



Læskemørtel, varmlæsket

- Præsentation af Slots- og Kulturstyrelsen
- Baggrund og vision for projekt Læskemørtel (varmlæsket)
- Undersøgelsen
- Projektets resultat
- Fremtid for Læskemørtel

Slots- og Kulturstyrelsen

Ejendomme

Varetager bevarelsen af statens slotte og fredede ejendomme.
(Behandler alle bygninger i porteføljen, som fredede)



Koldinghus slot



Amalienborg

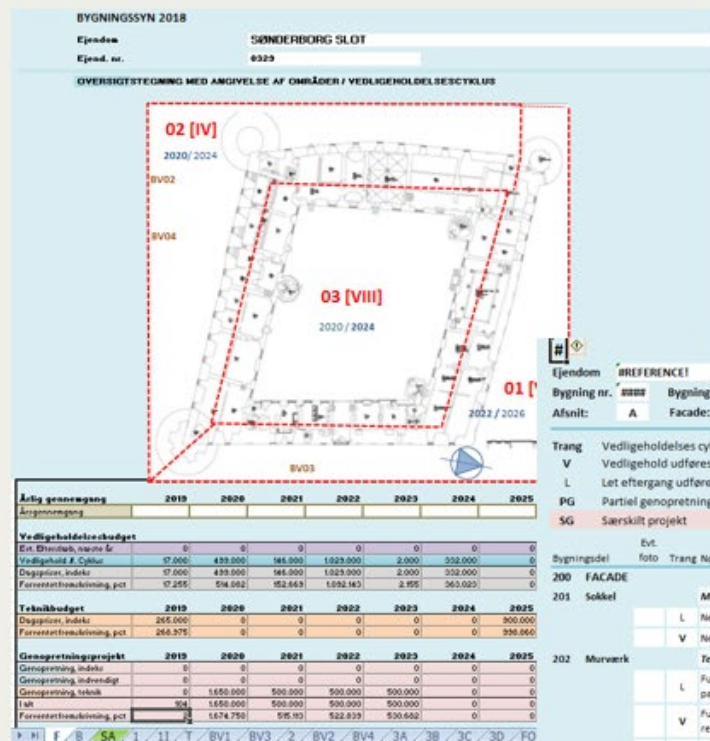
44 ejendomme
402.000 m²

Slots- og Kulturstyrelsen

Danmarks ruiner



Kalø Slotsruin



Bygningssyn, alle bygninger hvert andet år

Vedligehold > < Genopretning

UDVENDIGT SYN

Ejendom: SØNDERBORG SLOT
Ejend. nr.: 0329
Bygning nr.: 0000
Afsnit: A

Trang: Vedligeholdelses cyklus 2022
V: Vedligehold udføres 2022
L: Let eftergang udføres 2026
PG: Partiel genopretning 2022
SG: Særskilt projekt

Bygningsdel: foto Trang Nødvendige arbejder

200 FACADE

201 Sokkel

Mure, lidt granit ved tårn

L Nederste skifter algebehandles 2026 m 65

V Nederste skifter algebehandles 2022 m 65

202 Murværk

Tegltensfacade - pudsede blændinger

L Fuger og pudsede blændinger eftergås og reparerer partielt fra loft 2026 m² 1.642

V Fuger og revner og pudsede blændinger eftergås og reparerer partielt fra stillads 2022 m² 1.642

203 Hovedgesims

Muret granit indgår i facade

204 Dekorative elementer

206 Døre

205 Porte

Hovedport - Træ med linoliebehandling

L Evt. nødvendig snedkermæssig eftergang og partiel behandling/maling med linoliebehandling. Let slibning og 1 strygning med pensel 2026 stk 1

V Snedkermæssig eftergang, afrensning af las maling til bæredygtig grund og malerbehandling med linolie. 2 strygninger med 2 x slibning 2022 stk 1

