



Figur 1: Den vanligste formen for tradisjonelle, vedfyrte kalkovner i Europa: En steinbygd, sylindrisk ovn med buet fyråpning, delvis gravd inn i en bakke for å holde godt på varmen og for å lette tilgangen til ovnstoppen. Ovnstypen er beregnet på periodisk brenning, dvs. nedkjøling og uttak av brent kalk før ny fylling og brenning. Her fra Hinterbrühl i Østerrike.

Kilde: Maleri av Ferdinand Georg Waldmüller, 1845, Wikimedia Commons.

SMÅSKALA KALKBRENNING: GEOLOGISK MANGFOLD I KULTURMINNEVERNETS TJENESTE

Av Per Storemyr, Tore Granmo og Terje Berner

I årboka for 1997 skrev Britt-Alise Hjelmeland artikkelen «Mur til besvær». Her viser hun vanskelighetene med å skaffe god kalk til restaurering av stein- og murbygninger.

Hun rapporterer også fra de første forsøkene med småskala kalkbrenning for å lage bygningskalk «som i gamle dager». 26 år senere er vanskene der fortsatt, men forståelsen for eldre kalk og mørtler har økt betraktelig, blant annet gjennom et stort antall småskala brenninger. I tillegg til historisk bakgrunn, setter denne artikkelen søkelys på hva artikkelforfatterne og deler av fagmiljøet har lært av kalkbrenning på Vestlandet, i Mjøsområdet og på Sørlandet. Sentralt står betydningen av ulike råstoffer – det geologiske mangfoldet – for tilvirkning av kalk og mørtler på «gamlemåten».

Få materialer i arkitekturarven er bærer av så mye natur- og kulturhistorie som bindemiddelet kalk. Brenning for å tilvirke kalk av kalkråstoffer ble oppdaget for første gang i Midtøsten for mer enn 10 000 år siden, og dette var også forløperen for både keramikkhåndverket og metallurgien.¹ Snart ble kalk brent til mørtel, puss og maling også i andre deler av middelhavsområdet og siden ble prosessen uavhengig oppdaget over nesten hele verden.² Bruk av kalk tok til i Norge i forbindelse med kirkebygging i tidlig middelalder, med importert kunnskap fra De britiske øyer og via Tyskland og Danmark. Til England og Tyskland hadde kunnskapen om kalkhåndverket kommet med romernes ekspansjon 1000 år tidligere. Det er umulig å tenke seg arkitekturhistorien uten kalk, som også var forutsetningen for utvikling av Portlandsement, som ble patentert i 1824 og nå er verdens suverent viktigste byggemateriale, selv om det er et ganske annerledes materiale enn på 1800-tallet.³

Produksjon av kalk og sement har satt voldsomme miljøavtrykk – fra steinbrytning, forbruk av brensel og avbrenning av CO₂ fra kalkråstoffene. Kalkbrenning var en hovedårsak til avskogingen av England i løpet av middelalderen, noe som ga starten på bruk av fossile brensler (steinkull),⁴ mens dagens sementindustri, som bruker tilsvarende kalkråstoffer, er en av de største globale kildene til utslipp av CO₂.⁵ Dette er en svært kompleks historie som fortjener en egen artikkel, slik kalkens og

sementens komplekse kjemi også gjør det. Her skal vi bare slå fast at kalkbrenning prinsipielt er mindre energikrevende og gir mindre utslipp enn sementproduksjon. Det er fordi kalk brennes på lavere temperatur (850–1000 grader) enn sement (1400–1500 grader) og dessuten primært herder ved gjenopptak av CO₂ fra luften, mens sement herder ved opptak av vann. Mange steder foregår det nå utviklingsarbeid for å begrense miljøavtrykk.⁶ Bruk av kalk istedenfor sement i moderne konstruksjoner er også under diskusjon, inkludert fordelene med enklere gjenbruk av materialer i slike konstruksjoner. Dessuten diskuteres fordelene ved småskala kalkbrenning for restaureringsformål.⁷

For å lage kalk må det brennes et råstoff – en geologisk ressurs. Gjennom historien har man møysommelig lett seg fram til svært mangfoldige råstoffer som ga kalken ulike egenskaper, ikke minst i Norge, som er et av de få landene i Europa der det fra begynnelsen ble tatt i bruk både mange sorter sedimentære, fossilrike kalksteiner på Østlandet og dens mangslungne metamorfe slektning, krystallin marmor, som er enerådende langs kysten fra Agder til Nord-Norge. Norge har mindre kalk i berggrunnen enn mesteparten av Europa ellers, men likevel et variert utvalg av råstoffer i fast fjell. Landet var derfor relativt selvforsynt og heller ikke særlig påvirket av hva som fant sted i «kalkfattige» deler av det nord-atlantiske området; vestkysten av Danmark, øyene nord for Skottland og vesterhavsøyene, der

1 Kingery et al., 1988; Carran et al., 2012.

2 Carran et al., 2012.

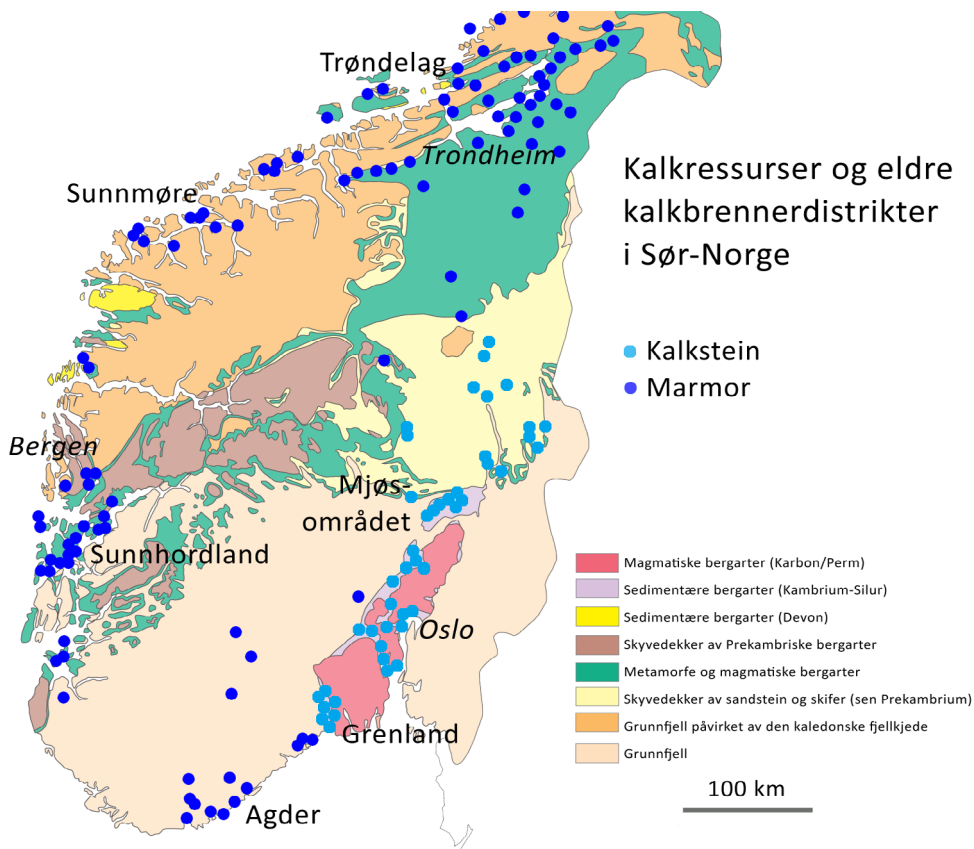
3 Storemyr, 2015, s. 107-116, s. 228-235, s. 361-369.

4 Nef, 1977.

5 *Nature*, 2021.

6 For eksempel Brevik sementfabrikk, som om kort tid starter med karbonfangst og lagring. Se <https://www.brevikccs.com/en> (hentet 31.7.2023).

7 Forster et al., 2020.



Figur 2: Kalkressurser i Norge. Ansamlinger av ressurser definerer eldre kalkbrennerdistrikter. Langs kysten fra Agder til Trøndelag finnes det kun marmor. Kalkstein opptrer i Oslofeltet og nord for Mjøsoområdet. Kart basert på NGUs geologiske kart og mineralressursdatabase.

en brant skjell i større skala.⁸ Brenning av disse mangfoldige råstoffene for å få brennt kalk som kunne leskes til et bindemiddel, et lim, ble utført på mange måter, avhengig av naturgitte forutsetninger og tradisjoner. Det ble i hovedsak benyttet ved som brensel, men også torv, i alt fra de enkleste miler og små steinbygde ovner – inntil man i Norge fra midten av 1800-tallet begynte å ta i bruk kullfyrte sjaktovner for kontinuerlig drift, det siste leddet i den tradisjonelle

kalkbrenningens historie – og overgangen mot moderne produksjon.⁹

Fra produksjon i anslagsvis hundrevis av kalkverk i middelalderen og gjennom etterreformatorisk tid,¹⁰ er det i dag ingen kommersielle produsenter av bygningskalk igjen i Norge. Slik produksjon tok suksessivt slutt gjennom 1900-tallet, da kalkverkene ble færre, større og etter hvert stort sett leverte til ulike industriformål og jordbruket. Vel

⁹ For den generelle utviklingen, se Wingate, 1985.

