

UDBEDRING AF SKADET MUR OG MØRTEL I KULTURMILJØER

FORSØGET VED MARIENLYST SLOTSMUR

GENEREL PROBLEMATIK

De tre bindemidler i mørtel til murværk, luftkalk, hydraulisk kalk og portlandcement har været kendt i Danmark siden henholdsvis 1000-tallet, slutningen af 1700-tallet og midten af 1800-tallet. Alligevel ved vi langt fra nok om disse materialers egenskaber og anvendelsesformer. De tre bindemidler kan kombineres på mange måder, hvilket ændrer egenskaberne, ligesom forudsætningerne i murværket kan være meget forskellige, afhængig af de ydre forhold. Det betyder, at det kan være meget svært at fastlægge, hvilke materialer der skal anvendes, og på hvilken måde og i hvilken form pudsen skal påføres. Dette gælder ikke mindst for murværk i følsomme kulturmiljøer, hvor handlemulighederne kan være begrænsede. Ved Marienlyst Slot i Helsingør gennemføres fra 2015 et treårigt forsøgsprojekt, der gennem studier af pudsens udvikling og fugttilstanden i muren skal skaffe ny viden om murværk og mørtel.

FORSØGSPROJEKTET VED MARIENLYST SLOTSMUR

Marienlyst Slot i Helsingør er omgivet af en fredet havemur, som i forskellige partier er stærkt nedbrudt. I forlængelse af et årsmøde i Nordisk Forum for Bygningskalk i 2014 udføres et demonstrationsprojekt, hvor forskellige mørteltyper og behandlingsmetoder afprøves i seks demonstrationsfelter som forinden er afrenset for cementholdig puds. Forsøgsprojektet gennemføres i et samarbejde med Slots- og Kulturstyrelsen i Danmark og Helsingør Kommune, som ejer muren, og støttes økonomisk af Martha og Paul Kerrn-Jespersens Fond.

Forsøget forventes afsluttet i 2017 med en endelig vurdering og offentliggørelse af de gennemførte målinger og analyser. Denne folder beskriver projektet og gør status på de foreløbige erfaringer ved udløbet af 2015.

PARTERNE BAG PROJEKTET

PARTERNE BAG PROJEKTET

Forsøgsprojektet ved Marienlyst Slotsmur gennemføres i samarbejde mellem:

[Nordisk Forum for Bygningskalk](http://www.kalkforum.dk) – www.kalkforum.dk

[Slots- og Kulturstyrelsen](http://www.slks.dk) – www.slks.dk

[Nationalmuseet](http://www.natmus.dk) – www.natmus.dk

[Center for Bygningsbevaring](http://www.bygningsbevaring.dk) – www.bygningsbevaring.dk

[Institut for Byggeri og Anlæg](http://www.byg.dtu.dk) – www.byg.dtu.dk

[Helsingør Kommune](http://www.helsingor.dk) – www.helsingor.dk

[Seir-Materialeanalyse](http://www.seir-analyse.dk) – www.seir-analyse.dk

Projektet støttes af [Martha og Paul Kerrn-Jespersens Fonden](#)

MERE VIDEN

Mere viden om projektet kan fås på www.kalkforum.dk eller ved henvendelse til projektleder Torben Seir, +45 53 58 93 11, tsh@seir-analyse.dk.

NORDISK FORUM FOR BYGNINGSKALK

Nordisk Forum for Bygningskalk er en forening for producenter, håndværkere, rådgivere, myndigheder, forskere og andre brugere og interesserede i kalk i byggeri. Foreningen samarbejder over de nordiske grænser og holder et årligt seminar, hvor man udveksler erfaringer, afdækker nye behov, hører om nye produkter og forskningsresultater samt præsenterer ideer og projekter.

