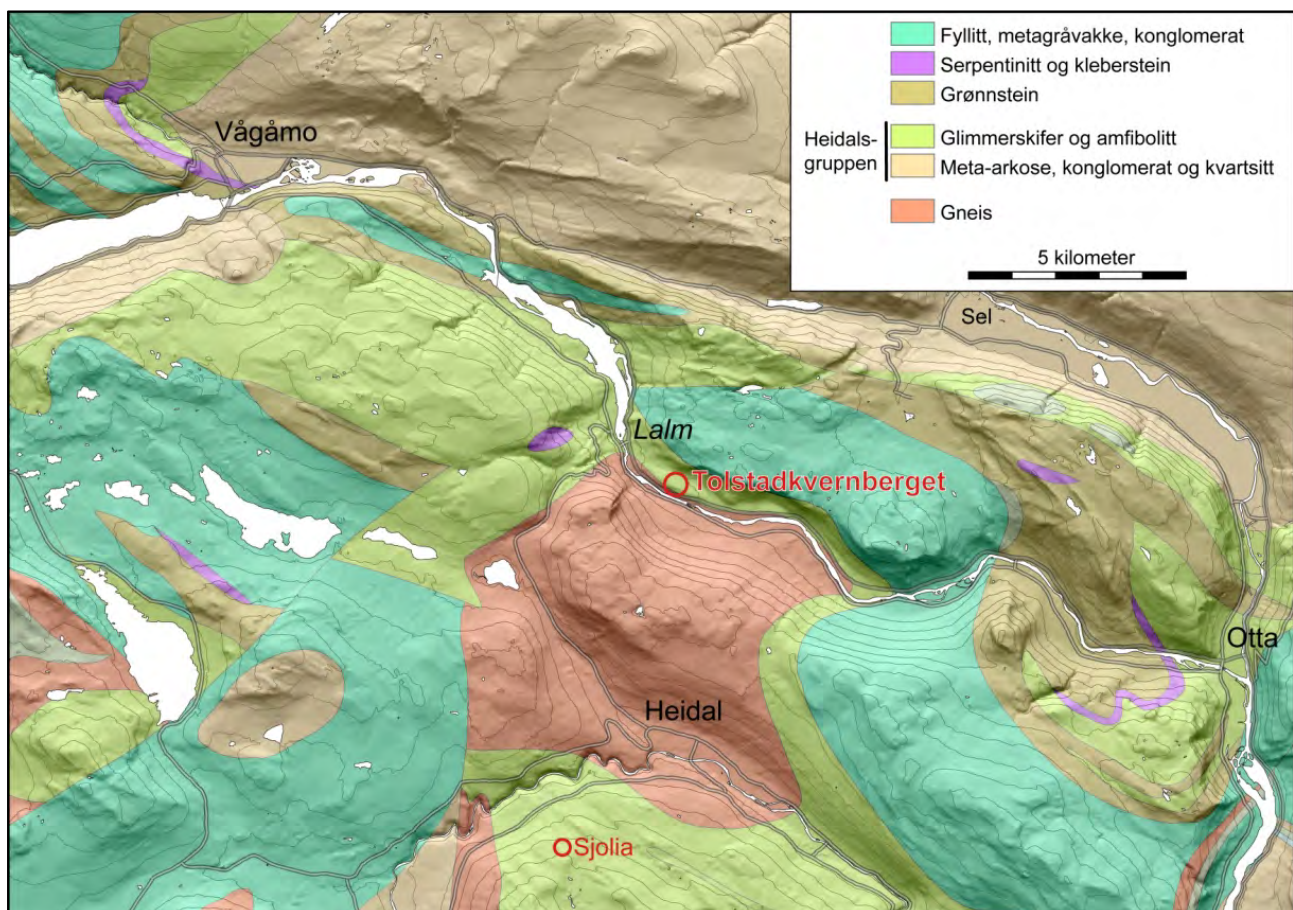
Gjennom vikingtid og middelalder ble bergartstypen stadig viktigere. Den viktigste grunnen til at de store steinbruddsområdene kunne vokse frem var trolig kvaliteten på selve berget: hvor godt steinen var egnet til å male korn, og – ikke minst – hvor lett det var å bryte steinen ut fra berget og forme den til brukbare kvernsteiner. I Norge ble det tidlig klart at bergartene som egnet seg best, var glimmer-skifer med spredte, 1–5 millimeter store krystaller – 'tyter' – av et hardt mineral.

Storparten av kvernsteinsbruddene her til lands utnyttet en bergart som kalles granatglimmerskifer. Den består hovedsakelig av lys glimmer (muskovitt) med spredte krystaller av det harde mineralet granat. Slike steiner beholdt maleegenskapene under bruk, fordi granatkrystallene ble nedslitt seinere enn den bløte, glimmerrike mellommassen. Dermed kom granatkrystallene hele tida til å stikke ut fra maleflata. Samtidig gjorde glimmeren at steinen lett kunne hogges ut av berget med ei spiss hakke eller med hammer og meisel. Og ettersom glimmeren gjerne danner parallelle flak – nesten som arkene i en bok, så har steinen god 'kløv', dvs. at den lett kan splittes (kløyves) i skiver som er passe tykke for kvernstein.

# Geologi

## Regional geologi

Kvernsteinsbruddene i Vågå utnyttet en granatglimmerskifer der mellommassen består av muskovitt sammen med mindre, men varierende mengder av hornblende, kalkspat og biotitt. Bergarten tilhører *Heidalsgruppen* (Figur 7), en tykk lagrekke med sedimentære og vulkanske avsetninger som stammer fra slutten av prekambrisk tid. Avsetningene av sand og leire finnes i dag som bl.a. kvartsrik skifer og granatglimmerskifer, mens de vulkanske avsetningene (opprinnelig basaltlava og ganger) finnes som mørke amfibolitter (bergarter med hovedsakelig hornblende og feltspat). Avsetningene ble først foldet og omdannet under relativt høg metamorfosegrad (amfibolittfacies) dypt nede i jordskorpen en gang før ordovicisk tid, med dannelse av bl.a. granat og stedvis staurolitt, kyanitt, sillimanitt, diopsid og hornblende. Senere – under den kaledonske fjellkjededannelsen i silurtiden – gjennomgikk bergartene ny folding og omdanning under lavere metamorfosegrad (midtre til øvre grønnskiferfacies), slik at de er mer eller mindre påvirket av retrograd metamorfose (Sturt & Ramsay 1999). Den komplekse metamorfe og tektoniske historien gjenspeiles i mineralogi og struktur også i bergartene i kvernsteinsbruddene.

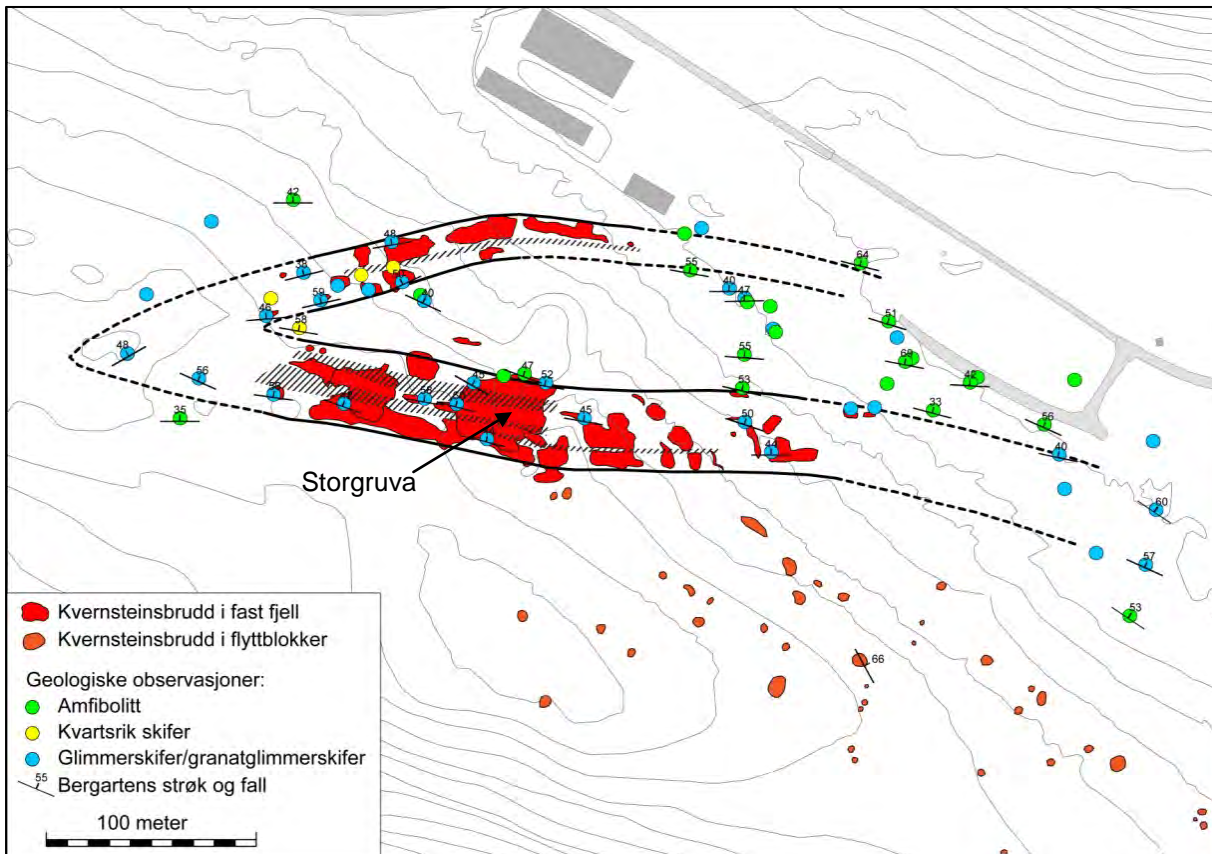


Figur 7. Geologisk kart over Vågå-Sel-Heidal. Forenklet etter berggrunnskart 1:250.000 (Siedlecka m.fl. 1987). Kartgrunnlag: Statens kartverk.



## Geologi i kvernsteinsbruddene

Kvernsteinsdriften har foregått på opptil 10 meter tykke lag av granatglimmerskifer som veksler med annen glimmerskifer, kvartsrik skifer og amfibolitt. Bergartene stryker omtrent øst-vest, med fall omkring 60 grader mot nord. Kartet over bruddområdet (Figur 8) viser at granatglimmerskiferen er konsentrert i to hovedsoner. En sydlig sone går gjennom Storgruva og bruddgropene øst og vest for denne. Her er det tre eller flere parallelle lag av granatglimmerskifer over en samlet bredde på 35-40 meter. Nord og nordvest for Storgruva er det drevet på en annen sone med i hovedsak to parallelle lag innenfor en samlet bredde på 20-25 meter.



Figur 8. Geologisk kart over Tolstadkvernberget. Geologiske lokaliteter er vist som sirkler med farge som angir bergartstype. Tykk sort strek viser avgrensningen av den foldete 'kvernsteinssonen' (stiplet strek angir usikker grense). Soner med 'gråberg' innenfor den generelle kvernsteinssonen er antydnet med skravur. Området med brudd i flyttblokker fortsetter utenfor kartet, videre øst-sørøst (se også Figur 23). Høydekurver 5 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

Mot øst stryker kvernsteinssonene ned mot det flate terrenget sørøst for industriområdet, hvor de fortsetter under løsmasser. Mot vest bøyer de to hovedsonene seg mot hverandre, før de går over i et område med bare spredte småbrudd 80-100 meter vest-nordvest for Storgruva. Videre vestover er det ikke funnet noen kvernsteinsbrudd, selv om området her har lite overdekning. Kartbildet tyder dermed på at den sydlige og den nordlige bruddsonen tilhører en og samme bergartssone, som er foldet tett sammen slik at de to delene er blitt tilnærmet parallelle (isoklinalt foldet). Inne i folden er det mest amfibolitt, mens det ser ut til å være hovedsakelig glimmerskifer på utsiden. Mangelen på større kvernsteinsbrudd i selve foldeombøyningen i vest kan skyldes at det her ble utviklet en annerledes kløv som var ugunstig for kvernsteinsbrytingen eller for kvaliteten på steinen. Det strukturgeologiske bildet kompliseres også av et sett med nesten flattliggende skjærsoner.

Bruddområdet og høydedraget like vest er svært kupert, med markerte knauser av fast fjell som stikker opp mellom smale søkk i terrenget. Flere steder er det naturlige, små huler innunder knausene (Figur 9). Årsaken er trolig at is og vann, under og på slutten av siste istid, eroderte de ulike bergartslagene i forskjellig grad. Dermed stakk de hardeste og mest motstandsdyktige lagene etter hvert opp som skarpe rygger i øst-vest-retning, gjerne også med overheng på sørsiden pga at lagene faller mot nord. Samtidig gjorde de flattliggende skjærsonene at deler av ryggene kunne 'knekke', slik at de lett ble plukket opp og flyttet av isbreen. Tilsvarende kunne skjærsonene gjøre deler av ryggene ustabile også etter istiden, slik at toppen kollapset og veltet ned.

Den lave, flate ryggen som strekker seg flere hundre meter øst-sørøst fra Storgruva – parallelt med dalretningen – består i hovedsak av store og små løsblokker og grus (Figur 10). Likevel finnes det en rekke mindre kvernsteinbrudd her. Disse er ikke drevet i fast fjell, men representerer 'flyttblokker' – store blokker som breen rev med seg fra fjellgrunnen og flyttet fra kvernsteinssonene. I tilfeller der ikke hele flyttblokken er 'brukt opp' til kvernstein, bekrefter avvikende strøk og fall at det ikke er fast fjell. Den store iskappen som dekket landet under siste istid beveget seg i hovedsak fra øst mot vest i disse traktene, så det vi ser her er trolig spor fra en dalbreen som beveget seg mot sørøst helt på slutten av istiden.

Granatglimmerskiferen i kvernsteinsbruddene består i hovedsak av kvarts, muskovitt og granat (Figur 11, Figur 12 og Figur 13). Bergarten er til dels båndet i centimeter- til desimeter-skala, og det kan være betydelig forskjell på mineralsammensetning og kornstørrelse i de ulike båndene. Denne variasjonen gjenspeiles til en viss grad i kvernsteinene. Noen av steinene kan derfor inneholde relativt mye hornblende eller kalkspat, noen inneholder kloritt (som erstatter glimmer), og noen har en god del sulfidmineraler som gir en rustbrun overflate når bergarten ligger ute og forvitrer. Granat varierer i kornstørrelse fra <math><1\text{ mm}</math> til 5 mm, men det er usikkert om skifer med granatstørrelse under 1 mm har vært benyttet til kvernstein. En kan også finne to generasjoner granat i en og samme prøve, der noen korn kan ha svakt utviklet krystallform (anhedrale eller runde) mens andre kan ha en eller flere velutviklede krystallfasetter (subhedral til euhedral granat).



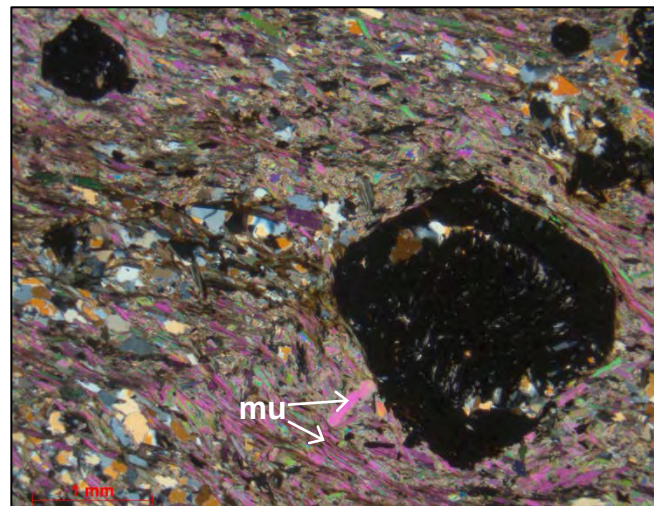
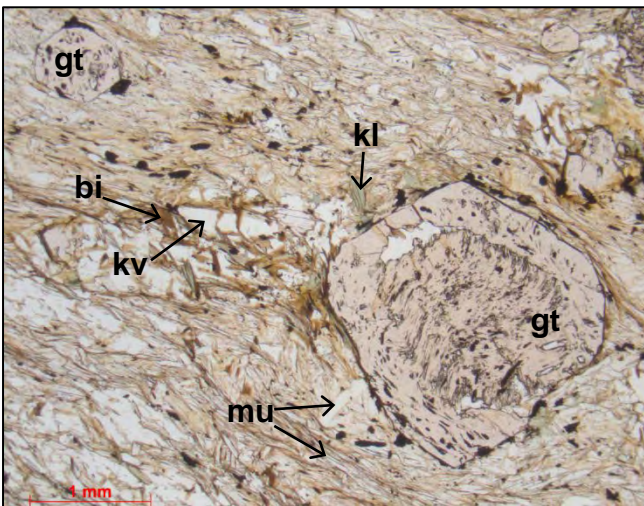
Figur 9. Naturlig hule under en stor flyttblokk. I bergveggen til høyre for hulen er det hogd kvernstein. Østkanten av Storgruva. Foto: Tom Heldal.



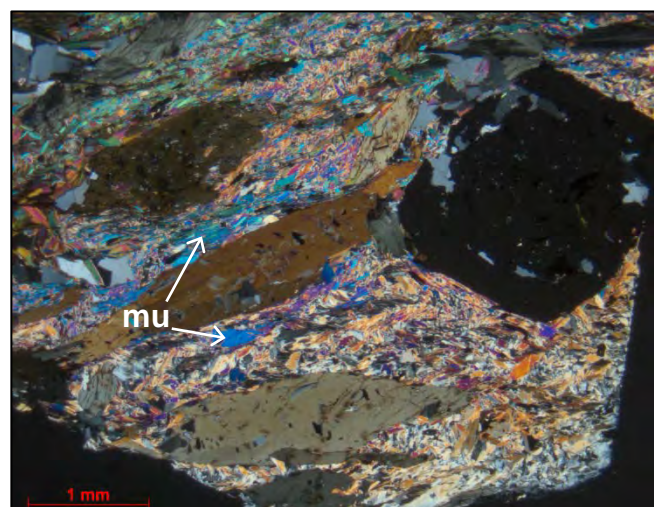
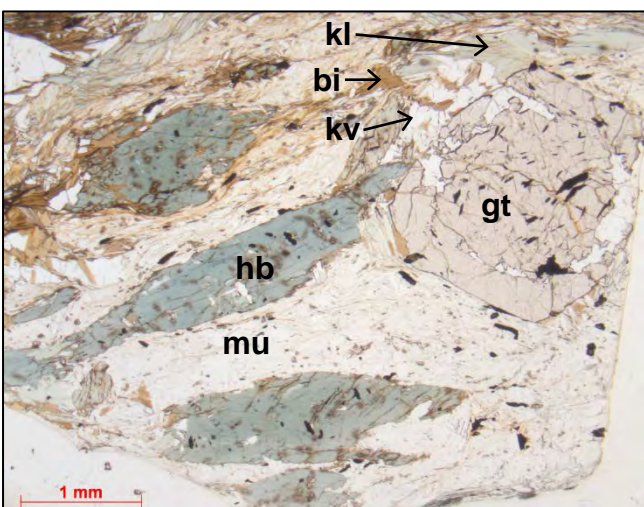
Figur 10. Flyttblokker i området sørøst for fastfjellsbruddene.



Figur 11. Nærbilder av granatglimmerskifer, Tolstadkvernberget. Venstre: Vekslende bånd av granatglimmerskifer, kvarts og glimmerskifer uten granat. Granatkrystallene vises som mørke spetter. Høyre: Granatglimmerskifer med hornblende (avlange mørke krystaller).



Figur 12. Mikroskopibilder, tynnslip av granatglimmerskifer, Tolstadkvernberget. Venstre: Vanlig gjennomfallende lys. Høyre: Samme snitt i polarisert lys (X-pol). Granat: gt; muskovitt: mu; biotitt: bi; kloritt: kl; kvarts: kv. Granatkornet til høyre har en kjerne med S-formede rekker av inneslutninger, og en senere påvekst med få inneslutninger Foto: Bjørn Wissing.



Figur 13. Mikroskopibilder, tynnslip av granatglimmerskifer, Tolstadkvernberget. Venstre: Vanlig gjennomfallende lys. Høyre: Samme snitt i polarisert lys (X-pol). Granat: gt; muskovitt: mu; hornblende: hb; biotitt: bi; kloritt: kl. Hornblende er delvis omvandlet til biotitt, som igjen er delvis omvandlet til kloritt. Foto: Bjørn Wissing.

Variasjonene i bergarten gjør at Tolstadkvernberget lokalt kan ha likhetstrekk med andre bruddområder med lys granatglimmerskifer, slik som Hyllestad og Saltdal. Biotitt finnes stedvis i Vågå, men har mindre kornstørrelse enn i andre biotittholdige varianter av glimmerskifer, som i Saltdal. Båndingen og innholdet av langstrakte hornblendekrystaller og tynne linser og bånd med kalkspat er karakteristisk for Vågå, men sees ikke overalt.

Vågåstein er også karakterisert av store sammenhengende flater av glimmer som virker silkematt med et skjær av bronsefarge. Disse flater består av tettliggende tynne flak av vekslende typer glimmer, der de enkelte mineral Korn er synlig bare i mikroskop. Enkelte varianter med grovkornig lys glimmer kan forveksles med Hyllestadskifer, men i Hyllestad er granatkrystallene oftest større og mer avrundede. Vågåstein kan også ha en mineral-lineasjon som sees særlig på flater med frem-springende granatkorn.

Oppunder overheng i bruddgropene er det flere steder spor etter sterk forvitring som minner om såkalt *tafoni*. Tafoni er en type forvitring som er vanlig i områder med lite og sjelden nedbør, særlig i ørkener. Vågå er også et av de tørreste områdene i landet, med et klima som fremmer saltforvitring. I disse kvernsteinsbruddene skyldes trolig forvitringen at regnvann trenger ned i berget langs mikroskopiske sprekker og porer i bergarten. På vei nedover løser vannet opp bestanddeler fra berget, bl.a. sulfat (som er blitt til ved at sulfidmineraler i bergarten har oksydert) og kalsium fra kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). Oppunder overhengene fordampes vannet, slik at saltet blir gradvis mer konsentrert og krystalliserer som gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) og andre sulfater på og like under overflaten av steinen. Når saltet krystalliserer sprenger det mineral Kornene fra hverandre slik at bergarten smuldrer opp. Mange steder i bruddgropene ser vi relativt store samlinger av saltkrystaller på overflaten (Figur 14). Andre steder er det en kraftig avflaking av bergflaten (Figur 15), og lokalt har forvitringen gjort bergarten så løs at den smuldrer helt opp og blir nærmest som mel et godt stykke inn fra overflaten.



Figur 14. Nærbilde av krystaller av gips(?) på overflaten innunder overheng i bruddgrop. Foto: Tom Heldal.



Figur 15. Tafoni under overheng rett vest for Storgruva. Den forvitrede overflaten løsner i flak og faller ned som et lyst steinpulver.

# Kvernsteinsbryting og hoggeteknikk i Norge

---

Kartlegging av en rekke kvernsteinsbrudd i Norge har vist at drifts- og hoggeteknikk som er benyttet ved drift i fast fjell kan skilles i to hovedkategorier:

- 1) Hogging av kvernsteinsemmet direkte fra berget. I det følgende blir dette kalt ***direkte hogging***.
- 2) Løsning av steinskive fra berget og hogging av kvernsteinen fra steinskiven. I det følgende blir dette kalt ***hogging fra steinskiver***.

I både lokal og nasjonal skala ser det ut til å være et tidsaspekt knyttet til variasjonene i teknikk, ved at *direkte hogging* dominerer i vikingtid og middelalder, mens *hogging fra steinskiver* dominerer i moderne tid (etter middelalderen). Typeeksempler på henholdsvis direkte hogging og hogging fra steinskiver er de to største bruddområdene i landet – Hyllestad og Selbu, hvor hovedtyngden av driften foregikk i henholdsvis vikingtid-middelalder og moderne tid (Grenne m.fl. 2008). Hyllestad med sin lange driftshistorie, viser også denne utviklingen innen ett og samme område (Heldal & Bloxam 2007).

