

Kvalitetssäkring av mikrokalkbränning

Projektkommittén



NORDISK
KALKFORUM

Projektkommittén

- Torben Seir – Geolog (Cand. Scient. 1985).
- Sanne Spile – Konservator (Cand. Scient. Cons. 2015) og kemiker (Bac. Scient. 2013).
- Mika Emelie Steinrud - Seniorspecialist
- Tore Granmo – Tradisjonsmurer
- Per Storemyr – Geoarkeolog
- Martti Peuransalo – Master of Science, Architecture
- Mikki Keltto – Renovation Specialist, Structural Engineer
- Malin Ek – Byggnadsantikvarie, labbansvarig
- Kristofer Mattiasson – Expert i restaurering och konservering
- Oscar Nymberg – Materialspecialist, kalktillverkning



NORDISK
KALKFORUM

Syfte

Purpose

- Att ta fram riktlinjer för att kvalitetssäkra bindemedelskalk som tillverkas i lokal kalk bränning / mikrokalkbränning runt om i Norden.
- Målsättningen är att säkerställa att kalken produceras under kontrollerade former, uppfyller Kalkforums riktlinjer för kvalitetssäkring och att produkten är spårbar och verifierbar.
- To develop guidelines for quality assurance of binder lime produced in microlime burning throughout the Nordic region.
- The goal is to ensure that the lime is produced under controlled conditions, meets Kalkforum's quality assurance guidelines and that the product is traceable and verifiable.



NORDISK
KALKFORUM

Bakgrund – Kalkens roll i byggnadsvård

Background – The role of lime in building maintenance

- Kalk har historiskt använts som huvudbindemedel i murverk, puts och kalkfärg. Historiskt såsom senare decennier har produkter och metoder varierat, vilket lett till spridda kvalitetsnivåer och ibland skadliga resultat i restaureringar.
- Byggnadsvården kräver kalkprodukter med förutsägbara egenskaper för att garantera långsiktig hållbarhet.
- Lime has historically been used as the main binder in masonry, plaster and lime paint. Historically as in recent decades, products and methods have varied, leading to scattered quality levels and sometimes harmful results in restorations.
- Building conservation requires lime products with predictable properties to ensure long-term durability.



NORDISK
KALKFORUM

Historik – traditionella kalkugnar

History – traditional lime kilns

- Traditionella ugnar användes i många regioner. Dessa ugnar kräver skickligt hantverk för att hålla rätt temperatur och för att undvika ofullständig bränning.
- Traditionella metoder ger karaktär men kan också ge varierande produktkvalitet vid olika bränningstillfällen om inte processerna dokumenteras.
- Traditional kilns were used in many regions. These kilns require skilled craftsmanship to maintain the correct temperature and to avoid incomplete firing.
- Traditional methods provide character but can also result in varying product quality at different firings if the processes are not documented.



NORDISK
KALKFORUM

Ugnstyper – översikt

Kiln types – overview

- De idag vanligast förekommande kalkugnarna är:
 - Schaktugn
 - Roterugnar
 - Rundugn
 - Kalkmilor
- Varje typ har olika kontrollmöjligheter över temperatur och luftflöde.
- The most common lime kilns today are:
 - Round kiln
 - Shaft kiln
 - Rotary kilns
 - Lime mills
- Each type has different control options over temperature and airflow.



NORDISK
KALKFORUM

Vad är mikrokalkbränning?

What is micro lime-burning?

