

Stenfynd och kvarnstensanalys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

Rapport 2017:1_16
Arkeologisk undersökning

Uppsala län; Uppland; Uppsala kommun; Uppsala socken;
Gamla Uppsala 20:1, 21:13, 21:27 m.fl.; Uppsala 134:4, 240:1,
284:2, 586:1, 597:1, 603:1, 604:1, 605:1 och 606:1

Erik Ogenhall

Stenfynd och kvarnstensanalys

Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

Rapport 2017:1_16
Arkeologisk undersökning

Uppsala län; Uppland; Uppsala kommun; Uppsala socken;
Gamla Uppsala 20:1, 21:13, 21:27 m.fl.; Uppsala 134:4, 240:1,
284:2, 586:1, 597:1, 603:1, 604:1, 605:1 och 606:1

Dnr 5.1.1-00031-2015

Erik Ogenhall

Arkeologerna

Statens historiska museer

Våra kontor

Linköping

Lund

Möln dal

Stockholm

Uppsala

Arkeologerna

Statens historiska museer

Rapport 2017:1_16

Rapporten ingår även i Upplandsmuseets rapportserie (2017:1_16) samt Societas Archaeologica Upsaliensis (SAU) rapportserie (2017:1_16).

Arkeologerna

010-480 80 00

info@arkeologerna.com

www.arkeologerna.com

Upplandsmuseet

018-16 91 00

info@upplandsmuseet.se

www.upplandsmuseet.se

Societas Archaeologica Upsaliensis (SAU)

018-10 79 30

post@sau.se

www.sau.se

Upphovsrätt, där inget annat anges, enligt Creative Commons licens CC BY.

Villkor på <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se>

Bildredigering och layout: Åsa Östlund

Omslag: Svanen är projektets symbol. Det är en stiliserad bild av ett exklusivt och helt unikt beslag i glasemalj med silverram, som påträffades i höjd med gravfältet under förundersökningen. Fyndet dateras till vendeltid.

Illustration: Franciska Sieurin-Lönnqvist, Arkeobild.

Tryck/utskrift: Rapporten finns digitalt på <http://samla.raa.se>.

Innehåll

Om rapporteringen från det arkeologiska projektet

Utbyggnad av Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala	6
---	---

Stenfynd från Gamla Uppsala

Bergartsbestämning av brynen, kvarnstenar, sländtrissor m.m.	7
Sammanfattning	7
Abstract	7
Inledning	7
Undersökningens förutsättningar	8
Metod	8
Bergarter i det analyserade materialet	8
Skiffer, två eller tre typer	8
Sandsten, två typer	13
Flinta	14
Kalksten/marmor	14
Granit/gnejs	16
Övriga bergarter	16
Proveniens – bergarternas möjliga hemvist	16
Skiffrar	16
Sandstenar	17
Kalksten	17
Granit/gnejs	17
Övriga bergarter	17
Resultatsammanfattning	17

Kvarnstenar från Gamla Uppsala

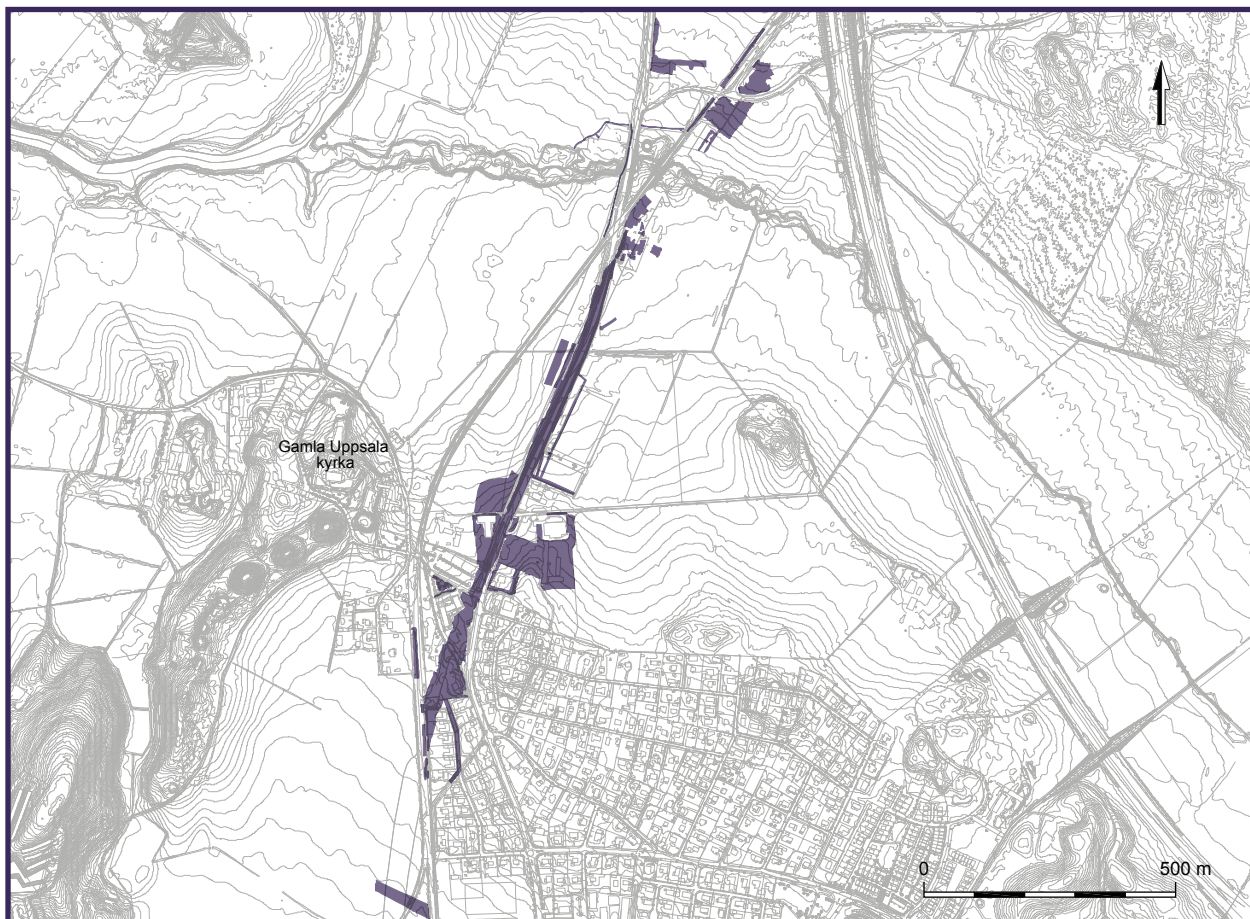
Bergartsanalys och jämförande kemistudier med referensmaterial från Malung och Sala	19
Sammanfattning	19
Abstract	19
Bakgrund, material och provurval	19
Provtagning och analysmetoder av stenmaterial	20
Analysresultat	21
Malung 4	21
Sala	24
824	27
1993	29
2712	32
3026	35
Tolkning och diskussion	38

Referenser	40
Muntliga uppgifter	41
Övriga relevanta men ej omnämnda referenser	41

Administrativa uppgifter	42
---------------------------------------	----

Bilagor	43
Bilaga 1. Fyndtabell med färgkodad bergartsbedömning	43
Bilaga 2. Geologisk ordlista	51
Bilaga 3. Stenbrott	53
Bilaga 4. Kemiresultat i diagramform	55

OKB-projektets publikationer	58
---	----



Undersökta ytor inom OKB-projektet. Skala 1:15 000.

Om rapporteringen från det arkeologiska projektet Utbyggnad av Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala

Anledningen till de arkeologiska undersökningarna var Trafikverkets utbyggnad av dubbelspår genom Gamla Uppsala. Projektet pågick mellan år 2012–2017. Under de första åren genomfördes omfattande fältundersökningar. Hela projektet har publicerats i en egen rapportsvit Arkeologerna 2017:1_1–23. Rapporterna finns att tillgå på Riksantikvarieämbetet/samla.

Rapport 2017:1_1 innehåller den vetenskapliga fördjupningen, en artikelsamling baserad på projektets vetenskapliga frågeställningar och tematiska ingångar. Rapport 2017:1_2 är en inledande Projektintroduktion för hela det arkeologiska projektet med bakgrund, frågeställningar, analyser, ¹⁴C-tabeller m.m. Rapporterna 2017:1_3–9 utgörs av kataloger för respektive kategori av tolkade lämningar i form av bland annat hus, gravar, aktivitetstyor, brunnar, och stolpfundament.

Föremålsmaterialen är samlade i en separat rapport, 2017:1_10. Specialanalyser såsom osteologi, växtfynd, keramik, metallurgi och geoprospektering redovisas i rapporterna 2017:1_11–17. Slutligen är övriga analyser och konserveringsrapporter publicerade i rapporterna 2017:1_18–23.

Samtliga rapporter och övriga publikationer som givits ut i samband med OKB-projektet presenteras i en tabell sist i denna rapport. Utöver dessa är en populärvetenskaplig bok planerad att ges ut av Norstedts förlag.

Det arkeologiska projektet är ett samarbete mellan Arkeologerna vid Statens historiska museer, Upplandsmuseet och SAU (Societas Archaeologica Upsaliensis).

Stenfynd från Gamla Uppsala

Bergartsbestämning av brynen, kvarnstenar, sländtrissor m.m.

Även utgiven som UV GAL Rapport 2013:14 (Riksantikvarieämbetet)

Sammanfattning

Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL) i Uppsala har okulärt undersökt stenmaterial funnet vid arkeologiska undersökningar i Gamla Uppsala (OKB-projektet).

Materialet, som omfattar nära 400 fyndposter från samtliga delytor, har huvudsakligen valts med hjälp av materialregistreringen i de Intrasisprojekt som är kopplade till undersökningarna.

Frågeställningen har varit, förutom bergartsbestämning, möjlig proveniens av materialet.

Resultatet av analysen visar att valet av bergart inom respektive fyndkategori varit konsekvent och i relativt få fall har flera olika bergarter nyttjats för samma ändamål.

Till kvarnstenar har vanligen en glimmerskiffer använts som möjligen kommer från Malung (ev. Sala) och i brynen dominerar en skiffer som kan ha sitt ursprung i Höga Kusten-området. Sandsten har huvudsakligen använts i slipstenar men även i vissa brynen och kvarnstenar och två huvudtyper förekommer; den ena är av Gävle/Roslagstyp och den andra en mosten som troligen har sitt ursprung i Orsa eller på Gotland. Sten av granitisk typ har mest använts i glättstenar, löpare och underliggare (malstenar) men även i vissa fall i kvarnstenar och har högst sannolikt lokalt ursprung. Den eldslagningsflinta som hittats är av typen senon och kommer sannolikt från södra Skandinavien. Övriga observerade bergarter, t.ex. diabas, amfibolit och kalksten har sannolikt i de flesta fall lokalt eller regionalt ursprung.

Inledning

Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL) har okulärt granskat stenfynd tillvaratagna vid arkeologiska grävningar i Gamla Uppsala. Den arkeologiska undersökningen är föranledd omdragningen av järnvägen (OKB) genom Gamla Uppsala.

Undersökningarna har genomförts inom ett antal skilda detaljtytor som har planerats av Trafikverket. Dessa detaljtytor har senare sammanförts i ett mindre antal delområden. Såväl detaljtytor som delområden har utgjort en rumslig stomme i det efterföljande bearbetnings-, analys- och tolkningsarbetet. För en utförligare presentation av det arkeologiska projektet se Projektintroduktion (Beronius Jörpeland [red.] 2017).

Frågeställningen har huvudsakligen innefattat bergartsbedömning av materialet i stenföremålen samt möjlig proveniens av dessa bergarter. Materialet, som omfattar nära 400 fyndposter från samtliga delytor, har huvudsakligen valts utifrån materialregistreringen i de Intrasisprojekt som är kopplade till undersökningarna, vilket i praktiken inneburit att i princip allt tillgängligt stenmaterial har undersökts.

Undersökningens förutsättningar

Ingen åverkan har skett på något föremål då endast okulär analys har utförts. Detta har medfört att många föremål med bearbetad, smutsig eller hårt vittrad yta, endast översiktligt har kunnat bedömas när det gäller bergartens mineralogi m.m. Även i mycket finkorniga bergarter kan mineralidentifikationen vara svår, eller rent av omöjlig, vid okulär analys men ytan kan ändå ofta ge en fingervisning om bergartstyp. Optimalt är att göra observationer på färska brottytor, men även vittrade (rena) ytor kan ibland ge bra information.

För mer exakta petrografiska analyser krävs tunnslipsanalys i polarisationsmikroskop och för en fullständig bergartsanalys krävs även kemiska metoder (t.ex. total kemi, mikrosondanalys, röntgendiffraktion och ev. radiometrisk datering). Dessa metoder kräver dock viss åverkan på föremålen.

Metod

Analys och mikrofoto har huvudsakligen skett med hjälp av en Zeiss Stemi (DV4) stereolupp där mineralogi, kornstorlek, texturer, strukturer m.m. har studerats helt okulärt. Skalstocken på mikrobilderna har 1 mm mellan strecken. Den av analysen givna bergartsbedömningen har sedan jämförts med tidigare bedömningar av liknande analyserade fynd. Både litteratur och referensmaterial har konsulterats.

De vanligaste bergartsbildande mineral, som kan vara möjliga att identifiera okulärt i lupp, innefattar bl.a. kvarts, fältspat (t.ex. vit plagioklas och rosa kalifältspat), glimmer (t.ex. mörk biotit och ljus muskovit) samt ibland amfibol (t.ex. hornblände) och pyroxen (t.ex. augit). Även kalcit (kalk) kan förekomma och kan då ofta identifieras med hjälp av en droppe 10 % saltsyra (HCl). Malmmineralet magnetit kan identifieras med magnet. Fördelningen av dessa mineral, tillsammans med bl.a. kornstorlek, kan ge en fingervisning om vilken bergart, eller bergartstyp, materialet består av.

Bergartsbedömningen för varje enskilt fynd finns i tabellform i bilaga 1 (färgkodad) medan det i resultatdelen presenteras en uppdelning av vilka bergarter som identifierats. Även en geologisk ordlista finns som bilaga 2 för att underlätta förståelsen av analyserna.

Var bergarterna kan förekomma naturligt i fast klyft eller som lös avlagring (proveniensen) har

efter identifikationen föreslagits genom att jämföra materialet med referensmaterial (GAL) och resultat från tidigare undersökningar av liknande fynd, bl.a. GAL-rapporter. Även konsultation av personal från Sveriges geologiska undersökning (SGU), Uppsala universitet (UU) och studier av berggrundskartor och övrig litteratur har tillämpats.

De undersökta fynden presenteras i bilaga 1.

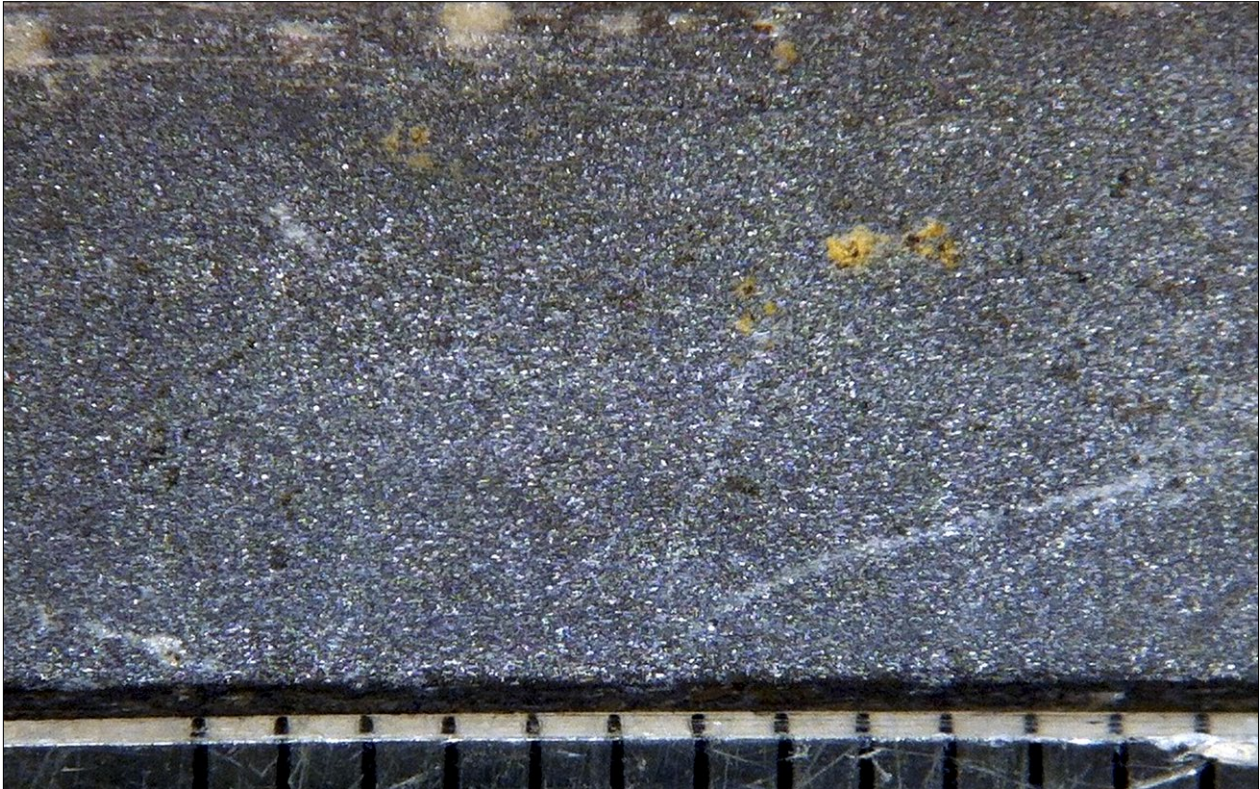
Bergarter i det analyserade materialet Skiffer, två eller tre typer

Den vanligaste är en mörkgrå, mycket finkornig, fyllitisk skiffer (Bilaga 1, B1) huvudsakligen innehållande kvarts och glimmer. Kornstorleken är ca 0,1 mm, vilket är knappt urskiljbart med blotta ögat (fig. 1). Ett visst inslag av järnoxiden hematit i vissa lager gör att bergarten ibland har en lätt röd eller violett färgton (fig. 2). Fynden visar att bergarten huvudsakligen har använts till brynen, oftast av mindre typ (se t.ex. fig. 15). Ett antal fynd som vid granskningen visat sig avvika något kan vara av en annan skiffertyp (Bilaga 1, B2) men är möjligen en variant av samma skiffer och/eller sekundärt påverkad av eld/värme (fig. 3) alternativt djup vittring. Dessa fynd har en generellt ljusare/blekare färg, något som kan bero på att kvarts under uppvärmning krackelerar och får en vit färg. Några av dessa fynd förefaller dock vara något mindre finkorniga, mer kvartsrika och inte alltid lika skiffriga.

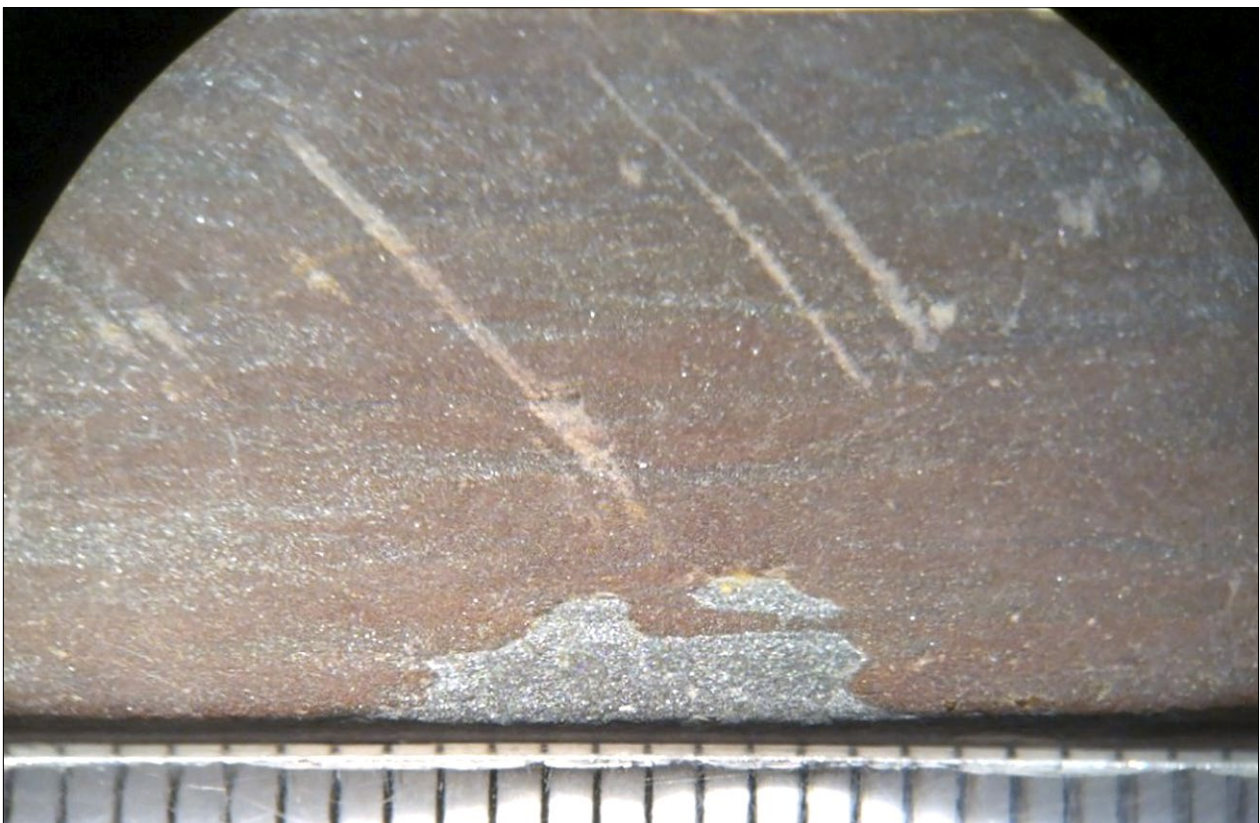
Allmänt om fyllit; en måttligt omvandlad lerskiffer (låg metamorfos) där skiffriheten genom tryck blivit påtaglig samtidigt som bergarten fått en glänsande yta genom att lermineral ombildats till fina glimmerfjäll.