¹⁰ Bare ca. 130 kalkovner/kalkverk er registrert i Kulturminnesøk

⁸ Se oversikt i Storemyr og Árting, under utgivelse.



Figur 3: Typiske steinbygde sjaktovner fra overgangen mellom tradisjonell brenning og industri i perioden mellom andre halvdel av 1800-tallet og til litt innpå 1900-tallet. I disse ovnene kunne en brenne både kontinuerlig og periodisk – med steinkull eller ved. Fra venstre: Bergevika (Helgøya i Mjøsa), Bjorvatn (Froland, Agder) og Hovden (Sunnmøre).
Foto: Per Storemyr.

så viktig var det at Portlandsement ble billigere og gikk sin seiersgang i bygningsbransjen – i Norge levert fra de tre store produsentene Slemmestad (1892–1990), Brevik (1919–) og Kjøpsvik (1920–).¹¹ Siden Portlandsement allerede fra midten av 1800-tallet ble importert,¹² har den nå gjennom mer enn 150 år satt sitt sterke preg på bygninger som opprinnelig ble bygd og vedlikeholdt med kalk, ikke minst middelalderkirkene i stein. Dette er den viktigste årsaken til store skader og dagens strev med å fjerne sementholdige mørtler, ofte blandinger av kalk og sement (KC), for å erstatte dem med kalk. Sementholdige mørtler er for sterke, stive og tette på en gammel murbygning. De fører til sprekker og fuktskader og vanskeliggjør nødvendige reparasjoner. Kalkmørtler er på sin side mye svakere, mer elastiske og porøse, de har evnen til å oppføre seg i takt med vær

og vind og små bevegelser i bygningene. Dessuten er det lett å reparere uunngåelige skader med tilsvarende kalker.¹³ Samtidig må en ha i mente at sement og betong ofte har vært til stor hjelp, blant annet for å sikre fundamenter ved setningsskader på historiske bygninger.

Siden det ikke finnes kommersielle produsenter av bygningskalk i Norge, kommer en del av kalken til dagens restaureringsformål fra kalkfabrikken på Hylla i Trøndelag. Her brennes det svært ren Verdalsmarmor primært for papir- og annen industri.¹⁴ Dette er en ren luftkalk, som herder (karbonatiserer) kun ved opptak av CO₂ fra luften. Det finnes kun en ytterligere moderne kalkovn i landet, for industrien i Mo i Rana, men kalk herfra har ikke vært brukt til restaurering. En god del kalk blir importert fra Sverige og Danmark, mens det i de senere år, som

11 Gartmann, 1990.

12 Storemyr, 2015, s. 361-364.

13 For norske forhold, se Storemyr og Stige, 2021.

14 Verdalskalk. <https://kalk.no/selskap-og-anlegg/verdalskalk/> (hentet 31.07.2023)

ellers i Europa, har vært et voldsomt oppsving i import av såkalt NHL, eller naturlig hydraulisk kalk, med St. Astier i Frankrike som den viktigste leverandøren til Norge. Kalken herfra blir brent fra en uren kalksteinsforekomst, en krittforekomst med 75 % kalkspat (CaCO_3) og et høyt innhold av kisel (13 % SiO_2), som blir fabrikkprodusert til ulike styrkegrader.¹⁵ Dessverre opplyser ikke produsenten om alle detaljer i fabrikkasjonsprosessen, men flere uavhengige, naturvitenskapelige studier har de senere år vist at angitt styrkegrad ofte er misvisende og at mørtlene har en tendens til å øke styrken betraktelig over tid. Dette er urovekkende for restaureringsarbeid som trenger svake kalker, men i tråd med hva som er kjemisk/mineralogisk forventet.¹⁶

Mange kalker er naturlig hydrauliske. Forenklet sagt skapes det ved brenning av kalk fra urene råstoffer komplekse silisium-, aluminium- og jernforbindelser, dvs. hydrauliske mineraler omtrent som klinke- ren i sement, i tillegg til den brente kalken selv. Det er først og fremst mengden og typen av urenheter i råstoffet, brenntemperaturen og grad av nedknusning/nedmaling før og etter brenning som avgjør hvor hydrauliske, eller «sterke» og «tette», slike kalker blir, altså hvor godt de kan herde med vann eller hydratisere.¹⁷ Begrepet «hydraulisk» er da også avledet av *hydor*, det greske ordet for vann. Siden 16–1700-talet har slike produkter fått flere distinkte, kommersielle navn i Europa, som Romansement, Naturlig sement og Naturlig hydraulisk kalk.

Romersk sement/betong er noe annet, da det her ble tilsatt pozzolan eller hydrauliske mineraler fra vulkansk aske/sand til en ren kalk,¹⁸ senere videreført med tilsetninger av andre hydrauliske komponenter (f.eks. slagg). Virkeligheten er imidlertid mer kompleks enn de distinkte navnene kan gi inntrykk av, og det var og er dels svært flytende grenser mellom ulike produkter, også mot tidlige former for Portlandsement.¹⁹ I utgangspunktet ble slike produkter ofte utviklet for å kunne bygge under veldig fuktige forhold, f.eks. kaianlegg og store fundamenter, men etter hvert kom de også i bruk som erstatning for svakere kalker, ikke sjelden som tilsetning til disse.

I Norge ser det ut til å ha blitt importert tidlige naturlige sementer (eller sterkt hydrauliske kalker) helt fra 1600-tallet. Trolig ble en del av Nidarosdomen reparert med kalk blandet med litt «sement», kanskje fra Holland, i 1660-årene,²⁰ mens den kjente Farrisdammen ved Larvik skal ha fått sin «sement» fra Amsterdam på 1760-tallet.²¹ Den ble også blandet med kalk. Selv om mange kalker brent i etterreformatorisk tid var ganske hydrauliske (bl.a. fra Langøya utenfor Holmestrand), var det ikke før i 1840-årene at en fikk en viss egenproduksjon av naturlig sement, bl.a. med uren kalk fra Malmøya til anlegget på Langøyene ved Oslo.²² Det har imidlertid vært lite forskning på dette i Norge,²³ men desto mer i Sverige,

15 Mineralogy & chemistry of raw materials and products, se <https://www.stastier.co.uk/mineralogy-chemistry-of-raw-materials-and-products/> (hentet 31.07.2023).

16 Figueiredo, 2018; Figueiredo et al., 2018; Oh, 2020. Se også Elsen et al., 2010.

17 Elsen et al., 2010; Johansson, 2006; Johansson, 2017.

18 Lamprecht, 1996. En kan også fabrikkere tilsatser. For Norge, se Broch, 1848, s. 138-140

19 Eckel, 1922.

20 Lysaker, 1973, s. 114.

21 Norcem 1986, s. 6.

22 Se lokalhistoriewiki: Langøyene, [https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Lang%C3%B8yene_\(Oslofjorden\)](https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Lang%C3%B8yene_(Oslofjorden)) (hentet 09.08.2023). Jfr. Broch, 1848, s. 28, s. 139-143; Holtedahl, 1912, 40; Gartmann, 1990, s. 75-76.