- Mikrokalkbränning innebär småskalig tillverkning av bindemedelskalk, ofta på lokal nivå, där bränning, släckning, lagring och tillverkning sker med hantverksmässiga metoder.
- Definitioner av tillverkningsmängderna per kalenderår
 - Mikro 0-999kg
 - Liten 1-10 ton
 - Medelstor 10-100 ton
 - Stor 100→ ton
- Micro lime-burning involves small-scale production of binder lime, often at a local level, where burning, slaking, storage and manufacturing are carried out using artisanal methods.
- Definitions of production quantities per calendar year
 - Micro 0-999kg
 - Small 1-10 tonnes
 - Medium 10-100 tonnes
 - Large 100? tonnes



NORDISK
KALKFORUM

Småskalig produktion – möjligheter & utmaningar

Small-scale production – challenges and opportunities

- Möjligheter: nära råvara, lokal identitet, lägre transportkostnader, lägre klimatpåverkan och bättre anpassning till traditionella tekniker.
- Utmaningar: variation i råvara, olika bränslen och temperaturkontroll som påverkar reaktivitet och hållfasthet.
- Kvalitetssäkring och enklare standardiserade protokoll kan avsevärt förbättra förutsägbarheten
- Opportunities: proximity to raw materials, local identity, lower transport costs, lower climate impact and better adaptation to traditional techniques.
- Challenges: variation in raw materials, fuels and temperature control affecting reactivity and strength.
- Quality assurance and simpler standardized protocols can significantly improve predictability



NORDISK
KALKFORUM

Säkerställ råvarutillgång

Secure raw material supply

- För att leverera ett kalkbindemedel med konstanta egenskaper krävs garanterad tillgång på likvärdig kalksten under hela projektet.
- Det innebär bland annat avtal med brott-/markägare samt dokumentation av vilken nivå kalken bryts på.
- To deliver a lime binder with constant properties, guaranteed access to equivalent limestone is required throughout the project.
- This includes agreements with quarry/landowners and documentation of the level at which the lime is mined.



NORDISK
KALKFORUM

Råvarukrav – provtagning och analyser

Raw material requirements – sampling and analysis

- Test på varje typ av kalksten och kalkbrott som avses brännas (en gång/kalk, förutsatt samma nivå).
- Petrografisk analys, XRF-analys, och dokumentation av var provet tagits.
- Vid byte av brott krävs ny analys.
- Tests on each type of limestone and limestone quarry intended to be burned (once/lime, assuming the same level).
- Petrographic analysis, XRF analysis, and documentation of where the sample was taken.
- When changing quarry, a new analysis is required.



NORDISK
KALKFORUM

Kalkbränning – processöversikt

Lime burning – process overview

- Viktiga parametrar:
 - Uppvärmningshastighet
 - Högsta temperatur
 - Bränningstid
 - Alla dessa styr slutprodukten kemiska och mineralogiska sammansättning. Dokumentation krävs för spårbarhet och återuppreparhet.
- Important parameters:
 - Heating rate
 - Maximum temperature
 - Burning time
 - All of these control the chemical and mineralogical composition of the final product. Documentation is required for traceability and repeatability.



NORDISK
KALKFORUM

Lufthärdande vs Hydraulisk kalk – jämförelse

Air-hardening vs Hydraulic lime – comparison

- Lufthärdande kalk:
 - Härdar genom karbonatisering. Är svagare än hydraulisk kalk och passar bra i mindre utsatta områden och där en lite högre flexibilitet önskas. Styrkan ökar över tid.
- Hydraulisk kalk:
 - Innehåller naturliga hydrauliska komponenter (lera/silikater) och kan härda i fuktig miljö, utvecklar tidig styrka vilken blir högre över tid.
- Air-hardening lime:
 - Hardens by carbonation. Is weaker than hydraulic lime and is well suited for less exposed areas and where a slightly higher flexibility is desired. Strength increases over time.
- Hydraulic lime:
 - Contains natural hydraulic components (clay/silicates) and can harden in a humid environment, develops early strength which increases over time.



