



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Kalkmaling til murfacader

MUDP-rapport

Maj 2017

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Niels Mikkelsen, Minor Change Group Aps

Note:

I rapporten er der af forretningsmæssige årsager ikke præsenteret komplette recepter på de udviklede og testede malinger, men kun anført indholdsstofferne uden angivelse af mængder.

ISBN: 978-87-93529-93-9

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1. Resumé	4
1.1 Ren maling	4
1.2 Flere malinger - nye udviklingsspor	4
1.3 Helhedskoncept for genanvendeligt muret byggeri	4
2. Baggrund og ambition	5
2.1 Lukket ressourcekredsløb for murværk	5
2.2 Behov for ren maling til murfacader	5
2.3 Opdatering af kalkning	6
3. Analyse af provisorisk maling	7
3.1 Afsæt i provisorisk maling	7
3.2 Undersøgelse af den provisoriske maling	7
3.3 Undersøgelse af krav til C2C certificering	9
3.4 Konklusion: KALK grundrecept + alternativ til W5	10
4. Udvikling og test af nye malingsblandinger	11
4.1 Udviklingsproces og vurderingsparametre	11
4.2 1. Udviklingsrunde – Vandglas mm.	11
4.3 2. Udviklingsrunde – cellulose mm.	14
4.4 Udvælgelse af 4 blandinger til test	16
4.5 Test af 4 udvalgte malingsblandinger	18
4.6 Konklusion på test af kalkmalinger	19
4.7 Graphenstone kalkmalinger	20
4.8 Demonstration af Graphenstone maling	23
5. Forretningsudvikling	25
5.1 Komplet KALK koncept	25
5.2 Behov for bæredygtige malinger	26
5.3 Progressiv bæredygtighed som markedsåbner	27
5.4 Markedsstrategi for kalkmaling	27
5.5 Innovation og udvikling af malinger som driver	28
6. Konklusion og perspektiver	31
6.1 Ikke én, men flere potentielle kalkmalingstyper	31
6.2 Potentiale i helhedsløsninger til det murede byggeri	32
6.3 Innovationspartnerskaber	32
Bilag 1. C2C evaluering af provisorisk maling	33
Bilag 2. Liste over anvendte tilsætningsstoffer	36
Bilag 3. Kalkmalingstests hos KALK A/S (udvalg)	37

1. Resumé

Kalk genopdaget som 'rent' byggemateriale

1.1 Ren maling

KALK A/S har i projektet *Kalkmaling til Murfacader* arbejdet på at udvikle, teste og demonstrere en murfacademaling baseret på 2 års lagret kulekalk, som skal gøre det nemt, holdbart og konkurrencedygtigt at anvende kalk til facadebehandling. En sådan kalkbaseret facademaling består af 100% rene råstoffer, som ikke vil forurene facaden og dermed gøre det muligt at genanvende hele murværket ved senere nedbrydning eller ombygning. Projektet er gennemført i tæt samarbejde med Teknologisk Institut, afdeling for Byggeri og Anlæg, og Minor Change Group Aps - forandringsbureau med speciale i cirkulær økonomi.

1.2 Flere malinger - nye udviklingsspor

Projektet har varet i 2 år. Arbejdet med at udvikle en kalkmaling til murværk, som har den traditionelle kalks egenskaber mht. miljø, åndbarhed og sundhed, samtidig med at den er lige så nem at arbejde med som moderne facademalinger, viste, at maling er et meget komplekst felt at arbejde med, og at der er langt flere ingredienser end først antaget, som er interessante ift. at skabe den optimale malingsblanding. Projektet endte derfor ikke med én færdigudviklet kalkmaling, men derimod med flere potentielle kalkmalingstyper, der i årene fremover kan arbejdes videre med at gøre klar til markedet.

Sideløbende med disse udviklingsaktiviteter blev der via research af markedet for kalkmalingsprodukter identificeret en spansk produceret kalkmaling med nanograften som tilsætningsstof. KALK A/S har derfor indledt et samarbejde med producenten bag den grafenbaserede kalkmaling, Graphenstone, om at tilpasse malingen til danske forhold og lancere den på det danske marked under private label kontrakt med Graphenstone. Strategien er her og nu at bruge Graphenstone malingen til at åbne malingsmarkedet for kalkmalingen, samtidig med at fortsætte arbejdet med at udvikle egne kalkmalinger på baggrund af de lovende ingrediensspor, som er blevet udlagt i dette projekt. Når de er klar, vil markedet dermed også være klar til dem, og KALK A/S vil have en bred palette af malingsprodukter at byde ind med.

1.3 Helhedskoncept for genanvendeligt muret byggeri

Den rene kalkbaserede facademaling er et centralt element i KALK A/S' strategi om skabe et komplet kalkkoncept til et bæredygtigt muret byggeri. Med et samlet sortiment af C2C certificerede kalkprodukter vil KALK A/S kunne udvikle en række nye forretningskoncepter for det murede byggeri (take back – leasing mm.), som kan gøre det attraktivt og rentabelt at bygge bæredygtigt. Det vil kunne give KALK A/S en optimal platform for at indtage og professionalisere markedet for bæredygtigt nybyggeri, som formentlig vil vokse betydeligt de kommende år.

2. Baggrund og ambition

Opdatering af kalkning til moderne facadebehandling

2.1 Lukket ressourcekredsløb for murværk

Kalk har i tusindvis af år været anvendt til byggeri og ikke mindst til overfladebehandling af facader. Det er derfor et råstof, som vi fuldt ud kender konsekvensen af at anvende, og som vi ved kan indgå i et naturligt ressourcekredsløb. Ved at lave en moderne facademaling med kalk som hovedingrediens og sikre, at de øvrige ingredienser er biologisk nedbrydelige, og at de i kombination ikke har en negativ påvirkning af miljø og sundhed, er der en indbygget garanti for, at den ikke forurener materialerne i facaden, og at de derved i fremtiden vil kunne genanvendes. Den vil med andre ord gøre det muligt at lave et lukket ressourcekredsløb for murværk.

2.2 Behov for ren maling til murfacader

Moderne facademalinger indeholder en række miljø- og sundhedsskadelige stoffer – ofte baseret på fossil olie - som forurener de øvrige materialer, facaden er opbygget af. Det gør det vanskeligt at genanvende disse materialer og/eller håndtere dem som affald. Desuden lukker de ved gentagende behandlinger overfladen og skaber et hus, som ikke kan ånde. Det er særlig problematisk, hvis resten af huset er opført med et diffusionsåbent murværk – f.eks. et ældre hus opført med kalkmørtel - hvorved fugt bliver spærret inde i murværket og skaber råd og skimmelsvamp i huset.

Der er de senere år kommet en række økologiske alternativer på markedet. De er ganske vist produceret på basis af økologiske råvarer, men de er ofte tilsat nogle stabilisatorer og bindere mm., som har vist sig også at være problematiske. Og da der ofte er en mangelfuld deklaration af indholdet af produkterne og dokumentation for deres indvirkning på facaden, er det vanskeligt at vurdere malingernes reelle egenskaber på diverse miljø-, sundheds- og recirkuleringsparametre. Desuden er deres holdbarhed endnu ikke god nok, og de kan ofte kun leveres i ganske få indfarvninger. Endelig ligger de prismæssigt i den dyre ende og retter sig udelukkende mod et lille nichemarked af særlig idealistiske forbrugere.

Der mangler derfor et kvalitetsprodukt til en bæredygtig overfladebehandling af murfacader, som kan sikre, at murværket kan ånde og er sundt, mens det står, og kan genanvendes 100%, når det skal rives ned. Og ikke mindst et konkurrencedygtigt produkt, som gør det muligt at indtage et voksende marked for bæredygtige byggematerialer og derefter slå igennem på mainstreammarkedet, så malingen bliver anvendt så bredt, at der i fremtiden vil være langt mere murværk, som kan genanvendes.

2.3 Opdatering af kalkning

Formålet med projektet *Kalkmaling til murfacader* har derfor været at opdatere den århundredgamle praksis med at kalke murede facader til en nutidig byggepraksis, ved at udvikle en facademaling baseret på brændt og langtidslagret læsket kalk (2 års kulekalk). Ambitionen har været at udvikle en maling, som har samme tekniske kvaliteter som moderne facademalinger, der holder længe og er nemme at arbejde med, men er fri for de miljøfremmede og sundhedsskadelige stoffer, de indeholder. Med denne renhed vil kalkmalingen ikke forurene facaden og dermed gøre det muligt at genanvende hele murværket ved nedbrydning eller ombygning.

Desuden er intentionen med kalkmalingen at gøre det muligt at opnå samme åndbare overflade (kapilærråben), samt samme æstetiske og miljømæssige kvaliteter som på en kalket facade, uden at skulle udføre det teknisk vanskelige kalkearbejde med jævne mellemrum, men blot male facaden på normal vis med mange års mellemrum. Den vil hermed kunne udgøre et reelt miljørigtigt alternativ til de nuværende facademalinger og vil kunne give et bredt udsnit af husejere mulighed for at give deres hus et værdifuldt løft, både mht. æstetik, miljø og indeklima. Den skal derfor også kunne produceres således, at den prismæssigt er konkurrencedygtig med nuværende facademalinger.

Opsummeret har opgaven i projektet således været at udvikle en maling, som opfylder disse kriterier:

- Består af uproblematisk rene indholdsstoffer, som gør det muligt at genanvende murværk - C2C certificering på guldniveau
- Efterlader facaden levende og åndbar – ligesom almindelig kalk
- Er lige så nem at arbejde med som kendte facademalinger
- Kan produceres konkurrencedygtigt - kan sælges på mainstreammarkedet.

3. Analyse af provisorisk maling

Definering af udviklingsspor på baggrund af provisorisk maling

3.1 Afsæt i provisorisk maling

Udviklingsarbejdet har taget afsæt i en provisorisk maling, som KALK A/S har opført prøver af på sine egne lagerbygninger. Den består af kulekalk (brændt, læsket og langtidslagret kalk), Rollovit (knust ubrændt kalksten), vand og binderen silan-siloxan i form af produktet W5. Et produkt som har været udviklet til og hidtil været anvendt som en overfladebehandling af murværk til at gøre det mere afvisende for smuds og graffiti-maling mm.

Den har vist sig også at have ganske gode egenskaber, som ingrediens i kalkmælk (kulekalk oprørt i vand), både mht. håndtering, slidstyrke og vejrbestandighed. Mht. genanvendelse af kalk som indeholder W5, vil den blive uddrevet igen når kalken genopvarmes, og malingen vil således kunne anvendes i genanvendeligt byggeri. W5 vil dog kunne påvirke lokalmiljøet, når den ikke nedbrydes ved opvarmning, som f.eks. ved afskalning og afrensning af facaden.

Sammenlignet med olieemulsion facademalinger eller cementbaserede malinger vil den dog være langt bedre både mht. kvalitative egenskaber og miljøpåvirkning, men ikke nævneværdig bedre end silikatmalinger. Den kan derfor godt fungere som et alternativ til disse malinger, men skal der findes en optimal facademaling mht. renhed og miljø, skal der findes en erstatning for W5.

For at få en indikation af, hvad det kan være, er det vigtigt at få et indgående kendskab til, hvad det er silan-siloxanen gør ved kalken. Startpunktet var derfor en sammenlignede undersøgelse af ren kalk og kalk tilsat W5 – og med andre facademalingstyper.

3.2 Undersøgelse af den provisoriske maling

W5 består af:

1. Silan-Siloxan < 30% koncentration (vægt): Kemisk formel: Silan - SiH_4 - Siloxan (organosilan) $(\text{CH}_2)_n - \text{SiO}_m$.
2. Calciumcarbonat < 10% koncentration (vægt): Kemisk formel CaCO_3 .