23 Men se Waldum og Kjeldsen, 2006.

spesielt med Sølve Johannsons arbeid, som også berører norske forhold.²⁴

Det vi fra erfaring og spredte analyser etter alt å dømme kan slå fast, er at det overveldende flertallet av stein- og murbygninger fra middelalderen, gjennom etterreformatorisk tid og inn mot andre halvdel av 1800-tallet ble oppført med bare svakt eller meget svakt hydrauliske kalker. Det er fordi de ble brent fra forekomster som fra naturen side ikke har så mange urenheter og som gir bl.a. det svenskene kaller for

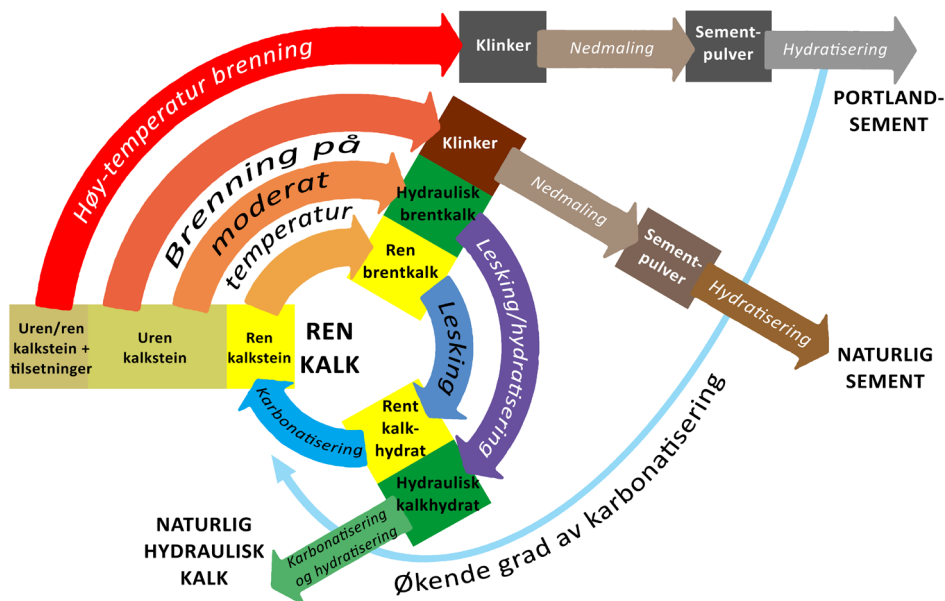
«sub-hydrauliske» kalker.²⁵ De har altså den rene kalkens egenskaper noenlunde intakte, men en smule ekstra styrke til å bl.a. motstå heftige værforhold. Noen er imidlertid sterkere, som vi skal se under.

SMÅSKALA KALKBRENNING I NORGE DE SISTE 25 ÅR

Det lille knippet av nye, mest industrielt produserte kalker en bruker i bygningsvernet i dag, kan ikke måle seg med det store mangfoldet som en gang fantes i Norge. Med unntak av Verdalskalk, kan en fra de nye kalkproduktene heller ikke lage den vanligste og enkleste formen for mørtel slik den ble blandet gjennom historien, som

24 Johansson, 2006; Johansson, 2017. Også Kristin Balksten har arbeidet med temaet (se bl.a. Balksten et al., 2013), spesielt i Jämtland, som har en historisk forbindelse til Trøndelag når det gjelder hvordan eldre kalkovner ble konstruert.

25 Lindqvist og Johansson, 2009.



Figur 4: Forenklet fremstilling av tilvirkning og herding av sement, hydrauliske kalker og rene kalker. Råstoffkvalitet, brenntemperatur og produksjonsprosess avgjør hva slags produkt en får, men det er flytende grenser mellom de ulike produktene. Tilpasset etter Brocklebank 2012.



Figur 5: Mørtellesking, eller «hotmix» med brennkalk fra Hyllestad. Det utvikles mye varme ved lesking av kalken i sanden. Vanligvis erstatter man trillebåra og spaden med tvangsblender for å sikre god blanding. Foto: Per Storemyr

såkalt «hotmix», dvs. lesking av den ferskbrente kalken sammen med det sandtilslag som lokalt var for hånden (mørtellesking). Om kalken ikke kunne fraktes helt fersk til byggeplassen, så fikk man varianter av brennkalk og kalk som var litt lesket med luftfuktigheten, dvs. tørrelesket kalk (eller hydratkalk). Generelt skapte dette svært

bindemiddelrike, «feite» mørtler med mye mindre sandtilslag enn i moderne tid. Undersøkelser på De britiske øyer viser at det store flertallet av bygninger oppført før 1900 har murmørtler blandet som hotmix, men mange har også jord/leiremørtler med litt kalk som forsterkning. Mer raffinerte former for tilvirkning, bl.a. ved bruk av

lagret, våtlesket kalk (kulekalk) og spesielle tilslag var reservert spesielle arbeider, som f.eks. stukk, finere pusser, underlag for kalkmaling, og hvitning.²⁶ Dette utfordrer eldre lærebokkunnskap i Norge, som har vært ganske fokusert på bruk av lagret, våtlesket kalk eller hydratkalk/tørlesket kalk (lesket med luftfuktigheten eller ved dypping i vann og pakket tørt).²⁷ Det er imidlertid ingen grunn til å tro at det var særlig annerledes i Norge enn på De britiske øyer, noe analyser av bl.a. mange, svært bindemiddelrike, godt bevarte mur- og fugemørtler i middelalderkirker vitner om.²⁸

Interessen for å forstå og gjøre bruk av det gamle mangfoldet, det eldre kalkbrennerhåndverket og ulike måter å lage mørtel på, startet i Trøndelag og på Østlandet for mer enn 25 år siden, bl.a. ved oppføring av en liten, kullfyrt kalkovn for å produsere relativt hydraulisk Langøya-kalk (Holmestrand) for restaurering av en historisk kalkovn på Karljohansvern (Horten). Ansvarlig var Terje Berner for et arbeid som ble rapportert i Britt-Alise Hjelmelands artikkel i årboka for 1997.²⁹ Inspirasjonen kom dels fra England og Skottland, dels fra Sverige, spesielt Gotland, der kalkbrenning i enkle ovner har pågått i nær ubrutt tradisjon siden middelalderen.³⁰ Senere har det blitt brent i en milelignende ovn på Røros,³¹ det brennes regelmessig i en

liten vedfyrt ovn i Trondheim for restaurering av Nidarosdomen, i Rissa har en testet ut brenning av lokal marmor og på Agatunet i Hardanger er det bygd en fin steinovn for restaurering og vedlikehold.³²

På Vestlandet og Hedmarken, og nylig på Sørlandet, har artikkelforfatterne, sammen med ulike kulturminneinstitusjoner, mange andre fagfolk og ikke minst frivillige, de siste 7–8 årene utført mer systematiske studier av råstoffer og hvordan en best kan brenne dem i frie kopier av eldre, vedfyrte ovner. Fra brenning i litt ulike, eksperimentelle småovner i Hyllestad (eier Hyllestad kommune)³³ og på Domkirkeodden i Hamar (eier Anno Museum)³⁴ har dette ført til bygging av to større, vedfyrte ca. 10-tonns sylindrovner i Mosterhamn (eier Moster Amfi)³⁵ og på Helgøya (eier Tore Granmo), samt en liten ovn i Tvedestrand (eier Ragg AS)³⁶. De større ovnene er av den vanligste, eldre typen i Europa, fra romertiden til Norges «bondeovner», som var i bruk inntil 1800-tallet.³⁷ Slike ovner har ofte en brenntid på 3–4 døgn og konsumerer typisk 15–25 kubikkmeter (6–10 mål) med ved. Vi bruker ved, og ikke kull, både fordi ved var det tradisjonelle og fordi vi vil unngå fossile brensler. Inspirasjon til arbeidet har igjen kommet fra Gotland,³⁸ men også fra Alpene³⁹ og Romania, der en fortsatt brenner kalk med ved i nær ubrutt tradisjon, faktisk helt siden romertiden.⁴⁰ Det er totalt gjennomført 40–50 brenninger av 15–20

26 Copsey, 2019a; Copsey, 2019b.

27 Se bl.a. Broch, 1848, s. 109–119.

28 Mørtelanalyser det refereres til i artikkelen er utført med polarisasjonsmikroskopi (tynnslipmikroskopi) av Per Storemyr eller Seir Materialanalyse AS. For metoder, se Elsen, 2006 og Balksten et al., 2019. For eksempler, se Seir og Hoffritz, 2019, Seir og Hoffritz, 2021 og Storemyr, 2023a.

29 Hjelmeland, 1997. Se også Forsvarsbygg, 2015.

30 Bl.a. Lisinski et al., 1987.

31 Lillegjelten, 2013.

32 Pennock, 2021.

33 Storemyr, 2017; Storemyr, 2020.

34 Bakstad og Reinfjord, 2017, s. 17–33.

35 Storemyr, 2022c; Storemyr, 2023b.

36 Storemyr, 2023c.

37 Jfr. Wingate, 1985.

38 Spesielt Buttle, se www.buttlekalk.se (hentet 01.08.2023).

39 Huwlyer, 2001.

40 Storemyr, 2022a.



Figur 6: Det nye, tradisjonelle kalkovnsanlegget bygd i 2022 i Mosterhamn på Bømlo, som kurs støttet av Fortidsminneforeningen. Oppe fra venstre: 1) Steinbygd, ca. 8 tonns ovn i bakkant og vedhus/arbeidshus i forkant. 2) Bent Morten Steinsland bygger enkelt hvelv av marmorblokker før brenning. Hvelvet definerer fyrkammeret og er den mest sårbare delen av ovnen, da det utsettes for intens varme og kan kollapse ved feil i byggingen. 3) Fylling med marmorstykker over hvelvet. 4) Brenntiden er drøyt 3 døgn. 5) Glød i ovnen under lokk av leiremørtel for å holde på varmen. Åpning rundt periferien sikrer trekk. 6) Uttak, kvalitetssikring, sortering og pakking av den brente kalken.