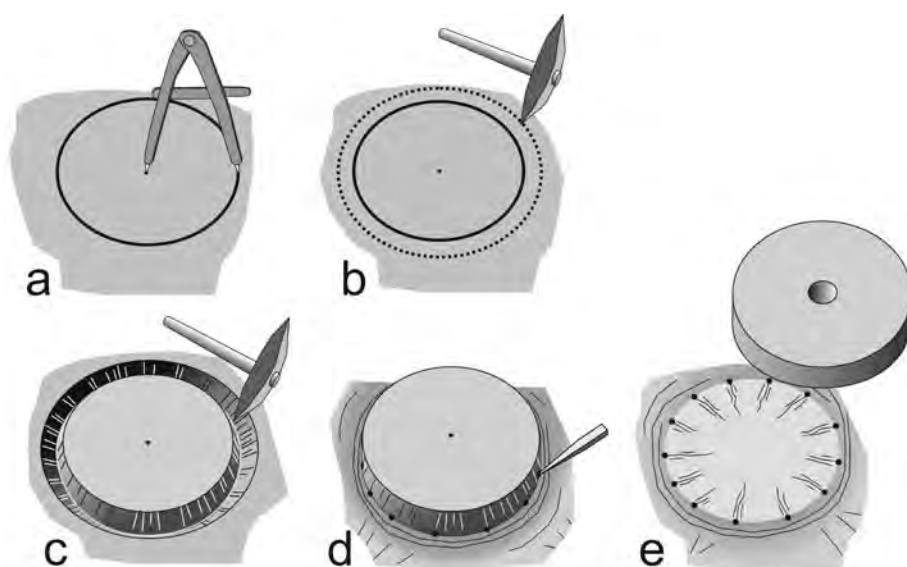
Innen de to hovedteknikkene finner vi en del variasjoner, som dels skyldes tilpasning til lokale geologiske forhold og terreng, men som også kan skyldes teknologisk utvikling og andre forhold som påvirket organiseringen av arbeidet i bruddene. Så selv om det er en generell utvikling av drifts- og hoggeteknikk med tiden, kan ikke teknikken alene brukes til å tidfeste virksomheten. Til en viss grad er også tidsskillet mellom de to hovedteknikkene noe flytende. Eksempel på dette er steinbrudd der kvernsteinene ble løsnet med den 'gamle' teknikken med direkte hogging så sent som på 1700-1800-tallet, slik som i bruddene i Sjolia i Heidal og Svelshamna i Troms (Grenne & Meyer 2011), trolig også i mindre omfang i Storgruva i Tolstadkvernberget (se s. 30). For detaljert beskrivelse og drøfting av ulike teknikker i kvernsteinshogging vises til egen rapport om dette emnet (Torbjørn Løland in prep.)

## Direkte hogging

Teknikken med å hogge kvernstein direkte fra bergflaten er beskrevet fra Hyllestad av Heldal & Bloxam (2007). Prinsippet er at det ble hogd 'kanaler' i bergflaten for å løsne emnene. Kanalhogging er fortidens mest vanlige teknikk for uttak av steinblokker generelt, særlig i det vi kaller 'bløte' bergarter, det vil si bergarter som inneholder mineraler som har mindre hardhet enn jern. For middelalderbruddene i Hyllestad, som i likhet med mange av tolstadbruddene ble drevet med direkte hogging, er det mer eller mindre allment akseptert at hoggingen foregikk med spisshakke og at hammer og meisel kun ble benyttet til å splitte emnet fra berget (Heldal & Bloxam 2007). Fra historisk tid er det godt dokumentert, bl.a. fra Selbu, at spisshakke var det viktigste hoggeredskapet (Grenne & Meyer 2009, Rolset 1947).

I Hyllestad foregikk uttakene ved hogging av sirkulære kanaler rundt kvernsteinsemmene (Figur 16). Først ble senterpunkt for emnet satt, og en sirkel ble risset med en form for passer. Så ble det hogd en kanal så dypt som en ønsket tykkelsen på emnet. Deretter ble emnet splittet fra bunnen av kanalen ved hjelp av gjentatte slag med meisel rundt emnets perimeter. Hoggingen var alltid slik at emnet lå parallelt med kløven i bergarten, så det løsnet lett. I noen tilfeller i Hyllestad (særlig for større kvernsteiner) er 'splittehullene' dype, opp til 10 centimeter. Så dype splittehull kan ha blitt hogd for å sette kiler i dem, men de kan også ha blitt så dype fordi det trengtes mange omganger rundt steinen med tung meisel før emnet løsnet.

Kanaler kan hogges på flere måter. Én måte er hogging av parallelle spor med ca. 5-10 cm avstand ned til en dybde på 3-5 centimeter. I steinhoggerterminologi er dette et 'skift'. 'Ryggen' som står igjen mellom sporene fjernes ved slag eller brekking. Tverrsnittet av en slik kanal kan beskrives som W-form. I Hyllestad er dette det vanligste. En slik måte å hogge kanaler på er svært vanlig også i mange andre steinbrudd fra fortiden, blant annet i romerske marmorbrudd, og særlig i bygningssteinsbrudd. En metode som er mer sjelden i Hyllestad, er hogging av ett enkelt spor som gradvis utformes til det blir en V-formet kanal. Denne metoden har store likheter med det vi ser i mange klebersteinsbrudd (grytebrudd). Ved begge teknikkene vil sidene på kanalen skråne innover mot bunnen. Bunnen av hvert hoggeskift vil definere linjer i berget etter at blokkene er tatt ut, og i noen tilfeller kan disse sporene si oss noe om arbeidsretningen (Heldal & Bloxam (2007).



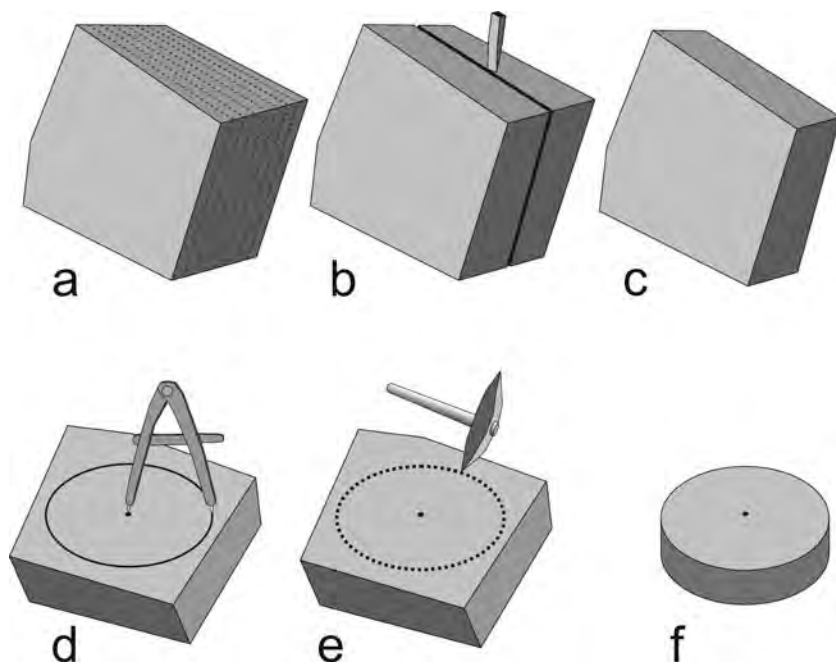
Figur 16. Illustrasjon av teknikken med å hogge kvernsteinen rett fra berget. Etter Grenne m.fl. (2008).

## Hogging fra steinskiver

Teknikken med å løsne steinskiver eller blokker som etterpå ble formet til kvernstein er beskrevet fra Selbu av Grenne & Meyer (2009). I den eldste driften her – fra midten av 1500-tallet (kanskje allerede fra 1400-tallet) frem til begynnelsen av 1700-tallet – foregikk steinbrytingen ved at det ble splittet ut store skiver fra bruddveggen, der hver skive var passe tykk til en kvernstein uten videre oppsplitting. Alt arbeidet foregikk med håndredskap og uten krutt, så det var svært viktig å benytte seg av naturlige svakheter i berget, som kløv og sprekker. Skivene ble løsnet langs kløven med jernkiler, eller det ble brukt 'kvernjern' (ei kort, tykk hakke med spiss på begge sider) til å hogge en rekke små hull langs kløven slik at kløvplanet til slutt sprakk opp og steinskiven løsnet. Fra første halvdel av 1700-tallet ble kruttet tatt i bruk for å øke effektiviteten. Borhull ble laget med håndbor og slegge. Til å begynne med ble det gjerne brukt en kombinasjon av kiling (langs kløven) og boring /sprengning (tvers på kløven), men etter hvert ble det vanlig at sprengning overtok helt for den gamle teknikken med kiling. Da ble det også vanlig å sprengte ut tykke blokker som etterpå måtte splittes opp til passe tykke kvernsteinsemner.

I Selbu foregikk bearbeidingen av steinskivene eller blokkene til rund og jevn kvernstein på det som ble kalt for 'hoggar-tælet', arbeidsplassen for selve tilhoggingen. Hvis bruddgropa lå høvelig til i

terreng og ikke var for dyp, ble steinen dratt opp til hoggartælet langs en slak transportvei. Etter at den eventuelt var splittet langs kløven til passe tykke emner (Figur 17), ble tilhoggingen gjort med kvernjern. Først måtte en slette det som var tenkt til maleflata på steinen. Deretter ble det brukt en slags passer til å risse en sirkel så stor som kvernsteinen skulle være, og langs sirkelen ble sidekanten på kvernsteinen hogd til med kvernjernet. Sidekantene ble hogd så de ble omtrent vinkelrett på emnet, i motsetning til stein hogd direkte fra bergflaten, der sidekantene helst ble skrå fordi kanalen rundt steinen skråer nedover mot bunnen. Hullet i midten – 'øyet' – ble gjerne hogd til slutt.

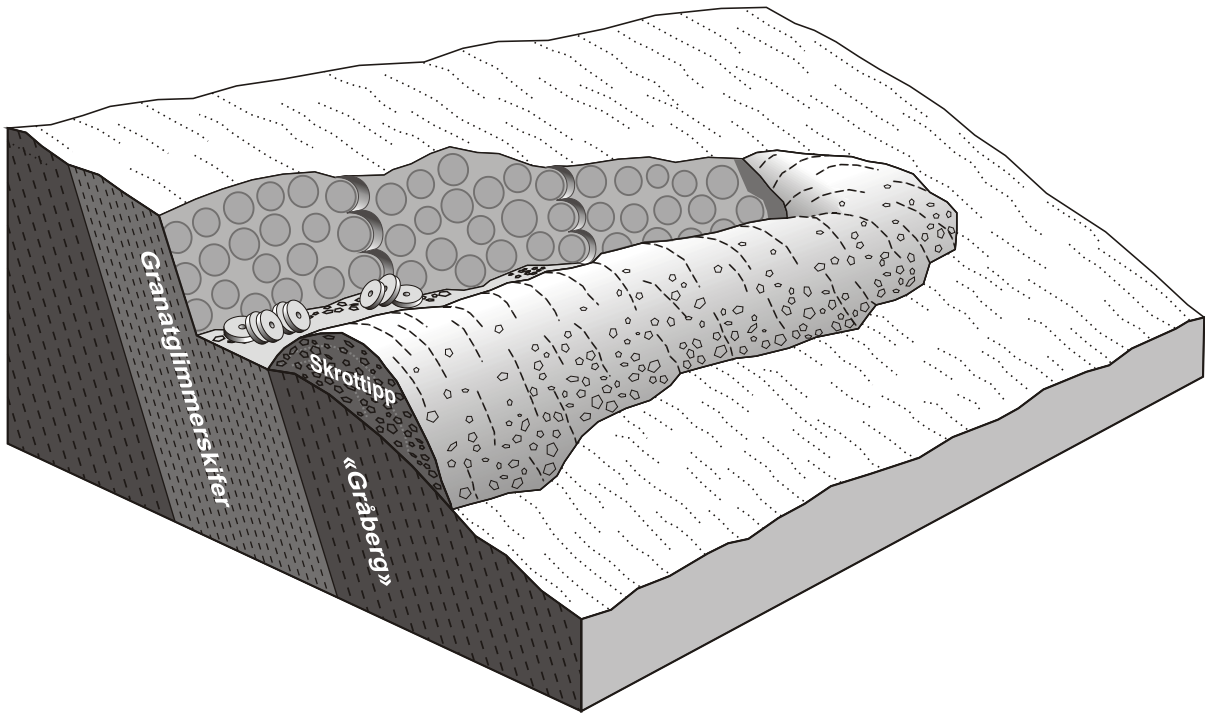


Figur 17. Illustrasjon av teknikken med først å løsne en steinskive eller tykk blokk, og deretter hogge kvernsteinen fra den passe tykke skiven. Etter Grenne m.fl. (2008).

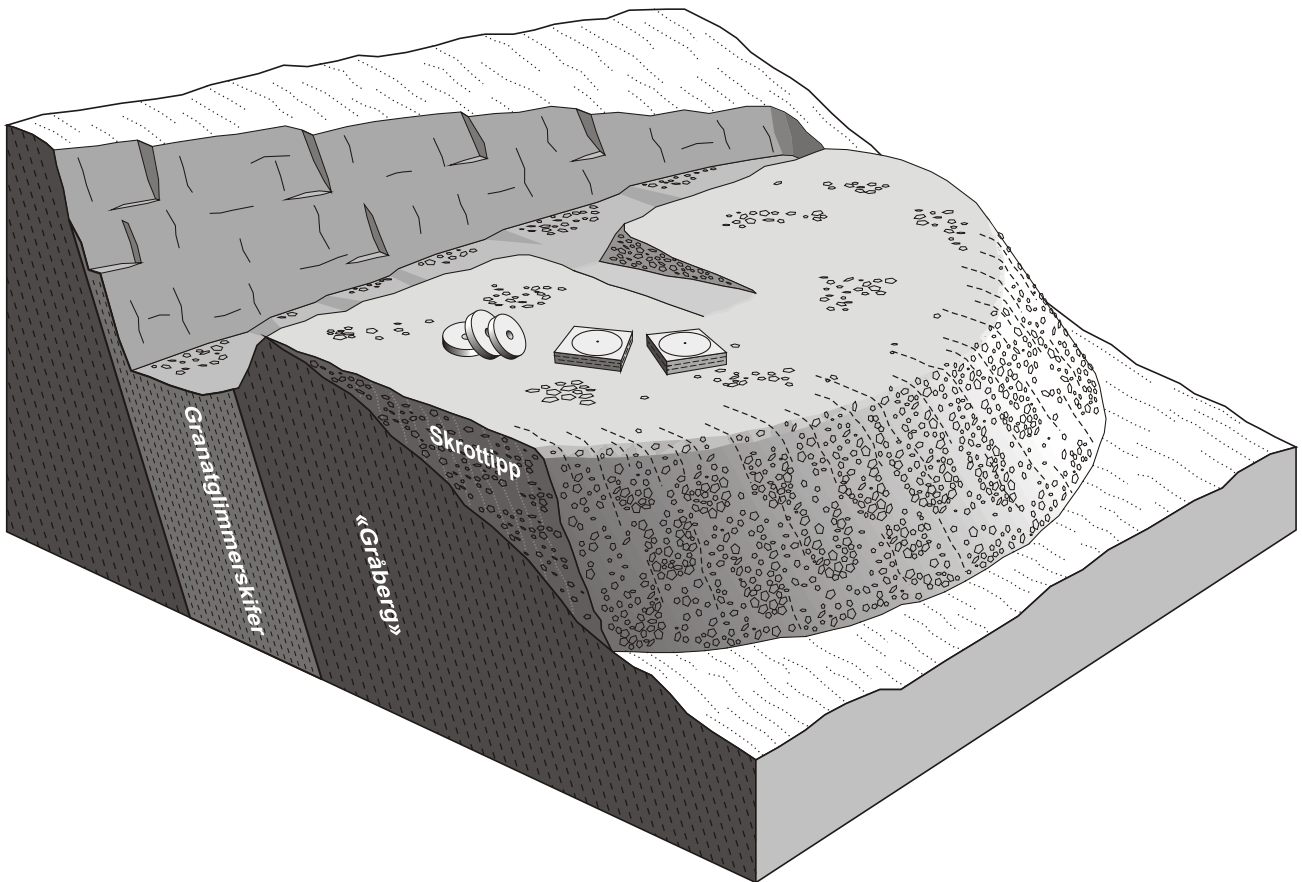
## Hogging fra steinskiver vs. direkte hogging. Bruddtypologi.

Hogging fra steinskiver har mange fordeler fremfor direkte hogging fra bergflaten. Steinen kan bedre undersøkes og vurderes før hogging starter. Blokken kan plasseres og flyttes i terrenget slik at arbeidsstillingen for steinhoggeren blir best mulig. Størrelsen – spesielt tykkelsen – ser ut til å ha endret seg da blokkhogging ble vanlig. Direkte hogging har sine begrensninger i hvor dyp kanalen kan bli, fordi dype kanaler må være brede og krever stort tidsbruk og arbeidsinnsats. Vi ser at vasskvernstein hogget i fast fjell som regel ikke overstiger 15 cm tykkelse, mens kvernstein hogget fra steinskiver ofte er dobbelt så tykke. Og steiner fra direkte hogging er gjerne tilnærmet flate på toppen, mens steiner hogget fra skiver ofte har en tydelig konkav form på toppen av oversteinen.

Overgangen til hogging fra steinskiver kan ha hatt sammenheng med endringer i mølleteknologi og økte krav til kvernsteinsstørrelser. Steinene kunne gjøres større og tykkere, med lengre levetid som resultat. De kunne også få mer loddrette sidevegger, som er en fordel for innretningen som samler opp melet under maleprosessen. Kanskje gikk det i retning av en mer standardisert form, tilpasset en mer standardisert mølleteknologi. Hva som var årsak og virkning i denne utviklingen kan diskuteres. Det mest sannsynlige her er at både markedet og produksjonsmetodene gjensidig har påvirket hverandre i søken etter det optimale resultat.



Figur 18. Typologiske hovedtrekk i kvernsteinsbrudd med direkte hogging, slik det var bl.a. i Hyllestad i middelalderen.



Figur 19. Typologiske hovedtrekk i kvernsteinsbrudd med bryting av steinskiver og hogging av kvernstein fra skivene, slik det foregikk i Selbu fra 1500-tallet.



Brytingsteknisk var hogging fra steinskiver helt ulik den gamle teknikken med direkte hogging fra bergflaten. Det var en effektiv driftsform, særlig for produksjon av store kvernsteiner fra bergarter med god og regelmessig kløv slik som i Selbu. Samtidig ga teknikken en vesentlig høyere andel skrotstein (avfallsstein), noe som gjorde at bruddene og bruddlandskapet fikk en helt annen karakter: Mens direkte hogging gir nesten ferdig kvernstein rett fra bruddveggen og danner mest små skrotstein som gjerne blir kastet opp som en voll langs kantene på bruddgropa, gir bryting og tilhogging av steinskiver eller steinblokker store mengder grov skrotstein, særlig ved bruk av krutt. Og mye av arbeidet består i tilhogging av steinskiven, et arbeid som det var hensiktsmessig å gjøre etter at den var slept opp fra bruddgropa slik at den ikke var i veien for videre drift. Resultatet – slik vi ser det bl.a. i Selbu – er store skrottpipper som gjerne strekker seg relativt langt ut fra transportveien opp fra bruddgropa. Karakteristisk for disse skrottpippene er en relativt flat og jevn topp med sidekanter av grovt skrot, noe som skyldes at arbeidet med tilhogging foregikk her og ga mye smått steinavfall, mens store ubrukelige steiner ble kastet utfor kanten av tippen. Typologiske hovedtrekk ved de ulike teknikkene er skjematisk fremstilt i Figur 18 og Figur 19. Det må bemerkes at hogging fra steinskiver ikke nødvendigvis ga skrottpipper med store flate topper, slik de er i Selbu. I stor grad har dette med selve organiseringen av arbeidet. Dersom tilhoggingen av steinskivene foregikk et annet sted enn ute på skrottpippen, ville også formen bli annerledes og kanskje mer lik det en finner i brudd med direkte hogging.

## Fyrsetting

Bruk av fyrsetting i steinbryting og gruvedrift er kjent fra gammel tid, og er beskrevet bl.a. av Georgius Agricola i sin avhandling "De Re Metallica" fra 1556. I steinbryting var metoden i utstrakt bruk allerede i faraoisk tid (Harrell & Storemyr 2009). Også i Norge, på Hespriholmen og Siggjo på Bømlo, ble det benyttet fyrsetting for å bryte grønnstein og rhyolitt til økser og pilespisser helt tilbake til 7500-2000 f.Kr (Alsaker 1987). I malmgruver i Nord-Europa var det den dominerende brytingsmetoden frem til kruttet gradvis tok over mellom 1600-tallet og 1800-tallet.

Metoden baserer seg på at stein utvider seg når den blir oppvarmet. Dermed oppstår spenninger i berget, slik at det sprekker. Fyrsetting krevde store mengder 'setteved', helst av treslag med høy brennverdi, som furu og bjørk. Bålet som ble satt opp mot berget skulle helst brenne i minst 24 timer. Når bålet sluknet, kunne den oppsprukne overflaten av berget lett slås i stykker og løsnes med ulike jernredskaper. Ettersom virkningen bare var noen få centimeter innover i overflaten, måtte stadig nye bål settes opp så snart bergflaten var rensket for løst berg og kullrester, helt til en var kommet så langt inn som en ønsket. Teknikken ble brukt både til å drive horisontale og vertikale gruveganger. Spesielt for drift vertikalt nedover, slik som i en sjakt, var at varmen fra bålet måtte ledes mot 'golvet', gjerne ved at steinheller eller lignende ble plassert over bålet.

Selv om fyrsetting var vanlig i malmgruver, har det ikke vært kjent at teknikken ble benyttet i kvernsteinsbryting i Norge. Dette skyldes trolig at den sterke oppsprekningen som fyrsetting medfører – noe som var en fordel ved drift på malm som likevel skulle knuses og håndskeides – var en stor ulempe når det gjaldt å utvinne hel stein av god kvalitet. I noen av Tolstadbruddene er det likevel svært sannsynlig at fyrsetting ble brukt. Det er to ting som indikerer dette. Det ene er at vi ser betydelige mengder trekull sammen med rødbrent stein nede i bruddgropene og i en adkomsttunnel, og noen steder er det et sotlag på skrotstein og bruddvegg (Figur 20 - Figur 22). Det andre er dokumenter fra overgangen 1600-1700-tallet som omtaler "... Ved til at brende med J Qvernberget ... " (se s. 3). Selv om ved trengtes for å lage kull til smia, som var viktig for skjerpning av hoggeredskap i bruddene, så kan vi gå ut fra at dette ville vært nevnt som *kull* – ikke som *ved*. Til smiene ble det fraktet kull fra kullmiler som ofte lå langt unna; *Ved til at brende med J Qvernberget* var neppe til smia, det var trolig setteved.

Vi har ingen direkte indikasjoner på hvordan fyrsetting ble brukt i Tolstadkvernberget, men vi må anta at det ikke var for å løsne selve kvernsteins-  
emnene, ettersom det ville vært ødeleggende for kvernsteins-  
kvaliteten. Vår tolkning er at fyrsetting derimot ble brukt for å komme til med drift mot dypet. Denne tolkningen blir forklart og illustrert lenger bak i rapporten.