Senest vedligeholdt 2018

Gå til forsiden F
Gå til genopretningsbudget G
Gå til samleark S

Budget: 00000000

Foto mod nord

001 002 003 004

Eventuelt efterslæb 2019 Eventuelt efterslæb 2022

Enh. pris Udgift i alt Enh. pris Udgift i alt

Vedligehold 2022 Let eftergang 2026 Særskilt projekt

Enh. pris Udgift i alt Enh. pris Udgift i alt Enh. pris Udgift i alt

0 0 0 0 75 4.875 75 4.875 0

0 0 0 0 20 32.840 0 0 0

0 0 0 0 30 49.260 0 0 0

0 0 0 0 16.000 16.000 0 0 0



Forebyggende vedligehold:
kr. 40-50.000.000 pr. år

Genopretning/efterslæb:
Kr. 40.000.000 pr. år – de næste 40 år.



Vedligehold



Kronborg slot



Frederiksborg slot



Bindemiddel: 72 vol%

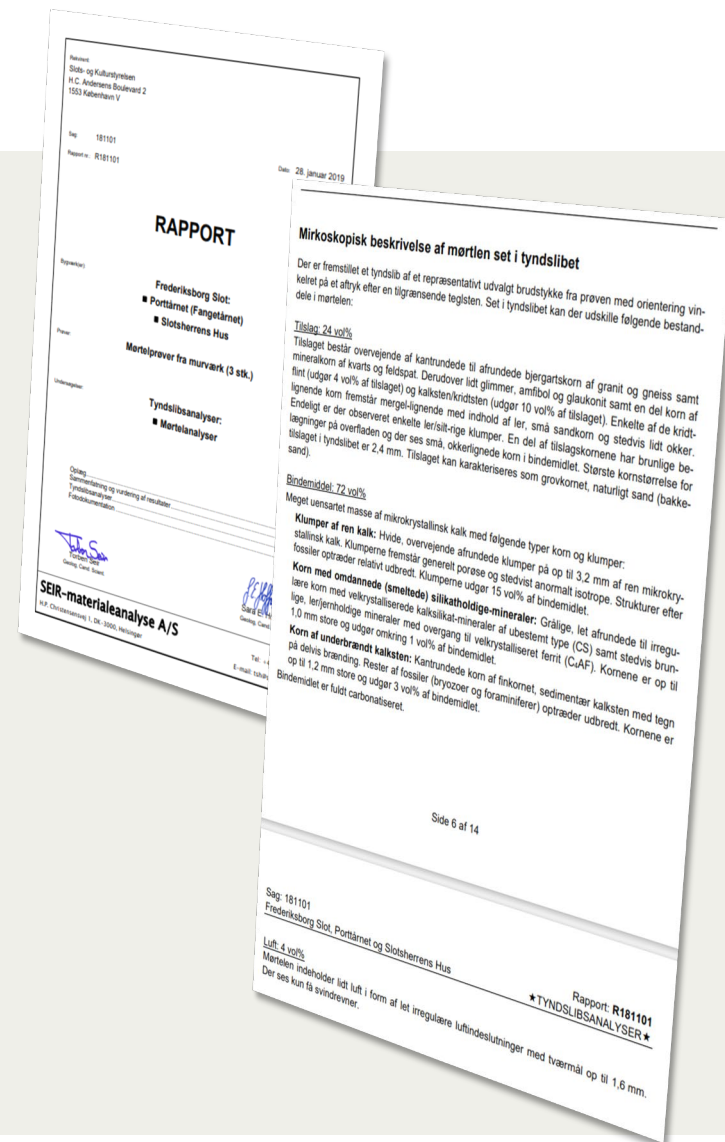
Meget uensartet masse af mikrokrySTALLinsk kalk med følgende typer korn og klumper:

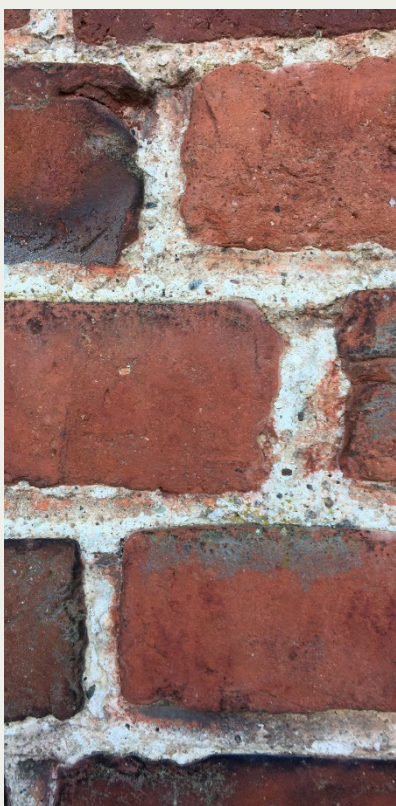
Klumper af ren kalk: Hvide, overvejende afrundede klumper på op til 3,2 mm af ren mikrokrySTALLinsk kalk. Klumperne fremstår generelt porøse og stedvist anormalt isotrope. Strukturer efter fossiler optræder relativt udbredt. Klumperne udgør 15 vol% af bindemidlet.

Korn med omdannede (smeltede) silikatholdige-mineraler: Grålige, let afrundede til irregulære korn med velkrystalliserede kalksilikat-mineraler af ubestemt type (CS) samt stedvis brunlige, ler/jernholdige mineraler med overgang til velkrystalliseret ferrit (C₄AF). Kornene er op til 1,0 mm store og udgør omkring 1 vol% af bindemidlet.

Korn af underbrændt kalksten: Kantrundede korn af finkornet, sedimentær kalksten med tegn på delvis brænding. Rester af fossiler (bryozøer og foraminiferer) optræder udbredt. Kornene er op til 1,2 mm store og udgør 3 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er fuldt carbonatiseret.





Vision:

At kunne udbyde en varmlæsket mørtel med ca. 20 % kalkindhold fra et mørtelværk.

- Historisk autenticitet
- Gode materialeegenskaber
 - Robust, holdbar
 - Meget diffusionsåben
 - Høj trykstyrke, som cement
 - Høj vedhæftning
- Krav om udbud
- Krav til arbejdsmiljø

Formål

Undersøgelsen har til formål at tilvejebringe grundlaget for en SLKS standardbeskrivelse af en læskemørtel til fremtidig brug i bl.a. restaureringssager. Læskemørtel er egnet til fugning, opmuring og udvendigt pudsarbejder.

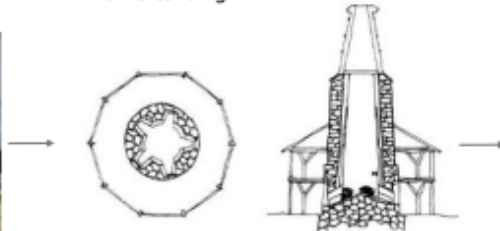
Mørtelen skal produceres i nutidig mørtelproduktion som efterligning af de mørtler som var mest almindelig brugt fra middelalderen og op til 1700-tallet, hvor man begyndte at eksperimentere med bl.a. hydrauliske mørtler, og siden cementmørtler.

Ved varmlæskning af kalken sammen med tilslaget opnås en mere sej og sammenhængende mørtel, som ved hærdning opnår en højere styrke. Et højt indhold af binde-midlet kalk (førhen almindeligt med 25-50%) samt lavere porøsitet giver mørtlen sin styrke.

Kalkbrud, ren kalk



Kalkbrænding



Knust brændt kalk



Mørtelblanding



Det er målet tillige at afklare produktets proces fra mørtelproducent til byggeplads under hensyn til kvalitet, arbejdsmiljø, logistik, håndtering på pladsen, holdbarhed samt pris, som muliggør brugen heraf.