Foto: Per Storemyr

ulike kalkråstoffer og til sammen produsert noen titalls tonn brent kalk, alt benyttet stort sett med suksess til restaurering av flere middelalderkirker og andre bygninger, oftest i form av svært bindemiddelrik hotmix. Prinsippene bak arbeidet har vært «like-for-like» og prosessuell autentisitet, velkjente begreper i bygningsvernet, dvs. så langt det lar seg gjøre å fremstille og bruke restaureringsmørtler på tilsvarende måte og med tilsvarende egenskaper til de som er brukt opprinnelig. Det må sterkt understrekes at suksess selvsagt ikke bare er avhengig av kalken, men også av årsakene til alle skader er forstått og utbedret med håndverksmessig fagkunnskap.

Vi har særlig fått et bedre innblikk i Vestlandets tradisjonskalker, som er basert på marmor.⁴¹ Under skal vi gå nærmere inn på kunnskapen som er samlet gjennom brenning i Hyllestad og Mosterhamn, før vi kaster et blikk på hvordan det er å brenne ulike kalksteiner fra Mjøsområdet og Grenland. I diskusjonen holdes et visst søkelys på kunnskap av relevans for restaurering av middelalderkirker.

VESTLANDETS TRADISJONSKALKER

Fra spredte naturvitenskapelige analyser av kalkmørtel benyttet i Stavangerdistriktet, Sunnhordland, Bergensregionen, Sunnfjord/Nordfjord og Nordmøre ser det ut til at regionale kalker basert på brenning av kalkspatmarmor (marmor med kalkspat som hovedmineral) var de viktigste i middelalderen. Dette kan en lett se ved mikroskopanalyse, da små, halvbrente marmorfragmenter ofte er til stede i slike mørtler. I tillegg er det funnet et par tilfeller av mørtel basert

på brenning av skjell, men med sannsynlig datering til 16–1700-tallet.⁴² Bruken av «marmorkalk» fortsatte med styrke inn i etterreformatorisk tid, men det er verd å merke seg at det allerede fra 1500-tallet finnes historiske kilder om import av kalk, som må ha vært brent fra kalkstein, fra både Skottland og Tyskland.⁴³ En bør altså ikke bli overrasket om senere studier skulle vise at det allerede i middelalderen ble importert kalk til Vestlandet. I så måte kan en nevne et skipsvrak fra slutten av 1300-tallet funnet utenfor Mandal. En vet ikke hvor det kom fra eller hvor det skulle, men skipet var bygd i Polen og hadde tønner med kalk i lasten.⁴⁴

Vestlandets suverent største kalkbrennerdistrikt var fra gammelt av og helt inntil 1960-tallet Sunnhordland, som også har landets tidligste, skriftlige kilde om brenning av kalk, fra Halsnøy kloster på 1300-tallet.⁴⁵ I Sunnhordland finnes de største marmorforekomstene sør for Stad; de ligger i et svært lett tilgjengelig belte på nordsiden av Hardangerfjorden, fra ytterst ved Mosterhamn til lengre inne, på Varaldsøy. Særlige viktige steder var Moster-området og Huglo-Onarheim. Noen titalls eldre kalkovner og mange marmorbrudd med eldre infrastruktur er bevart, ovnene ofte som ruiner.⁴⁶ På Bømlo finnes dessuten den ene av Norges to kjente, bevarte middelalderske kalkovner, eller rettere sagt restene av en kalkmile, fra 1200-tallet.⁴⁷ Etter alt å

41 Vogt, 1997, s. 291-296; Storemyr, 2022b.

42 Storemyr, 2023d.

43 Espeland, 1918, s. 30-31.

44 Stylegar et al., 2019, s. 246. Det er uvisst om det dreier seg om brent kalk, torresket kalk eller kulekalk.

45 Espeland, 1918.

46 Espeland, 1918; Lohndal og Sortland, 1999; Sjursen, 2021.

47 Askeladden/Kulturminnesøk ID 116346. Den andre middelalderovnen ligger ved Værnes kirke.



Brudd/forekomster	Egenskaper	Vanlige farger/strukturer	Korningsgrad	Vedbrenning vanskelighetsgrad	Lesking, egenskaper	Farge brent/lesket kalk	Hydrauliske egenskaper	Egnet til
Hyllestad	Dolomittisk marmor, <10% urenheter	Rosa, beige, gråhvit, båndet	Fin	Lett, holder formen	Langsom til rask, enkel	Lett beige til brunlig	Knapt-svake	Fuging, pussing
Smilla	Kalkspatmarmor?, <10% urenheter	Blågrå, gråhvit, båndet	Fin-middels	Lett, holder formen	Rask, enkel	Hvit til lett beige	Knapt-svake	Alt
Moster	Kalkspatmarmor, <10% urenheter	Gråhvit, blågrå, rosa, båndet	Fin-middels	Lett, holder formen	Rask, enkel	Hvit til lett beige	Knapt-svake	Alt
Marmorøyen	Kalkspatmarmor, <10% urenheter	Gråhvit, blågrå, båndet	Fin-middels	Lett, holder formen	Rask, enkel	Hvit til lys brunlig	Knapt-svake	Alt
Skaftå	Kalkspatmarmor, <10% urenheter	Hvit, massiv	Grov	Middels, pulveriserer	Rask, kornet, best våtlesket	Hvit til lett beige	Knapt-svake	Alt
Visnes	Kalkspatmarmor, <5% urenheter	Stort sett hvit, massiv	Grov-svært grov	Middels, pulveriserer	Rask, kornet, best våtlesket	Hvit	Knapt	Alt
Talgje	Svært uren kalkspatmarmor	Gråblå, finbåndet	Grov	Vanskelig, pulveriserer	Rask, noe kornet	Beige-brunlig	Svake?	Fuging
Kamskjell	Kalkspat, svært ren	Hvit m/brungrå overflate	Svært fin	Vanskelig, pakker seg	Langsom, kokende vann	Hvit	Trolig ikke	Slemming, hvitting
Stillehavsøsters	Kalkspat, -1% urenheter	Hvit m/gråblå overflate	Svært fin	Svært vanskelig, pulveriserer	Langsom, kokende vann	Hvit	Potensielt svært svake	Alt

Figur 7: Det småskala kalkovnsanlegget i Hyllestad, med 2 tonns produksjonsovn bak og testovn i forkant, bygd 2017–2018. I disse ovnene er det brent ca. 12 varianter av vestlandsmarmor gjennom 25 brenninger, hvorav egenskapene til de viktigste er listet i tabellen. Den er sortert etter hvor «lett» det er å brenne de ulike kalkene. Østersskjell og kamskjell er også brent. Sammenstilling og foto: Per Storemyr

dømme ble mye av kalken en trengte også i stavangerdistriktet og bergensregionen helt fra middelalderen skipet fra ovnene/milene i Sunnhordland, som en forløper for den senere velkjente jektefarten med kalk langs kysten.

Ny brenning, bruk og analyser av ulike varianter av Mosterkalk (fra Mosterhamn) viser et bindemiddel som er nokså typisk for gamle mørtler på Vestlandet: Det dreier seg

om kalk brent fra en marmor med 90–95 % kalkspat og med gråhvit til blålig farge, som gir kalken meget svake, sub-hydrauliske egenskaper og en svak beige teint ved bruk som hvitting. Et viktig aspekt er dessuten at Mosterkalk er lett å brenne, noe som slett ikke er tilfelle med alle marmor. Men her har vi en ganske «tett», middelskornet marmor som ikke smuldrer når den blir utsatt for 900 grader eller mer. Den er dessuten

altfor ren til at den kan «dødbrennes» (ødelegges) ved svært høye brenntemperaturer.⁴⁸ Høye temperaturer kunne lett oppstå i eldre tiders kalkovner – og i våre frie kopier av slike ovner. Mange av marmorforekomstene langs Hardangerfjorden er av tilsvarende type, men med noe varierende grad av urenheter, bl.a. mineralene kvarts, glimmer og kloritt, samt litt grafitt som gir blåfargen til marmoren – rent karbon som forsvinner ved brenning.

