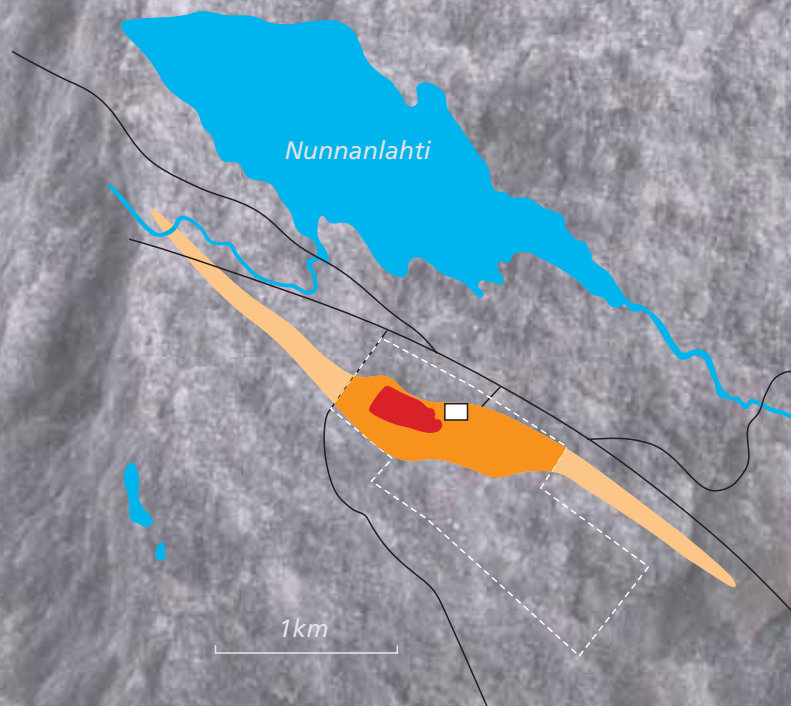


**Sammandrag av  
materialundersökningar  
i Nunnanlahti Oy:s  
MammuttiStengruva  
1994-2001**

**Kivitiето Oy  
Aulis Kärki och Seppo Gehör**



Sintef, Norge 1994  
XRAL, Kanada 2000  
Uleåborgs universitet,  
Institutionen för elektronoptik 1994-2001

# TÄLJSTEN – EN SÄLLSYNT BESTÅNDSDEL I JORDSKORPAN

Täljsten, som på svenska också kallas “stearit”, är en metamorf bergart. Den har uppstått genom mineralreaktioner under högt tryck och hög temperatur. Globalt sett är **täljstenen** sällsynt och de förekomster som finns i jordskorpan är egentligen främmande i sin omgivning, eftersom beståndsdelarna i täljsten härrör från jordens mantel, dvs. det skikt som ligger under jordskorpan. Manteln är till sin kemiska sammansättning ultrabasisk, vilket betyder att den består av bergarter där andelen kisel i förhållande till övriga grundämnen är betydligt lägre än i de bergarter som är typiska för jordskorpan. Ultrabasiska bergarter innehåller i stället mera magnesium och järn, vilket gör deras densitet avsevärt högre än de vanliga bergarternas. Den högre densiteten, cirka 3,0 t/m<sup>3</sup>, är likaså karakteristisk för den ultrabasiska täljstenen.

Benämningen täljsten används för ett antal bergarter som har **högst varierande mineralsammansättning och övriga egenskaper**. Det enda som alla täljstensarter har gemensamt är att de tack vare den höga talkhalten är re-

lativt lätta att bearbeta. Övriga egenskaper – t.ex. värmebeständigheten och värmelagringskapaciteten – varierar mycket och många bergarter som kallas täljsten saknar helt de egenskaper som förutsätts för användning i eldstäder.

Täljstenen i Nunnanlahden Uuni Oy:s Mammutti-Stenfyndighet trängde upp i jordskorpan under arkeikum-eonen, dvs. för cirka 2 700 miljoner år sedan. Ett stycke oceanbotten och underliggande mantelparti, ett s.k. ofiolitkomplex, sköts genom veckningar i berget upp i en främmande miljö – jordskorpan med dess granit och andra bergarter. En tydligt avgränsad del av ofiolitkomplexet, dvs. en ultrabasisk bergartsenhet, omformades under högt tryck och hög temperatur till täljsten. Den ursprungliga stenmassan fick utifrån ett tillskott av koldioxid, vilket möjliggjorde uppkomsten av magnesit, ett karbonatmineral som utgör den ena huvudbeståndsdelen i täljsten. Det andra huvudmineralet, talk, uppstod i samma förvandlingsprocess, med den skillnaden att den