Ett stort antal kvarnstensfragment (t.ex. F4865) består av en finkornig, sidenglänsande glimmerskiffer (fig. 4 och 5) med strödda större (>3 mm) kvartskorn (fig. 6). Färgen varierar från blekt grön till mörkt grå men även nästan vita varianter finns. Vissa fynd, t.ex. F4864, består av en något avvikande variant av denna bergart som är mer jämnkornig (ca 1 mm), ses innehålla rostfyllda hålrum som möjligen är vittrad pyrit (fig. 7), samt innehåller magnetit, vilket även märks på att den är svagt magnetisk. Se Bilaga 1, A.

Allmänt om glimmerskiffer; en kraftigare omvandlad lerskiffer (medelhög metamorfos) där alla lermineral ersatts av (omvandlats till) ljus glimmer som bildar tydliga större flak.



Figur 1. Bryne F3348 av mycket finkornig fyllitisk skiffer. Kornen (mineralkristallerna) är i storleksordningen 0,1 mm.



Figur 2. Fyllitisk skiffer (bryne F1656) där ett av hematit rödfärgat skikt ses vara lite skadat och blotta ett underliggande skikt utan hematit och med grå färg.



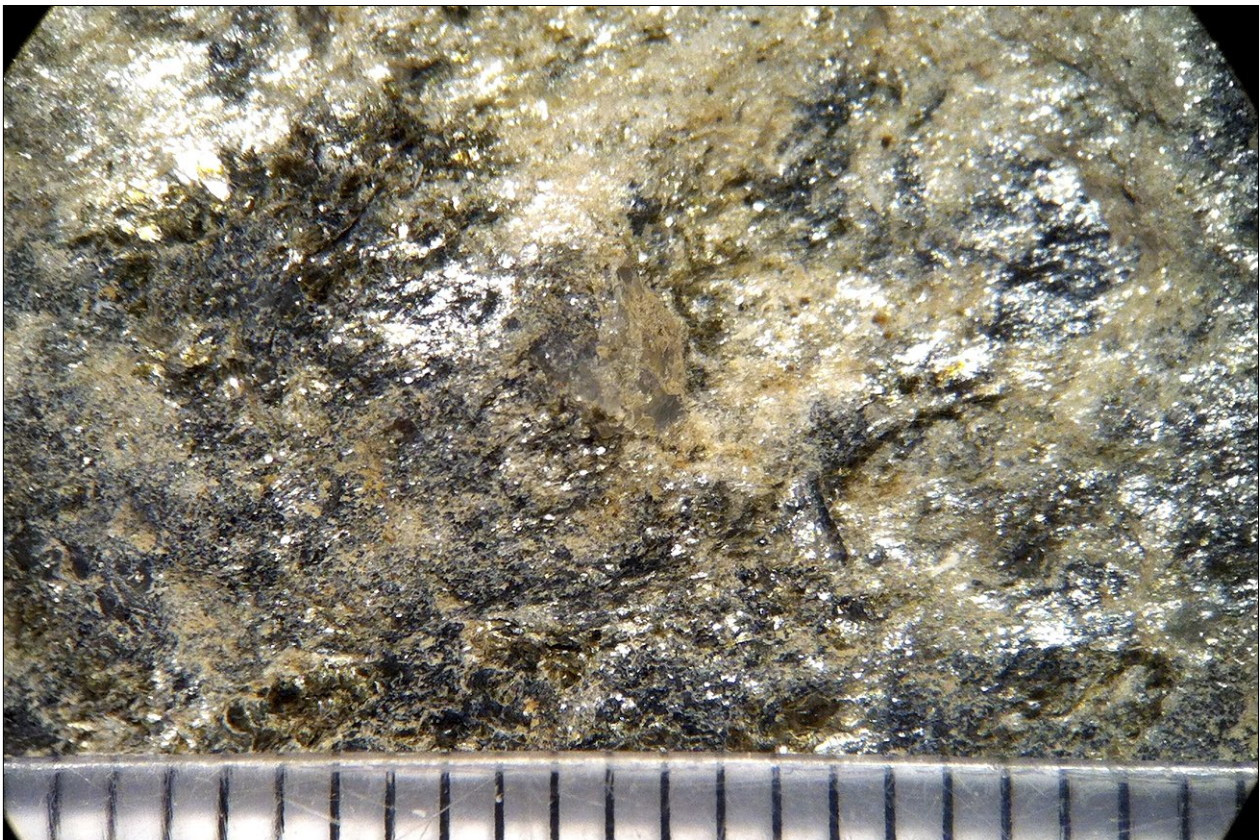
Figur 3. Fyllitisk skiffer (bryne F1654) med blekare färg som även är sprödare och mer sprucken. Den ljusa färgen kan bero på eld- eller värmepåverkan där kvarts krackelerat och blivit vit.



Figur 4. Kvarnstensfragment F4865 av glimmerskiffer med den vanligaste, blekgröna, färgen. Malytan uppåt.



Figur 5. Den spräckta kanten av kvarnstensfragmentet F4865, skalstocken ligger på malytan.



Figur 6. Närbild av den glimmerdominerade bergarten (i bl.a. F4865) där ett större, grått kvartskorn, cirka 3 mm, kan anas mitt i bild.



Figur 7. Glimmerskiffern i kvarnstensfragment F4864 är mer finkornig och jämnkornig än övriga glimmerskifferar, samt ses ha roströda inslag möjligen av vittrad pyrit (jämför fig. 6).



Figur 8. Finkornig rödaktig sandsten av Gävle/Roslagstyp (F3024). Jämför kornstorleken med fig. 10.



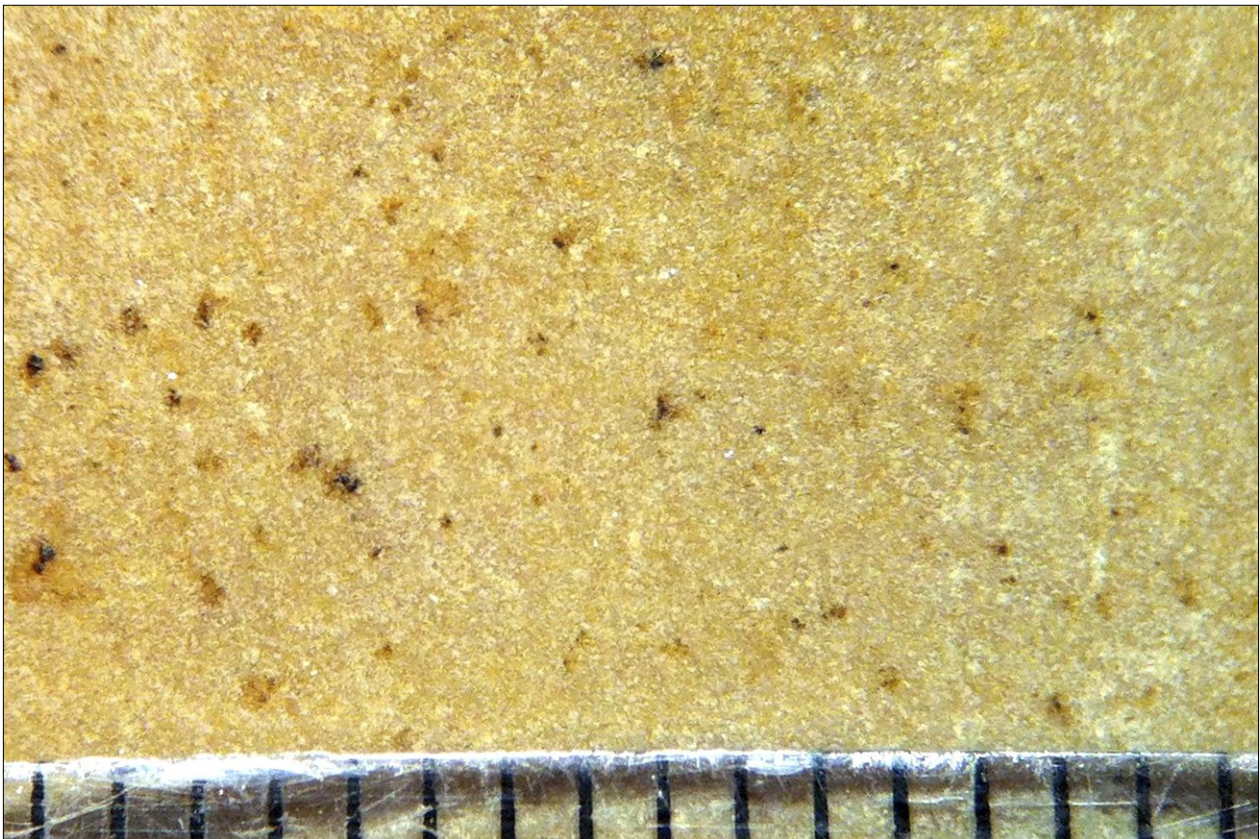
Figur 9. Exempel på föremål av sandsten av Gävle/Roslagstyp. Från vänster; F3024 (se även fig. 8), F3256 och F3261.

Sandsten, två typer

Två typer av sandsten kan urskiljas i materialet; en lite grövre, ofta rödaktig, som återfinns i bl.a. kvarnstenar och är av typen jotnisk sandsten (fig. 8 och 9), samt en ljusare mer finkornig typ, troligen silurisk mosten, som mest använts i slipstenar och

lite större brynen (fig. 10 och 11). Se Bilaga 1, D1 och D2.

Allmänt om sandsten; en sedimentär bergart som huvudsakligen består av sandkorn (kvarter och andra silikatmineral) som cementerats samman under metamorfos.



Figur 10. Ljus och mycket finkornig sandsten av typen mosten (F3364). Observera de mörka fläckarna av ett mörkt mineral, ibland rostigt, som ofta ses i denna bergart. Jämför fig. 8.



Figur 11. Exempel på föremål av olika varianter av mosten. Från vänster; F3346, F3352 och F3364.

Flinta

Alla fynd av flinta förefaller vara av den typ som kallas senon, vilken normalt är mörk, glasig och förhållandevis ren och homogen i sin sammansättning. Många fynd är bleka eller vita men detta är sannolikt i samtliga fall resultatet av sekundära processer som t.ex. att de blivit upphettade (eld) eller blivit påverkade av den omgivande miljön (fig. 12). Se även bilaga 1.

Allmänt om flinta; en glasartad bergart som förekommer som konkretioner i sedimentära lager, huvudsakligen från tertiär eller krita, och består av en blandning av de kiselrika mineralen kalcedon och opal.

Kalksten/marmor

Ett fåtal föremål består av kalksten, t.ex. F3341 och F1989 som är av ljus/röd s.k. ortocerkalksten med fossil, kvarnsten F2809 samt några sländtrissor (fig. 13). Se även Bilaga 1.

Allmänt om kalksten; bergart huvudsakligen bestående av mineralet kalcit. Vanligen en sedimentär bergart men kan också bildas genom kemisk utfällning av kalcit. En vanlig variant är ortocerkalksten, som är en grå eller rödbrun kalksten med 10–15 % lera och ofta innehåller bläckfiskfossil av typen ortoceratit. Lersten förekommer ibland tillsammans med denna bergart. Metamorft omvandlad kalksten kallas marmor.



Figur 12. Olika varianter av senonflinta. Vänster (F1642) bränd, mitten (F1644) naturlig och höger (F1651) troligen sekundärt påverkad.



Figur 13. Fynd av kalksten; F3341, F1989, F3102 och F3221 liggande på kvarnstenslöparen F2809.

Granit/gnejs

Ett antal föremål, främst löpare, underliggare, glättsten och kvarnsten består av olika granitiska bergarter och gnejs (deformerad/metamorf granit).

Allmänt om granit; djupbergart och den vanligaste bergarten i Sverige. Domineras av kiseldioxidrika mineral som kvarts och fältspat samt mindre mängder av till exempel glimmer. Kan ha olika färger alltifrån vit till röd och svart beroende på skillnader i mineralogi och textur. Kornstorleken kan variera avsevärt, från enstaka mm till flera cm.

Övriga bergarter

De övriga bergarter som anträffas i materialet är enstaka fynd gjorda av diabas, gabbro, täljsten, amfibolit/grönsten, olika vulkaniska bergarter samt mineraliserad malm. Se Bilaga 1.

Proveniens – bergarternas möjliga hemvist Skiffrar

Den *fyllitiska skiffer* som återfinns i de flesta brynen kan möjligen ha sitt ursprung från *Höga kusten* (Ringkallen?), där en liknande skiffer finns som är

av jotnisk ålder (prekambrisk, 1,5–1,3 miljarder år). Att flera av dessa brynen förefaller innehålla hematit stödjer denna tolkning (Kresten & Melkerud 1997 och 1998). Det är inte troligt att något fynd är av Eidsborgsskiffer då dessa delvis har ett annat utseende, bl.a. är de mer grovkorniga och kvartsrika samt har en annan textur och struktur (t.ex. Kresten & Melkerud 1999). Det referensmaterial som finns av Eidsborgsskiffer är ej heller likt denna fyllitiska skiffer.

Den *glimmerskiffer* som använts i flera av kvarnstenarna och fragmenten är möjligen brunen i trakten av *Malung* i Dalarna (Östra Utsjö?). Kvarnstenar av detta material har tidigare hittats på många platser i Uppland bl.a. i Sanda (Kresten 1994a) samt kvarteret Domen (Kresten m.fl. 1996a) och kvarteret Bryggaren i Uppsala (Elfwendahl & Kresten m.fl. 1993) och har i dessa fall tolkats som Malungssten.

Brytningen av kvarnstenar i Malung går tillbaka till åtminstone 700-talet (Kresten m.fl. 1996b) men de flesta förefaller medeltida (t.ex. Kresten 1994b) och en senare översikt av kunskapsläget finns i



Figur 14. Exempel på fynd av (högst sannolikt) lokal granit (F1665, F1666, F1667 och F1668).

C-uppsatsen ”*Om stenar kunde tala*” av Mellquist Danielson (2011). Det finns dock vissa teorier om att detta kvarnstensmaterial skulle kunna komma från *Salatrakten* (Hedblom 1996, Kresten 1998 & Löthman 2004).

Bergarten beskrivs vanligen som kraftigt förskiffrad med sidenglänsande glimmerrika lager som omger vit-, grå- eller blåaktiga kvartskorn i storleken 2–3 mm (t.ex. Kresten 1994 & Kresten m.fl. 1996a). Bergarten kan ursprungligen vara en sandsten med lerig silt som utgångsmaterial och den är möjligen av jotnisk ålder (prekambrisk, 1,5–1,3 miljarder år, Hjelmqvist 1966) men är möjligen ännu äldre (Kresten m.fl. 1996a). Se även bilaga 3.

Sandstenar

En trolig moderbergart till den grövre, oftast rödaktiga *jotniska sandstenen* är s.k. Gävlesandsten. Stenbrott i *Gävlesandsten* finns i trakterna av Storsjön, t.ex. i Lem i Ovansjö socken (Hedblom 1989) (bilaga 3), men också vid Brynäs i Gävle (Kathol, muntlig uppgift).

Bergarten har ofta huggits ur istransporterade flyttblock i området mellan Gävle, Roslagen och Mälaren (Birath 1997) och benämns då *Roslagssten*, men är alltså egentligen densamma som Gävlesandsten.

Kvarnstenar av denna typ av sandsten har tidigare hittats bl.a. i Uppsala i Kvarteret S:t Per, Kvarteret Svalan och Kvarteret Kroken (Elfwendahl & Kresten 1993) samt i Rasbo (Ogenhall 2011). Huruvida kvarnstensfragmenten från Gamla Uppsala är huggna ur lokalt hittade block eller hämtade från t.ex. Gävletrakten är omöjligt att besvara då det rör sig om samma typ av bergart. Dock förefaller det troligt att lokala block använts, då dessa (tidigare) varit relativt vanligt förekommande. Det har tidigare ansetts att det tillverkats kvarnstenar av Roslagssten ända sedan vikingatid (t.ex. Kresten m.fl. 1996b), men fynd F144 flyttar sannolikt tillbaka användandet ända till folkvandringstid på grund av fyndets kontext.

Bergarten beskrivs vanligen som gulröd till röd (Delin & Söderman 2005) med lager av arkos (mer fältspat) och konglomerat (rundade bergartsfragment) (Lundegårdh 1967) och finns sparsamt som fast klyft i trakterna kring Gävle–Sandviken (t.ex. Delin & Söderman 2005).

Gävlesandstenen är en s.k. jotnisk sandsten (prekambrisk med odefinierad ålder på 1,3–1,5 miljarder år) och är av samma typ som t.ex. Dalasandsten och Mälarsandsten.

En mer finkornig sandsten, som vanligen finns i en annan typ av fynd (brynen/slipsten), bedöms

vara *silurisk mosten* och kan ha sitt ursprung i *Orsa* (Orsasandsten, ofta gulaktig) och/eller på *Gotland* (Burgsvik, ofta gråaktig). Tidigare fynd från Uppsala av brynen av denna sandstentyp finns beskrivna av Elfwendahl & Kresten (1993).

Se även bilaga 3.

Kalksten

De fynd av ordovicisk s.k. *ortocerkalksten*, vilka ofta är fossilförande t.ex. fynd F3341, har sannolikt sitt ursprung i Gävlebukten eller södra Bottenhavet, där de finns i fast klyft, och förekommer naturligt som *glacialtransporterade block i Uppland*. Även lersten förekommer sparsamt i detta material. Kvarnstenar av kalksten (F2809) förefaller mindre vanligt och två kända kvarnstensbrott i kalksten finns; *Kinnekulle* i Västergötland och *Gillberga* på Öland (Elfwendahl & Kresten 1993).

Se även bilaga 3.

Granit/gnejs

Alla föremål av *granitiska bergarter* är troligen *lokala* och kan sannolikt i samtliga fall härledas till de 1,90–1,87 miljarder år gamla metagranitoider som dominerar berggrunden runt Uppsala och större delen av Uppland. Materialet till de flesta föremål (löpare, underliggare, glättsten m.m.) har troligen hittats i den direkta närheten, t.ex. i Uppsalaåsen eller i moränen. Kvarnstenar av granit/gnejs kan möjligen komma från *Sandika* i Uppland där ett kvarnstensbrott funnits (Kresten m.fl. 1996b).

Se även bilaga 3.

Övriga bergarter

Föremål av täljsten har tidigare hittats vid arkeologiska utgrävningar i Uppsala (bl.a. i sländtrissor) och kan ha lokalt ursprung i Vittinge eller Alunda, men eventuellt kan Trøndelag i Norge vara en möjlig källa (Elfwendahl & Kresten 1993). Övriga bergarter (diabas, gabbro, amfibolit/grönsten, vulkaniska bergarter samt malm) förekommer alla i Uppsalas närhet och får anses vara lokala. Magnetitmalms i större mängd förekommer närmast naturligt i Vattholma strax norr om Uppsala.

Resultatsammanfattning

Analyserna visar att valet av bergart inom respektive fynd-/föremålskategori varit relativt konsekvent. Mycket av materialet är handelsvaror från inom Skandinavien, men även lokalt material har nyttjats.

Till kvarnstenar har vanligen en glimmerskiffer använts som möjligen kommer från Malung (ev. Sala) och i brynen dominerar en fyllitisk skiffer

som kan ha sitt ursprung i Höga Kusten. Sandsten har huvudsakligen använts i slipstenar men även i vissa brynen och kvarnstenar och två huvudtyper förekommer; den ena är en ofta rödaktig av Gävle/Roslagstyp och den andra en mer finkornig mosten som troligen har sitt ursprung i Orsa eller på Gotland (Burgsvik). Sten av granitisk typ har mest använts i glättstenar, löpare och underliggare

men även i vissa fall i kvarnstenar och dessa har högst sannolikt lokalt ursprung i morän, ås eller fast klyft. Den eldslagningsflinta som hittats är av typen senon och är troligen importerad från södra Skandinavien. Övriga observerade bergarter, t.ex. diabas, amfibolit och kalksten har sannolikt lokalt eller regionalt ursprung i morän, ås eller fast klyft.



Figur 15. Skifferbrynen F1030, F1049, F1046 och F1050 (se bilaga 1).

Kvarnstenar från Gamla Uppsala

Bergartsanalys och jämförande kemistudier med referensmaterial från Malung och Sala

(Arkeologerna, GAL PM 2016:02)

Sammanfattning

På uppdrag av Lena Beronius Jörpeland, Arkeologerna, har GAL (Geoarkeologiskt laboratorium) i Uppsala analyserat fyra kvarnstensfragment från arkeologiska undersökningar i Gamla Uppsala och jämfört dessa sinsemellan samt med referensmaterial från kvarnstensbrott i Malung och Sala.

Frågeställningarna har gällt om kvarnstensmaterialet från Gamla Uppsala kommer från Malung eller möjligen Sala samt om det skiljer sig åt mellan vikingatid och medeltid. Frågeställningen är föranledd av en tidigare större undersökning av detta stenmaterial från Gamla Uppsala där det varierande materialet indikerade fler källor till kvarnstenarna.

Resultaten visar att tre av de fyra analyserade kvarnstensfragmenten kemiskt liknar referensprovet från Malung, och därför sannolikt kommer därifrån, medan det fjärde liknar Salaprovet och följaktligen troligtvis kommer därifrån. Det senare kan möjligen även indikeras okulärt. Det förefaller alltså möjligt att med kemiska analyser avgöra huruvida kvarnstenars proveniens är Malung eller Sala. Dock är den sammanlagda bedömningen att en absolut majoritet av det totala kvarnstensmaterialet i Uppsala kommer från Malung, men att enstaka kvarnstenar kan härröra från Sala.

En viss skillnad i val av material kan möjligen ses mellan de vikingatida kvarnstenarna och de medeltida, men det ringa urvalet gör den bedömningen mycket osäker.