Vanskeligheter ved brenning kan være en av grunnene til at spredte, små forekomster av nokså uren marmor i Boknafjordområdet, nær Stavanger, ikke fikk noen betydning for kalkbrenning. Disse marmorene er ofte brunlige, grovere og kan smuldre betydelig ved brenning, noe som betyr at våre underfyrte ovner har en tendens til å «gå tette» og dermed miste nødvendig trekk for å opprettholde temperaturen gjennom brenneprosessen. Men i de eldste delene av Stavanger domkirke viser analyser likevel mulige tegn til at marmor fra Boknafjordområdet kan ha blitt benyttet. Det dreier seg muligens om såkalt dolomittmarmor (magnesiumrik marmor) fra Nord-Talgje som sist ble benyttet til brenning for industriformål omkring 1900.⁴⁹

Bergensregionen har marmorforekomster av ymse kvalitet ved Nordåsvatnet (Marmorøyen), ved Skaftå på Osterøy og ved Risnes nær Trengereid. Alle ble benyttet til kalkbrenning fra 1800-tallet av, Osterøy/Risnes i stor stil, Marmorøyen med en liten steinbygd ovn. Det er ikke godtgjort at forekomstene ble benyttet allerede i middelalderen, men nærheten til

byen og det store murermiljøet, og ikke minst at Skaftå og Risnes ligger nær sterkt utnyttede klebersteinsbrudd (Hana) brukt til både Mariakirken og Domkirken, kan tyde på at de i det minste ble forsøkt brent. De er dels hvite og svært rene, dels blågrå og urene. Skaftå er et godt eksempel. Her finnes bl.a. en hvit, grovkornet marmorvariant som var en hovedkilde til P.G. Riebers kalkbrenneri for bygningskalk midt i Bergen sentrum fra 1850-tallet (ved sundet mellom Store og Lille Lungegårds vann).⁵⁰ Marmoren smuldret en del ved våre brenninger og det var helt nødvendig å konstruere gode luftkanaler i ovnen for å opprettholde trekk. Kalken er også litt vanskelig å leske fordi den er så grovkornet. Men når en lærer den å kjenne, passer på å leske den eksplosivt ved opprettholdelse av naturlig høy temperatur, så gir den utmerket kalk, spesielt vakker til hvitning. Varianter av kalk fra Marmorøyen er på sin side ikke så kornete, lette å brenne, og gir alt fra sub-hydraulisk til svakt hydraulisk, litt beige kalk.

Området mellom Osterøy og Stad er kalkfattig og det er bare kjent ett eldre kalkbrenneri, ved Smilla i Hyllestad. Dette startet opp på 1890-tallet og leverte bl.a. bygningskalk til Bergen, men det er ikke umulig at det har en mye lengre historie. Bygdas store dikter, Norvald Tveit, har u dødeliggjort kalkbrenningens viderverdigheter i Smilla, i boka «Fra gull til grønne skoger» (1972), hvor en bl.a. levende følger beinhardt arbeid med å hogge opp den gjenstridige marmoren til passende stykker for brenning. Marmoren er blålig, fin og tett og lett å brenne, men uren på et

48 Storemyr, 2022c.

49 Vogt, 1897, s. 295.

50 Vatle, 1987.



Figur 8: Ofte er det mulig å bedømme råstoffets beskaffenhet ved å studere fuger i gamle bygninger. Her en ubrent «kjerne» av hvit marmor i Moster gamle kirke på Bømlo. Marmoren har den samme karakteren som forekomstene i umiddelbar nærhet til kirken.

Foto: Per Storemyr

spesielt vis; den inneholder lag av finkornet kvarts som ved bruk til hvitning gir en naturlig sandet, levende overflate. En annen marmor i Hyllestad, en dels rosa, nokså ren dolomittmarmor, gjennom de siste årene brent til «Hyllestadkalk», har sannsynligvis ikke vært brukt i eldre tider. Den får en lysebrunlig farge på grunn av et betydelig jerninnhold, men er en utmerket kalk, lett å brenne og fin til muring.

Kinn kirke og Selja kloster, helt ytterst mot Atlanterhavet sør for Stad, har begge kalkmørtler brent fra marmor, på Selja er «marmorkalk» enerådende,⁵¹ på Kinn muligens benyttet i kombinasjon

med brent skjellkalk.⁵² Vi vet ikke hvor «marmorkalken» kom fra; om det ikke var fra Sunnhordland eller bergensregionen, så må det ha vært fra Sunnmøre. Men å frakte brent kalk over Stadhavet i eldre tider kunne være ytterst farlig i dårlig vær, da kalken kunne begynne å leske og til og med starte en brann, noe en har senere eksempler på.⁵³ Uansett kan vi med stor sikkerhet regne med at det ble brent kalk på Sunnmøre helt fra middelalderen. Alle middelalderkirkene i regionen, inkludert de 3–4 i som en gang prydet Borgundkaupangen, hadde marmor som bygningsstein,⁵⁴ da vil en også forvente at

52 Storemyr, 2023d.

53 Bakka, 1998, s. 124.

54 Ekroll, 1997, s. 181.

51 Storemyr, 2019.



Figur 9: Råstoff til småskala kalkbrenning finner en ofte i nedlagte kalkbrudd. Her på leit etter kalkstein i et gammelt brudd på Toten. Kvalitetsbedømmelse av steinen er ytterst viktig og krever erfaring, ofte også geologiske undersøkelser.

Foto: Per Storemyr

kalken kom fra marmoren. Det er mange marmorforekomster på Sunnmøre, og de kom atter i drift til kalkbrenning ved gjenoppbyggingen av Ålesund etter bybrannen i 1904. Mange fine marmorbrudd og kalkovner fra den gang er bevart. Flere av bruddene ble også i stor stil satt i drift for kalk til industrien.⁵⁵

Tingvoll kirke på Nordmøre har også marmor i arkitekturen, og både den og murkalken kan komme fra Sunnmøre, om da ikke nære marmorforekomster, som de på Visnes mellom Molde og Kristiansund, ble benyttet. Dette er imidlertid en dels svært grovkornet, ren kalk,

som vi har fått oppleve er vanskelig å brenne, igjen fordi den smuldrer opp. Da vil kanskje de litt mindre kornete kalkene fra enkelte forekomster på Sunnmøre ha vært å foretrekke. Tingvoll har interessante historiske kilder fra 1700-tallet, da det angis at kalk til restaurering ble skipet fra Hamburg til Trondheim og deretter ned igjen til Tingvoll. Dessuten fikk kirken på samme tid levert murkalk fra Inderøya i Inntrøndelag⁵⁶ – det viktigste, gamle kalkbrennerområdet langs Trondheimsfjorden, der råstoffet også var lett uren til ganske ren marmor.⁵⁷

55 Heltzen, 1996.

56 Fjær, 1931, s. 41.

57 Storemyr, 2015, s. 228-235, s. 361-369.

Om en holder seg sør for Stad og summer opp kunnskapen om Vestlandets tradisjonskalker brent fra marmor, er det nok en tendens til at de lettbrente, sub-hydrauliske kalkene fra Sunnhordland i betydelig grad vil ha rådd grunnen. Det er ikke så rart, for det vil raskt ha utviklet seg tradisjoner både for brenning og transport i et område der lett tilgjengelig, grei marmor lå rett ved skipsleia.

ET BLIKK PÅ MJØSOMRÅDET OG GRENLAND

Det vil ha vært temmelig annerledes i Mjøsområdet. Her har vi et sant mylder av kalksteiner, mange av tilsvarende karakter som på Hadeland og Ringerike, i Oslo- og Drammensområdet og helt nede i Grenlandsdistriktet.⁵⁸ Vi er her på flankene av Oslofeltet, hvor kalkstein og andre sedimentære bergarter (skifer og sandstein) ble avsatt før den velkjente vulkanismen startet i permtiden. Dessuten finnes det kalkstein i lite metamorfe bergarter i Innlandet, nord for Mjøsområdet. Dette er de eneste stedene i Norge som kan sammenlignes med de store kalksteinsområdene på det europeiske fastlandet og De britiske øyer. Det er da også et område med mye mer omfattende, eldre kalkbrennertradisjoner enn på Vestlandet, ikke minst i Asker og Bærum, som man ut fra skriftlige kilder vet leverte kalk til Oslo i middelalderen (1300-tallet) og betegnende nok er det eneste området i landet som har fått en skikkelig bok om kalkdriften. Her kan vi bl.a. lese at kalken ikke bare ble brukt i Osloområdet, men også eksportert til andre deler av landet, til Sverige, Danmark og Nord-Tyskland.⁵⁹

Felles for de fleste kalksteiner i dette området, er at de er mer urene enn storparten av marmorene på Vestlandet. Mens en vanlig, litt uren vestlandsmarmor ofte har mer enn 90 % kalkspat/dolomitt, inneholder de renere lagene av sedimentære kalksteiner typisk 80–90 %, i særlige tilfeller over 90 %.⁶⁰ Men dette er likevel stort sett høyere/renere enn i råstoffer nå benyttet internasjonalt for industriell produksjon av naturlig hydraulisk kalk.⁶¹ Kalksteinene på Østlandet kan videre være spekket med fossiler, ha leir/skiferlag og kan også være delvis omvandlet til marmor når de ligger nær vulkanske bergarter (kontaktmetamorfose). Fargene er gråhvite til blålige og brunlige, og det kan være vanskelig å med det blotte øye å vurdere andel urenheter, spesielt i mørkere varianter. Det har man fått merke ved ny brenning på Domkirkeodden ved Hamar og på Helgøya, bl.a. av Mjøsalk.