Test af vanddiffusion

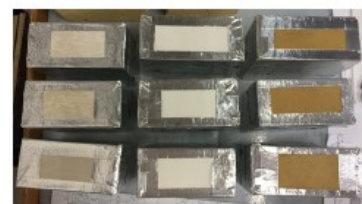
For at malingen kan fungere som facademaling til murværk, er den nødt til at understøtte det murede byggeris opbygning og evne til at komme af med fugt. Dette kan en ren kulekalk allerede. Første skridt var derfor at undersøge silan-siloxan malingens vanddamp permeabilitet, sammenlignet med ren kulekalk og hhv. silikatmaling, cementmaling og en olieemulsionsmaling. Testen blev udført på mursten for at tegne et realistisk billede af malingernes performance som muligt (vist overfor)

Forundersøgelse af provisoriske kalkmalingstests

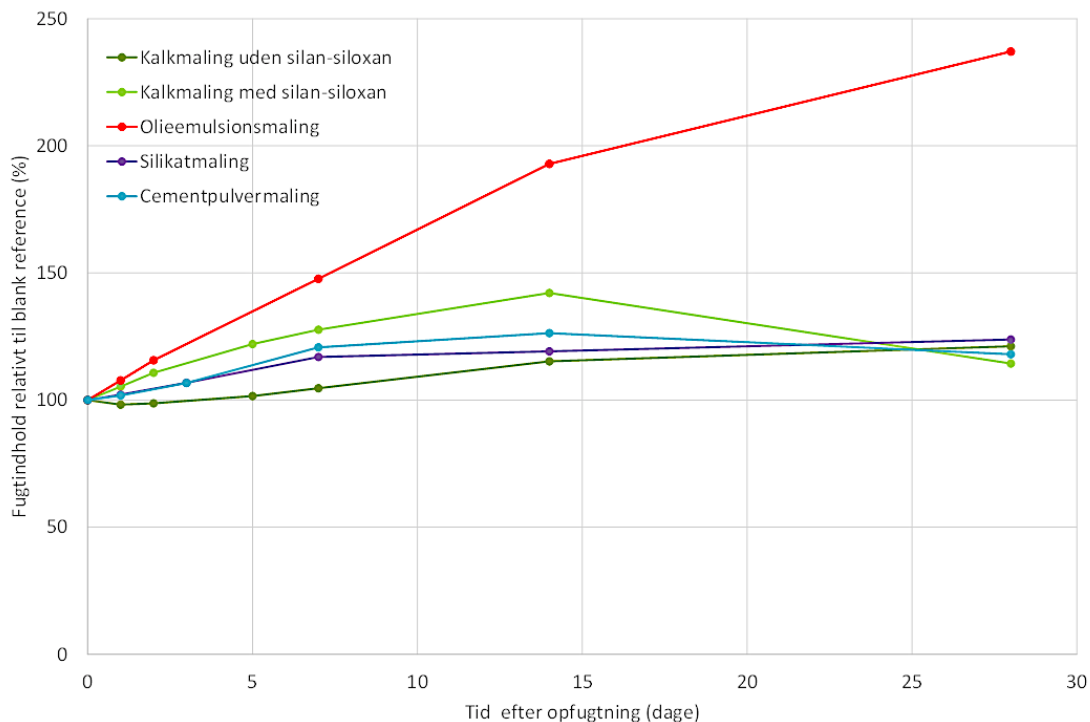
Malede sten tørres til konstant masse ved 105°C
Stenen suger 7% vand

Stenen pakkes ind så kun fronten er fri.
Evt. revner dækkes.

Stenenes masse følges over tid
ved 20°C, 65% RH.

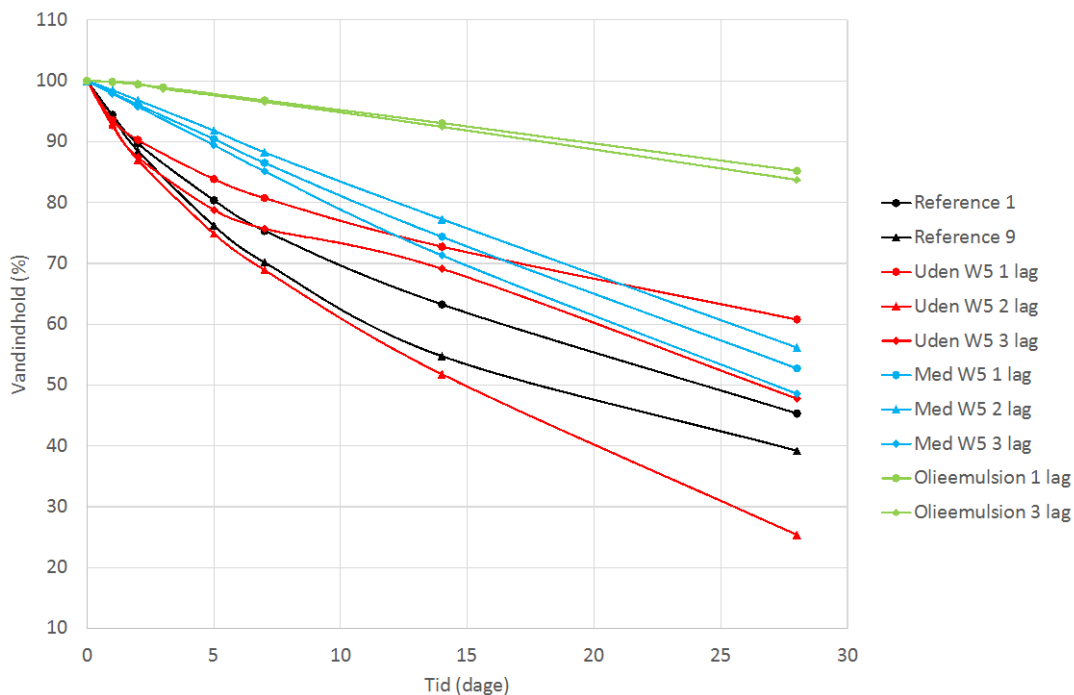


Nedenstående vises resultaterne af testen.



Grafen viser stenens relative fugtindhold i forhold til en ikke overfladebehandlet sten. Dvs. værdier over 100% angiver, at den overfladebehandlede sten afgiver fugten langsommere end en blank reference, mens tal under 100% angiver, at den overfladebehandlede sten afgiver fugten hurtigere end den blanke reference.

Nedenfor er det samme vist som relativ fugtindhold ift. påføringstidspunktet, og ved hhv. 1 og 3 lag maling.

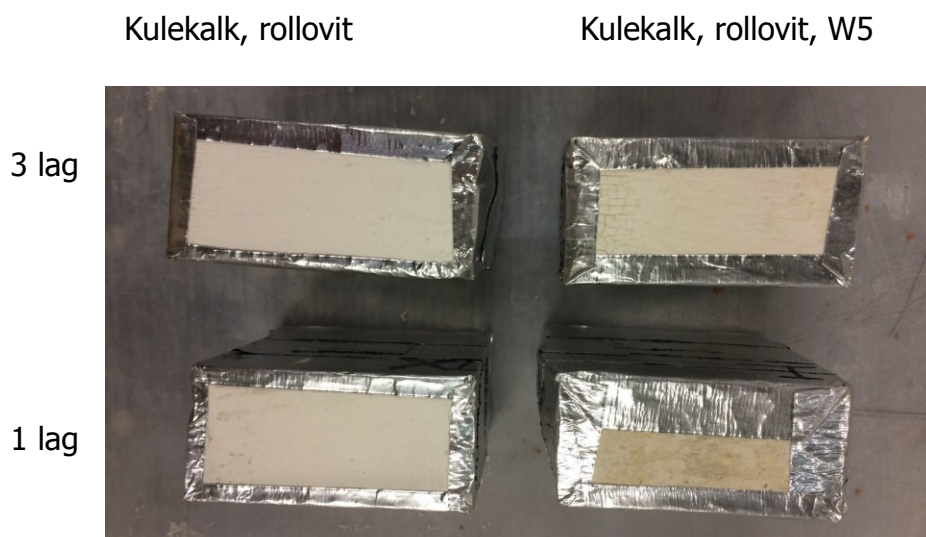


- Det ses, at olieemulsionsmalingen har svært ved at komme af med fugten, hvilket stemmer overens med KALK A/S' erfaringer med de afskalninger og frostspringninger på bygninger som de oplever i dagligdagen grundet fugtophobninger i murværket.
- Ren kulekalk performer bedre end samtlige malinger. Derudover ses det at kulekalken performer bedre end en blank reference i de første 3 dage, hvor koncentrationen af vand er høj
- Cementpulver og silikat-malingen ligger midt mellem de to kalkmalinger hhv. med og uden silan-siloxan
- Endelig ses det, at effekten af silan-siloxan med at lukke af for fugt aftager ret hurtigt – dvs. allerede inden 28 dage efter påførelsen.

Konklusion:

Mht. vandafdamning er kalkmalingen tilsat silan-siloxan stort set på linie med silikatmalinger, mens de begge er lidt mere lukkede end ren kulekalk - særlig i de første 2 uger efter påføringen. Forskellen er imidlertid så lille, at det ikke er den afgørende faktor (ligger inden for usikkerhedsmarginen i målingerne). Der kunne derfor arbejdes videre med en facademaling baseret på kulekalk som grundingrediencer, både med og uden WP5 tilsat.

Billeder af prøvestenene med kalkmaling med og uden W5



3.3 Undersøgelse af krav til C2C certificering

Test for bæredygtighed og C2C-certificering

Den provisoriske kalkmaling var også udgangspunktet for at undersøge, hvilke kriterier der kan opstilles for at kalkfacademalingen kan opnå C2C certificering på minimum guldniveau. De blev anvendt som parametre for undersøgelserne af de forskellige blandinger og udviklingen af prototyper af malingerne.

Malingen skal vurderes på:

- Materiale renhed/sundhed
- Genanvendelighed
- Vedvarende energi
- Vandhåndtering
- Social fairness

Læs mere om C2C kriterierne [her](#)

Den rene kalkmaling kan indgå i både et biologisk og teknisk kredsløb. Det er derfor de stoffer, som tilsættes kalken, som vil være bestemmende for dens performance på de to første parametre, sundhed og genanvendelighed. Mht. de øvrige 3 er KALK A/S allerede selvforsynende med vedvarende energi, har udarbejdet strategi for vandhåndtering og tilsluttet sig globale aftaler i forhold til social fairness.

For den provisoriske kalkmaling er det således i høj grad de sundhedsmæssige aspekter som er i fokus. C2C certificeringsinstituttet McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC) har undersøgt malingen og er nået til følgende resultat:

The hazard assessment is derived from the presence of one problematic ingredient, namely Silane, triethoxyoctyl. This compound exhibits extreme aquatic toxicity, high bioaccumulation, and mild biodegradation. Since this material is a biological nutrient all three endpoints were taken into account for this assessment. Having said that, banned list declarations and CMR declarations were obtained for all ingredients above 100 ppm, which allows for this product to be utilized in Silver certified products as well. Optimization of this ingredient would allow for the final paint to receive a "C" assessment. (se bilag 1 for den fulde C2C rapport).

Konklusionen er, at det vil være muligt at opnå en C2C certificering på sølvniveau med den provisoriske kalkmaling indeholdende silan-siloxan. Skal der opnås højere niveau, hvor der ikke er nogen negativ miljøpåvirkning overhovedet, skal der findes en erstatning for silan-siloxanen.

Da det er KALK A/S' ambition at nå op på guld eller platin niveau, skal der derfor arbejdes i den retning, men et skridt på vejen kunne godt være blandingen med silan-siloxan, som trods alt kan opnå sølv certificering og dermed give KALK A/S adgang til markedet for miljøvenlige malinge.

KALK A/S' egne undersøgelser viser, at silan-siloxanen ikke nødvendigvis er et problem. Blandt andet blev der lavet en Daphnia test ved Teknologisk Institut i år 2000, hvor materialet blev godkendt til brug af nedrensning af graffiti i vandbeskyttelsesområder – og har efterfølgende været brugt til bæredygtig nedrensning af graffiti i sådanne områder. Derfor indledte KALK A/S en dialog med MBDC om resultaterne af testen. Konklusionen var stadig den samme: At der foreligger nyere undersøgelser, som viser materialeproblematikken, og hvis materialet ikke kan fjernes, skal det under 1000ppm, hvilket ikke kan lade sig gøre.

Andre problemer med Silan-Siloxan malingen

Samtidig med at undersøgelserne foregår stopper flere producenter med salget af siloxanen. pga. af manglende afsætning. Det efterlader KALK A/S i en situation, hvor de skal lede andre steder for at få adgang til materialerne, f.eks. Kina. KALK A/S valgte på den baggrund at stoppe det videre testarbejde med kulekalk tilsat W5.

3.4 Konklusion: KALK grundrecept + alternativ til W5

Den samlede konklusion mht. den provisoriske kalkmaling tilsat W5 var derfor, at det på grund af disse miljømæssige og forsyningsmæssige udfordringer med silan-siloxanen ikke kunne anbefales at arbejde videre med den. Til gengæld ville det fortsat give mening at arbejde videre med kulekalk, vand og knust ubrændt kalksten (rollovit) som grundrecept, og opgaven var så at finde en eller flere tilsætningsstoffer, som kunne give denne kalkbaserede maling samme påføringsegenskaber som silikat og cementpulver malingerne, uden at lukke overfladen.