**Figur 20. Rødbrent stein i taket i tunnel inn til brudd 012. Foto: Tom Heldal.**



**Figur 21. Rødbrent stein i tunnelen inn til brudd 012. Smått steinavfall som ligger igjen på sidene er også rødbrent, med biter av trekull iblandet. Foto: Tom Heldal.**



**Figur 22. Rødbrent stein og sot i taket av tunnelen inn til brudd 012. Foto: Tom Heldal.**

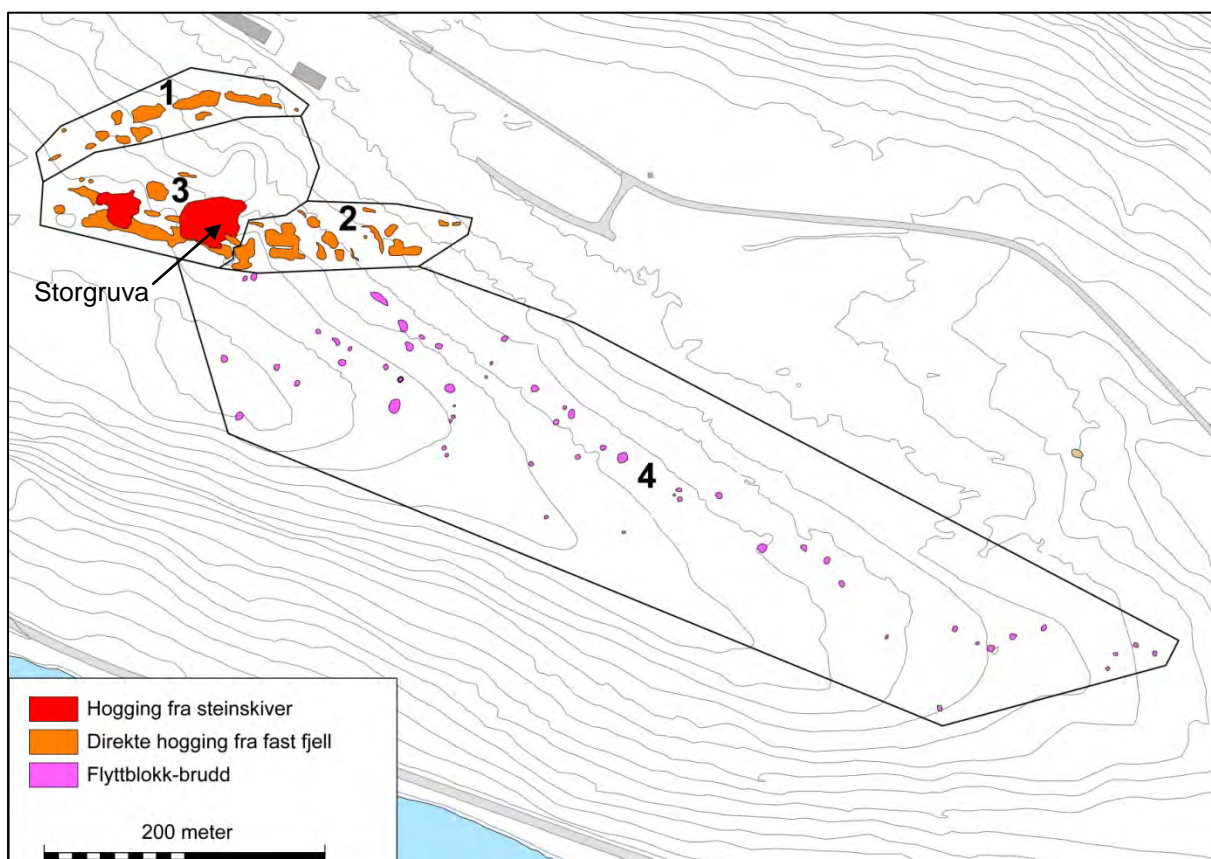
# Steinbruddslandskapet

## Bruddtyper

De største bruddene ligger i den nordvestre del av Tolstadkvernberget, og her ligger også det enkeltbruddet som er best kjent: Storgruva. Alle bruddene her er drevet i fast fjell. Steinavfallet ligger dels i markerte voller rundt bruddgropene, dels er det lagt igjen i eldre deler av bruddgropa, og noen steder går bruddgroper og skrotmasser over i hverandre i større sammenhengende områder. Noen steder har det også vært nyere drift som tydeligvis har 'spist opp' brudd fra eldre tider. Derfor er det ofte vanskelig å skille de enkelte bruddgropene fra hverandre, og forsøk på å angi antall brudd gir liten mening her. I tillegg til bruddene i fast fjell, har vi registrert 56 mindre kvernsteinbrudd langs den lave ryggen som strekker seg øst-sørøst fra Storgruva. Disse bruddene er drevet på flyttblokker i løsmasser. Ett brudd ligger for seg selv nordøst for de klare flyttblokk-bruddene; det er usikkert om dette er drevet i fast fjell eller i flyttblokk.

Basert på typologi og relativ kronologi av bruddgroper og skrottipper, kombinert med spor etter brytingsteknikkene, har vi skilt mellom tre typer brudd i Tolstadkvernberget:

- **Yngre brudd i fast fjell** der kvernstein er hogd hovedsakelig fra steinskiver/blokker som er kilt eller sprengt løs fra bruddveggen
- **Eldre brudd i fast fjell** der kvernstein er hogd dels direkte fra bergveggen, dels fra steinskiver
- **Brudd i flyttblokker**



Figur 23. Kartlagte felt og bruddgroper i Tolstadkvernberget. Høydekurver 5 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

I terrenget ser vi at brudd med hogging hovedsakelig fra steinskiver er drevet inn i bruddgroper med direkte hogging, og det er klart at hogging fra steinskiver foregikk for det meste senere enn direkte hogging, i samsvar med den generelle utvikling av brytingsteknikk som er beskrevet foran. Vi har et mer eller mindre sammenhengende bruddlandskap, men for oversiktens skyld vil fastfjellsbruddene bli beskrevet områdevis, inndelt i tre felt som vist i kartet (Figur 23). Flyttblokk-bruddene ligger adskilt fra fastfjellsbruddene (felt 4), slik at det ikke er mulig å bestemme relative aldersforhold direkte, men i noen flyttblokk-brudd ser vi spor etter direkte hogging som antyder at de er relativt gamle (se s. 39).

Skillet mellom de to typer fastfjellsbrudd er ikke alltid klart. I deler av Storgruva, som i det vesentlige er drevet med hogging fra steinskiver i nyere tid, finner vi også enkelte spor etter samtidig direkte hogging. Og i eldre brudd hvor vi finner flere spor etter direkte hogging, kan vi også finne trekk som tyder på at de samtidig ble drevet med hogging fra steinskiver (se diskusjon s. 49). Noen steder er også bruddvegger og skrottpipper så dekket med mose og annen vegetasjon at det er vanskelig å bestemme driftsmåten. Inndelingen i følgende tekst og kart er derfor ikke absolutt, men gir et bilde av *hovedtrekkene* i brytings- og hoggeteknikk.

## Redskapsspor og hoggeteknikk

I Tolstadværnberget er det bare få steder vi finner redskapsspor som er godt nok bevart til å bestemme redskapstypen sikkert. Delvis skyldes dette forvitring der sporene har vært eksponert for vær og vind, delvis skyldes det sterk overvekst av mose og annen vegetasjon. Det er svært sannsynlig at godt bevarte redskapsspor kan finnes ved fjerning av mosedecket, men dette er gjort bare unntaksvis i denne undersøkelsen av hensyn til landskapets bevaring. De få sikre sporene vi ser tyder likevel på at også her på at hammer og meisel ble brukt for å løsne emnet fra berget ved direkte hogging, mens spisshakke var det viktigste redskapet for kanalhoggingen rundt emnet. Én antydning om dette er emner/kanalrester som ikke er helt sirkulære, men spisser litt nederst (Figur 24). Ved bruk av hakke på en bratt bruddflate vil en lett få denne formen, fordi det nederst på emnet vil være tyngre å føre hakken sidelengs enn nedover.

Ved bruk av meisel ville det derimot vært lett å følge en sirkulær form uansett hvor på emnet en arbeidet. Videre ser vi eksempler på at det meste av kanalen ble ferdig hogd i full dybde etter hvert som en flyttet seg rundt emnet (Figur 25). Enden av kanalen er skrå, slik en vil vente ved skrå hugg med hakke (se diskusjon i Heldal & Bloxam 2007).



Figur 24. Spor etter direkte hogging i sørøst-hjørnet av Storgruva. Fra tidlig driftsfase i Storgruva. Formen er litt spiss i nedkant, noe som tyder på at det er brukt hakke, ikke meisel. Hammeren er 40 cm lang.

Mye tyder på at kanalene oftest ble hogd som et enkelt spor som ble gradvis utvidet til en V-formet kanal (Figur 26; se også generell beskrivelse av hoggeteknikker, s. 15). I noen tilfeller har imidlertid kanalen en flat bunn (Figur 27), som kan tenkes å komme fra rensking av 'ryggen' i bunnen av en W-formet kanal. Begge former kan være enten symmetrisk eller asymmetrisk. Symmetriske kanalprofiler er skrå på begge sider (slik det var vanlig i vikingtid- middelalder bl.a. i Hyllestad). Asymmetriske profiler har gjerne en enda mer skrå ytterside, mens innersiden (mot selve kvernsteinsemnet) er rett, tilnærmet tvers på kløvplanet. De to formene av kanalprofil kan finnes på samme hoggeflate og er brukt om hverandre på samme tid.

Årsaken til at det delvis er hogd med asymmetrisk profil i Tolstadkvernberget, i motsetning til vikingetidsbrudd og tidlige middelalderbrudd i Hyllestad der profilene alltid er symmetriske, er usikker, men Torbjørn Løland (muntlig meddelelse, 2012) har foreslått to mulige forklaringer. Begge har å gjøre med at hogging fra steinskiver, der de rette sidekantene på kvernsteinen blir en naturlig følge av selve teknikken, etter hvert tok over for den eldre teknikken med direkte hogging. Én forklaring kan være at begge teknikkene var i bruk om hverandre i en overgangsfase, og at skikken med å hogge rette kanter ble 'trukket med' fra den nye teknikken når steinhoggerne innimellom gikk tilbake til direkte hogging. En annen mulighet er at selbubruddene – der all kvernstein ble hogd fra skiver og med rette sidekanter – allerede var dominerende på markedet og på et vis 'satte standarden' for hvordan en kvernstein skulle se ut på denne tiden.

Uttaksstedene med direkte hogging viser også spor etter løsningen av det runde emnet fra berget: mange små hull rettet innover mot emnet fra bunnen av kanalen langs kløvretningen i berget (Figur 28). Teknikken var den samme som den Haldal & Bloxam (2007) beskriver fra Hyllestad, der emnet ble løsnet med gjentatte slag på en spiss meisel som ble flyttet rundt emnet. De enkelte hullene etter



**Figur 25.** Direktehogd emne som er oppgitt før kanalen rundt ble gjort ferdig. Det meste av kanalen er hogd i full dybde, mens en mindre del ikke er påbegynt. Sammen med den skrå 'enden' av kanalen, tyder dette på at det brukt spisshakke – ikke meisel. Emnet er ca. 55 cm i diameter. Først er det forsøkt å hogge en kvernstein på ca. 70 cm, som vi ser av den større rundingen til høyre og i nedkant av emnet. Det store emnet ble trolig skadet under forsøket på løsning, slik at nedre del måtte kuttes bort. Lokaltet 045.



**Figur 26.** Hogd kanal (sett fra siden) med symmetrisk V-profil og spiss bunn. Kanalen er nesten 10 cm bred øverst. Brudd 173.

meiselen er satt med 5-15 cm avstand, og er oftest et par centimeter brede og 2-4 cm dype. Ingen av sporene vi har sett er så store at de kan ha vært for kiler.

I brudd hvor kvernsteinene ble hogd fra steinskiver er det relativt få synlige spor etter selve brytings- og hoggeteknikken, og dermed er det noe usikkert hvordan arbeidet foregikk i detalj. I relativt unge brudd, som Storgruva, ser vi at det ble brukt boring og sprengning med krutt for å løsne steinskiver eller -blokker fra berget. Kilehull er ikke sikkert observert.

Likevel kan vi ikke utelukke at det ble brukt kiling for å løsne steinskivene.

En nærmere undersøkelse av dette ville krevd omfattende avdekking av vegetasjonen, noe som ikke er ønskelig i et slikt verneområde. Det er også vanskelig å avgjøre om det ble brutt passe tykke steinskiver som deretter ble formet til kvernstein, eller om det ble brutt tykke steinblokker som etterpå ble splittet til passe tykke skiver. I Tolstadkvernberget ser vi flere store steinskiver som vi kan anta var tenkt til videre hogging av kvernstein, én av dem med tydelige spor etter tilhogging av selve kvernsteinen (Figur 29) slik det var vanlig i Selbu til omkring midten av 1800-tallet. Men vi kan ikke utelukke at det også ble brutt tykke blokker, som i Selbu på siste halvdel av 1800-tallet.



**Figur 27.** Hogd kanal med flat bunn, rundt kvernsteinsemne som ikke er løsnet. Kanalen har rett sidekant mot emnet og skrå ytterkant. Kanalen er nesten 10 cm bred øverst.

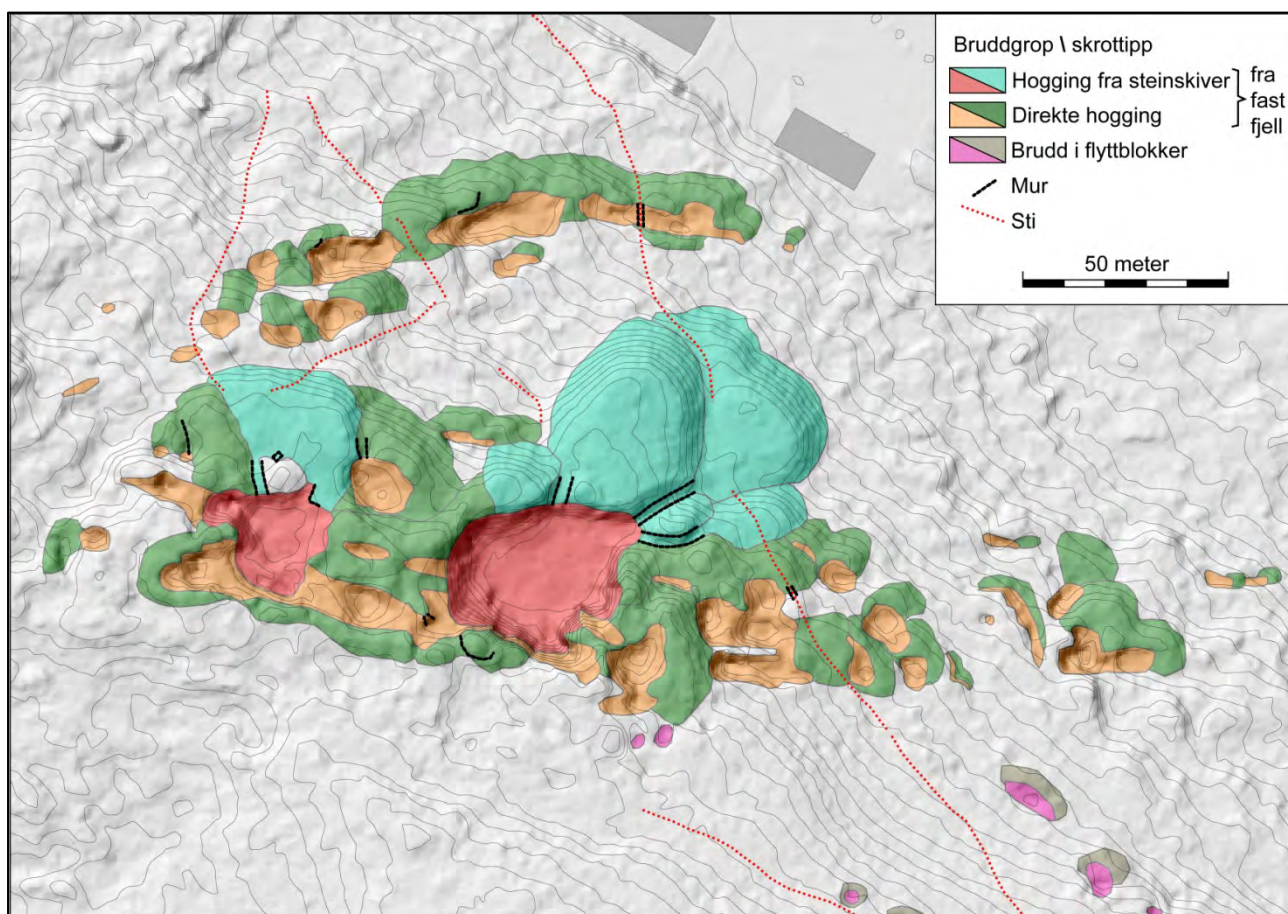


**Figur 28.** Hull etter meisel langs bunnen av kanalen vist i Figur 27. Hullene er ca. 2 cm brede.



**Figur 29.** Steinskive med påbegynt emne, Storgruva.

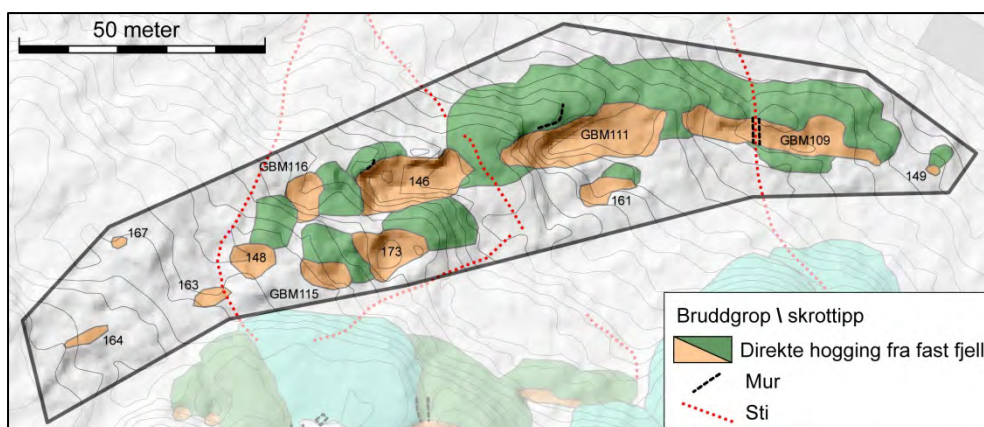
## Brudd i fast fjell



Figur 30. Kvernsteinsbrudd i fast fjell, Tolstadkvernberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

### Felt 1

Feltet omfatter den nordlige sonen med granatglimmerskifer til og med foldeombøyningen i vest (Figur 23). Over en strekning på vel 180 meter er det her åtte veldefinerte bruddgroper og skrot-tipper; i tillegg er det fire små hoggesteder nært ombøyningen i vest og en liten bruddgrop helt i øst (Figur 30 og Figur 31). Typologisk tilhører alle brudd i dette feltet gruppen av "eldre brudd".



Figur 31. Kvernsteinsbrudd i felt 1, med lokalitetsnummer, Tolstadkvernberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

Størst er tre av bruddene nord i denne sonen (Figur 31, lokalitet *146*, *GBM111* og *GBM109*), hvert med 22-40 meters lengde og opptil 11 meters bredde. Driften har fulgt granatglimmerskiferens hengkontakt (overside), som faller omkring 60° mot nord, slik at bruddgropene har fått markerte overheng på nordsiden (Figur 32). Bunnen er dekket med skrotstein som gjør det vanskelig å bestemme eksakt dyp, men bruddgropene er i alle fall 2-4 meter dype. Det ligger også skrottipper mellom bruddgropene, slik at vi ikke kan utelukke at det har vært et sammenhengende brudd der skrot fra relativt sene driftsfaser er lagt igjen i selve bruddgropa.

Skrottipper ligger som en slags voll langs bruddkantene (Figur 33), hovedsakelig på nordsiden der terrenget heller nedover. I brudd *146* er det en markert knaus rett i nord, og det har vært lettere å legge skrotsteinen ut mot nabobruddet i øst (*GBM111*). Steinavfallet på tippene er relativt smått. På nordvestkanten av bruddgrop *GBM111* er det en kort, lav mur av stablet skrotstein. En tilsvarende konstruksjon finnes nord for *146*. Lignende murer har vært observert andre steder, både i Tolstadkvernberget og Sjolja i Heidal (Grenne & Meyer 2011), hvor de er delvis dekket av smått steinavslag og kan tolkes som en slags arbeidsplass der finhoggingen av kvernsteinen foregikk. Alternativt kan det ha vært en forstøtningsmur for å hindre at stein fra skrottippen skulle rase tilbake i bruddgropa.

Bruddveggene er dels dekket av skrotstein og dels av et tykt moselag, men det kan sees enkelte spor av kvernsteinshogging direkte fra berget. Noen steder er bruddflaten plan og uten hoggespor, noe som enten kan skyldes at bryting av steinskiver foregikk omtrent samtidig med direkte



Figur 32. Brudd *GBM111* sett mot vest.



Figur 33. 'Voll' av skrotstein dekket med mose langs bruddkanten.



Figur 34. Brudd *146* sett mot vest-nordvest. Et emne til håndkvernstein er løsnet, men etterlatt i bruddet. Foto: Tom Heldal.



hogging, eller at bruddflaten var 'rensket' for eldre kanalrester slik at det skulle bli lettere å fortsette med direkte hogging. Ett sted står et halvferdig emne til en håndkvernstein igjen nede i bruddgropa (Figur 34). Innunder overhenget finnes sannsynlige spor etter fyrsetting i form av rødbrent skrotstein og trekull.

De øvrige bruddgropene i feltet er av samme type, men er mindre og grunnere. Av spesiell interesse er lokalitet *GBM115*, der hoggeflaten i bruddgropa er særlig godt eksponert. Her er det klart at det var bare direkte hogging. Hele flaten er dekket av spor etter runde kanaler fra kvernstein som er løsnet, delvis også hele kanaler rundt kvernsteinsemner som fremdeles står igjen på bruddflaten fordi de ble skadet under hoggingen (Figur 35). De runde kanalene ligger tett sammen, tildels på samme kløvflate, og ligner på Hyllestad-



Figur 35. Brudd *GBM115*; bruddflaten sett mot sør. Runde kanaler etter direkte hogging. De fleste emnene herfra var ca. 55 cm.

teknikken som Heldal & Bloxam (2007) beskrev som "hugget brudd langs kløvlag", der steinene blir tatt ut omtrent som rundingene fra en pepperkakeleig. De fleste sporene er fra håndkvernstein (omkring 55 cm), men det er også tatt ut vasskvernstein på ca. 70 cm omtrent samtidig med eller litt før håndkvernhoggingen.

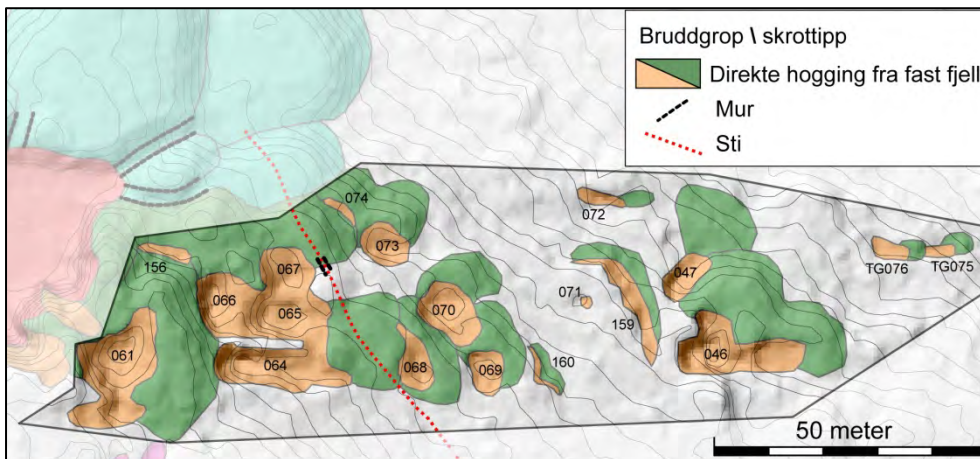
Bruddgropene helt i vest (*163*, *164*, *167*) har ikke tydelige skrottipper og er små. Synlige driftsspor finnes på nordvestsiden av naturlig oppstikkende små knauser, og bærer mest preg av prøvedrift (Figur 36). Grunnen til at det ikke ble videre drift her, kan være at dette er i ombøyningen av en stor isoklinalfold som har gitt granatglimmerskiferen en annerledes og ugunstig kløv (se s. 10). Sporene viser likevel at det ble brukt samme teknikk med direkte hogging, og at det ble forsøkt produsert både håndkvern- og vasskvernstein.