Mjøsalk opptrer bl.a. som revkalk (fra korallrev), brutt og brent inntil 1970-tallet i meget stort omfang på Furuberget rett nord for Hamar.⁶² De reneste variantene er lette å leske – de gir «feit» kalk. Men inniblant og ved siden av de renere sonene opptrer det mer urene varianter som det tar tid å leske – de gir «magrere», brunere og mer hydraulisk kalk. Men begge variantene av Mjøsalk er greie å brenne, de holder stort sett formen ved høye temperaturer og smuldrer ikke.⁶³ Det gjør imidlertid ofte en annen, lysere og ganske ren variant av Mjøsalk, fra Bøverbru

58 Holtedahl, 1912; Gautneb, 2006.

59 Kittelsen, 2005.

60 Holtedahl, 1912; Gautneb, 2006.

61 Se over, jfr. note 13.

62 Holtedahl, 1912, s. 51-57; Gautneb, 2006, s. 15-17, s. 28-33.

63 Generell erfaring etter ca. 15 brenninger. Se også Bakstad og Reinfjord, 2017.

på Toten.⁶⁴ Smuldringen skjer heldigvis i første rekke når man håndterer kalkstykkene etter at ovnen er kjølt ned, men det skaper i sin tur litt vansker ved pakkingen av kalken – det greieste er alltid å få ferdig brent kalk i god stykkform. Da er den også mest holdbar om det skulle komme litt luft til kalktønna.

Såkalt Ringsakerkalk, en ortocerkalk av tilsvarende type som en finner som bygningsstein i bl.a. Ringsaker kirke og Gamle Aker kirke i Oslo,⁶⁵ har også varierende sammensetning. Igjen er det en klar sammenheng mellom grad av urenheter i råstoffet og grad av hydraulisk egenskaper

64 Om Bøverbrukalk, se Høltedahl, 1912, s. 57-62 og Gautneb, 2006, s. 15-17, s. 28-33.

65 Nystuen og Reinfjord, 2021. Om ortocerkalken i osloområdet, se Høltedahl, 1912, s. 33-35.



Figur 10: Forskjellen mellom stykkalk (brent kalk) brent fra temmelig ren marmor (over) og ganske uren kalkstein med masse fossiler (under). Her ser en brent Mostermarmor og brent kalkstein fra Grenland. Marmoren gir hvit, sub-hydraulisk mørtel, kun med en beige teint, kalksteinen en svakt til middels hydraulisk mørtel med svakt lysebrun farge.

Foto: Per Storemyr



Figur 11: Kalkovnsanlegget til Tore Granmo på Helgøya, bygd i 2021. Den sylindriske ovnen har en kapasitet på ca. 10 tonn kalkstein og er bygd inn i et utsprengt søkk. Foto: Per Storemyr

til den ferdig brente kalken, som ofte blir beige. Verken denne kalken eller andre vi har brent av Oslofeltets kalksteiner er imidlertid så urene at de gir dødbrent kalk om temperaturen i ovnen er for høy. En uren, dødbrent kalk kan ikke leskes på normal måte; det har det blitt skapt for mye klinkermineraler, omtrent som ved sementklinker. Men selv om den brente Ringsakerkalken kan ha litt sintrede partier og til og med ha utviklet litt glassaktig slagg, er det mer enn nok fri kalk til stede for at det blir et brukbart materiale, vel å merke svakt hydraulisk.

Slike beige og også grålige, meget svakt til svakt hydrauliske kalker finner vi ofte som mur- og fugemørtler i gamle kirker

på Østlandet.⁶⁶ De aller fleste er gode og faste, men porøse og ikke særlig harde. Selv med relativt høyt innhold av urenheter i råstoffet, er det sjelden alle disse gjennom brenning og lesking blir tilgjengelige for hydrauliske reaksjoner. En viktig årsak til dette er at kalken hyppig ble (og blir) mørtellesket direkte fra brent stykkalk, noe som gjør at de hydrauliske mineralene ofte blir værende som klumper, som enten ble fisket ut av murerne eller ble en del av tilslaget i mørtelen. I mer moderne tid – og ved fabrikkframstilling i dag – har de hydrauliske kalkene imidlertid stort sett blitt malt ned til fint pulver før eller etter lesking, noe som gjør at en større andel av

⁶⁶ Egne erfaringer. Se også Reinjfjord, 2023, s. 209-226.



Figur 12: Kursing er viktig for opplæring i bruk av tradisjonell kalk. Her fra restaurering av Sørbo kirke sommeren 2022 med Mosterkalk brent i Mosterhamn.

Foto: Per Storemyr

de hydrauliske mineralene er tilgjengelige ved leskingen og herdingen/hydratiseringen. Uren kalk fra en og samme forekomst kan, avhengig av håndteringen (og brenntemperaturen), med andre ord gi ganske forskjellig grad av hydraulisk styrke.

Et viktig eksempel er Hedrum kirke ved Larvik, der sannsynlige middelaldermørtler med beige farge inneholder sintret leirskifer og relativt mye glassaktig slagg som etter alt å dømme kommer fra brenning av uren kalkstein.⁶⁷ Det er imidlertid en grei kalkmørtel, så lenge den ikke blir utsatt for mye fuktighet over veldig lang tid (f.eks. ved restaurering med sement, som stenger

inne fuktighet). Men over tid vil fuktigheten bidra til at klumper med hydrauliske mineraler kan begynne å reagere og, forenklet sagt, «bre seg» i kalken – og gjøre den hardere og mindre porøs.

Ny brenning av kalkstein fra Grenland, i en liten ovn i Tvedestrand (eier Ragg AS), viser at det noen ganger lett kan skapes slagg, selv ved relativt lave temperaturer, men uten at dette gjør det spesielt vanskelig å leske, blande og bruke kalken.⁶⁸ Dette er kalkstein mye benyttet i eldre tider, fra den såkalte Steinsfjorden-formasjonen, som vi finner igjen på Kapittelberget i Skien, der det foregikk mye kalkbrenning,

67 Storemyr, 2023a.

68 Storemyr, 2023c

sannsynligvis helt fra middelalderen.⁶⁹ Den litt urene varianten vi har brent (snaut 85 % kalkspat) har flotte fossiler, bl.a. mengder av sjøiljестilker, ikke uvanlige i kalkformasjonene i Grenland. Vi ser dem også i den velkjente natursteinen som har gått under navnet «Porsgrunnsarmor», som vi kaller råstoffet her. Det er interessant at man ved studier av andre middelaldermørtler i Vestfolds kirker har funnet slike sjøiljестilker i halvbrente deler av råstoffet.⁷⁰ I tillegg til å forsyne nærområdet, er det naturlig å tenke seg at mye kalk til kirkebygging i den kalkfattige delen av Vestfold kan ha kommet fra nærliggende Grenland.

Kalkstein i Steinsfjordformasjonen brukes til sementproduksjonen i Brevik sementfabrikk i dag. En viktigere kilde til denne produksjonen er nå kalkstein fra Steinvikaformasjonen (her kaller vi den «Brevikkalk»). Renere varianter av denne, med eller uten sjøiljefossiler, ble også brukt til eldre kalkbrenning. Vi har brent en lite fossilrik variant ofte påvirket av kontaktmetamorfose, slik at kalksteinen blir litt som krystallin marmor, med gjennomsnittlig ca. 87 % kalkspat.⁷¹ Den oppfører seg ganske annerledes enn Porsgrunnsarmor ved våre brenninger. I tillegg til at den er lett å brenne, sintrer den lite og utvikler ikke slagg. Vi får ganske hvit, nær sub-hydraulisk mørtel, svak grålig-beige teint i hvitning – en kalk faktisk ikke helt ulik de som er brent fra ymse marmorvarianter på Vestlandet.

KALKBRENNER- OG MURERHÅNDVERKET

Med Brevikkalk er ringen i denne artikkelen sluttet. Vi har vist at det er store variasjoner

i kalkene som er benyttet i Norge i eldre tider – en variasjon som gjenspeiler det geologiske mangfoldet. Men vi ser også at kalk av ulik opprinnelse kan gi ganske like kalkmørtler. Fremfor alt begynner vi å forstå egenskapene til de sub-hydrauliske og svakt hydrauliske kalkene som var vanlige i eldre tider – og at man kan få god kalk av akkurat det samme råmaterialet som i dag brukes til sementproduksjon. Forskjellen mellom god kalk og, for en gammel bygning, helt ubrukkelig sement ligger i brenntemperatur og produksjonsforløp, og naturligvis at man i dagens sementproduksjon bruker et vell av tilsatsstoffer.