Sekretariat, Danmark: NORDISK FORUM FOR BYGNINGSKALK
c/o Center for Bygningsbevaring, Raadvad 40, DK 2800 Kgs. Lyngby
Telefon: +45 45 96 99 90, Email: post@kalkforum.dk



FORSØGSPROJEKT MARIENLYST SLOTSMUR HELSINGØR

NORDISK FORUM FOR BYGNINGSKALK
NORDISKT FORUM FÖR BYGGNADSKALK
POHJOISMAINEN RAKENNUSKALKKIFORUM
2016

MARIENLYST SLOTSMUR

MARIENLYST SLOT

Marienlyst Slot er opført som lystslot 1759-1763 under Frederik V. Den ene-stående klassicistiske bygning og det tilhørende haveanlæg er tegnet af den franske arkitekt Nicolas-Henri Jardin (1720-99). Muren omkring haven optræder allerede på Resens kort fra midten af 1600-tallet. Muren, eller dele af muren må således antages at være fra før denne tid. Kobberinddækningen og det øverste murskifte er dog væsentligt yngre og muligvis etableret i forbindelse med en større istandsættelse i 1920'erne.

SLOTSMURENS OPBYGNING

I området med prøvelfelterne er muren ud mod vejen 3,0 meter høj og på den indvendige side mod slottet kun 1,5 meter høj – halvt dækket af havens terræn. Muren har derfor særligt vanskelige fugttechniske forhold. Murens tykkelse er omkring 46 cm. På ydersiden er muren støttet af ca. 90 cm brede støttestøtter, som rager ca. 30 cm ud fra muren. Murkronen er inddækket med sammenfaldende kobberplader med ensidigt fald udefter.

MATERIALER OG TILSTAND

Muren er opmuret i røde teglsten af varierende kvalitet og med uens dimensioner. Til opmuringen er anvendt en grovkornet, bindemiddelrig mørtel med op til 10 mm store tilslagskorn. Der er muret med fyldte fuger og opmuringsmørtlen ses stedvis at være ført ud over stenenes overflade. Murens yderside har været påført mange lag puds. De seneste lag er cementholdige. Pudsen er flere steder skallet af. Under pudslagene ses rester af ældre kalklag i hvide, brunrøde, lyserøde og grå kulører. I prøvelfelterne er den cementholdige puds og tidligere kalklag fjernet forud for forsøget.



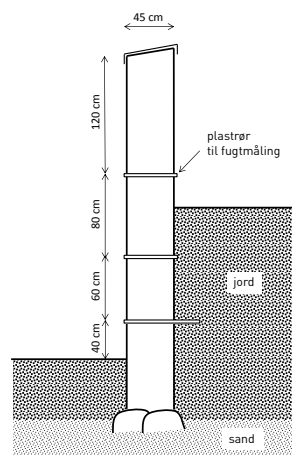
MÅLINGER, ANALYSER OG FORELØBIGE RESULTATER

MÅLINGER OG ANALYSER

Der er ved forsøgsprojektets start etableret målepunkter henholdsvis 40, 100 og 180 cm over terræn i hvert prøvefelt samt i et referenceområde med gammel cementholdig puds til venstre for prøvefelterne. Placeringen af prøvefelterne er markeret ved de udragende ender af plastrørene til fugtsonder.

Ved projektets start er der udtaget prøver af pudsen og det underliggende murværk i hvert målepunkt. Tilsvarende prøver udtages ved forsøgsprojektets afslutning. Hver tredje måned gennem hele projektet måles pudsens kapillære sugsevne og fugtindholdets fordeling (fugtprofiler) gennem puds og murværk i hvert målepunkt. Pudsens tilstand, struktur og sammensætning undersøges med mikroskopisk analyse (tyndslibsanalyse).

Der er ved udgangen af 2015 udført målinger af kapillarsugning og fugtprofiler to gange. Tyndslibsanalyser er igangsat, men endnu ikke afsluttet.



PRØVEFELT 1 HYDRAULISK KALK – ST. ASTIER



METODE

Udkast NHL 5 grundingsmørtel 1:1,5 (0-4 mm) – svarende til Kh 100/400
Grovpuds NHL 3.5 mørtel 1:2 (0-4 mm) – svarende til KKh 35/65/500
Slutpuds NHL 3.5 mørtel 1:2,5 (0-1 mm) – svarende til KKh 35/65/650
Sokkel NHL 5 mørtel 1:2 (0-4) mm – svarende til Kh 100/400
Påføring Alle lag er påført med Sablon Sprøjtepudser, som blæser med ca. 4-6 bar. Tyndpuds dog 2 bar.

