



HYDRAULISK KALKMØRTEL for rehabilitering

- Siv.Ing Fasade/Rehabilitering, Camilla Sandem Dhelie, Weber/NPMF
- Morten Langvik, daglig leder Mur-Sentret AS, sekretær NPMF

Det har i de senere år vært et økende forbruk av hydrauliske kalkmørtler til rehabilitering av gammelt murverk. Puss av fasader, omspekking og ommuring av teglmurer og natursteinsmurer er fagområder som har fått større oppmerksomhet, som følge av ny viten og nye produkter. Denne artikkel gir en orientering om de forskjellige begreper og egenskaper som benyttes i bransjen, og som er viktig å kjenne til ved prosjektering og utførelse.

En fabrikkprodusert tørrmørtel er sammensatt av bindemiddel og tilslag. Ved rehabilitering er det viktig at mørtelen som benyttes er tilpasset det eksisterende underlaget. Dette gjelder så vel type bindemiddel, som mengde bindemiddel i forhold til tilslag. Bindemiddelet i det som her kalles hydrauliske kalkmørtler er enten ren hydraulisk kalk, eller en blanding av luftkalk/hydratkalk (K) og hydraulisk kalk (Kh). En ren kalkmørtel (K) herder kun ved karbonatisering som følge av tilgang på karbondioksid fra luften. En hydraulisk kalkmørtel (Kh) herder ved tilgang på *tilført vann* (hydraulisk binding) og *karbondioksid* (karbonatisering) fra luften. Denne blandingen mellom hydratkalk og hydraulisk kalk benevnes KKh. Fordelen med en blanding er at den gir bedre bearbeidelighet og større kapillaritet. De ellers vanlige KC-mørtler (KalkCement) er også hydraulisk herdende, men blir ikke diskutert her.

Rent historisk har den kalken som har blitt brukt til bygningsmessige formål, vært av varierende styrke, avhengig av den geologiske/kjemiske sammensetningen til den lokale forekomsten som ble benyttet, samt av den brenning av kalkstein som de benyttet. Disse lokale forekomstene besto ofte av ca 75 % kalkstein og resten silikater og aluminater i form av "leirmineraler";

for eks. silikater (kvarts) og andre mineraler. Det er disse mineraler som danner grunnlaget for den hydrauliske effekten, og som bidrar til styrke og bestandighet. Den hydrauliske komponenten i kalkmørtel vil raskt avbindes og herdeprosessen vil starte umiddelbart. Mørtelen vil også oppnå større fasthet enn helt rene kalkmørtler basert på hydratkalk/luftkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), da sistnevnte er avhengig av en uttørkning før selve herdeprosessen i form av karbonatisering kan starte.

I dag er de fleste hydratkalker fremstilt fra svært rene forekomster (>95 % CaCO_3) med tanke på industrielt bruk (stål, papir og prosessering), og de har lavere fasthet enn de tradisjonelle lokale kalkmørtler.

Klassifisering av bygningskalk

Kalkprodukter benyttet til bygningsformål (building lime) blir regulert av NS-EN 459-1. I denne standarden blir det benyttet følgende definisjoner (utdrag og oversatt):

Luftkalk - Kalk som sakte herdes med å reagere med atmosfærisk karbondioksid. De herder generelt ikke under vann da de ikke har hydrauliske egenskaper. De finnes som brent kalk eller hydratkalk. Det er sistnevnte som benyttes i tørrmørtel.

Hydratkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) - Luftkalk som er et resultat av kontrollert lesking av brentkalk. De produseres i form av tørt pulver, deig (kulekalk) eller som slurry (kalkmelk).

Naturlig Hydraulisk Kalk - (Natural Hydraulic Lime, NHL) – Kalk produsert ved brenning av mer eller mindre argillitisk eller silikatholdig kalkstein, med reduksjon til pulver ved lesking med eller uten knusing/maling til fint pulver. All NHL kalk har den egenskapen at de setter og herder med vann. Atmosfærisk karbondioksid bidrar til herdeprosessen.

- NHL – Naturlig Hydraulisk kalk, uten tilsetningsmidler som f. eks portlandsement
- NHL-Z – Spesialprodukter som kan inneholde tilsatt egnede pozzolaner eller hydraulisk materiale, opp til 20 % masseforhold.
- HL - Hydraulisk kalk som består hovedsakelig av kalsiumhydroksid, kalsiumsilikater og kalsiumaluminater produsert ved å mikse egnede materialer. De innehar egenskapen ved at de setter og herder under vann. Atmosfærisk karbondioksid bidrar til herdeprosessen.

Luftkalk skal klassifiseres iht. til innhold av kalsiumoksid eller magnesiumoksid, mens hydraulisk kalk som er produsert iht. standarden skal klassifiseres iht. trykkstyrke. Som eksempler på klassifisering nevner her NS-EN 459-1 CL 90-Q og NS-EN 459-1 NHL 3,5-Z.