4. Udvikling og test af nye malingsblandinger

2 omgange af udvikling - med 2 typer af ingredienser

4.1 Udviklingsproces og vurderingsparametre

Arbejdet med at finde frem til nye malingsblandinger bestod af to processer:

1. Udvikling af nye blandinger med fokus på:
 - Nye naturlige polymerer og fibre som indholdsstoffer
 - Naturlige bindere, der kan forbedre kalkens egenskaber
 - Interaktion mellem forskellige indholdsstoffer, etc.
2. Test af de nye blandinger med fokus på:
 - Interaktion mellem substratet (murværk) og maling
 - Indholdsstoffer indflydelse på malings kvaliteten og egenskaber
 - Overflade egenskaber
 - Fugtdiffusion
 - Diffusionsåbenhed

Malingerne blev desuden vurderet på følgende fysiske og visuelle parametre:

- Dækkeevne og udseende
- Lethed ved påføring med pensel
- Spredningsevne eller tendens til at koagulere under påføring med pensel
- Krakeleringer efter tørring
- Farve – bevarelse af 'hvidhed'
- Grynethed i overfladestrukturen
- Tendens til at sprække efter 1 dag, 2 dage og en uges opbevaring

Udviklingen forløb ad to omgange, idet det første ingrediensspor som blev forfulgt, ikke viste sig at lede til en brugbar blanding, hvorefter der blev arbejdet med en anden type ingredienser, som viste sig i højere grad at give kalkmalingen de ønskede egenskaber.

4.2 1. Udviklingsrunde – Vandglas mm.

Der blev taget udgangspunkt i en basisblanding af den rene kalkmaling, som i analysen af den provisoriske maling havde vist sig at være den mest optimale – nr. 4 i rækken af afprøvede blandinger, deraf navnet Kalk IV. Den bestod af følgende:

800 gr. Kulekalk (dej)
400 gr. Vand
500 gr. Rollovit (knust ubrændt kalk – i pulverform)

Til denne basiskalkmaling blev der derefter tilsat forskellige stoffer som formodedes at kunne give kalkmalingen de ønskede egenskaber.

Det første stof, som blev arbejdet med, var vandglas i form af både kaliumsilikat og natrium-silikat – i en koncentration på ca. 1%. Meget tidlige forsøg viste, at selv ved 2% tilføjelser og i

særdeleshed ved 5% opstod der betragtelige klumpdannelse og silikat-"geling". Dette antydede behovet for komplicerede blandedprocedurer ved en potentiel op-skallering, hvilket udelukkede tilsætning af højere doser.

Derudover blev Mikrokrystallin cellulose (MKC) afprøvet for at give malingen en indre styrke og generelt forbedre dens fysiske egenskaber.

Perlite blev også indledningsvis undersøgt, som en mulig komponent for at forøge "porøsiteten" i overfladen.

Desuden blev der afprøvet yderligere 2 tilsætningsstoffer, som typisk bliver anvendt i overfladebehandlinger til mursten, cement og mørtel ("Siloblock WA" og "Siloblock LD"). Prøver af disse stoffer fremskaffedes fra producenten Momentive, for at undersøge dem som mulige erstatninger for "W5".

Resultater og evalueringer af blandingsforsøgene er opsummeret i tabellen nedenfor.

Recept	Miljø/C2C	Konsistens	Krakelering	Fordele
Kalk IV + 1% & 5% K vandglas	ja	5% øgning i viskositet	Ja	Imprægnering – slidstærk overfl.
Kalk IV 2% MKC	Ja	God, nem at påføre	Ja	Stor elasticitet
Kalk IV 2% Perlite	Ja	Granuleret, vanskelig at påføre	Ja	Porøs - diffusionsåben
Kalk IV 5% Siloblock LD	Nej	Øgning i viskositet	Lidt	Giver elasticitet
Kalk IV 5% Siloblock WA	Nej	Øgning i viskositet	Lidt	Giver elasticitet
Kalk IV 1% K-vandglas 2% MKC	Ja	God	Nej	Giver elasticitet + Imprægnering – slidstærk overfl.
Kalk IV 1% Na- vandglas	Ja	OK- god	Lidt	Lidt grynet overflade
Kalk IV 1% Na-vandglas 2% MKC	Ja	God	Nej	Giver elasticitet + Imprægnering – slidstærk overfl.

Opsummering af forsøg

Kalk IV + 5% kalium vandglas

Vandglas blev tilføjet til Kalk IV under hurtig omrøring. Geledannelse og klumpdannelse observeret, og malingen blev tydeligt tykkere. Malingen blev vanskelig at påføre murstensoverflader og på cellulosepapir. Tørrede med sprækker. Anden-dagen: malingen var tykkere, men stadig mulig af omrøre. Andet lag var vanskeligt at påføre. Tørrede igen med sprækker, særligt på filterpapir.

Kalk IV + 2% kværnet Perlite

Perlite blandede sig Kalk IV ved hurtig omrøring. Iblandede sig let, men Perlite-dele var observerbare. En smule vanskelig at påføre murstenoverflader og cellulosepapir på grund af Perlite-partikler. Tørrede med nogle sprækker. Anden-dagen: stabil blanding ved inspektion. Ligesom på førstedagen, var malingen vanskelig at påføre. Tørrede med sprækker, særligt på filter-papir.

Kalk IV + 2% Mikrokrystallin cellulose ("Sigmacell")

MKC blandede sig let med Kalk IV og gav en glat tekstur. Den var let at påføre cellulosepapir. Tørrede fint med få sprækker. Anden-dagen: stabil blanding ved inspektion. Andet lag var let at påføre, ligesom på dag 1. Tørrede med få synlige sprækker.

Kalk IV + 1% Kalium vandglas.

Var lettere at blande end 5% versionen og gav en rimelig glat tekstur. Let at påføre på cellulosepapir. Tørrede med nogle synlige sprækker. Anden-dagen: stabil blanding ved inspektion. Andet lag: Let at påføre, ligesom på førstedagen. Tørrede med yderligere synlige sprækker.

Kalk IV + 5% Momentive "Siloblock LD".

Siloblock LD blandede sig med Kalk IV ved hurtig omrøring. Tydelig fortykning. Påførtes relativt let på cellulosepapir. Tørrede op til en glat overflade med få synlige sprækker. Anden-dagen: stabil blanding ved inspektion. Andet lag var let at påføre, ligesom på førstedagen. Tørrede med få synlige sprækker.

Kalk IV + 5% Momentive "Siloblock WA"

Siloblock WA blandede sig med Kalk IV ved hurtig omrøring. Tydelig fortykning. Påførtes relativt let på cellulosepapir. Tørrede op til en glat overflade med få synlige sprækker. Anden-dagen: stabil blanding ved inspektion. Andet lag var let at påføre, ligesom på førstedagen. Tørrede med få synlige sprækker.

Konklusioner:

Vandglas viste indledningsvist lovende resultater. Der var dog vanskeligheder med at undgå at vandglasset stivnede til gele i faserne under sammenblandingen ved store koncentrationer af vandglas. Vandglas er uhyre PH-følsom og dermed vanskelig at håndtere i en stærk basisk væske som kalkmælk. Og som det fremgår af matrixen, er der problemer med krakelering.

Mikrokrystallin cellulosen (MKC) gav brugbare overflader, uden nævneværdig sprækkedannelse på de anvendte testmursten i den givne tidsperiode. Men der var problemer med evnen til sammenblanding, og yderligere undersøgelser var nødvendige for at finde metoder til at opnå tilfredsstillende sammenblanding.

Perlite gav en grynet overflade, selv efter yderligere kværning inden tilsætning til malingen.

Repræsentanter fra KALK A/S og Minor Change Group besluttede ikke at gå videre med de to Momentive-additiver, da der var tvivl om muligheden for at opnå "cradle to cradle" certificering med de blandinger, de indgår i.

4.3 2. Udviklingsrunde – cellulose mm.

De første lovende resultater med mikrokrystallincellulose gav anledning til yderligere undersøgelser med en 2% tilsætning og forskellige blandingsmetoder, direkte tilføjelse og forudgående opløsning i enten vand eller fortyndet NaOH.

Der blev også afprøvet andre potentielle tilsætningsstoffer til at give malingen mere fleksibilitet, herunder naturlig gummi. Ræsonnementet her var, at hvis naturlig latex kunne inkorporeres i den basiske blanding, kunne det give forbedret overflade fleksibilitet, og latex komponenten kunne således fungere som en slags "binder" for overfladen.

Kombinationen af MKC og vandglas blev også afprøvet for at undersøge om de gode overfladeegenskaber forårsaget af MKC kunne minimere krakeleringerne, der opstod ved tilføjelse af vandglas (Silikat).

For at udvide undersøgelsen af naturlige tilsætningsstoffer med mulige fordelagtige egenskaber for kalkbaserede overfladebehandlinger blev der også lavet forsøg med mineralfylderen "bentonite". Særligt for at se om den kunne forbedre porøsiteten og stabilisere blandingen, så den ikke skiller ved henstand. Ligeledes blev der lavet forsøg med sojaprotein. Og for at få yderligere erfaring med MKC – blev der også lavet forsøg med tilsættelse af cellulose-nanofibre.

De vigtigste observationer er opsummeret i nedenstående skema:

Recept	Miljø/C2C	Konsistens	Krakelering	Fordele
Kalk IV + 2% MKC tilført i fast form	Ja	Nem at påføre – kræver blandetid	Lidt, som normalt	Nogen elasticitet
Kalk IV + 2% MKC tilført oprørt i vand	Ja	Nem at påføre – ingen blandetid	Lidt, som normalt	Nogen elasticitet
Kalk IV + 2% MKC tilført oprørt i NaOH	Ja	Nem at påføre	Lidt, som normalt	Nogen elasticitet
Kalk IV + 1% naturgummi	Ja	Ikke mulig at påføre, klumper sammen	N/A	
Kalk IV 1% K-vandglas 2% MKC	Ja	God, men afhænger af blandemetode	Lidt, som normalt	Giver elasticitet + Imprægnering – slidstærk overfl.
Kalk IV 1% Na- vandglas	Ja	God, men afhænger af blandemetode	Lidt, som normalt	
Kalk IV 1% Na-vandglas 2% MKC	Ja	God, men afhænger af blandemetode	Lidt, som normalt	
Kalk IV + Bentonite. 0,1 – 2%	Ja	Vanskelig af oprøre	Lidt	Diskutabel
Kalk IV + 2% soyaprotein	Ja	Nem at påføre – kræver blandetid	Lidt, som normalt	Nogen elasticitet
Kalk IV + cellulose nano-fibre 0,1%, 0,5% og 1%	Ja	Nem at påføre – i alle blandinger	Lidt, som normalt	Nogen elasticitet

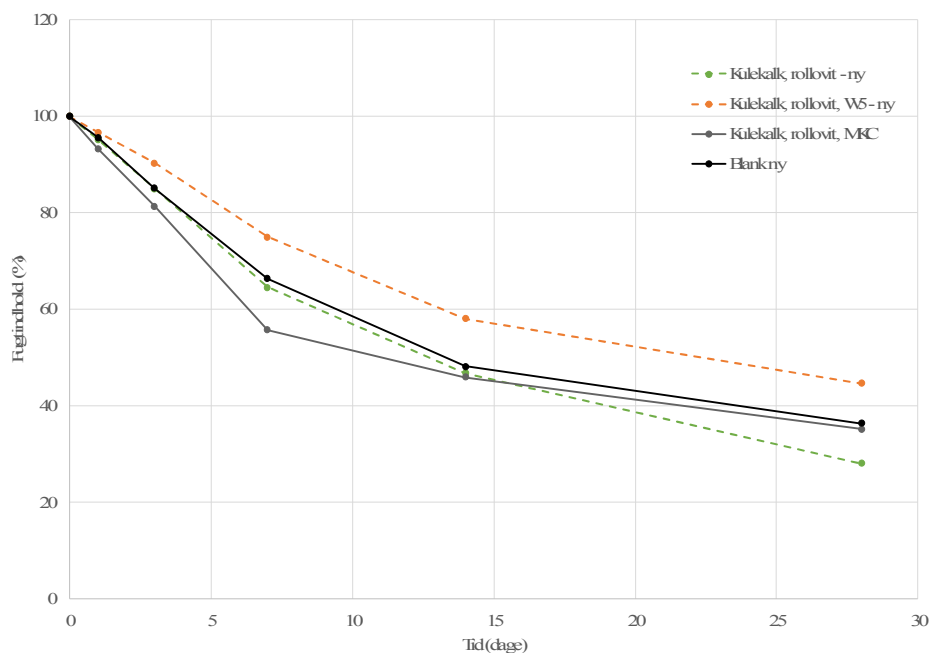
I de indledende screeninger af blandingerne med bentonite i den kalkbaserede basisblanding, blev forskellige bentonite-typer vurderet - fra umodificerede til hydrofil modificerede for at forbedre vandopløseligheden. Derudover blev der testet adskillige metoder til iblanding/opløsning inklusiv mikroskopundersøgelser for at teste for sammenklumpning. De bedste resultater blev

opnået med et hydrofil-modificeret bentonite substrat. I alle tilfælde blev det dog vurderet, at opløseligheden/iblandingsevnen med bentonite i kalk ikke er optimal, da det giver en grynet blanding. Det blev derfor vurderet, at det ikke var interessant at arbejde videre med denne ingrediens.