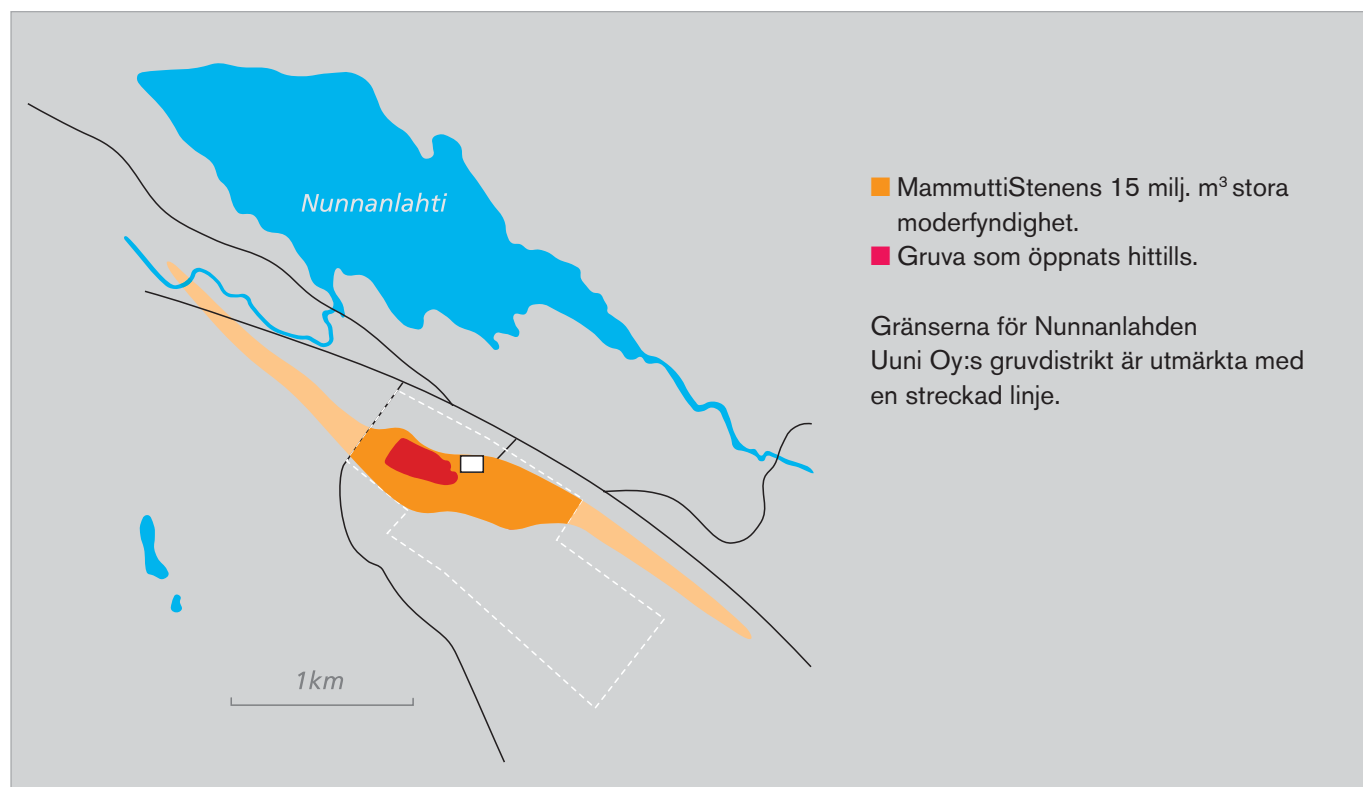


Bild 1. MammuttiStenfyndigheten och gruvdistriktet.

ursprungliga bergartens kemiska sammansättning förändrades i avgörande grad. Fenomenet kallas metasomatos.

Sin slutliga form fick MammuttiStenfyndighetens täljsten genom ett flertal veckningar i berggrunden. Genom dessa tektoniska skeenden som formade hela jordskorpan pressades och slipades materialet i ett flertal processer som pågick under tiotals miljoner år. MammuttiStenfyndighetens täljsten utgör en avlång, linsformad bergartsenhet vars geometriska form uppstått genom de ovannämnda tektoniska rörelserna.

En stor del av denna fyndighet består av en exceptionellt högklassig täljstensvariant som kallas MammuttiSten. Den består främst av magnesit och planparallellt orienterad talk. Bild 1 visar gränserna för MammuttiStenfyndighetens gruvdistrikt samt gruvans läge. Lägesuppgifterna för fyndigheten grundar sig på utredningar gjorda av Nunnanlahden Uuni Oy.

MammuttiStenens skiktning eller foliation, dvs. dess planparallella struktur, följer fyndighetens längdaxel. Genom en nord-sydlig tektonisk sammanpressning i det sista utvecklingsskedet har bergartens talkskikt rynkats. Genom samverkan av alla dessa faktorer är MammuttiStenen i dag en starkt skiktad bergart. MammuttiStenen är en unik täljstensvariant som tack vare sin mikrostruktur passar exceptionellt bra till eldstäder.

## MammuttiSten i eldstäder

MammuttiStenen består i huvudsak av magnesit och fjällig, planparallellt orienterad talk och lämpar sig utmärkt som material för eldstäder.

Alla delar av MammuttiStenfyndigheten består inte av täljsten av samma kvalitet, utan man kan urskilja olika varianter som också lämpar sig för olika ändamål. Genom att välja den variant av MammuttiSten som lämpar sig bäst för varje ändamål är det möjligt att bygga långlivade eldstäder som uppfyller också de strängaste kraven.

De största termiska belastningarna i en eldstad riktar mot särskilda delar av den. I dessa delar är MammuttiSten ett hållfast och väl fungerande material, om det används rätt och konstruktionerna byggs upp av en korrekt riktad, finkornig variant av MammuttiSten som innehåller fjällig, planparallellt orienterad talk. Varianter med grovkornig magnesit lämpar sig bäst som material för eldstadens och rökkanalens mindre heta konstruktioner, där temperaturen inte överstiger 500 °C. Grovkornig MammuttiSten kan naturligtvis även användas i eldstadens yttersta skikt, där temperaturen i normalbruk inte överstiger 200 °C.

## MammuttiSten lagrar och leder värme

Av material till eldstäder förutsätts god värmelagringskapacitet och värmeledningsförmåga. Värmelagringskapaciteten och egenvärmekapaciteten för bergarter med låg porositet bestäms direkt av bergartens mineral-sammansättning. Egenvärmekapaciteten hos magnesit och talk kan fastställas på experimentell väg. Egenvärmekapaciteten hos MammuttiSten som består till hälften av vardera nämnda mineral kan beräknas utgående från egenskaperna hos beståndsdelarna. MammuttiStenen har vid tester omfattande provstycken av tre produktionsmaterial konstaterats ha en egenvärmekapacitet på 790–820 J/kgK vid 0 °C och 910–930 J/kgK vid +50 °C.

Beträffande värmeledningsförmågan gör orienteringen att stenen är anisotropisk, vilket innebär att värmeledningsförmågan är olika i stenens olika riktningar. Den är direkt proportionell mot bl.a. stenens inre struktur och mineralens orientering. Kraftigt folierad, dvs. skiffrig MammuttiSten, MammuttiSten som uppvisar stänglighet och i lägre grad folierad MammuttiSten (bild 2) har sina egna, typiska värmelednings- och värmebeständighets-egenskaper.

Värmeledningsförmågan hos tydligt skiktad MammuttiSten är störst i skiktningensplan och minst i vinkelrät riktning mot detta. Den absoluta värmeledningsförmågan är beroende av temperaturen och bestäms dessutom av stenens mineralsammansättning och den genomsnittliga kornstorleken. Värmeledningvärdet för skiktad MammuttiSten av talk-magnesittyp är i en temperatur på +50 grader Celsius 4–5,5 W/mK i skiktningensplan och 2–4 W/mK vinkelrätt mot detta. Skiktad MammuttiSten lämpar sig därför för konstruktioner där man kan utnyttja förhållandet mellan värmeledningsförmåga och skiktning. Denna folierade, finkorniga variant av MammuttiSten har dessutom i tester visat sig ha hög motståndskraft mot stark värmebelastning.

Värmeledningsförmågan hos de varianter av MammuttiStenen som uppvisar stänglighet och innehåller "krullig" småveckig talk är god i en stänglighetsriktning och klart sämre vinkelrätt mot denna. Också i detta fall är den absoluta värmeledningsförmågan direkt proportionell mot materialets temperatur och stenens kornstorlek. Värmeledningvärdet är i en temperatur på +50 grader Celsius 4–5,5 W/mK i stänglighetsriktningen och 2–3 W/mK vinkelrätt mot denna. Finkornig MammuttiSten som i foliationsplan är fint veckad eller rynkad har högst kvalitet och den bästa motståndskraften mot stark värmebelastning. Den lämpar sig bra för konstruktioner som utsätts för stränga termiska belastningar. Ett bra



A.

**Bild 2.**

A. MammuttiSten som uppvisar stänglighet lämpar sig bäst för stränga termiska förhållanden, t.ex. nära eldstadens hetaste parti.



B.

B. Skiktad, fin- eller grovkornig MammuttiSten. I en eldstad lämpar den sig bäst för konstruktioner där man kan utnyttja förhållandet mellan värmeledningsförmåga och stenens foliation.



C.

C. Grovkornig, i lägre grad folierad MammuttiSten lagrar snabbt värme och lämpar sig därför för eldstadens svalare konstruktioner och ytterhölje. Tack vare den goda värmeledningsförmågan leder stenen värme från hetare stenar till svalare och bromsar därigenom upp värmeavgivningen.

bevis för detta är det **höga splittertal** som fastställts för denna variant av MammuttiSten.

I mindre grad folierade varianter av MammuttiSten är till sina egenskaper närmast isotropa. Deras absoluta värmeledningsförmåga är som tidigare nämndes beroende av materialets temperatur, sammansättning samt genomsnittliga kornstorlek. En grovkornig struktur ger god

värmeledningsförmåga. Grovkornig MammuttiSten har inte den bästa motståndskraften mot tvära temperaturförändringar, men lämpar sig bra till exempel i konstruktioner där temperaturen inte överstiger 500 °C och där stenen är riktad så att den goda värmeledningsförmågan utnyttjas och värmen sprids till eldstadens hela massa.

## Beständighet mot värmebelastning och snabba temperaturförändringar

Det i standarden DIN 51 068 (part1) använda splittertalet är en allmänt godkänd metod för att testa ett materials förmåga att motstå upprepade, kraftiga temperaturförändringar. I splittertestet utsätts täljstenen för klart hårdare värmebelastningar än någonsin i en ugn. Provet ger dock en god bild av materialets lämplighet för termiskt stränga belastningsförhållanden. Provet går till så, att en torr stencylinder utsätts för 950 °C temperatur i 15 minuter och sedan doppas under 5 minuter i rinnande vatten med en temperatur på 20 °C. Därefter får provstycket torka i en exikatorugn. Behandlingen upprepas ända tills provstycket splittras i två eller flera bitar.

Detta prov har visat att vid sidan av mineral-sammansättningen har MammuttiStenens inre struktur, dess textur, en avgörande betydelse för dess hållfasthet.

MammuttiSten bestående av finkornig magnesit och finfjällig talk med rynkig planstruktur ger ett i det närmaste maximalt värde. Grovkorniga, heterogena täljstentyper och täljsten som innehåller andra komponenter, t.ex. rikligt med klorit i stället för talk, kan smulas sönder till pulver redan efter några behandlingar.

**Bild 3** visar en provcylinder av MammuttiSten efter provet. Provstycket har splittrats, men materialet är ännu efter nästan trettio upphettningar relativt hårt. Provcylindern splittrades i två delar efter den 28:e upphettningen och fick alltså **splittertalet 28**. Det bör observeras att **det högsta talet ett material kan få i provet är 30**. Enligt anvisningarna i standarden avbryts provet, om materialet tål trettio upphettningar utan att brytas sönder.



*Bild 3. En provcylinder av finkornig, folierad och rynkig MammuttiSten efter splitterprovet. Provstycket fick splitterskallet 28, dvs. nästan det maximala värdet.*

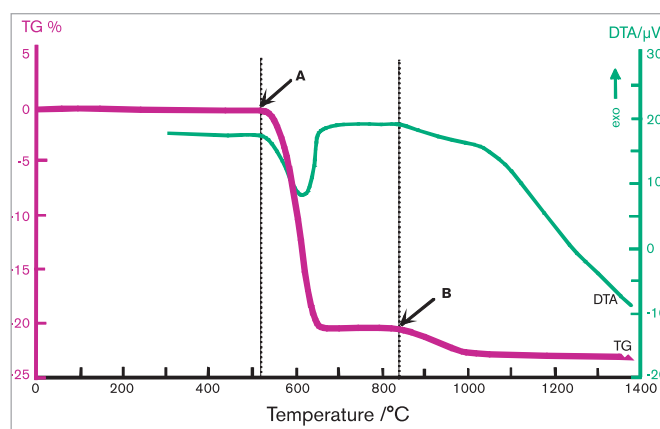
### Vad händer med täljsten i höga temperaturer?

Vid eldning i en eldstad är vedens förbränningstemperatur 800–1200 °C, men eldstadens hetaste stenar får enligt Nunnanlahden Uuni Oy:s tester vid normalt bruk en yttemperatur på högst 650 °C.

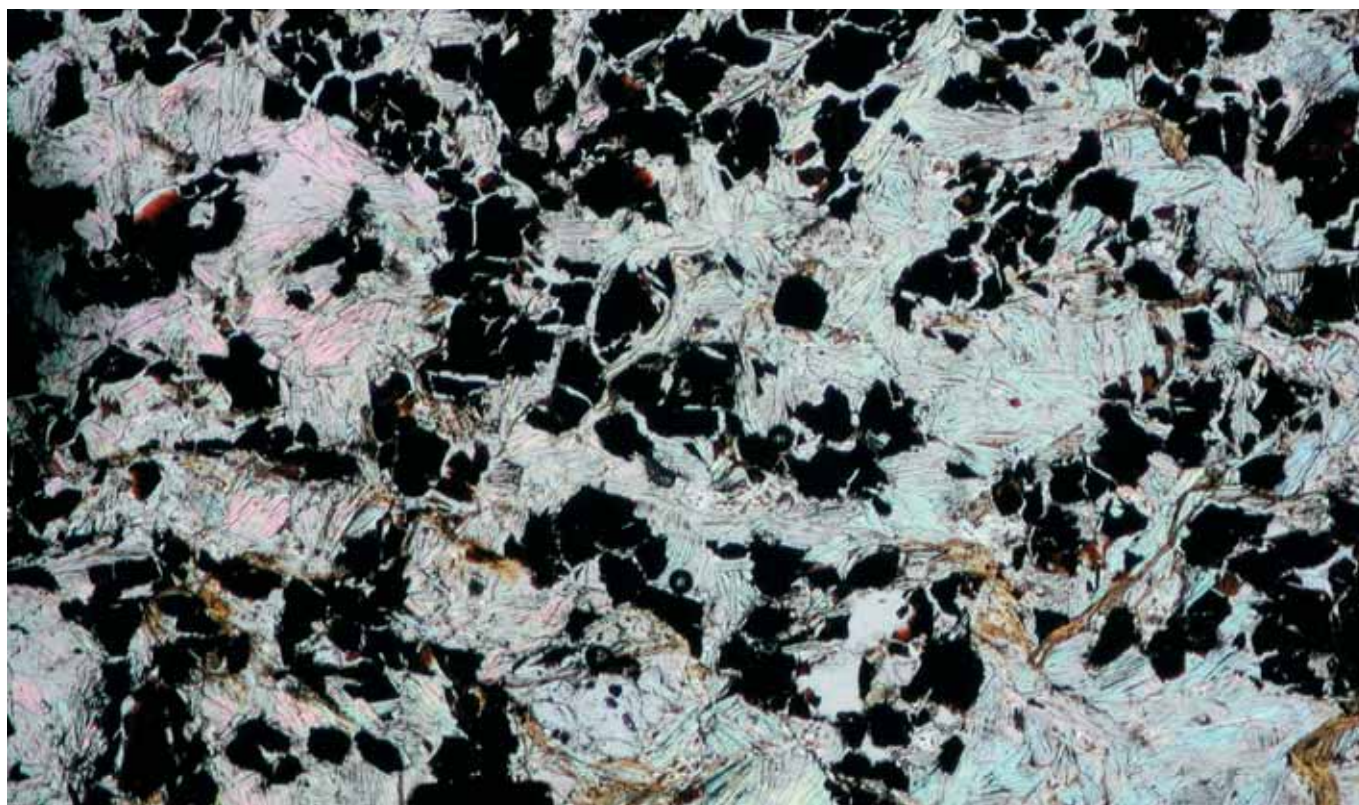
Varje mineral har ett välkänt och termodynamiskt fastställt hållfasthetsområde i olika tryck- och temperaturförhållanden. Den enda faktorn av praktisk betydelse i eldstäder är temperaturen, och i synnerhet den maximala temperatur som en sten kan uppnå i en bestämd del av eldstaden. Materialets beteende och reaktioner i olika temperaturer kan undersökas genom termogravimetrisk analys (TGA) och differentialtermisk analys (DTA). Med TGA undersöks massförändringar vid mineralreaktioner i olika temperaturer och med DTA de reaktionstemperaturer som förändringarna producerar eller förbrukar. Genom att studera TGA/DTA-analysernas resultat får man en god bild av täljstens beteende i höga temperaturer.

*Bild 4* visar resultatet av TGA/DTA-analysen för en typisk MammuttiSten som innehåller till hälften talk och till hälften magnesit. Den violetta TGA-kurvan visar massförändringarna och den icke referenskorrigerade, gröna DTA-kurvan de reaktionstemperaturer som fasförändringarna kräver eller medför. Grafen visar tydligt att inga avgörande förändringar sker förrän MammuttiStenen uppnår en temperatur på 520–540 °C. Vid denna temperatur inträffar en endoterm reaktion som kräver extern värmeenergi och omvandlar magnesiten till magnesiumoxid, dvs. periklas, samt koldioxid. Koldioxiden frigörs som gas och stenens massa minskar med cirka 20 %. Märk att hela MammuttiStenmassan upphettats till mer än 520 °C. I en eldstad berör denna massförändring givetvis endast den del av stenen som upphettas till den temperatur som krävs för periklasreaktionen, dvs. normalt till ett djup på 5-10 mm från de hetaste ytorna. Periklasen är stabil också i mycket höga temperaturer, ända upp till 1600 °C. Det är i praktiken inte möjligt att uppnå så höga temperaturer i en eldstad att periklasen skulle omvandlas eller ersättas med ett annat mineral.

En annan reaktion som är typisk för MammuttiSten börjar vid 840 °C. Denna reaktion binder energi samtidigt som MammuttiStenens massa minskar med cirka två procent. I praktiken innebär reaktionen att de hydroxylgrupper som finns bundna i talken frigörs. Kvar blir ett fast och till sin grundstruktur ännu hållbart stenmaterial och endast vatten försvinner från massan. Proverna visar entydigt att talken ännu vid denna höga temperatur är stabil och binder samman MammuttiStenens struktur, samt att den fortfarande leder värme (*bilderna 3 och 5*).



*Bild 4. TGA/DTA-analys av MammuttiSten innehållande talk och magnesit. Den första termiska reaktionen sker vid 520 °C, då magnesiten omvandlas till periklas (punkt A). Den andra reaktionen (punkt B) är en dehydroxylreaktion i talken, varvid OH-grupperna vid en temperatur av 840 °C försvinner ur talken.*



*Bild 5. Polarisationsmikroskopbild av finkornig MammuttiSten som omkristalliserats vid 850 °C. Det svarta mineralet är periklas. Bilden visar att talken (ljusa eller rödaktiga partier) också efter dehydroxylreaktionen utgör en enhetlig massa som binder samman strukturen.*

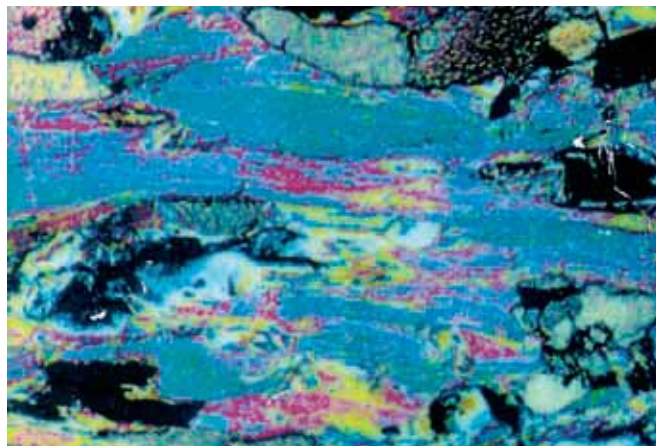
De maximala temperaturer som materialet i en eldstad når kan enkelt fastställas i efterhand, eftersom de förekomster av karbonatmineral som omvandlats till periklas entydigt kan identifieras genom en vanlig mikroskopundersökning. Periklaszonens tjocklek i ugnsdelar som länge varit i användning är som mest cirka 30 mm och uppnåddes då en bakugn i undersökningssyfte upphettades till mer än 400 °C. Denna temperatur är så hög att

den inte kan uppnås om man följer bruksanvisningarna för ugnen.

I de vanligaste eldstads- och rökkanalskonstruktionerna (*bild 6*) är den zon som innehåller periklas som tjockast några millimeter vid de hetaste ytorna, vilket visar att endast en liten del av eldstaden uppnått den temperatur som krävs för att magnesit-periklasreaktionen ska inträffa.



*Bild 6. Mammuttisten från härden i en eldstad som upphettats normalt.*



*Bild 7. Polarisationsmikroskopbild av kraftigt folierad MammuttiSten. De grå och mörka partierna är magnesitkorn. Kornen har en diameter av endast 0,5 mm. De parallellorienterade talkfjällen är blågröna på bilden.*

Täljstenens egenskaper – liksom i själva verket alla bergarter – är beroende av egenskaperna hos dess beståndsdelar, mineralen. Vissa mineral är hårda och andra är mjuka, vissa har hög värmebeständighet medan andra endast tål temperaturer på några hundra grader Celsius.

Täljsten kan bestå av olika mineral som skiljer sig mycket till sina egenskaper och olika typer av täljsten kan därigenom ha högst varierande egenskaper. **För att förstå egenskaperna hos olika typer av täljsten** är det nödvändigt att känna till och förstå egenskaperna hos de mineral som utgör stenens beståndsdelar.

Ett mineral är ett fast, kristallint material som i sin uppkomstmiljö är stabilt och stationärt. Det har en viss, mineralogiskt nog definierbar kemisk sammansättning och kristallstruktur. I mineralets inre, dess gitter, har varje grundämne sin exakt bestämda plats. Endast vissa begränsade variationer i sammansättningen är möjliga.

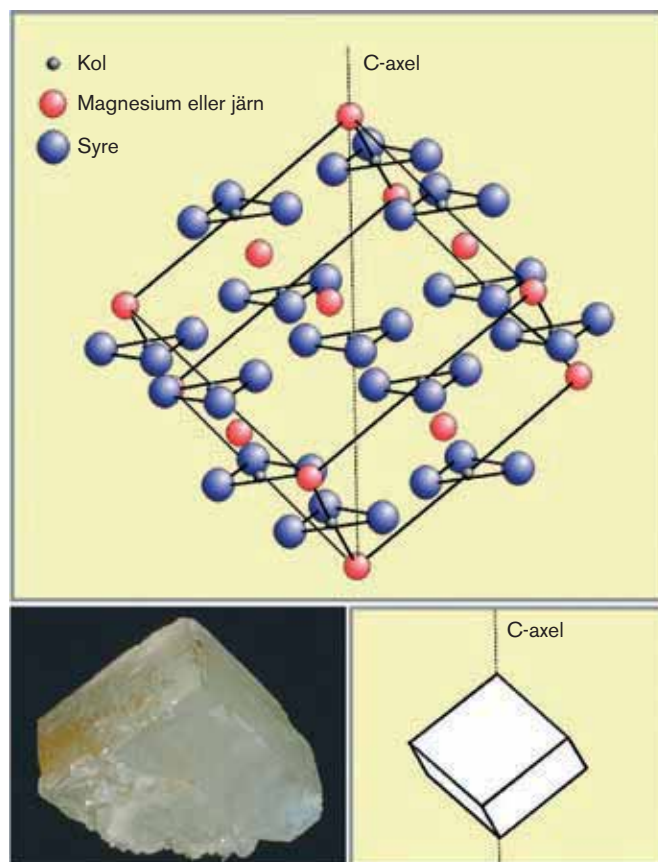
Den sten som i MammuttiStenfyndigheten har den bästa värmebeständigheten består i huvudsak av endast två mineral – magnesit och talk. Upphettning av MammuttiSten till över 520 °C kan också i en ugn ge upphov till ett nytt mineral, periklas. Nedan ges en kort beskrivning av dessa mineralers specifika drag.

### Magnesit

Magnesit,  $MgCO_3$  – magnesiumkarbonat – är ett till färgen vitt, gråaktigt eller gulbrunt mineral som är något hårdare än människans nagel. Hårdheten enligt Mohs skala är 3,5–4,5, medan till exempel fönsterglas har en hårdhet på 7 enligt samma logaritmiska skala. Magnesitens densitet varierar mellan 2,96 och 3,1 och mineralet är med andra ord mer än tre gånger så tungt som vatten. Den ideala kemiska sammansättningen för magnesit är 47,8 %  $MgO$  och 52,2 %  $CO_2$ . I mineralets gitter kan även järn bindas i stället för magnesium, och merparten av järnet i MammuttiStenfyndighetens täljsten finns just i det magnesitiska karbonatmineralet, där det ersätter cirka en tiondel av magnesiumkationerna i mineralets gitter.

**Bild 8** visar en modell av kristallstrukturen i magnesitisk karbonat. Till följd av sin kristallstruktur är magnesitens egenskaper i någon grad beroende av riktningen. Till exempel är värmeutvidgningen i C-axelns riktning något större än vinkelrätt mot C-axeln. Värmeutvidgningskoefficienten i C-axelns riktning är  $22,9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$  och i vinkelrät riktning mot denna  $6,75 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$ . Egenskaperna påverkas även av i vilken grad magnesium ersatts av järn i mineralets struktur. Till exempel ökar densiteten linjärt i proportion till järnets andel. I magnesiten i MammuttiStenen är förhållandet mellan järn och magnesium ca 1:9, och därför är mineralets densitet högre, cirka 3,05, än hos ideal magnesit. I mineralets gitter har samtliga beståndsdelar lagt sig som masspunkter i tre plan som skär varandra i sned vinkel. Denna grundstruktur upprepas

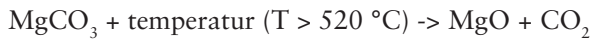
även i stora mineralkorn (bild 8), och karbonatets goda spaltbarhet i tre plan, som följer riktningarna för det idiomorfa kornets kristallytor, visar stor överensstämmelse med planriktningarna för ovannämnda grundstruktur.



**Bild 8.** Magnesitens kristallkemiska grundstruktur (övre bilden), ett idiomorft magnesitkorn (nedan till vänster) och C-kristallaxelns geometriska läge i magnesitkornet.

## Periklas

Periklas eller magnesiumoxid, MgO, uppstår då magnesit upphettas enligt följande reaktion:



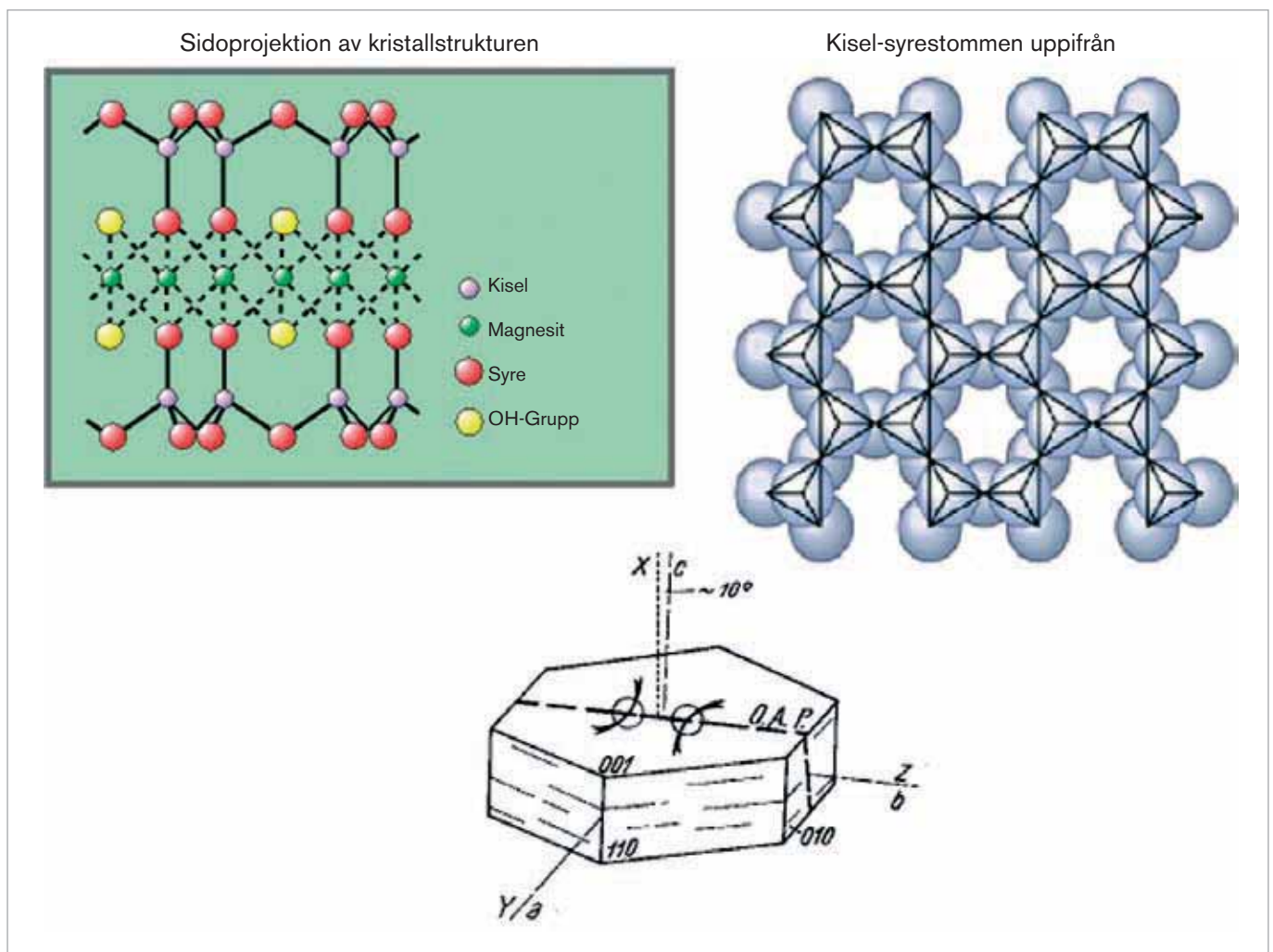
Periklas i fast form är ett tämligen hårt mineral – **hårdhet 6 enligt Mohs skala** – och densiteten varierar mellan 3,58 och 3,90. Periklaskornen är dock mycket små och kan inte urskiljas med blotta ögat. Omvandlingen kan skönjas som en brunaktig eller svart mikrokristallin massa (*bild 5*).

## Talk

Talk hör mineralogiskt till gruppen nätsilikater och det är lättare att förstå alla dess egenskaper om man studerar dess kristallkemiska grundstruktur närmare. Talkens ideala kemiska formel är  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Kisel och syre

bildar en nätformig struktur (*bild 9*), där **komponenterna förenas av de starkaste möjliga kemiska bindingarna, nämligen joniska och kovalenta bindingar**. Därför är talkens kisel-syrestomme ytterst hållfast och de mikroskopiskt små, fjälliga talkkornen har en stark grundstruktur. Enligt Mohs skala har talk dock en hårdhet på endast 1 och är alltså ett av de mjukaste av våra kända mineral. Mjukheten beror på att de magnesiumkationer som finns mellan kisel-syregittren är bundna till gittren endast med svaga kemiska bindingar.

Även hydroxylgrupperna (OH) är svagt bundna till mineralets gitter. Det medför att enskilda, mikroskopiska talkfjäll lätt spjälkas isär och glider emot varandra. Det är också orsaken till ett av de mest karakteristiska dragen hos talk, nämligen att dess yta känns fet och hal. Talkens densitet varierar mellan 2,7 och 2,8 och är alltså något lägre än magnesitens, men ändå högre än medeldensiteten för jordskorpan bergarter.



**Bild 9.** Talkens kristallkemiska struktur, projektionsbild av kisel-syrestommen uppifrån och kristallaxlarnas (X, Y och Z) samt de optiska axlarnas (a, b och c) geometriska läge i ett kloritfjäll.

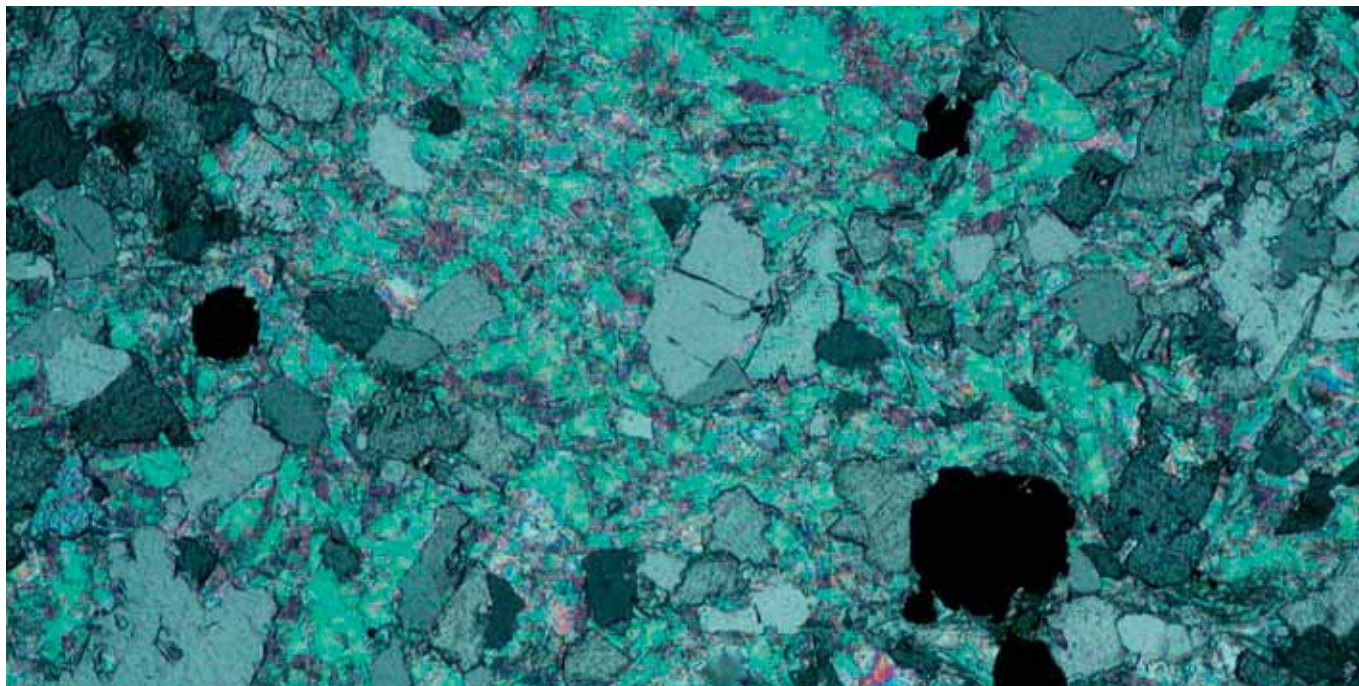
Mineralkornens **form, storlek** och **orientering** varierar i de olika täljstenstyperna i MammuttiStenfyndigheten. I MammuttiStenen är talken normalt finfällig och utgör ett parallellorienterat, enhetligt nätverk kring magnesitkornen. Magnesit kan däremot uppträda som såväl avlånga som runda korn i den **parallellorienterade talkmassan**. Magnesitkornens diameter varierar från mindre än 0,5 mm till 10-15 mm. Enstaka strökorn kan till och med vara ännu större. Täljstenen i MammuttiStenfyndigheten kan utgående från sin struktur indelas i tre huvudgrupper som alla har sina specifika drag.

I MammuttiSten som är starkt skiffrig eller skiktad är alla korn tydligt orienterade i ett visst plan. I synnerhet fjälliga mineral är tämligen systematiskt orienterade i en viss planriktning. Dessa varianter av MammuttiStenen klyvs enklast i en viss riktning och till exempel värmeledningsförmågan är betydligt bättre i skiktningens riktning än vinkelrätt mot denna. Beträffande texturen är denna finkorniga MammuttiSten mycket motståndskraftig mot stark värmebelastning om den placeras i korrekt riktning.

Den linjärt symmetriska strukturen hos den MammuttiSten som uppvisar stark stänglighet och rynkning

uppkommer genom parallellorientering av avlånga magnesitkorn och av att talkskikten blivit småveckiga. Dessa MammuttiStenar med veckstruktur tål mekanisk belastning nästan lika bra i alla riktningar, men värmeledningsförmågan är betydligt bättre i riktningen för veckets hjässsa än i övriga riktningar. Dessa finkorniga, “rynkiga” varianter av MammuttiSten har den bästa motståndskraften mot termisk belastning, till exempel upprepade upphettning och nedkyllning. Talken bildar ett nätverk som omger magnesitkornen eller innesluter mineralmassan (*bild 10*), vilket ökar MammuttiStenens förmåga att tåla höga temperaturer och stora värmebelastningar. Denna täljstensvariant representerar den högklassigaste varianten av MammuttiSten.

I MammuttiSten som uppvisar en högre massformighet och svagare skiktning är talken sporadiskt parallellorienterad, medan stenens magnesitkorn kan ha samma dimensioner i alla riktningar. Värmeledningsförmågan hos massformiga täljstensvarianter är nästan lika hög i alla riktningar och är direkt proportionell mot stenens genomsnittliga kornstorlek



*Bild 10. Polarisationsmikroskopbild av finkornig MammuttiSten av talk-magnesittyp. Den gröna massan utgör finfällig talk. Talkmassan omger de grå, cirka en halv millimeter tjocka magnesitkornen. Fotografiet har tagits i stenens stänglighetsriktning och de grå magnesitkornens längsta dimensioner sträcker sig alltså i kamerans riktning.*

Täljstenen i MammuttiStenfyndigheten är en starkt **skiktad** bergart vars huvudsakliga mineral i bästa fall är endast **talk** och **magnesit**. Den innehåller även små mängder andra silikatmineral, serpentin och klorit samt järnhaltiga oxidmineral. I MammuttiStenfyndighetens högkvalitativa MammuttiSten förekommer endast några volymprocent övriga mineral. Utgående från mineralsammansättningen kan den alltså entydigt klassificeras som täljsten av talk-magnesittyp.

Vid mikroskopbestämning av mineralsammansättningen för MammuttiStenfyndighetens täljsten kan konstateras att talkhalten är i stort sett konstant. Fyndighetens MammuttiSten innehåller typiskt 45–55 % talk,

30–50 % magnesit och sporadiskt små mängder klorit, serpentin samt oxidmineral (*bild 11*). Andelen serpentin i de analyserade proverna är under tio procent och klorithalten är **utan undantag lägre än två procent**.

En utredning av den kemiska sammansättningen för MammuttiStenfyndighetens MammuttiSten gjordes vid ett kanadensiskt analyslaboratorium, XRAL. Det visade sig att den kemiska sammansättningen för fyndighetens MammuttiStenar var tämligen homogen (*bild 12*); de innehåller cirka 30 %  $\text{SiO}_2$ , 35 % magnesium i form av MgO och 10 % järn som FeO samt mer än 20 % koldioxid som beståndsdel i karbonaten.

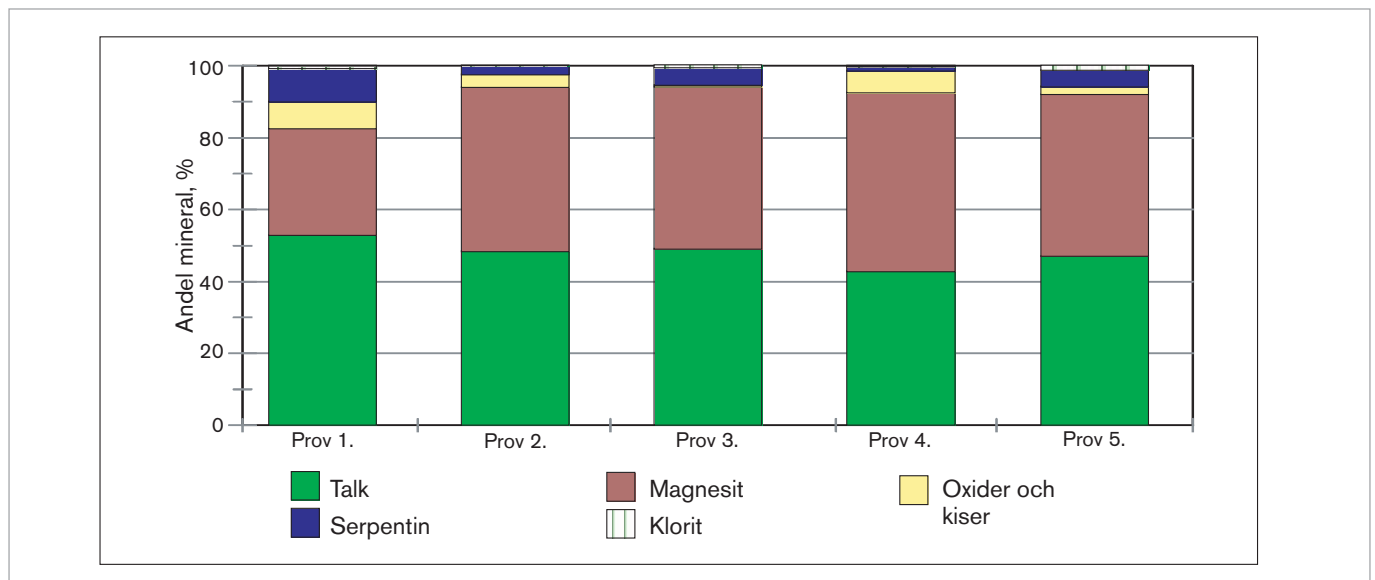


Bild 11. Modala mineralsammansättningar för MammuttiStenfyndighetens MammuttiSten.

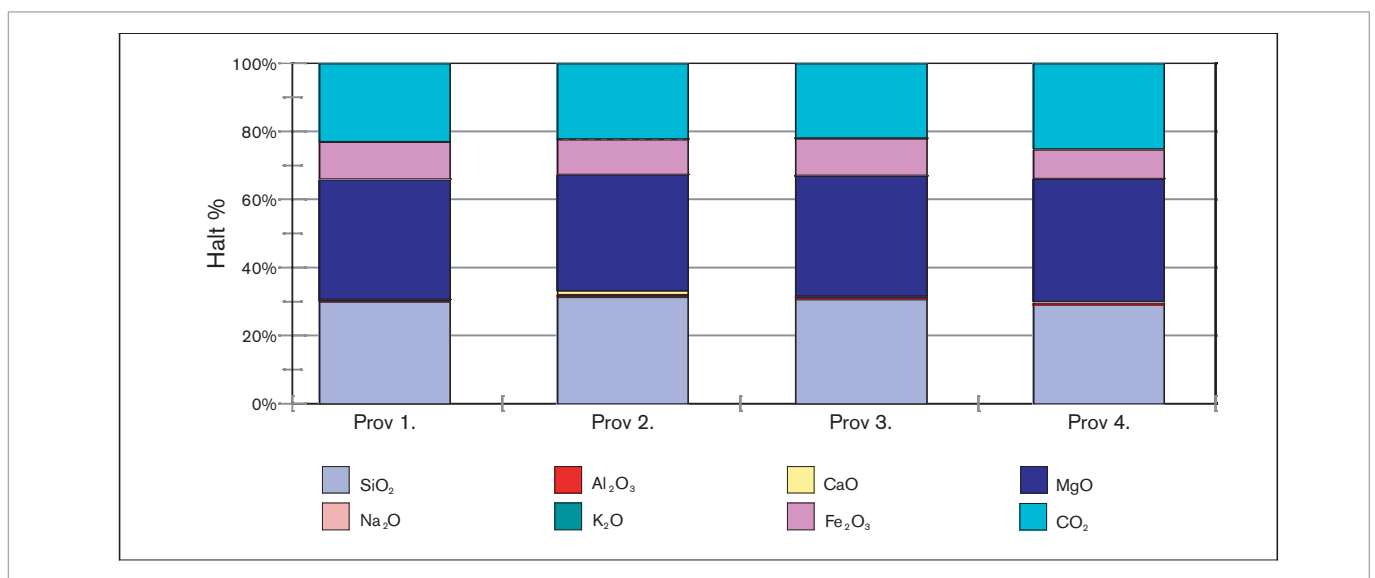


Bild 12. Kemiska sammansättningar för MammuttiStenfyndighetens MammuttiSten.

Koldioxiden är i MammuttiSten bunden i karbonat-mineral och koldioxidhalten indicerar därför direkt stenens magnesithalt. Fyndighetens MammuttiSten innehåller endast små mängder andra grundämnen; t.ex. var aluminiumhalten i medeltal lägre än 0,6 % (i form av  $Al_2O_3$ ) och mängderna andra grundämnen ännu mindre. Aluminiumhalten är en viktig parameter i MammuttiStenens kemiska sammansättning, eftersom aluminium är ett centralt grundämne i till exempel klorit och glimmer-mineral. Alltför höga halter av dessa mineral är till nackdel om täljstenen ska användas i eldstäder. De nämnda aluminiumhaltiga mineralen kan inte uppstå om bergmaterialet inte innehåller aluminium, varför en låg aluminiumhalt utgör en fördelaktig egenskap hos högkvalitativ MammuttiSten.

Definitionsmässigt måste all täljsten innehålla en stor andel talk, men vad gäller övriga mineral kan mäng-

der och arter variera tämligen mycket. Huvudmineral i de vanligaste täljstentyperna är förutom talk ofta glimmermineral, klorit, amfiboler, pyroxener och serpentin-mineral. Utgående från dessa mineral kan täljsten indelas i glimmerhaltig täljsten, klorithaltig täljsten o.s.v. Täljstensvarianter som innehåller magnesit är relativt ovanliga, men magnesiten har likväl en stor roll i det att den höjer täljstenens värmelagringskapacitet.

Vår utredning visar att MammuttiStenfyndigheten består av täljsten av talk-magnesittyp som till sin kemiska sammansättning och mineralsammansättning är av tämligen jämn kvalitet. Utgående från stenens inre struktur kan man urskilja olika varianter. Genom att på bästa sätt utnyttja dessa varianter specifika drag kan MammuttiStenmaterialet ge ett betydande materialtekniskt mer-värde vid användning i eldstäder.

Uleåborg, den 28.5.2001

Kivitiety Oy



Seppo Gehör

Fil. dr, geolog



Aulis Kärki

Fil. dr, geolog

I detta nytryck har vi tagit i bruk Nunnanlahden Uuni Oy:s registrerade varumärke, MammuttiSten, som avser alla täljstensvarianter i Nunnanlahden Uuni Oy:s gruv-distrikt.

Bortsett från det nya namnet motsvarar innehållet i denna rapport den ursprungliga undersökningsrapporten som publicerades år 2001.

Uleåborg, den 31.1.2005

Kivitiety Oy



Seppo Gehör

Fil. dr, geolog



Aulis Kärki

Fil. dr, geolog