Hydraulisk kalk

Hydraulisk kalk som bindemiddel til mørtel kan altså være av naturlig opphav (NHL). Den kan være forbedret med tilsatte pozzolaner (NHL-Z) for å oppnå spesielle egenskaper, eller utviklet som industrielt fremstilte produkter (HL) som ofte inneholder portlandsement. NHL fremstilles ved brenning av kalkstein fra ressurser med naturlig innhold av silikater og aluminater. Ved brenning frigjøres en del av silikatene slik at disse reagerer med den brente kalken og danner kjemiske forbindelser som gir en hydraulisk effekt, tilsvarende herdeprosessen til en sementbasert mørtel/betong. Det er dog ikke de samme mineraler som dannes. En NHL inneholder i tillegg til de hydrauliske komponentene også fritt tilgjengelig hydratkalk som karbonatiserer og gir et bidrag til trykkfasthet.

Krav til NHL som bindemiddel

Ved omtale av NHL, Natural Hydraulic Lime (Naturlig Hydraulisk Kalk), henviser man til selve bindemiddelets egenskaper; dets opphav, herdeprosess, og initielle fasthet testet iht. NS-EN 459-1. De ulike NHL variantene (NHL 2, NHL 3,5 og NHL 5) kan teknisk sett fremstilles fra den samme kalksteinsressursen, men har/får forskjellige egenskaper avhengig av tilgjengelig/løselig silikat (S) og brennetemperatur. Vanligvis brennes kalksteinen på 900-1000°C. Ved såkalt lesking/hydratisering tilføres vann slik at det dannes kun tørre hydrater,

Ila skole



kalsiumsilikater, aluminater og ferritter $[Ca(OH)_2 \cdot C_2S]$ og kalken vil fremstå som et stabilt men etsende pulver. Ved ytterligere tilgang på fuktighet og fritt CO_2 fra luften settes herde- og karbonatiseringsprosessen i gang.

De ulike NHL klassene er skjematisk gjengitt i tabellene nedenfor. Generelt vil sterkere trykkfasthet gi lavere permeabilitet og lavere fleksibilitet. Trykkfastheten er også avhengig av tilslag og tilsetning av hydratkalk, samt herdebetingelser.

	Tradisjonell benevnelse	Evne til å herde i fuktig, utsatt klima (hydraulisitet)	Fritt (tilgjengelig) kalk gitt som $Ca(OH)_2$ %, EN 459-1
NHL 2	Svakt hydraulisk	+	≥ 15
NHL 3.5	Moderat hydraulisk	++	≥ 9
NHL 5	Sterkt hydraulisk	+++	≥ 3

Tabell 1, Benevnelse av NHL og krav til fritt tilgjengelig reaktiv kalk

Klassifisering iht. EN 459-1		Trykkfasthet, N/mm^2 For Kh 1:1,3
NHL 2	HL 2	≥ 2 til ≤ 7
NHL 3.5	HL 3,5	$\geq 3,5$ til ≤ 10
NHL 5	HL 5	≥ 5 til ≤ 15

Tabell 2, Trykkfasthet etter 28 dager. Testmørtel preparert med bindemiddel:sand i volumforhold 1:1,3; iht. NS-EN 459-2 og NS-EN 196.

Fasthetsparametrene i tabell 2 ikke kan overføres direkte til funksjonelle mørtler (handelsvare omsatt som ferdigmørtel i sekk), da de kun gir en klassifisering av bindemiddelet i seg selv. Valg av bindemiddeltype/mørtelsammensetning til det enkelte prosjekt bør og skal gjøres ut fra ønsket funksjonalitet, og ikke ut fra bindemiddelets klassifisering.

Fra bindemiddel til mørtel

For det konkrete prosjekt vil det fra byggherrens side være relevant å angi krav til mørteltype. I tillegg til å angi type bindemiddel er det påkrevet at forholdet mellom bindemiddel og tilslag spesifiseres. Eksempelvis NHL 3,5 1:3 0-4, der forholdet 1:3 betyr 1 volumdel kalk til 3 volumdeler tilslag noe som er et tradisjonelt blandingsforhold. 0-4 angir spranget i siktekurven for tilslaget, i dette tilfelle at tilslaget skal ligge i velgradert størrelse mellom 0 og 4 mm. I enkelte tilfeller kan det være ønskelig med korrigert siktekurve, men dette



omtales ikke her. Det er tilslaget som skal være det bærende elementet, og bindemiddelet er limet mellom tilslagkornene.

En naturlig hydraulisk kalkmørtel kan innholde betydelige andeler med hydratkalk som aktivt bindemiddel, jfr. tabell 1. Det blir nødvendigvis ingen teknisk forskjell i egenskaper om denne andelen kommer fra brenneprosessen fra én kalksteinkilde, eller som tilsatt hydratkalk fra en annen geologisk kilde, og som samlet sett gir de ønskede egenskaper. Produsentens opplysninger om sammensetning kan i slike tilfeller betegnes som forholdet mellom den hydrauliske og hydrat-komponenten samt antall kg tilslag i forhold til bindemiddel, eksempelvis KKh 10/90/500.