Sojaproteinet medførte klumpdannelse og krævede intens omrøring. Samtidig blev blandingen tonet mørk ved omrøringen. Primært på grund af disse problemer, blev proteinet fravalgt som et brugbart tilsætningsstof.

Cellulose nano-fibre blev tilføjet som en 8% vandopløsning, i stedet for som "tørre fibre" (et "1%" tilføjelsesniveau, er i virkeligheden 0.08% som tør). Den observerede reaktion på niveauerne "0,5%" og "1.0%" for nano-fiber tilføjelserne svarede til de prøver, der indeholdt MKC, blot med lettere sammenblanding. Cellulose nano-fibre viste sig at have nogle gavnlige effekter, men da de ikke er kommercielt tilgængelige på nuværende tidspunkt, blev denne løsning ikke yderligere forfulgt. Resultaterne indikerer dog, at når disse nanofibre bliver kommercielt tilgængelige til en overkommelig pris (sandsynligvis indenfor 10 års tid), bør denne mulighed genoptages.

Her og nu er det mest lovende tilsætningsstof mikrokrystalicellulose (MKC) i koncentrationer på 1-2%. Det blev understreget af en test af vanddamp-permeabiliteten for denne blanding sammenlignet med kulekalk og den provisoriske kalkmaling med W5 tilsat. Som det ses af nedenstående graf, er den på niveau med en ubehandlet sten, dvs. at den efterlader facaden helt åndbar.



For yderligere at undersøge de cellulose baserede tilsætningsstoffers egenskaber i kalkblandingen, blev der mod slutningen af udviklingsforløbet lavet forsøg med vandopløselige cellulose fortykkere i form af overfladeaktive basiske fosfat-typer. De cellulosematerialer, der indledningsvis blev udvalgt, var HEC - Hydroxy-ethyl cellulose - og HPC -Hydroxy-propyl cellulose -, og dernæst "DTPMPA" - Diethylenetriaminpentamethylenephosphonicacid heptasodium salt. Alle tre pga. deres kendte egenskaber, men også pga. deres tilgængelighed på markedet til en overkommelig pris. Desuden er de klassificeret *ikke farlige*.

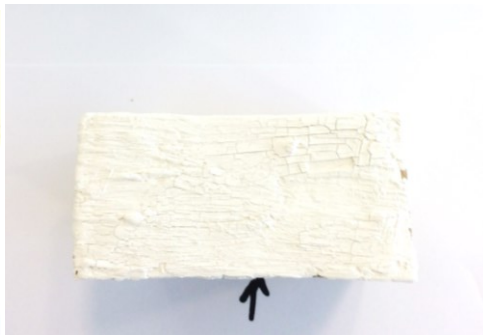
Resultater og vurderinger af forsøgene er vist i skemaet nedenfor.

Recept	Miljø/C2C	Konsistens	Krakelering	Fordele
Kalk IV + 0.2 % MMW HEC	Ja	OK	Ja	
Kalk IV + 0.2% MMW HEC, 0.2% DTPMPA	Ja	OK	Ja,	
Kalk IV + 0.2% MMW HPC	ja	Nem at påføre, god konsistens, dog lidt tynd	nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.2% MMW HPC, 0.2% DTPMPA	ja	Nem at påføre, god konsistens for penselstrøg	nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.5% MMW HPC	Ja	Nem at påføre, god konsistens for penselstrøg God tykkelse	Nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.5% MMW HPC, 0.2% DTPMPA	ja	Nem at påføre, god konsistens for penselstrøg God tykkelse	nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.2% HMW HPC	Ja	Nem at påføre, god konsistens for penselstrøg Lidt tyk	nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.2% HMW HPC, 0.2% DTPMPA	Ja	Nem at påføre, god konsistens for penselstrøg God tykkelse	nej	Nogen elasticitet, god finish look
Kalk IV + 0.5% HMW HPC	Ja	For tyk til at kunne påføres effektivt	N/A	
Kalk IV + 0.5% HMW HPC 0.2% DTPMPA	Ja	Meget tyk, Opløsningsmiddel hjælper dog	Nej	

Billederne nedenfor viser krakleringerne, når HEC tilsættes blandingen, og omvendt den fine overflade som kombinationen af tilsætningsstofferne HPC og DTPMPA efterlader.



1: Kalk IV + 0,2% HPC



2 Kalk IV + 0,2% HEC



3: Kalk IV + 0,2% DTPMPA

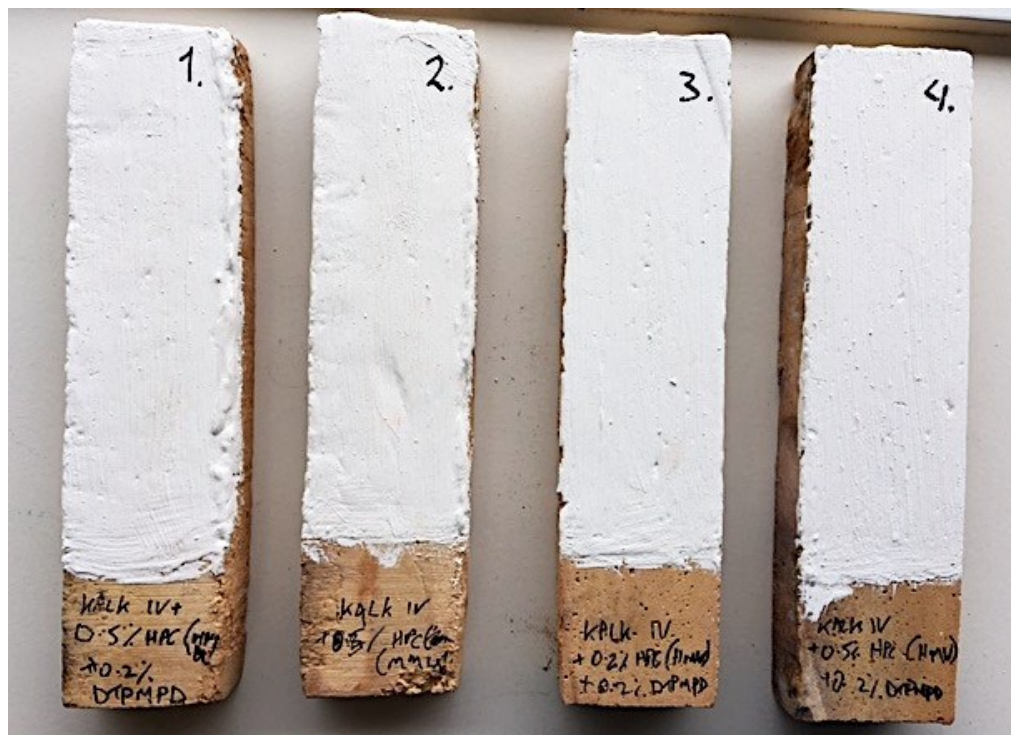


4: Kalk IV + 0,2% HPC + 0,2% DTPMPA

4.4 Udvælgelse af 4 blandinger til test

De sidste forsøg med cellulose fortyknerne: HPC - Hydroxy-propyl cellulose og DTPMPA - Diethylenetriaminepentamethylenephosphonicacid heptasodium salt, viste at de var de mest lovende tilsætningsstoffer ift. at give kalkmalingen de ønskede egenskaber. For at finde frem til de mest optimale blandinger med dem, blev der lavet 4 forskellige varianter, som blev testet på rigtige murfacader hos KALK A/S.

Nedenfor ses prøver af de 4 blandinger:

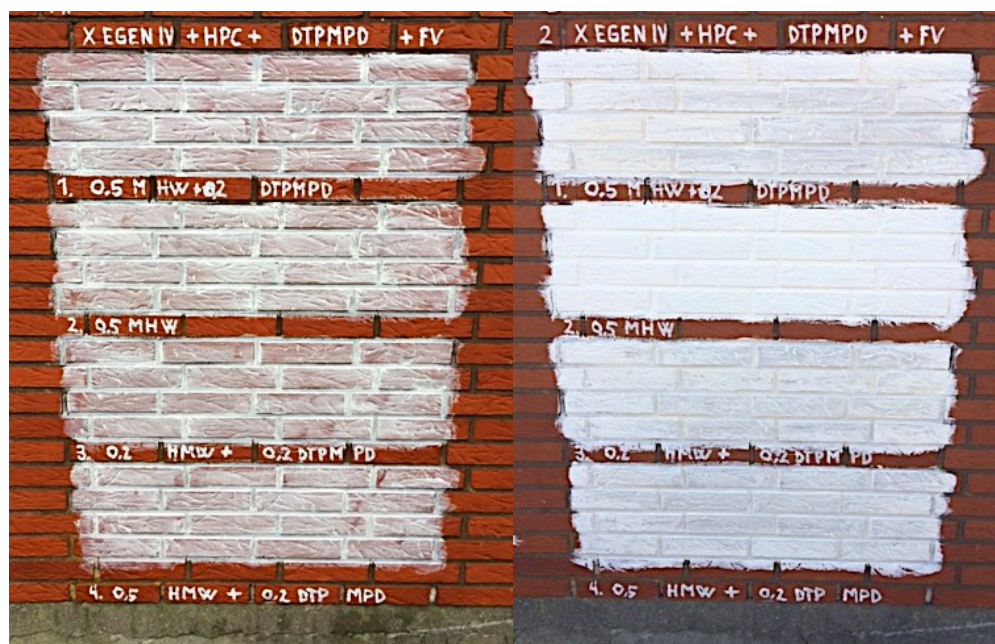


1. Kalk IV + 0.5 % MMW HPC + 0.2% DTPMPA.
2. Kalk IV + 0.5 % MMW HPC
3. Kalk IV + 0.2 % HMW HPC + 0.2% DTPMPA.
4. Kalk IV + 0.5 % HMW HPC + 0.2% DTPMPA.

I bilag 2 findes en komplet liste over de tilsætningsstoffer, som er blevet anvendt i udviklings- og testforløbet med angivelse af Cas no.

4.5 Test af 4 udvalgte malingsblandinger

De 4 udvalgte malingsblandinger blev påført murværket med pensel ad to omgange, første gang den 20. december 2016 (tv) og anden gang den 1. februar 2017 (th), begge gange under frostfrie forhold.



Alle malingerne viste sig at have forholdsvis gode påføringsegenskaber. Malingen holder godt fast i penslen og har en god strygbarhed, omend konsistensen er lige ved at være for tyk, særligt for nr. 2. og 4. De visuelle resultater indikerer, at blanding 1, 2 og 4 viser god vedhæftning til murstensoverfladen, og en nogenlunde dækkeevne ved 2 overstrygninger – er ikke helt på linie med silikatmalinger. Ved påstrykning i store lagtykkelser kan der forekomme krakeringer.

Den maling, som umiddelbart performede bedst, var blanding 2. Den blev der derfor lavet en test af på en større murflade.



Malingerne blev desuden testet ved påførsel med rulle.

Nedenfor ses nærbillede af maling nr. 2. Resultatet var som det ses ganske udmærket, men efter optørring smitter den en smule af, når den der rullet på.



Øvrige tests af malinger.

Udover disse malingstests udførte KALK A/S i løbet af projektet løbende en lang række tests af forskellige blandinger, bl.a. med W5 i forskellige doseringer, og lavet direkte sammenligninger med traditionelle murbehandlinger med kalkmælk og sandkalk (tynd kalkmørtel bestående af kulekalk, finkornet sand og vand. Et lille udvalg af disse tests er præsenteret i bilag 3.