Bakgrund, material och provurval

Stenmaterial från kända kvarnstensbrott i Malung och Sala har jämförts med kvarnstensfragment framkomna vid arkeologiska undersökningar i Gamla Uppsala (OKB-projektet; Ostkustbanan, dubbelspårig järnväg norr om Uppsala). Materialet finns delvis tidigare beskrivet (Ogenhall 2013).

Referensmaterial från Malung (Kvarnberget 4) respektive Sala (norr om Springargruvorna) provtogs redan på 1990-talet då en undersökning gjordes (Kresten 1998) för att försöka utröna huruvida de kvarnstenar som hittats vid flera arkeologiska undersökningar i och omkring Uppsala (t.ex. kvarteren Bryggaren, Domen och Kransen) (Elfwendahl & Kresten 1993), har sitt ursprung i de stora och välkända kvarnstensbrotten i Malung eller i de geografiskt närmare, men mindre, brotten i Sala vilket Hedblom (1996) förordat. Resultatet visade då att kvarnstensmaterialet från Malung och Sala var mycket lika varandra kemiskt, men att en viss systematisk skillnad kunde anas (i Zr-Hf-kvoten) vilket talade för att Malung var källan till alla de kvarnstenar som hittills undersökts kemiskt i Uppsala (Kresten 1998).

Från Gamla Uppsala har nu ytterligare fyra utvalda prov analyserats vilka framkommit vid undersökningar inom OKB-projektet. Anledningen till den fördjupade undersökningen är att det bland det undersökta kvarnstensmaterialet från Gamla Uppsala (Ogenhall 2013) framkommit ett antal fragment som okulärt är mycket lika det referensmaterial som finns från Sala.

Tabell 1. Fynd-/provlista över analyserat material. Kontextinfo kommer från Intrasisprojektet. Dateringen representerar den anläggning vari kvarnstensfragmentet hittades, vilken alltså är senare än den period då kvarnstenen användes. Kemianalys är den sammanlagda provvikt som analyserades totalkemiskt.

Prov/Fnr	Kontext	Datering (e.Kr.)	Kemianalys (g)
Malung 4	Referensprov Kvarnberget 4	-	69,5
Sala	Referensprov norr om Springargruvorna	-	69,9
FC824	Markberedning hus Aktivitetsyta 2943	1030–1210	95,2
FV1993	Gårdsnära avfall Aktivitetsyta 1225	1280-1300	123,5
FV2712	Byggnad Halvkällare 5961	1300–1500	134,3
FV3026	Smedja Stolphus 3974	870–975	120,9

Provmaterialet från Gamla Uppsala valdes utifrån möjlig prov- och analysstorlek (viss mängd krävs), variation i utseende och bergartstyp samt relevant arkeologisk kontext och ålder (tabell 1).

Provtagning och analysmetoder av stenmaterial

Okulär analys och mikrofoto sker huvudsakligen med hjälp av en Zeiss Stemi (DV4) stereolupp samt en datoransluten mikrokamera (Infinoptix Flexview) där mineralogi, kornstorlek, texturer, strukturer m.m. studeras på stenarnas yta. Skalstocken på mikrobilder från stereoluppen har 1 mm mellan strecken.

De vanligaste bergartsbildande mineral som kan vara möjliga att identifiera okulärt i lupp innefattar bl.a. kvarts, fältspat (t.ex. vit plagioklas och rosa kalifältspat), glimmer (t.ex. mörk biotit och ljus muskovit) samt ibland amfibol (t.ex. hornblände) och pyroxen (t.ex. augit). Även calcit (kalk) kan förekomma och kan då ofta identifieras med hjälp av en droppe 10 % saltsyra (HCl). Malmmineralet magnetit kan identifieras med magnet. Fördelningen av dessa mineral, tillsammans med bl.a. kornstorlek, kan ge en fingervisning om vilken bergart, eller bergartstyp, materialet består av.

Utvalda prov undersöks även i mikroskop (petrografi av tunnslip) för att mer noggrant fastställa bergarternas mineralogi. Tunnslip tillverkas (externt av Axinit i Bratislava) av en bortsågad skiva av stenen som limmas på ett objektglas och slipas/poleras ned till ett mikroskopiskt tunt prov (0,03

mm). Sågsnittet placeras och orienteras om möjligt så att alla ingående delar finns representerade i tunnslipet. Tunnslipet undersöks i mikroskop för att se hur bergarten är uppbyggd bl.a. med avseende på sammansättning och textur. De petrografiska undersökningarna utförs både i påfallande och genomfallande (planpolariserat) ljus för att identifiera bergartens olika mineral och dess texturella drag. De flesta malmmineral, t.ex. magnetit och kopparkis, är inte genomsläppliga för ljus utan undersöks och identifieras med hjälp av påfallande ljus som reflekteras (tillbaka uppåt), medan andra mineral, t.ex. kvarts, fältspat m.fl., släpper igenom och bryter ljuset (nedifrån och upp).

Undersökningarna görs i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop (upp till 500× förstoring) utrustat med integrerad datoransluten kamera för kontinuerlig digital dokumentation av analyserna. Påpekas skall att för mycket finkorniga bergarter räcker inte ens ett högklassigt polarisationsmikroskop till för att kunna identifiera alla mineral; då måste t.ex. en elektronmikrosond användas (se nedan).

Prov analyseras även totalkemisk genom att ett bulkprov (en ”sten”) skickas till ett externt laboratorium (ALS Minerals). Beroende på kornstorlek och ev. heterogenitet kan provmängden variera från några få gram upp till flera kilo (det sista dock mycket ovanligt). Använda analysmetoder inkluderar bl.a. ICP-AES* för huvudämnen och ICP-MS** för spårämnen. Vanligen analyseras totalt 59 ämnen i varje prov. Hela resultatet presenteras i tabellform (bilaga 5) där huvudämnen anges som oxider och övriga som rena ämnen (element), även om dessa förekommer i mer komplexa former. Syftet med den kemiska analysen är att få kännedom om ingående huvudämnen t.ex. aluminium och kisel, men också ämnen som förekommer i lägre halt eller bara som spårämnen.

För att kemiskt undersöka enskilda mineral kan prov analyseras i en elektronmikrosond (EPMA) modell JEOL JXA-8530F med våglängdsdispersiv metod (WDS) vid institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet. I det polerade tunnslipet kan då såväl punktanalyser i respektive mineral som ytanalyser göras för att få kunskap om exakt sammansättning. Denna analys ingick dock ej i denna undersökning.

En geologisk ordlista finns som en bilaga för att underlätta förståelsen av analyserna (bilaga 2).

* Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy

** Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

Analysresultat

Malung 4

Det provtagna kvarnstensmaterialet från Malung (prov Malung 4) ses okulärt vara finkornigt och ha en röd ton i ytan (fig. 16) vilket även ses i lupp (fig. 17).

I mikroskop (tunnslip) framgår att bergarten består av rikligt med större strökorn i en mycket finkornig mellanmassa (fig. 18). Strökornen, som är upp till ca en millimeter (de flesta mindre) består huvudsakligen av kantiga kvartskorn med en inre så kallad undulös utsläckning vilket visar spår av den deformation som förskiffrat bergarten (fig. 17–18).

Mellanmassan, vilken är mycket finkornig (vanligen under 0,01 mm) består huvudsakligen av ljus

glimmer, troligen muskovit, men även av finkornig kvarts (fig. 19). Den senare kan delvis vara rester av större kvartskorn som omkristalliserat på grund av deformation. Den röda färgton som bergarten uppvisar okulärt anses i mikroskop (utan polarisation) och förefaller bestå av spridda fläckar möjligen med innehåll av järn (fig. 20).

Den totalkemiska analysen visar att bergarten sannolikt är av sedimentärt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) och nivåerna av sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är jämbördiga med de flesta övriga analyser i denna studie. I diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) ligger kvoten på 38, vilket är betydligt högre än den kvot som referensprovet från Sala har (fig. 49 i bilaga 4).



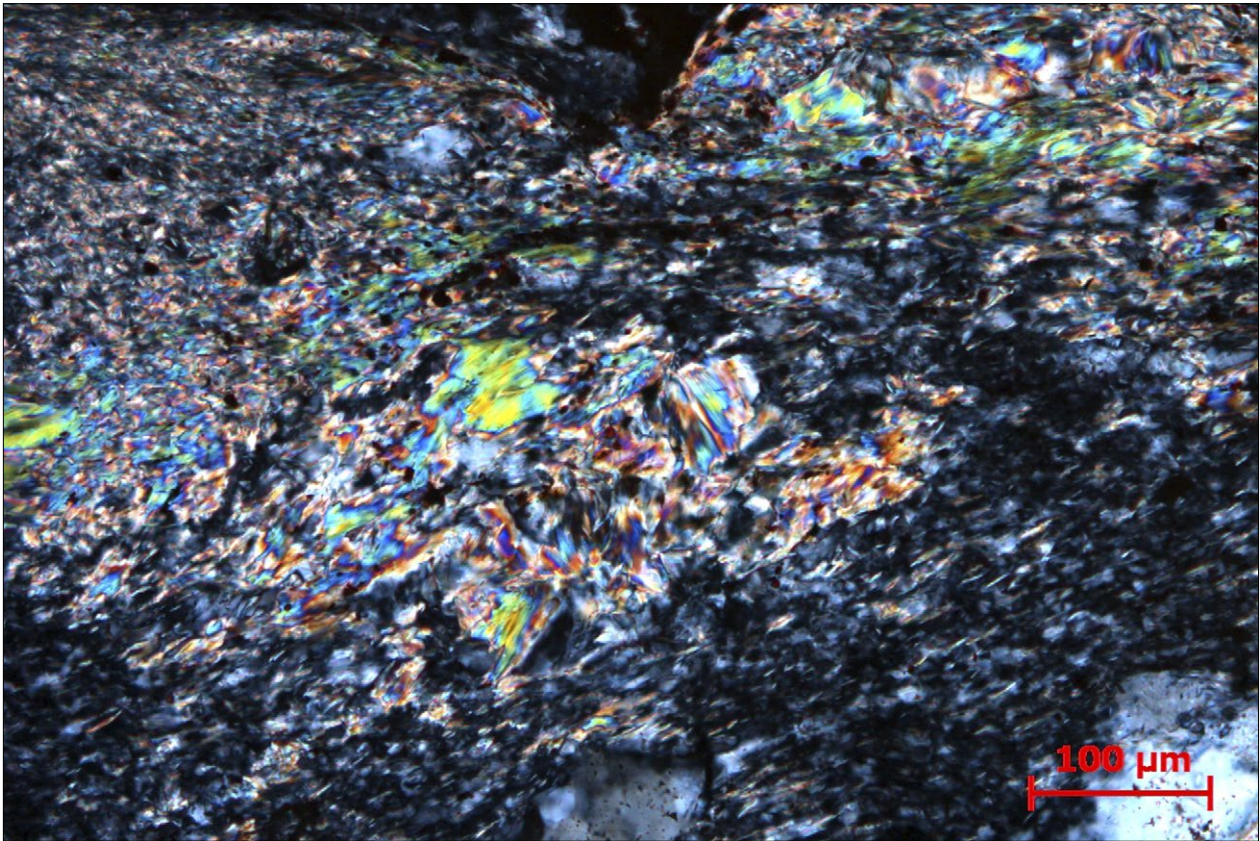
Figur 16. Del av kvarlämnad kvarnsten från kvarnstensbrottet i Malung (Kvarnberget). Den mindre, sågade biten (prov Malung 4) preparerades både till tunnslip och analyserades totalkemiskt. Observera bergartens röda färgton. Den större biten är ca 25×17 cm.



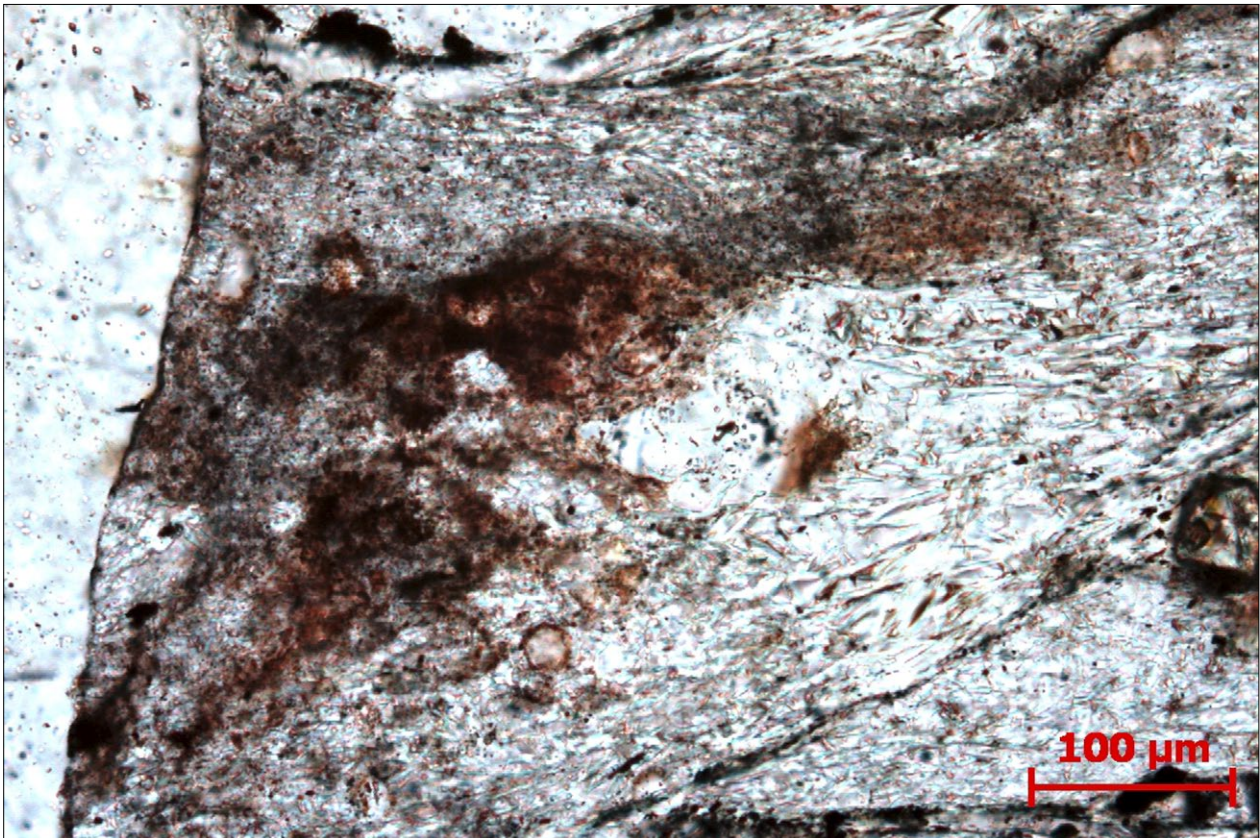
Figur 17. Närbild (i lupp) av ytan på prov Malung 4. Skallstrecken visar millimeter. Den röda färgtonen ses även i mikroskala.



Figur 18. Rikligt med större kvartskorn (vit-grå-svart) ses i en mycket finkornig mellanmassa av glimmer, troligen muskovit. Foto från mikroskop.



Figur 19. I mycket hög förstoring ses den finkorniga mellanmassan bestå av glimmer med varierande ljusa färger, medan finkornig kvarts (mest i bildens nedre del) ses vara grå i olika mörka nyanser. Foto från mikroskop.



Figur 20. I foto från mikroskop utan polarisationsfilter ses att den finkorniga glimmern inte har någon tydlig egenfärg vilket indikerar att det är muskovit. Dock ses enstaka röda fläckar (huvudsakligen i glimmern), troligen orsakad av någon järnförening, vilket sannolikt är anledningen till bergartens röda färg.

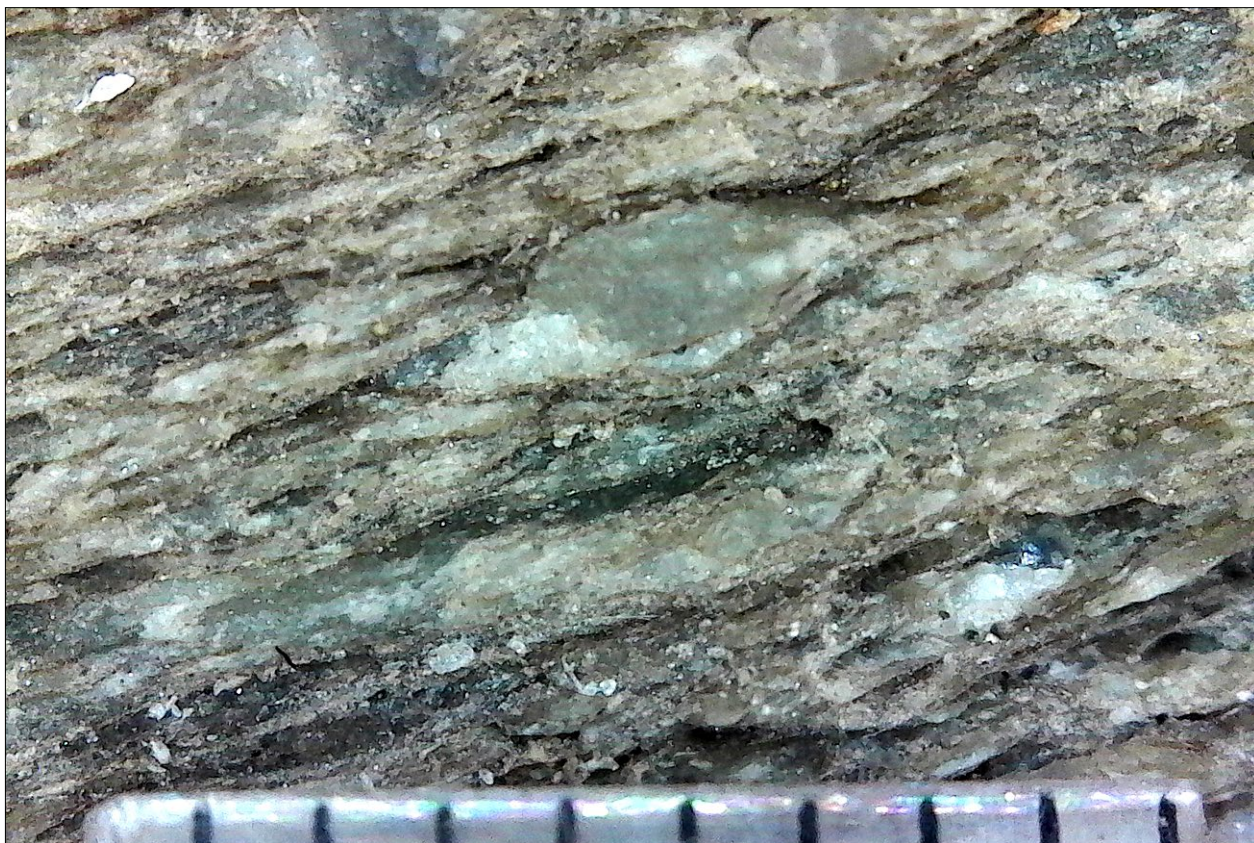
Figur 21. Del av kvarlämnad kvarnsten från kvarnstensbrottet norr om Springargruvorna i Sala. Det mindre sågade stycket preparerades till tunnslip samt analyserades totalkemiskt. Notera bergartens blekt grå-gröna färgton.



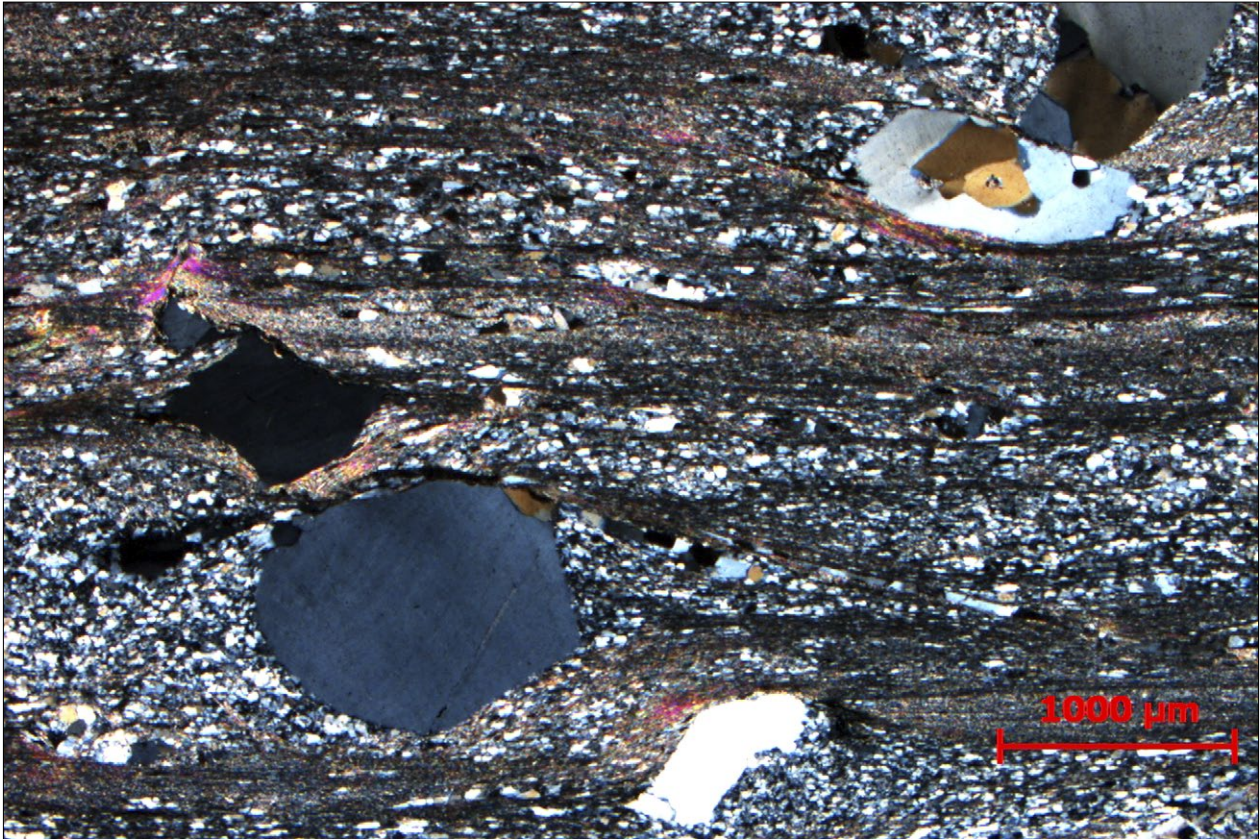
Sala

Okulärt ses provet från kvarnstensbrotten norr om Springargruvorna i Sala (prov Sala) vara en finkornig bergart med större strökorner samt ha en ljus grå-grön yta och i övrigt vara tydligt förskiffrad (fig. 21–22).