Avhengig av bindemiddel, tilslagets egenskaper (som korngradering og kantethet) og blandingsforholdet mellom bindemiddel og tilslag, vil man med en gitt blandeprosedyre oppnå en porestruktur som er medbestemmende for mørtelens bearbeidlighet, slutfasthet og bestandighet. Porestruktur i mørtelen er avgjørende for optimale forhold for karbonatisering, fuktegenskaper, luftgjennomtrengelighet og mekaniske styrke; dermed også frostsikkerhet.

Porene dannes naturlig gjennom pakking av tilslag i blandeprosessen, luftporetilsetninger og gjennom herdeprosessen. Porene gir mulighet for fukttransport og karbonatisering. Den hydrauliske andelen i en mørtel vil gi en innledende fasthet. I takt med kjemisk

binding av vann og generell uttørking for øvrig, vil herdeprosessen gjennom karbonatisering igangsettes når fuktighetsinnholdet gir åpning for at vann kan transportere karbondioksid innover i mørtelen. Gode herdebetingelser er derfor meget viktig for utvikling av sluttfastheten.

Hvorfor bruke kalkmørtel

En mørtel skal alltid tilpasses underlaget og eventuelt tidligere brukte materialer. Derfor tilbys det mange varianter basert på ulike bindemidler, tilslagstyper og sammensetning. En noe utbredt misforståelse er at en sterk mørtel også er en god mørtel. Andre krav til fleksibilitet og evne til å oppta bevegelser i underlaget gjør at en kalkmørtel med lav E-modul ofte kan være bedre egnet enn en stivere sementbasert mørtel. Ved rehabilitering hvor det tidligere er brukt kalkmørtler eller det er eldre tegl/naturstein, er det også riktig og viktig å bruke tilsvarende eller svakere produkter for å hindre nye skader.



Sammenlignet med en helt ren K-mørtel, vil en KKh-mørtel med riktig fuktighetsinnhold etter kortere tid gi mørtelen en høyere innledende fasthet, noe som kan være nødvendig av hensyn til fremdrift og klimatiske forhold. Generelt skal det ved sterkt sugende underlag benyttes svake kalkmørtler, mens svakt sugende og faste underlag (naturstein) trenger en sterkere variant. De enkelte produsentene har ulike varianter med rene NHL baserte mørtler og blandinger av NHL og hydratkalk, basert på råvaretilgang, erfaringer og kunnskap om de lokale forhold. Den enkelte leverandør sitter med erfaringer som kan og bør utnyttes.

Gode herdebetingelser er alfa og omega

Da en kalkbasert mørtel er avhengig av karbonatisering for gjennomherding, er det nødvendig at overskuddsvann som ikke blir kjemisk bundet til andelen hydraulisk herdende kalk får anledning til å tørke ut. Under uttørkingen dannes det krystaller samtidig som mørtelen trekker seg sammen og utvikler sin endelige porestruktur. Er uttørkingen for sterk slik at all fuktighet i pussen forsvinner, ødelegges herdeprosessen og herdingen stopper opp. På solrike og varme dager bør derfor overflaten vannes. Karbonatiseringsdybde kan måles med fenolftalein, men som en erfaringsbasert tommelfingerregel bør en kalkmurt og -pusset fasade normalt stå minimum 2 mnd frostfritt før klimabeskyttelsen fjernes. Normalt er karbonatiseringshastigheten ca 2-5mm pr måned.

For å sikre optimale herdebetingelsene er det anbefalt at alle arbeider gjøres i sommerhalvåret og med tildekking utover høsten. En god huskeregel er at arbeidet skal pågå mellom 15.april og 15. september og i et temperaturspenn på mellom 5 °C og 30 °C. En tildekking for å beskytte mot regn og frost kan også være også nødvendig den første vinteren, da det ved lave temperaturer kun er den hydrauliske komponenten som vil herdne. Selve karbonatiseringen kommer først godt i gang når temperaturen stiger over 10 °C, fuktinnholdet synker og det er fri tilgang til karbondioksid fra luften.

Kommentar

Naturlig Hydraulisk Kalk (NHL) er en klassifiseringsbetegnelse på en type bindemiddel som herder ved hydraulisk binding og karbonatisering. Typeinndelingen er videre avhengig av bindemiddelets kjemiske og fysiske egenskaper. Valg av mørtel basert på naturlig hydraulisk kalk skal gjøres ut fra ønsker om sluttproduktets funksjonalitet, dets bearbeidelighet og dets sluttstyrke. Disse egenskapene er et samlet resultat av bindemidler, tilslag, vannforbruk, utførelse og herdebetingelser. ■

NORSK PUSS- OG MØRTELFØRENING

er en interesseorganisasjon for mørtelindustrien i Norge med totalt 11 medlemsbedrifter, tilsluttet EMO - European Mortar Industry Organization.

www.npmf.no