4.6 Konklusion på test af kalkmalinger

Der blev ikke fundet opskriften på den optimale kalkmalingsblanding, men derimod fundet frem til, at cellulose fibre i forskellige varianter og blandinger vil kunne fungere som fyldere og bindere i en maling baseret på kulekalk og rollovit, idet de giver malingen mange af de ønskede fysiske egenskaber, samtidig med at kalkens åbenhed bevares.

Nano-cellulose fibre er de mest velegnede, men det vil tage 5-10 år før de er kommercielt interessante. Udviklingen inden for dette område vil derfor blive fuldt nøje og dette spor genoptaget, så snart disse fibre bliver kommercielt tilgængelige.

Indtil da, er cellulose fortykkere, HCP og DTPMPA oplagte ingredienser, at arbejde med. Som testene viser, ligger der endnu noget arbejde med at finde frem til den helt rigtig dosering af disse, der kan give kalkmalingen den optimale konsistens og de fysiske egenskaber, den skal have, for at være på højde med eksisterende silikatmalinger hvad angår påførings-egenskaber. Mht. miljø og åndbarhed er den allerede på et højere niveau. Dette arbejde vil blive videreført efter projektet, og det er forventningen, at have en maling klar til markedet om ca. 2 år.

Undervejs i udviklingsarbejdet blev der imidlertid også åbnet op for andet spor med en ny ingrediens, grafen. Som det vil blive udfoldet nedenfor, vil dette spor allerede nu kunne forfølges til at åbne markedet for kalkmalinger.

4.7 Graphenstone kalkmalinger

Som del af det indledende arbejde med KALK-malinger blev der foretaget en grundig undersøgelse af eksisterende bæredygtige malinger på markedet. Undersøgelsen blev lavet for at sikre bedst mulig positionering af det endelige produkt. Virksomheden Graphenstone var blandt de virksomheder, som var nået længst i forhold til at udvikle malinger med Kulekalk som grundopskrift. Graphenstone blev derfor kontaktet med henblik på at etablere et samarbejde omkring malinger.

Hvem er Graphenstone

Graphenstone er den spanske pendant til KALK A/S. En familievirksomhed som i generationer har stået for bevaring af den spanske kulturarv med kulekalk og kalkmørtler som omdrejningspunkt. Virksomhederne ligner på den måde hinanden og har et fælles tankesæt i forhold til materialekvalitet og materiale performance. Graphenstone står for at opretholde en meget gammel brændingsteknik i forhold til at sikre kulekalk på markedet og skabe bevidsthed omkring gamle tekniker inden for traditionelt håndværk.

I Spanien er der meget fokus på grafen nanopartikler som et nyt bæredygtigt materiale, og der er en række store satsninger inden for dette felt. Graphenstone er en afspejling af denne satsning og har været i gang med udviklingen over en længere periode. Det var derfor naturligt for projektet at indlede dialogen med Graphenstone om et fremtidigt samarbejde om udvikling af kalkmalinger oa.

Graphenstone Biosphere – en dokumenteret 'ren' maling

Graphenstones kalkmaling Biosphere har gennemgået en omfattende certificeringsproces på flere niveauer og er således testet for både sundhed, genanvendelighed, vedvarende energi/CO2 ledelse, vandmiljøpåvirkning og social ansvarlighed.

Nedenfor ses en oversigt over de test produktet har gennemgået.

Malingerne er certificeret i henhold til:

- EU Ecolabel,
- "Cradle to Cradle" –certificering - guldniveau

Overholder emissionskrav efter:

- AgBB ordningen (rapport nr. 50.457-001 I.).
- A + Klassifikation henhold til kriterierne i "COV décrete (rapport nr. 50.457-001 II.).
- M1 Emission klasse henhold til kriterierne i "Building Information Foundation RTS" test (rapport nr. 50.457-001 IV.)

Produkterne er testet i henhold til.:

EN 1504-2

- Vanddampgennemtrængelighed EN ISO 7783
- Kappilar absorption EN 1062-3
- Vedhæftningsstyrke EN 1542
- Densitet ISO 787-10
- pH ISO10523
- Viskositet UNE48076
- Vaskbarhed ISO13300
- Brandmodstandsevne EN13501-1
- Varmeledningsevne EN 23.993
- VOC-indhold ASTM D2369-10
- VOC-emission CS 01350

Øvrige miljøegenskaber/godkendelser

Der er ikke fundet tungmetaller, i henhold til ASTM E 1613 til 1612 ADDENDUM 14: 2016.

Der er ingen blødgørere detekteret i henhold til standard US EPA 8061A: 1996.

Co₂ gennemtrængelighed er målt i henhold til standard PAS 2050.

Det kan dokumenteres at produktet hæmmer skimmel og svampevækst i henhold til EN ISO 846.

Malingens fysiske egenskaber

Emission

Graphenstone's vægmaling er klassificeret i kategorien M1 af eco- INSTITUT Germany GmbH, KØln i henhold til Finnish Indoor Air Association. Emissionsklasse M1 svarer til den bedste kvalitet (laveste emissions-rate).

Diffusion

Graphenstones malinger er diffusionsåbne. I deres produktdatablade oplyses det, at produkterne opfylder kravene i EN 1504-2 - klasse 1. Gennemtrængeligheden for vanddamp måles iht. EN ISO 7783, og resultaterne af nylig gennemførte tests viser, at den på dette punkt performer bedre end gængse silikatmalinger.

Vedhæftning og fleksibilitet

Malingerne indeholder Grafen, der øger fleksibilitet og vedhæftningsevne. Det giver produktet egenskaber, der ikke normalt ses i mineralske malematerialer. Malingen kan hæfte på flere forskellige byggematerialer og kan lægges på i en større lagtykkelse uden krakeleringer. Vedhæftningsstyrke er prøvet iht. EN 1542 0.81 N/mm² - hvilket ikke er højt, men tilstrækkeligt.

Rækkeevne

Graphenstone angiver en rækkeevne på 6-8 m² pr. liter for to påføringer, som bekræftes af KALK A/S' egne tests, og hvilket svarer til andre tilsvarende produkter.

Fortynding

Der findes ikke en grunder/primer til "systembehandlingen" og derfor foreslår Graphenstone et generelt fortyndingsforhold på 15% ~ 20% , hvilket ikke nødvendigvis giver en bedre vedhæftning, men er befordrende i forbindelse med rullepåføring og sprøjtning.

Rengørelighed

Produkterne har en god rengørelighed er testet efter ISO13300, klasse 1. Overfladen kan tørres med en hårdt opvredet klud uden malingen bliver beskadiget.

Dækkeevne

Alle væg og facademalinger har en særdeles god dækkeevne.

Fælles udvikling med Graphenstone

KALK A/S har indledt samarbejde med Graphenstone, og der er i dag en tæt udviklings- og salgsrelation om malinger med fokus på grafen kalkmalinger. Det har stået på siden begyndelsen af 2016, og i 2017 forventes det at resultere i, at KALK A/S kan løfte sløret for den første kalkmaling i Danmark – Graphenstones Biosphere maling, som blive solgt under private label.

Samarbejdet med Graphenstone har koncentreret sig om to områder. Dels at få malingen til at matche danske krav i forhold til et vådere klima, og dels at foretage en mere dybdegående undersøgelse af dansk holdning til nanopartikler.

Anvendelse af nanopartikler er omdiskuteret, og selvom malingen er C2C certificeret på guld-niveau i forhold til sundhed både i produktions-, brugs-, og efter endt brugsfase, har projektet fundet det nødvendigt at involvere sig dybere på dette område og været særlig fokuseret på at undersøge eventuelle sundheds- og miljømæssige problemstillinger med grafen og andre nanopartikler i malinger. En række danske eksperter på området (DTU og Dansk Center for Nanosikkerhed) er blevet konsulteret, og konklusionen er, at der ikke burde være sundhedsmæssige problemer i produktionsfasen eller brugsfasen. Hvis der skulle være problemer er det i en eventuel tænk slibefase, hvor partiklerne måske kan frigives. Der er derfor indledt et samarbejde med Forskningscenter for Arbejdsmiljø om at teste malingen i en slibefase. Resultaterne var endnu ikke tilgængelige ved projektafslutning. Formodningen er dog, at når først grafen er blandet med kalken, vil den binde sig til kalkpartiklerne og derfor ikke udgøre nogen risiko.

Derudover er det danske klima noget mere fugtigt end det spanske. Det betyder at vand og salte let skal kunne passere igennem malingerne. Især bygninger af en ældre generation med opstigende fugt skal kunne komme af med fugten og saltene, uden at malingerne springer af. Derfor er der blevet arbejdet på at få tilpasset og dokumenteret indholdet i forhold til dansk klima. Sidste test af malingens vanddamp permeabilitet placerer malingen i klasse 1 i den høje europæiske standard EN ISO 1504-2, hvilket placerer den som en af de absolut mest åndbare facademalinger. Malingen er derfor optimal i forhold til arbejdet med både nye og ældre huse.

Samarbejdet med Graphenstone og den kommende lancering af deres Biosphere maling under private label i Danmark har konkret resulteret i, at KALK A/S er i færd med at etablere anlæg til blanding og toning af kalkmalingen på deres produktionsfaciliteter i St. Heddinge. Dette anlæg vil også kunne anvendes til de videre forsøg og test med kalkmalingerne med cellulose fibre som tilsætning, og KALK A/S vil således allerede råde over faciliteterne til at producere disse malinger, når de er færdigudviklede.

4.8 Demonstration af Graphenstone maling

Graphenstones Biosphere malingen kan leveres i både som udendørs facademaling og indendørs vægmaling, og KALK A/S har fået testet dem begge.

Udendørsmaling:

Den udendørs facademaling blev testet på KALK A/S' lagerbygning i januar 2017. Resultatet er vist neden for.



Vurdering:

Malingen har rigtig gode påføringsegenskaber – har en god konsistens, der gør det muligt at påføre den med såvel rulle, pensel og sprøjte. De brugsmæssige egenskaber er således fuldt på højde almindelige akryl- eller silikatmalinger. Desuden har den en god dækkeevne - er fuldt dækkende ved 2 overstrygninger. Der er kun minimal afsmitning efter optørring.

Malingsfilmen skjolder ikke ved fugtpåvirkning, fremstår ensartet dækket, lukket og glat. Der ses ikke krakeleringer, men der vil sandsynligvis opstå krakeleringstendenser, hvis malingen påføres i en stor lagtykkelse.

Overfladen fremstår mat, stort set med samme æstetiske kvaliteter som traditionel kalkbehandling. Malingen har en god vedhæftning til overfladen, og desuden fylder den godt og kan dække/udfylde små revner og ujævnheder.

Indendørs maling:

Indendørs malingen blev demonstreret på Samsø Skole i Tranebjerg i december 2016. Skolen havde et undervisningslokale, som stod over for at skulle males og ville i den forbindelse gerne afprøve Graphenstones indendørs maling.



Vurdering:

Maleren, som udførte malerarbejdet, fandt malingen udmærket at arbejde med. Påførings-egenskaberne var som ved en normal akrylplastmaling. Ved 1. overstrygning var maleren dog bekymret for, om den ville dække, men i takt med at den tørrede, kridtede den op og blev helt hvid. Allerede inden 2. overstrygning var den således næsten fuldt dækkende.

Skolens pedel var generelt tilfreds med resultatet. Han var dog bekymret for, om den er slidstærk og smudsafvisende nok til institutionsbrug. Normalt vil man her bruge en maling i en højere glans for bedre at kunne rengøre væggene. Han testede aftørring af en plet, som var vanskelig at fjerne helt, uden at også noget af malingen kom af. Produktet er testet efter ISO 13300, Class 1, hvilket betyder den har en god vaskbarhed. Men malingen har naturligvis begrænsninger, hvis overfladen bliver udsat for store belastninger/påvirkninger.