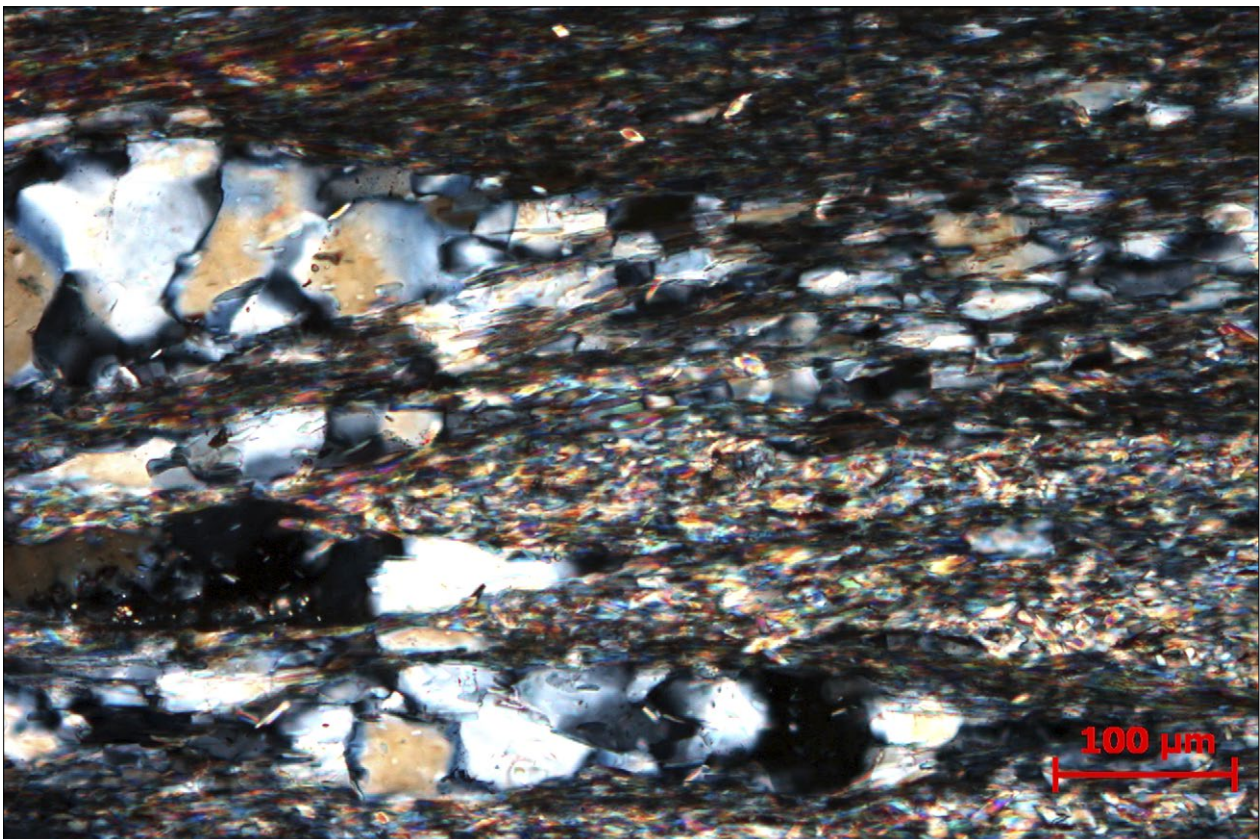
I mikroskop ses strökornen vara av kvarts och upp till 4 millimeter stora. De består både av enskilda kristaller och aggregat uppbyggda av många mindre kristaller. Mellanmassan (fig. 23–24) ses bestå av växellagrande band av mycket



Figur 22. Närbild (i lupp) av Salaprovet där större korn av kvarts ses i en mer finkornig mellanmassa. Observera den grå-gröna färgtonen.



Figur 23. I mikroskop ses att de större strökornen av kvarts (vit-grå-svart) både är rundade och kantiga till formen. Mellanmassan består av både glimmer (mörkare stråk) och mycket finkornig kvarts som ligger i växelvisa lager.



Figur 24. Växelvisa lager av kvarts och glimmer i mycket hög förstoring. Foto från mikroskop.



Figur 25. I provet från Sala observerades ett enstaka lager bestående av mineralet kalcit (mitt i bild). Foto från mikroskop.



Figur 26. I foto från mikroskop utan polarisationsfilter ses mineralens egenfärg; kvarts är färglös medan glimmern har en blekt grå-gul ton med svaga inslag av grönt. Det senare är möjligen orsak till bergartens gröna färgton.

finkornig kvarts och glimmer. Ett ca 0,5 millimeter tunt lager/band av mineralet kalцит (kalciumkarbonat) kan ses i provet (fig. 25). Utan polariserande filter observeras att glimvern är ljus vilket indikerar att det är muskovit, dock med en svag egenfärg vilket troligen är upphovet till bergartens grönaktiga färgton (fig. 26).

Kemianalysen visar att bergarten sannolikt har ett sedimentärt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) och att nivåerna av sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är jämbördiga med de flesta andra analyser i denna undersökning.

Diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) visar en kvot på 33, vilket är betydligt lägre än referensprovet från Malung som har en kvot på 38 (fig. 49 i bilaga 4).

824

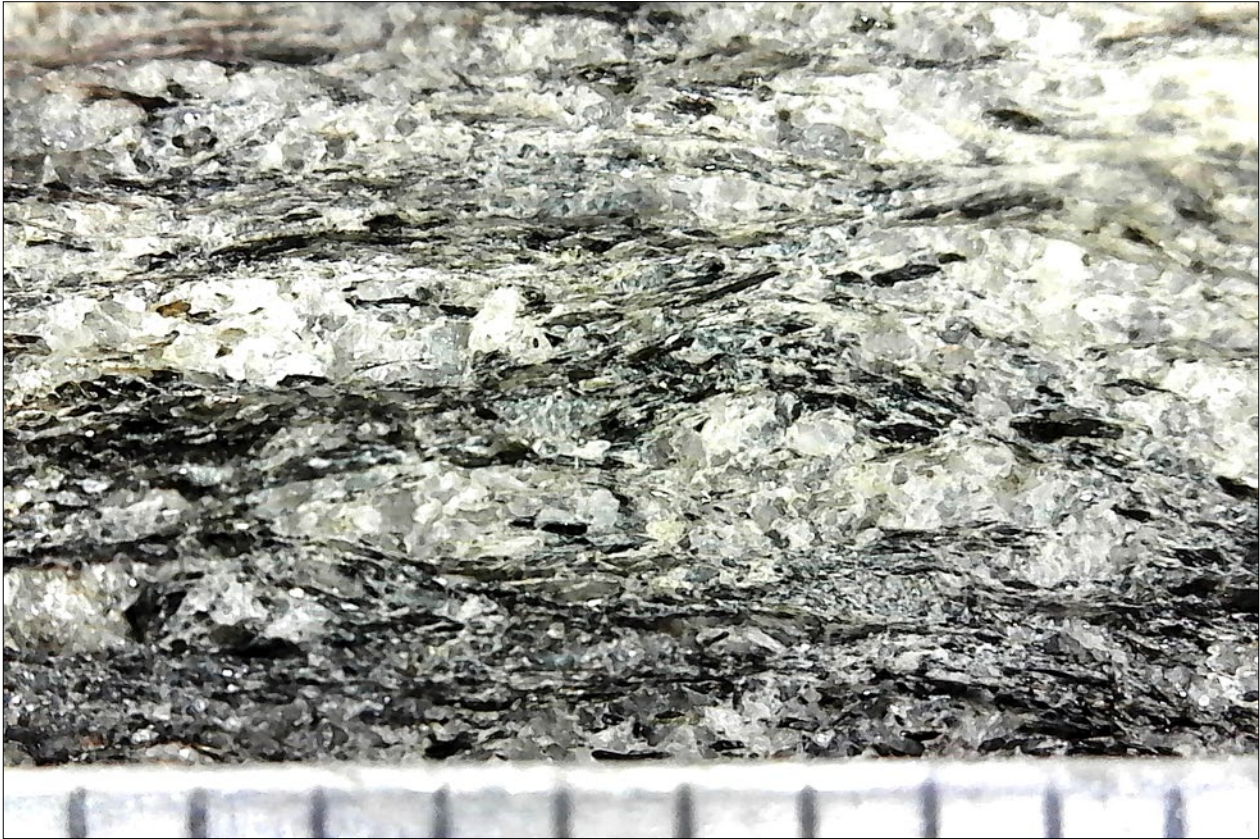
Kvarnstensfragment F824 (prov 824) från en tidig-medeltida kontext i Gamla Uppsala ses okulärt vara en finkornig och förskiffrad grå bergart utan tydliga strökorn (fig. 27–28).

I mikroskop ses att bergarten består av växelvisa band/lager av finkornig kvarts och glimmer (fig. 29) där kvartsen förefaller emellanåt förekomma i större aggregat vilka då påminner något om strökorn, vilket i övrigt saknas. Glimvern observeras ha en tydligt brun-grön egenfärg vilket är typiskt för mineralet biotit (fig. 30).

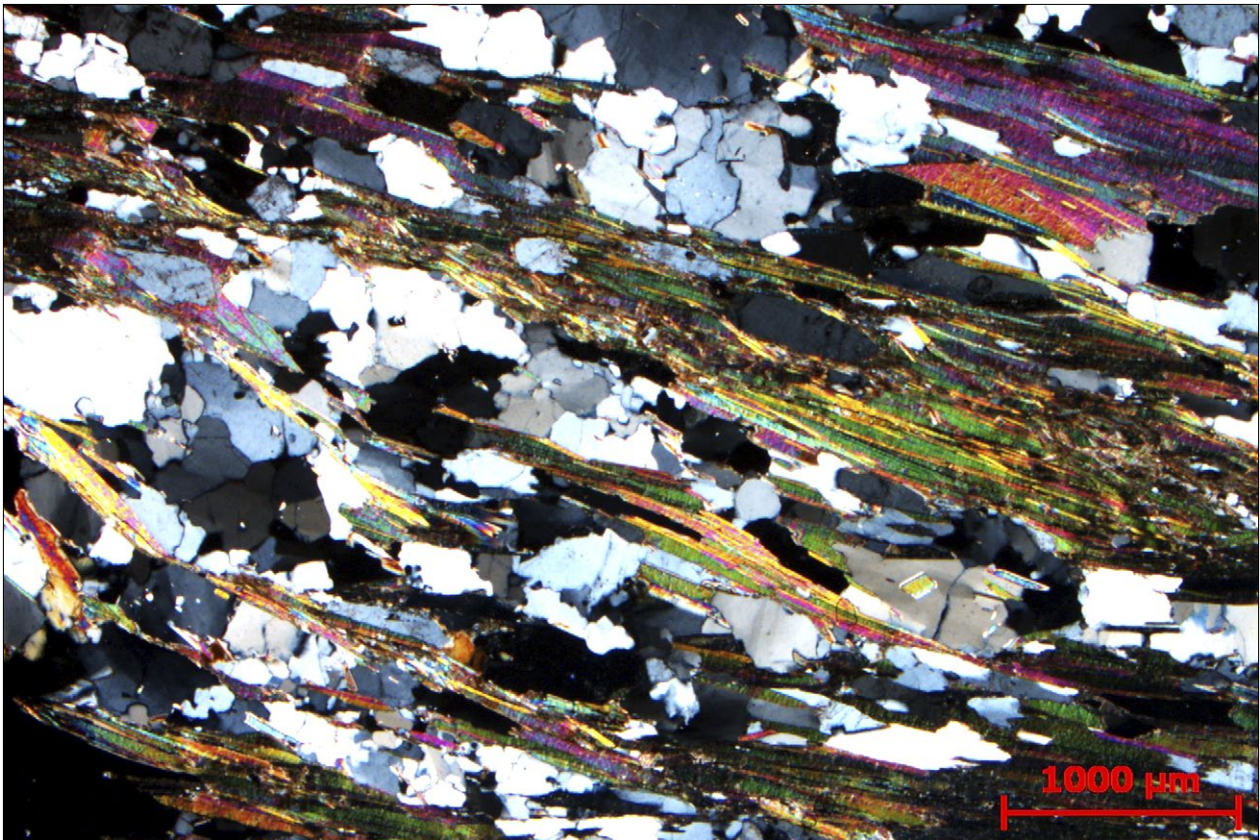
Den totalkemiska analysen indikerar att bergarten möjligen har ett vulkaniskt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) medan nivåerna av sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är jämbördiga med de flesta andra analyser i denna undersökning. I diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) ligger kvoten på 38, vilket är samma som referensprovet från Malung (fig. 49 i bilaga 4).



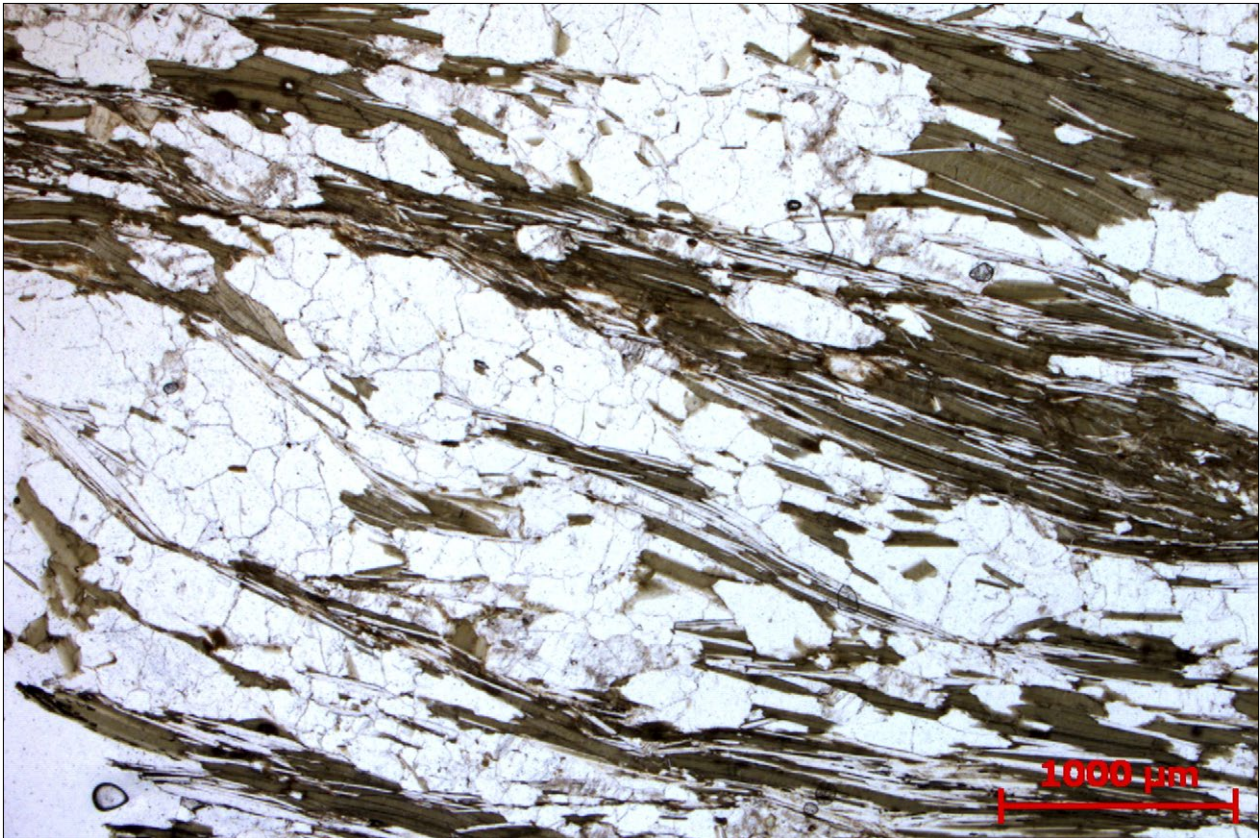
Figur 27. Fynd F824 (prov 824) från aktivitetssyta 2943 som är kopplad till markberedning inför byggnation av ett hus daterat till 1030–1210 e.Kr.



Figur 28. Närbild (lupp) av prov 824 där större, ljusare korn/aggregat av kvarts svagt anas i en mer finkornig mellanmassa av mörk glimmer.



Figur 29. I låg förstoring (foto från mikroskop) ses att prov 824 består av kvarts och glimmer. Inga större ströckorn kan ses. Istället förefaller finkornig kvarts vara samlad i större aggregat samt vara ordnad i lager mellan stråk av glimmer.



Figur 30. Utan polarisationsfilter (från mikroskopet, samma utsnitt som fig. 29) framgår att glimmern har en mörkt brun-grön egenfärg vilket är typiskt för biotit. Kwarts saknar färg.



Figur 31. Fynd F1993 (prov 1993) från aktivitetssyta 1225 som avspeglar en gårdsnära avfallsdeponering daterad till 1280–1300 e.Kr.

1993

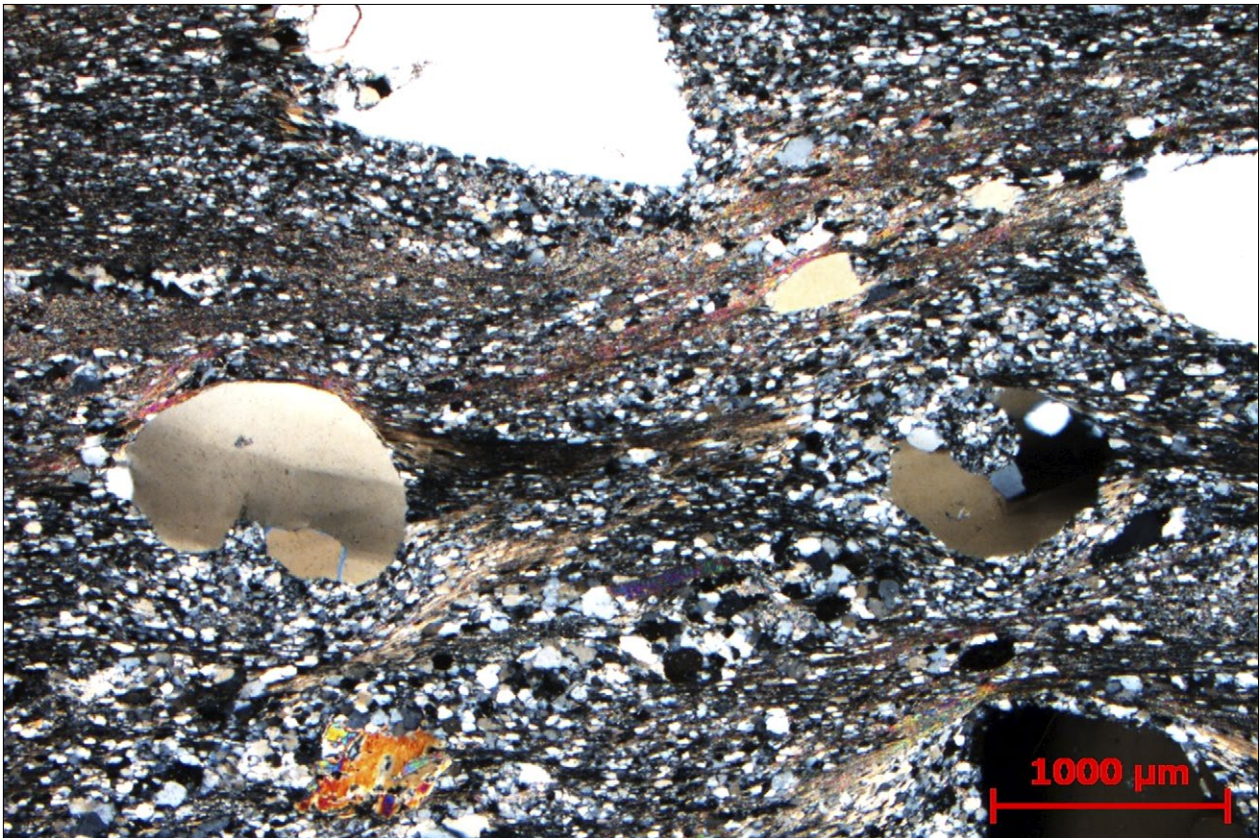
Okulärt ses fynd F1993 (medeltid) bestå av en ljus, förskiffrad bergart med tydliga större strökorn (fig. 31–32).

I mikroskop (prov 1993) framgår att bergarten innehåller rikligt med strökorn av rundad ock kantig kvarts (fig. 33) i storlek upp till ca 2 mm samt enstaka aggregat av glimmer. Den finkorniga mellanmassan består av kvarts och ljus glimmer (fig. 34). Den senare ses vara ljus (sannolikt muskovit) men med en svagt grå-gul egenfärg (fig. 35).