Det er målet, at den varmlæskede kalkmørtel, som det omhandler skal -

- være almindelig i brug ved restaurering,
- være tilgængelig for bydende på udbudte opgaver.

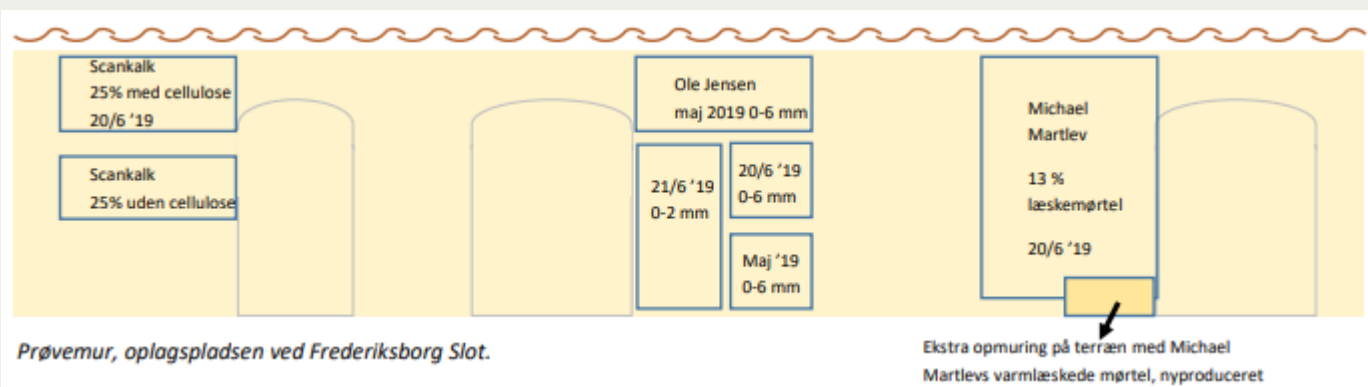


Murermester
Ole Frederik Jensen

Produktchef, Scankalk
Jonas Dyhr Münster

Murermester
Michael Martlev







Udførelse

af rygfuge/"læskemørtelfuge" /-asymmetrisk fuge



Michael Martlev

Fugen fyldes. Fugens overside trækkes med skeen på stenene under og skæres i 30° vinkel ind under stenene over. Undersiden trækkes herefter i 60° vinkel på oversiden af stenene og studsfugerne trækkes med en lille fugeske.

Ole Jensen

Den ægte "læskemørtelfuge": Fugen formes ideelt foran stenenes (facade-)plan. Oversiden trækkes/glittes og får derved en vandafvisende flade mod regnvand. Undersiden skæres så overfladen forbliver åben, hvorved fugen bibeholder sin diffusionsåbenhed. Studsfugerne trækkes/skæres med en lille fugeske.

Blandingsforhold

Afmåling af brændt kalk og tilslagsmateriale udføres efter vægt. Afmåling efter rumfang tillades såfremt der kan fremlægges dokumentation for omregning fra rumfang til vægt pålidelig for de aktuelle dematerialer. Bemærk, at kalkmørtelens kalkindhold regningsmæssigt anføres som indholdet af tør-læstet pulverkalk (hydratkalk) (procent af de tørre materialer (kalkhydrat + sand). For eventuel omregning af mængden af pulverkalk til mængden af hydratkalk, skal mængden af pulverkalk (vægten) i blandingen ganges med 1,35.

Blandingsforholdet 15 kg brændt kalk til 100 kg tør sand svarer til en kalkmørtel som 1 rummål læstet kalk til 2 rummål sand.

mørtel fra en af Slots- og Kulturstyrelsen godkendt mørtelblanding af sand og pulverkalk, hvorefter vand tilsættes til en kraftig varmeudvikling ledsaget af en kraftig udvidelse.

kalk hældes i den dobbelte mængde vand. Der sker en kraftig udgik af luftarten kuldioksid. Yderligere vand tilsættes så længe som støbet tilsættes den afmålte mængde sand. Blandemethoden kaldes Martlev, Slæge.