5. Forretningsudvikling

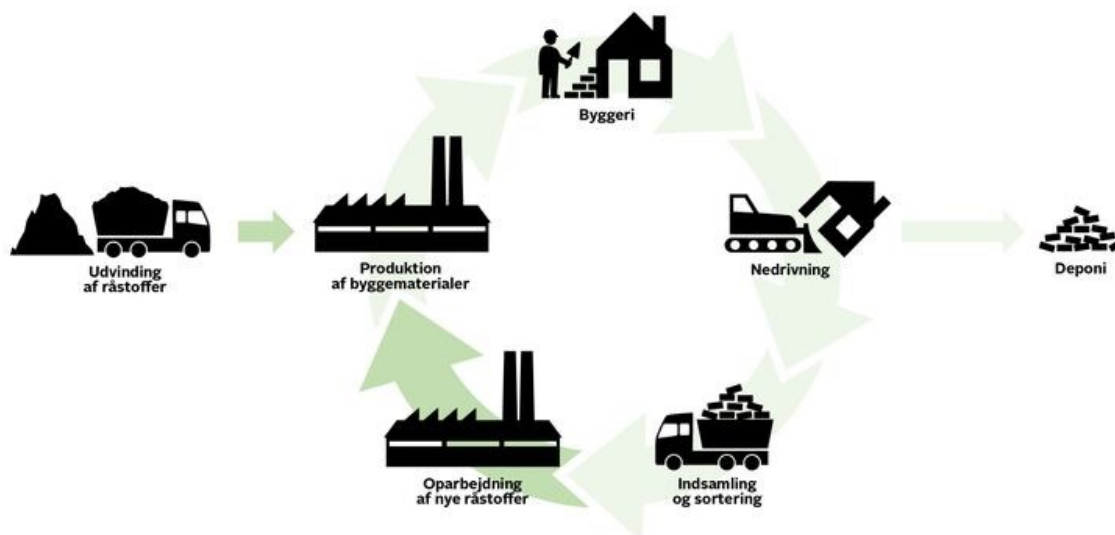
Indtagelse af malingsmarkedet i flere trin:

5.1 Komplet KALK koncept

KALK A/S er i fuld gang med en omstilling af virksomheden fra udelukkende at være leverandør af kalkbaserede byggematerialer til restaureringsmarkedet i Danmark og Nordeuropa, til også at være leverandør til et voksende marked for bæredygtigt nybyggeri og renovering.

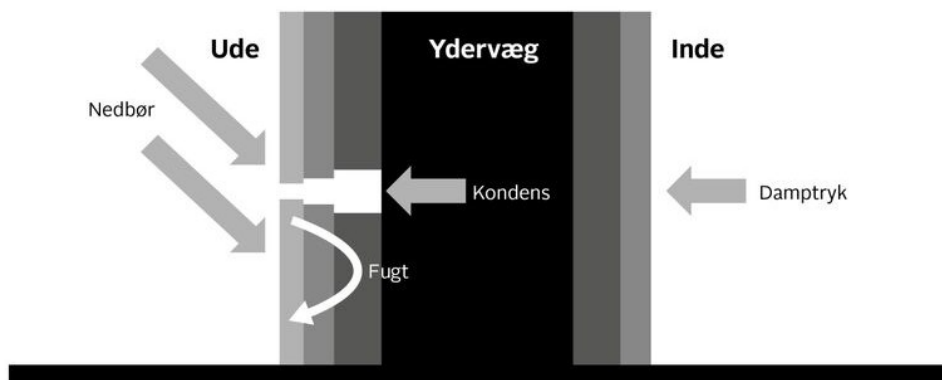
I centrum for denne udvikling står deres traditionelle kalkmørtler, der ikke binder murværket så hårdt som den moderne cementmørtel, og derved gør det nemmere at adskille mursten og mørtel, uden at murstenene tager skade. KALK A/S har udviklet og lanceret funktionskalkmørtel – Vittruv, som vil gøre kalkmørtlerne fuld sammenlignelige med cementmørtlerne, hvorved de nemmere kan komme i betragtning til nybyggeri entrepriser. De har tilmed den fordel, at både mursten og mørtel vil kunne genanvendes, når murværket til sin tid skal rives ned eller ombygges. Det forudsætter dog, at facaden ikke er behandlet med moderne facademalinger og dermed forurenset med miljøfremmede og sundhedsskadelige stoffer. Er de kalket på traditionel vis med ren kalkmælk, er det ikke noget problem.

Der er tale om et cirkulært byggekoncept, hvor alt designes til at kunne indgå på ny eller indgå i naturen uden at skade den. Udover det cirkulære koncept arbejdes der med bæredygtighed i form af sundhed.



KALK A/S ønsker at være forgangseksempel i forhold til at skabe mere åndbare og sunde huse for mennesker. Det er virksomhedens vision, at udvikle byggeri, hvor materialer skal er sunde for mennesker at omgås. Men lige så vigtigt skal materialerne være innovative i sig selv og sikre et godt indeklima. Nye udviklingskoncepter fra Tyskland peger på, at hvis der investeres mere i gode og sunde materialer med høj materialeintelligens, kan vi skabe bygninger, som ikke behøver energi eller ventilation. Materialerne kan i sig selv regulere varme og fugt. Kalkmørtler og -malinger er en central del af denne udvikling. For at opnå dette skal materia-

lerne kunne transportere fugt hurtigt – altså højdiffusion og kapilært sug, som nedenfor er illustreret på modellen af en ydervæg.



Den rene kalkbaserede facademaling er derfor nøglen til at kunne skabe et komplet kalk-koncept til et bæredygtigt muret byggeri. Med et samlet sortiment af C2C certificerede kalkprodukter vil KALK A/S kunne udvikle en række nye forretningskoncepter for det murede byggeri (take back – leasing mm.), som kan gøre det attraktivt og rentabelt at bygge bæredygtigt. Det vil kunne give KALK A/S en optimal platform for at indtage og professionalisere markedet for bæredygtigt nybyggeri, som formodentlig vil vokse betydeligt de kommende år.

5.2 Behov for bæredygtige malinger

I projektet blev der lavet grundige undersøgelser af malingsmarkedet og udarbejdet strategier for, hvordan KALK kan arbejde for at skabe en plads for nye bæredygtige kalkmalinger på dette marked.

Det første spørgsmål som blev stillet i den undersøgelse var, hvilket behov der er for bæredygtige malinger som kalkmaling. Det blev stillet i et større perspektiv af det generelle marked for bæredygtige byggematerialer. De forventede salgstal inden for bæredygtige byggematerialer tegner et klart billede af et marked i vækst, og af et samfund, hvor bæredygtigt byggeri fylder mere og mere:

- Bæredygtige byggematerialer forventes at opnå en markedsandel på 70% i 2020 (The EU SME Centre 2015)
- EU markedet for bæredygtige byggematerialer og komponenter er i 2015 på €440 mia. (The Global Cleantech Report 2015, Cleancluster.dk)
- Der er sket en vækst på 28% i salget af bæredygtige byggematerialer i perioden 2013-2015 (The Global Cleantech Report 2015, Cleancluster.dk)

Markedet for maling har en stor volumen. Bare i Danmark er der en årlig omsætning på mellem 4.5 og 5.5 mia. kr. (Danmarks Statistik 2015). Bliver blot en lille del af dette overtaget af bæredygtige kalkmalinger, vil det indebære en betydelig stigning i omsætningen for en virksomhed som KALK A/S, hvis de formår at få et kvalitetsprodukt på markedet.

KALK A/S er allerede leverandør til byggeriet, men har indtil videre koncentreret sig om kalkprodukter uden tilsatte bindere mv. I flere renoverings- og bevaringsprojekter betyder dette, at de ikke får solgt produkter til finish – altså malerarbejdet. KALK A/S kan nemlig kun levere kalkmælk og sandkalk som finish. På nuværende tidspunkt betyder det, at silikatmalingerne bliver solgt ind i stedet for kalkmalinger. Der er dermed en meget nem adgang for KALK A/S i at kunne levere malinger med ind i de salg de allerede foretager, hvis de kan levere en maling som er sammenlignelig med silikatmalinger.

5.3 Progressiv bæredygtighed som markedsåbner

KALK A/S gennemførte i foråret 2015 kampagnen *Vi Kalker*, som havde til formål at sætte fokus på kalkens egenskaber ift. vedligeholdelse og bevaring af facader. Den blev tænkt sammen med undersøgelse af markedet for facadebehandlingsprodukter, hvor der blev indledt dialog med bygningsbevaringsfolk, arkitekter, forhandlere og almindelige forbrugere. Disse dialoger gav mange interessante indsigter, men mest centralt, at der måske er et større potentiale for kalkmalinger, end man umiddelbart ville tro.

Markedet er kendetegnet ved både at have et højpris- og lavprissegment, hvor KALK A/S ønsker at befinde sig i middel og øvre ende af skalaen.

Det danske marked er domineret af store spillere som Sadolin (AKZO Nobel) og Flügger.

Markedet for bæredygtige malinger findes allerede, og der er også produkter som fremstår bæredygtige, men i en meget traditionel form, dvs. som 'mindre dårlige' end andre. Af den måde de store producenter præsenterer sig selv og deres produkter på fremgår det, at bæredygtighed ikke ses som en del kerneforretningen, men alene som et korrektiv til den. Og bæredygtighed figurerer primært som et minimeringsbegreb og i mindre grad som et holistisk og fremadskuende innovationskoncept.

Mindre producenter er også på banen, men her fremtræder bæredygtighed i form og indhold mere tilbageskuende og henvender sig til et mindre segment, som ønsker at vende tilbage til gamle dyder og praksisser med brug af 'naturlige' materialer osv. Bæredygtighedsdimensionen kommer, som ved de store producenter, til udtryk som en minimeringstankegang og forholder sig ikke nytænkende til begrebet.

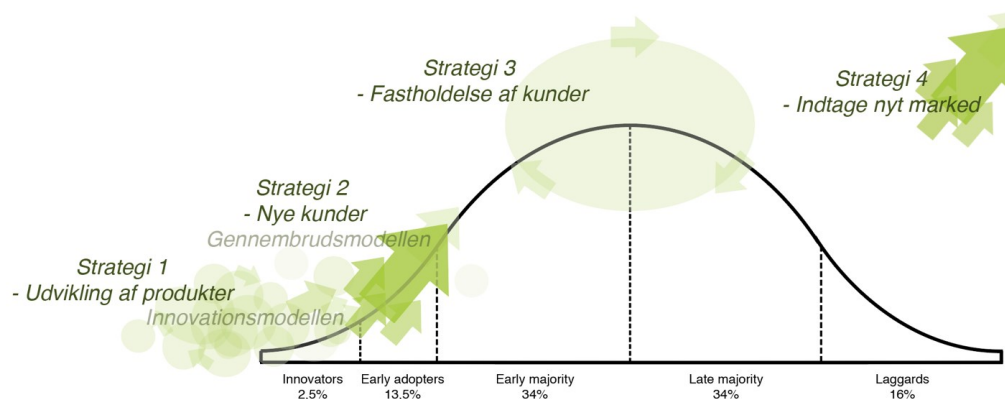
Det vurderes derfor, at der er et stort potentiale for at arbejde med et mere holistisk, fremadskuende og innovativt bæredygtighedskoncept, hvor målet at tilføre mere værdi til brugerne end de kan finde på nuværende tidspunkt - både i forhold til sundhed, åndbarhed, bæredygtighed mv. KALK A/S vil på denne måde kunne indtage en ny og ledig plads på markedet med en progressiv tilgang til bæredygtighed.

5.4 Markedsstrategi for kalkmaling

Denne progressive bæredygtighed vil særligt appellere til 2 målgrupper – arkitekter og privatkunder i de større byer. De efterspørger produkter som udtrykker et større purpose om at være medskaber af fremtidens bæredygtige samfund. Samtidig skal produktet være enkelt både i design og fortælling og udstråle eksklusivitet.

KALK A/S bør gå efter at skabe komplette malerserier til begge disse målgrupper. Målet bør være at indtage en ny markedsleder position med det mere holistiske og fremadskuende bæredygtighedskoncept som motor. Når det er sket skal de så være klar til at udvide til mainstreammarkedet, som vil følge efter disse first-movere. Her er prisen afgørende, og malingen skal derfor fra starten kunne produceres til en pris, som er konkurrencedygtig med eksisterende facademalinger. For at sikre gennemtrængning i marked, markedsudvidelse og en ny ledende positionering kan der arbejdes med en firedelt strategi, som er udfoldet i nedenstående model.

Market leader model



Modellen skal sikre, at KALK A/S konstant ligger sig i førerposition i forhold til udvikling af malingerne, samtidig med at det sikres, at markedsgennembruddet sker, kunderne fastholdes og der sker en ekspansion til nye kundesegmenter og markeder.