NORDISK
KALKFORUM

Processflöde – från sten till murverk

Process flow – from stone to masonry

- | | |
|--|--|
| 1. Råvara (brott) | • Raw material (fracture) |
| 2. Provtagning (petrografi/XRF) | • Sampling (petrography/XRF) |
| 3. Bränning (ugn, temperatur, bränsle) | • Burning (furnace, temperature, fuel) |
| 4. Släckning | • Quenching |
| 5. Provkroppar (representativa) | • Samples (representative) |
| 6. Tester (reaktivitet, mineralogi, hållfasthet) | • Tests (reactivity, mineralogy, strength) |
| 7. Kontrollprovning | • Control testing |
| 8. Dokumentation | • Documentation |
| 9. Applicering | • Application |



NORDISK
KALKFORUM

Test – Mineralogisk sammansättning

Test – Mineralogical composition

- XRD och petrografi visar vilka mineralfaser som finns: t.ex. kalciumhydroxid, kalciumsilikater eller kvarvarande karbonat.
- Denna kunskap hjälper till att utvärdera hydraulisk potential och långsiktig styrka/hållfasthet.
- XRD and petrography show which mineral phases are present: e.g. calcium hydroxide, calcium silicates or residual carbonate.
- This knowledge helps to evaluate hydraulic potential and long-term strength/durability.



NORDISK
KALKFORUM

Test – Reaktivitet

Test – Reactivity

- Reaktivitet mäts för att avgöra hur snabbt kalken reagerar exotermt med vatten.
- Standardiserade tester enligt EN 459-1 mäter släckhastighet och temperaturutveckling vid släckning.
- Reactivity is measured to determine how quickly the lime reacts exothermically with water.
- Standardized tests according to EN 459-1 measure the quenching rate and temperature development during quenching.



Test – Böjdraghållfasthet

Test – Flexural tensile strength

- Mäter materialets brottseghet och motstånd mot sprickbildning.
- Dessa tester är viktiga för murbruk i rörelseutsatta miljöer.
- Mäter materialets brottseghet och motstånd mot sprickbildning.
- Dessa tester är viktiga för murbruk i rörelseutsatta miljöer.



NORDISK
KALKFORUM

Test – Tryckhållfasthet

Test – Compressive strength

- Tryckhållfasthet ger ett kvantitativt mått på styrka.
- Prover testas vid standardtider (28/56/90 dygn).
- Resultaten ska jämföras mot krav och tidigare bränningar för att säkerställa kontinuitet.
- Compressive strength provides a quantitative measure of strength.
- Samples are tested at standard times (28/56/90 days).
- Results should be compared against requirements and previous firings to ensure continuity.



Test – Vidhäftning och E-modul

Test – Adhesion and E-modulus

- Vidhäftningstest visar hur väl bruk binder mot underlag.
- E-modul mäter styvhet och påverkar hur bruket samverkar med befintligt murverk.
- Adhesion test shows how well mortar bonds to the substrate (MPa).
- E-modulus measures stiffness and affects how the mortar interacts with existing masonry.



NORDISK
KALKFORUM

Test – Karbonatisering

Test – Carbonation

- Karbonatiseringsdjup mäts med indikatorer (t ex tymolftaelin) och ger information om hur snabbt kalken omvandlas till kalciumkarbonat under kontrollerade förhållanden.
- Carbonation depth is measured with indicators (e.g. thymolphthalein) and provides information on how quickly the lime is converted to calcium carbonate under controlled conditions.



Kontrollprovning och laboratorier

Control testing and laboratories

- Kontrollprovning ska utföras i förbestämda intervaller.
- Dokumentation uppdateras minst vart tredje år och/eller för varje kalksort
- Rekommenderade laboratorier: DTI Aarhus, Sintef Byggforsk
- Lokala eller mindre labb kan användas om kvalitetssäkring finns enligt Nordiskt forums riktlinjer och krav
- Control testing shall be carried out at predetermined intervals.
- Documentation is updated at least every three years or for each type of lime
- Recommended laboratories: DTI Aarhus, Sintef Byggforsk, RISE.
- Local or smaller labs can be used if quality assurance is in place according to Nordic Forum guidelines and requirements