Ved vurdering af den brændte kalks egnethed (friskhed) og alder. Såfremt metode B eller C anvendes skal praktisk erbejdsbevis fremlægges for deltagelse i kursus i varmblæsning.

dele som fugt- eller opmuringsmørtel.

Side 4/4

Tilslagsmateriale

Som tilslagsmateriale bør anvendes natur sand af lokal eller tilnærmelokal oprindelse. Tilslaget skal være i henhold til vejledningen i DS/INF 167:2008.

les i følgende fire hovedtyper:
kalkdirt søsand/strandsand fra søteritoriet. Sandet kan være
t og flintfattigt. Kuler: Typisk lys grålig.
søsand/strandsand anvendes, skal sandet før brug vaskes i
d.

let (skarptantet), kalk- og flintholdigt sand fra grusgrave på Sjælland, Øerne i det sydlige hav, Lolland, Falster og i Østjylland.
typisk velgraderet. Kuler: Typisk brunlig.

til kantrundet (skarptantet), kalk- og flintfattigt sand fra grusgrave på Bornholm. Sandet er typisk velgraderet. Kuler: typisk brunlig.
til kantrundet (skarptantet), meget kalk- og flintfattigt sand fra Vestjylland, herunder jyske kvartssandsforekomster. Sandet er flintfattigt. Kuler typisk: Lys grålig.

let indeholder jernforbindelser i form af fx okker.
Kalket og vil for SLKS-øjendomme typisk være en kalkholdig
er, at den færdige mørtel kan opnå tilstrækkelig styrke og bæ-
l god bearbejdelse.

offer, som fx humus, organisk materiale eller opløselige salte.
is, skal sandet før brug vaskes i ferskvand.

om opfylder kravene til drilkevand.

V KDO, SLKS

Side 3/4

Ver02

Anvisning

Nærværende anvisning beskriver hvorledes (varmt)læstet mørtel kan fremstilles ud fra brændt kalk, lokal sand og vand.

skemørtel fremstilles på en fabrik af en mørtelproducent. S af en erfaren murer med viden om varmblæsning af kalk-ende arbejdsmiljømæssige regler følges(!). Brændt kalk som stiller særlige krav til opbevaring af den brændte kalk.

brænding) af kalksten ved temperaturer i områder 500-1000°C. Omdannelsen sker under frigivelse af luftarten kuldioksid (CO₂). Omdannelsen sker under frigivelse af luftarten kuldioksid (CO₂).

ruststykke (stykkalk) eller et fint pulver (pulverkalk). Pulverkalken. Nærværende anvisning tager udgangspunkt i anvendelse af kalkmørtel.

specifikationerne givet i EN standard 459-1: Bygningskalk, CL 90-Q.

max. 2 min

ten og har følgende en begrænset holdbarhed. Den brændte mængde.

Læskemørtel – blande-anvisning

Til fugning og opmuring i passivt og moderat miljø

Baggrund

Laboratorieanalyser har vist, at historiske kalkmørtler generelt har været fremstillet med meget kalk-læstet kalk til 1-2 rummål sand har været dominerende.

Både historiske kilder og laboratorieanalyser af ældre mørtler viser, at læskemørtler har været enerådende langt op i historien og at der i Danmark, så godt som altid, har været anvendt kalksten af dansk oprindelse og lokal sand.

Fordelen ved denne mørtel er, at den er meget diffusionsåben og samtidig er den robust på grund af dets høje kalkindhold og dels de kemiske forbindelser mellem kalk og sand, opstået ved varmblæsning.

Det er Slots- og Kulturstyrelsens politik på egen portefølje at bevare bygninger ved nænsom vedligeholdelse tæt på det eksisterende/oprindelige eller ved opmuring for at opnå en mere diffusionsåben effekt ved brug af mørtelen.