5.5 Innovation og udvikling af malinger som driver

Førerpositionen på markedet stiller krav til at KALK A/S i fremtiden kan komme op med nye og mere innovative produkter, som performer bedre og sikrer mere værdi for kunderne. En sådan tilgang stiller krav til hastigheden af innovationer er høj og at KALK A/S konstant er i dialog med omverden om at skabe det nyeste. Desuden tvinger det virksomheden til i højere grad at være åben over for samarbejder med professionelle, som kan bidrage til dette formål.

Nedenfor er skitseret en model for, hvordan KALK A/S kan fastholde dette innovationsmomentum.

Innovationsmodel

- 3 innovationsstrategier til at holde sig forrest på markedet!

Ekstern innovation	Åben innovation	Lukket innovation
Andre står for innovationsprocessen	Eksterne interessenter inddrages i innovationsprocessen	Innovationsprocessen varetages internt i virksomheden.
Private label	Udvikling for KALK	Udvikling hos KALK
Eksempler Graphenstone Egen Vinding og Datter	Eksempler Nies Innovation	Eksempler Vitruv mørtel
Økonomi Lave omkostninger, men lav indtjening. Eks. 30/70% model.	Økonomi Lave omkostninger, men høj indtjening. Eks. 5/95% model.	Økonomi Store omkostninger, men stor fortjeneste. 100% model.
Udvikling Kræver ikke særlig intern ekspertise. Adgang til at være forrest, hvis man har de rigtige partnere.	Udvikling Kræver ikke særlig intern ekspertise. Adgang til at være forrest, hvis det lykkes.	Udvikling Kræver høj intern ekspertise. Vanskeligt at gå forrest, fordi andre udvikler hurtigere.

I forhold til at få en kalkmaling på markedet vil disse 3 innovationstrin betyde følgende:

Egen produktion/label:

At opbygge egen produktion og gå offensivt ind som ny spiller på malingsmarkedet.

Her vil KALK A/S fortsætte det udviklingsarbejde, som er igangsat i projektet, og forfølge nogle af de spor, som viste sig mest lovende.

Private label:

At alliere sig med en eksisterende producent om udvikling og salg af kalkmalingen, og få deres produkter med ind under KALK A/S' label og produktionssortiment.

Her har KALK A/S, som tidligere nævnt, allerede indledt samarbejde med Graphenstone om lancering af deres kalkmalingen med tilsat grafen på det danske marked i 2017, som brohoved for at skabe markedet for bæredygtige kalkmalinger.

Professionelt netværk om bæredygtigt byggeri:

KALK A/S skal etablere relation til producenter og videnspersoner inden for malingsområdet, og sætte sin egen viden og sine øvrige produkter i spil i et samarbejde om fremtidens bæredygtige byggeri.

Her skal KALK A/S fortsætte samarbejder med Teknologisk Institut og andre aktører som sammen med dem ønsker at forfølge ambitionen om at skabe det komplette kalkkoncept for det murede byggeri. KALK A/S har allerede i løbet af projektet afholdt en lang række møder med forskellige aktører og deltaget i workshops og konferencer, hvor de har delt deres viden med interessenter og mulige samarbejdspartnere. Og indtil videre er det mundet ud i at der er etableret innovations samarbejde med arkitektfirmaerne GXN/3XN og Lendager arkitekter og entreprenørvirksomheden Egen Vinding & Datter, som alle er optaget af at udvikle fremtidens bæredygtige byggeri.

KALK A/S er således allerede i fuld gang med udfolde denne 3 dimensionale strategi for indtagelse af markedet for bæredygtige malinger og forventer at se et gennembrud inden for en 2 år. Og i en 10 års horisont er målet at have overtaget 5% af malingsmarkedet.

6. Konklusion og perspektiver

Komplekst felt med mange udviklingsspor

6.1 Ikke én, men flere potentielle kalkmalingstyper

Arbejdet med at udvikle en kalkmaling til murværk, som har den traditionelle kalks egenskaber mht. miljø, åndbarhed og sundhed, samtidig med at den er lige så nem at arbejde med som moderne facademalinger, viste, at maling generelt er et meget komplekst felt at arbejde med, og at der er langt flere ingredienser end først antaget, som er interessante ift. at skabe den optimale malingsblanding. Projektet endte derfor ikke med én færdigudviklet kalkmaling, men derimod med flere potentielle kalkmalingstyper, der i årene fremover kan arbejdes videre med at gøre klar til markedet.

Den provisoriske kalkmaling, som KALK A/S inden projektstart havde eksperimenteret med og haft forholdsvis gode erfaring med ift. selve håndteringen, viste sig gennem de indledende analyser ikke at være holdbar blanding. Silan-siloxanen, som blev tilsat i form af produktet W5, var miljømæssigt problematisk og dermed en begrænsning for at opnå en C2C certificering på guldniveau eller højere. Desuden lukkede den overfladen for meget – lige så meget som sili-katmalinger, hvorved den ikke var et interessant alternativ til dem. Endelig var produktet på vej ud af markedet, hvorved det vil være vanskeligt og dyrt at basere en ny kalkmaling på denne ingrediens.

Grundsubstansen i den provisoriske maling – kulekalk + rollovit (pulver af ubrændt kalksten) viste sig dog at være et godt udgangspunkt for udviklingen af kalkmalingen. Opgaven blev derfor at finde den/de rette tilsætningsstoffer, der kunne forbedre den rene kalkblandings påfø-ringsegenskaber, uden at det går ud over dens åndbarhed og miljømæssige egenskaber.

Vandglas i forskellige varianter og doseringer blev afprøvet som denne ingrediens, men blev forkastet pga. at den efterlod skabte krakeleringer i overfladen af malingen.

Cellulose-baserede bindere og fyldere viste sig imidlertid at være et langt bedre bud. Der blev afprøvet mikrokristalin cellulose, som havde ganske gode egenskaber, men som skal suppleres med andre tilsætningsstoffer for at fungere optimalt i kalkblandingen.

Nano cellulose fibre viste sig at være en meget lovende enkeltingrediens. Men her er udfordringen, at de endnu ikke er kommercielt tilgængelige, og at det først om en 5-10 år vil være interessant at arbejde videre med denne ingrediens.

Indtil da kan vandopløselige cellulose fortykkere være en løsning. To overfladeaktive basiske fosfat-typer – Hydroxy-propyl cellulose (HPC) og et andet med et uendelig langt navn - Diethylenetriaminepentamethylenephosphonicacid hepta-sodium salt (DTPMPA), viste sig i vid udstrækning at give kalkblandingen de ønskede egenskaber. Især blandinger med tilsætning af de to stoffer i kombination.

Testene af 4 forskellige blandinger med disse to tilsætningsstoffer viste lovende resultater. Der vil imidlertid forestå endnu noget udviklingsarbejde med af finde frem til de helt rigtige blandingsforhold, før der vil være en maling klar til markedet på basis af disse ingredienser. Det arbejde fortsætter i de kommende år, både for egne midler og i regi af nye projekter.

Sideløbende med disse udviklingsaktiviteter blev der via research af markedet for kalkmalingsprodukter identificeret en spansk produceret kalkmaling med grafen som tilsætningsstof. Den er baseret på samme grundsubstans – kulekalk + rollovit og tilsat grafen nano-partikler, som giver den påføringssegenskaber som en silikat facademaling og akrylplast vægmaling – samtidig med at åndbarheden er bedre end silikatmaling. Da malingen samtidig er C2C certificeret på guldniveau, opfylder den de kriterier, KALK A/S har opstillet til den ønskede kalkmaling. På det danske marked kan der imidlertid være den udfordring, at der er en større skepsis mod nano-partikler, end Graphenstone oplever på det spanske marked. Det skal derfor undersøges om grafenen på nogen måde kan være skadelig. Det er dog forventningen, at det ikke vil være tilfældet, eftersom den har opnået C2C certificering på guldniveau og EU ecolabel.

KALK A/S har derfor indledt et samarbejde med producenten bag den grafen-baserede kalkmaling, Graphenstone, om at tilpasse malingen til danske forhold og lancere den på det danske marked under private label kontrakt med Graphenstone. Strategien er her og nu at bruge Graphenstone malingen til at åbne malingsmarkedet for kalkmalingen, samtidig med at fortsætte arbejdet med at udvikle egne kalkmalinger på baggrund af de lovende spor, som er blevet udlagt i dette projekt. Når de er klar, vil markedet også være klar til dem, og KALK A/S vil have en bred palette af malingsprodukter at byde ind med, både facademaling, vægmaling, sokkelmaling og diverse spartelprodukter mm.

6.2 Potentiale i helhedsløsninger til det murede byggeri

Gennem arbejdet med udvikling af kalkmalingerne er det blevet afdækket, at der ligger et stort potentiale i at tænke helhedsløsninger med kalkprodukter til vægge/mure, og at det er strategisk klogt for KALK A/S at gå aktivt ind i udforskning af malingsmarkedet og bl.a. kigge på, hvordan der på sigt også kan laves en indendørs maling, for at have hele paletten af bæredygtige produkter til opførelse og vedligeholdelse af murede bygninger, som gør det muligt at genanvende det hele igen.

6.3 Innovationspartnerskaber

For at realisere det forretningsmæssige potentiale, som ligger i disse helhedsløsninger til det murede byggeri, skal KALK A/S tage initiativ til og deltage i innovationsaktiviteter med fokus på at skabe et komplet kalkkoncept for det murede byggeri. Det vil være en del af den fremadrettede strategi for indtagelse af markedet for bæredygtige malinger.

Som det første eksempel på potentialet i en sådan åben innovations-strategi - og som resultat af det hidtidige arbejde med at udvikle en ren kalkbaseret maling - er Teknologisk Institut og KALK A/S blevet inviteret med i et stort Eurostars-projekt om udvikling af en ny løsning til opvarmning af bygninger, hvor en ny type el-varmepaneler er integreret i vægge og møbler – Kapton Heating systems. Til det er der behov for en speciel overfladebehandling (coating), som både er fleksibel, slidstærk og ren. Den skal TI og KALK A/S udvikle i samarbejde. Projektet blev bevilliget i foråret 2016, og i regi af dette projekt fortsætter TI og KALK A/S nu samarbejdet om at udvikle sunde og bæredygtige malinger med en helt ny teknologisk dimension.



**Cradle to Cradle Certified™ Version 3.1
Material Health & Reutilization Report – General Assessor**



Nutrient Information	
Function	Paint
Use in final product	topcoat
Final product	Drywall, bricks, cement
Likely metabolism	Biological Nutrient

Scenarios considered for Risk Assessment:

This material is utilized as a paint on a technical nutrient (drywall, bricks, cement, etc). As such, human exposure is highly unlikely in this use phase scenario. Although this material is applied onto a technical nutrient it is highly likely that this product will make its way to the biosphere through the disposal of unused paint and/or as a waste product from the recycling of the substrate and/or through erosion/abrasion from the substrate. Therefore, environmental exposure was included, and endpoints such as aquatic toxicity and biodegradation were taken into account.

MBDC has evaluated all components contained within "new paint" above 100ppm (0.01%) using the Cradle to Cradle Material Assessment Protocol (see Appendix A). The overall material has received a rating of IX, but could be utilized in Silver certified products because there were not CMRs found within the formulation.

Product	Function	Assessment
New Paint	paint	X

Material Health Assessment Summary:

The hazard assessment is derived from the presence of one problematic ingredient, namely Silane, triethoxyoctyl. This compound exhibits extreme aquatic toxicity, high bioaccumulation, and mild biodegradation. Since this material is a biological nutrient all three endpoints were taken into account for this assessment. Having said that, banned list declarations and CMR declarations were obtained for all ingredients above 100ppm, which allows for this product to be utilized in Silver certified products as well. Optimization of this ingredient would allow for the final paint to receive a "C" assessment.

McDonough Braungart Design Chemistry
1001 E. Market Street, Suite 200
Charlottesville, VA 22902

Cradle to Cradle® is a registered trademark of MBDC
www.mbdc.com, info@mbdc.com
(434) 295-1111; (434) 295-1500 fax



Material Reutilization Summary:

This product was evaluated using the following material reutilization equation:

$$\text{Material Reutilization} = \frac{(2 * (\% \text{recyclable OR } \% \text{biodegradable}) + (\% \text{recycled content OR } \% \text{biodegradable content}))}{3}$$

This product has the following attributes:

Percent recycled content:	0
Percent rapidly renewable content:	0
Percent recyclable:	0
Percent biodegradable:	93.5 (calculated using the non-water components only)

This results in a Material Reutilization Score of 62.33, and therefore qualifies for the Silver level of certification. Studies showing that the entire product is biodegradable (100%) would be needed in order to reach the Gold level of certification.