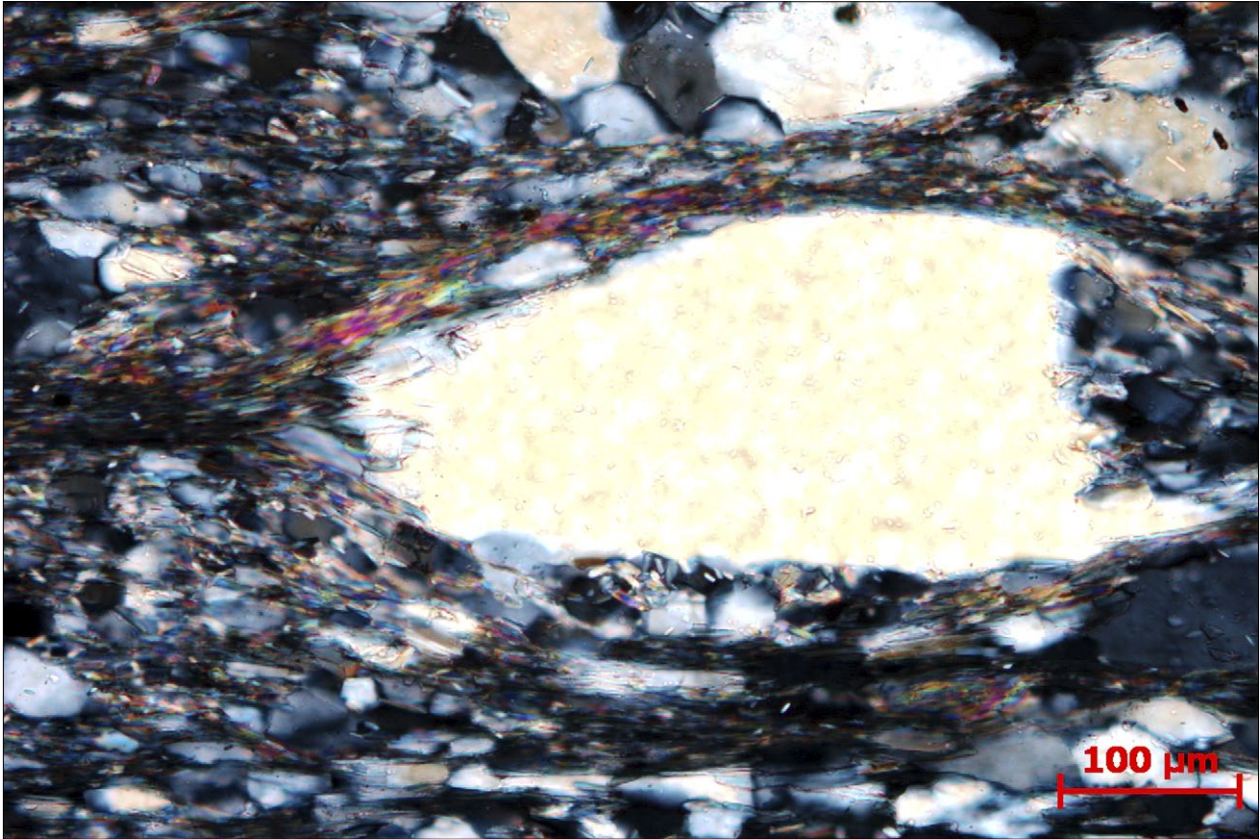
Kemianalysen indikerar att bergarten sannolikt är av sedimentärt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) men att nivåerna av sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är högre än de andra proven i denna analys, i synnerhet när det gäller de tyngre elementen. I diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) ses kvoten ligga på 38, vilket inte bara är samma som referensprovet från Malung; de ligger även på samma nivåer (fig 49 i bilaga 4).



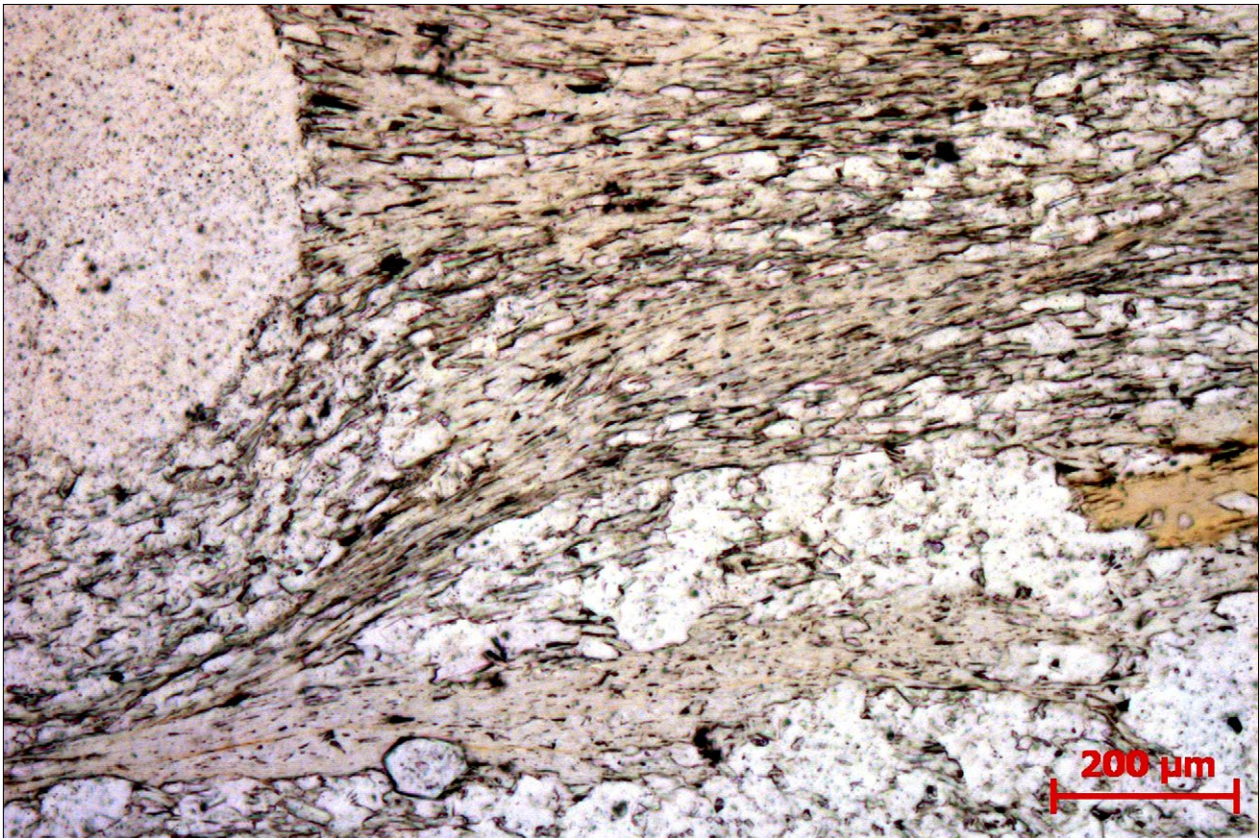
Figur 32. Närbild (lupp) av prov 1993 där rikligt av stora kvartskorn kan ses.



Figur 33. Prov 1993 i mikroskop visar att bergarten innehåller både rundade och kantiga stora ströckorn av kvarts samt en mellanmassa av både glimmer och finkornig kvarts.



Figur 34. I mycket hög förstoring ses här ett större strökorn av (svagt gul) kvarts omgivet av finkornig glimmer (med varierande färger) samt kvarts i huvudsakligen olika grå nyanser. Foto från mikroskop.



Figur 35. Mikroskopfoto utan polariserande filter visar att glimmern är ljus men med en viss egenfärg (svagt grå-gul).

2712

Fynd F2712 från en senmedeltida kontext ses okulärt ha en tydlig grå–grön färgton och består av en förskiffrad finkornig bergart med tydliga större strökor (fig. 36–37).

I mikroskop (prov 2712) ses de stora strökornen (upp till 3 mm) bestå av både rundad och kantig kvarts i en finkornig mellanmassa (fig. 38).

Den finkorniga mellanmassan består av växelvisa lager/band av glimmer och finkornig kvarts (fig. 39–40). Utan polariserande filter ses att

glimmern består av ljus muskovit men med en blek grå–grön egenfärg (fig. 40) vilket sannolikt orsakar bergartens gröna färgton.

Den totalkemiska analysen visar att bergarten sannolikt har ett sedimentärt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) och nivåerna av sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är jämbördiga med de flesta övriga prov i denna studie. I diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) ligger kvoten på 31, vilket är nära den kvot som referensprovet från Sala har (fig. 49 i bilaga 4).



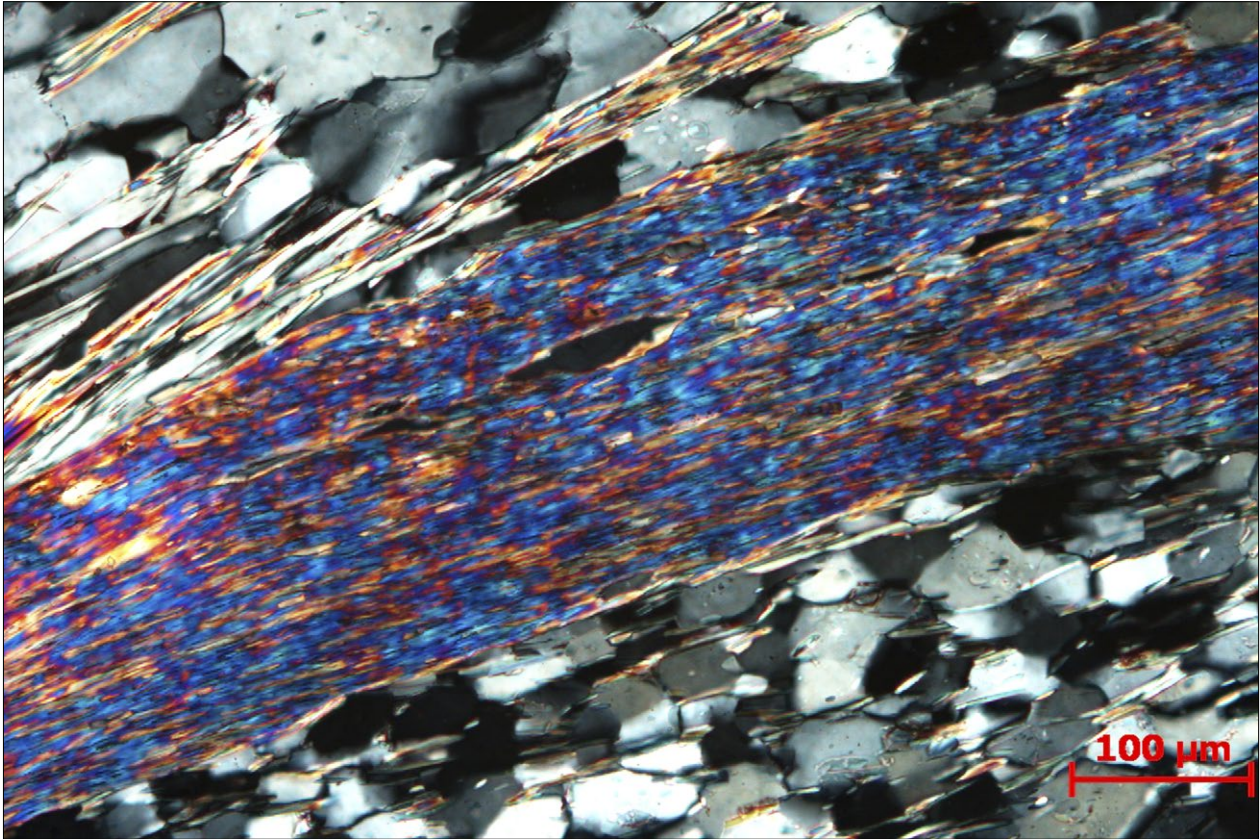
Figur 35. Fynd F2712 (prov 2712) från halvkällare 5961 i en flerkomplex byggnad daterad till 1300–1500 e.Kr. Observera den svagt gröna färgtonen.



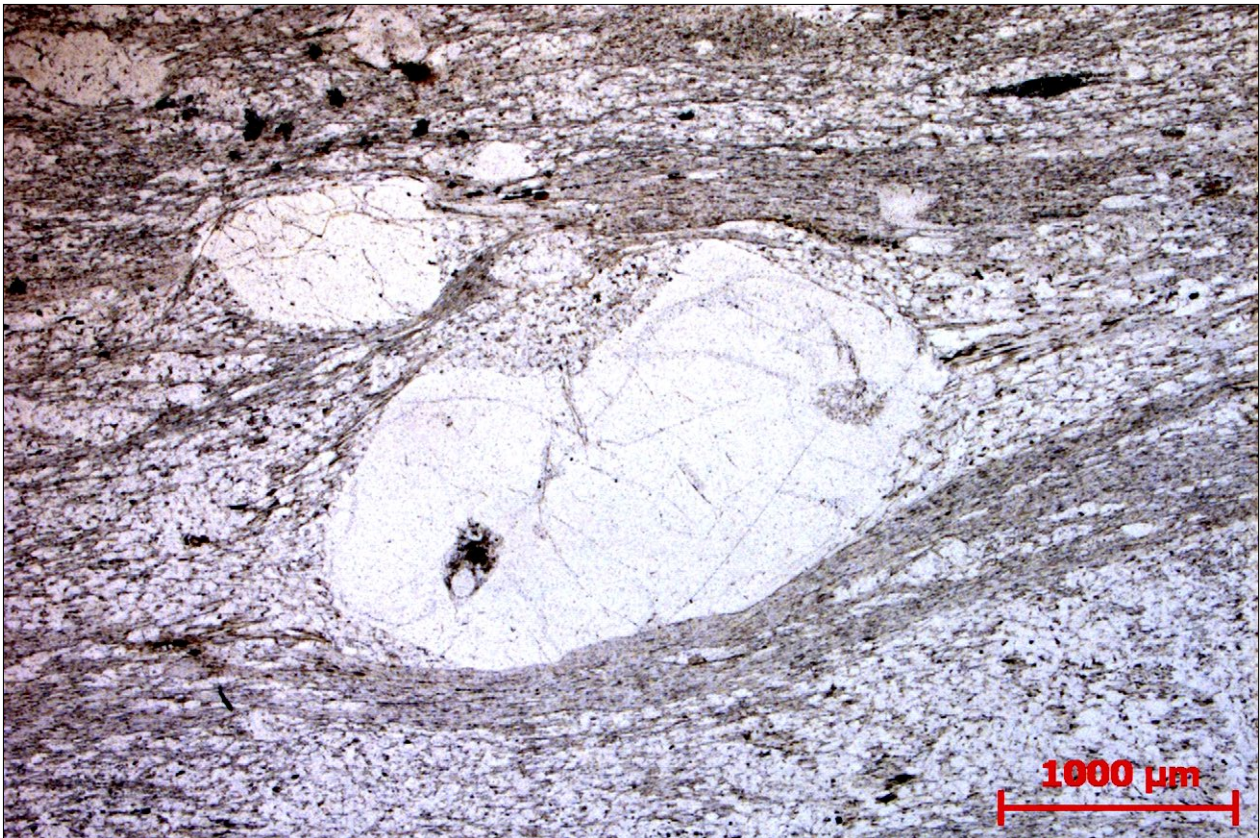
Figur 37. Närbild (lupp) av prov 2712 som ses domineras av kvarts. Observera den gröna färgtonen.



Figur 38. I mikroskop framgår att prov 2712 består av stora strökorn av kvarts i en mycket finkornig mellanmassa av kvarts och glimmer i växelvisa stråk.



Figur 39. I mycket hög förstoring ses ett stråk/lager av glimmer (blå färg) i omgivande grå kvarts. Foto från mikroskop.



Figur 40. Samma utsnitt som fig. 38 men utan polariserande filter där kvarts ses sakna egenfärg men där glimmern (i mikroskop) ans ha en svagt grå-grön ton.

3026

Okulärt ses att kvarnstensfragment F3026 (från en vikingatida smedja) är en grå, finkornig och förhållandevis svagt förskiffrad bergart som förefaller fattig på större strökorn (fig. 41–42). På den vittrade ytan observeras dock enstaka rödbruna kristallformade strökorn som kan vara granater (fig. 43).

Även i mikroskop framgår att bergarten är fattig på strökorn och de få som förekommer utgörs av enstaka kvartskorn i storlek upp till ca 1 mm (fig. 44). Mellanmassan är förhållandevis homogen och består av finkornig kvarts och glimmer som endast

visar svag bandning (fig. 44–45). Glimmern ses ha en mörkt brun-grön egenfärg vilket är typiskt för biotit (fig. 46).

Kemianalysen visar att bergarten sannolikt har ett sedimentärt ursprung (fig. 47 i bilaga 4) och i diagrammet med sällsynta jordartsmetaller (fig. 48 i bilaga 4) är nivåerna jämbördiga med de flesta andra prov i denna undersökning. I diagrammet med zirkonium-hafnium (Zr-Hf) ligger kvoten på 38, vilket är samma som för referensprovet från Malung (fig. 49 i bilaga 4).



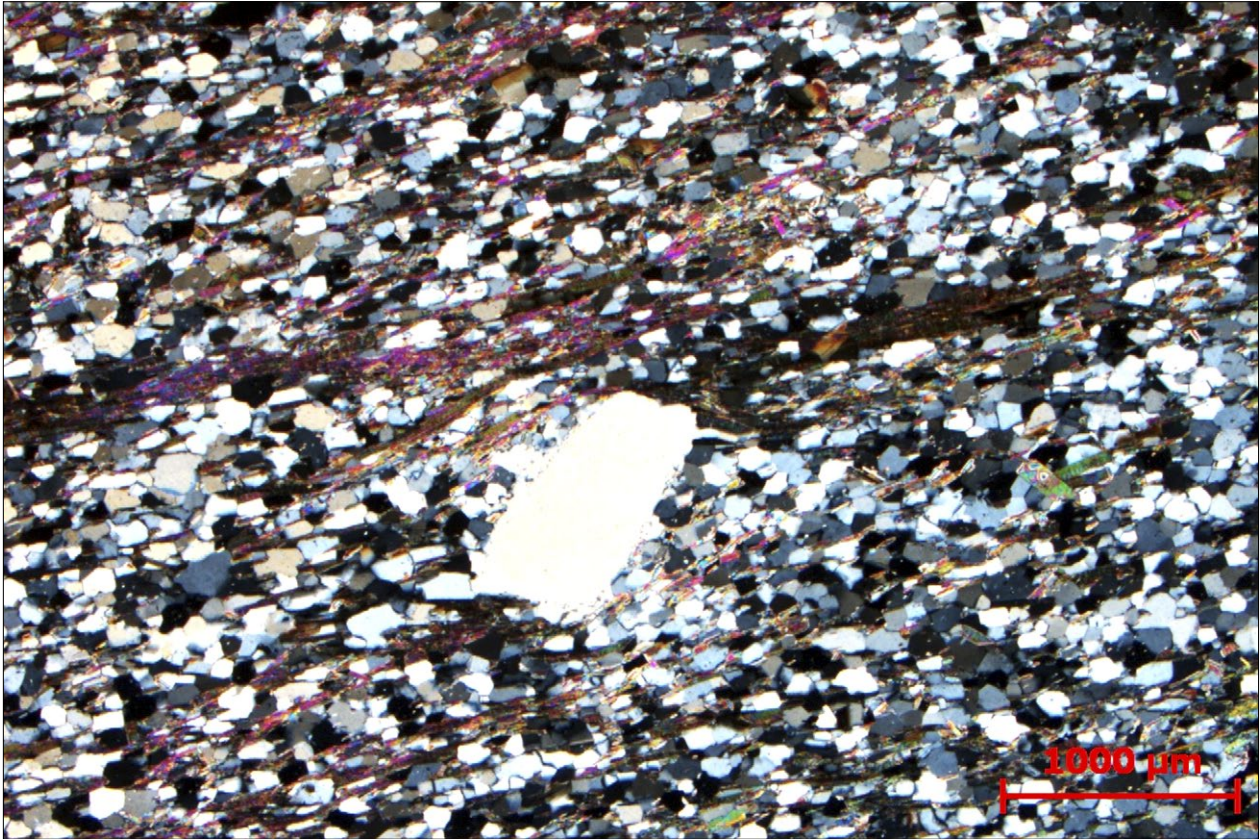
Figur 41. Fynd F3026 (prov 3026) från stolphus 3974 tillhörande en smedja daterad till 870–975 e.Kr.



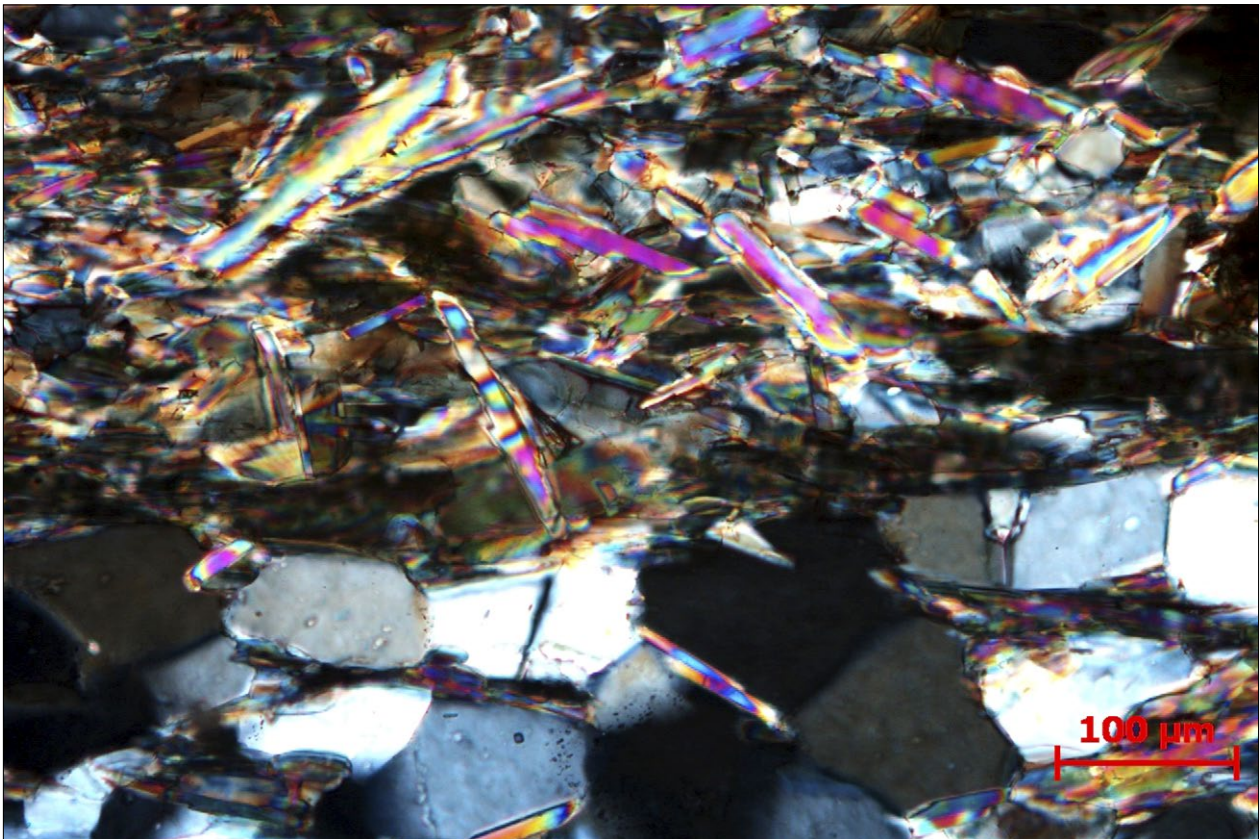
Figur 42. Närbild (lupp) av prov 3026 som ses innehålla enstaka större ströckorn av kvarts (mörka mitt i bild) i en omgivande finkornigare mellanmassa.