Figur 36. Spor etter direkte hogging på liten knaus. Lokalitet *167*, sett mot sør.

## Felt 2

Feltet omfatter øst-delen av den sydlige sonen med granatglimmerskifer (Figur 23 og Figur 37). Typologisk tilhører alle brudd også i dette feltet gruppen av "eldre brudd". To små brudd er registrert ned mot det flate området i øst. Ingen spor etter drift er funnet i geologisk strøkretning videre mot øst, men lenger sørøst er brudd 140 (se s. 38) trolig brutt i fast fjell.



Figur 37. Kvernsteinsbrudd i felt 2 (med lokalitetsnummer), Tolstadkvernberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

Litt mot sørvest og vest ligger to mellomstore brudd (046, 047), samt noen mindre uttakssteder som bærer mest preg av forsøksdrift (071, 072, 159, 160). Bruddgropa ved 046 er 23 meter lang og 5-7 meter bred. På det dypeste er den minst 4,5 meter, men fordi den delvis er vannfylt er det vanskelig å beregne dybden eksakt. Som de større bruddgropene i felt 1, er også denne drevet ned langs bergartens fallretning slik at det er blitt overheng på nordsiden, og innunder overhengen finnes en god del trekull som antas å stamme fra fyrsetting. Den skrå bruddflaten på sørsiden har flere runde kanalrester etter direkte hogging av både håndkvernstein og vasskvernstein med samme teknikk som i brudd *GBM115* i felt 1 (Figur 38). Mot nord er det laget en slak transportvei opp til en stor skrotteipp som er lagt i det hellende terrenget nedenfor (Figur 39). Skrotstein er også fraktet ut fra øst-enden av bruddgropa.

Videre vest ligger en gruppe mellomstore brudd av samme type (068, 069, 070, 073, 074). Vollformede skrotteipper er lagt mot nordøst, langs ytterkanten av bruddgropene i det hellende terrenget. Tippene fyller dermed til dels inn i tilstøtende bruddgrop, slik at bruddvegger er tildekket og opprinnelig bruddstørrelse ikke kan bestemmes. To steder (070 og 073) er det forsenkninger i skrotteippene, trolig for å lette dreneringen. I lokalitet 074 er bruddveggen særlig godt synlig (Figur 40), med flere runde kanalrester side om side etter direkte hogging, her tilsynelatende bare av håndkvernstein (ca. 40-55 cm).



Figur 38. Brudd 046 sett mot sørøst. Runde kanaler etter direkte hogging sees i bruddveggen på motsatt side. Foto: Tom Heldal.

Brudd 064-067 er et relativt stort brudd av samme type som de lenger øst. Bruddet består av fire groper, som til sammen er ca. 25 meter bred og tilsvarende lang. Største dybde er 3,5 meter eller mer (bunnen er delvis vannfylt og dekket med skrotstein). Gropene kan i en tidlig fase ha vært adskilte brudd, der driften etter hvert gjorde at de 'grodde sammen'. Formen tyder på at det opprinnelig var drift på tre adskilte soner med granatglimmerskifer. 'Gråberget' imellom står delvis igjen som en markert rygg. I sydlige og midtre del er det også her overheng som tyder på at driften mot dypet skjedde ved hjelp av fyrsetting langs bergartenes fallretning mot nord, før kvernsteinshoggingen fortsatte på kløvplanet mot syd. Under overhengene finnes rødbrent skrotstein sammen med trekullrester. Bruddflatene i sør er sterkt tildekket av mose, men der de er eksponert sees noen runde kanalrester etter direkte hogging, både tett inntil hverandre "langs kløvlag", og som "nedtrappet" brudd der emnene tas ut i 'stabler' (se beskrivelse av denne teknikken fra Hyllestad av Heldal & Bloxam 2007). Uregelmessige skrottpipper er lagt opp mot øst, der steinavfallet fyller delvis inn i brudd 068, og mot nord, der tippen flyter sammen med skrotstein fra bruddene i vest.



Figur 39. Brudd 046 sett mot nord. 'Transportveien' opp fra bruddet sees midt på bildet.

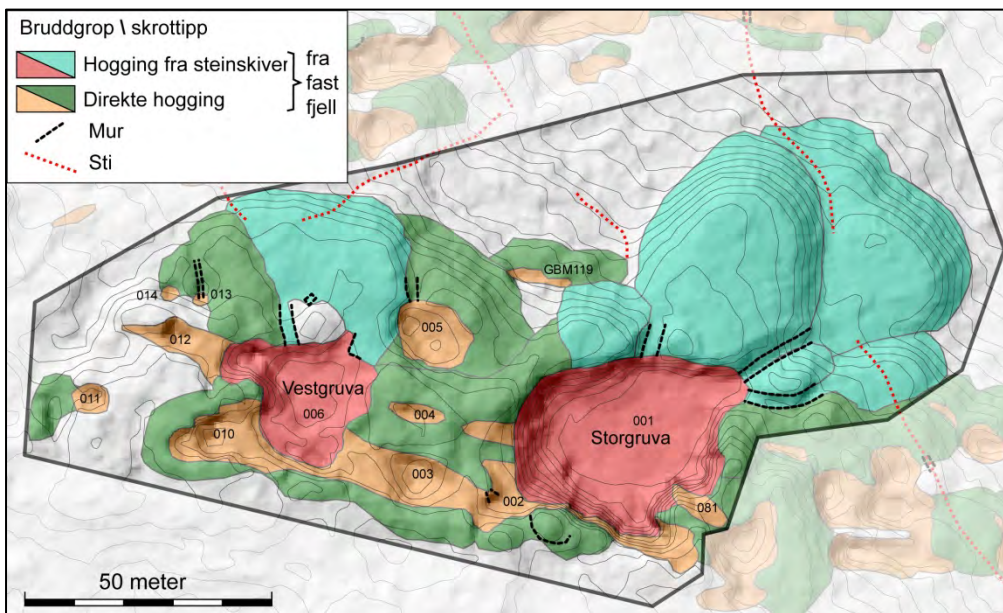


Figur 40. Brudd 074 sett mot sør. Mange spor etter direkte hogging av håndkvernstein.

Vestligst i felt 2, rett øst-sørøst for Storgruva, er et opptil fem meter dypt brudd (061) hvor det er lagt igjen så mye skrotstein i selve bruddgropa at bruddveggene er helt dekket. Tippen ligger nord og øst for bruddgropa. Typologisk er bruddet noe usikkert, fordi bruddveggene er overdekket. Men ettersom tippen ikke fyller igjen bruddene i øst (064-067) i særlig grad, antar vi at alle er omtrent samtidige og tilhører gruppen av "eldre brudd" med både direkte hogging og hogging fra skiver. Litt nord er det rester av et gammelt brudd som er nesten gjenfylt av skrotstein fra Storgruvas østlige del.

### Felt 3

Feltet omfatter vest-delen av den sydlige sonen med granatglimmerskifer (Figur 23 og Figur 41). Bruddene her er typologisk mer variert enn i felt 1 og 2, med elementer fra både eldre og nyere drift.



Figur 41. Kvernsteinsbrudd i felt 3 (med lokalitetsnummer), Tolstadværnberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

Det største og mest iøynefallende bruddet er det som lokalt er kjent som *Storgruva* (Figur 42), som typologisk tilhører gruppen av ”yngre brudd”. *Storgruva* har en ’avrundet rektangulær’ form, litt over 40 meter lang i øst-vestretning og 35 meter bred. Veggene går steilt ned til bunnen, som er relativt flat med noe vann i midten. I sør er bruddveggene omkring 10 meter høye, i nord betydelig lavere på grunn av terrengets helning. Totalt er det brutt omkring 7000 m<sup>3</sup> stein her. Noen uferdige eller ødelagte emner til vasskvernsteins ligger igjen nede i bruddgropa. Nederst i den sydlige bruddveggen er det spor etter håndboring og sprengning med krutt, som viser at det er brutt steinskiver eller steinblokker som det deretter ble hogd kvernstein fra (se Figur 17). En slik blokk ligger også igjen i bunnen av bruddet (Figur 29).

Mot nord-nordøst er det store skrot-tipper som strekker seg nesten 60 meter ut fra *Storgruva*. Tippene skiller seg klart fra de vi finner i felt 1 og 2 ved å ha en jevn og vid toppflate, med stor skrotstein langs de bratte ytterkantene. Typologisk svarer de til det vi ser i Selbu, hvor teknikken med bryting av steinskiver og blokker var enerådende og hvor formen på tippene kom av at tilhoggingen av steinskivene til rund kvernstein foregikk hovedsakelig her, på det såkalte ’hoggartælet’ (Grenne & Meyer 2009). I Vågå-kontekst er derfor alt dette skrottipper fra ”yngre brudd”.



Figur 42. *Storgruva*. Bildet er tatt mot sørøst. To etterlatte kvernsteins-emner (med øye) sees til høyre, i vannkanten.

Vi kan skille mellom tre eller fire generasjoner av tipper fra ”yngre brudd” ved Storgruva. Disse tippene ligger trinnvis lavere i terrenget etter som bruddet ble drevet stadig dypere. Øverst ligger den som er relativt eldst, en liten skrottippen med nesten flat topp nord-nordvest for bruddgropa. Fire-fem meter lavere ligger en litt yngre, stor tipp, som strekker seg utover mot nord-nordøst. Opp hit er det rester av en slak transportvei som er gravd ut og støttet med oppmurt skrotstein gjennom den eldre tippene (Figur 43). Formen på tippene tyder på at hovedadkomsten til bruddet på denne tiden var litt lenger øst enn transportveien vi ser i dag. Den oppmurte veien ender tre meter oppe på nåværende bruddvegg (Figur 44), og viser omtrent hvor dyp Storgruva var da denne skrottippen ble påbegynt. Omtrent fem meter lavere enn den store skrottippen ligger en tredje, liten tipp ut mot øst-nordøst, igjen med en utgravd transportvei med støttemurer mot eldre skrotmasser. Også denne veien ender oppe på bruddveggen, drøyt en meter over nåværende bunn-nivå i Storgruva. Til slutt er det gravd ut en transportvei med støttemurer gjennom den store skrottippen (Figur 45), rett mot nordøst ut til den aller yngste og laveste skrottippen (Figur 46), som ligger enda 2,5 meter lavere enn den forrige. Dette er i dag hovedadkomsten til Storgruva for besøkende, med en informasjonstavle ved inngangen.



Figur 43. Støttemur på siden av transportvei gravd ut gjennom eldre skrotmasser, Storgruva (sett mot vest-sørvest).



Figur 44. Storgruva sett mot nord. Den eldre transportveien vist i Figur 43 sees som et søkk som går ut i bruddveggen ca. tre meter over nåværende bunn av bruddet. Transportveien som ble brukt i den seneste driften går ut mot høyre i bakgrunnen.

Bruddveggene i Storgruva inneholder soner med granatglimmerskifer som veksler med amfibolitt og skifertyper uten granat, og det er klart at store mengder 'gråberg' måtte fjernes under driften. Dette er forskjellig fra bruddene med direkte hogging, hvor det var mer fokusert drift på den verdifulle granatglimmerskiferen og hvor gråbergsbryting bare skjedde i den grad det behøvdes for å komme dypere langs *hengen* (*hengen* = det som ligger over selve kvernsteinssonen).

Men vi finner også to typer spor etter direkte hogging i Storgruva, tilsynelatende fra henholdsvis nyere og eldre tid. Det første er runde, noe diffuse 'groper' etter store kvernsteinsemner (mer enn 80 cm) som er løsnet fra nederste del av bruddveggen helt sør i bruddet, på steder hvor det også finnes borhull etter sprengning som viser at den gamle teknikken var delvis i bruk helt til nyere tid. Det andre finnes øverst langs kantene i den sydlige del av bruddet. Her er det rester av brudd med hogging av hovedsakelig håndkvernstein, som er klart eldre enn de dypere delene av Storgruva.



Figur 45. Laveste og yngste transportvei fra Storgruva, sett utenfra (mot sørvest).



Figur 46. Den laveste og yngste skrottippen utenfor åpningen av Storgruva, sett mot nord. Kanten på en tilsvarende tipp sees øverst til venstre.

I sørvest danner et slikt brudd en slags 'hylle' over den steile bruddveggen fra yngre drift. Det gamle bruddet ser ut til å ha vært to-tre meter dypt akkurat her, omgitt av en uregelmessig voll av skrot slik vi ser i andre brudd med hovedsakelig direkte hogging. Bruddveggene har imidlertid ikke bare spor av direkte hogging, det er også plane flater som kan tyde på at det er brutt steinskiver omtrent samtidig med direkte hogging (Figur 47).



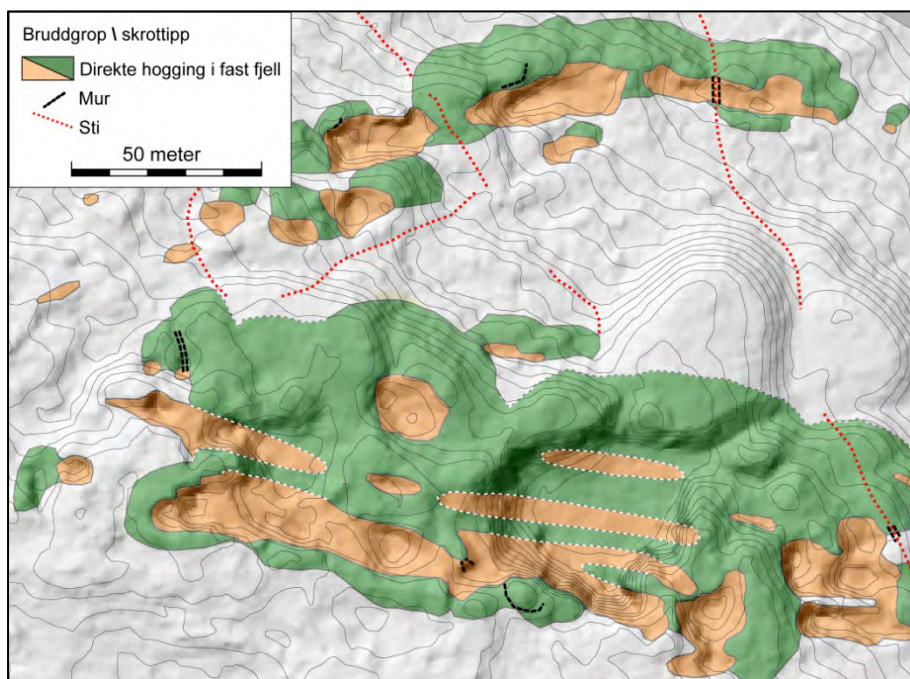
Figur 47. Spor etter direkte hogging på en ellers plan bruddflate fra tidlig driftsperiode i Storgruva, oppe på sørvest-kanten av det store bruddet.

Tilsvarende forhold ser vi omkring sørøst-hjørnet av Storgruva. Her er det tydelige spor etter slik drift så dypt som fem-seks meter ned, hvor det under et overheng av gråberg finnes trekullrester og rødbrent stein fra fyrsetting. På motstående bruddflate mot sør er det runde kanalrester etter direktehogd håndkvernstein (Figur 24). I samme bruddflate er det også hogd to tydelige hull eller groper på omkring 15 cm i tverrmål og 10 cm dybde, med ca. to meter avstand (Figur 48). Det er klart at dette ikke er fra forsøk på kvernsteinsuttak. En mulig tolkning er at gropene var for feste av stokker til en stige ned i bruddet eller til en form for stillas til bruk under hogging høyt på bruddveggen, men dette er svært usikkert.



Figur 48. Hogd grop i bruddveggen i sørøst-hjørnet av Storgruva.

Overhengen av gråberg sørøst i Storgruva strekker seg litt ut i den nyere delen av bruddet, og tyder på at de eldre og grunnere delene ble drevet mer fokusert på smale soner med granatglimmerskifer adskilt av gråberg, slik vi ser i felt 1 og 2, der bruddene er utelukkende av denne typen. På grunnlag av det generelle kartbildet antar vi at det opprinnelig var drift med direkte hogging i tre hovedsoner med granatglimmerskifer (Figur 49). Først da den nyere driften (med hovedsakelig bryting av steinskiver) gikk videre mot dypet, ble gråberget mellom granatglimmerskiferensoneene sprengt bort slik at en endte opp med én sammenhengende bruddgrop i Storgruva.



Figur 49. Tolkingskart over vestlige del av bruddlandskapet før driften med sprengning og hogging fra steinskiver tok til i Storgruva og Vestgruva. Tolkede omriss er stiplet. NB: høydekurver og skyggerelieff er for nåværende terreng.



Figur 50. 'Vestgruva' sett fra skrottippen utenfor (mot sør).

Omtrent 30-60 meter vest for Storgruva er det ei grunnere bruddgrop av samme type, her kalt 'Vestgruva' (Figur 50). Her er det drevet totalt seks meter eller mer ned fra overflaten innenfor et opptil 30 meter langt og 25 meter bredt område. Bunnen er helt dekket av store blokker, og på noen av blokkene ser vi borhull som viser at de ble sprengt ut med krutt. Mot nord-nordøst går en slak transportvei opp fra bruddgropa til en skrottippe av samme type som utenfor Storgruva, med flat topp og bratte ytterkanter. En annen transportvei går opp til den samme tippen litt lenger vest, gravd ut gjennom eldre skrotmasser. Denne er imidlertid fra en noe eldre driftsfase da Vestgruva var grunnere, ettersom den ender oppe på bruddveggen, 2-2,5 meter over nåværende bunn av bruddet. Innerst på den flate tippen ligger en rektangulær konstruksjon på omkring 1x1 meter i flate og 20-30 cm høyde, oppmurt av stablet skrotstein (Figur 51). Det kan ha vært en slags 'arbeidsbenk' som kvernsteinsemnet ble lagt på for å lette tilhoggingen, tilsvarende det vi ser ved bruddene *GBM111* og *146* i felt 1.



Figur 51. Liten oppmurt arbeidsbenk(?) på skrottippen utenfor Vestgruva. Sett mot sørøst.

I likhet med Storgruva, besto også Vestgruva av smalere soner med granatglimmerskifer som trolig ble drevet i separate brudd, før den nyere driften med sprengning og hogging fra steinskiver gjorde bruddet dypere og videre. Det generelle kartbildet tyder på to eldre bruddsoner her (Figur 49). Tydeligst er skillet mellom gammel og ny drift sør i bruddet. Her fortsetter det mot vest i ei smalere og grunnere, inntil fire meter dyp, bruddgrop med overheng på nordsiden, omgitt av vollformede skrottipper (Figur 52). Typologisk hører det til gruppen med "eldre brudd", likt det vi ser i felt 1 og 2. Bruddflaten i sør har enkelte spor etter direkte hogging, mens andre deler av flaten har spor som tyder på bryting av steinskiver (Figur 53). Mot øst-sørøst er det et tilsvarende, inntil fire meter dypt brudd (*003*), som trolig er sammenhengende med de grunne, gamle delene av Storgruva og Vestgruva men som fremstår som et separat brudd fordi det er delvis gjenfylt med skrotstein i øst og vest.



Før en startet med bryting og tilhogging av steinskiver, var det trolig et opp mot 110 meter langt og 6-12 meter bredt brudd i dette området (Figur 49), trolig det største enkeltbruddet i gammel tid.

Retten sør for bruddgropa, bak en informasjonstavle nært kanten av Storgruva, ligger en litt avlang, 8x6 meter vid og 1-2 meter høy steinhaug med oppmurte kanter av stablet skrotstein (Figur 54). Som ved brudd *GBM111* og *146*, og som på tippen utenfor Vestgruva, kan det ha vært en slags hoggeplass for tilhogging av emnene.

Omkring 9-10 meter vest-nordvest for haugen, i en bergknaus som stikker ut i det gamle bruddet, er ei lita hule som høyst sannsynlig er knyttet til driften i dette store, gamle bruddet. Åpningen er halvt dekket med trestokker, trolig fra nyere tid (Figur 55). Rett utenfor ligger ei 'dørhelle' av et kvernsteinsemne. Fra dørhella er det et lite trinn ned til selve hula, som innvendig er et par meter bred og tilsvarende dyp. Gulvet er av jord og smått steinavfall, og er relativt flatt og jevnt. Taket skråner og blir lavere innover, og det ser ut som det har vært ei naturlig hule før driften tok til. Mellom gulvet og huletaket er det murt opp en vegg av skrotstein mot sørvest (Figur 56). I nordkant av huleåpningen er det et ildsted som også er av oppmurt skrotstein (Figur 57). Åpningen på ildstedet vender inn mot hula, med ei overliggende 'hylle' av et ødelagt kvernsteinsemne. Trolig har det vært en murt åpning eller pipe som ledet røyken ut. Det er mulig at hula og ildstedet har fungert som smie, men så langt er det ikke gjort arkeologiske undersøkelser som vil være nødvendig for å bekrefte dette.



Figur 52. Vull av mosedekt skrotstein langs kanten på gammelt brudd vest i Vestgruva (vest for lok. 010).



Figur 53. Sørlike bruddvegg i eldre del av Vestgruva, trolig fra bryting av steinskiver.



Figur 54. Oppmurt hoggeplass(?) på sørvestkanten av Storgruva. Sett mot øst-nordøst.



**Figur 55.** Hule som kan ha vært brukt som smie. På kanten av Storgruva, i sørvest ved lok. 002. Bildet er tatt mot vest. Til venstre i bakgrunnen sees bruddgrop 003.



**Figur 56.** Oppmurt vegg i hula vist i Figur 55.



**Figur 57.** Ildsted i hula vist i Figur 55. Foto: Tom Heldal.

Retten nord for 003 er et lite brudd av samme type (004), i samme sone med granatglimmerskifer som vi finner nord i Vestgruva og midt i Storgruva. Ingen hoggespor er synlige i den smale bruddgropa, og det kan tenkes at det er et eksempel på fyrsettingsdriften som krevdes før selve kvernsteins-hoggingen kunne begynne. Enda litt nord finner vi ei nesten rund bruddgrop (005) på 15 x 12 meter som er drevet i samme sone med granatglimmerskifer som nord i Storgruva. Bruddvegger og bunn er nesten helt dekket med skotmasser, så bruddgropa kan ha vært større. Typologisk er det noe usikkert fordi det ikke finnes synlige hoggespor. Skrottippen utenfor bruddet, mot nord, er imidlertid av den typen vi finner ved "eldre brudd" med både direkte hogging og hogging fra steinskiver. Tippen er gjennomskåret av en transportvei eller dreneringskanal med oppmurte sider. Veien ender litt oppe på bruddveggen, noe som viser at bruddet etter hvert ble drevet litt videre mot dypet. Hvorvidt denne senere driften er fra bryting av steinskiver eller bare representerer en relativ sen fase av driften med hovedsakelig direkte hogging, er usikkert.

Vest-nordvest for Vestgruva har det vært direkte hogging i større og mindre brudd langs de to sonene med granatglimmerskifer. Brudd 011, helt i vest, har synlige kanalspor på den sørlige bruddveggen, med kvernsteinsstørrelser omkring 55-80 cm. I samme bruddvegg er det også hogd hull på 15-20 cm i tverrmål og ca. 10 cm dybde, likt det vi finner sørøst i Storgruva (Figur 58).

Omtrent 10-20 meter vest og nordvest for Vestgruva ligger tre bruddgropper som det er naturlig å se i sammenheng. Brudd 012 er en sjaktlignende grop med tverrmål omkring 6-7 meter øverst (Figur 59). Bruddveggen i sør er drevet langs kløvplanet, med flere runde kanalrester etter direkte hogging

av håndkvernstein. Den nordlige bruddveggen danner overheng, likt de fleste andre bruddgropper med direkte hogging. Fem meter nede står det vann, så total dybde av bruddet kan være opp mot seks meter. På dypet fortsetter bruddet 5-6 meter mot vest. Spor etter direkte hogging av kvernstein sees i den sørlige bruddveggen også på dypet (Figur 60). På grunn av vanskelig tilgjengelighet er størrelsen på kvernsteinsuttakene ikke målt, men det ser ut til å være bare håndkvernstein. Trolig var også vestdelen åpen til overflaten opprinnelig, før den ble dekket av en svær steinskive som ser ut til å ha løsnet fra hengen slik at den danner et tak over deler av bruddgropa.