Appendix A

The Cradle to Cradle® Material Assessment Protocol evaluates substances against the following list of the human health and environmental health criteria. Based on achievement against these criteria, each product receives a rating of Green, Yellow, or Red.

A	Preferred: Biological nutrient that is renewably sourced and rapidly degradable or technical nutrient that is fully recyclable. Little to no risk to human health and/or environmental health. (Note: This designation is applicable to program version 3.0 only)
B	Preferred: Little to no risk to human health and/or environmental health.
C	Acceptable: One or more moderate risks to human health and/or environmental health. Suitable for continued use until a GREEN alternative is found.
X	Problematic: One or more significant risks to human and/or environmental health; should be phased out as quickly as possible.
G	Incomplete: Either ingredient data is not complete or evaluation data is not available for one or more criteria. Data should be completed or ingredient should be phased out of use.
BANNED	Banned: This ingredient (or a chemical in this component) poses a serious risk to human and environmental health and is not allowed in the Cradle to Cradle Certified ^{CM} program.

HUMAN HEALTH CRITERIA	DESCRIPTION
Carcinogenicity	Potential to cause cancer.
Endocrine Disruption	Potential to negatively affect hormone function.
Mutagenicity	Potential to damage DNA.
Neurotoxicity	Potential to neurological system.
Reproductive Toxicity	Potential to negatively impact the reproductive system.
Oral Toxicity	Potential to cause harm (short term or long term) via oral exposure.
Dermal Toxicity	Potential to cause harm (short term or long term) via dermal exposure.
Inhalative Toxicity	Potential to cause harm (short term or long term) via inhalative exposure.
Irritation of Skin and Mucous Membranes	Potential to irritate eyes, skin, and respiratory system.
Sensitization	Potential to cause allergic reaction on exposure to skin or airways.
Other	Any additional characteristic (e.g., flammability, skin penetration potential, etc.) relevant to the overall evaluation but not included in the previous criteria.

ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA	DESCRIPTION
Fish Toxicity	Measure of acute toxicity to fish (both saltwater and freshwater).
Daphnia Toxicity	Measure of acute toxicity to Daphnia (invertebrate aquatic organisms).
Algae Toxicity	Measure of acute toxicity to aquatic plants.
Persistence/ Biodegradation	Rate of degradation of a substance in the environment (air, soil, or water).
Bioaccumulation	Potential for a substance to accumulate in tissues of living organisms.
Climatic Relevance	Measure of the impact of a substance on the climate (e.g., ozone depletion, global warming, etc.).
Other	Any additional characteristic (e.g., soil organism toxicity, WGK water classification, etc.) relevant to the overall evaluation but not included in the previous criteria.

MATERIAL CLASS CRITERIA	DESCRIPTION
Organohalogen Content	Presence of a carbon-halogen (i.e., chlorine, bromine, or fluorine) bond.
Heavy Metal Content	Presence of a toxic heavy metal (e.g., Antimony, Arsenic, Beryllium, Cadmium, Chromium, Cobalt, Lead, Mercury, Nickel, etc.).

!

McDonough Braungart Design Chemistry
1001 E. Market Street, Suite 200
Charlottesville, VA 22902

Cradle to Cradle® is a registered trademark of MBDC
www.mbdc.com, info@mbdc.com
(434) 295-1111; (434) 295-1500 fax

Bilag 2. Liste over anvendte tilsætningsstoffer

Vandglas, kalium, Cas no. 1312-76-1

Vandglas, natrium, Cas no. 1344-09-8

Perlite, Cas no. 130885-09-5

Bentonite Cas no. 1302-78-9 (flere typer blev anvendt)

Mikrokrystallin cellulose (Sigmacell), Cas no. 9004-34-6
(samme som for cellulose)

Hydroxypropyl cellulose (HPC) Cas no. 9004-64-2

Hydroxyethyl cellulose (HEC) Cas no: 9004-62-0

Fejlinformation på ECHAs hjemmeside, dvs. ingen relevant information tilgængelig hos ECHA

Oplysninger fra SDS (Sigma Aldrich product nr. 434965, downloaded d. 28/4-2017):

PUNKT 2: Fareidentifikation

2.1 Klassificering af stoffet eller blandingen

Ikke et farligt stof eller en blanding i henhold til Forordning (EF) nr. 1272/2008.

2.2 Mærkningselementer

I henhold til EU-direktiver og dansk lov skal produktet ikke mærkes.

2.3 Andre farer

Dette stof/blanding indeholder ingen komponenter, der anses for at være enten persistente, bioakkumulerende og toksiske (PBT) eller meget persistente og meget bioakkumulerende (vPvB) ved niveauer på 0,1% eller højere.

Diethylenetriaminepentamethylenephosphonic acid heptasodium salt (DTPMPA) intet Cas no tilgængeligt

Ingen informationer på ECHA.

Oplysninger fra SDS (Sigma Aldrich produkt nr. D2565, downloaded d. 28/4-2017):

PUNKT 2: Fareidentifikation

2.1 Klassificering af stoffet eller blandingen

Ikke et farligt stof eller en blanding i henhold til Forordning (EF) nr. 1272/2008.

Dette stof er ikke klassificeret som farligt iht. Direktiv 67/548/EEC.

2.2 Elementer fra etiketten

Dette stof er ikke klassificeret som farligt iht. Direktiv 67/548/EEC.

2.3 Andre farer - ingen

Bilag 3.

Kalkmalingstests hos KALK A/S (udvalg)

☐



<p>6. 6 Opløsningsstandardrecept (Kalk IV), men 6 6 blandet som sandkalk og med W5</p>
<p>6 Recept. 6 Blanding, hvor kulekalk og Rollovit er blandet sammen, for tilsætning af vand. 6 Tilsat W5 (Silan-Siloxan)</p>
<p>6 Antal dag 6 Påført opløsnings</p>
<p>6 Brugsegenskaber 6 Tynd, mangler i modstand, kan ikke se hvordan malingen dækker, mens der tales.</p>
<p>6 Visuel vurdering 6 Revnedannelser ved stor lagtykkelse.</p> <p></p> <p>6 Smitning, 26. Jan. 2017: Temp. 5°C, RF 1%, skyet, mulighed for nattefrost</p>

☐



19. Standardrecept, hvor Rolovit er skiftet ud med marmormel

Første påføring 1. februar 2017, 2°C, 83%RF, skyet ingen frost

Anden påføring 2. februar 2017, 2°C, 85%RF, skyet, ingen frost

Recept

Kulekalk, vand og marmormel

Antal lag

påført 2 gange

Brugsegenskaber

Alt for tynd, men har alligevel lidt egenskaber der ligner sandkalk. Tynd farve med småsten.



16. Almindelig Sandkalk recept, men med fint sand 0,0-0,1.

?

Recept.

Som Sandkalk, med fint sand

Antal lag

Påført 1-2 gange

Brugsegenskaber

Lidt bedre end egen kalkmaling, men ikke nær så god som den almindelige sandkalk med større kornstørrelse.

Man kan se farven mens man arbejder.

?

Visuel vurdering



Afsmitning, 26. Jan. 2017: Temp. 5°C, RF 10%, skyet, mulighed for nattefrost

?

?



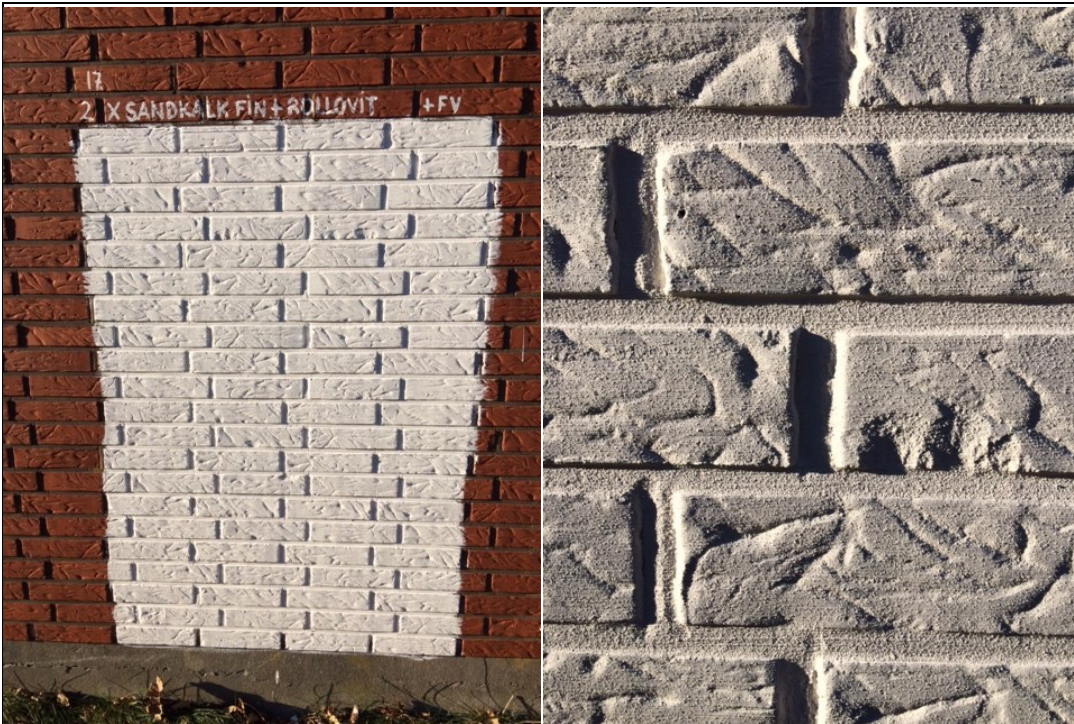
Afsmitning, 14. januar 2017. Temp. 4°C, RF 76%, sol, mulighed for nattefrost



??

?

?

?



<p>17. Almindelig sandkalk recept, men med 2 del fint sand 0,0-0,1 og 2 del rollovit.</p>
<p>Recept. Som sandkalk, men med 2 del fint sand og 2 del rollovit</p>
<p>Antal lag åført 3 gange</p>
<p>Brugsegenskaber Nogenlunde som egen kalkmaling, men man kan se farven mens man arbejder.</p>
<p>Visuel vurdering</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Afsmitning, 26. Jan. 2017: Temp. 5°C, RF 91%, skyet, mulighed for nattefrost 1</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Afsmitning, 4. januar 2017: Temp. 4°C, RF 76%, sol, mulighed for nattefrost 1</p> </div> </div>

?

?

?

?



23. Sandkalk hvor sandet er skiftet ud med marmor.
1. februar 2017, 2°C, 83%RF, skyet ingen frost
Anden påføring 2. februar 2017 2°C, 85%RF, skyet, ingen frost
Antal lag
aført gange
Brugsegenskaber
ikke på højde med sandkalk. Alt for tynd, hård og mindre dækkende i våd tilstand.

?

?

Kalkmaling til murfacader

I projektet er der arbejdet med at udvikle, teste og demonstrere en murfacademaling baseret på 2 års lagret kulekalk, som skal gøre det nemt, holdbart og konkurrencedygtigt at anvende kalk til facadebehandling. En kalkbaseret facademaling består af 100% rene råstoffer, som ikke vil forurene facaden og dermed gøre det muligt at genanvende hele murværket ved senere nedbrydning eller ombygning. Projektet er gennemført i tæt samarbejde med Teknologisk Institut, afdeling for Byggeri og Anlæg, og Minor Change Group Aps. Arbejdet med at udvikle en kalkmaling til murværk, som har den traditionelle kalks egenskaber mht. miljø, åndbarhed og sundhed, samtidig med at den er lige så nem at arbejde med som moderne facademalinger, viste, at maling er et meget komplekst felt at arbejde med, og at der er langt flere ingredienser end først antaget, som er interessante ift. at skabe den optimale malingsblanding. Projektet endte derfor ikke med én færdigudviklet kalkmaling, men derimod med flere potentielle kalkmalingstyper. Sideløbende med disse udviklingsaktiviteter blev der via research af markedet for kalkmalingsprodukter identificeret en spansk produceret kalkmaling med nanografen som tilsætningsstof. KALK A/S har derfor indledt et samarbejde med producenten bag den grafen-baserede kalkmaling, om at tilpasse malingen til danske forhold og lancere den på det danske marked. Strategien er at bruge Graphenstone malingen til at åbne malingsmarkedet for kalkmalingen, samtidig med at fortsætte arbejdet med at udvikle egne kalkmalinger på baggrund af de lovende ingrediensspor, som er blevet udlagt i dette projekt.



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk