

Tradisjonelt vedbrent Mosterkalk
**Teknisk beskrivelse av
produksjonsprosess fra råstoff
til ferdig pakket stykkalk**

Karakterisering av marmor, brent kalk, prøve-
mørtler og fargevariasjon

Med produktdatablad, sikkerhetsdatablad og
vurdering av CO₂-utslipp

Fabrica kulturminnetjenester as

Versjon 1.2, 28. mars 2023



FABRICA kulturminnetjenester as
Vøienvolden gård
Maridalsveien 120
0274 Oslo
Org. nr.: 922 632 642 MVA
www.fabrica.no
post@fabrica.no

Tradisjonelt vedbrent Mosterkalk

Teknisk beskrivelse av produksjonsprosess fra råstoff til ferdig pakket stykkalk

Karakterisering av marmor, brent kalk, prøvemørtler og fargevariasjon

Med produktdatablad, sikkerhetsdatablad og vurdering av CO₂-utslipp

Forfatter: Per Storemyr, geolog/geoarkeolog, dr.ing., epost: per.storemyr@fabrica.no, tlf.: 95 33 04 60

Kvalitetssikring: Morten Stige (Fabrica), Tom Heldal (NGU) (geologi/råstoffkarakterisering)

Oppdragsgivere: Moster Amfi AS, v/ Nina M. Olsen og Steinsland Kalkproduksjon v/ Bent Morten Steinsland

Versjonshistorikk:

Versjon 1.1, 29.11.2022 (første versjon)

Versjon 1.2, 28.03.2023 (inntatt endringer av ovn utført i mars 2023)

Forsidebilde: Kalkovnen i Mosterhamn under brenning i april 2022. Foto: Per Storemyr

Sammendrag

Mosterkalk er en svakt («feebly») hydraulisk kalk som er tradisjonelt brent med ved til stykkalk (brentkalk, CaO). Kalken produseres på en håndverksmessig måte i små mengder i en steinbygd kalkovn i Mosterhamn, Bømlo. Produktet selges ikke fritt på det åpne markedet, men benyttes etter nærmere avtaler til restaureringsformål.

Råstoffet som benyttes er kalkspatmarmor fra Mosterhamn. Innholdet av kalkspat i marmoren er normalt 90-95%, noe som normalt gir høy andel CaO og mindre enn 5% aktive hydrauliske komponenter.

Stykkalken er egnet til lesking og blanding på arbeidsplassen og brukes til restaurering av eldre stein- og murbygninger og -konstruksjoner. Fargen på lesket og herdet Mosterkalk er hvit med en beige teint.

Mosterkalk kan brukes til murmørtel, spekkemørtel, pussmørtel, slemming og hvitting. Den kan leskes og blandes på flere måter. Normalt benyttes varmlesking («hotmix») for tillaging av mørtler for umiddelbar bruk, og våtlesking for slemming og hvitting, enten for umiddelbar bruk eller for lagring til senere bruk.

Dokumentasjonen i foreliggende rapport omhandler geologi og karakterisering av råstoffet, beskrivelse av kalkovnen og alle ledd i den håndverksmessige, hovedsakelig manuelle arbeidsprosessen fra råstoff til brent kalk, inkl. sortering og pakking. Videre dokumentasjon omhandler karakterisering av den brente kalken, analyse av prøvemørtler og fargevariasjoner ved våtlesking for slemming og hvitting.

Produsentens produktatablad og sikkerhetsdatablad finnes i vedlegg til rapporten. I vedlegg er det også tatt med vurdering av CO₂-belastningen ved bruk av Mosterkalk, beregnet til ca. 210 kg CO₂ pr. tonn brent kalk (før transport fra Mosterhamn til byggeplass).

Dokumentasjonen i foreliggende rapport, inkl. vedlegg, tilfredsstillende krav til produkter som ikke er CE-merket, jfr. «Forskrift om dokumentasjon av byggevarer»

(<https://dibk.no/regelverk/dok/iii/innledning/>)

Innhold

Sammendrag	3
1 Innledning.....	5
2 Kalkovnen	5
3 Geologisk karakterisering av råstoffet (marmor)	6
4 Sortering før brenning.....	7
5 Stabling i ovnen	10
6 Brenneprosessen	11
7 Uttak, sortering og pakking av brent kalk	13
8 Karakterisering av den brente kalken	14
9 Karakterisering av prøvemørtler	16
10 Våtlesking og farge på slemming og hvitting -	19
Noter	20
Vedlegg 1: Produktdatablad	
Vedlegg 2: Sikkerhetsdatablad	
Vedlegg 3: Vurdering av CO ₂ -utslipp fra produksjon av Mosterkalk	

1 Innledning

Mosterkalk er et nylig innarbeidet navn på tradisjonsbrent (vedbrent, håndverksbrent) kalk for restaureringsformål, produsert i en tradisjonell kalkovn i Mostratunet, Mosterhamn, Bømlo (Vestland fylke). Her lages det små mengder brent kalk av tilsvarende kvalitet som i eldre tider på Vestlandet. Foreliggende rapport gir en oversikt over ovnen, råstoffet som brennes, detaljer om produksjonsprosessen, materialanalyser, samt produktdatablad, sikkerhetsdatablad og vurdering av CO₂-utslipp.

Eier av ovnen er **Moster Amfi AS** (www.mosteramfi.no), som er overordnet ansvarlig for drift (brenning, vedlikehold o.a.). Moster Amfi AS leier også ved behov ut ovnen til det lokale firmaet **Steinsland kalkproduksjon** for brenning. I slike situasjoner er leier ansvarlig overfor avtakere. Produktet selges ikke fritt på det åpne markedet, men benyttes etter nærmere avtaler til restaureringsformål. Fabrica har på oppdrag for Moster Amfi AS vært delaktig i prosjektering og bygging av ovnen, samt brenning, og har førstehånds kjennskap til prosessene. Flere av de geologiske analysene og vurderingene gjengitt i rapporten har også bakgrunn i testbrenninger av kalken.¹

2 Kalkovnen

Ovnen er tilsvarende en av de vanligste, tradisjonelle ovnstypene i Europa fra romertiden til 1800-tallet. Det brennes også andre steder i slike ovner for restaureringsformål i dag, f.eks. på Gotland, i Alpene, på Balkan, i Romania, Ungarn og på Den iberiske halvøy.² I Norge finnes det bevarte, eldre ovner av denne typen bl.a. i Asker og Bærum og på Sunnmøre.³

Ovnen er bygd som en enkel, sylindrisk tørrmurskonstruksjon av regional naturstein (gneis) fra Valevåg, Sveio, vinteren 2022.⁴ I bakkant av ovnen, mot en brattkant, er det fylt, lokale stein- og grusmasser for tilgang til ovnstoppen og for å begrense varmetap. Muren er spekket og pusset med lokal leiremørtel og er fra vinteren 2023 foret innvendig med gjenbrukt ildfaststein (Borgestad) satt i leiremørtel. Mellomrommet til murverk er fylt med isolerende sand.⁵ Innvendig diameter er ca. 1,6 m, høyden 2,5 m. Innenfor foring har ovnen et bruttovolum på 5 m³ og kan fylles med ca. 8 tonn råstoff ved brenning. Over ovnen er det tak for beskyttelse mot regn, i forkant et grindbygg for lagring av ved. Det gir en tørr arbeidsplass ved brenning. Ovnen befinner seg i et gammelt marmorbrudd, der bruddsålen er en åpen slette. Vegetasjon er fjernet rundt ovnen for å ivareta brannsikkerhet.



Figur 1: Kalkovnen ovenfra, med ovnstopp, bakfylling, tak og grindbygg. Se også tittelbilde. Foto: Bent Morten Steinsland

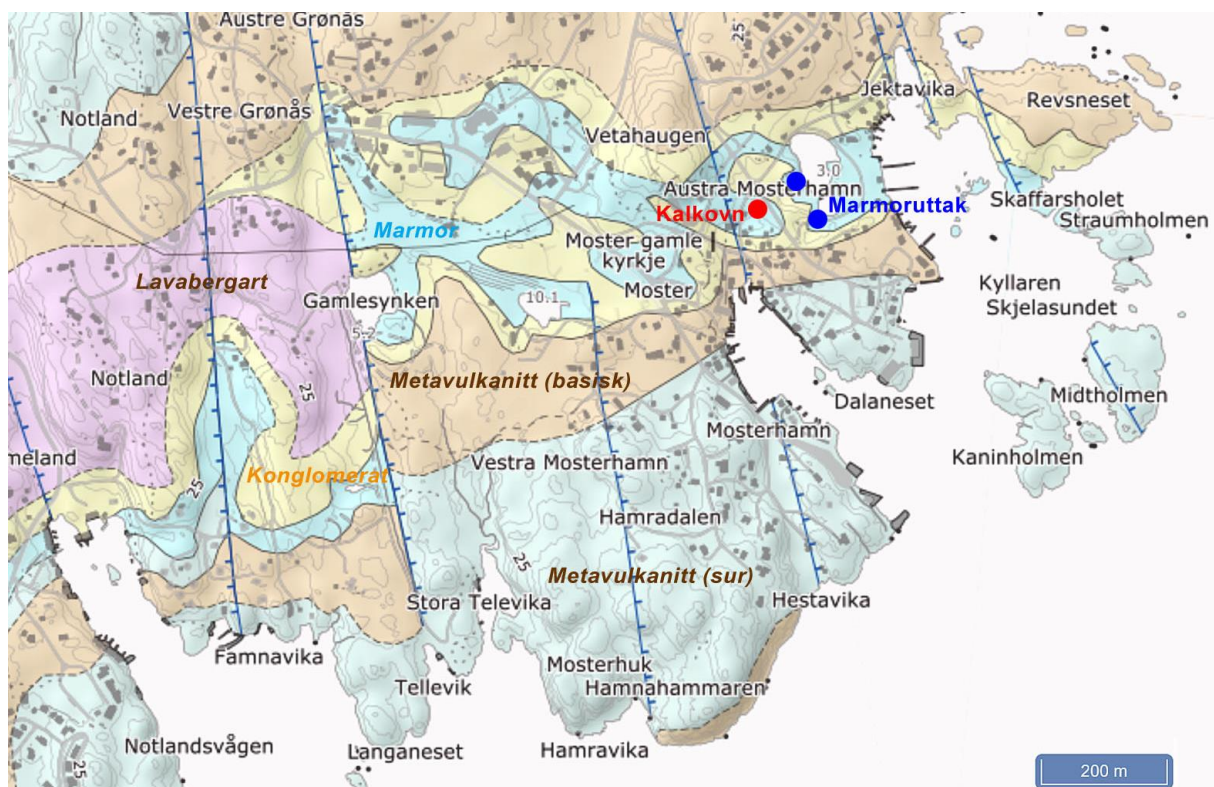
Det fyres med lokalt produsert ved, typisk furuved i 60 cm lengder, i et fyrkammer med fyråpning nederst i ovnen, med hvelv konstruert kun av marmorblokker (eller kalksteinsblokker) som settes opp før hver brenning. Disse blokken blir brent og brukes som brentkalk. Før brenning stables opphogde marmorblokker over hvelvet, store nederst, mindre høyere opp.

En brenning vil typisk ta ca. 3 døgn med kontinuerlig drift. Brenntid og vedforbruk er avhengig av pakningsgrad på marmorstykkene, tildekking på toppen, trekk i ovnen og værlag. Det kan typisk gå med 20-30 m³ ved. Utbyttet av stykkalk (brent kalk) er snau 4,5 tonn ved en 100% vellykket brenning (alt råstoff konvertert til brent kalk, ca. 44 vekt% CO₂ brent av fra marmoren), men normalt utbytte i en slik eldre ovnstype er dels betydelig mindre på grunn av ujevn varmfordeling. 90% regnes som et godt utbytte, men oppnås sjelden før en har lang erfaring med ovn og brenning. I de første årene må en normalt regne med mindre enn 90% utbytte.

3 Geologisk karakterisering av råstoffet (marmor)

Marmoren som brennes er av lokal opprinnelse i Mosterhamn selv. Her er det er det betydelige marmorforekomster som har vært benyttet til bygningsstein og kalkbrenning fra middelalderen til 1960-tallet. Kalkbrenningen hadde et oppsving fra 1800-tallet og utover 1900-tallet ble det også produsert nedknust og malt (ubrent) marmor til industrien og jordbruket. De aller fleste deler av marmorforekomstene vist på kartet under har vært utnyttet og det finnes gamle brudd nær overalt. To gamle kalkovner (sjaktovner fra 1800-tallet) er lokalisert i Mosterhamn selv.⁶

Marmorforekomstene er del av den geologiske marmorprovinsen Sunnhordland/Hardanger, som også omfatter forekomster sør (Hop, Austevoll) og nord (Trenegereid) for Bergen. Forekomstene har sin opprinnelse i sedimentære avsetninger (kalkstein) fra ordovicium (for ca. 450 millioner år siden) og ble omdannet til marmor ved den kaledonske fjellkjededannelsen (430-400 millioner år siden).⁷



Figur 2: Geologisk kart over Mosterhamn med de viktigste bergartene, lokalisering av kalkovnen og nåværende marmoruttak til kalkbrenning markert. Kart bearbeidet fra https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.

Marmoren i Mosterhamnområdet har varierende kalkinnhold og regnes generelt som for uren til å kunne brukes til kalkbrenning for industriformål i dag, da industrien nå normalt etterspør svært rene forekomster (med f.eks. 98% kalkmineraler, typisk kalkspat). Slik var det ikke i eldre tider, da man normalt benyttet dels ganske urene marmorert til kalkbrenning, noe den store brennetradisjonen i hele Sunnhordland-provinsen vitner om.⁸

Den begrensede mengden marmor til dagens kalkbrenning tas ut i et gammelt brudd rett øst for kalkovnen (Figur 2). Her finnes det bl.a. store blokker langs gamle bruddkanter tilgjengelig for opphogging med hydraulisk hammer (Figur 3) og her forekommer den vanligste marmoren i Mosterhamnsområdet. Det er denne som for tiden brukes til kalkbrenningen og den er gitt navnet **Mostermarmor Austra** (etter stedet, Austra Mosterhamn).⁹

Tolkning av marmorens petrografi og struktur er utført ved hjelp av omfattende visuelle observasjoner på stedet og av opphogde stykker (Figur 4). Det er også utført tynnslipanalyse med polarisasjonsmikroskop av representative prøver (Figur 5). NGUs generelle kjemiske analyser av marmor fra Sunnhordland/Mosterhamn viser at en har å gjøre med kalkspatmarmor med lavt Mg-innhold. Marmoren er altså ikke dolomittisk.¹⁰ Det dreier seg generelt om en middelskornet, tett (lite porøs) marmor med finkornede partier. Den sukrer (pulveriserer) lite ved forvitring og brenning – en stor fordel da kalkstykkene således holder formen under brenning. Marmoren varierer i struktur fra båndet og foliert til sjeldnere relativt homogen. Fargen varierer fra nær hvit til grålig og gråblålig og enkelte varianter er lett rosa. **Lyse, gråhvite, dels med et svakt brunrosa skjær er de vanligste variantene.** Mørkere farger i kalken skyldes bl.a. en liten andel grafitt som forsvinner under brenning. Slik kalk blir generelt hvit. Svake rosa til brune farger kan skyldes et lite Fe- og Mn-innhold bundet i kalkspat og kan bidra til svakt beige brent kalk.

Uavhengig av farge har marmoren mange temmelig rene partier med høyt kalkspatinnhold (anslått til >95% fra tynnslipanalyse),¹¹ men slike partier er generelt stykket opp av mørkt grålige til grønne, tynne årer og slirer som består av hovedsakelig glimmer, kvarts og noe kloritt, blandet med litt kalkspat. Deler av forekomsten har såpass mye av dette at en kan snakke om glimmerskiferpartier. Tilsynelatende rene partier kan også inneholde svært tynne slirer av tilsvarende sammensetning, samt slirer og aggregater med kun kvarts; sistnevnte er vanskelig å skille med det blotte øye. Slike partier ses lettere når marmoren er brent (Figur 13). Sulfider er ikke observert, dvs. at marmoren har et meget lavt innhold av svovel som kunne ha gitt sulfatsalter.

4 Sortering før brenning

Etter at marmoren er hogd opp ved hjelp av hydraulisk hammer til passende størrelse (fra ca. 100 kilos blokker for hvelv til stykker på størrelse med en knyttneve for plassering øverst i ovnen), sorteres de aller mest urene blokkene vekk med gravemaskin. Slik sikrer en at det for det meste er den lyse, gråhvite typen som går til brenning. Det er likevel ikke til å unngå at blokker med gjensidige glimmerskiferpartier blir med under transport til deponi etablert rett i overkant av ovnen. Her foregår den endelige, manuelle sorteringen (skeiding) før blokkene stables i ovnen. Denne sorteringen finner sted ved at for urene blokker blir kassert og ved at glimmerskiferpartier blir hogd vekk. Sistnevnte kan være vanskelig og det er heller ikke ønskelig at alle slike partier sorteres vekk. Det er fordi et visst innhold av kvarts og andre silikatmineraler bidrar til å gi kalken svakt hydrauliske egenskaper og også en svakt beige tone. Om blokker med større glimmerskiferpartier tilfeldig blir med i brenning, så fjernes disse enkelt ved sortering før pakking av brent kalk (eller før lesking).

Under hensyntagen til både de synlige, tynne glimmerskiferpartiene og urenheter (spesielt kvarts) som ikke kan ses med det blotte øye, **anslås kalkspatinnholdet i ferdig sortert kalk til 90-95%.**



Figur 3: Opphogging av marmoren i det gamle steinbruddet ca. 100 m øst for kalkovnen. Foto: Bent Morten Steinsland



A



B

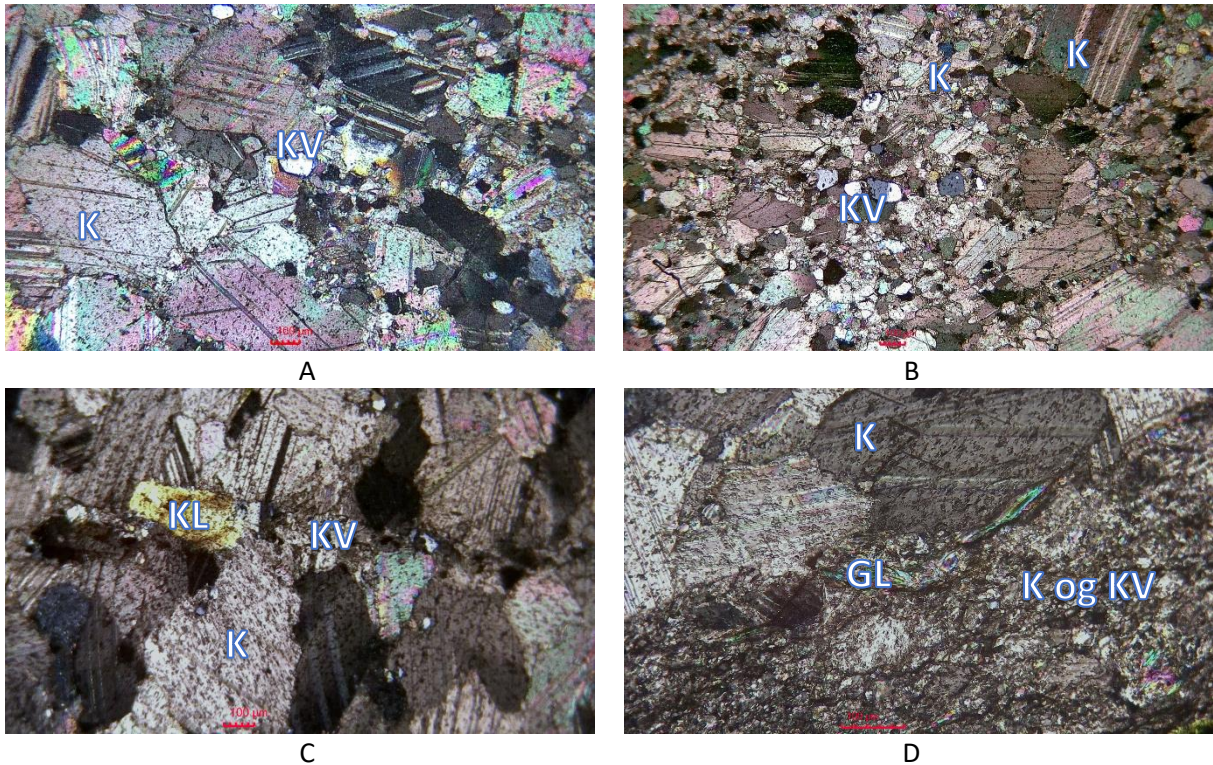


C



D

Figur 4: Varianter av Mostermarmor Austra. A: Den vanligste, gråhvite typen. B: Båndet og foldet gråblå og gråhvite type. C: Folierte rosa og gråhvite typer med tynne bånd av glimmerskifer. D: Alle typene på ett Brett, fra venstre; mørk gråblå, svakt rosa, lett båndet blålig og grålig, lys gråhvite. Foto: Per Storemyr



Figur 5: Mikrofotos av lys grålig til rosa marmor fra uttakssted i Mosterhamn. En ser at kornstørrelsen typisk varierer fra omkring 0,05 mm til 1 mm. A: Relativt jevnkornet kalkspat (K) med spredte kvartskorn (KV). B: Ujevnkornet kalkspat og spredte kvartskorn. C: Jevnkornet kalkspat og tynn åre med små kvartskorn og litt kloritt (KL). D: Jevnkornet kalkspat og slire med finkornet glimmer (GL), kvarts og kalkspat. Polarisasjonsmikroskop, dobbelt polarisert lys. Skala er 100 mikrometer = 0,1 mm. Foto: Per Storemyr



Figur 6: Ferdig opphogde marmorstykker etter første sortering. Stykkene er hvite til lyst gråhvite med et meget svakt brunlig til rosa skjær. Mørke flater har tynn glimmerskifer langs foliasjonen. Mange stykker med glimmerskifer blir sortert manuelt bort før marmoren blir stablet i ovnen. Blokkene her er 20-30 cm lange. Foto: Per Storemyr

5 Stabling i ovnen

Fra deponiet over ovnen blir ferdig sortert marmor manuelt fraktet til en treskleie og mellomlagret langs ovnstoppen, hvorfra den med enkle midler (bøtter) heises og langes ned i ovnen og mottas for stabling oppå hvelvet i fyringskammeret. Hvelvet blir bygd med egnet marmor eller kalkstein rett i forkant av stablingen og kan konstrueres på flere ulike måter avhengig av karakteren på marmor- eller kalksteinsblokkene som står til rådighet.

I Mosterhamn benyttes korsform for hvelvet, som sikrer bra varmfordeling, etter modell fra bl.a. kalkovner på Gotland.¹² På grunn av sin struktur/foliasjon er ikke Mostermarmor alltid helt egnet til hvelvbygging og det kan derfor ved behov benyttes andre marmor- eller kalksteinstyper til deler av hvelvet. Dette dreier seg om mindre mengder stein som utsorteres ved tømning av ovnen.

Ved stabling av de første lagene med marmor over hvelv settes det opp to eller flere vertikale, tykke stokker (eller lignende) fremme i ovnen. Når disse brenner opp vil hullene fungere som pipeløp for trekk. Av erfaring vet man at det ofte er vanskelig å få god trekk framme i ovnen uten slike pipeløp. Ved videre stabling sørges det dessuten for gode åpninger mellom hvert marmorstykke for å ivareta trekkmuligheter.

Marmorstykkene er store som en drøy fotball nederst og avtakende til om lag en halv håndball øverst. Hvelvbygging og fylling av ovnen tar om lag en arbeidsdag med fem personer involvert.



A



B



C



D

Figur 7: Hvelvkonstruksjon og stabling. A: Fundament/mur til korsformet fyringskammer er satt opp. B: Hvelv over fyringskammeret er konstruert. C: Stabling over hvelv. D: Ovnen er på det nærmeste fylt. Foto: Per Storemyr

6 Brenneprosessen

Under brenneprosessen konverteres kalkspat/kalsiumkarbonat (CaCO_3) til kalsiumoksid (CaO) ved avgivelse av gassen karbondioksid (CO_2) når temperaturen overstiger ca. 850°C . Dessuten dannes det små mengder klinkerminerale (hydrauliske komponenter) ved reaksjon mellom kalsium og silikatminerale, spesielt kvarts, som opptrer som urenheter. Ved temperaturer opp til ca. 1000 grader er belit (C_2S , eller Ca_2SiO_4 , dikalsiumsilikat) dominerende, ved høyere temperaturer kan også faser som alit (C_3S) og kalsiumaluminater og -aluminoferriter dannes.¹³ Mangfoldet kan være betydelig, men det må understrekes at **mengden av hydrauliske faser i en kalk brent fra marmor med så mye som 90-95% kalkspat er svært begrenset**. Mindre mengder belit o.a. gir imidlertid svake («feebly») hydrauliske egenskaper til kalken når den herder som en mørtel etter lesking/blanding.

Reaktiviteten til den brente kalken overfor lesking med vann (konvertering av CaO til $\text{Ca}(\text{OH})_2$) synker noe når brenntemperaturen overstiger $1000-1100^\circ\text{C}$.¹⁴ En kan få lett sintring av den brente kalken, men ikke tradisjonell «dødbrenning», dvs. uleskbar kalk, som først og fremst oppstår i svært urene kalker på meget høye temperaturer. For å produsere kalk med høy reaktivitet er det likevel viktig å ikke brenne med for høy temperatur, noe som lett kan skje i de nedre deler av i ovnen (typisk i brennkammerhvelvet). Høyere opp i ovnen er det sjelden at temperaturen overstiger $850-900^\circ\text{C}$.

Brenneprosessen starter normalt med mye røyk før varmen får tak og trekken kommer i gang. Ovnen er konstruert for god trekk, slik at forbrenningen av veden er god og det videre i brenneprosessen skapes minimalt med røyk og svært lite kull og aske. En fyrer relativt rolig de første timene for å langsomt frigi vann i marmorstykkene og ovnskonstruksjonen, slik at det ikke skal oppstå for mye oppsprekking av materialene. Temperaturen gjennom brenneprosessen er helt avhengig av vedtilførselen. I praksis må det fyres jevnt med hyppig ilegg av ved, men ikke for «hardt» for å unngå for høy temperatur i de nedre deler av ovnen.

Videre blir det etter et halvt døgn, eller når trekken er god nok, lagt steinplater el.l. på toppen av ovnen for å «holde på varmen». Mellomrommet mellom steinplatene dekkes med tilgjengelig mørtel (leire eller kalk), men det beholdes en ca. 10-15 cm bred åpning langs periferien for trekken skyld. Ovner av denne typen har nær uavhengig av størrelse, om det er 10 eller 20 tonns-ovner, en brenntid på 3-4 døgn. Det er også tilfelle i Mosterhamn. Hele brenneprosessen loggføres for internkontroll.

Brenneprosessen følger således et kjent, tradisjonelt (erfaringsbasert) mønster (Figur 8), og det gjør også temperaturkontrollen. Selv om det også benyttes håndholdt, infrarødt termometer, gir flammer på toppen av ovnen og gløden i marmoren en god indikasjon på temperatur. Gløden kan ses i fyringskammeret og observeres fra toppen av ovnen om natten: Mørk rødlig glød antyder ca. $5-600^\circ\text{C}$, lysere rødlig stigende mot ca. 700°C , oransjegul over $800-900^\circ\text{C}$ og gulhvitt glød over ca. 1000°C (Figur 9). Gullig og gulhvitt glød ses når også kjernen i marmorstykkene har høy nok temperatur for gjennombrenning, som må gå for seg i noen timer for at all CaCO_3 skal bli konvertert til CaO .¹⁵ Om dette skjer i hele ovnen, vil en få «dansende» blågule flammer på toppen. I praksis trenger en imidlertid ikke å drive kalkbrenningen så lenge. Dette er fordi det kreves uforholdsmessig mye energi for å få gjennombrent de øverste deler av marmoren på toppen av ovnen, der varmetapet er størst. Kalkstykker på toppen av ovnen testleskes før en avgjør om en brenning kan anses ferdig.

Ikke alle brenninger er helt vellykkede. Det verste som kan skje er at hvelvet i fyringskammeret kolliderer. Det gir ingen HMS-risiko, men vil gå ut over utbyttet fra brenningen. Dette har skjedd ved et par brenninger i f.eks. Sverige de siste årene.¹⁶ Det vil imidlertid ofte kun dreie seg om delkollaps, slik at det likevel er mulig å fyre, dog mindre effektivt og med lavt utbytte av brent kalk. Det siste skjedde ved den første brenningen i Mosterhamn i april 2022.



A



B



C



D

Figur 8: Deler av brenneprosessen. A: Oppfyring med damp når fukt brennes av. B: Inntrykk fra kontinuerlig fyring. C: Glød under leiretildekning lagt på i toppen for å holde på varmen. D: Ild på toppen etter ilegg av ved. Foto: Per Storemyr



Figur 9: Gjennombrant marmor tatt ut fra ovnen. Overflaten kjøles raskt ned, men inni kan en se gulvitt glød som indikerer temperatur på over 900°C. Lengden på stykket er ca. 20 cm. Foto: Per Storemyr

7 Uttak, sortering og pakking av brent kalk

Uttak av den brente kalken skjer etter at ovnen har kjølt seg ned, typisk etter et drøyt døgn. Før avkjøling rakes kull og aske ut, slik at fyringskammeret er ryddet og klart før uttak, som i sin helhet foregår manuelt. Uttaket skjer i starten fra toppen av ovnen; kalkstykker langes opp til kanten av ovnen, der de mottas for kvalitetsvurdering. Om det ikke er klart at et stykke er gjennombrent ved vurdering av vekt (brent kalk er 44% lettere enn ubrent kalk), deles det med hammer for å sjekke om det finnes såkalt kjerne, dvs. ubrent eller dårlig brent marmor inne i stykket. Heldigvis er det lett å vurdere Mosterkalk, da ikke-gjennombrent stein har en gråbrunlig kjernefarge (Figur 10 A). I tillegg forkastes de mest urene stykkene, typisk stykker som har større «flak» av brent glimmerskifer (se Figur 11 B og beskrivelse i kap. 3 og 4). Når uttaket nærmer seg fyringshvelvet, brytes dette opp og en får tilgang til ovnen gjennom fyringsåpningen. Da kan den brente kalken tas ut herfra.

All kvalitetsvurdering foregår umiddelbart før pakking i lufttette tønner, slik at tidlig lesking i luftfuktigheten ikke kan forekomme. En har videre vurdert det slik at den brente kalken ikke sorteres på farge. Dette er fordi erfaring har vist at **kalken uansett blir såpass hvit (med en lett beige tone) at det har liten hensikt å sortere ut de hviteste stykkene. Det gjøres også fordi en ønsker å opprettholde svake hydrauliske egenskaper for hele partiet fra en brenning.** Det er typisk de mer beige stykkene som er mest urene og således potensielt har høyest andel hydrauliske komponenter, likevel på et generelt lavt nivå (se under, kap. 8). Andel hvit kalk fra en brenning er typisk ca. 10-20%. Utsortering av de hviteste partier kan gjøres for spesialleveranser (Figur 12) og det er mulig for en avtaker å selv sortere ut hvitere stykker fra leveranse i tønner. Hvitere kalk har minimalt med urenheter og er å regne som nær en ren luftkalk (se også kap. 8 og 9).



A



B



C



D

Figur 10: Uttak, sortering og pakking. A: Stykker med ubrente kjerner (grålig) forkastes. B: Uttak starter fra toppen av ovnen. C: Ved uttak nede i ovnen benyttes fyringsåpning som utgang. D: Sortert brent kalk pakkes umiddelbart i lufttette tønner.

Foto: Per Storemyr



A



B

Figur 11: Sortering av den brente kalken. A: Fra sorteringsplass ved toppen av ovnen. En ser kalkstykker med ubrente, grålige kjerner; disse forkastes (men kan gå til luftlesking for produksjon av hydratkalk). B: Stykker med brent glimmerskifer. De fleste skiferpartier hogges bort med øks under sorteringen. Partiene kan inneholde hydrauliske komponenter, men vil først og fremst smuldre opp og bli å regne som del av tilslaget ved mørtellesking (eller synke til bunns ved produksjon av slemming og hvitting). Foto: Per Storemyr

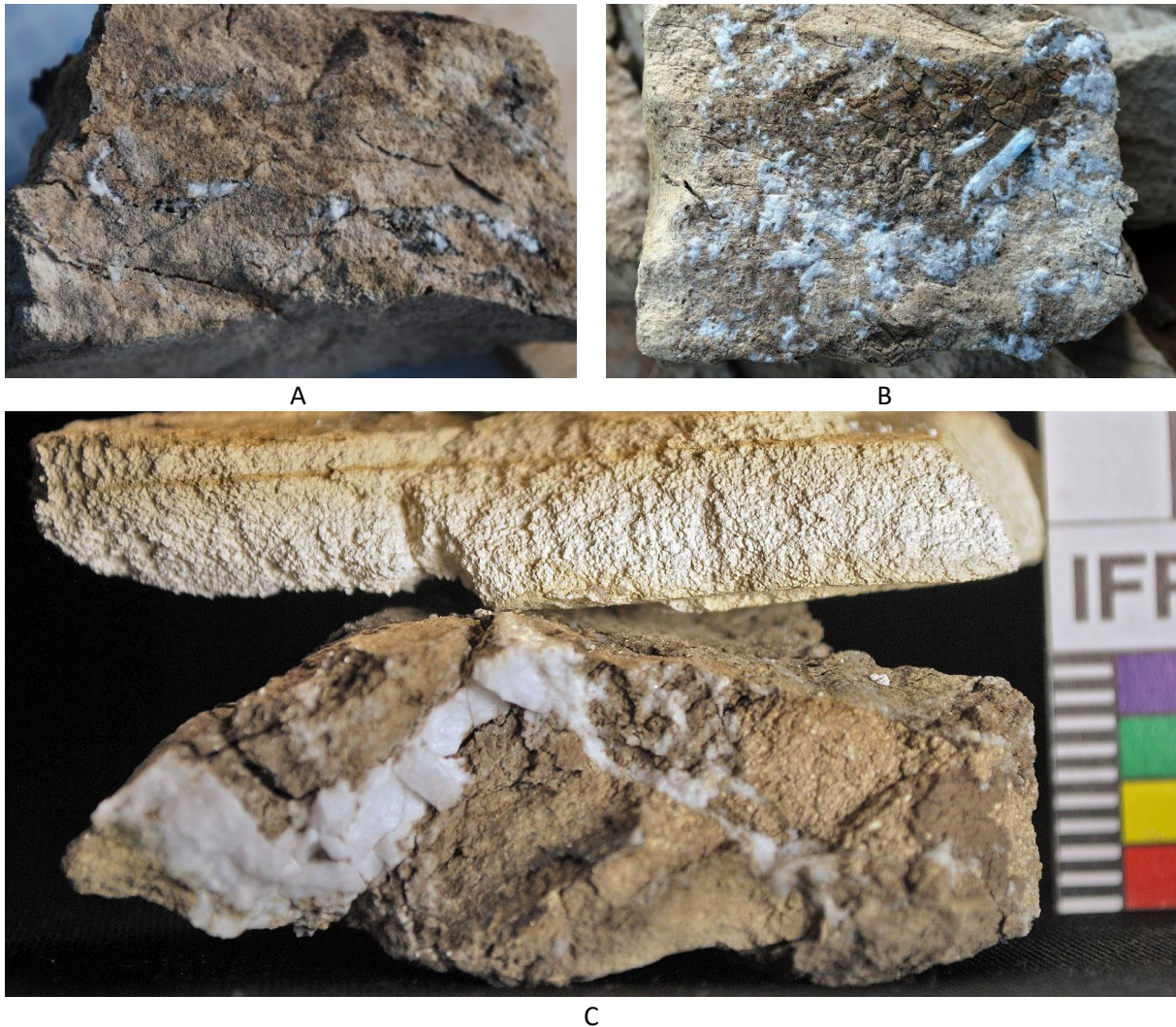


Figur 12: Eksempel på sortert Mosterkalk. T.v. beige, lett uren kalk, t.h. hvit, nær ren luftkalk. Foto: Per Storemyr

8 Karakterisering av den brente kalken

Den brente kalken har farge fra nesten helt hvit, via lett beige til brunlig og delvis grålig. Fargen er som over nevnt en indikasjon på mengden av urenheter, dvs. at den hviteste kalken er å anse som en ren luftkalk, mens beige og brune partier inneholder økende mengder hydrauliske komponenter. Kalken basert på Mostermarmor blir imidlertid aldri mer enn svakt («feebly») hydraulisk.

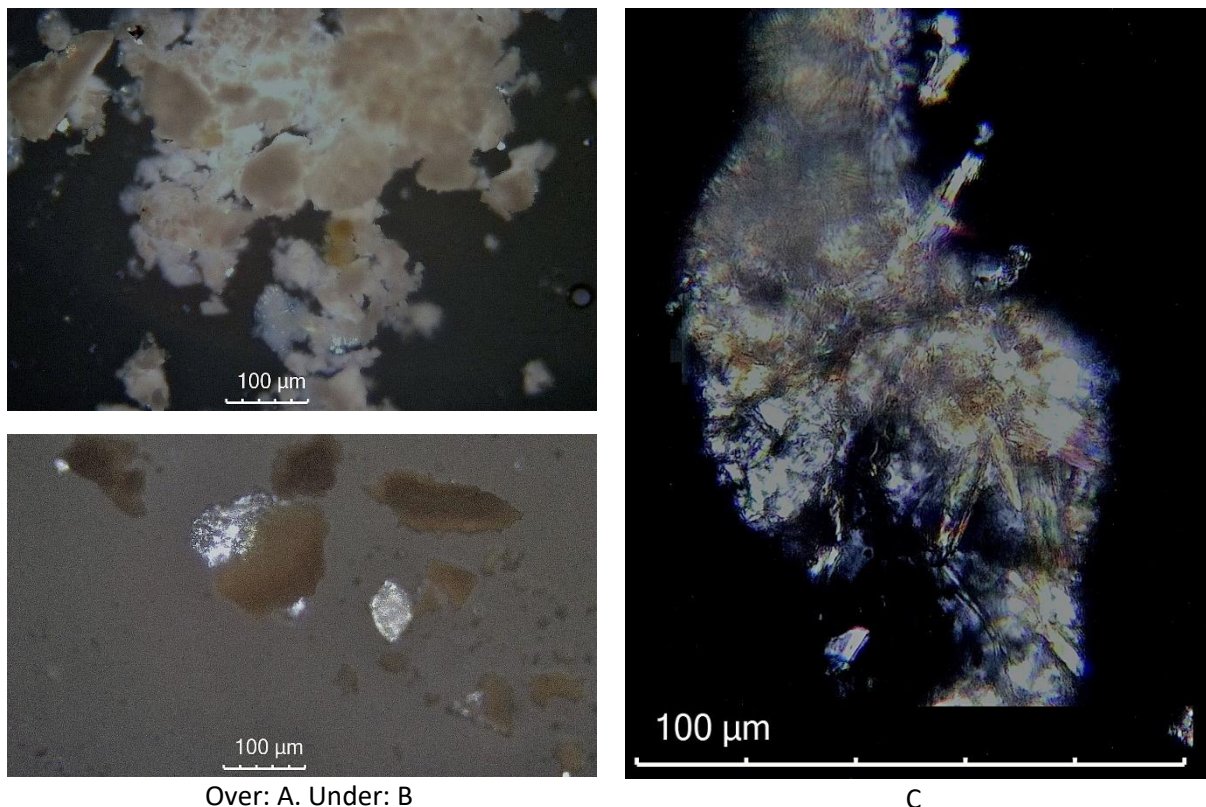
I den brente kalken er det lett å se årer og aggregater med brent kvarts (Figur 13, Figur 12). Disse vil i motsetning til i ubrent marmor fremstå hvite mot en lett beige bakgrunn. Ved brenningen vil normal α -kvarts (trigonal) omvandles til β -kvarts (heksagonal) ved 573°C. Dette er en reversibel omvandling, dvs. at en igjen vil ha α -kvarts etter nedkjøling av ovnen.¹⁷ Omvandlingen er imidlertid fulgt av volumøkning som gir mikrooppsprekking og det er denne mikrooppsprekkingen som gir kvartsen det melkehvite preget (diffus spredning av lys). Før brenning er kvartsen mer glassaktig og dermed vanskeligere å visuelt observere.



Figur 13: Årer og aggregater av kvarts i den brente kalken. A: Typisk utseende ved større mengder kvarts i et brent stykke kalk (bildebredde ca. 10 cm). B: Tynt lag av kvarts og mørkere, grove pseudomorfer av CaO etter kalkspat. Resten av det brente kalkstykket er ganske rent (bildebredde ca. 10 cm). C: Den vanligste, nokså rene, lett beige brente kalken med brune, tynne årer/lag med glimmer (over), samt et stykke med en større kvartsåre (under) (millimeter-skala). Foto: Per Storemyr

Ved mikroskopering (avskrapet pulver i immersjonsolje, polarisasjonsmikroskopi) kan en se at mesteparten av den synlige kvartsen ikke har reagert med tilgjengelig kalsium til klinkermineraler/-kalsiumsilikater som belit, dvs. at den ikke i veldig stor grad bidrar til hydrauliske komponenter. Sannsynligvis er det først og fremst langs randen av kvartsårene at slik reaksjon foregår, samt i tilknytning til kvartskorn med mindre kornstørrelse enn de lett synlige årene. Dette betyr at mye av kvartsen vil smuldre opp og bli å regne som del av tilslaget ved mørtellesking, eller synke til bunns ved produksjon av slemming og hvitting. Det samme gjelder for øvrig andre urenheter, først og fremst flak av brent glimmerskifer, se Figur 11 B).

Polarisasjonsmikroskopi (avskrapet pulver i immersjonsolje) av bulkprøver av renere, relativt hvit brent kalk og mer uren, beige brent kalk bekrefter hva en teoretisk kan forutse for en kalk med egenskaper som Mosterkalk. Renere partier inneholder minimalt med hydrauliske faser og reaktivt CaO fremstår som svært finkornede aggregater. Mer urene partier har også finkornede aggregater av CaO, men inneholder opp mot ca. 5% hydrauliske komponenter, først og fremst belit. Andre komponenter er svært fåtallige, men vanskelige å bestemme med denne type mikroskopering (Figur 14).



Figur 14: Polarisasjonsmikroskopi av brent Mosterkalk. A: Aggregater av finkornet CaO i renere partier av den brente kalken. B: Aggregater av finkornet CaO (brunlig) med hydrauliske komponenter, først og fremst belit (lys grå). C: Sterk forstørrelse av belit i et mer urent parti av den brente kalken. En ser bl.a. typiske, fibrige faser. Avskrapet pulver fra overflaten av brent kalk i immersjonsolje, dobbelt polarisert lys med sterk lyskilde for A og B, normal lyskilde for C. Foto: Per Storemyr

Alle analyser gjengitt her er å betrakte som **kvalitative eksempler og gir ikke kvantitative mål på mengden av aktive hydrauliske komponenter** i hele partier av brent kalk fra en brenning. Tar en imidlertid hensyn til marmorens beskaffenhet, samt sortering før brenning (kap. 3 og 4) og holder dette opp mot beskaffenhet og sortering etter brenning (kap. 7 og 8), **er det sannsynlig at andelen hydrauliske komponenter, først og fremst belit, i den brente kalken ikke overstiger 5%**. Igjen med forbehold om at en her snakker om vurderinger og anslag, er dette betydelig mindre enn andelen belit i f.eks. de svakeste, mye brukte NHL-kalker på det europeiske markedet (i en studie analysert til ca. 14-20% belit i NHL 2).¹⁸

9 Karakterisering av prøvemørtler

Prøvemørtler basert på brent kalk kan lages på mange måter. En har her valgt å lage mørtler av Mosterkalk (fra testbrenninger) som knytter seg tett opp mot den sannsynligvis vanligste måten å blande på i middelalderen og inntil mer moderne tid, ved varmløsning eller *hotmix*.¹⁹ Her vises eksempler på beskaffenhet fra to ulike mørtler med høyt bindemiddelinhold (feite mørtler, ca. 1-2:1) og relativt lavt vanninnhold ved produksjon; en basert på den renere, hvitere varianten av Mosterkalk, en basert på den mer urene, beige varianten. Prøvemørtlene herdet til fullstendig karbonatisering (kontroll med fenolftalein) i mer enn ett år (2020-21) under gunstige, men ikke standardiserte betingelser (40-60% rF, under tak, ikke frost). Dessuten ble prøver av de to mørtlene rett etter tilvirkning plassert i tette prøveposer for kontroll av fasthet som funksjon av tid. Hindring av lufttilgang vil teoretisk ikke gi herding av luftkalk, men kan gi herding/hydratisering av hydrauliske komponenter, ved at de bruker av fukten i mørtelen.



Figur 15: Prøvemørtler. T.v.: Basert på lett uren, beige Mosterkalk. T.h.: Basert på renere, hvit Mosterkalk. En ser at fargen på prøvemørtlene gjenspeiler renheten i kalken, selv om forskjellen ikke er betydelig. Foto: Per Storemyr

Det skal understrekes at beskaffenheten til prøvemørtler ikke sier så mye om bearbeidbarhet, herdeutvikling, holdbarhet o.a. for virkelige mørtler som brukes under restaureringsarbeid. Det er fordi håndverksutførelsen og stedlige forhold som tilslag, mørtelblanding, værforhold, vanning og tildekning osv. spiller sentrale roller.

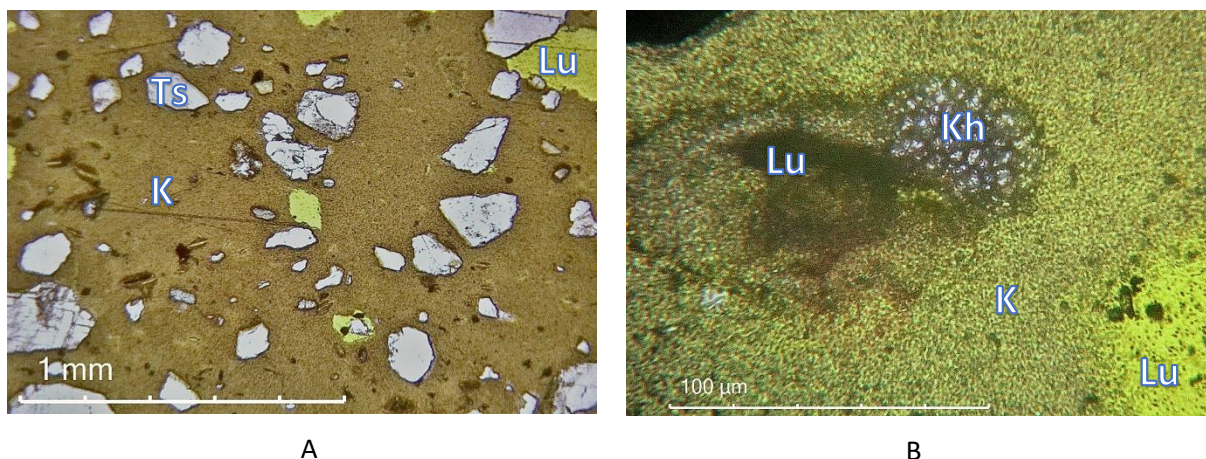
Men vurdering av prøvemørtlenes utvikling kan ved sammenligning si noe om egenskaper som farge og fasthet og ved polarisasjonsmikroskopi av tynnslip også noe om bindemiddelets karakter og andel hydrauliske komponenter. En kan således få en god pekepinn på kalkens egenskaper.

1) Mørtler som ble oppbevart lufttett: Begge mørtler smuldret noe, men den beige mørtelen viste fra starten av bedre fasthet og evne til bøyelighet uten å smuldre enn den hvite. Over tid forble den hvite som en litt tørr pasta og svært lite fast, mens den beige ikke økte sin fasthet nevneverdig.

Resultatet er som forventet. De svake hydrauliske egenskapene til den beige mørtelen gir den en viss evne til å herde uten luft, mens den hvite ikke kan herde under slike forhold. Fasthet øker gjerne over tid når belit er den sentrale hydrauliske komponenten. At dette ikke kunne observeres her, har nok å gjøre med den lave andelen.

2) Herdede prøvemørtler: Begge mørtlene herdet greit og etter ett år var de faste, vanskelig å bryte med hendene og med lav tilbøyelighet til smuldring ved skraping med fingerne. Fasthetsøkning i starten var som forventet noe bedre for den beige – og er igjen som forventet ut fra en andel hydrauliske komponenter. Den beige tonen til den urene mørtelen ble noe svekket over tid og mørtelen fremsto etter ett år som «off-white».

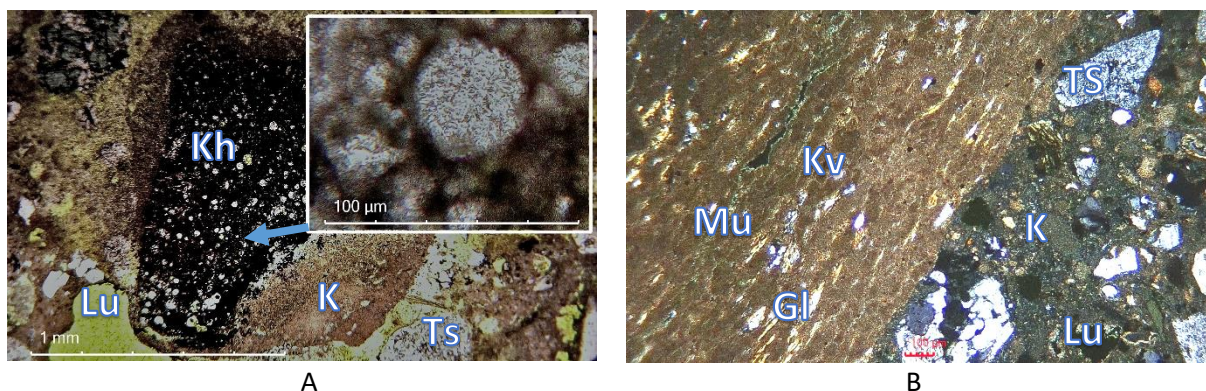
3) Tynnslipmikroskopi på herdede mørtler (Figur 16): Uten å ta hensyn til tilslag, svinnsprekker, kalkklumper o.a. (som er avhengig av stedlige forhold, som blandingsmåte), så viser begge mørtlene fravær av ubrente kjerner og har et **finkornet, jevnt bindemiddel, typisk for kalkmørtler med lite hydrauliske komponenter. Det er mulig å finne aggregater av ikke-hydratiserte, hydrauliske komponenter i begge mørtlene, men i den beige mørtelen forekommer de hyppigere.** Her ser en også de typiske «druseklasene» av ikke-hydratisert belit. Resultatet er altså også her som forventet; det er en liten andel hydrauliske komponenter i begge mørtlene, men vesentlig høyere i den beige enn i den hvite.



Figur 16: Tynnslipmikroskopi av prøvemørtler, begge eksemplene er fra den beige mørtelen. A: Jevnt, finkornet bindemiddel (K). Luftporer er merket Lu og tilslagskorn Ts. B: Typisk drueklase av ikke-hydratisert belit (Kh) ved høy forstørrelse. Polarisasjonsmikroskopi, enkeltpolarisert lys. Prøver impregnert med farget (gul) epoxy. Varierende lysgjennomgang i mikroskopet gir varierende farge på bindemiddelet i de to eksemplene. Det mørke feltet (pore) merket Lu i bilde B er mørkt og ikke gult da epoxy ikke har trengt inn i poren.

Prøvemørtler kan, som nevnt over, ikke som sådan direkte sammenlignes med virkelige mørtler. Det gjelder også godt modne mørtler fra eldre bygninger. Men når det handler om tilstedeværelse av hydrauliske komponenter og f.eks. ubrente kjerner, som er direkte avhengig av råstoffet som brennes, så er sammenligning mulig.

Siden det vanligste, mulige råstoffet til mørtelproduksjon på Vestlandet fra middelalderen og fremover, var mer eller mindre urene marmorforekomster, så er det ikke uventet at de aller fleste mørtelprøver fra eldre bygninger viser kalk med små mengder hydrauliske komponenter (se eksempel i Figur 17 A), ikke ulikt Mosterkalk. Det er også vanlig å finne ubrente kjerner og korn bestående av uren marmor (se eksempel i Figur 17 B), noe som bekrefter at mørtelproduksjonen først og fremst var basert på brenning av uren marmor (og ikke f.eks. skjell eller importert kalkstein).²⁰



Figur 17: A: Eksempel på hydrauliske komponenter i en sannsynlig middelaldermørtel fra Vestlandet. Det svarte området har «klaser» med belit, forstørret i det innfelte bildet. K angir det kalkrike bindemiddelet, Lu er luftporer, TS er tilslag. Polarisasjonsmikroskop, enkeltpolarisert lys. B: Stort, underbrent marmorkorn (Mu) i sannsynlig middelaldermørtel fra Vestlandet. Kornet består av delvis brent kalkspat og har urenheter av glimmer (Gl) og kvarts (Kv). Polarisasjonsmikroskop, dobbelt polarisert lys, den lille røde skalaen viser 100 mikrometer = 0,1 mm. Mørtlene stammer fra skipets østgavl på loftet av Hesby kirke på Finnøy i Boknafjorden. En kjenner ikke proveniensen til kalken, men det er sannsynlig at den kommer fra Sunnhordlandsregionen som er nærmeste mulige kilde til lett uren, brent kalkspatmarmor. Foto: Per Storemyr

10 Våtlesking og farge på slemming og hvitning -

Som over nevnt (kap. 7) har en normalt valgt å ikke sortere urene, svakt beige og hvite stykker etter brenneprosessen. Derfor er det viktig å se nøyer på fargen til den usorterte kalken ved bruk. Utsorterte, hvite kalkstykker gir generelt en nær hvit («off-white») farge ved slemming og hvitning.

Tilvirkning av slemming og hvitning kan skje på ulike måter, her er utført lesking i et overskudd med vann (våtlesking) og umiddelbar bruk på veggen – slemmingen med tykk, fløtelignende konsistens, hvitningen med konsistens som en mellomting mellom helmelk og skummet melk. **Lesking starter stort sett umiddelbart, dvs. at kalken er meget reaktiv.** Det finnes imidlertid unntak. De mest urene delene har som forventet en litt forsinket lesking (vanlig med svakt hydrauliske kalker), men det dreier seg sjelden om mer enn noen få minutter. Dessuten kan pulver og «subbus», som normalt danner seg nederst i en tønne ved gjentatt uttak for bruk, ha en noe forsinket lesking. Dette kan til tider skyldes at pulveret som dannes i tønne kommer fra overflaten av kalkstykker som kan være lett sintret. Det kan også skyldes en meget liten grad av karbonatisering av små korn som gjentatte ganger vil ha vært utsatt for fuktig luft. Slike partikler/urenheter vil synke til bunns i bøtter/tønner ved utblanding av slemming og hvitning.

Fargen på hvitning i ett lag over tynnpuss og spekkede fuger med samme type svakt beige Mosterkalk ses på bildene under. Brukt på en vegg uten andre kalker som sammenligning **vil Mosterkalken fremstå som hvit med en beige teint.** Brukt ved siden av en nær helt ren luftkalk vil den beige teinten komme noe sterkere til syne. Ved våt vegg i regnvær vil den beige teinten fremstå enda sterkere; dette i motsetning til en nær helt ren luftkalk som vil fremstå grålig.



A



B

Figur 18: Hvitning over tynnpuss og spekkede fuger med usortert, beige brent Mosterkalk. A: Vegg hvittet i ett lag. B: Prøvefeltet, fra venstre: 1) Spekking, tynnpuss, slemming og hvitning med ren, luftherdende Hyllakalk (Franzefoss). Ditto med Mosterkalk, 3) Ditto med NHL 2 fra St. Astier, men hvittet med Hyllakalk. Feltene øverst i 1) og 3) er ikke hvittet. Bildene viser arbeider på Sørbo middelalderkirke, Rogaland, sommeren 2022. Andre forsøk viser at slemming med Mosterkalk gir samme farge som ved hvitning. Foto: Per Storemyr

Noter

¹ Testbrenninger er utført i en liten ovn i Hyllestad. Se resultater av noen testbrenninger her: <https://per-storemyr.net/tag/mosterkalk/>

² Innblikk i vedfyrte kalkovner av tilsvarende type kan en få her:

Gotland, Sverige: <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/29307>, <http://www.buttelkalk.se>, <https://www.byggogbevar.no/filmer/tradisjonell-kalkbrenning-paa-gotland>, <https://raa.diva-portal.org/smash/get/diva2:1234804/FULLTEXT01.pdf>

Målarkalk, Sverige: <https://www.malarkalk.se/vedbrand-kalk>

Bern, Sveits: <https://www.ballenberg.ch/en/themes/handcraft/lime-burning-and-slaking>

Graubünden, Sveits: <https://kalkwerk.ch/>

Østerrike: <https://burgbau.at/?p=3230>

Romania: <https://per-storemyr.net/2022/10/04/kalkbrenning-i-romania-2000-ar-med-ubrutte-tradisjoner/>

Ungarn: <https://www.youtube.com/watch?v=ePSO3MrbS0A>

Spania: <https://www.facebook.com/eugeniomonesmalosttrades/videos/757152388733615>

³ Asker og Bærum: Kittelsen, 2005, Brent kalk: https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2011062808130

Sunnmøre: Heltzen, 1996, Bergverksdrift på Sunnmøre i gammel og ny tid:

<https://www.nb.no/items/f82873abc771a747308397847218130b>, <http://www.emblemsbygda.com/34569309>

⁴ Ovnen ble bygget under et kurs i muring i mars 2022. Første brenning var i april 2022. Prosjektet har vært støttet av Riksantikvaren, Fortidsminneforeningen, Venelaget for Moster gamle kyrkje og Bømlo kommune. Se: <https://mosteramfi.no/bygging-av-tradisjonell-kalkomn-i-mostratunet/> og <https://www.bomlo.kommune.no/aktuelt/kalkomnen-offisielt-opna.11124.aspx>

⁵ Se artikkel om brenning etter at foringen kom på plass: <https://per-storemyr.net/2023/03/28/mosterkalk-tradisjonell-kalkbrenning-med-ved-i-mosterhamn/>

⁶ Se f.eks. disse publikasjonene om kalkbrenning oa. i Mosterhamn og Sunnhordland:

Espeland (1918): <https://www.nb.no/items/d765196c28c314b2faef5fc9462a8cfb?page=27>

Heldal & Jansen: <http://steinriketbomlo.no/wp-content/uploads/Kobenposter.pdf>

Lohndahl m.fl. (1999): <https://www.nb.no/items/5b4ef40ccf86e841c6787161c20e6206>

Røksund & Iversen (1979): <https://www.nb.no/items/5c77ab6529bbb3d93d990b710aa79bb0?page=9>

<http://steinriketbomlo.no/marmor/>

<https://digitaltmuseum.no/011085439828/kalksteinsdrifta-pa-moster>

⁷ Se NGU 2013-055: Chemical and mineralogical characterisation of carbonate deposits in Norway,

<https://www.ngu.no/publikasjon/chemical-and-mineralogical-characterisation-carbonate-deposits-norway> og

NGU 2020-027: Mineralressurser i Vestland fylke, <https://www.ngu.no/publikasjon/mineralressurser-i-vestland-fylke>

⁸ Se note 5 og 6

⁹ Det gamle steinbruddet er ikke vernet/fredet og det lille uttaket er ikke i konflikt med kultur- eller naturverdier. Avtaler om det svært begrensede masseuttaket fra gjenværende blokker er gjort med Bømlo kommune som er eier av området. Opphogging av marmoren utføres av lokal, godkjent entreprenør. Andre marmorere i området vil kunne bli aktuelle for brenning senere, etter dokumentasjon og testbrenninger.

¹⁰ Se NGU 2013-055: Chemical and mineralogical characterisation of carbonate deposits in Norway,

<https://www.ngu.no/publikasjon/chemical-and-mineralogical-characterisation-carbonate-deposits-norway>

¹¹ Dette bekreftes av kjemisk analyse av en prøve fra uttaksstedet for marmor til brenning. Analysen er foretatt av NGU som del av deres generelle analyseprogram for karbonatbergarter.

¹² Se bl.a. «Gotlands kalk», 1987: <https://raa.diva-portal.org/smash/get/diva2:1234804/FULLTEXT01.pdf>

¹³ Om bindemidlenes kjemi, se: <https://www.kalkforum.org/bindemidlernes-kemi>

¹⁴ Se f.eks. Zacharopoulou, 2013, Impact of calcination temperature on reactivity, maturation capacity and mechanical properties of a high calcium building lime (CL),

https://www.academia.edu/7340065/Impact_of_calcination_temperature_on_reactivity_maturation_capacity_and_mechanical_properties_of_a_high_calcium_building_lime_CL https://www.academia.edu/7340065/Impact_of_calcination_temperature_on_reactivity_maturation_capacity_and_mechanical_properties_of_a_high_calcium_building_lime_CL

¹⁵ Dette er kontrollert mot temperaturmålinger ved testbrenninger

¹⁶ Personlig meddelelse fra Kristin Balksten, 2022

¹⁷ For oversikt over kvarts/silika-polymorfer, se: http://www.quartzpage.de/gen_mod.html

¹⁸ Se analyser av NHL-mørtler: Figueiredo, 2018: Properties and performance of lime mortars for conservation. The role of binder chemistry and curing regime,

<https://researchportal.bath.ac.uk/en/studentTheses/properties-and-performance-of-lime-mortars-for-conservation>. Se også: Figueiredo et al., 2018, Hydraulic Lime Production. Coming Full Circle?

<https://historicengland.org.uk/content/docs/research/hydraulic-lime-production-bcd18-pdf/>. Se også informasjon fra den viktigste NHL-produsenten, St. Astier, for det norske markedet om råstoffkvalitet:

<https://www.stastier.co.uk/mineralogy-chemistry-of-raw-materials-and-products/>

¹⁹ Det er skrevet flere avhandlinger og bøker om varmesking («hotmix»), både fra et historisk perspektiv og for bruk i dag. Oversikt finnes her: <https://www.hotmixedmortars.com/index.html>

²⁰ Analyser av eldre mørtler på Vestlandet er først og fremst utført av Torben Seir (Seir Materialanalyse AS, Helsingør) som del av aktuelle restaureringsarbeider. Personlig kommunikasjon med Seir og innblikk i noen av de mange analyserapportene som er utarbeidet, viser at et overveldende flertall av de eldre mørtlene er basert på brenning av marmor som gir svakt hydrauliske egenskaper. Eksempler: Stavanger domkirke, Kinn kirke, Selja kloster, Fastings Minde, Lillingstonheimen. Egne analyser viser det samme i f.eks. Sørby kirke, Talgje kirke, Hesby kirke og Moster gamle kirke

Vedlegg 1: Produktdatablad

(Se neste side.)

Mosterkalk

Tradisjonelt vedbrent kalk

Produktbeskrivelse

Mosterkalk er en svakt hydraulisk kalk som er tradisjonelt brent med ved til stykkalk (brentkalk, CaO). Kalken produseres i små mengder i en steinbygd kalkovn i Mosterhamn, Bømlo. Produktet selges ikke fritt på det åpne markedet, men benyttes etter nærmere avtaler til restaureringsformål.

Råstoffet som benyttes er lett uren, mest gråhvit kalkspatmarmor fra Mosterhamn, Bømlo. Innholdet av kalkspat i marmoren er normalt 90-95%, noe som normalt gir høy andel CaO og mindre enn 5% aktive hydrauliske komponenter. Stykkalken er egnet til lesking og blanding på arbeidsplassen og brukes til restaurering av eldre stein- og murbygninger og -konstruksjoner. Fargen på lesket Mosterkalk er hvit med en beige teint.

Dokumentasjonen som medfølger produktdatabladet tilfredsstillende krav til produkter som ikke er CE-merket, jfr. «Forskrift om dokumentasjon av byggevarer» (<https://dibk.no/regelverk/dok/iii/innledning/>)

Bruksområder og bruk

Mosterkalk kan brukes til murmørtel, spekkemørtel, pussmørtel, slemming og hvitting. Den kan leskes og blandes på flere måter. Normalt benyttes varmlesking («hotmix») for tillaging av mørtler for umiddelbar bruk, og våtlesking for slemming og hvitting, enten for umiddelbar bruk eller for lagring til senere bruk. Mosterkalk benyttes etter opplæring ved kyndig veileder med erfaring fra tilsvarende arbeider.

Sikkerhetsforskrifter

Støv fra stykkalk/brent kalk og sprut fra lesking og lesket kalk er etsende og irriterende ved kontakt med hud og kan gi alvorlig øyeskade. Ved kontakt med fuktighet er kalken svært basisk (pH 12-13) og lesking utvikler dels høye temperaturer. Nødvendig sikkerhetsutstyr (vernebriller, støvmaske, hansker) benyttes ved håndtering. Det medfølger sikkerhetsdatablad til produktdatabladet.

Forpakning og lagring

Fra produsent er Mosterkalk pakket i lufttette tønner, i noen tilfeller spann. I uåpnede og forsvarlig lagrede tønner (tørt og frostfritt) har stykkalken en lagringstid på flere år. Det anbefales å benytte kalken så raskt som mulig etter at en tønne er åpnet.

Produsenter

Mosterkalk produseres av:

- Moster Amfi AS, Tora Mostrastongveg 2, Postboks 18, 5447 Mosterhamn. T: 53 42 66 20, M: 975 42 078, post@mosteramfi.no, www.mosteramfi.no, org.nr.: 984 538 286
- Steinsland kalkproduksjon, Serklauvvegen 3, 5440 Mosterhamn, Bent Morten Steinsland, bentmorten@hotmail.no, M: 90 99 12 41, org.nr.: 825 012 532

Vedlegg 2: Sikkerhetsdatblad

(Se neste side.)

Sikkerhetsdatablad

Mosterkalk

Tradisjonelt vedbrent kalk

Sikkerhetsdatabladet er i overensstemmelse med «Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier» (REACH-forskriften). Se: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-05-30-516> og <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/reach/>. Som kalk fra andre svært små produsenter av vedbrent kalk i Europa, er Mosterkalk foreløpig ikke registrert i REACH, jfr. <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances/-/disreg/substance/100.013.763>.

1 IDENTIFIKASJON AV STOFFET/STOFFBLANDINGEN OG AV SELSKAPET/FORETAKET

1.1 Produktidentifikator

- Stoffnavn: Kalsiumoksid
- Synonymer: Kalk, brentkalk, kalsinert kalk, ulesket kalk, etsekalk, bygningskalk, kalsia, kjemisk kalk, dødbrent kalk, kalsiummonoksid, kalsinert kalkstein.
- Kjemisk navn og formel: Kalsiumoksid – CaO
- Handelsnavn: Mosterkalk (ikke et registrert handelsnavn)
- CAS: 1305-78-8, EINECS: 215-138-9, Molekylvekt: 56,08 g/mol

1.2 Identifiserte relevante bruksområder for stoffet

- Funksjon: For tillaging av kalkbindemiddel til mørtel, puss, slemming og hvitning i restaurering

1.3 Opplysninger om leverandører av Sikkerhetsdatabladet

- Moster Amfi AS, Tora Mostrastongveg 2, Postboks 18, 5447 Mosterhamn. T: 53 42 66 20, M: 975 42 078, post@mosteramfi.no, www.mosteramfi.no, org.nr.: 984 538 286
- Steinsland kalkproduksjon, v/ Bent Morten Steinsland, Serklauvvegen 3, 5440 Mosterhamn, bentmorten@hotmail.no, M: 90 99 12 41, org.nr.: 825 012 532

1.4 Nødtelefonnummer

- Nødtelefon: 112
- Giftinformasjonssentralen: Helsedirektoratet, Giftinformasjonen, Pb. 7000, St. Olavs plass, 0130 Oslo, e-mail: giftinfo@helsedir.no, telefon: +47 22 59 13 00
- Forhandlerens nødtelefon: 975 42 078 og 90 99 12 41
- Tilgjengelig utenfor arbeidstid: nei

2 FAREIDENTIFIKASJON

2.1 Klassifisering av stoffet eller stoffblandingen

2.1.1 Klassifisering i henhold til forskrift (EC) 1272/2008

STOT enkelteksponering 3, eksponeringsmåte: innånding
Hudirritasjon 2, Øyeskade 1

2.2 Merking

2.2.1 Merking i henhold til forskrift (EC) 1272/2008

Signalord: Fare

Farepiktogrammer:



Faresetninger:

H315: Irriterer huden.
H318: Gir alvorlig øyeskade.
H335: Kan forårsake irritasjon av luftveiene.

Sikkerhetssetninger:

P102: Oppbevares utilgjengelig for barn.
P280: Benytt vernehansker/verneklær/vernebriller/ansiktsskjerm.
P305+P351+P310: VED KONTAKT MED ØYNENE: Skyll forsiktig med vann i flere minutter. Kontakt umiddelbart et GIFTINFORMASJONSSENTER eller lege.
P302+P352: VED HUDKONTAKT: Vask med mye såpe og vann.
P261: Unngå innånding av støv/aerosoler
P304+P340: VED INNÅNDING: Flytt personen til frisk luft og sørg for at vedkommende hviler i en stilling som letter åndedrettet.
P501: Innhold/holder leveres som avfall i samsvar med lokale/regionale/nasjonale/internasjonale forskrifter FOR 2004-06-01 nr. 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) Kap 11. Inkludert den europeiske avfallslisten. Avfall fra letting, utvinning og i steinbrudd og fysisk og kjemisk behandling av mineraler: EAL- kode 010407, 010305

2.3 Andre farer

Stoffet faller ikke inn under kriteriene for PBT- eller vPvB-stoffer. Ingen andre faremomenter identifisert

3 SAMMENSETNING/OPPLYSNINGER OM BESTANDELSER

3.1 Stoffer

Hovedbestanddel

Navn: Kalsiumoksid

CAS: 1305-78-8

EINECS: 215-138-9

Forurensninger

Ingen forurensninger som er relevante for klassifisering og merking

4 FØRSTEHJELPSTILTAK

4.1 Beskrivelse av førstehjelpstiltak

Allmenne råd: Ingen kjente ettervirkninger. Søk lege ved all eksponering unntatt ubetydelige tilfeller.

Etter innånding: Flytt støvkilden eller flytt personen til frisk luft. Søk legehjelp umiddelbart.

Etter hudkontakt: Børst forsiktig av de forurensete kroppssflatene for å fjerne alle spor av produktet. Vask det påvirkede området straks med rikelig vann. Ta av forurensete klær. Søk legehjelp hvis nødvendig.

Etter øyekontakt: Skyll øynene umiddelbart med rikelig vann og søk legehjelp.

Etter svelging: Skyll munnen med vann og drikk rikelig vann etterpå. IKKE framkall brekninger. Søk legehjelp.

4.2 De viktigste symptomene og virkningene, både akutte og forsinkede

Kalsiumoksid er ikke akutt giftig ved svelging, hudkontakt eller innånding. Stoffet er klassifisert som irriterende for huden og luftveiene, og medfører fare for alvorlige øyeskader. Det er ingen fare for systemiske skadevirkninger fordi lokale virkninger (pH-virkning) er den viktigste helsefaren.

4.3 Angivelse av om umiddelbar legehjelp og spesialbehandling er nødvendig

Følg rådene i punkt 4.1

5 BRANNSLOKKINGSTILTAK

5.1 Slokkingsmidler

5.1.1 Egnede slokkingsmidler

Produktet er ikke brennbart. Bruk brannslukkere med tørrpulver, skum eller CO₂ til å slokke brann i omgivelsene. Bruk slökkemidler som egner seg for lokale forhold og miljøet rundt.

5.1.2 Uegnede slökkemidler

Ikke bruk vann. Unngå å fukte produktet.

5.2 Særlige farer knyttet til stoffet eller stoffblandingen

Kalsiumoksid avgir varme når det reagerer med vann. Dette kan være farlig i nærvær av brannfarlige stoffer.

5.3 Råd til brannmannskaper

Unngå støvdannelse. Bruk pusteapparat. Bruk slokketiltak som egner seg for de lokale forholdene og miljøet rundt.

6 TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

6.1 Personlige forsiktighetsregler, personlig verneutstyr og nødrutiner

6.1.1 For andre enn førstehjelpspersonell

- Sørg for tilstrekkelig lufting. Reduser støving til et minstemål.
- Hold ubeskyttede personer på avstand.
- Unngå kontakt med hud, øyne og klær – bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).
- Unngå å puste inn støv – sørg for tilstrekkelig lufting eller passende åndedrettsvern, bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).
- Unngå fukting.

6.1.2 For førstehjelpspersonell

- Reduser støving til et minstemål. Sørg for tilstrekkelig lufting.
- Hold ubeskyttede personer på avstand.
- Unngå kontakt med hud, øyne og klær – bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).
- Unngå å puste inn støv – sørg for tilstrekkelig lufting eller passende åndedrettsvern, bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).
- Unngå fukting.

6.2 Forsiktighetsregler for sikker håndtering

Avgrens spill. Hold stoffet tørt hvis mulig. Tildekk området hvis mulig for å unngå støvfaren. Unngå ukontrollert utslipp til vannløp og kloakk (pH-økning). Eventuelt større utslipp til vannløp må varsles til Klima- og forurensningsdirektoratet.

6.3 Metoder og materiell for oppsamling og rensing

Unngå enhver støvdannelse. Hold stoffet tørt hvis mulig. Samle opp produktet mekanisk uten å tilføre fuktighet. Bruk vakuumsugeutstyr, eller skuff i sekker.

6.4 Henvisning til andre avsnitt

Flere opplysninger om eksponeringskontroll/personlig verneutstyr eller avfallsbehandling finnes under punkt 8 og 13, og i tillegget til dette databladet.

7 HÅNDTERING OG LAGRING

7.1 Forsiktighetsregler for sikker håndtering

7.1.1 Vernetiltak

Unngå kontakt med huden og øynene. Bruk verneutstyr (se punkt 8 i dette databladet). Ikke bruk kontaktlinser når du håndterer dette produktet. Det er også tilrådelig å ha personlig lommeøyevasker. Hold støvkonsentrasjonen så lav som mulig. Reduser støvingen til et minstemål. Innkapsle støvkilder, bruk avtrekkslufting (støvsamler på håndteringspunkter). Det foretrekkes at håndteringssystemer innkapsles. Håndtering av sekker må følge vanlige forholdsregler mot de faremomentene som er skissert i europarådsdirektiv 90/269/EEC.

7.1.2 Råd om allmenn yrkeshygiene

Unngå innånding eller svelging og kontakt med huden og øynene. Sikker håndtering av produktet forutsetter vanlige yrkeshygieniske tiltak, blant annet godt renhold av personer og lokaler (d.v.s. regelmessig rengjøring med passende rengjøringsutstyr), samt at ingen drikker, spiser eller røyker på arbeidsplassen. Dusj og bytt tøy når skiftet er ferdig. Ikke gå i forurensede klær hjemme.

7.2 Vilkår for sikker lagring, herunder eventuelle uforenligheter

Produktet må oppbevares tørt. Kontakt med luft og fukt må unngås. Bulkmengder lagres i siloer utformet til formålet. Unngå kontakt med syrer og alle vesentlige mengder av papir, strå og nitroforbindelser. Oppbevares utilgjengelig for barn. Ikke bruk aluminium til transport eller oppbevaring hvis det er noen risiko for kontakt med vann.

7.3 Særlige(e) sluttanvendelse(r)

Restaurering av eldre bygninger.