Ca. fem meter nord for 012, innunder en bratt skrent, er to små bruddgropper (013 og 014) (Figur 61). Begge er drevet inn i bergskrenten, den ene (013) som en lav tunnel helt inn til bunnen av brudd 012 (Figur 62). Utenfor åpningen er det gravd en dreneringskanal med oppmurte kanter gjennom skrottippen mot nord. Vi antar at tunnelen ble drevet primært for å lette dreneringen av det dype bruddet 012, men at den også ble brukt for å få ut stein. Spor inne i tunnelen tyder på at den ble hogd ut til dels med hakke eller lignende redskap. Brent steinavfall med iblandet trekull inne i tunnelen kan være fra fyrsettingsdrift i selve bruddgropa, men det kan også komme fra driving av tunnelen med fyrsetting, ettersom vi finner rødbrent stein også i deler av tunneltak og -vegger (Se Figur 20 - Figur 22).



Figur 58. Spor etter direkte hogging i brudd 011, sett mot sørøst. Små hull (for feste av stokker?) er vist med piler.



Figur 59. Brudd 012 sett mot vest.



Figur 60. Bunnen av brudd 012 sett mot vest. Spor etter direkte hogging i bruddveggen innerst til venstre.



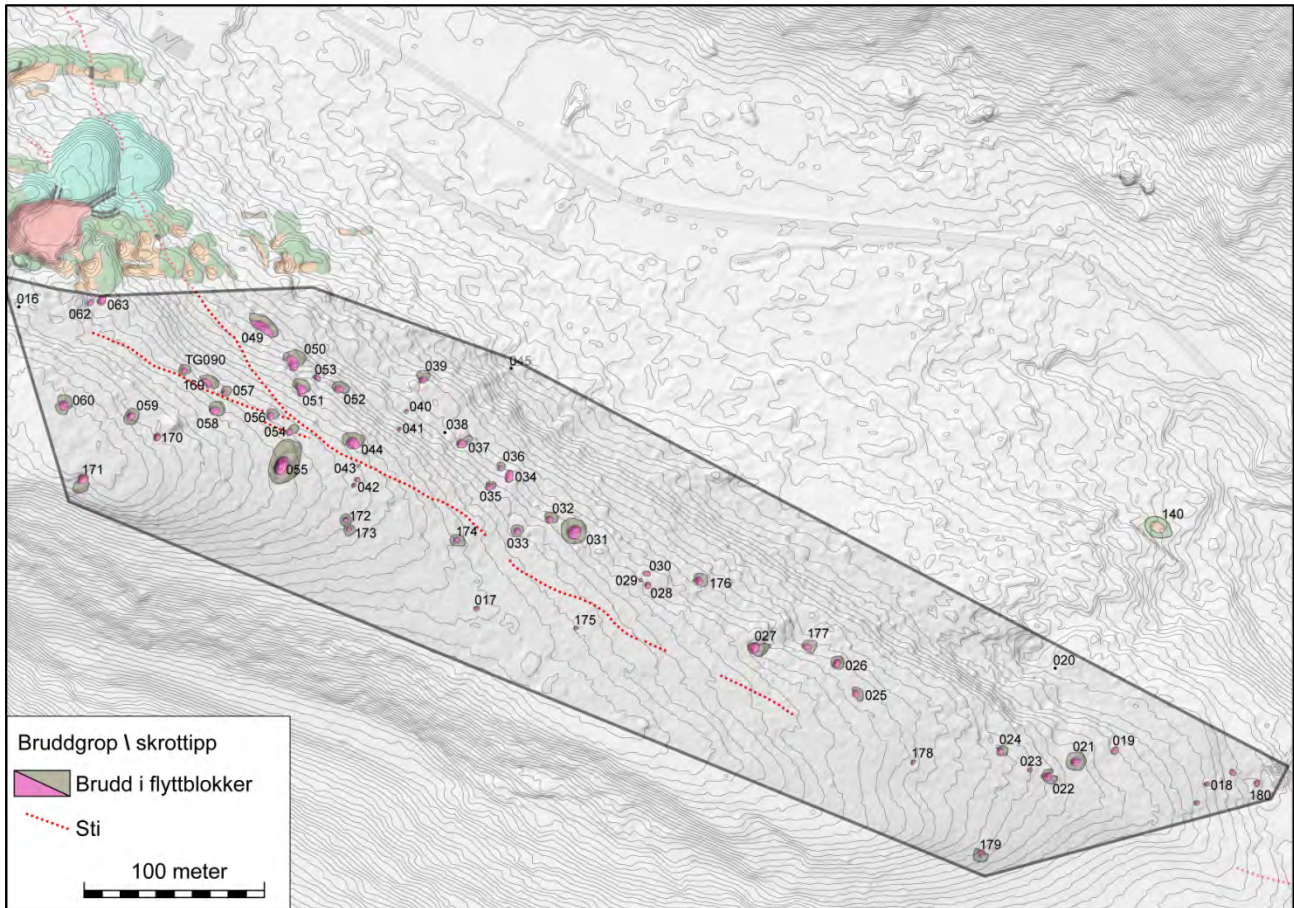
Figur 61. Bruddgrop 013 (venstre) og 014 (høyre) sett mot sør-sørvest. 013 er åpen inn til brudd 012 (bak knausen).



Figur 62. Tunnelen mellom 012 og 013, sett fra bunnen av brudd 012 mot nord.

## Brudd i flyttblokker (Felt 4)

I alt 56 brudd drevet på flyttblokker er registrert i et omkring 100 meter bredt og 750 meter langt felt som strekker seg mot øst-sørøst fra fastfjellsbruddene i felt 1-3 (Figur 63). Litt nordøst for felt 4 ligger et mindre brudd (140); dette er trolig et fastfjellsbrudd som ligger for seg selv.



Figur 63. Kvernsteinsbrudd i flyttblokker (med lokalitetsnummer), Tolstadkvernberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

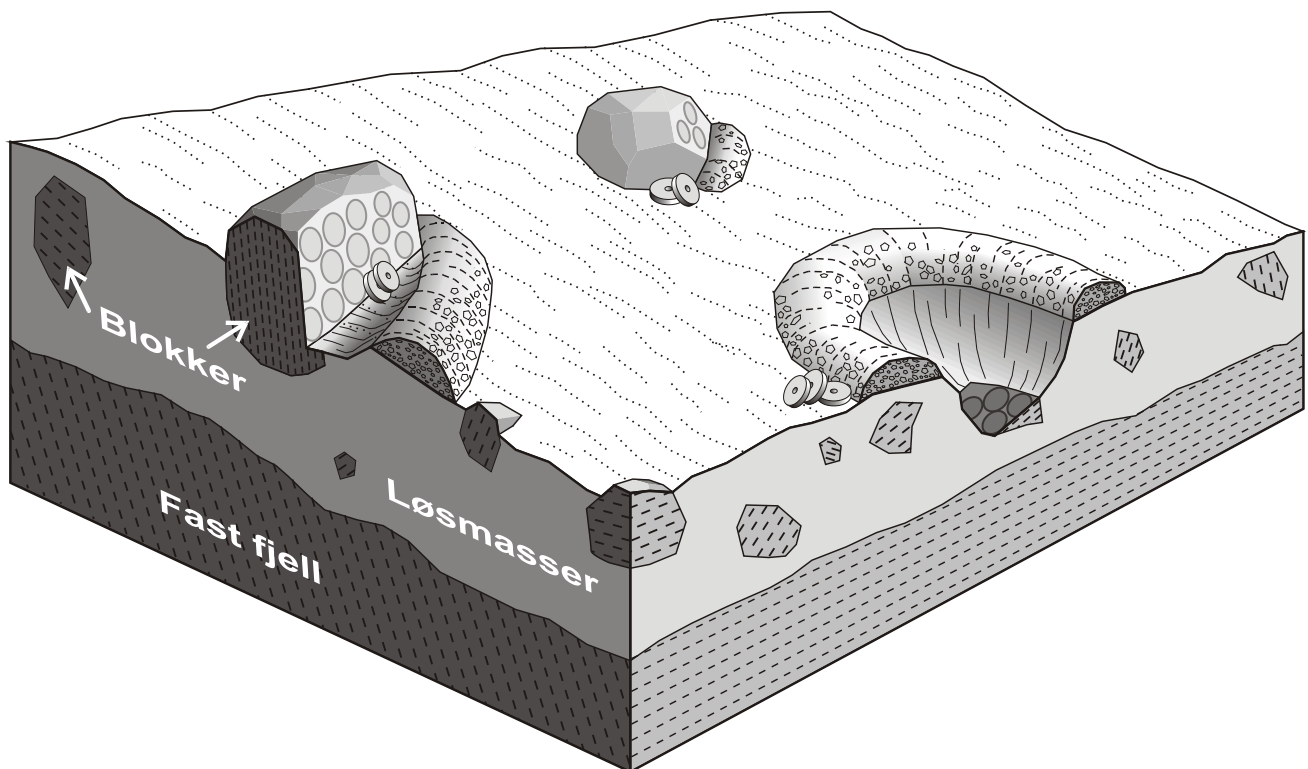
Bruddgropene varierer fra 2 til 63 m<sup>2</sup> i flatemål. De største er opp mot tre meter dype (Figur 64), mens noen er så grunne at de nesten ikke synes i terrenget. Mange av gropene er så dype at de må være fra flyttblokker som stakk langt ned i løsmassene omkring, mens andre kan ha vært fra blokker som lå mer eller mindre fritt oppe på bakken. I de aller fleste er det ingen rester igjen av selve steinblokken som kvernsteinene ble hogd fra, og det eneste som røper at det har vært steinbrudd, er haugene med skrotstein som oftest danner en markert 'voll' langs bruddkanten. Uten å fjerne det tykke mosedekket er det vanskelig å finne spor av selve produktet, slik som ødelagte emner, men vi ser likevel at vollene består av stein med hogde bruddflater og at det ikke er fangstgrop eller kullmiler i naturlige løsmasser (blant bruddgropene er lokaliteter som tidligere har vært registrert som fangstgrop eller kullgrop i Riksantikvarens database *Askeladden*).

Vi kan gå ut fra at hoggingen startet på flyttblokker som stakk opp fra overflaten, som ved lok. 044 og 016, før driften fortsatte under overflaten etter hvert som blokken ble 'brukt opp' (Figur 65). For å komme til på dypt, måtte løsmassene rundt blokken fjernes. Dette krevde kanskje mer masseflytting enn i tilsvarende fastfjellsbrudd, men til gjengjeld slapp man den mer tidkrevende fyrsetingsdriften som måtte til for å drive mot dypt i fastfjellsbruddene.



Figur 64. Grop etter kvernsteinsdrift på flyttblokk, lokalitet 055 (sett mot sør-sørvest).

I én av bruddgropene (044) er rester av den opprinnelige flyttblokken bevart (Figur 66 og Figur 67), og her ser vi bruddflater med runde kanaler fra direkte hogging av kvernstein - dvs. samme teknikk som vi finner i de eldste fastfjellsbruddene. Også kvernsteinsstørrelsen ser ut til ha vært den samme som i de eldste fastfjellsbruddene, med både håndkvernstein og vasskvernstein. Vi antar derfor at de er av tilsvarende alder.



Figur 65. Skjematiske perspektivskisse som viser utviklingen av kvernsteinsbrudd i flyttblokk. I bakgrunnen: Kvernsteinshogging er påbegynt på en blokk som stikker opp fra bakken. Til venstre: En del av flyttblokken er brutt. Til høyre: Flyttblokken er nesten 'brukt opp' og bare gropa er igjen, omgitt av en skrottpipp.

I tillegg til de 56 bruddgropene, er det registrert tre lokaliteter med hoggespor på flyttblokker der det har vært tatt ut bare én eller noen få kvernsteinsemner. Lokalitetene er illustrative for driften i flyttblokk-bruddene, ettersom praktisk talt hele blokken er igjen og viser situasjonen da slike brudd ble påbegynt.

Ved 016 (30 meter sør for Storgruva) er det rester av hogde kanaler til minst tre emner på en steinblokk som stikker et par meter opp fra bakken (Figur 68). Emnene som ble løsnet var til både håndkvern og vasskvern. Lokalitet 020, øst i felt 2, er en flyttblokk der det er tatt ut én enkelt vasskvernstein innunder et overheng (Figur 69 og Figur 70).

Tilsvarende sees under et overheng på en flyttblokk i utkanten av felt 4, i nordvest (lok. 045). Et emne som er gått i stykker under kanalhoggingen sitter fremdeles fast i en mindre steinblokk under overhengen, godt bevart fordi det ligger relativt tørt og beskyttet mot forvitring (Figur 71). Det har først vært tenkt til en vasskvernstein på ca 70 cm diameter, deretter er det forsøkt gjort om til en håndkvernstein på ca. 55 cm før det ble oppgitt og etterlatt (se også Figur 25).

**Figur 68.** Flyttblokk med spor etter direkte hogging, lokalitet 016.



**Figur 66.** Bruddgrop 044 (sett mot øst-sørøst). En del av flyttblokken står igjen i høyre kant av gropa (se også Figur 67). To urørte flyttblokker sees litt bakenfor.



**Figur 67.** Rest av flyttblokk med spor etter direkte hogging av både håndkvernstein og vasskvernstein i bruddgrop 044 (sett mot sør-sørøst).





**Figur 69.** Et enkelt kvernsteinsemne (rød pil) hogd innunder stor flyttblokk, lokalitet 020.



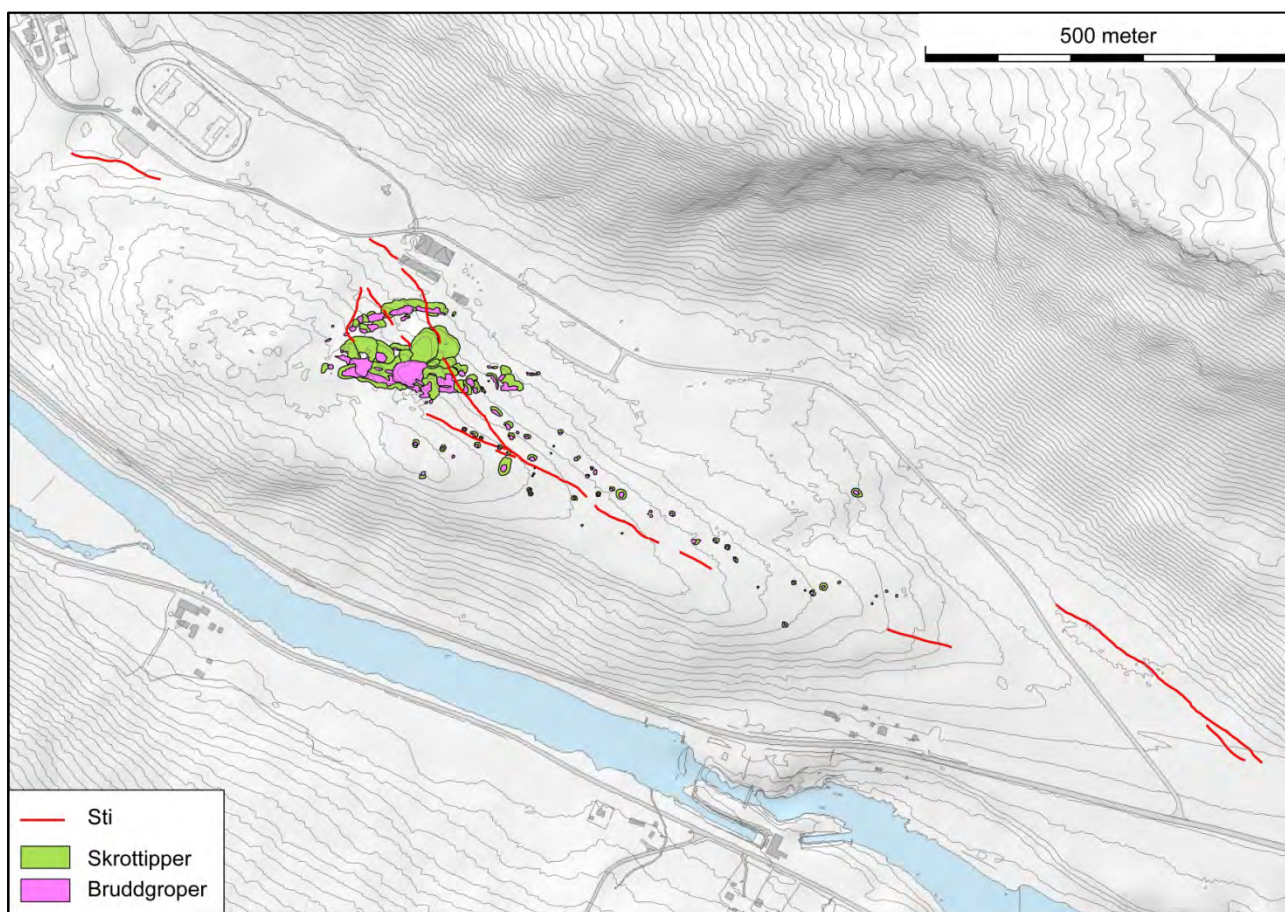
**Figur 70.** Nærbilde av hoggespor vist i Figur 69, lokalitet 020. Emnet som er løsnet var ca. 44 cm i diameter.



**Figur 71.** Et enkelt kvernsteinsemne hogd på løsblokk innunder stor flyttblokk, lokalitet 045. Emnet er ikke løsnet. Se også Figur 25.



## Veifar og stier



Figur 72. Gamle stier og veifar i Tolstadkvernberget og området rundt. Høydekurver 5 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

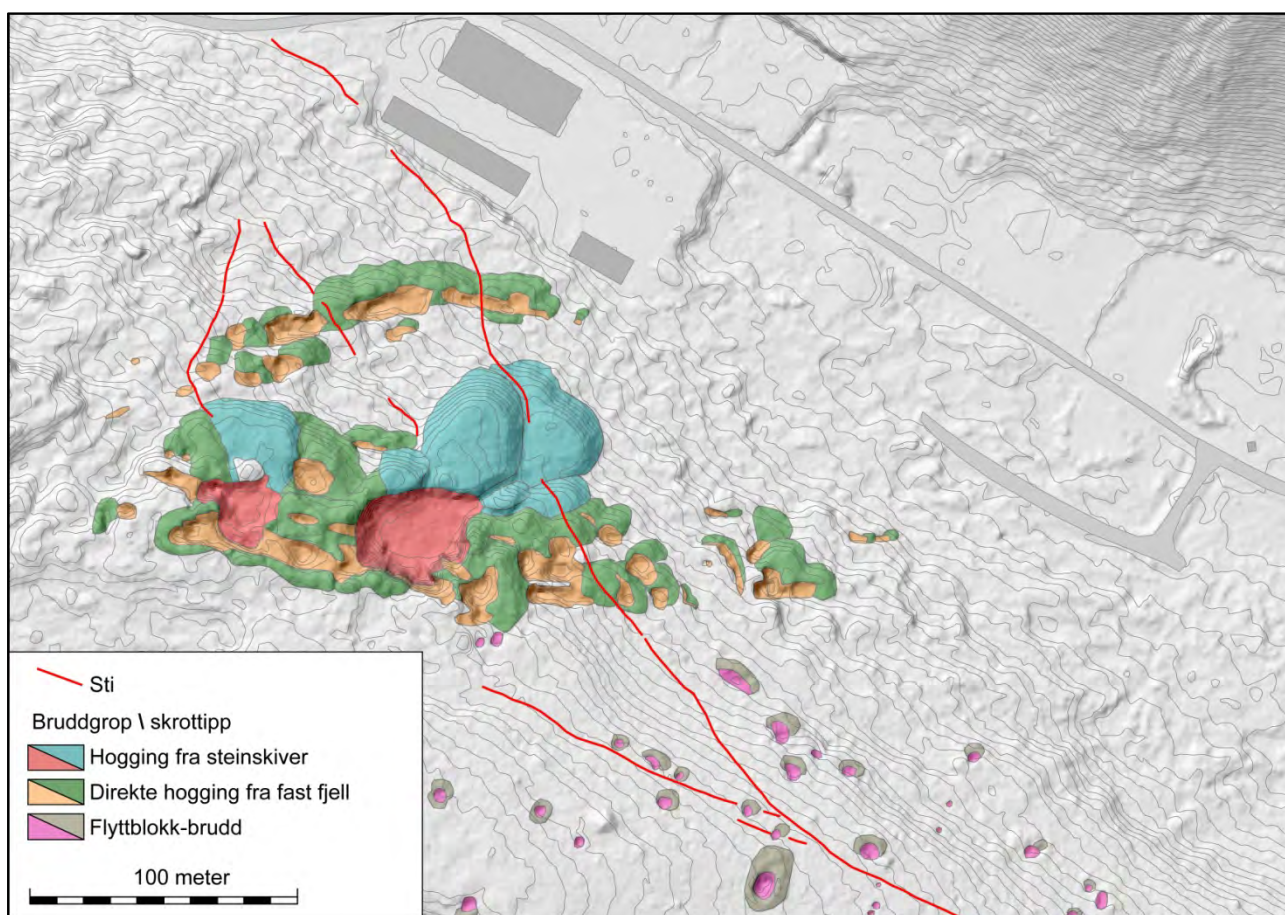
Et tydelig veifar, til dels med preg av smal hulvei, går langs ryggen på høydedraget gjennom området med flyttblokk-brudd (felt 4) i retning mot vest-nordvest (Figur 72). Deler av veien er ødelagt av en moderne driftsvei for skogbruk. 150 meter sør-øst for Storgruva deler den seg i to. Den tydeligste greina tar av nedover mot nord-nordvest, der den krysser både eldre og nyere brudd og skrottipper før den forsvinner i sørøst-hjørnet av industriområdet. Over det antatt gamle bruddet *GBM109* (i felt 1), og over en dreneringsgrøft fra et tilsvarende brudd i felt 2 (*064-067*) er veien lagt på 'bruer' oppmurt av stablet stein fra skrottipperne (Figur 73). Opp mot åpningen til Storgruva er



Figur 73. Oppmurt bru til stien over bruddgrop *GBM109*, sett mot øst-sørøst.

den tydelig tilrettelagt med flate steiner fra bruddet, og det er svært sannsynlig at dette var hovedadkomsten til bruddet fra bygda i nyere tid. Men veien er også ryddet over relativt unge skrottpipper forbi Storgruva, så den må ha fungert som mer enn lokal bruddvei i alle fall frem til andre halvdel av 1800-tallet.

Den andre, mindre tydelige greina av veifaret fortsetter langs ryggen av høydedraget mot vest-nordvest, sør for fastfjellsbruddene i feltene 1-3 (Figur 74). Like ved veiskillet ser den ut til å ha hatt to ulike traséer, som begge er avskåret av to små brudd på flyttblokker (054 og 056). Forholdene kan bety at stien var i bruk samtidig med driften og at den måtte flyttes litt pga virksomheten i disse to bruddene, og videre at denne greina av veifaret ikke var særlig mye i bruk etter at bruddene ble drevet. I likhet med den nordlige greina, har veifaret trolig vært primært for forbindelse fra Lalm til nabobygdene i øst.



Figur 74. Gamle stier og veifar i nordvestlige del av Tolstadkvernberget. Høydekurver 1 meter. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

Små stier i bruddområdet har trolig hatt mer direkte tilknytning til kvernsteinsdriften, særlig før driften ble konsentrert til Storgruva da det gamle veifaret i nord ble hovedadkomst. De små stiene er lite synlige, men kan skimtes som smale, svake fordypninger i terrenget eller på skrottpippene. Selv om det er en viss usikkerhet ved tolkningen av stiene på kartet (Figur 74), er det to traséer som fremstår som relativt sikre. Begge kommer fra nord for bruddområdet, der de ser ut til å greine seg opp mot henholdsvis Storgruva og Vestgruva. Traseen opp mot Storgruva må ha gått ut av bruk før bruddet ble drevet så dypt som det er nå, men en nærmere tidfesting av stiene i forhold til gamle og nyere driftsfaser er vanskelig.