PARTER

Udførelse Murermester Mikkel Storgaard, Jyllinge
Mørtel Nordisk NHL

PRØVEFELT 4 HYDRAULISK KALK – SCO KALK



METODE

Filtsning Venstre del: 12% kulekalksmørtel (0-1 mm) – svarende til K 100/750
 Højre del: Hydraulisk kalkmørtel KKh 35/65/500 (0-1 mm)
Grovpuds Venstre del: 12% kulekalksmørtel (0-2 mm) – svarende til K 100/750
 Højre del: Hydraulisk kalkmørtel KKh 35/65/500 (0-2 mm)
Slutpuds Venstre del: 12% kulekalksmørtel (0-1 mm) – svarende til K 100/750
 Højre del: Hydraulisk kalkmørtel KKh 35/65/500 (0-2 mm)
Sokkel SCO hydraulisk kalkmørtel Kh 100/400 (0-2 mm)
Påføring Håndpåført. For illustration er prøvefeltet opdelt i mindre felter, som hver især viser trin i udførelsen. Nederst filtsning, midterst filtsning + grovpuds og øverst filtsning + grovpuds + slutpuds.

PARTER

Udførelse Watson Facaderenovering ApS, Snekkersten
Mørtel Nordisk NHL

PRØVEFELT 2 HYDRAULISK KALK – WEBER SAINT-GOBAIN



METODE

Udkast Weber hydraulisk mørtel Kh 100/400 (0-4 mm)
Grovpuds Weber hydraulisk pudsemørtel KKh 20/80/475 (0-2 mm)
Slutpuds Weber hydraulisk tyndpuds KKh 35/65/500 (0-1 mm)
Sokkel Som øvrigt puds
Påføring Håndpåført. I feltets øverste venstre hjørne ses de to inderste trin i udførelsen (udkast og grovpuds)

PARTER

Udførelse Murerfirmaet Lars M. Nilsson ApS, Helsingør
Mørtel Weber Saint-Gobain

PRØVEFELT 5 HYDRAULISK KALK OG LÆSKEMØRTEL – KALK A/S



METODE

Fugefyld Rødvig Læskemørtel K 100/750 (0-2 mm)
Udkast Rødvig Juramørtel Kh 100/400 (0-0,5 mm)
Grovpuds Nederste felt: Rødvig2Comp KKh 35/65/500 (0-2 mm)
Grovpuds Øverste felt: Rødvig Læskemørtel K 100/750 (0-2 mm)
Filtsning Rødvig Sandkalk (0-0,3 mm)
Sokkel Udkast og puds med Rødvig Juramørtel Kh 100/400 (0-0,5 mm)
Påføring Håndpåført. Nederst til højre i feltets ses udkastet.

PARTER

Udførelse Erhvervsskolen Nordsjælland, Murerskolen for Søren Lynggaard-Petersen ApS
Mørtel KALK A/S (Skandinavisk Jurakalk)

PRØVEFELT 3 LÆSKEMØRTEL – OLE FR. JENSEN



METODE

Brunt felt 20% læskemørtel (0-4 mm) tilsat teglknus af gamle kulbrændte tegl
Rødt felt 20% læskemørtel (0-4 mm) efterfulgt af kalkning tilsat rød jernoxid
Gråt felt 20% læskemørtel (0-4 mm)
Sokkel Blankt murværk med middelalderfuger af 20% læskemørtel (0-4 mm)
Påføring Berapning

PARTER

Udførelse Murermester Ole Fr. Jensen, Værløse
Mørtel Læskemørtlen er fremstillet af mureren ved blanding af sand og ulæsket brændt kalk. Ved tilsætning af vand udvikles kraftig varme, som giver mørtlen forbedrede egenskaber. 20% læskemørtel svarer til K 100/400.

PRØVEFELT 6 HYDRAULISK KALK – KALK A/S



METODE

Berapning Rødvig Juramørtel Kh 100/400 (0-0,5 mm)
Filtsning Rødvig Sandkalk (0-0,3 mm)
Påføring Håndpåført. Nederst til højre i feltet ses udkastet.

PARTER

Udførelse Erhvervsskolen Nordsjælland, Murerskolen
Mørtel KALK A/S (Skandinavisk Jurakalk)

UBEHANDLET FELT

Muren Den højre del af felt 6 viser murværket efter afrensning af den cementholdige puds ved sandblæsning.