8 EKSPONERINGSKONTROLL/PERSONBESKYTTELSE

8.1 Kontrollparametere

SCOEL-anbefaling (SCOEL/SUM/137 februar 2008): **Yrkeseksponeringsgrense (AN), 8 timers:** 2 mg/m³, kalsiumoksid (Takverdi). **Yrkeseksponeringsgrense (OEL), 8 timers TWA:** 1 mg/m³ respirerbart støv av kalsiumoksid. **Korttidseksponeringsgrense (STEL), 15 min:** 4 mg/m³ respirerbart støv av kalsiumoksid. **PNEC vann = 370 µg/l. PNEC jord/grunnvann = 816 mg/l**

8.2 Eksponeringskontroll

For å kontrollere eksponering er det viktig å unngå støvdannelse. Videre anbefales passende verneutstyr. Øyebeskyttelse må brukes (f.eks. vernebriller eller visirer), om ikke kontakt med øynene kan utelukkes på grunn av anvendelsens type og karakter (f.eks. innelukket prosess). I tillegg må ansiktsvern, verneklær og vernesko brukes ved behov.

Ytterligere informasjon om eksponering kan fås fra leverandøren.

8.2.1 Passende tekniske vernetiltak

Hvis det dannes støv ved brukeroparasjoner, må det innføres prosessinnkapsling, lokal avtrekksluftung eller andre tekniske vernetiltak for å holde flyvestøvet under de anbefalte eksponeringsgrensene.

8.2.2 Individuelle vernetiltak, som personlig verneutstyr

8.2.2.1 Øye-/ansiktsvern

Ikke bruk kontaktlinser. Til pulver brukes tettsittende vernebriller med sideskjermer eller komplette vernebriller med bredt synsfelt. Det er også tilrådelig å ha personlig lommeøyevasker.

8.2.2.2 Hudbeskyttelse

Siden kalsiumoksid er klassifisert som hudirriterende, må hudeksponeringen reduseres så mye som det er teknisk mulig. Bruk alltid vernehansker (nitril), verneklær som dekker huden helt, hele bukser, langermet overalls med tettsittende åpninger og sko som motstår etsende stoffer og hindrer inntrenging av støv.

8.2.2.3 Åndedrettsvern

Det anbefales lokal lufting for å holde støvkonsentrasjonen under de fastsatte terskelverdiene. Det anbefales også passende partikkelfiltermasker, avhengig av den ventede eksponeringskonsentrasjonen.

8.2.2.4 Varmefare

Stoffet gir ikke opphav til farlig varme, men metallbøtter kan bli svært varme ved våtlesking. Unngå direkte kontakt.

8.2.3 Miljøeksponeringskontroll

Alle luftesystemer må filtreres før utslipp til atmosfæren. Unngå utslipp til miljøet. Avgrens spill. Eventuelt større utslipp til vannløp må varsles til Klima- og forurensningsdirektoratet eller annen ansvarlig myndighet.

Det aktuelle eksponeringsscenariet som kan fås ved henvendelse til leverandøren, gir ytterligere forklaring av tiltak for risikohåndtering som skal gi tilstrekkelig kontroll av miljøeksponeringen for stoffet.

9 FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

9.1 Opplysninger om grunnleggende fysiske og kjemiske egenskaper

- Utseende: Hvitt eller hvitaktig (beige) fast stoff av forskjellige dimensjoner: klumper, korn eller fint pulver
 - Lukt: luktfritt
 - Lukterskel: ikke aktuelt
 - pH: 12,3 (mettet løsning ved 20 °C)
-

- Smeltepunkt: > 450 °C (studieresultat, EU A.1-metoden) (i realiteten er smeltepunktet over 2500 °C)
- Kokepunkt: ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)
- Flammepunkt: ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)
- Fordampingshastighet: ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)
- Brannfare: ikke brannfarlig (studieresultat, EU A.1-metoden)
- Eksplosivitetsgrenser: ikke eksplosivt (har ingen kjemiske strukturer som vanligvis forbindes med eksplosivitet)
- Damptrykk: ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)
- Damptetthet: ikke aktuelt
- Relativ tetthet: 3,31 (studieresultat, EU A.3-metoden)
- Løselighet i vann: 1337,6 mg/l (studieresultat, EU A.6-metoden)
- Partisjonskoeffisient: ikke aktuelt (uorganisk stoff)
- Selvantennelsestemperatur: ingen relativ selvantennelsestemperatur under 400 °C (studieresultat, EU A.16-metoden)
- Dekomponeringstemperatur: ikke aktuelt
- Viskositet: ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)
- Oksidasjonsegenskaper: Ingen oksiderende egenskaper (Ut fra den kjemiske strukturen inneholder stoffet ikke et overskudd av oksygen eller noen strukturgruppe som er kjent for en tendens til å reagere eksotermt med brennbare stoffer)

9.2 Andre opplysninger

Ingen tilgjengelige

10 STABILITET OG REAKTIVITET

10.1 Reaktivitet

Kalsiumoksid reagerer eksotermt med vann til kalsiumdihydroksid.

10.2 Kjemisk stabilitet

Kalsiumoksid er stabilt under normale bruks- og oppbevaringsforhold (NB! tørt).

10.3 Mulighet for farlige reaksjoner

Kalsiumoksid reagerer eksotermt med syrer til kalsiumsalter.

10.4 Forhold som må unngås

Reduser kontakt med luft og fukt til et minstemål for å hindre nedbrytning.

10.5 Uforlikelige materialer

- Kalsiumoksid reagerer eksotermt med vann til kalsiumdihydroksid: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 1155 \text{ kJ/kg CaO}$
- Med syrer reagerer kalsiumoksid eksotermt til kalsiumsalter.
- Kalsiumoksid reagerer med aluminium og messing i nærvær av fukt under hydrogenutvikling: $\text{CaO} + 2\text{Al} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{Al}(\text{OH})_4)_2 + 3\text{H}_2$

10.6 Farlige nedbrytningsprodukter

Ingen.

Andre opplysninger: kalsiumoksid absorberer fuktighet og karbondioksid fra luft slik at det dannes kalsiumkarbonat, et vanlig stoff i naturen.

11 TOKSIKOLOGISKE OPPLYSNINGER

11.1 Opplysninger om toksikologiske virkninger

a. Akutt toksisitet

Oral LD50 >2000 mg/kg kroppsvekt (OECD 425, rotteforsøk)

Dermal LD50 >2500 mg/kg kroppsvekt (kalsiumdihydroksid, OECD 402, kaninforsøk) – disse resultatene gjelder også kalsiumoksid, som omdannes til kalsiumhydroksid ved kontakt med vann

Innånding ingen tilgjengelige data

Kalsiumoksid er ikke akutt giftig.

Ikke grunnlag for klassifisering som akutt gift.

b. Irritasjon/etsing av huden

Kalsiumoksid irriterer huden (forsøk på levende kaniner).

Ut fra forsøksresultater må kalsiumoksid klassifiseres som hudirriterende. [Skin Irrit 2 (H315 – Irriterer huden)]

c. Alvorlig øyeskade/-irritasjon

Kalsiumoksid medfører fare for alvorlig øyeskade (øyeirritasjonsstudier på levende kaniner).

Ut fra forsøksresultater må kalsiumoksid klassifiseres som alvorlig irriterende for øyet. [Eye Damage 1 (H318 – Gir alvorlig øyeskade)]

d. Framkalling av hud- og luftveisallergi

Ingen tilgjengelige data. Kalsiumoksid regnes ikke for å kunne framkalle hudallergi ut fra virkningens karakter (pH-endring) og fordi kalsium regnes som essensielt for den menneskelige ernæringen.

Ikke grunnlag for klassifisering som allergiframkallende.

e. Kimcellemutagenisitet

Bakteriell tilbakemutasjonstest (Ames-test, OECD 471): negativ

Siden Ca er et allestedsnærværende og essensielt næringsstoff, og eventuell pH-endring som skyldes kalsiumoksid i vannmedium ikke er fysiologisk relevant, er CaO åpenbart ikke noe mutagen, heller ikke for kimcellene.

Ikke grunnlag for klassifisering som mutagen.

f. Evne til å framkalle kreft

Kalsium (gitt som Ca-laktat) er ikke kreftframkallende (resultat fra forsøk på rotter). pH-virkningen til kalsiumoksid innebærer ikke fare for å framkalle kreft.

Epidemiologiske data fra mennesker gir ikke grunnlag for at kalsiumoksid har noen evne til å framkalle kreft.

Ikke grunnlag for klassifisering som kreftframkallende.

g. Forplantningsgiftighet

Kalsium (gitt som Ca-karbonat) er ikke giftig for forplantningen (resultat fra forsøk på mus). pH-virkningen innebærer ikke fare for forplantningen.

Epidemiologiske data fra mennesker viser at kalsiumoksid mangler potensial for forplantningsgiftighet. Verken dyreforsøk eller kliniske studier på mennesker med forskjellige kalsiumsalter har påvist noen virkningen på forplantningen eller fosterutviklingen. Se også EUs Vitenskapelige matvarekomité (punkt 16.6).

Kalsiumoksid er altså ikke giftig for forplantningen eller fosterutviklingen.

Det kreves ikke klassifisering som forplantningsgift i henhold til forskriften (EC) 1272/2008.

h. STOT, enkelteksponering

Data fra mennesker viser at CaO irriterer luftveiene.

Oppsummeringen og evalueringen i SCOEL-anbefalingen, klassifiserer kalsiumoksid på grunnlag av data fra mennesker som irriterende for luftveiene. [STOT SE 3 (H335 – Kan forårsake irritasjon av luftveiene)]

i. STOT, gjentatt eksponering

Den orale giftigheten til kalsium ivaretas av den øvre inntaksgrensen (UL) for voksne som av EUs Vitenskapelige matvarekomité (SCF) er bestemt til UL = 2500 mg/d og svarer til 36 mg/kg kroppsvekt/d (70 kg-person) for kalsium.

Giftigheten til CaO gjennom huden regnes ikke som relevant på grunn av det forventede ubetydelige opptaket gjennom huden og at lokal irritasjon er den primære helsevirkningen (pH-endring).

Giftigheten til CaO ved innånding (lokal virkning, irritasjon av slimhinnene) ivaretas av en 8-timers TWA som EUs Vitenskapelige komité om yrkeseksponeringsgrenser (SCOEL) har bestemt til 1 mg/m³ respirerbart støv (se punkt 8.1).

Derfor er det ikke behov for å klassifisere CaO som giftig ved langvarig eksponering.

j. Aspirasjonsfare

Det er ikke kjent at kalsiumoksid utgjør noen aspireringsfare.

12 ØKOLOGISKE OPPLYSNINGER

12.1 Giftighet

12.1.1 Akutt/langvarig giftigvirkning for fisk

LC50 (96 t) for ferskvannsfisk: 50,6 mg/l (kalsiumdihydroksid), LC50 (96 t) for saltvannsfisk: 457 mg/l (kalsiumdihydroksid)

12.1.2 Akutt/langvarig giftvirkning for bløtdyr som lever i vann

EC50 (48 t) for bløtdyr i ferskvann: 49,1 mg/l (kalsiumdihydroksid), LC50 (96 t) for bløtdyr i saltvann: 158 mg/l (kalsiumdihydroksid)

12.1.3 Akutt/langvarig giftvirkning for vannplanter

EC50 (72 t) for ferskvannsalger: 184,57 mg/l (kalsiumdihydroksid). NOEC (72 t) for ferskvannsalger: 48 mg/l (kalsiumdihydroksid)

12.1.4 Giftighet for mikroorganismer, f.eks. bakterier

Kalsiumoksid i høy konsentrasjon brukes til desinfeksjon av kloakkslam på grunn av temperaturøkningen og pH-forhøyningen.

12.1.5 Kronisk giftighet for organismer som lever i vann

NOEC (14 d) for bløtdyr i saltvann: 32 mg/l (kalsiumdihydroksid)

12.1.6 Giftighet for organismer som lever i jord

EC10/LC10 eller NOEC for makroorganismer i jord: 2000 mg/kg tørrvekt jord (kalsiumdihydroksid)

EC10/LC10 eller NOEC for mikroorganismer i jord: 12000 mg/kg tørrvekt jord (kalsiumdihydroksid)

12.1.7 Giftighet for landplanter

NOEC (21 d) for landplanter: 1080 mg/kg (kalsiumdihydroksid)

12.1.8 Allmenn virkning

Akutt pH-virkning. Dette produktet er nyttig for å korrigere surheten i vann, men konsentrasjoner på over 1 g/l kan være skadelig for livet i vannet. En pH-verdi over >12 vil imidlertid synke raskt på grunn av fortykning og karbonatisering.

12.1.9 Andre opplysninger

Resultatene for kalsiumdihydroksid gjelder også for kalsiumoksid, siden dette danner kalsiumdihydroksid ved kontakt med vann.

12.2 Persistens og nedbrytbarhet

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer.

12.3 Bioakkumuleringsevne

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer

12.4 Mobilitet i jord

Kalsiumoksid reagerer med vann og/eller karbondioksid til henholdsvis kalsiumdihydroksid og/eller kalsiumkarbonat, som er tungtløselige og har lav mobilitet i de fleste jordsmonn.

12.5 Resultater av PBT- og vPvB-vurdering

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer

12.6 Andre skadevirkninger

Ingen andre skadevirkninger identifisert

13 DISPONERING

13.1 Avfallsbehandlingsmetoder

Avfallsbehandling av kalsiumoksid må gjøres i samsvar med lokale og nasjonale forskrifter. Bearbeiding, bruk og forurensning av dette produktet kan forandre alternativene for avfallsbehandling. Beholderen og ubrukt innhold må kastes i samsvar med lokale og nasjonale forskrifter.

Den brukte emballasjen er i hovedsak bare ment for dette produktet og bør ikke gjenbrukes til andre formål uten fullstendig tømming og grundig vasking med vann.

14 TRANSPORTOPPLYSNINGER

Kalsiumoksid er ikke klassifisert som farlig ved transport (ADR (vei), RID (jernbane), IMDG / GGVSea (sjø)).

14.1 FN-Nummer

UN 1910

14.2 FN forsendelsesnavn

Kalsiumoksid

14.3 Transportfareklasse(r) Klasse 8

Kalsiumoksid er oppført i IMDG (supplement 34-08).

14.4 Emballasjegruppe

Gruppe III (flytransport (ICAO/IATA))

14.5 Miljøfarer

Ingen

14.6 Særlige forsiktighetsregler ved bruk

Unngå all frigjøring av støv under transport ved hjelp av lufttette tanker for pulver og overdekte biler for grus.

14.7 Bulktransport i samsvar med Tillegg II i MARPOL73/78 og IBC-regelverket

Ikke lovregulert

15 OPPLYSNINGER OM BESTEMMELSER

15.1 Særlige bestemmelser/særskilt lovgivning om sikkerhet, helse og miljø for stoffer eller stoffblandinger

- Godkjenning: Ikke nødvendig
- Bruksrestriksjoner: Ingen
- Andre EU-forskrifter: Kalsiumoksid er ikke et SEVESO-stoff, fortynner ikke ozonlaget og er ikke en persistent organisk forurensning.
- Nasjonale forskrifter: Fare for vannmiljø, klasse 1 (Tyskland)

15.2 Vurdering av kjemikaliesikkerhet

Det er utført en kjemisk sikkerhetsanalyse for dette stoffet.

16 ANDRE OPPLYSNINGER

Dataene er basert på den mest oppdaterte kunnskapen til leverandør, men utgjør ikke noen garanti for noen bestemt produktegenskap og etablerer ikke noe lovgyldig kontraktforhold.

16.1 Faresetninger

H315:	Irriterer huden.
H318:	Gir alvorlig øyeskade.
H335:	Kan forårsake irritasjon av luftveiene.

16.2 Sikkerhetssetninger

P102:	Oppbevares utilgjengelig for barn.
P280:	Benytt vernehansker/verneklær/vernebriller/ansiktsskjerm.
P305+P351+P310:	VED KONTAKT MED ØYNENE: Skyll forsiktig med vann i flere minutter. Kontakt umiddelbart et GIFTINFORMASJONSSENTER eller lege.
P302+P352:	VED HUDKONTAKT: Vask med mye såpe og vann.
P261:	Unngå innånding av støv/aerosoler
P304+P340:	VED INNÅNDING: Flytt personen til frisk luft og sørg for at vedkommende hviler i en stilling som letter åndedrettet.
P501:	Innhold/holder leveres som avfall i samsvar med lokale/regionale/nasjonale/internasjonale forskrifter FOR 2004-06-01 nr. 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) Kap. 11. Inkludert den europeiske avfallslisten. Avfall fra letting, utvinning og i steinbrudd og fysisk og kjemisk behandling av mineraler: EAL- kode 010407, 010305

16.3 Forkortelser

EC50: median effective concentration – medianeffektiv konsentrasjon

LC50: median lethal concentration – median dødelig konsentrasjon

LD50: median lethal dose – median dødelig dose

NOEC: no observable effect concentration – høyeste konsentrasjon uten observerbar virkning

OEL: occupational exposure limit – yrkeseksponeringsgrense

PBT: persistent, bioaccumulative, toxic chemical – persistent, bioakkumulerende giftig stoff

PNEC: predicted no-effect concentration – høyeste konsentrasjon uten forutsett virkning

STEL: short-term exposure limit – grense for kortvarig eksponering

TWA: time weighted average – tidsvektet gjennomsnitt

vPvB: very persistent, very bioaccumulative chemical – svært persistent, svært bioakkumulerende

16.4 Viktigste litteraturhenvisninger

Anonym, 2006: Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals Scientific Committee on Food, European Food Safety Authority, ISBN: 92-9199-014-0 [SCF-dokument]

Anonym, 2008: Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) for calcium oxide (CaO) and calcium dihydroxide (Ca(OH)₂), European Commission, DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, SCOEL/SUM/137, februar 2008

16.5 Oppdatering

Versjon 1.1, 13.11.2022 er første versjon av sikkerhetsdatabladet for Mosterkalk

Erklæring om begrenset ansvar

Dette HMS-sikkerhetsdatabladet er basert på bestemmelsene i REACH-forskriften (EC 1907/2006; artikkel 31 og tillegg II), med supplementer. Innholdet er ment som en veiledning til sikker håndtering av stoffet. Det er mottakerne av dette databladet som har ansvar for at opplysningene i bladet leses godt og blir forstått av alle personer som kan komme til å bruke, håndtere, kaste eller på annen måte komme i kontakt med produktet. Opplysningene og instruksjonene i dette databladet er basert på den vitenskapelige og tekniske viten som er tilgjengelig på den angitte publiseringsdatoen. Databladet må ikke forstås som en garanti for teknisk ytelse eller egnethet for noe bestemt formål, og etablerer ikke noe lovgyldig kontraktforhold. I og med denne versjonen av databladet er alle tidligere versjoner ugyldige.

TILLEGG

Aktuelle eksponeringsscenarioer (ES): 9.1 – 9.16.

Sikkerhetsdatabladet er slutt

Vedlegg 3: Vurdering av CO₂-utslipp fra produksjon av Mosterkalk

Med en liten produksjon på maksimalt **ca. 5 tonn brent kalk fra en brenning av ca. 10 tonn marmor ved ca. 90% utbytte**, gir Mosterkalk et begrenset miljøavtrykk. Antall årlige brenninger er heller ikke forventet å overstige en til to i den nærmeste tiden.

Vurdering av CO₂-utslipp fra en brenning må ta hensyn til to hovedkomponenter:

1. Utslipp fra konvertering av marmor (CaCO₃) til brent kalk (CaO) og gjenopptak av CO₂ ved herding av kalk etter lesking
2. Utslipp fra fyring med ved

I tillegg kommer utslipp fra uttak av marmor (opphogging med hydraulisk hammer), transport og øvrig håndtering, inkl. produksjon og transport av emballasje. Brenning med ved forårsaker også andre utslipp enn CO₂, spesielt partikler, men dette tas ikke med i vurderingene under. Kalkovnen i Mosterhamn kan anses som rentbrennende pga. den gode trekken, men det er ikke utført målinger av slike utslipp.

Utslipp fra konvertering av marmor til brent kalk og gjenopptak ved herding

Det slippes maksimalt ut 44% CO₂ av marmorens vekt, dvs. maksimalt ca. 4 tonn pr. brenning ved 90% utbytte. Det aller meste av utslippet vil være gjenstand for gjenopptak når produkter laget fra den brente kalken herder ved karbonatisering (mørtler, slemming, hvitting). En kan regne med et raskt og høyt gjenopptak, da produktene sjelden benyttes til muring av tykke steinvegger. I slike tilfeller vil gjenopptak ta lang tid og en kan heller ikke vente fullstendig gjenopptak. Spekkemørtler, pussmørtler, slemming og hvitting ligger imidlertid så nær veggens overflate og dermed god tilgang til CO₂, at en kan regne med nær fullstendig gjenopptak innen 1-2 år. Mosterkalk er svakt hydraulisk og en må også ta hensyn til at en liten andel av bindemiddelet vil herde uten å ta opp CO₂. Om en for å være på den sikre siden regner at 10% av utslippet under brenning ikke blir gjenopptatt, så betyr dette at en brenning har et maksimalt nettoutslipp fra konvertering av kalken på ca. 400 kg, dvs. ca. 80 kg CO₂ pr. tonn brent kalk.

Utslipp fra ved til brenning

En brenning krever 10-12 mål furuved. Her er dette omregnet til 30 m³, dvs. 19,5 fm³ eller ca. 8,7 tonn. Omregningsfaktoren fra tremasse til CO₂ kan variere fra 1,5 til 1,8, her brukes for sikkerhets skyld 1,8. Utslippet pr. brenning blir da i størrelsesorden 15,7 tonn CO₂. Ved et utbytte på 5 tonn brent kalk svarer dette til 3,14 tonn CO₂ pr. tonn brent kalk.

Sammenligninger og problemet med ved som klimanøytralt brensel

Det er beregnet at utslippet fra brensel ved industriell kalkbrenning ligger mellom 0,2 og 0,45 tonn CO₂ pr. tonn brent kalk.¹ Dette gjelder store ovner der en kontinuerlig brenner opp til mange hundretusen tonn i året. En ser at utslippet er betydelig mindre pr. tonn enn hva en oppnår i en tradisjonell kalkovn, som er mye mindre energieffektiv, bl.a. pga. begrenset varmeisolering.

Industrielle ovner fyres tradisjonelt med fossile brensel som kull og spillolje, men overgangen til bruk av biobrensel o.a. er i gang (som i sementindustrien). Siden fyring med ved i Norge politisk anses som nær klimanøytralt, så må en anse selve brenningen med ved i små kalkovner, tross det relativt

¹ Se: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 2.A.2 Lime production (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>)

sett høye energiforbruket, som nær klimanøytralt. Det beregnes normalt en utslippsfaktor på 0,03 ved bruk av trepellets i fyrkjel.² Om en bruker denne faktoren, vil brenning av veden gi et utslipp på ca. 95 kg pr. tonn brent kalk.

Det er imidlertid stor debatt om fyring med ved kan regnes som klimanøytralt. Dette er fordi gjenopptak av CO₂ ved skogplanting oa. ligger langt frem i tid. I en situasjon der det er av stor betydning å redusere utslipp raskt, så mener mange en ikke kan anse vedfyring som klimanøytralt.

Utslipp ved uttak av marmor, transport og håndtering

Kalkbrenningen i Mosterhamn utføres i stor grad som manuelt arbeid. Det trengs likevel drivstoff (diesel) til følgende operasjoner (anslag gjelder en brenning):

- Opphogging av helt lokal marmor, beregnet til en dags (7,5 t) bruk av liten hydraulisk hammer
- Framkjøring av lokal ved, beregnet til totalt 50 km med liten lastebil
- Småkjøring med traktor for diverse transport, beregnet til totalt 10 km

Transport av brent kalk til avtaker kunne også vært tatt med. Denne vil være i størrelsesorden maksimalt 200 km t/r (for avtakere på Vestlandet). Likeledes kunne en ha tatt med utslipp ved produksjon og transport av emballasje (blåtønner). Disse kan gjenbrukes mange ganger og en har foreløpig ikke kontroll med utslipp i dette leddet.

Totalt kan en da regne med maksimalt 60 km intern transport ved hver brenning, for enkelhets skyld med liten lastebil for alt. I tillegg kommer transport til avtaker, som naturlig nok vil variere. Utslipp av CO₂ vil variere etter veiens og trafikkenes beskaffenhet, men kan antas å ligge i størrelsesorden 1 kg/km.³ Om en antar dieselforbruk på 10 l/t for hydraulisk hammer vil et dagsforbruk ligge på 75 l, med et normalt utslipp på ca. 1,6 kg CO₂ pr. l. Dette vil si at intern transport vil utgjøre ca. 60 kg CO₂ og bruk av hydraulisk hammer ca. 120 kg CO₂ pr. brenning, totalt 180 kg CO₂ pr. brenning, dvs. ca. 35 kg CO₂ pr. tonn brent kalk.

Oppsummering og sluttvurdering

Om en regner fyringsveden som nær klimanøytral, slik det er gjengs i Norge, vil CO₂-regnskapet for brenning av Mosterkalk se slik ut:

Utslippskilde	Utslipp (kg CO ₂ /tonn brent kalk)
Konvertering av marmor til brent kalk (netto)	80
Utslipp fra fyring med ved	95
Intern transport og håndtering	35
Sum	210

Dette vil si at en avtaker kan beregne CO₂-belastningen ved bruk av Mosterkalk til ca. 210 kg CO₂ pr. tonn brent kalk. I tillegg kommer transport fra Mosterhamn til byggeplassen.

Per Storemyr, Fabrica, 16.11.2022

² Se: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/>

³ Se fotnote 2.