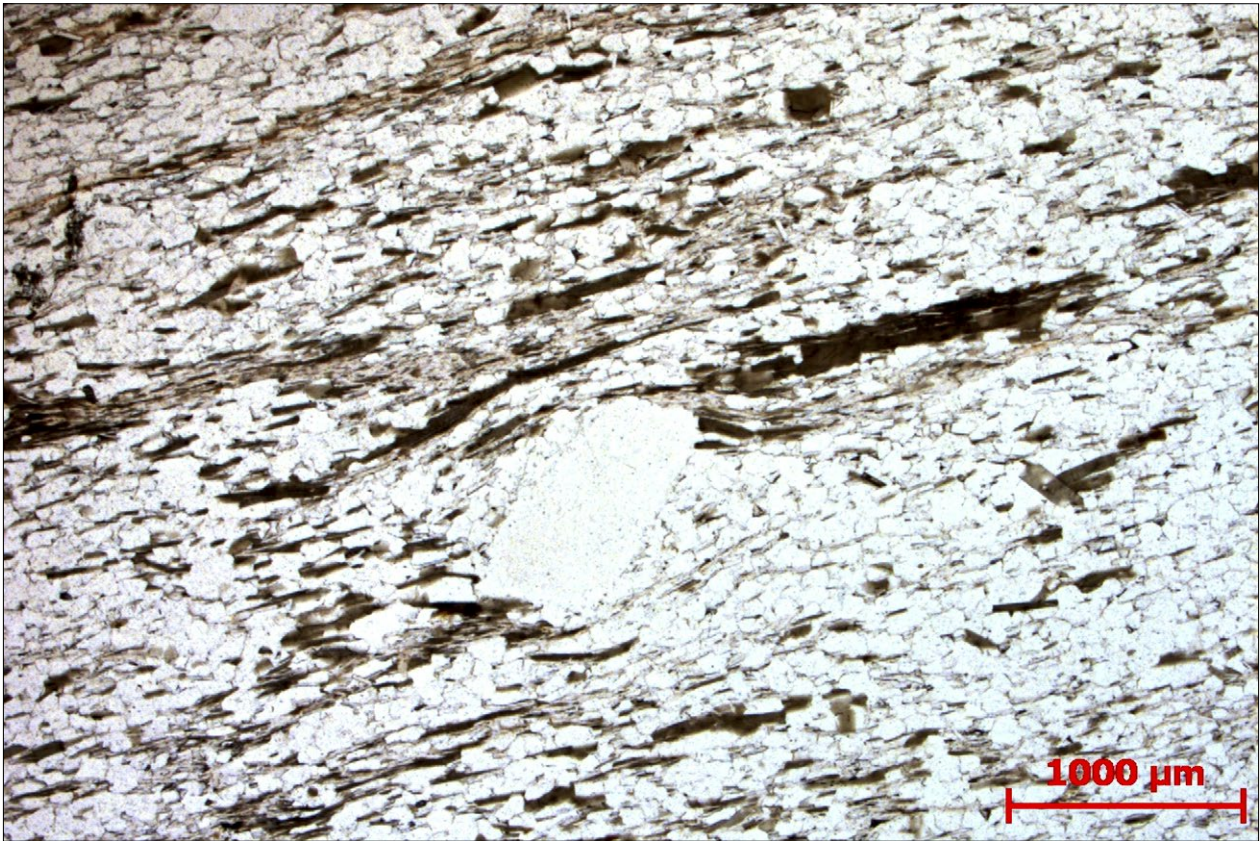
Figur 43. Ytterligare luppbild av ytan på prov 3026 där en av de få kantiga och röd-bruna kristallerna framträder tydligt. Ingen av dessa finns i tunnslipet men den okulära tolkningen är att det är mineralet granat.



Figur 44. Prov 3026 ses ha förhållandevis få strökorn (av kvarts) i en mellanmassa av finkornig glimmer och kvarts där endast svag lagring/bandning kan anas. Foto från mikroskop.



Figur 45. Den finkorniga mellanmassan av glimmer (överst) och kvarts (underst) i mycket hög förstoring. Foto från mikroskop.



Figur 46. Samma utsnitt som fig. 44 fast utan polariserande filter visar mineralens egenfärg där glimmern ses vara mörkt brun-grön vilket är typiskt för biotit. Foto från mikroskop.

Tolkning och diskussion

Även om referensmaterialet från kvarnstensbrotten i Malung och Sala är ytterst begränsat – ett prov från vardera (samma prov som Kresten m.fl. 1996 och Kresten 1998 analyserade), förefaller en tydlig skillnad kunna ses okulärt där Salaprovet bl.a. har en distinkt grön färgton, medan Malungsprovet har en tydlig röd färgton. Då de nya kemiska analyserna visar samma signaturer som de tidigare analyserna (Kresten 1998) med en relativt tydlig skillnad i kvoterna mellan spårämnen zirkonium (Zr) och hafnium (Hf) mellan de båda proven tycks även denna skillnad kunna vara bekräftad¹.

Då ett av proven från Gamla Uppsala, fragment FV2712 från en senmedeltida källare, både har den gröna² färgton som ses i Salaprovet och den lägre Zr/Hf-kvoten tycks det vara sannolikt att just denna kvarnsten haft sitt ursprung i Sala, medan alla övriga kvarnstensprov har sitt ursprung i Malung. Det förefaller alltså möjligt att kemiskt, men kanske även okulärt, kunna särskilja kvarnstenens proveniens avseende Malung och Sala. Dock måste fortsatta analyser stärka denna tes. Då det finns

kvarnstensfragment (sannolikt) från Malung med liknande gröna färg och utseende som de från Sala (även om de flesta inte ser ut så) kan den okulära urskilningen endast fungera som en första indikation till vilka kvarnstenar som KAN ha kommit från Sala; detta antagande måste i sin tur avgöras genom kemiska analyser.

Det äldre (vikingatida) fragmentet (F3026) avviker något från de övriga proven rent mineralogiskt/texturellt, men tycks ändå kunna komma från Malung utifrån sin kemiska sammansättning (Zr/Hf).

Detsamma gäller fragment F824, som dessutom kan ha ett vulkaniskt inslag. Att variationerna kan vara stora inom en sedimentpacke (ursprunget till de sedimentära bergarterna både i Malungs och Salas kvarnstensbrott) är naturligt och att lager av vulkaniska utbrottsprodukter förekommer i, eller i anslutning till dessa sedimentbergarter, är mycket vanligt och det analyserade provet kan möjligen komma från brotten väster om Dalälven (Kresten m.fl. 1996; Kresten 1998). Det måste noteras att stenarna i Malung har flera okulära varianter.

Det är möjligt att spekulera i huruvida den tidsmässiga aspekten i kvarnstensfragmenten kan anas i dessa analyser; det äldsta fragmentet från Gamla Uppsala (F3026) har en något avvikande mineralogisk textur jämfört med de övriga, medan det yngsta (F2712) har ett troligt ursprung i Sala. Dock ska noteras att åldern på kvarnstensfragmen-

ten bygger på dateringar av anläggningarna där de hittats och att kvarnstenarna då redan varit trasiga och tagna ur praktiskt bruk.

Dateringarna visar med andra ord den absolut senaste möjliga tiden för användning av dessa kvarnstenar, men sannolikt bröts de alltså långt tidigare.

¹ Ämnena zirkonium (Zr) och hafnium (Hf) är väldigt lika varandra ur kemisk synvinkel och kan ersätta varandra i mineralet zirkon, vilket är den huvudsakliga källan till innehållet av Zr och Hf i berggrunden. Även det sällsynta mineralet baddeleyite innehåller zirkonium. Den zirkon som finns i sedimentära bergarter (t.ex. i alla/de flesta analyserade kvarnstensfragmenten) härrör från den berggrund som vittrat och gett upphov till sedimenten (zirkon är ett mycket vittringsbeständigt och hållbart mineral). Den absoluta mängden av Zr (och Hf) påvisar alltså hur mycket av mineralet zirkon som finns i det aktuella provet/bergarten, medan kvoten Zr/Hf speglar sammansättningen av dessa två ämnen i zirkonkristallerna, vilken i sin tur ärvt från den geologiska miljö eller plats där dessa kristaller ursprungligen bildats, d.v.s. källan för de sedimentära bergarterna.

² Den gröna färgtonen kommer troligen från glimmermineralet muskovit, som ibland har gul-gröna färgvariationer vilka möjligen beror på små mängder järn och/eller mangan vid vissa kritiska platser i kristallstrukturen (Erik Jonsson, muntlig uppgift).

Referenser

- Beronius Jörpeland, L. (red.). 2017. Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet. Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala. Arkeologerna, Statens historiska museer, Societas Archaeologica Upsaliensis och Upplandsmuseet. Rapport 2017:1_2. Stockholm.
- Birath, A. 1997. Kungens stenhus. Kulturvården 1997:3. Statens fastighetsverk (SFV).
- Danielson, B. Mellquist. 2011. Om stenar kunde tala. Arkeologiska rön och bebyggelsehistorisk kontext av kvarnstensbrotten Östra Utsjö i Malung. C-uppsats. Högskolan på Gotland.
- Delin, H. & Söderman, J. 2005. Berggrundskarta 13H Gävle NV & SV, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 32 & 34.
- Elfwendahl, M. & Kresten, P. 1993. Geoarkeologi inom kvarteret Bryggaren. Riksantikvarieämbetet och Statens historiska museer. Rapport UV 1993:5. Stockholm
- Evensen N.M., Hamilton P.J., & O’Nions R.K. 1978. Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, p. 1199–1212.
- Hedblom, B. 1989. Att hugga i sten. B-uppsats i Etnologi Uppsala universitet HT 1989. Uppsala.
- 1996. Huggnings av ställsten och kvarnsten i Salabygden – på jakt efter bortglömd historia. Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands läns museum årsskrift 73, 1996, s. 87–102.
- Hjelmqvist, S. 1966. Beskrivning till berggrundskartan över Kopparbergs län. Sveriges Geologiska Undersökning Ca40. Stockholm.
- Kathol, B., Lindström, M. & Sturkell, E. 1998. Fasadsten i Stockholm.
- Bilaga till Geologiskt Forum nr 19. Geologiska Föreningen.
- Kresten, P. 1994a. Kvarnstenar. Rapport 5-1994, Geoarkeologiskt Laboratorium, UV Uppsala.
- 1994b. Stenmaterial från Sigtuna. En preliminär genomgång. Riksantikvarieämbetet. Rapport 7-1994, Geoarkeologiskt Laboratorium, UV Uppsala. Stockholm.
- 1998. Malung eller Sala? Diskussion av kvarnstensbrottens betydelse från vikingatid till nyare tid. Riksantikvarieämbetet. Geoarkeologiskt Laboratorium, Forskningsrapport R1-1998. Stockholm.
- Kresten, P. & Elfwendahl, M. 1994. Malung – en glömd kvarnstensmetropol. Rapport 6-1994, Riksantikvarieämbetet. Geoarkeologiskt Laboratorium, UV Uppsala. Stockholm.
- Kresten, P., Elfwendahl, M. & Pettersson, Tapp J.-E. 1996a. Provenance of quernstones, grindstones, and hones from Sweden. – Proceedings from the 6th Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology, Esbjerg 1993, 77-94. Arkeologiske Rapporter nr 1, 1996. Esbjerg Museum.
- Kresten, P., Larsson, L. & Larsson, L.I. 1996b. Kvarnstenar från Malung samt en inventering av Kvarnberget. Riksantikvarieämbetet. Analysrapport nummer 1-1996. Stockholm.
- Kresten, P. & Melkerud, P.-A. 1997. Röntgendiffractionsanalys av skifferprover för identifikation av arkeologiska skifferfynd. Riksantikvarieämbetet. Analysrapport nummer 3-1997. Stockholm.
- 1998. Ett skifferbryne från S:t Olofs hamn, Idenors sn, Hälsingland. Riksantikvarieämbetet. Analysrapport nummer 2-1998. Stockholm.
- 1999. Brynen från Åby 23:1, Ivetofta sn, Skåne. Riksantikvarieämbetet. Analysrapport nummer 6-1999. Stockholm.
- Lundegårdh, P.H. 1967. Berggrunden i Gävleborgs län. Sveriges geologiska undersökning Ba 22.
- Löthman, L. 2004. Nyfunna smältplatser, kvarnstens- och ställstensbrott samt kapellplatser i Sala-trakten. Sala hembygds- och fornminnesförenings årsbok 55, s. 33–42.
- Ogenhall, E. 2011. Kvarnstensfragment från Lejstaån. Bergart och proveniens. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. UV GAL, rapport 2011:01. Stockholm.
- 2013. Stenfynd från Gamla Uppsala. Bergartsbestämning av brynen, kvarnstenar sländtrissor m.m. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. UV GAL, rapport 2013:13. Stockholm.

- Pettersson, T.J.-E. 1977a. Kvarnstenshuggning. En inledande översikt på skandinavisk grund med utgångspunkt från Malungs socken. C- uppsats. Etnologiska institutionen, Uppsala universitet. Stencil.
- 1977b. Kvarnstenshuggning. Malung – ur en sockens historia. Malung.
- Whitney, D.L. & Evans, B.W. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95:185–187.
- Åhman, E. 1985. Naturstensmaterialet i Uppsala domkyrka. Sveriges geologiska undersökning.

Muntliga uppgifter

- Lars Holmer, Uppsala universitet, uppgifter om kalk-/lersten och fossil.
- Erik Jonsson, professor, SGU.
- Benny Karthol, SGU.
- Linda Wickström, SGU, uppgifter om kalk-/lersten och fossil.

Övriga relevanta men ej omnämnda referenser

- Blomberg, A. 1895. Praktiska geologiska undersökningar inom Gefleborgs län. Sveriges geologiska undersökning C152. Stockholm.
- Gorbatschev, R. 1967. Petrology of the jotnian rocks in the Gävle area. Sveriges geologiska undersökning C621. Stockholm.
- Lundegårdh, P.H. 1971. Nyttosten i Sverige. Almqvist & Wiksell. Stockholm.
- Svedmark, E. 1885. Beskrifning till kartbladet Rådmansö. Sveriges geologiska undersökning Aa95. Stockholm.

Administrativa uppgifter

För utförliga administrativa uppgifter hänvisas till *Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet* (Beronius Jörpeland 2017).

SHMM:s dnr: 5.1.1-00031-2015.

Länsstyrelsens dnr: 431-4697-11.

SHMM:s projektnr: A12170.

Koordinatsystem: Sweref 99 TM.

Undersökningstid: Juni 2013 – februari 2014.

Foto: Erik Ogenhall.

Bilagor

Bilaga 1. Fyndtabell med färgkodad bergartsbedömning

DY = detaljyta, Fnr = fyndnummer,

Sakord = föremålsbedömning i Intrasis. Bergart och ev. kommentarer är från denna undersökning

Förklaring bergart	
A	Glimmerskiffer: Finkornig glimmerrik med strödda kvartskorn ca 5 mm. Ljust grågrön, ljusgrå-vit, mörkgrå. Sannolikt Malung, ev. Sala?
B1	Fyllitskiffer: Röd/lila ton av hematit, kornstorlek under 0,1 mm. Möjligen Höga kusten?
B2	Fyllitskiffer: Blek variant (bränd? Vissa mer kvartsrika (ibland Eidsborgslika?))
C	Flinta: Vissa brända. Alla sannolikt färgvariationer av sydsandinavisk senon!
D1	Sandsten-jotnisk, kornstorlek 0,1–1,0 mm, vanligen ca 0,5 mm, Typ Gävle/Roslagssten!
D2	Sandsten-silurisk, finkornigare, ofta kvartsrik med rostiga min, Mosten, möjligen Orsa/Gotland
E	Graniter Högst sannolikt lokal härkomst, morän/ås/fast klyft
F	Vulkaniter/diabas/grönsten/malm/täljsten? Högst sannolikt lokal härkomst, morän/ås/fast klyft
G	Karbonater, kalksten-marmor-fossil/lersten. Troligen lokal/regional härkomst från morän/ås.

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
20	29	Avslag	Lersten? Ljusgrå, mjuk. Svår!
12S	735	Avslag	Blek
2	3309	Avslag/avfall	Mörkgrå
12S	3324	Avslag/avfall	Gråbrun flinta
12S	3326	Avslag/avfall	Gråbrun flinta
12S	3335	Avslag/avfall	Vit, mycket finkornig, krackelerad yta. Bränd flinta
12S	3337	Avslag/avfall	Gråbrun flinta
12S	3339	Avslag/avfall	Mörk flinta
1	1162	Bearbetad	Osäker, heterogen. Bränd!
1	1179	Bearbetad	
12N	1028	Bearbetad	D2? Finkornig, kvartsrik
12N	1423	Bearbetad	
12N	1613	Bearbetad	B2? Blek och lite mer grovkornig
12N	1619	Bearbetad	Finkornig, kvartsrik
12N	1620	Bearbetad	
12N	1889	Bearbetad	Mörk, finkornig kvartsrik, ev. porfyrisk
12N	2008	Bearbetad	B2? Kvartsrik, lik D2...
12S	3333	Bearbetad	Ljus, mkt fink, kvarts-fsporf sur vulk. Passning 3330 och 3347?
5	3024	Bearbetad	Röd fink kvartsitisk sandst, lite fsp-gl, Roslagssten, ljusa fläckar
5	3027	Bearbetad	Beige, mkt fink, kvartsrik, rostiga min, mkt svag reakt. HCl. D2?
1	375	Bryne	Lila
1	1136	Bryne	
1	1137	Bryne	
1	1140	Bryne	
1	1141	Bryne	

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
1	1143	Bryne	D2
1	1144	Bryne	
1	1145	Bryne	D2
1	1146	Bryne	
1	1147	Bryne	
1	1149	Bryne	
1	1150	Bryne	
1	1153	Bryne	D2
1	1154	Bryne	
1	1155	Bryne	
1	1159	Bryne	
1	1160	Bryne	
1	1161	Bryne	
1	1163	Bryne	
1	1171	Bryne	
3	630	Bryne	
3	639	Bryne	
3	660	Bryne	
3	1946	Bryne	
4	1653	Bryne	Mörkgrå, finkornig. Fyllitisk skiffer.
4	1654	Bryne	B2? Jämför 1660-1662
4	1655	Bryne	Gråbrun, finkornig. Fyllitisk skiffer
4	1656	Bryne	Mörkgrå, finkornig. Fyllitisk skiffer
4	1657	Bryne	Mörkgrå, finkornig. Fyllitisk skiffer
4	1658	Bryne	Mörkgrå, finkornig. Fyllitisk skiffer (smutsbrun)
4	1660	Bryne	B2? Jämför 1654 och 1661-2
4	1661	Bryne	B2? Jämför 1654, 1660 och 1662
4	1662	Bryne	B2? Jämför 1654 och 1660-1
4	1663	Bryne	Brungrå, fink, trol mörkgrå fyllitisk skiffer med smutsbrun yta
4	1664	Bryne	Bandat ljusgrå/beige, finkornig, kvarts/glimmer/fältspat? D2?
4	1798	Bryne	D el. F? Mycket finkornig och kvartsrik
4	1807	Bryne	F? Mycket finkornig och kvartsrik
5	3021	Bryne	Mörk, mycket finkornig, glimmerrik, orenheter. Fyllitisk skiffer
5	3022	Bryne	Mörk, finkornig, svagt förskiffrad
5	3023	Bryne	Mörk, mycket finkornig, glimmerrik. Fyllitisk skiffer
5	3250	Bryne	Mörk, mycket finkornig, glimmerrik. Fyllitisk skiffer
5	3256	Bryne	Ljus/blekröd, fink, qtz-fsp Sandst, typ Roslagssten, Lik 3024.
8	3249	Bryne	Mörk, mycket finkornig, glimmerrik, ljusa sprickor. Fyllitisk skiffer
8	3252	Bryne	Vit, finkornig, svarta mineral, förskiffrad. Bränd/vittrad typ B2?
8	3260	Bryne	Brungrå, finkornig, trol mörkgrå fyllitisk skiffer med smutsbrun yta
9	2706	Bryne	Kvartsrik, ojämnkornig
9	2707	Bryne	
9	2733	Bryne	
9	2734	Bryne	
9	2735	Bryne	
9	2736	Bryne	
11	815	Bryne	
11	827	Bryne	
11	835	Bryne	
11	836	Bryne	
11	838	Bryne	
11	851	Bryne	
12N	1026	Bryne	D2 Finkornig, kvartsrik
12N	1027	Bryne	