Det er samtidig ønsket, at det farvemæssigt harmonerer eksisterende forhold bedre end det er muligt med visse andre produkter.

Læskemørtel på vej ind igen

Læskemørtel har været fortrængt markedet, men er nu på vej ind igen.

Det er ikke muligt at fremstille kalkmørtler med blandingsforhold K 1:2 ved tilsætning af sand til i forvejen læstet kalk i form af hydratkalk eller kulekalk, men det er muligt ved samtidig blanding af sand, brændt kalk og vand – såkaldt varmblæst mørtel – eller blot læskemørtel.

Laboratorieanalyser bekræfter endvidere, at der helt op til nyere tid stort set altid har været anvendt lokale sand- og grusmaterialer som tilslagsmateriale. I dag findes kun få leverandører af tilslagsmateriale til mørtelindustrien, hvilket giver sig udslag i at mørtelsandet, som oftest ikke længere er af lokal oprindelse. Det nutidige mørtelsand adskiller sig meget fra det lokale sand med hensyn til både sammensætning, gradering og kuler. Sandet har en meget væsentlig indvirkning på mørtelens struktur, udseende og kuler.

Baggrund
Anvisning
• Brændt kalk
• Tilslagsmateriale
• Vand
Brandingsforhold

Anvisning, Læskemørtel

Nærværende anvisning beskriver hvorledes (varmt-)læsket mørtel kan fremstilles ud fra

- brændt kalk,
- lokalt sand og
- vand.

Brændt kalk

Den brændte kalk skal opfylde følgende specifikationer givet i EN standard 459-1: Bygningskalk, Del 1: Definitioner, specifikationer og overensstemmelseskriterier:

Brændt calciumoxid: CL 90-Q

Reaktionshastighed, $t_{600^{\circ}\text{C}}$: max. 2 min

Brændt kalk optager meget let fugt fra luften og har derfor en begrænset holdbarhed. Den brændte kalks reaktivitet skal kontrolleres før anvendelsen ved kontrolleret bestemmelse af temperaturforøgelsen ved tilsætning af en afmålt vandmængde.

Den anvendte pulveriseret brændt kalk må ikke være ældre end 4 uger fra brændingstidspunkt.



Tilslagsmateriale

Som tilslagsmateriale bør anvendes natursand af lokal eller tilnærmet lokal oprindelse. Tilslaget skal som udgangspunkt have en kornkurve i henhold til vejledningen i DS/INF 167:2008.

I Danmark kan natursand groft opdeles i følgende fire hovedtyper, afhængig af lokalitet:

Søsand/strandsand:	Afrundet, kalkfrit søsand/strandsand fra søterritoriet. Sandet kan være enskornet og fillerfattigt. Kulør: Typisk lys grålig. Såfremt søsand/strandsand anvendes, skal sandet vaskes i ferskvand før brug.
Kalkholdigt bakkesand:	Kantrundet (skarpkantet), kalk- og flintholdigt sand fra grusgrave på Sjælland, Fyn, Øerne i det sydfynske øhav, Lolland, Falster og i Østjylland. Sandet er typisk velgraderet. Kulør: Typisk brunlig.
Kalkfattigt bakkesand:	Afrundet til kantrundet (skarpkantet), kalk- og flintfattigt sand fra grusgrave i Nordjylland og på Bornholm. Sandet er typisk velgraderet. Kulør: Typisk lys grålig til svagt brunlig.
Kvartssand:	Afrundet til kantrundet (skarpkantet), meget kalk- og flintfattigt sand fra grusgrave i Vestjylland, herunder jyske kvartssandsforekomster. Sandet er ofte fillerfattigt. Kulør typisk: Lys grålig.





KALKVAND



FINPUDS



KULEKALK



KALKMÆLK



SANDKALK



KALKVAND



FINPUDS



KULEKALK



KALKMÆLK



SANDKALK





Efteruddannelse

- Fremtid for læskemørtel