NORDISK
KALKFORUM

Projektchecklista – inför produktion

Project checklist – before production

- | | |
|---|--|
| 1. Definiera råvarukällor och ta referensprover | 1. Define raw material sources and take reference samples |
| 2. Bestäm ugnstyp och dokumentera förväntad temperaturkurva | 2. Determine furnace type and document expected temperature curve |
| 3. Upprätta provtagnings- och testprotokoll | 3. Establish sampling and test protocols |
| 4. Planera kontrollintervaller med labb | 4. Plan control intervals with lab |
| 5. Ta fram tillverkningsdokument | 5. Produce manufacturing documents |
| 6. Inför rutin för batchnummer, referensprov och arkivering av labbresultat. | 6. Create a routine for batchnumbers, samples for reference and archive the lab-results |
| 7. Kontrollera och jämför varje batch mot referensvärden och utför korrigerande åtgärder vid avvikelse. | 7. Control and compare each batch with the reference values and adjust if any deviation appears. |



NORDISK
KALKFORUM

Minimikrav för godkännande

Minimum requirements for approval

- | | |
|--|---|
| 1. Råvara (brott) | 1. Raw material (fracture) |
| 2. Provtagning (petrografi/XRF) | 2. Sampling (petrography/XRF) |
| 3. Bränning (ugn, temperatur, bränsle) | 3. Burning (furnace, temperature, fuel) |
| 4. Släckning | 4. Quenching |
| 5. Provkroppar (representativa) | 5. Samples (representative) |
| 6. Tester (reaktivitet, mineralogi, hållfasthet) | 6. Tests (reactivity, mineralogy, strength) |
| 7. Kontrollprovning | 7. Control testing |
| 8. Dokumentation | 8. Documentation |
| 9. Applicering | 9. Application |



NORDISK
KALKFORUM

Sammanfattning & Nästa steg

Summary and Next Steps

- Sammanfattning:
 - Kvalitetssäkring krävs i form av dokumentation på råvara, bränning, testning och hantverk.
- Nästa steg:
 - Fastställ och lansera riktlinjerna. Planerad lansering under Q1 2026
 - Inkom med kommentarer och förslag senast 2025-12-31 för att de ska tas i beaktning i Kalkforums riktlinjer för kalkbränning
- Summary:
 - Quality assurance is required in the form of documentation on raw materials, firing, testing and craftsmanship.
- Next step:
 - Establish and launch the guidelines. Planned launch in Q1 2026
 - Submit comments and suggestions by 2025-12-31 to be taken into account in Kalkforum's guidelines for lime firing



NORDISK
KALKFORUM

Diskussionsfrågor

Discussion questions

- Vilka testkrav är mest relevanta för era projekt?
- Hur kan vi stödja småskaliga aktörer ekonomiskt och kunskapsmässigt?
- Vilka laboratorier och partners?

- Which test requirements are most relevant to your projects?
- How can we support small-scale actors financially and in terms of knowledge?
- Which laboratories and partners?



NORDISK
KALKFORUM

Källor

Sources

- EN 459-1/2
 - ECHA (SME definition)
 - RISE
 - Sintef
 - DTI
 - Riksantikvarieämbetet
 - Relevant facklitteratur.
- EN 459-1/2
 - ECHA (SME definition)
 - RISE
 - Sintef
 - DTI
 - National Antiquarian Board
 - Relevant non-fiction literature.



NORDISK
KALKFORUM

Projektkommittén

Project Committee

- Torben Seir – SEIR Materialanalyse A/S
- Sanne Spile – SEIR Materialanalyse A/S
- Tore Granmo – Murer Tore Granmo AS
- Per Storemyr – Fabrica Kulturminnetjenester AS
- Martti Peuransalo – Arkkitehtitoimisto Livady Oy
- Mikki Keltto – Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy
 - Malin Ek – Målarkalk AB
- Kristofer Mattiasson – Stucco Maestro AB
 - Oscar Nymberg – Målarkalk AB



NORDISK
KALKFORUM