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
12N	1029	Bryne	D2? Finkornig, kvartsrik
12N	1030	Bryne	B2? Blek/bränd
12N	1032	Bryne	
12N	1033	Bryne	
12N	1035	Bryne	B2? Blek, kvartsrik
12N	1037	Bryne	
12N	1041	Bryne	Diabas?
12N	1042	Bryne	
12N	1043	Bryne	
12N	1045	Bryne	
12N	1046	Bryne	
12N	1048	Bryne	D2? Finkornig, ljus, rostiga mineral
12N	1049	Bryne	B2
12N	1050	Bryne	
12N	1052	Bryne	
12N	1053	Bryne	B2
12N	1054	Bryne	B2
12N	1055	Bryne	
12N	1056	Bryne	
12N	1385	Bryne	
12N	1386	Bryne	Mycket finkornig sur vulkanit?
12N	1387	Bryne	
12N	1388	Bryne	
12N	1391	Bryne	
12N	1392	Bryne	B2
12N	1393	Bryne	
12N	1416	Bryne	
12N	1418	Bryne	
12N	1419	Bryne	Mycket finkornig, mörk, kvartsrik
12N	1420	Bryne	
12N	1421	Bryne	
12N	1422	Bryne	
12N	1577	Bryne	
12N	1606	Bryne	
12N	1607	Bryne	
12N	1608	Bryne	
12N	1609	Bryne	B2? Blek
12N	1611	Bryne	
12N	1615	Bryne	Mycket finkornig -afanitisk
12N	1616	Bryne	
12N	1617	Bryne	
12N	1624	Bryne	
12N	1885	Bryne	Ljusgrå, B2
12N	1886	Bryne	
12N	1887	Bryne	
12N	1990	Bryne	
12N	1991	Bryne	
12N	1992	Bryne	
12N	2007	Bryne	
12N	2010	Bryne	
12N	2011	Bryne	
12N	2012	Bryne	
12N	2013	Bryne	
12N	2700	Bryne	D2, ljus, finkornig, mörka mineral

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
12N	2701	Bryne	
12N	2702	Bryne	
12N	2703	Bryne	
12N	2710	Bryne	D2
12N	2711	Bryne	
12N	2715	Bryne	D1/2
12N	2717	Bryne	
12S	721	Bryne	
12S	723	Bryne	
12S	740	Bryne	
12S	3306	Bryne	Mörk, finkornig, glimmerrik. Fyllitisk skiffer
12S	3319	Bryne	Ljus, mycket finkornig, förskiffrad. Fyllitisk skiffer typ B2?
12S	3321	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3327	Bryne	Grå, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3328	Bryne	Grå, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3329	Bryne	Grå, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3331	Bryne	Grå, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3334	Bryne	Ljus, mycket finkornig, förskiffrad. Fyllitisk skiffer typ B2?
12S	3340	Bryne	Ljus, mycket finkornig, förskiffrad. B2? Djupvittrad el. bränd?
12S	3342	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer. Passning 3343?
12S	3343	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer. Passning 3342?
12S	3344	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3345	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3346	Bryne	Ljus, mkt fink, kvarts/fältspat/mörka min. Svag reakt HCl! D2?
12S	3348	Bryne	Mörk, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3350	Bryne	Mörk med röda lager, mycket finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3351	Bryne	Mörk med röda lager, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3352	Bryne	Ljus, finkornig, kvarts/fältspat/glimmer. Svag reakt HCl! D2?
12S	3359	Bryne	Grå, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3364	Bryne	Ljusgul, finkornig, kvartsrik. Kvarnsit/Mosten? Ej reakt HCl! D2?
12S	3366	Bryne	Mörk med röda lager, finkornig. Fyllitisk skiffer
12S	3367	Bryne	Mörk med röda lager, finkornig. Fyllitisk skiffer
13N	1245	Bryne	
13S	867	Bryne	
9_11	813	Bryne	B2?
9_11	814	Bryne	
9_11	847	Bryne	
Brandstn	950	Bryne	B1
Kabel Sivs väg	1226	Bryne	B2? Blek...
Kabel Sivs väg	1234	Bryne	
Kabel Sivs väg	1240	Bryne	
12S	7237	Del av kvarnsten	
1	372	Eldslagningsflinta	
1	374	Eldslagningsflinta	
1	1138	Eldslagningsflinta	
1	1139	Eldslagningsflinta	
1	1148	Eldslagningsflinta	
1	1152	Eldslagningsflinta	
1	1158	Eldslagningsflinta	
3	411	Eldslagningsflinta	
3	626	Eldslagningsflinta	
3	1947	Eldslagningsflinta	Bränd
4	301	Eldslagningsflinta	Bränd
4	1641	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1642	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
4	1643	Eldslagningsflinta	Ljusgrå flinta, bränd
4	1644	Eldslagningsflinta	Mörk flinta
4	1645	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1646	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1647	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1648	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1649	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1650	Eldslagningsflinta	Ljus/vit flinta, bränd
4	1651	Eldslagningsflinta	Gråbrun flinta
4	1652	Eldslagningsflinta	
4	1659	Eldslagningsflinta	Ljus flinta, bränd
4	1954	Eldslagningsflinta	
4	1991	Eldslagningsflinta	
5	3020	Eldslagningsflinta	Mörk flinta med cortex
9	2680	Eldslagningsflinta	Bränd?
9	2738	Eldslagningsflinta	Bränd?
11	2672	Eldslagningsflinta	
12N	1031	Eldslagningsflinta	
12N	1044	Eldslagningsflinta	Blek
12N	1047	Eldslagningsflinta	
12N	1389	Eldslagningsflinta	Blek
12N	1394	Eldslagningsflinta	
12N	1988	Eldslagningsflinta	
12N	2000	Eldslagningsflinta	
12N	2718	Eldslagningsflinta	
12S	725	Eldslagningsflinta	Blek
12S	742	Eldslagningsflinta	
12S	1723	Eldslagningsflinta	
12S	1724	Eldslagningsflinta	
12S	3332	Eldslagningsflinta	Mörk flinta
12S	3336	Eldslagningsflinta	Mörk, mycket finkornig, flinta/vulkanit? Spår av metall?
12S	3338	Eldslagningsflinta	Mörk flinta
12S	3357	Eldslagningsflinta	Gråbrun flinta
12N	1989	Fossil	Ortocerkalksten
12S	3341	Fossil	Röd kalksten, stark reaktion HCl.
3	636	Föremål	
5	3025	Föremål	Rosa finkornig kvartsitisk sandsten, typ Roslagssten, ej reakt. HCl
12S	2740	Föremål	Mineraliserad vulkanit?
1	1180	Glättsten	Mkt fink vulkanit
16	14	Glättsten	
12N	1034	Glättsten	
12N	1406	Glättsten	Diabas?
12N	1407	Glättsten	Mörk och kvartsrik
12N	1424	Glättsten	
12N	2014	Glättsten	
12S	736	Glättsten	Finkornig, kvartsrik, mörk, porfyrisk vulkanit?
5	3026	Handkvarn	Ljus, glimmerrik, förskiffrad. Troligen glimmerskiffer.
12N	1622	Knacksten	
1	1156	Kvarnsten	
1	1157	Kvarnsten	
1	1165	Kvarnsten	
1	1166	Kvarnsten	

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
1	1167	Kvarnsten	
1	1168	Kvarnsten	
1	1169	Kvarnsten	
1	1170	Kvarnsten	
1	1172	Kvarnsten	
1	1173	Kvarnsten	
1	1174	Kvarnsten	
1	1175	Kvarnsten	Slipsten
1	1176	Kvarnsten	Amfibolit, naturlig!
9	2709	Kvarnsten	
9	2737	Kvarnsten	
9	2809	Kvarnsten	Ljus/vit kalksten
11	824	Kvarnsten	
11	830	Kvarnsten	
11	831	Kvarnsten	
11	833	Kvarnsten	
11	837	Kvarnsten	
11	846	Kvarnsten	
11	852	Kvarnsten	?
12N	1058	Kvarnsten	
12N	1059	Kvarnsten	
12N	1164	Kvarnsten	
12N	1384	Kvarnsten	
12N	1390	Kvarnsten	
12N	1396	Kvarnsten	
12N	1397	Kvarnsten	
12N	1417	Kvarnsten	
12N	1425	Kvarnsten	
12N	1610	Kvarnsten	
12N	1612	Kvarnsten	
12N	1614	Kvarnsten	
12N	1993	Kvarnsten	
12N	1994	Kvarnsten	Grovkornig, glimmerrik, förskiffrad.
12N	1999	Kvarnsten	
12N	2001	Kvarnsten	
12N	2002	Kvarnsten	
12N	2003	Kvarnsten	
12N	2005	Kvarnsten	Gabbro-Amfibolit?
12N	2006	Kvarnsten	
12N	2015	Kvarnsten	
12N	2016	Kvarnsten	
12N	2017	Kvarnsten	
12N	2712	Kvarnsten	
12S	4863	Kvarnsten	Mörk, grovkornig, glimmerrik, förskiffrad. Glimmerskiffer
12S	4864	Kvarnsten	Mörk, fink, förskiffrad, mer fin-och jämnk var av
12S	4865	Kvarnsten	Mörk, grovkornig, glimmerrik, förskiffrad. Glimmerskiffer
12S	4866	Kvarnsten	Mörk, grovkornig, glimmerrik, förskiffrad. Glimmerskiffer
12S	4867	Kvarnsten	Granit, gnejsig/migmatitisk
12S	4868	Kvarnsten	Mörk, grovkornig, glimmerrik, förskiffrad. Glimmerskiffer
12S	4869	Kvarnsten	Glimmerrik, förskiffrad. Troligen glimmerskiffer
12Väg	2654	Kvarnsten	?
13S	860	Kvarnsten	
13S	864	Kvarnsten	
9_11	829	Kvarnsten	

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
Kabel Sivs väg	1224	Kvarnsten	
Kabel Sivs väg	1227	Kvarnsten	
Kabel Sivs väg	1238	Kvarnsten	
Kabel Sivs väg	1241	Kvarnsten	
Kabel Sivs väg	1251	Kvarnsten	
3	1774	Locksten	Bränd?
2	3311	Löpare	Gnejsig granit, ojämnkornig
3	1780	Löpare	
3	1781	Löpare	
4	1665	Löpare	Medel-/grovkornig gnejsig granit, skörbränd
4	1666	Löpare	Medelkornig granit, skörbränd
4	1667	Löpare	Medel-/grovkornig granit, skörbränd
4	1668	Löpare	Medel-/grovkornig granit. Sekundär rödfärgning nära spricka?
4	1939	Löpare	
9	2731	Löpare	
15	143	Löpare	Blek, bränd?
19	21	Löpare	
19	22	Löpare	
19	23	Löpare	
19	26	Löpare	
20	19	Löpare	Amfibolit
21	20	Löpare	
12N	1057	Löpare	
12N	1621	Löpare	
12N	2713	Löpare	
12S	3101	Löpare	Mörk, finkornig, amfibolit? Brun biotit = ev. sek. bränd!
12N	2436	Malm	Sulfid-oxidmalm, delv. magnetisk
12S	810	Malm	Mörkgrå magnetitmalm
4	2001	Malsten	
19	32	Malsten	
12N	1995	Malsten	Grovkornig, glimmerrik, förskiffrad.
12N	1997	Monument	Medelkornig osorterad sandsten, Roslagssten?
12N	1618	Morteltstöt	
12N	1623	Morteltstöt	Diabas/amfibolit? Mörk, medel-grovkornig
12S	719	Morteltstöt	Gabbro-Amfibolit?
12N	2004	Råmaterial	B2? Blek
12N	1998	Skrapa	
1	1142	Slipsten	D2
1	1151	Slipsten	
1	1974	Slipsten	D1, ljusröd
4	1962	Slipsten	Kvartsrik
8	3261	Slipsten	Ljus/blekröd, fink, qtz-fsp Sandst, typ Roslagssten, Snarliik 3256
9	2732	Slipsten	Mineraliserad vulk? Skarn? HCl-reakt på liten yta.
12N	1395	Slipsten	D2?
12N	1405	Slipsten	Mörk, kvartsrik
12N	1996	Slipsten	Ljus sandsten, Roslagssten?
12N	2714	Slipsten	Finkornig, kvartsrik, porfyrisk?
12S	3330	Slipsten	Mörk, mkt fink, kvarts-fspporf sur vulk. Passning 3333 och 3347?
12S	3347	Slipsten	Ljus, mkt fink, kvarts-fspporf sur vulk. Passning 3330 och 3333?
12S	3349	Slipsten	Ljus, fink, mycket kvartsrik. Kvartsitisk sandsten av Roslagstyp?
12S	3361	Slipsten	Finkornig? Svagt förskiffrad. Fyllitisk skiffer?
12S	7235	Slipsten	Ljus sandsten, Roslagssten?
Kabel Sivs väg	1229	Slipsten	D2, ljus, finkornig, bandad
3	1779	Slipsten?	D2? Bränd?
4	1904	Sländtrissa	D2? Finkornig

DY	Fnr	Sakord	Bergart och ev. kommentar
12S	3075	Sländtrissa	Grågrön, rosa granater, förskiffrad
12S	3102	Sländtrissa	Ljus kalksten/marmor, små mörkblå kristaller. Jämför 3221!
12S	3170	Sländtrissa	Mörk, amfibolit/täljsten?
12S	3221	Sländtrissa	Ljus vittrad kalksten, mörka kristaller. Jämför 3102!
12S	3224	Sländtrissa	Mörk, amfibolit?
12S	3225	Sländtrissa	Mörk, ofitisk? Diabas?
12N	2253	Smält bergart	
12N	2257	Smält bergart	
12N	2303	Smält bergart	
12N	1040	Underliggare	
12N	2807	Underliggare	Finkornig, kvartsrik. Aplit eILER sur vulkanit?
15	144	Vridkvarn	D2, Röd, Gävle/Roslagssten
12N	1038	Vridkvarn	
12N	1039	Vridkvarn	
20	31	Vävtyngd	D2? Ljus, finkornig
12S	3313	Yxa	Mörk, ofitisk? Diabas?
1	371		B2, ljus, bränd?
11	108		
11	826		Gabbro-amfibolit?
11	832		
14	1242		
14	1246		Diabas
14	1253		
12Väg	2699		
13S	856		
13S	857		
13S	859		Finkornig, Diabas-Gabbro-Amfibolit?
13S	865		
13S	1249		
9_12	816		
9_13	823		?
Brandstn	659		
Kabel Sivs väg	1228		B2? Blek...
Kabel Sivs väg	1232		Diabas-amfibolit
Kabel Sivs väg	1233		Finkornig, mörk, kvartsrik, porfyrisk, vulkanit?
Kabel Sivs väg	1235		Fossil Kalksten-HCl reaktion
Kabel Sivs väg	1239		Blek
Kabel Sivs väg	1250		
Kabel Sivs väg	1252		
Skolgården	622?		
Skolgården	733		
Skolgården	734		
Skolgården	737		
Skolgården	739		
Skolgården	741		Bränd?
Skolgården	742		Porfyr? Bränd? Osäker...
Skolgården	743		Vitbränd flinta

Bilaga 2. Geologisk ordlista

Ämne	Beskrivning
Amfibolit	Mörk metamorf bergart som domineras av amfibolmineral (vanligen hornblände) och plagioklas. Basisk/mafisk.
Arkos	Grovkornig sandsten med minst 25 % fältspat och bergartsfragment.
Basisk	Bergarter med en kiselsyrahalt understigande 52 viktprocent. Även kallat mafisk.
Bergart	Består av ett eller vanligtvis flera mineral och definieras av vilka mineral som ingår, dess kemiska sammansättning samt på vilket sätt den har bildats, t.ex. marmor, granit och ryolit.
Biotit	Ett bergartsbildande glimmermineral, kalium-järn-magnesiumsilikat med vatten. Svart/mörk glimmer.
Biotitskiffer	Glimmerskiffer dominerad av biotit.
Diabas	Magmatisk, basisk/mafisk gångbergart, oftast svart eller grönsvart, med insprängda lister av plagioklas. Diabaser av olika åldrar är vanliga i den svenska berggrunden. Strökornsförande varianter kallas diabasporfyrit.
Djupbergart	Magmatisk bergart som kristalliserat djupt nere i jordskorpan, t.ex. granit, diorit eller gabbro. Ofta grov- eller medelkorniga.
Foliation/förskiffring	Tvådimensionell/planparallell struktur i bergart. Se även Gnejs och Skiffer.
Fyllit	Starkt förskiffrad lågmetamorf bergart som består av mycket finkorniga glimmermineral, synliga endast under mikroskop eller i lupp.
Fältspat	En grupp mineral med varierande sammansättning av kisel, syre, aluminium, natrium, kalium och kalcium, t.ex. plagioklas och kalifältspat. De vanligaste bergartsbildande mineralen.
Gabbro	Mörk, basisk, ofta grovkornig och massformig djupbergart som karakteriseras av kalciumrik plagioklas och pyroxen.
Glimmer	Bergartsbildande bladiga mineral, bl.a. biotit ("svart glimmer") och muskovit ("vit glimmer").
Glimmerskiffer	Starkt förskiffrad och omvandlad (metamorf) bergart vilken domineras av kvarts och glimmer.
Gnejs	Metamorf bergart som består av kvarts, fältspat och glimmer och som har god klyvbarhet.
Granat	En mineralgrupp bestående av silikat med aluminium, kalcium, magnesium, järn eller mangan och är ett så kallat metamorft mineral, vilket innebär att det oftast bildas i samband med metamorfos. Det finns många slags granater: grossular, pyrop, almandin, spessartin och andradit. Finare granater kan användas som smyckesstenar.
Granit	Sur magmatisk djupbergart som består av kvarts, kalifältspat, plagioklas samt oftast glimmer; vanligen medel- till grovkornig. Inom det svenska urberget förekommer dels äldre, oftast förskiffrade graniter (urgranit eller gnejsgranit) samt olika geologiskt yngre graniter, vanligen massformiga.
Granitoider	Samlingsnamn för bergarter med granitisk sammansättning.
Grönsten	Äldre benämning på olika basiska magmatiska bergarter.
Gångbergart	Magmatisk bergart som kristalliserat i gångar (mer eller mindre vertikala sprickor) eller lagergångar (mer eller mindre horisontella sprickor). Exempel på gångbergarter är diabas, porfyrit och aplit. Ofta finkorniga.
Hematit	Malmbildande järnrikt oxidmineral (Fe_2O_3) tidigare kallad blodsten.
Hornblände	Mineral tillhörande amfibolgruppen, ett kalcium-järn-magnesium-aluminiumsilikat med vatten och fluor, vanligt i djupbergarter (t.ex. diorit) och metamorfa bergarter (t.ex. amfibolit).
Jotium	Geologisk tidsålder, ca 1600–1250 miljoner år sedan.
Kalcit	Karbonatmineral (kalciumkarbonat) som dominerar i kalksten och marmor.
Kalksten	Bergart huvudsakligen bestående av mineralet kalcit. Vanligen en sedimentär bergart men kan också bildas genom kemisk utfällning av kalcit.
Kambrium	Geologisk tidsålder (period), ca 542 till 488 miljoner år sedan.
Konglomerat	Sedimentär bergart med en finkornig mellanmassa samt mer eller mindre rundade bollar (stenar) som har sitt ursprung i andra bergarter.
Krita	Geologisk tidsålder (period), ca 146–65 miljoner år sedan.
Kvarts	Ett mineral bestående av kisel och syre, SiO_2 .
Kvartsfyllit	En mycket kvartsrik fyllit.
Kvartsit	Mycket hård kvartsrik metamorf bergart bildad genom omkristallisering av (sedimentär) sandsten.
Lersten/lerskiffer	Sedimentär bergart vilken till minst 2/3 består av partiklar av lerstorlek.
Lineation/stänglighet	En linjär, endimensionell struktur som kan bildas på flera sätt i en bergart under deformation. Orienteringen anges med stupningsriktning och stupning. Jämför Foliation/förskiffring.
Magmatisk	Bildat ur smältor (magma) från jordens inre.
Magnetit	Malmbildande, järnrikt och magnetiskt oxidmineral (Fe_3O_4).
Malm	Bergart som innehåller ekonomisk och/eller politiskt brytvärda metaller, t.ex. järn, guld, koppar och zink.
Marmor	Kristallin kalksten bildad genom metamorfos av kalksten, domineras nästan helt av mineralet kalcit. Kan användas bl.a. som slaggbildare i masugnar.
Metamorf	Bildat/omvandlat genom metamorfos, vilket innebär en genomgripande omvandling av en bergart så att den mineralogiskt och strukturellt anpassas till rådande miljö i jordskorpan, d.v.s. ökat tryck och/eller temperatur. Meta- som förled, t.ex. metavulkanit, avser en metamorf variant av bergarten.