Temperaturen er viktig for å fremstille gode kalker av råstoffer som ikke er helt rene. Går temperaturen mye over 1000 grader, så får en gjerne litt mer og sterkere hydrauliske komponenter og litt mindre reaktive kalker, dvs. kalker som ikke alltid er så lette å leske. På den annen side var det i eldre tider svært vanskelig å opprettholde jevn temperatur i de enkle ovnene eller milene, noe vi naturlig nok også har erfart. Derfor finner vi ofte gamle mørtler med ubrente korn side om side med sintrede bestanddeler, eller sågar slagg, som vitner om en temperaturvariasjon fra kanskje 700 til langt over 1100 grader – og at sorteringen etter brenning noen ganger ikke var spesielt god.

Skal en få til jevne temperaturer og god kalk, viser all erfaring med underfyrte sylindrovner at det å brenne kalk er et arbeidsintensivt, spesialisert håndverk, der mange enkeltprosesser må klaffe om resultatet skal bli bra. En god ovn skal bygges, brennhvelv settes opp før hver brenning, ovnen fylles med kvalitetssikret og sortert råstoff og selve brenningen utføres etter alle

69 Holtedahl, 1912, s. 20-22; Gautneb, 2006, s. 25-34.

70 Seir og Hoffritz, 2021.

71 Holtedahl, 1912, s. 14-19; Gautneb, 2006, s. 25-34.

kunstens regler. Dessuten skal det skaffes mye og god ved og et team som holder ut de intensive fyringsvaktene i 3–4 døgn. Så kan man hvile mens ovnen kjøles ned, før flere tonn med brent kalk skal tas ut, knakkes opp, sorteres og pakkes forsvarlig i tette tønner for transport til restaureringsjobber. Det er mye arbeid på «middelaldervis», men i dag den enkleste måten å skaffe seg akkurat den kvalitetssikrede bygningskalken en ønsker seg til en restaurering.

Man kan ikke få alt dette ordentlig på stell uten mengdetrening, det vil si *erfaring*. Det er det samme med lesking/blanding for å lage gode mørtler av den brente kalken. En murer trenger trening for å kunne håndtere «gammeldagse», brente kalker av ulike slag, finne den greieste sanden, gjerne mye grovere enn det som er vanlig i dag, få til intensiv mørtellesking, fiske ut halvbrente eller urene fragmenter – og ikke minst ha håndlaget på plass når det skal spekkes, kastes på og skures. Dette er ikke det samme som å bruke ferdigmørtler fra sekk, men når en har øvd seg, så er det heller ikke særlig mer arbeidskrevende. Om en så holder seg til å mure kun i kalksesongen (mai–august), ser til at ferske arbeider beskyttes for vind, sol og regn og ettervanner med vett og forstand, får en gjerne gode resultater.

Det blir ikke godt arbeid uten en god murer, det blir heller ikke god kalk uten en god kalkbrenner. Men er dette på plass, så er det gode muligheter for å oppnå et fint og holdbart resultat som er lett å vedlikeholde.

Da kan en være glad over å ha bidratt til å forstå og videreføre noen av de eldste og viktigste gamle håndverkene vi kjenner til.

Takk til Fortidsminneforeningen, Riksantikvaren og andre institusjoner som har støttet arbeidet med småskala kalkbrenning. Særlig takk til Moster Amfi, Bent Morten Steinsland (Mosterhamn) og Anders Oppegaard (Tvedestrand). Fremfor alt takk til flere titalls kolleger og frivillige som gjennom årene har hjulpet til med ovnsbygging, brenning og muring.

Per Storemyr (f. 1963) er geoarkeolog med doktorgrad om Nidarosdomen og har i over 30 år jobbet med gamle steinbygninger, steinbrudd og bergkunst, de siste årene også med kalkbrenning. Han er nå partner i Fabrica kulturminnetjenester AS.

Tore Granmo (f. 1986) er murer med spesiell interesse for kalkbrenning og restaurering med tradisjonskalk. Han holder mange kurs for Fortidsminneforeningen, er en ansett formidler av kalk, har egen kalkovn på Helgøya og driver firmaet Murer Tore Granmo AS.

Terje Berner (f. 1951) er murmester og har med firmaet Murmester T Berner & Co AS gjennom 40 år vært pregende for utviklingen innen «kalkrenessansen» i Norge. Han bygde de første eksperimentelle, småskala kalkovnene på 90-tallet og har restaurert en lang rekke kulturminner med kalk.



Figur 13: Mariakirken på Gran, restaurert 2022 i hovedsak med «Totenkalk» (Mjøskalk fra Bøverbru), brent i kalkovnen på Helgøya. Foto: Morten Stige.

LITTERATUR

- BAKKA, DAG JR.: *Fraktefarten i Møster*. Møster Sogelag, 1998.
- BAKSTAD, ANNE KATHRINE OG KRISTIAN REINFJORD: *Kalkovnsprosjekt og steinbruddsundersøkelse på Domkirkeodden*. Rapport Ruinprosjektet. Anno Museum, avdeling Domkirkeodden, 2017.
- BALKSTEN, KRISTIN, CHRISTINA PERSSON OG JONNY ERIKSSON: «Lime burning tradition in field kilns – a case study of the Jämtland tradition in Sweden». *3rd Historic Mortars Conference*, 11.–14. september 2013, Glasgow, 2013.
- BALKSTEN, KRISTIN, BO NITZ, JOHN HUGHES OG JAN-ERIK LINDQVIST: «Petrography of Historic Mortar Materials: Polarising Light Microscopy as a Method for Characterising Lime-Based Mortars». *Proceedings of the 5th Historic Mortars Conference*. Champs-sur-Marne: RILEM Publications, 2019.
- BROCH, THEODOR: *Lærebog i Bygningskunsten*. Bind 1. Kristiania: Werner & Comp., 1848.
- BROCKLEBANK, IAN: «Developments in the use of lime in London c. 1760–1840». *The Journal of the Building Limes Forum*. Vol. 16, 2009.
- CARRAN, DORN, JOHN HUGHES, ALICK LESLIE OG CRAIG KENNEDY: «A Short History of the Use of Lime as a Building Material Beyond Europe and North America». *International Journal of Architectural Heritage*. Vol. 6, no. 2, 2012.
- COPSEY, NIGEL: *A Critical Review of Historic Literature Concerning Traditional Lime and Earth-Lime Mortars*. PhD-avhandling, York: University of York, 2019a.
- COPSEY, NIGEL: *Hot Mixed Lime and Traditional Mortars - A Practical Guide to Their Use in Conservation and Repair*. Ramsbury: The Crowood Press, 2019b.
- ECKEL, EDWIN C.: *Cements, Limes and Plasters: Their Materials, Manufacture and Properties*. Andre utgave. New York: John Wiley and sons/ London: Chapman & Hall, 1922.
- EKROLL, ØYSTEIN: *Med kleber og kalk*. Oslo: Samlaget, 1997.
- ELSEN, JAN: «Microscopy of historic mortars – a review». *Cement and Concrete Research*. Vol. 36, 2006.
- ELSEN, JAN, KOENRAAD VAN BALEN OG GILLES MERTENS: «Hydraulicity in historic lime mortars: a review». *2nd Historic Mortars Conference HMC2010 and RILEM TC 203-RHM Final Workshop*, Praha, 2010.
- ESPELAND, ANTON: «Kalkbrenning i Sunnhordland». *Sunnhordland Tidsskrift*. Bygdemuseet og sogelaget for Sunnhordlandsbygdene, 1918.
- FIGUEIREDO, CRISTIANO: *Properties and performance of lime mortars for conservation: the role of binder chemistry and curing regime*. PhD-avhandling, Bath: University of Bath, 2018.
- FIGUEIREDO, CRISTIANO, ALISON HENRY OG STAFFORD HOLMES: «Hydraulic Lime Production Coming Full Circle?». *Building Conservation Directory*. Salisbury: Cathedral Communications, 2018.
- FJÆR, SIGURD: «Tingvoll-kyrkja». Særtrykk av *Årsskrift for Nordmør Historielag 1930-31*. Kristiansund: John Johnsens trykkeri, 1931.
- FORSTER, ALAN M., JAN VÁLEK, JOHN HUGHES OG NICK PILCHER: «Lime Binders for the Repair of Historic Buildings: Considerations for CO₂ Abatement». *Journal of Cleaner Production*. Vol. 252, 2020.
- FORSVARSBYGG: «Mur- og steinbygninger», 08.10.15. Hentet fra <https://www.forsvarsbygg.no/no/verneplaner/karljohansvern/vedlikehold-skjotsel-og-restaurering/mur--og-steinbygninger/> 16.10.23.
- GARTMANN, FRITHJOF: *Sement i Norge 100 år*. Oslo: Norcem AS, 1990.
- GAUTNEB, HÅVARD: «Oversikt over kalksteinsforekomster i GEOS-området (Geologi i Oslo regionen)». *NGU-rapport*, 2006.36, 2006.

- HELTZEN, ANDERS M.: «Bergverksdrift på Sunnmøre i gammel og ny tid». *Bergverksmuseum*, skrift nr. 10. Kongsberg: Norsk bergverksmuseum, 1996.
- HJELMELAND, BRITT-ALISE: «Mur til besvær». *Fortidsminneforeningens årbok*, 151. årgang, 1997.
- HOLTEDAHL, OLAF: «Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet». *Norges geologiske undersøkelse nr. 63*, 1912.
- HUWYLER, EDWIN (RED.): «Kalkbrennen». *Handwerk*, Kurszentrum Ballenberg Heimatwerk, nr. 2, 2001.
- JOHANSSON, SÖLVE: *Hydrauliskt kalkbruk. Produktion och användning i Sverige vid byggande från medeltid till nutid*. PhD-avhandling. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola og Göteborgs Universitet, 2006.
- JOHANSSON, SÖLVE: *Hydrauliska bruk i Norden – från 1000-talet till nutid*. Rapport, Byggkonsult Sölve Johansson AB, 2017.
- KINGERY, W. DAVID, PAMELA B. VANDIVER OG MARTHA PRICKETT: «The Beginnings of Pyrotechnology, Part II: Production and Use of Lime and Gypsum Plaster in the Pre-Pottery Neolithic near East». *Journal of Field Archaeology*, vol. 15, nr. 2, 1988.
- KITTELSEN, KJELL H.: *Brent kalk. 900 år med kalkbrenning i Asker og Bærum*. Asker og Bærum Historielag, 2005.
- LAMPRECHT, HEINZ-OTTO: *Opus Caementitium. Bautechnik der Römer*. Düsseldorf: Beton-Verlag, 1996.
- LILLEGJELTEN, JON HOLM: «Kalk som bygningsmateriale og kalkbrenning på Røros». *Fjell-folk. Årbok for Rørosmuseet*, nr. 38, 2013.
- LINDQVIST, JAN ERIK OG JOHANSSON, SÖLVE: «Sub-hydraulic binders in historical mortars. *Workshop Repair Mortars for Historic Masonry*». RILEM Publications, 2009
- LISINSKI, JAN, BRYDOLF, EINAR OG KJELLBERG, HENRIK: «Gotlands kalk. Beskrivning av traditionell kalktilverkning i Hejnum-Djupqvior». *Rapport RAÄ* 1987:7, Stockholm: Riksantikvarieämbetet och Statens Historiska Museer, 1987
- LOHNDAL, ANSTEIN OG SORTLAND, ARNE: *Kalkbrenning på Huglo. Gamal næring i mange hundre år*. Huglo, 1999
- LYSAKER, TRYGVE: *Domkirken i Trondheim. Bind 3: Fra Katedral til Sognekirke*. Oslo: Forlaget Land og Kyrkje, 1973.
- NATURE: «Concrete needs to lose its colossal carbon footprint». *Nature* (editorial). Vol. 597, nr. 7878, 2021.
- NEF, JOHN U.: «An Early Energy Crisis and Its Consequences». *Scientific American*. Vol. 237, nr. 5, 1977.
- NORCEM: *En introduksjon til sement og betong*. Oslo: Norcem cement, 1986.
- NYSTUEN, JOHAN PETTER OG KRISTIAN REINFJORD: «Fra kalkrygg til kirkebygg i Ringsaker kirke». Kjartan Hauglid, Morten Stige and Ragnhild M. Bø (red.). *Ringsaker kirke. Landets fornemste sognekirke*. Oslo: Novus forlag, 2021.
- OH, SEO JUN: *Comparative Laboratory Evaluation of Natural Hydraulic Lime Mortars for Conservation*. PhD-avhandling. New York: Columbia University, 2020.
- PENNOCK, CHRISTOPHER: «Restaurering av Lagmannstovas kjellervegg». *Bygghytta. Årbok for Nidaros domkirkes restaureringsarbeider*, 2021.
- REINFJORD, KRISTIAN: *Stone Building. Organization and Development of Construction Technology in Eastern Norway c. 1130 – 1537*. PhD-avhandling. Bergen: Universitetet i Bergen, 2023.
- SEIR, TORBEN OG SARA HOFFRITZ: *Rapport: Kalkprosjektet i Kvernsteinsparken, Hyllestad*. Helsingør: Seir Materialanalyse AS, 2019.
- SEIR, TORBEN OG SARA HOFFRITZ: *Rapport: Tanum middelalderkirke*. Helsingør: Seir Materialanalyse AS, 2021.
- SJURSEN, ROALD: «Kalksteinsdrifta på vestsida av Møster». I *Møster Sagelag. Lokalhistorisk årbok*, 14, 2021.

STOREMYR, PER: *Nidarosdomens grunnfjell. En reise i steinbryternes fotspor fra Det gamle Egypt til Europas nordligste katedral.* Trondheim: Nidaros domkirkes restaureringsarbeider, 2015.

STOREMYR, PER: «Experimental archaeology: Building a limekiln in Western Norway». *The Journal of the Building Limes Forum*. Vol. 24, 2017.

STOREMYR, PER: *Selja kloster: Hvor kom middelalderens kalkmørtel fra?* Rapport til Riksantikvaren. Oslo: Fabrica kulturminnetjenester, 2019.

STOREMYR, PER: «Dugnad for tradisjonell kalkbrenning». *Fortidsvern*. 45 årgang, nr. 1, 2020.

STOREMYR, PER: «Kalkbrenning i Romania: 2000 år med ubrutte tradisjoner». 2022a. Hentet fra <https://per-storemyr.net/2022/10/04/kalkbrenning-i-romania-2000-ar-med-ubrutte-tradisjoner/> 01.08.23.

STOREMYR, PER: «Den 25. kalkbrenningen i Hyllestad. 5 år med «hjemmebrenning» og bruk av Vestlandets tradisjonskalker». 2022b. Hentet fra <https://per-storemyr.net/2022/03/22/den-25-kalkbrenningen-i-hyllestad-5-ar-med-hjemmebrenning-og-bruk-av-vestlandets-tradisjonskalker/> 01.08.2023.

STOREMYR, PER: *Tradisjonelt vedbrent Mosterkalk. Teknisk beskrivelse av produksjonsprosess fra råstoff til ferdig pakket stykkalk. Karakterisering av marmor, brent kalk, prøvemørtler og fargevariasjon. Med produkt-datablad, sikkerhetsdatablad og vurdering av CO₂-utslipp.* Rapport for Moster Amfi AS og Steinsland kalkproduksjon. Oslo: Fabrica kulturminnetjenester, 2022c.

STOREMYR, PER: *Hedrum kirke, Larvik kommune. Tynnslipanalyse av mørtelprøver med tolkning i lys av historie og skader (østre del av skipet).* Rapport. Oslo: Fabrica kulturminnetjenester, 2023a.

STOREMYR, PER: «Mosterkalk: Tradisjonell kalkbrenning med ved i Mosterhamn». 2023b. Hentet fra <https://per-storemyr.net/2023/03/28/mosterkalk-tradisjonell-kalkbrenning-med-ved-i-mosterhamn/> 13.07.23.

STOREMYR, PER: «Mangfold i kalk: Nå også kalkbrenning på Sørlandet!». 2023c. Hentet fra <https://per-storemyr.net/2023/06/08/mangfold-i-kalk-na-ogsaa-kalkbrenning-pa-sorlandet/> 02.08.2023.

STOREMYR, PER: «Sandstein, kleber og kalk til Kinn kirke i middelalderen». *Kinnakyrka – lengst vest i havet.* Morten Stige, Kjartan Hauglid og Kolbjørn Nybø (red.). Instituttet for sammenlignende kulturforskning/Flora historielag, 2023d.

STOREMYR, PER OG UNI ÁRTING: «The stones and mortars of the Faroese medieval cathedral». Morten Stige og Kirstin S. Eliassen (red.). *The Cathedral of Kirkjubøur and the Medieval Bishop's see of the Faroes.* Under utgivelse.

STOREMYR, PER OG MORTEN STIGE: *Veiledere: Forprosjekt for istandsetting av middelalderkirker i stein.* Utarbeidet av Fabrica kulturminnetjenester for Riksantikvaren og KA. 2021.

STYLEGAR, FRANS-ARNE H., PÅL NYMOEN OG GUNNAR EIKLI: «Pirates and merchants – Hanse traders and Victual Brothers in Skjernesund and other outports of southernmost Norway in the early fifteenth century». *AmS-Skrifter*, nr. 27. Stavanger: Arkeologisk museum, 2019.

VOGT, J.H.L.: «Norsk marmor». *Norges geologiske undersøkelse*. Nr. 22, 1897.

WALDUM, ALF M. OG GRETE KJELDSSEN: *Hydraulisk kalkmørtel. Historie, egenskaper og anvendelse.* Prosjektrapport 399. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt, 2006.

WINGATE, MICHAEL: *Small-scale Lime-burning.* London: Intermediate Technology Publications, 1985.