# Tidsperspektivet. Utviklingen i Tolstadkvernberget

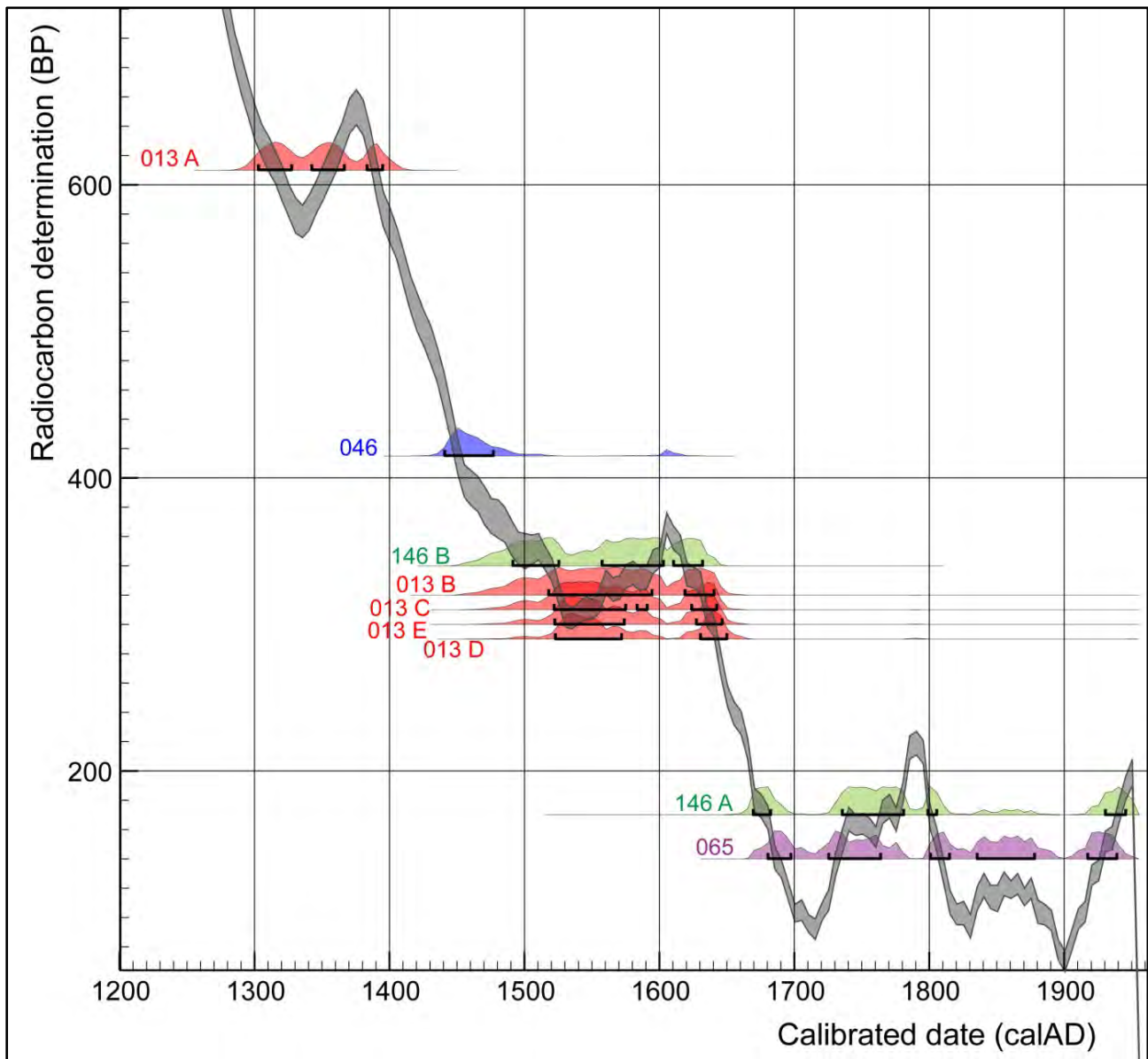
Skriftlige kilder forteller at det ble hogd kvernstein i Tolstadkvernberget i 1426 (Teigum 2011), men vi vet ikke hvor lenge driften da hadde vart. Bruddflater som viser samtidig hogging av håndkvernstein og vasskvernstein må være senere enn tidlig middelalder, ettersom vasskverna knapt var tatt i bruk i Norge da. De få bruddflatene med spor bare av håndkvernstein kan teoretisk være eldre, men det faktum at håndkvernstein herfra nesten konsekvent er større enn i Hyllestad (ca. 55 vs. 45 cm, se s. 50) kan tyde på at Tolstadbruddene er yngre.

De yngste bruddene, Storgruva og Vestgruva, ble i alle fall delvis drevet med kruttsprenghing. I kobbergruvene på Røros ble krutt brukt de siste årtiene av 1600-tallet som erstatning for den gamle og kjente fyrsettingsdriften, men både her og i andre 'profesjonelt' drevne kobbergruver hadde kruttet liten betydning i lang tid enda. I kvernsteinsbruddene ble trolig kruttet tatt i bruk enda senere. Én ting er at krutt var dyrt, men viktigst var kanskje at det ikke kunne brukes slik det ble brukt i kobbergruvene: Det trengtes en helt annen teknikk når et kvernsteinsemne skulle sprenges løs fra berget uten å gå i stykker, enn når kobbermalmen skulle mineres ut og det bare var fordelaktig om berget ble skutt i små stykker. I kvernsteinsbruddene i Selbu er de eldste beretningene om krutt fra omkring 1730, og vi vet at fra midten av 1800-tallet overtok sprenghing som hovedteknikk. Prinsippet med å bryte steinskiver (i stedet for direkte hogging) kan imidlertid føres helt tilbake til oppstarten i Selbu på 1500-tallet eller tidligere, lenge før det ble brukt krutt.

Gruppen av "eldre brudd", som er drevet med både direkte hogging og hogging fra steinskiver og som er eldre enn Storgruva og Vestgruva, kan til sammen ha en historie som strekker seg fra 1400-tallet (eller tidligere) til 1800-tallet. Interessant i denne sammenhengen er skriftlige kilder fra overgangen 1600-1700-tallet som omtaler "... Ved til at brende med J Qvernberget ... " (Teigum 2011), som vi tolker som at fyrsetting ble benyttet på den tiden. Trekull og rødbrent berg som kan knyttes til fyrsetting er funnet i flere av bruddene drevet med direkte hogging, og viser at denne typen drift varte i alle fall til først på 1700-tallet. <sup>14</sup>C-dateringer av trekullprøver (Tabell 1 og Figur 75) bekrefter dette. To av prøvene, fra brudd 065 og 146, er nemlig fra slutten av 1600-tallet (henholdsvis AD1680 og 1669) eller senere. Fra hula inn mot brudd 012 (lokalitet 013) er det fire prøver som gir nokså konsistente data med alder mellom AD1518 og 1650, med størst sannsynlighet for ca. AD1520-1590, mens en femte prøve fra samme lokalitet gir AD1303-1395. En prøve fra brudd 046 er fra AD1441-1477.

Tabell 1. <sup>14</sup>C-data for trekull fra Tolstadkvernberget. Alle kullprøvene er fra furu. <sup>14</sup>C BP er resultat fra Laboratoriet for radiologisk datering, NTNU. Kalibrerte aldre (fra-til) og sannsynlighetsfordeling innenfor 1σ (68,3 % sannsynlighet) er beregnet av programvaren OxCal (Bronk Ramsey 2009).

Brudd	<sup>14</sup> C BP	Fra - til (AD)	%
013 (A)	610 ±25	1303-1327	28,1
		1342-1366	27,6
		1383-1395	12,5
013 (B)	320 ±30	1518-1594	53,6
		1619-1640	14,6
013 (C)	310 ±25	1522-1575	47,7
		1583-1591	5,2
		1624-1642	15,3
013 (D)	290 ±25	1523-1572	45,9
		1630-1650	22,3
013 (E)	300 ±25	1522-1574	50,0
		1627-1646	18,2
046	415 ±25	1441-1477	68,2
065	140 ±25	1680-1697	9,5
		1725-1764	19,1
		1801-1815	7,5
		1835-1878	19,7
		1917-1939	12,4
146 (A)	170 ±25	1669-1682	11,3
		1735-1781	39,5
		1799-1805	5,4
		1930-1945	12,0
146 (B)	340 ±25	1491-1525	22,7
		1557-1603	31,1
		1610-1632	14,4



Figur 75. Kalibrerte  $^{14}\text{C}$ -data for trekull fra kvernsteinsbrudd i Tolstadkvernberget. Forskjellige prøver fra samme lokalitet har samme farge. Tykke sorte streker markerer mulige aldre innenfor 1 $\sigma$  (68,3 % sannsynlighet). Kalibreringskurve (grå) er fra IntCal09: Northern Hemisphere (Reimer m.fl. 2009). Basert på OxCal versjon 4.1.7 (Bronk Ramsey 2009).

Alle trekull-prøvene er av furu, og dette kan potensielt gi altfor høy  $^{14}\text{C}$ -alder dersom trekullet kom fra kjernen av et gammelt tre. Problemet med teoretisk meget høy egenalder i furu reduseres imidlertid ved at vi kan anta at setteved ikke ble tatt av store, gamle trær, fordi slike trær var verdifulle til bygningstømmer og fordi det var lettere å felle, kappe og kløyve relativt små, yngre trær. Et rimelig anslag er at det i hovedsak ble brukt trær som var mindre enn 150 år gamle. Under denne forutsetning kan vi anta at den ene, relativt høye  $^{14}\text{C}$ -alderen fra hula ved brudd 012 (lokalitet 013) representerer indre deler av tre som ble felt senest omkring 1550, mens laveste alder fra samme sted representerer ytterved av et tre som ble felt tidligst ca. 1520. Sammenholdt ville dette bety at trærne ble felt – og at fyrsettingen foregikk – en gang i perioden 1520-1550. Med samme forutsetning kan de to litt ulike aldrene fra brudd 146 representere henholdsvis kjerneved og ytterved i trær felt en gang mellom ca. 1670 og 1780. For den ene prøven fra brudd 046, som gir  $^{14}\text{C}$ -alder mellom ca. 1441 og 1477, kan vi på tilsvarende vis argumentere for at fyrsettingen her foregikk en gang i perioden ca. AD1450-1630. Det må bemerkes at det er stor usikkerhet i disse estimatene, for

dersom den eldste kjerneveden var mer enn 150 år gammel, ville den mulige perioden for fyrsettingen utvides tilsvarende opp i tid (nærmere nåtid).

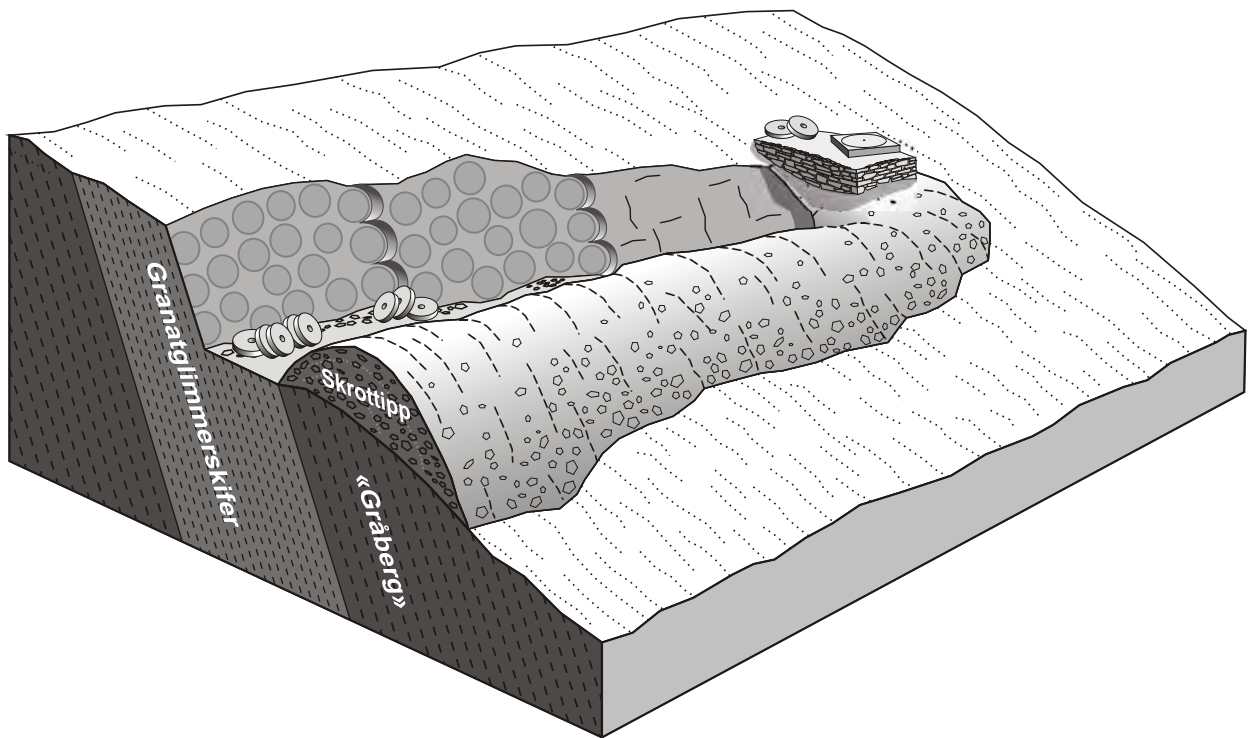
Den aller første driften i Tolstadkvernberget startet selvsagt på det som var lettest tilgjengelig, nemlig oppstikkende bergknatter, som det var mange av i det knudrete terrenget. Slike bergknatter fantes både i fast fjell og i flyttblokker, og så lenge en kunne hogge kvernstein fra noe som stakk opp over bakken, var fast fjell og flyttblokker like attraktive så sant det var rett bergart. I begge tilfeller kunne kvernsteinsemmene hogges direkte fra bergflaten med den gamle, velkjente teknikken uten bruk av hverken krutt eller fyrsetting (Figur 76 A-B og Figur 65).

Forskjellen kom da ressursene over bakken var brukt opp og en måtte begynne å drive bruddet videre mot dypet. Da ble det utvilsomt lettere å drive på flyttblokker enn i fast fjell. Løsmassene rundt flyttblokkene kunne lett fjernes slik at en kom til med hogging lenger nede på blokken. I fast fjell, derimot, måtte det først fjernes en god del 'gråberg' på oversiden ('hengsiden') for at en skulle komme til med videre hogging av kvernstein på dypet, og her var det trolig at fyrsettingsdrift fikk betydning. Fordi den gamle hoggeteknikken krevde at man hadde en fri flate å hogge runde kanaler på, og fordi den frie flaten måtte være langs bergartens kløvretning, så ble det umulig å drive nedover langs kvernsteinssonen uten først å fjerne 'hengberget'. Arbeidet med å fjerne hengberget kunne minimaliseres ved å drive en smal, grøftlignende 'sjakt' på skrått ned langs oversiden av kvernsteinssonen (langs 'hengen') (Figur 76 C). Derfra kunne kvernsteinshoggingen fortsette på den skrå undersiden av 'sjakten' (Figur 76 D). Det er rimelig å anta at denne sjaktdriften i Tolstadkvernberget ble gjort med fyrsetting, slik det var kjent fra malmgruver i århundreder tilbake (Agricola 1556).

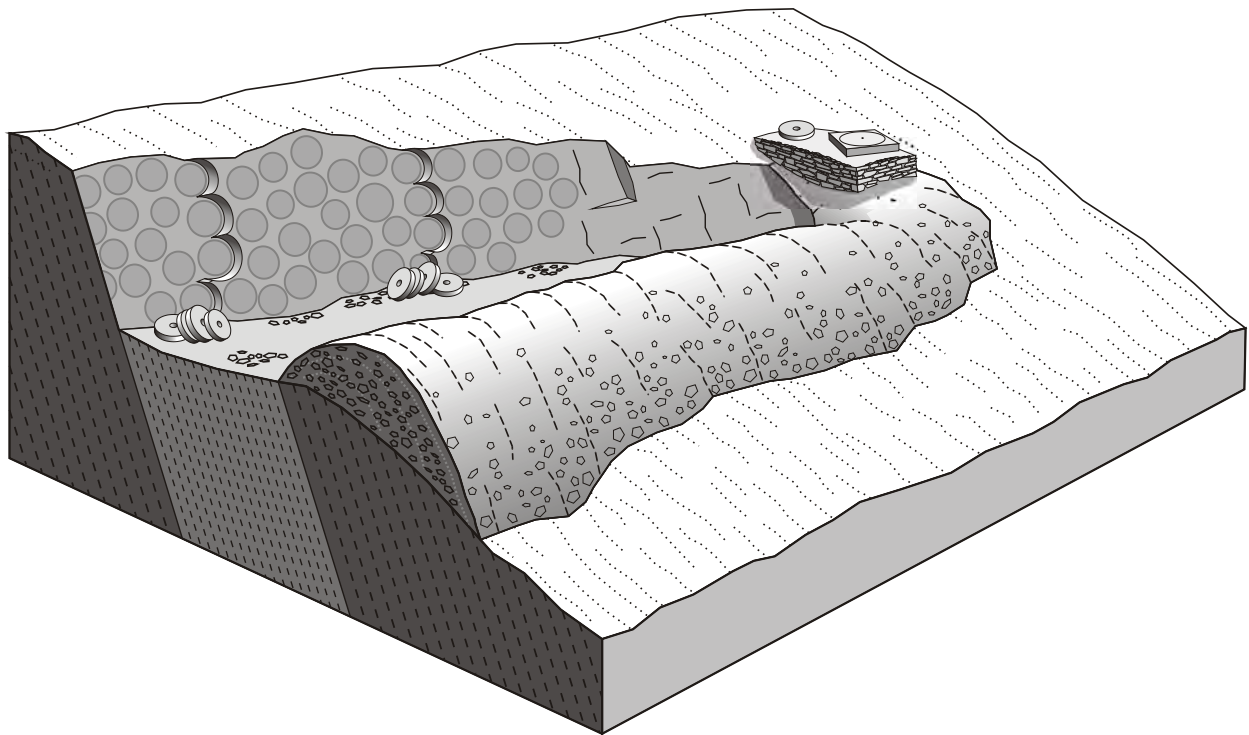
Det første bålet med setteved i Tolstadkvernberget må ha blitt tent en tid etter at kvernsteinsbrytingen i Tolstadkvernberget tok til, men det er svært usikkert når dette skjedde. En kunne argumentere for at fyrsettingsteknikken ble kjent og tatt i bruk ved Tolstad først gjennom oppstarten av Sel kobberverk (1642), ettersom fyrsetting var en vanlig teknikk i malmgruver. Dette ville imidlertid innebære at minst 216 år av kvernbergets driftshistorie (fra 1426 eller før) var før en hadde effektive metoder til å komme ned på dypet, noe som virker urimelig mye. <sup>14</sup>C-dataene antyder også at fyrsetting var tatt i bruk allerede i første halvdel av 1500-tallet.

Etter hvert som fastfjellsbruddene ble dypere, ble naturligvis de eldre, grunne deler av bruddene borte. Flyttblokk-bruddene utviklet seg aldri på samme måten, fordi der var ressursene begrenset i utgangspunktet. Derfor er det også rimelig å anta at det er i flyttblokk-bruddene det vil være størst mulighet for å finne *bevarte* spor etter den aller første driften, selv om driften startet samtidig i både fastfjells- og flyttblokk-brudd.

- A. Hogging av kvernstein direkte fra bruddveggen (i forgrunnen), og hogging av steinskiver som ble tilhøgd på en oppmurt arbeidsplattform på kanten av bruddgropa (i bakgrunnen).

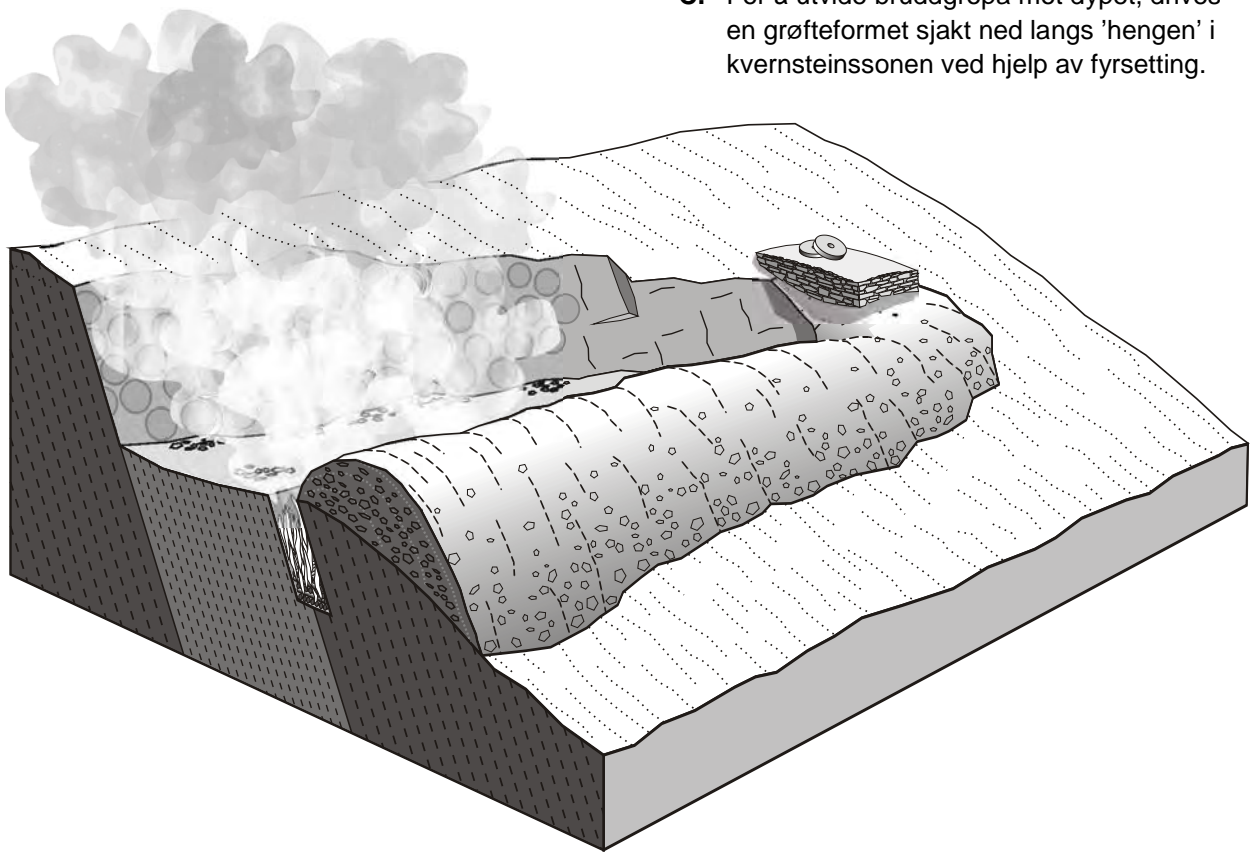


- B. Etter hvert har driften nådd gjennom hele kvernsteinssonen (i forgrunnen). Bruddgropa må utvides mot dyppet hvis en skal kunne bryte mer kvernstein.

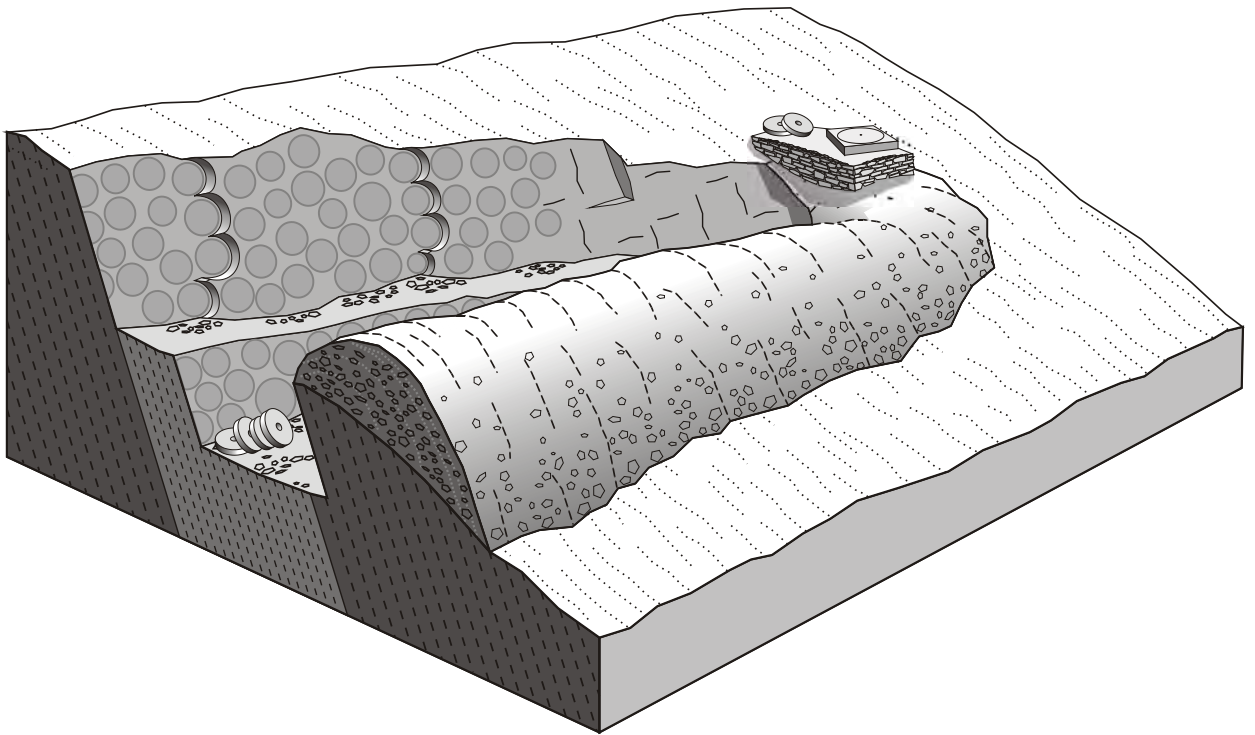


Figur 76 A-D. Skjematisk illustrasjon av drift og utvikling i eldre brudd i Tolstadkvernberget. Nyere brudd er illustrert i Figur 19, og brudd i flyttblokker er vist i Figur 65.

- C. For å utvide bruddgropa mot dypet, drives en grøfteformet sjakt ned langs 'hengen' i kvernsteinssonen ved hjelp av fyrsetting.



- D. Kvernsteinbrytningen fortsetter på den frie flaten fra fyrsettingsdriften.



Fyrsettingsdriften i fast fjell fortsatte til i alle fall først på 1700-tallet. Overgangen fra fyrsettingsdrift med hovedsakelig direkte hogging, til hovedsakelig bryting av steinskiver (i Storgruva og Vestgruva), skjedde trolig i løpet av 1700-tallet. Da hadde teknikken med bryting av steinskiver allerede vært brukt som *eneste* driftsmetode i 200 år i selbubruddene, og med stor suksess. Også i Tolstadkvernberget kan det tenkes at man tok i bruk 'selbuteknikken' før kruttet fikk innpass, i så fall med bruk av kiler. Vi har ikke sett sikre bevis for kiling her, men det er likevel visse trekk ved bruddene som tyder på denne teknikken var i bruk i et visst omfang også i Tolstad i tidlige tider. Det ene er mangelen på spor etter direkte hogging på noen av bruddflatene. Det andre er de mange sporene etter rette sidekanter på kvernstein hogd direkte fra berget, noe som kan være en 'arvet' tradisjon fra en samtidig annen teknikk (se diskusjon s. 22) Og ikke minst er det de oppmurte konstruksjonene vi finner på kanten av noen brudd, som kan ha vært brukt for å legge steinskivene på når de skulle hogges og formes til kvernstein. Slike 'arbeidsbenker' er ikke kjent fra kvernsteinsbrudd der direkte hogging var eneste teknikk, som i Hyllestad, og de var heller ikke nødvendig ettersom emnet var omtrent ferdig hogd direkte fra bruddveggen. Derimot vet vi fra Selbu at man gjerne la steinskivene oppå et oppmurt underlag på 'hoggartælet' for å lette tilhoggingen. Lignende konstruksjoner har vi også sett ved noen av kvernsteinsbruddene i Saltdal der det ble brutt steinskiver.

Likevel tyder våre observasjoner på at direkte hogging var viktigst langt ut i moderne tid i Tolstadkvernberget, og at det ble benyttet i en viss grad til og med i de seneste driftsårene. Selv om kontakten mellom landsdelene var mindre på 1500-1600-tallet, er det nesten utenkelig at suksessen til selbubruddene ikke var kjent også i Vågå på et tidlig tidspunkt. Så hvorfor holdt de på den gamle teknikken med direkte hogging så lenge i Tolstadkvernberget?

Én mulig forklaring er at tolstadskiferen har en noe mer uregelmessig kløv, og dermed var vanskeligere å splitte i store og passe tykke skiver ved hjelp av kiler. I så fall var det lite hensiktsmessig å skifte teknikk. Senere kunne det brukes krutt (senest fra 1734 i selbubruddene), og en var ikke lenger fullt så avhengig av bergartens kløv for å bryte løs steinskivene.

En annen forklaring som kan ha vært medvirkende, er tradisjonen. Etter det vi vet, startet kvernsteinshoggingen i Tolstadkvernberget før selbubruddene kom i drift, og fra gammelt av var det direkte hogging som var vanlig i kvernsteinsbrudd i Norge. I Nord-Gudbrandsdalen var det også en sterk tradisjon for en svært lik teknikk ved uttak av klebersteinsgryter. Så da selbubruddene senere ble kjent for steinhoggerne i Vågå, var den eldre hoggeteknikken allerede godt etablert. Det velkjente uttrykket om "gammel vane er vond å vende" er nok allmenngyldig. Selv opp i nyere tid, i Storgruva, levde den gamle teknikken side ved side med kruttsprenget og bryting av steinskiver. Det samme ser vi i nabobygda Heidal, i kvernsteinbruddene i Sjolja (Grenne & Meyer 2011). Hvor sterkt den gamle steinhoggertradisjonen sto enda til midt på 1800-tallet, får vi et inntrykk av fra historien om kvernsteinhoggeren Ola Kongsru fra Vågå og Heidal (se s. 54). Da 'Ola Kvernhugger' flyttet til Gausvik i Troms og tok opp kvernsteinhogging ved Svelshamna i Astafjorden på slutten av 1840-årene, brukte han nemlig bare den gamle teknikken med direkte hogging (Lindahl 2009, Grenne & Meyer 2011).

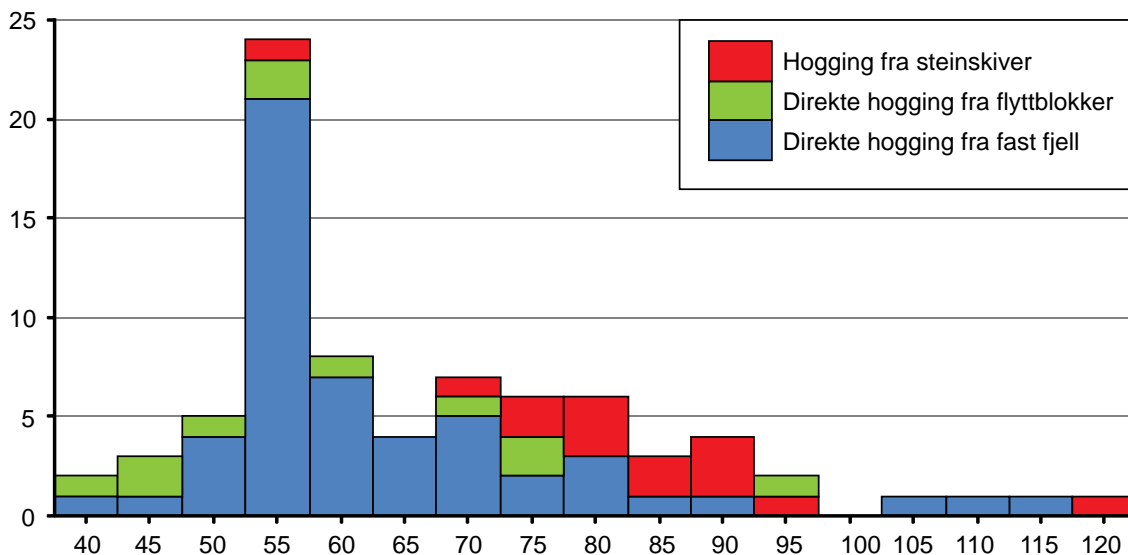
Av de to bruddene med hovedsakelig hogging fra steinskiver eller utsprengte steinblokker, er det Storgruva som er drevet sist. Likevel er det sannsynlig at hogging fra steinskiver startet omtrent samtidig i de to bruddene. Skrotteippene fra denne typen drift i Storgruva viser hvordan bruddet er drevet trinnvis dypere over en lengre tidsperiode. I Vestgruva er det derimot bare én skrotteipp knyttet til denne driften, og bruddet ble ikke på langt nær så dypt. På et tidspunkt, trolig i løpet av 1700-tallet eller først på 1800-tallet, ser det altså ut til at Vestgruva ble forlatt og all videre drift konsentrert i Storgruva.



# Produksjon

## Kvernsteinsstørrelser

Under kartleggingen av området har vi målt størrelsen på kvernsteinsemner etterlatt i bruddgroper og på skrottipper, i tillegg til spor etter uttak på bruddvegger. Mål på løsnede emner er nokså eksakte dersom minst halve emnet er bevart. Ofte er imidlertid emnet ødelagt under tilhoggingen, slik at bare mindre deler er bevart. I slike tilfeller kan det bare estimeres et omtrentlig mål. Det samme gjelder dersom ytterkanten på emnet bare er grovt tilhogd. Med mindre selve emnet står igjen i bruddveggen, er uttakspor i bruddvegger beheftet med enda større usikkerhet. Her må målene ofte baseres på spor etter meiselhullene langs bunnen av kanalen (se s. 14), eller bare estimeres fra ytterkantene av de runde 'gropene' etter kvernsteinen som er tatt ut. På denne bakgrunn er dataene for diametre gruppert i relativt store intervall (5 cm) i histogrammet i Figur 77.



Figur 77. Histogram som viser fordelingen av observerte kvernsteinsmål (diameter i cm) i Tolstadkvernberget.

I gruppen av "eldre brudd" (inkludert flyttblokk-bruddene), finner vi nesten like mange uttak av vasskvernstein som av håndkvernstein, dersom skillet settes mellom 55 og 60 cm (Figur 77). Størrelser på ca. 55 cm ( $\pm 2,5$  cm), altså relativt stor håndkvernstein, skiller seg klart ut som dominerende. Større diametre blir gradvis sjeldnere, og få er over en meter. Fra de yngre bruddene (drevet hovedsakelig med hogging fra steinskiver) har vi få observasjoner, fordi bruddteknikken ikke etterlater spor av selve kvernsteinsemmene i bruddveggen. Observasjoner fra skrottippen gir likevel en klart forskjellig størrelsesfordeling (Figur 77). Her utgjør vasskvernstein 13 av 14 emner. Diameter på de observerte vasskvernsteinene er mest omkring 75-90 cm, mens én stein er ca. 120 cm. Det statistiske grunnlaget er for svakt til å si hva som var dominerende størrelse i de yngre bruddene, men sannsynligvis var typiske kvernsteinsstørrelser godt over det som antydes i Figur 77 (se s. 51).

Sammenlignet med hyllestadbruddene, er håndkvernstein fra Tolstad større. Hyllestadstein grupperer seg hovedsakelig rundt 40-45 cm i diameter (Heldal & Bloxam 2007). Det meste av denne produksjonen antas å være fra 1200-1300-tallet, før noen kjent drift i Tolstadkvernberget. Fra selvbruddene, som var i drift i alle fall delvis samtidig med tolstadbruddene, vet vi at kvernsteins-hoggingen var tilpasset visse standardmål, der grunnenheten var en *sten-alen*, også kalt *ælning* (Rolseth 1947). En *sten-alen* svarte til det gamle lengdemålet *stikka* eller *stikke-alen*, som var ca.

55,3 cm (Steinnes 1936). I selbubruddene levde denne måleenheten videre gjennom hele kvernsteinshistorien, til tross for at stikka var formelt erstattet av *sjællandsk alen* (ca. 63,3 cm) allerede i 1541. De større kvernsteinsmålene her var nesten alle delt opp i *kvarter* (kvarte stikkealen).

Om det var en tilsvarende standardisering i Tolstadkvernberget, vet vi ikke sikkert. Størrelsesfordelingen i Figur 77 passer imidlertid godt med at kvernstein på omkring 55 cm – det samme som stikka – var et standardprodukt. Flere av de emnene som kan måles relativt eksakt, er også 55-56 cm. Spesielt interessant er lokalitet 045 med tydelige uttaksspor i flyttblokk, der det har vært hogd en stein på 55 cm som først var forsøkt til ca. 70 cm (Figur 25). Disse målene svarer nesten eksakt til gamle selbumål, henholdsvis *ælning* (1 stikkealen) og *kvartstikk* (1¼ stikkealen). Dette betyr ikke nødvendigvis at Tolstadkvernberget har overtatt kvernsteinsstandarder fra Selbu eller vice versa. Stikka var nemlig i vanlig bruk – ved siden av *kort alen* (ca. 47,4 cm) – helt tilbake til 1200-tallet.

Kvernsteinene som nevnes i skriftlige kilder fra vårtinget i 1667 som 'tiendestein' til grunneieren, er interessante i denne sammenheng. Her tales det om flere ni-kvart stein og to-alen stein (Brekken 1980), som ville svare til henholdsvis ca. 125 og 111 cm dersom vi legger stikkealen til grunn. Tilsvarende ville ti-kvart steiner, som det også ble produsert noen få av på 1600-tallet (Teigum 2011), ha en diameter på ca. 138 cm (Teigum antar at de har vært 150 cm). I en sak fra 1678 nevnes "Søllandsche allen" som mål på et utleid stykke av Tolstadkvernberget (Teigum 2011). Men at sjællandske alen ble brukt i formelle, avtalemessige forhold som angikk grunnleie, gjenspeiler bare det faktum at dette var den offisielle enheten etter kongelig forordning av 1541. På dette tidspunkt kan det allerede ha vært godt innarbeidete standarder til bruk i kvernsteinshandelen fra Tolstad, etter som driften da hadde vart i minst 117 år. Derfor kan stikka som standardmål godt ha levd videre i kvernsteinsammenheng, ved siden av det nye og offisielle alenmålet, slik den gjorde i Selbu.

Kvernsteinene som omtales fra andre halvdel av 1600-tallet er så store (111-138 cm) at de samsvarer dårlig med kvernsteinsmålene vi har funnet i bruddene (Figur 77). Kanskje var det slik at grunneieren gjorde krav på de mest verdifulle steinene. Kanskje var det også de største steinene som ble omtalt når det gjaldt handel, fordi de ble kjøpt av storbønder og godseiere, mens handel med mer vanlig kvernstein blant vanlige bønder neppe ble dokumentert i samme grad. Det er også sannsynlig, selv om det ikke er entydig dokumentert i våre feltundersøkelser, at det allerede før 1700-tallet ble brutt steinskiver som etterpå ble hogd til kvernstein, og at denne 'selbuteknikken' ble brukt i et visst omfang ved siden av direkte hogging (se diskusjon s. 49). Kvernstein som eventuelt ble hogd fra skiver vil helt klart være underrepresentert i statistikken vår. Dels skyldes dette at tilhoggingen gjerne foregikk oppe på skrottipper som i dag er dekket med mose, hvor en nærmere undersøkelse ville krevd større inngrep i kulturlandskapet. Enda mer skyldes det at denne hoggeteknikken i seg selv etterlater emnespor som i gjennomsnitt er mindre enn hovedmengden av ferdig produsert og brukbar kvernstein: Når en skulle hogge kvernstein fra store steinskiver, ville en i første omgang forsøke å lage en så stor stein som skiven tillot. Men mange ganger kunne skiven gå i stykker under hoggingen, og da ville en prøve å lage en mindre kvernstein fra resten av den samme skiven. Dette kunne gjenta seg flere ganger, slik det er beskrevet fra Selbu (Grenne & Meyer 2009). Det som ligger igjen på skrottippen er i hovedsak de emnene og skivene som var for små til å gjøre noe mer med.

En slik statistisk skjevhet er særlig problematisk i de to yngre bruddene Storgruva og Vestgruva. Her er kvernsteinsmålene basert utelukkende på etterlatte emner. Derfor er kvernsteinsmålene fra de yngre bruddene (rødt i Figur 77) helt sikkert i underkant av det som reelt ble produsert på 1700-1800-tallet. Det statistikken herfra likevel viser, er at håndkvernstein var et lite relevant produkt i denne tiden.

## Produksjonsvolum

Volum av de enkelte bruddgropene er beregnet på grunnlag av den LIDAR-baserte terrengmodellen kombinert med feltobservasjoner. I mange tilfeller har vi kunnet bruke volumberegningfunksjonen i programvaren 'Quick Terrain Modeller' (QTM) direkte, ved først å modellere en 'før-drift' terrengoverflate med utgangspunkt i grensen mellom fast fjell og overliggende skrottipper som observert i bruddveggene. Den konstruerte 'før-drift' terrengmodellen og volumberegningen tar dermed hensyn til at en del av bruddgropas dybde skyldes skrottipper langs bruddkantene.

Andre steder vil volumberegning i QTM gi vesentlige feil, for eksempel fordi en del av bruddgropa ligger under overheng og dermed er 'skjult' for lasersignalene, eller fordi store mengder skrotstein fyller deler av bruddgropa. I slike tilfeller har vi benyttet arealet av bruddgropa slik den er definert i terrengmodellen, sammen med et dybdeestimat basert på LIDAR-dataene.

Flyttblokk-bruddene er problematiske, fordi de ble brutt på blokker som opprinnelig stakk opp i terrenget uten at vi kan vite ekstakt hvor mye som var over og under bakken. Et visst inntrykk får vi likevel ved å vurdere størrelsen på bruddgropa i forhold til mengden skrot omkring. Usikkerheten vil uansett ikke ha særlig betydning for det totale produksjonsvolumet i Tolstadkvernberget, siden flyttblokk-bruddene utgjør en relativt liten del.

I beregningen av volum fordelt på bruddtyper, er det forutsatt at både Storgruva og Vestgruva var vesentlige produksjonssteder allerede før de ble drevet med bryting av steinskiver. Dette er sannsynlig både på grunnlag av spor etter eldre drift i bruddene (se s. 30) og fordi vi kan anta at den sene driften ble konsentrert om områder der en allerede visste at det fantes god stein i berget. Utbredelsen av disse eldre, nå utslettede, deler av bruddene er estimert dels fra spor på kantene av bruddene, dels ved å interpolere mellom gamle brudd i vest og øst. Dybden av de eldre bruddene er forsiktig anslått til mellom to og tre meter på grunnlag av kjent dybde i andre brudd av samme type. Videre er det forutsatt at sonene med 'gråberg' mellom de gamle bruddene ikke ble brutt før den yngre driften tok til; også denne antagelsen er basert på det vi ser i Tolstadkvernberget for øvrig.

Beregnete produksjonsvolum er vist i Tabell 2. Totalt er det tatt ut nesten 17 000 m<sup>3</sup> stein i Tolstadkvernberget. Av dette kom ca. 4 % fra flyttblokk-bruddene og ca. 33 % fra bryting av steinskiver i Storgruva og Vestgruva. Størsteparten av volumet kom altså fra eldre brudd i fast fjell (ca. 63 %). Om vi tar hensyn til at en del av den yngre driften med bryting av steinskiver også omfattet gråberg, og holder oss til volumet av granatglimmerskifer som kunne brukes til kvernsteinshogging ('kvernsteinsberg'), hadde de eldre fastfjellsbruddene enda større betydning i forhold til nyere drift i Storgruva/Vestgruva (henholdsvis ca. 73 % og 23 %).

Tabell 2. Uttatt volum i de ulike bruddtypene i Tolstadkvernberget.

	Totalt volum		Volum 'kvernsteinsberg'	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Flyttblokk-brudd (hovedsakelig direkte hogging)	593	4	593	4
Eldre brudd i fast fjell (direkte hogging og hogging fra steinskiver)	10 655	63	10 655	73
Yngre brud i fast fjell (hovedsakelig hogging fra steinskiver)	5 600	33	3 429	23
Total	16 849		14 677	

I Tabell 3 har vi estimert gjennomsnittlig årlig produksjonsvolum for de to tidsperiodene definert av henholdsvis direkte hogging og hogging fra steinskiver. Beregningen er gjort på grunnlag av antatt start med direkte hogging i 1426, overgang til hogging fra steinskiver omkring 1730, og slutt på ordinær drift i 1870. Flyttblokkbruddene er innregnet i den første perioden (se diskusjon s. 39). Som

vist i Tabell 3 var årlig produksjonsvolum nokså likt i de to periodene (37-40 m<sup>3</sup>/år; innen hver periode har årsproduksjonen selvfølgelig variert). Dette er imidlertid volumet av all stein som ble brutt fra berget. Om vi igjen tar hensyn til at den yngre driften også omfattet mye gråbergsbryting, tyder dataene på en vesentlig lavere årsproduksjon av stein fra selve kvernsteinssonen i den senere perioden (ca. 21 m<sup>3</sup>/år).

**Tabell 3. Gjennomsnittlig mengde berg brutt per år i Tolstadkvernberget. Tallene er bare omtrentlige, fordi det er en usikkerhet i volumberegningen av bruddene og fordi de to tidsperiodene er usikre. Det er forutsatt at eventuell drift før 1426 og etter 1870 var av relativt liten betydning.**

År	Periodelengde (år)	Totalvolum berg per år	Volum'kvernsteinsberg' per år
1426-1730	304 år	37 m <sup>3</sup>	37 m <sup>3</sup>
1730-1870	140 år	40 m <sup>3</sup>	24 m <sup>3</sup>

Kontrasten mellom de to periodene blir enda større når vi tar i betraktning at den yngre driften med hogging fra steinskiver ga svært mye skrotstein i forhold til ferdig kvernstein, sikkert vesentlig mer enn ved direktehogging. Forsøk på å beregne antall kvernstein som ble ferdig hogd i Tolstadkvernberget i de to periodene blir svært usikre, fordi det ikke finnes gode tall for hvor stor andel av brutt steinvolum som ble til avfall. I brudd med direkte hogging i Hyllestad og Saltdal er det gjort beregninger hvor det er forutsatt ca. 50 % utnyttelse ( Rønneseth 1968, Helberg 2007). Heldal & Bloxam (2011) argumenterer for at dette er urealistisk høye anslag, og at det er mer sannsynlig at bare ca. 12 % av totalt volum brutt stein ble til ferdig kvernstein. På dette grunnlag spekulerer Heldal & Bloxam (op.cit.) på at det i Hyllestad kan ha vært produsert mellom 100 000 og 200 000 "håndkvernstein-ekvivalenter". Hvis en for Tolstadkvernbergets eldste periode (med direkte hogging) tar utgangspunkt i det samme anslaget for utnyttelsesgrad og regner at typisk kvernsteinstørrelse var 55 cm, kan det her ha vært produsert nesten 50 000 kvernstein (eller 25 000 steinpar) frem til omkring 1730. I virkeligheten var trolig utnyttelsesgraden lavere i Tolstadkvernberget, fordi granatglimmerskiferen i kvernsteinssonene er mer heterogen og fordi det trolig også ble brutt steinskiver. Dersom vi anslår en noe lavere utnyttelsesgrad, svarende til 75% av den i Hyllestad, finner vi at det kan ha vært produsert omkring 35 000 kvernstein (nesten 18 000 steinpar) i Tolstadkvernbergets eldste periode, betydelig mindre enn i Hyllestad. Det må presiseres at tallene gjelder 'håndkvernstein-ekvivalenter'; i virkeligheten ble det produsert færre kvernstein fordi det også var mye vasskvernstein.

For den nyere driften blir regnestykket annerledes, fordi utnyttelsesgraden falt (se s.17) og kvernsteinstørrelsen økte. Dersom vi forsøksvis regner med halv utnyttelsesgrad i forhold til det Heldal & Bloxam (2011) regner med i Hyllestad – dvs ca. 6 % – og typisk kvernsteinstørrelse på 90 cm, kan det ha vært produsert vel 2000 kvernstein (1000 steinpar) i tiden etter ca. 1730. Når en sammenligner disse tallene med produksjonstall for den eldre perioden (ovenfor), må en ta i betraktning at det er en betydelig forskjell i kvernsteinstørrelsene og dermed også verdien av hvert kvernsteinspar. Likevel gir tallene et inntrykk av nedgangen i Tolstadkvernberget i nyere tid.

Det må også presiseres at beregningene ovenfor av antall kvernstein er spekulative og i beste fall gir en pekepinn om størrelsesorden av produksjonen. Likevel gir de et bra mål for produksjonsmengder sammenlignet med hyllestadbruddene, der det trolig ble hogd tre til seks ganger så mye kvernstein som i Tolstadkvernberget dersom en går ut fra estimatene til Heldal & Bloxam (2011).

## Hvem brøt kvernsteinen?

---

Skriftlige kilder tyder på at retten til drift i Tolstadkvernberget helt fra tidlig på 1400-tallet lå under gården Tolstad (og trolig i en viss utstrekning nabogården Håmår). Dette var i samsvar med loven: Etter at Svein Alfvason (Svein Knutsson) sine lovbestemmelser fra første halvdel av 1000-tallet tidligere hadde hevdet kongens rett til det som fantes av verdier i jorden, fikk både Gulatingsloven og Frostatingsloven bestemmelser som sikret grunneierens rettigheter (Helland 1892). I 1404 hevdet dronning Margaretha at malminntil høvde kronen, noe som etter hvert ble lovfestet, men alt annet enn malminntil forekomster var fortsatt grunneierens. På Tolstad ble rettighetene forvaltet av oppsitteren i perioder da gården var eid av andre, slik som fra 1463 da den ble overtatt av riksråd og høvedsmann Alv Knutsson på Bergenhus, fra 1586 da eiendommen kom under kongen, og til slutt fra 1661 til 1685 da gården var eid av handelshuset Marselis i Amsterdam (Teigum 2011). For øvrig var det tolstadbonden selv som forvaltet retten til kvernsteinsdrift.

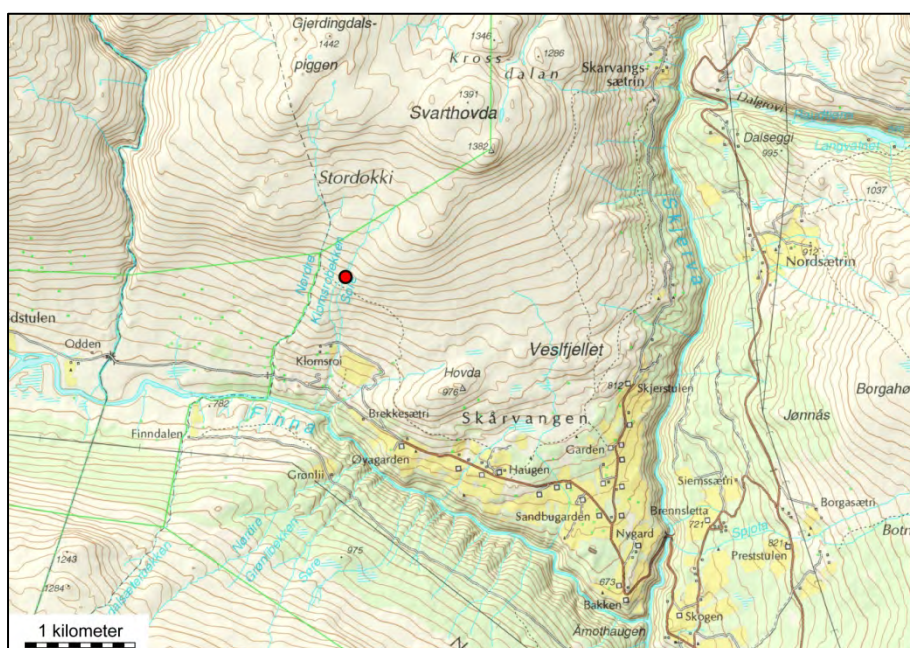
Dette var rettighetshaverne. Men hvem var det som gjorde arbeidet i kvernsteinsbruddene? De skriftlige kildene forteller at retten til å hogge kvernstein ble leid ut til andre mot en avgift til grunneieren kalt 'tiendstein' (se s. 2). Søksmål fra 1500-1700-tallet tyder på at det var bønder fra de nærmeste bygdene som leide rettigheter fra Tolstad (Teigum 2011). I en sak fra vårtinget i 1667 fortelles det om ti sambygdinger som hadde leid rett til hogging i kvernberget. Et brev fra 1670-årene omtaler også "*De bønder som bryder vdi berget, ...*". Men at bøndene leide rettigheter til drift, betyr ikke nødvendigvis at det var de som sto for selve arbeidet i bruddene. Ivar Kleiven (1908) skriver med henvisning til et søksmål i 1677 om en Kristen Bjørnstad fra Lalm som hadde 5-6 karer i arbeid året rundt med å hogge stein, mens han selv kjørte kvernstein til Kristiania. Kanskje var det noen bønder som drev i bruddene selv, mens andre leide inn arbeidsfolk til grovarbeidet. Kvernsteinen som ble produsert kunne være både til eget bruk og til salg.

I senere tid – på 1800-tallet – skal det ha vært mange som hadde vinterarbeid i bruddene på grunn av det økende folketallet og dermed vansker med å få arbeid (Brekken 1980). Det fortelles ikke hvem dette var, men det er sannsynlig at det var husmenn som trengte ei attåtnæring til pliktarbeidet for å tjene til livets opphold. Én av dem kan ha vært Ole Jørgensen fra Vågå, som på 1820- og 1830-tallet bodde på husmannsplasser under Svenstad og Kongsrud i Sjørdalen, ikke langt fra Tolstad (Grenne & Meyer 2011). Han var en tid også husmann under Bjølstad i Heidal, som eide grunnen til kvernsteinsbruddene i Sjølia. I alle fall er det tydelig at Ole Jørgensen kjente håndverket godt allerede da han i 1842 flyttet med familien for å søke lykken i Nord-Norge: I en barnedåp i Trondenes i 1845 blir han navngitt av presten som "qværnhugger Ole Jørgensen", og ikke lenge etter hadde han etablert sitt eget kvernsteinsbrudd ved Svelshamna i Astafjorden (Grenne & Meyer 2011).

At det var bønder og husmenn som drev med kvernsteinshogging, er i samsvar med det vi vet fra Selbu, der det er velkjent at mange hadde kvernsteinshogging som attåtnæring om høsten og dels om vinteren helt fra 1500-tallet (Grenne & Meyer 2009). Forskjellen var bare at tolstadbruddene krevde 'tiendstein', mens bruddene i Selbu lå i allmenning og kunne drives av enhver uten noen avgift. Likevel kan det ha vært annerledes i Tolstadkvernbergets eldste tid, på 1400-tallet. Vågå og bygdene rundt har en mengde forekomster av kleberstein som ble utnyttet til produksjon av blant annet klebersteinsgryter i middelalderen og kanskje enda tidligere. Slike forekomster fantes også under Tolstad. Som omtalt foran (s. 14), var det nesten identisk teknikk som ble brukt for å hogge klebergryter og kvernstein 'på gammelmåten', direkte fra bergflaten. Derfor er det fristende å spekulere på om det var den gamle håndverkstradisjonen fra kleberdriften som ble videreført i Tolstadkvernberget. Kanskje var det også den samme gamle steinhoggertradisjonen som gjorde at det ble så stor kvernsteinsdrift akkurat her, og ikke alle andre steder hvor vi finner granatglimmerskifer av lignende kvalitet?

## Andre kvernsteinsbrudd i Vågå

Et lite kvernsteinbrudd finnes nord for setra Klomsroi, ca 11 km nordvest for Vågåmo og litt forbi Skårvangen (Figur 78). Bruddet ligger 640 meter nord for setra, ca 1060 m.o.h. i lia opp mot fjellet Svarthovden. Området er snaufjell med hovedsakelig lyngvegetasjon. Hoveduttaket er i kanten av en liten bergknaus 10 meter øst for Søre Klomsrobekken, hvor det er brutt kvernstein over et areal på maksimum 6 x 2 meter og i en dybde på anslagsvis 0,5-1,5 meter. I tillegg er det tatt ut minst to steiner i selve bekkeløpet. All stein ser ut til å ha vært brutt ved direkte hogging fra bergflaten. Det som kan sees av runde kanaler er hogd med både V-profil og W-profil, med skrå kant og symmetriske sider. Det er ikke sett spor etter borhull. Målbare emner og uttaksspor viser kvernsteinsdiametre fra 68 til 83 cm, m.a.o. vasskvernstein.



Figur 78. Kvernsteinbruddet ved Klomsroi merket med rødt. Kartgrunnlag: Statens kartverk.

I tillegg omtaler Jakob Brekken (1980) to kvernsteinsuttak i Vågå som ikke er befart. Det ene er et brudd i Rinddalen mellom Lalm og Heidal, det andre et tilsynelatende lite uttak i elvekanten nedenfor Nerlie i Ottadalen, omkring en kilometer sørvest for Tolstadkvernberget og på motsatt side av elva.

## Sammenfatning

---

Kvernsteinsproduksjon basert på granatglimmerskiferen i Tolstadkvernberget går tilbake til 1426 eller tidligere og varte frem til slutten av 1800-tallet, en periode på opp mot 500 år. Gjennom denne tiden har landskapet endret seg ikke bare med mengden stein som de lokale bønder og husmenn brøt ut fra berget, men også i takt med måten bruddene ble drevet på.

Det som i dag fremstår som de mest iøynefallende bruddene, 'Storgruva' og et mindre, tilsvarende brudd litt vest, stammer fra siste del av driftshistorien men er ikke representativ for kvernsteinsdriften som helhet. Denne perioden, som trolig varte fra utpå 1700-tallet, var egentlig en nedgangstid i Tolstadkvernberget, med dalende produksjon på grunn av konkurransen fra de store kvernsteinsbruddene i Selbu i Sør-Trøndelag. Drivkraften bak denne utviklingen kan ha vært den stigende etterspørselen etter stadig større kvernstein til bruk i vasskverner og bygdemøller, behov som det trolig var lettere å imøtekomme i selbubruddene på grunn av andre og gunstigere geologiske betingelser (Grenne m.fl. 2008). Driftsmessig karakteriseres perioden av teknikken som allerede var brukt i Selbu siden 1500-tallet: bryting av store steinskiver som ble fraktet hele til en arbeidsplass utenfor selve bruddgropa, der kvernsteinen ble tilhøgd fra steinskivene. Håndboring og kruttsprengning var viktige elementer i arbeidet med å løsne steinen fra bruddveggen. Med denne teknikken gikk det an å drive dype brudd, og det ble relativt lett å sprengte bort gråberg mellom bergartssonene med godt 'kvernsteinsberg'. Det var en effektiv måte å bryte berg på, men utnyttelsesgraden var relativt lav ettersom en svært stor andel av brutt berg var uegnet til kvernsteinshogging og ble kastet. Dette gjenspeiles i de store bruddene og av de enda større mengder avfallsstein i skrottippen fra denne perioden. Steinhoggerarbeidet som foregikk oppå haugene med avfallsstein førte til at skrottippen fikk en karakteristisk flat topp (Figur 79).

Storhetstiden i Tolstadkvernberget var lenger tilbake i historien. Da var arbeidet spredt på mange små og mellomstore brudd, og andre driftsmetoder ga en annen type steinbruddslandskap (Figur 79). I begynnelsen var det trolig mest hogging direkte fra bergflaten, enten i oppstikkende bergnabber eller flyttblokker, hvor det var lett å komme til uten å måtte fjerne gråberg eller løsmasser. Hovedproduksjonen var håndkvernstein. Da lett tilgjengelig kvernsteinsberg etter hvert var oppbrukt, var det nest letteste å fjerne løsmassene rundt flyttblokker slik at en kom til med hogging lenger nede på blokken. I fastfjellsbruddene måtte det først fjernes en god del 'gråberg' på oversiden for at en skulle komme til med videre hogging på dypet, noe som var vanskelig før kruttets tid. Her fikk trolig fyrsetting stor betydning. <sup>14</sup>C-data antyder at fyrsetting ble benyttet allerede i første halvdel av 1500-tallet, og skriftlige kilder indikerer at metoden var i bruk i alle fall frem til starten på 1700-tallet. Sikre hoggespor fra denne perioden er bare fra direkte hogging, hovedsakelig av håndkvernstein, men det er flere ting som indirekte taler for at det i et visst omfang også ble brutt steinskiver for hogging av større vasskvernstein.

Selv om det var en økende bruk av den 'nye' teknikken med hogging av kvernstein fra steinskiver i Tolstadkvernberget, levde tradisjonen med hogging direkte fra berget lenge etter at omfattende kvernsteinsdrift i Selbu var basert utelukkende på den nye teknikken. Den gamle hoggeteknikken kan ha holdt seg så godt fordi de geologiske forutsetningene var annerledes enn i Selbu. Det kan også ha vært fordi tradisjonen med direkte hogging var godt etablert i Tolstadkvernbergets eldste tid, som en håndverksarv fra middelalderens kvernsteinsbrudd og – ikke minst – fra en betydelig klebersteinsdrift ved Tolstad og bygdene omkring.



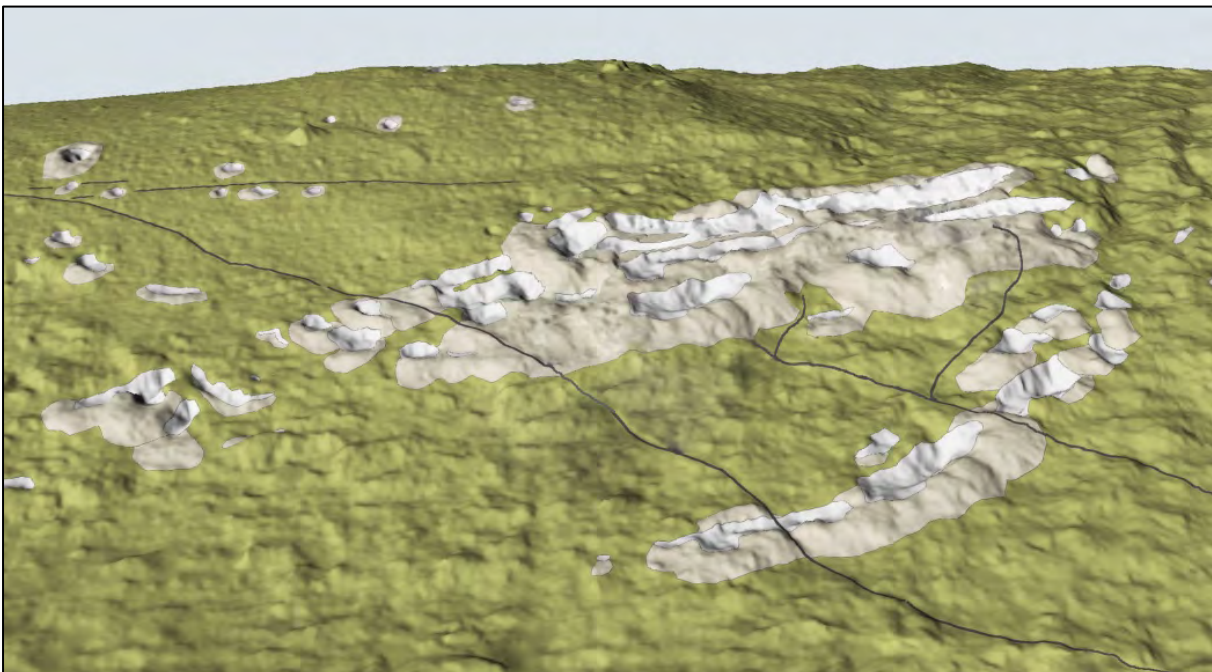
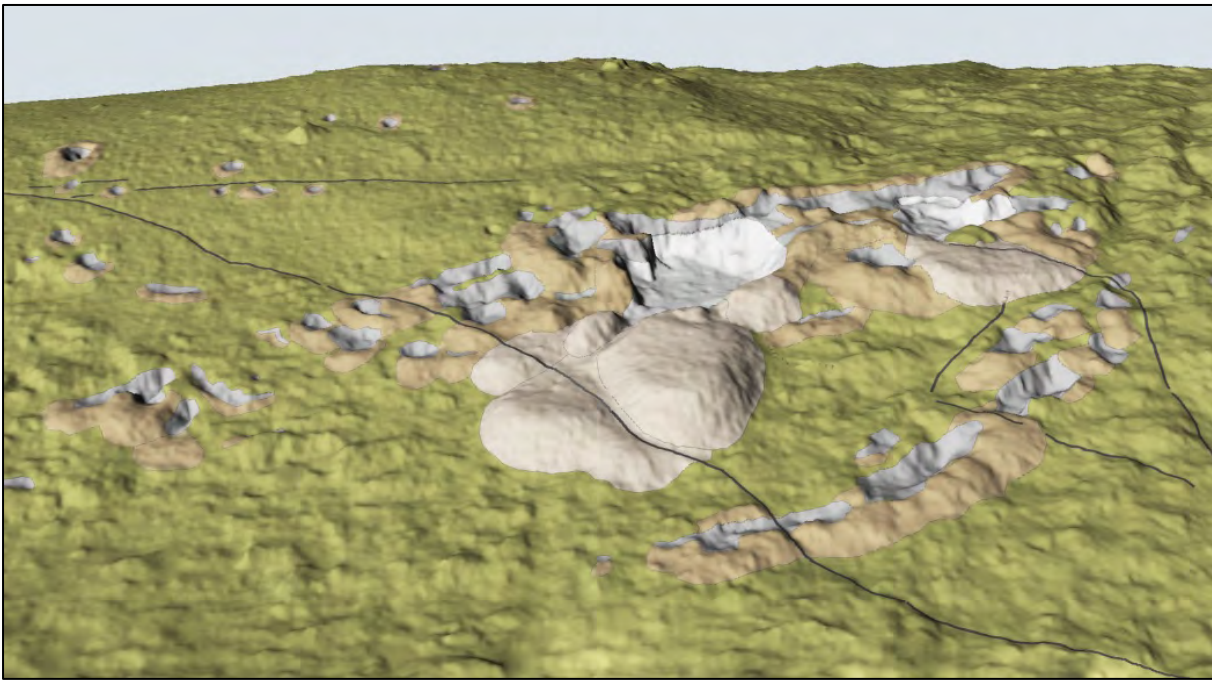
**Figur 79. Terrengmodeller som viser utviklingen av Tolstadkvernberget. Perspektiv sett mot sør-sørvest.**

**Øverst: Landskapet slik det er i dag. Utkanten av industriområdet sees nederst på bildet.**

**I midten: Bruddlandskapet på slutten av 1800-tallet, da kvernsteinsdriften tok slutt.**

**Nederst: Tolket terreng for tidlig 1700-tall, før driften ble basert på hogging fra steinskiver.**

**Modellene er basert på LIDAR-data. Veifar og stier i eldre tid er usikre.**





## Kildehenvisninger

---

- Agricola, G. 1556: *De Re Metallica*. Engelsk utgave oversatt fra latin av H.C. Hoover & L.H. Hoover, *The Mining Magazine*, London 1912.
- Alsaker, S. 1987: Bømlø - Steinalderens råstoffsentrum på Sør-vestlandet. Arkeologiske avhandlinger 4. Historisk museum, Universitetet i Bergen.
- Brekken, J. 1980: Tolstadværnberget og andre kvernsteinbrot i Vågå og Sel. Årbok for Gudbrandsdalen 1980, s. 78-83.
- Bronk Ramsey, C. 2009: Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), s. 337-360.
- Falk, H. & Torp, A. 1903-1906: Etymologisk ordbog over det norske og det danske sprog. Faksimileutg. Bjørn Ringstrøms antikvariat (1991).
- Grenne, T. & Meyer, G. 2009: Kvennfjellet i Selbu. I: Våg, A. (red): *Turglede 2009*, Trondhjems Turistforening Årbok, s. 66-94.
- Grenne, T. & Meyer, G.B. 2011: Kvernsteinbruddene i Sjølia. I: *I Heidalé – Årbok for Heidal historielag 2011*, s.12-25.
- Grenne, T., Heldal, T., Meyer, G.B. & Bloxam, E.G. 2008: From Hyllestad to Selbu: Norwegian millstone quarrying through 1300 years. I: T. Slagstad (red.): *Geology for Society*. Geological Survey of Norway Special Publication, 11, s. 47-66.
- Harper, D.: Online Etymology Dictionary (<http://www.etymonline.com/index.php>)
- Harrell, J.A. & Storemyr, P. 2009: Ancient Egyptian quarries – an illustrated overview. I: Abu-Jaber, N., Bloxam, E.G., Degryse, P. & Heldal, T. (red.). *QuarryScapes: ancient stone quarry landscapes in the Eastern Mediterranean*. Geological Survey of Norway Special Publication, 12. s. 7-50.
- Helberg, B. H. 2007: Rapport vedrørende overvåking av inngrep i kvernsteinsbrudd i damområdet for Saksenvik Kraftverk, Saksenvik i Saltdal Kommune, Nordland. Upubl. rapport, 9 s.
- Heldal, T. and Bloxam, E.G. 2007: Kartlegging og karakterisering av kvernsteinsbruddene i Hyllestad. NGU Rapport 2007.079, 120 s.
- Heldal, T. and Bloxam, E.G. 2011: Kvernsteinsbrudd i Hyllestad, Sogn og Fjordane. NGU Rapport 2011.075, 52 s.
- Helland, A. 1892: *Norsk Bergret*. H. Aschehoug & Co, Kristiania. 618 s. Digital utgave Nasjonalbiblioteket NBdigital: [http://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2008041512001](http://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2008041512001)
- Kleiven, I. 1908: I gamle daagaa. Forteljingo og bygda-minne fraa Vaagaa. H. Aschehoug & Co., Kristiania. 431 s.
- Lindahl, I. 2009: Kvernsteinsbrudd og kornkverner i Ofoten og Sør-Troms. Norges geologiske undersøkelse, rapport 2009.076, 27s.
- Morstad, B. 2012: Rapport for laserskanning. Geovekstprosjekt LACHOP11 - Nordgudbrandsdalen\_Kvernberget DTM10. Terratec/Statens Kartverk. 11 s.

- Petersen, J. 1951. Vikingetidens redskaper. Skrifter. Det norske videnskaps-akademi i Oslo. II. Hist.-filos. Klasse 4, s. 438-441.
- Prøsch-Danielsen, L. & Soltvedt, E-C. 2011: The shift from saddle to rotary hand querns in South-western Norway with corresponding crop plant assemblages. *Acta Archaeologica* 82, s. 129-162.
- Reimer, P. J., m.fl. 2009: IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51(4), s. 1111-1150.
- Rolseth, P.O. 1947: *Kvernffjellet*. Selbu og Tydals Historielag, 275 s.
- Rønneseth, O. 1968: Das Zentrum der ältesten Mühlsteinindustrie in Norwegen. In: Haarnagel, C. W. & Raddatz, K. (red.): *Studien zur europäischen Vor- und Frühgeschichte*, Neumünster, s. 241-252.
- Siedlecka, A., Nystuen, J.P., Englund, J.O. & Hossack, J. 1987: Lillehammer – berggrunnskart M. 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Steinnes; A. 1936: Mål, vekt og verderekning i Noreg i millomalderen og ei tid etter. *Nordisk kultur* nr. 30, Oslo-Stockholm-København.
- Sturt, B.A. & Ramsay, D.M. 1989: Early Ordovician terrane-linkages between oceanic and continental terranes in the central Norwegian Caledonides. *Terra Nova*, 11, s. 79-85.
- Teigum, I. 2011: Tolstadkvernberget – frå kongeleg pant i Amsterdam til bondegods i Vågå. *Heimen*, 48, s. 47-58.