Ämne	Beskrivning
Mineral	Ett fast, kristallint oorganiskt ämne som förekommer i naturen och definieras av sin kemiska sammansättning och kristallstruktur, t.ex. kvarts, fältspat, kalcit, klorit, magnetit m.fl. (plur. mineral, EJ mineraler).
Mosten	Sedimentär bergart som huvudsakligen består av kvartskorn med diameter mellan 0,02 och 0,2 mm.
Muskovit	Ett bergartsbildande glimmermineral, kalium-aluminiumsilikat med vatten. Vit/ljus glimmer.
Ofitisk	Textur som kännetecknas av stavformade plagioklaskorn inneslutna i större pyroxenkristaller. Texturen uppträder främst hos diabas. Även kallad listporfyrisk.
Opakmineral	Mineral som är ogenomskinliga vid petrografiska studier i tunnslip. De flesta malmmineral är opaka, t.ex. magnetit, kopparkis och hematit.
Ordovicium	Geologisk tidsålder (period), ca 488–444 miljoner år sedan.
Ortoceratit	Bläckfisk med rakt eller svagt böjt spetsigt skal. Levde under Paleozoikum.
Paleozoikum	Geologisk tidsålder (era), ca 542–251 miljoner år sedan.
Pyrit	Järnsulfid även kallad svavelkis eller kattguld med kemisk formel FeS ₂ .
Petrografi	Läran om bergarternas systematik och beskrivningen av deras mineralinnehåll och texturer på mikroskopisk nivå.
Plagioklas	Bergartsbildande fältspatmineral innehållande kalcium (Ca), ofta vit.
Porfyr	Sur lava- eller gångbergart med strökorn av kvarts eller fältspat i finkornig mellanmassa/matrix.
Porfyrisk	Textur som kännetecknas av större mineralströkorn i en finare grundmassa/matrix.
Proterozoikum	Geologisk tidsålder (eon), ca 2500–542 miljoner år sedan.
Pyroxen	Mineralgrupp, kalcium-järn- magnesiumsilikater, bergartsbildande i magmatiska bergarter t ex basalt, diabas och gabbro.
Ryolit	Kiselrik (kvartsrik/sur) vulkanisk bergart.
Rätlias	Geologisk tidsålder, ca 210 miljoner år sedan. Obsolet term.
Sandsten	Sedimentär bergart som huvudsakligen består av kvartskorn med diameter mellan 0,2 och 2 mm.
Silur	Geologisk tidsålder (period), ca 444–416 miljoner år sedan.
Skiffer	Starkt förskiffrad metamorf bergart som domineras av glimmer och kvarts. Beroende på glimmermineralet kan bergarten specificeras som t.ex. biotitskiffer.
Skiffriighet	Planparallell struktur i bergart. Även kallat foliation.
Strökorn	Stort mineralkorn i en mer finkornig magmatisk eller metamorf bergart. Även kallat porfyroklast. Se även Porfyr.
Stänglighet	Parallellorientering av stavformiga mineral. Även kallat lineation.
Sur	Bergarter med en kiselsyrahalt överstigande 65 viktprocent. Kvartsrika.
Tertiär	Geologisk tidsålder (period), ca 65–1,4 miljoner år sedan.
Textur	Används inom petrologin för beskrivning av kornstorlek och kornform på de partiklar som bergarten består av samt deras inbördes förhållande.
Täljsten	Metamorf bergart med minst 50 % talk (Mg ₃ (OH) ₂ Si ₄ O ₁₀) samt magnesiumsilikat. Tämligen mjuk och lättbearbetad bergart.
Vulkanit	Ytbergart som bildas genom vulkanism (av aska eller lava).
Ytbergart	Bergart bildad av material avsatt på jordytan, t.ex. sediment eller vulkaniska utbrottsprodukter (aska, lava), t.ex. kalksten, sandsten och ryolit.

Kornstorleksindelning för magmatiska och metamorfa bergarter:

- <0,05 mm tät eller afanitisk
- 0,05–0,5 mm mycket finkornig
- 0,5–1 mm finkornig
- 1–1,5 mm fint medelkornig
- 1,5–3 mm medelkornig
- 3–5 mm grovt medelkornig
- >5mm grovkornig

Kornstorleksindelning för sediment och sedimentära bergarter:

- <0,002 mm ler
- 0,002–0,06 mm silt
- 0,06–0,2 mm finsand
- 0,2–0,6 mm mellansand
- 0,6–2 mm grovsand

Bilaga 3. Stenbrott

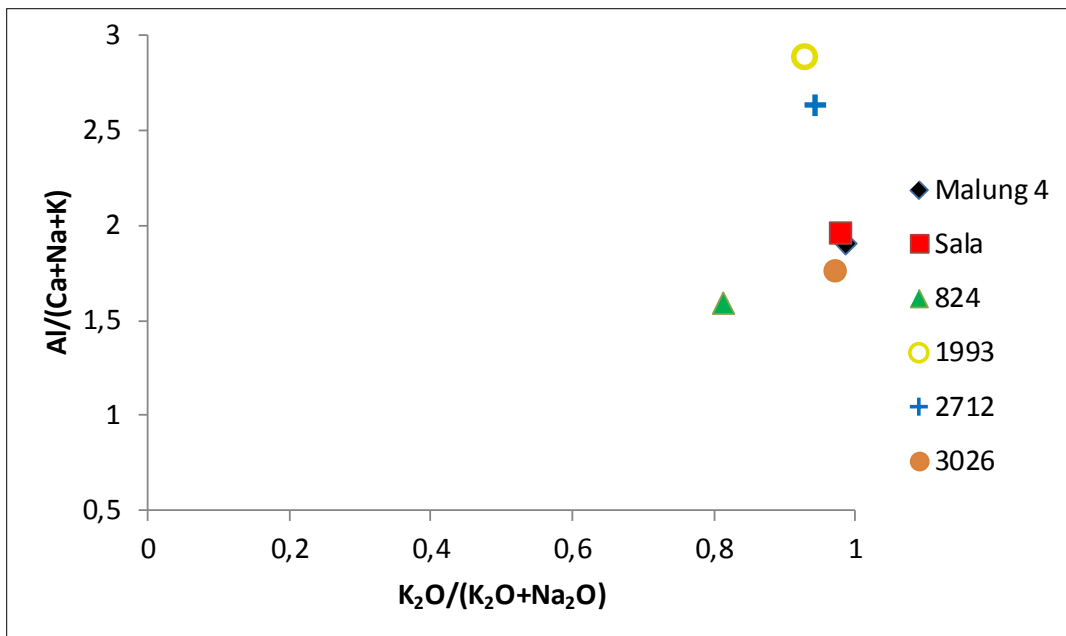
Förteckning över kända kvarn-, slip- och brynstensbrott i Sverige och Norge. Förenklat från Elfwendahl & Kresten 1993, där många uppgifter kommer från Pettersson 1977.

Bergart Kvarnsten	Plats
Sandsten, sidenglans, starkt förskiffrad. Kvartsporfy	Malung, Dalarna
Granit/sandsten?, starkt förskiffrad	Yttermalung, Dalarna
Granit	Sångberget, Dalarna
Biotitgnejs, förskiffrad (block)	Axmar, Gästrikland
Sandsten, skär, gul, jotnisk (block och fast klyft)	Storsjön-Gävle, Gästrikland
Sandsten, gul, röd, jotnisk (Roslagssten - block)	Roslagen (bl.a.), Uppland
Gnejsgranit (Uppsalagranit)	Sandika, Uppland
Sandsten, jotnisk (Mälarsandsten)	Mälaren, Uppland/Sörmland
Glimmerskiffer, grön, ev. granat	Viker, Nor, Västmanland
Sandsten, kambrisk	Kumla, Närke
Glimmerskiffer (block?)	Norra Lunger, Närke
Grävacka, skiffrig, grå, jämnkornig	Dalskog, Dalsland
Järngnejs, ljusröd, grov. Kalksten, grå, fossil, ordovisisk	Kinneulle, Västergötland
Järngnejs, ljusröd, gråröd	Lugnås, Västergötland
Järngnejs, ljusröd	Billingen; Västergötland
Glimmerskiffer, vit, muskovit	Ulricehamn, Västergötland
Ögongnejs, grov, grå	Vanderydvattnet, Västergötland
Sandsten, ljusgrå, gulaktig, fast (Visingsöserien)	Motala, Östergötland
Granit, röd (Växjögranit)	Grimsberg, Småland
Sandsten, röd, vit, underkambrisk (block och fast klyft)	Kalmarsund, Småland
Kalksten, grå, kompakt, fossil, underordovisisk	Gillberga, Öland
Sandsten och kalksten	Burgsvik, Gotland
Gnejs, grå, förskiffrad, granodiorit-tonalit	Fjärås Bräcka, Halland
Sandsten (arkos?), grå, grågul, lös, rätlias	Höör, Skåne
Sandsten, underkambrisk	Simrishamn, Skåne
Kvartsit, proterozoisk	Gamleby, Småland
Glimmerskiffer, grå, granat, biotit	Frostviken, Jämtland
Glimmerskiffer, ev. granat	Setså, Norge
Glimmerskiffer, granat	Brønnøy, Norge
Glimmerskiffer, grå, granat	Murusjøen, Norge
Glimmerskiffer, mörk, brungrå, staurolit, ev. granat	Selbu, Norge
Glimmerskiffer, granat och/eller kyanit	Hyllestad, Norge
Glimmerskiffer, mörkgrå, granat, amfibol	Tolstad, Norge

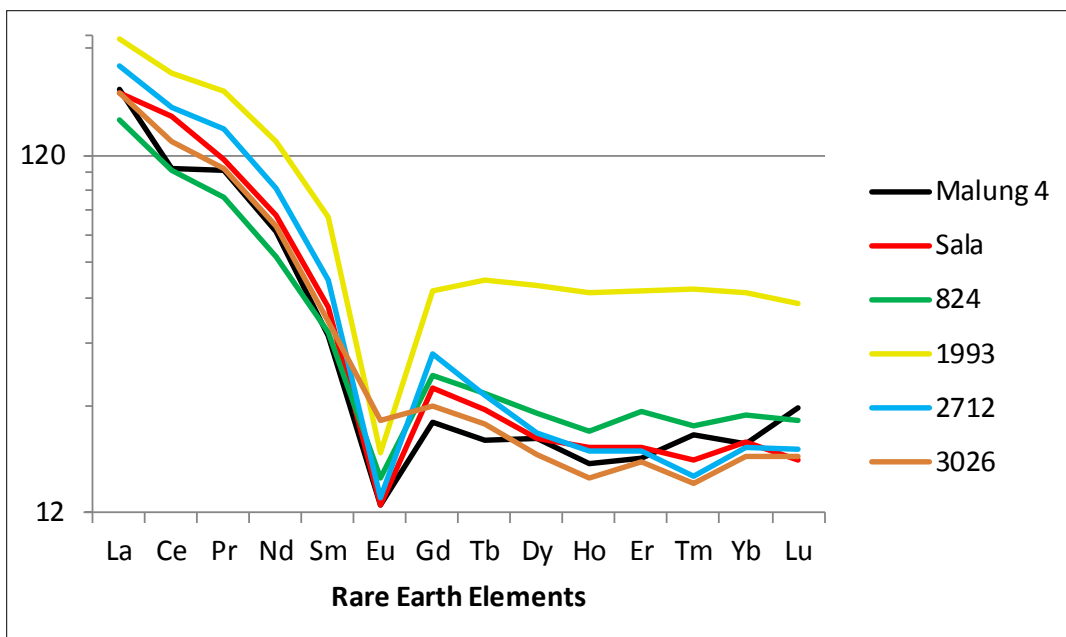
Bergart Slipsten	Plats
Sandsten, vit, gul, fossilförande, porös, finkornig, silurisk	Orsa, Dalarna
Sandsten, gulaktig, grov, lös, jotnisk	Storsjön, Gästrikland
Sandsten, grön, gröngrå, lös, homogen, glimmerrik, silurisk	Burgsvik, Gotland
Sandsten, ljusgrå, gulaktig, fast, Visingsö	Motala, Östergötland
Sandsten, vit, gulvit, lös, kalkhaltig, kambrisk	Lugnås, Kinnekulle
Sandsten, grå, grågul, lös, glaukonit, rätlias	Höör, Skåne
Sandsten, grå, grågul, lös, glaukonit, rätlias	Pålsjö, Skåne
Kvartsit, proterozoisk	Gamleby, Småland

Bergart Brynsten	Plats
Slamsten, röd, finkornig, fast	Transtrand, Dalarna
Slamsten	Särna, Dalarna
Mosten, gulvit, fast	Orsa, Dalarna
Sandsten, grön, grågrön, lös, homogen, glimmerrik	Burgsvik, Gotland
Sandsten, grå, grågul, lös, glaukonit, rätlias	Pålsjö, Skåne
Lerskiffer, grå	Los, Hälsingland
Lerskiffer, grå	Älvho, Dalarna
Skiffer	Mora, Dalarna
Skiffer	Hylletofta, Småland
Glimmerskiffer	Gamleby, Småland
Kvartsfyllit, blågrön, silvergrå, fast, stänglig	Eidsborg, Norge
Glimmerkvartsit, vit, grå, grön, röd, fast	Västanå, Skåne

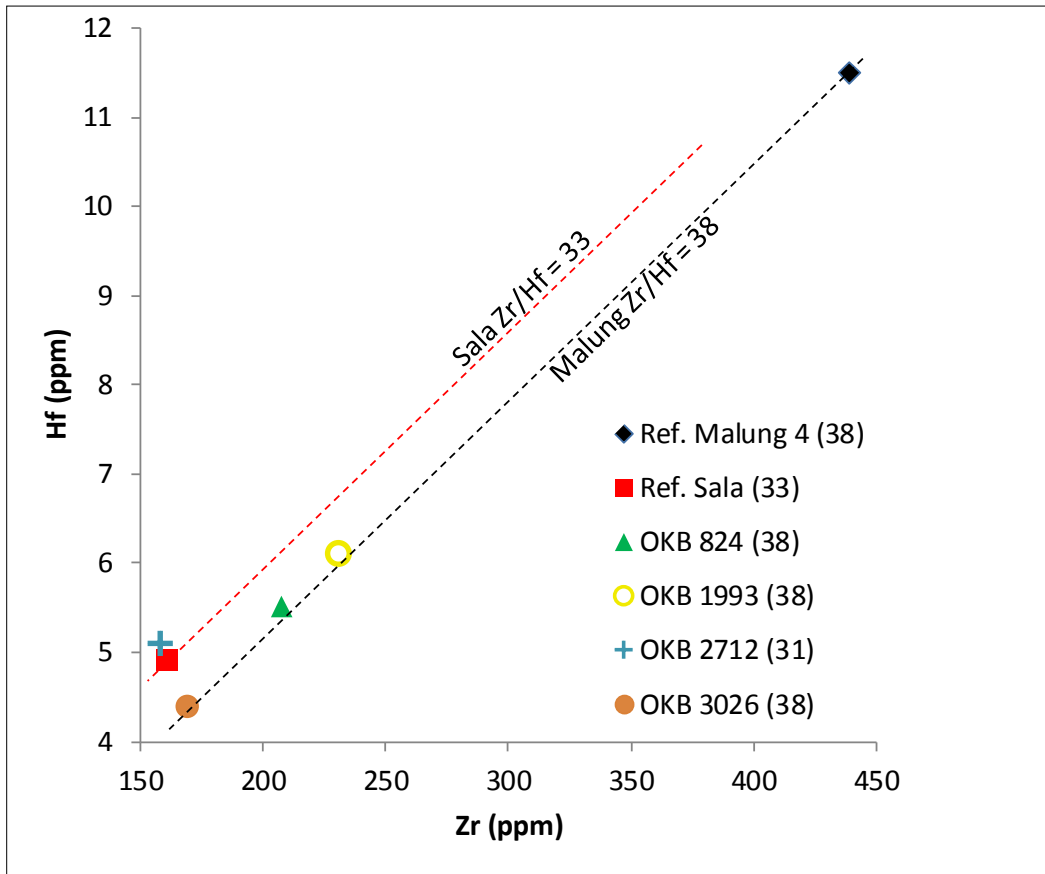
Bilaga 4. Kemiresultat i diagramform



Figur 47. Alla prov utom 824 ses ha en alkalikvot (x-axeln) på nära 1, vilket indikerar att de har ett sedimentärt ursprung. Det lägre värdet för 824 antyder ett (möjligt) vulkaniskt ursprung. Observera att referensproverna från Malung och Sala är mycket lika.



Figur 48. Jämförelser mellan de analyserade proven med avseende på de s.k. sällsynta jordartsmetallerna visar relativt likartade värden för alla utom 1993 som har förhöjda halter av de tyngre elementen. Observera att även referensproverna från Malung och Sala är mycket lika. Y-axeln (som visar halterna) är logaritmisk. Värdena normaliserade enligt Evensen m.fl. 1978.



Figur 49. Kvoten mellan zirkonium och hafnium (Zr/Hf) ses för tre prov från Gamla Uppsala (OKB) ligga på (svart) linje tillsammans med referensprovet från Malung (kvot=38), medan prov 2712 från Gamla Uppsala istället ligger mycket nära referensprovet från Sala (röd linje) vilka har tydligt lägre kvoter (31 resp. 33). Kresten (1998) såg samma skillnad i Zr-Hf-kvoterna, dock låg alla då analyserade fynd på liknande kvot som referensprovet från Malung medan inget hade samma låga kvot som Sala. Då de tidigare analyserna (Kresten m.fl. 1996, Kresten 1998) analyserats med delvis andra metoder i ett annat laboratorium kan resultaten inte jämföras direkt i detta diagram. Den absoluta mängden av Zr och Hf (var på linjen provet hamnar) speglar huvudsakligen mängden av mineralet Zirkon som finns i bergarten/provet, medan kvoten påvisar hur mycket Hafnium som finns i Zirkonerna.

Bilaga 5. Totalkemiska rådata från ALS Minerals (analys PI16071696)

Prov		Malung 4	Sala	824	1993	2712	3026
SiO ₂	vikt-%	83	77,9	71,2	68,3	77,2	76,2
TiO ₂	vikt-%	0,31	0,11	0,28	0,13	0,1	0,12
Al ₂ O ₃	vikt-%	10,05	12,05	13,7	12,85	11,05	11,45
Fe ₂ O ₃	vikt-%	1,8	0,79	3,83	1,15	0,53	2,97
MnO	vikt-%	0,03	0,01	0,05	0,01	0,01	0,08
MgO	vikt-%	0,32	2,91	2,83	8,21	4,29	1,96
CaO	vikt-%	0,03	0,18	0,36	0,06	0,02	0,05
Na ₂ O	vikt-%	0,05	0,08	1	0,2	0,16	0,12
K ₂ O	vikt-%	3,29	3,69	4,29	2,61	2,52	3,99
Cr ₂ O ₃	vikt-%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P ₂ O ₅	vikt-%	0,03	0,02	0,1	0,05	0,02	0,04
SrO	vikt-%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
BaO	vikt-%	0,02	0,03	0,07	0,01	0,01	0,03
C	vikt-%	0,02	0,04	0,04	0,01	<0,01	<0,01
S	vikt-%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08
LOI	vikt-%	1,45	2,4	1,49	3,94	2,61	1,55
Total	vikt-%	100,38	100,17	99,2	97,52	98,52	98,56
Li	ppm	<10	<10	10	10	10	10
Sc	ppm	4	6	9	10	6	5
V	ppm	12	<5	19	<5	<5	<5
Cr	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Co	ppm	3	1	4	1	1	1
Ni	ppm	6	<1	1	<1	<1	1
Cu	ppm	9	2	2	1	5	1
Zn	ppm	29	11	81	15	9	87
Ga	ppm	10,6	15,8	17	19,3	13,2	14,3
Ge	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	<5
As	ppm	2,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3
Se	ppm	0,7	0,9	0,3	1	0,4	0,3
Rb	ppm	140,5	82,6	161,5	56,7	50,3	144
Sr	ppm	11,4	3,7	28,6	3,2	4,3	3,8
Y	ppm	26,5	27,2	33,4	72,4	26,7	23,8
Zr	ppm	438	161	207	231	158	169
Nb	ppm	14,9	11,6	9,8	20,4	12,3	10

Prov		Malung 4	Sala	824	1993	2712	3026
Mo	ppm	<1	1	1	1	<1	2
Ag	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
In	ppm	0,007	0,009	0,019	0,005	<0,005	0,031
Sn	ppm	3	7	5	6	6	2
Sb	ppm	0,09	0,08	<0,05	0,06	<0,05	0,07
Te	ppm	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cs	ppm	5,31	0,83	12,65	0,75	0,53	3,45
Ba	ppm	172	246	685	101	136,5	307
La	ppm	45	43,8	37	62,5	52,2	44
Ce	ppm	70,2	98,6	69,4	129,5	104,5	83,6
Pr	ppm	10,2	10,95	8,62	17,05	13,3	10,35
Nd	ppm	34,8	38,6	29,7	62	46	36
Sm	ppm	5,76	6,98	5,88	12,45	8,3	6,36
Eu	ppm	0,73	0,73	0,87	1,03	0,77	1,26
Gd	ppm	4,37	5,48	5,92	10,25	6,8	4,9
Tb	ppm	0,72	0,87	0,97	2,02	0,96	0,8
Dy	ppm	4,94	4,92	5,76	13,25	5,07	4,44
Ho	ppm	0,94	1,04	1,16	2,83	1,02	0,86
Er	ppm	2,82	3,02	3,83	8,28	2,97	2,76
Tm	ppm	0,51	0,43	0,54	1,3	0,39	0,37
Yb	ppm	3,1	3,11	3,7	8,14	3,03	2,84
Lu	ppm	0,6	0,43	0,55	1,17	0,46	0,44
Hf	ppm	11,5	4,9	5,5	6,1	5,1	4,4
Ta	ppm	1,4	0,9	0,9	1,7	1,1	0,8
W	ppm	2	3	10	2	2	7
Re	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hg	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005
Tl	ppm	0,05	<0,02	0,6	0,02	<0,02	0,44
Pb	ppm	14	9	3	5	<2	10
Bi	ppm	0,1	0,01	0,13	0,02	0,01	0,07
Th	ppm	22,4	13,2	14,15	15,05	12,45	13,4
U	ppm	4,13	3,26	4,27	6,32	3,11	4,03

OKB-projektets publikationer

RAPPORTNR	TITEL
2017:1_1	at Upsalum – människor och landskapande Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_2	Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_3	Huskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_4	Gravkatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_5	Grophuskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_6	Brunnskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_7	Katalog över stolpfundament Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_8	Katalog över aktivitetsytor Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_9	Katalog över hägnader, stolpkonstruktioner och väglämningar Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_10	Föremålskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_11	Metallhantverket – arkeometallurgiska analyser Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_12	Gårdarnas djur – osteologisk analys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_13	Brandgravar vid Storby backe – osteologisk analys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_14	Växtfynd – makrofossil- och pollenanalys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_15	Keramik bland levande och döda Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_16	Stenfynd och kvarnstensanalys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_17	Arkeologisk prospektering – magnetometer och georadardata Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_18	Järnföremål – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_19	Föremål av kopparlegering, övrig metall utom järn – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_20	Ben- och hornföremål – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_21	Glasföremål och övriga material – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_22	Arkeologiska forskningslaboratoriets analyser Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_23	Två runbleck – analyser från Riksantikvarieämbetet Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

ÖVRIGA PUBLIKATIONER	TITEL
Riksantikvarieämbetet, UV Rapport 2013:78	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2012 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Statens historiska museer, Arkeologiska uppdragsverksamheten, rapport 2015:28	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2013 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Arkeologerna, Statens historiska museer, rapport 2018:24	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2014–2017 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Arkeologerna, Statens historiska museer, 2016 Seminarierapport	Socioekonomisk mångfald. Ritualer och urbanitet. Rapport från projektseminarium för Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala