



Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler for Arkitektur, Design og Konservering
Arkitektskolen
Kandidatprogram i Kulturarv, Transformation og Restaurering
Philip de Langes Alle 10 DK - 1435 København K, Danmark
e-mail: Soren.Vadstrup@kadk.dk tlf +45 29 45 40 96

NOTAT

om lermaterialer og kalkpuds samt fugt, skimmel og tæthed i ældre bygninger

På Kunstakademiets Arkitektskoles Kandidatafdeling med speciale i bygningsrestaurering samt historiske bygningskonstruktioner og –materialer, har vi gennem mange år arbejdet med ældre bygningers energiforbedring og efterisolering samt herunder fugtforhold, mug og skimmel samt tæthed i konstruktionerne.

Vi er her blevet opmærksom på fem *indvendige materialer*, der forekommer i ældre bygninger, opført før ca. 1960, og som ikke er ret kendte eller brugte i dag, men som viser sig at have stor betydning for husets fugtforhold, tæthed og indeklimaforhold - og faktisk også for varmemeforbruget: Puds af luftkalkmørtel, puds af lermørtel, lerindskud i etageadskillelsen og overfladebehandling med kalkfarver eller limfarver.

Kapillaråbne materialer og overfladebehandlinger – modsat diffusionsåbne.

Alle fem materialer har den egenskab, at de er porøse, og derfor kan transportere, optage og afgive fugt kapilært (i porer). Vi har døbt denne særlige egenskab for *kapillaråbne materialer*, der i fugtmæssig henseende er langt mere attraktive, end de såkaldte *diffusionsåbne materialer*.

Det er derfor vigtigt, ikke mindst når vi taler om øgede vand- og fugtpåvirkning af vores bygninger, som følge af ekstremt vejr, at vi skelner mellem og kender forskel på *diffusion* og *kapillær transport* og mellem henholdsvis *diffusionsåbne* og *kapillaråbne* materialer.

Ved diffusion sker der en transport af *vandmolekyler*, molekyle for molekyle, fra et område med høj koncentration af fugt mod områder med lavere koncentration. Diffusion går derfor *meget* langsomt. En kapillaråben overfladebehandling, f.eks. hvidtekalk, tillader kapillær transport af *frit vand* gennem dets porer, d.v.s mere eller mindre mikroskopiske 'rør' i materialet. Og det går 10-100 gange hurtigere end ved diffusion.

Ulempen ved *diffusionsåbne* malinger og overfladebehandlinger er også at malingslaget bliver tættere og tættere, jo flere lag, der påføres. Derved vil fugten hobe sig op under overfladebehandlingen, og medføre råd og svamp i trædele her. *Kapillaråbne* overfladebehandlinger – og luftkalk-puds – beholder sin kapillaråbne struktur, lige meget hvor mange lag, der påføres.

Derfor skal man konsekvent holde sig fra 'diffusionsåbne' materialer på ældre bygninger. De gamle klassiske materialer klarer rumfugten langt bedre, ved at bygge på transport af frit vand i porer, der er meget hurtigere. Luftkalkmørtel kan yderligere bibringes den relativt nyopdagede 'diode-effekt', hvor mørtelen under carbonatiseringen, *selv* danner små porer, helt ude i overfladen, og større porer, længere inde i pudsen. Dette er med til at 'ensrette' fugtstrømmen, fra grove til fine porer, d.v.s. indefra og ud.

Ubrændt, tørt ler er endda i visse blandinger i stand til at optage 10-15% vand, i forhold til sin egen massefylde. Derfor er ubrændt ler et meget effektivt *fugtbuffer-materiale* i et hus, idet det også afgiver den optagne fugt meget hurtigt, når forholdene er til det. Luftkalkpuds er også en god fugtbuffer, men ikke på niveau med ubrændt ler. Limfarver og kalkfarver tillader at væggen eller loftet, den er malet på, kan 'ånde', det vil sige at fugten kan trænge ind og ud i den underliggende porøse luftkalkpuds. Vi meget lange erfaringer med disse materialer i dansk bygningskultur – mindst 200-300 år – og den empiriske holdbarhed er i mange tilfælde lige så lang.

De materialer, man til gengæld skal undgå i gamle bygninger, opført før ca. 1960, er Portland Cement (KC-mørtel), mineraluldisolering, dampspærre af plastik samt plastikmaling. Portland cement og mineraluld er meget hygroskopiske og holder kritisk længe på fugt, så de nærtliggende træmaterialer risikerer at rådne. Plastikmaling er den største årsag til mug og skimmel i gamle huse, idet denne forhindrer, at rumfugten kan trække ud i væggenes og lofternes porøse overflader, men i stedet kondenserer til vand på overfladen. Her dannes der ofte, bl.a. i forbindelsen med forekomsten af støvmider o.a., mug og skimmel.

I forhold til varmekonserver er det en kendt sag, at det koster meget mere energi at varme fugtig indeluft op end tør indeluft. Så de materialer, som f.eks. ler, kalkpuds og limfarve, der kan optage fugten meget effektivt, ved høje fugtbelastninger, og afgive den igen ved lave, skaber et indeklima, der er markant mindre fugtigt, end hvis konstruktionerne indeholder KC-puds, plastikmaling, dampspærre og mineraluld, hvor materialerne, konstruktionerne og overfladerne ikke optager rumfugten, hvorfor denne forbliver i rummet.

Ler og lerindskud

Hvad er ler? Ler består af bittesmå 'krystaller' med en diameter, der er mindre end 0,002 millimeter, og som stammer fra nedbrudte bjerge. Men ler er ikke 'kun' meget finkornet sand, fra bjergene. Det består af små 'plader', der holdes indbyrdes sammen af elektriske bindinger. Disse tiltrækker yderligere ioner fra natrium, kalium, calcium, magnesium eller jern, afhængigt af, hvilke grundstoffer der er i undergrunden. Dette giver de forskellige lerarter forskellige egenskaber og farver, bl.a. kender vi den jernholdige *rødler* og den calciumholdige *blåler*.

Hvis leret kommer i forbindelse med større mængder vand, vokser leret i volumen, og bliver helt vandtæt. Ubrændt ler kan imidlertid, på grund af sin særlige 'sandwich-struktur', optage omkring 11-15% vand, hvilket er ret meget i forhold til andre materialer. Vandet optages meget hurtigt, men afgives også hurtigt igen, når lerets omgivelser er mindre fugtige.

Det er derfor meget vigtigt, at husejerne, håndværkerne og andre **ikke** fjerner de gamle lerindskud fra ældre bygninger opført før ca. 1960. Hvis man åbner konstruktionen og finder lerindskuddet som et løst 'støvlag', skyldes dette at man har oprindeligt har sjuksket lidt med lermaterialerne – og det anbefales at etablere et nyt lerindskud med nyt ler.

Lerindskuddet virker som en meget effektiv fugtbuffer i huset, der regulerer indeklimaet og holder rum-fugtigheden nede. Lerindskuddet forhindrer direkte, at de tilgrænsende gulv- eller loftbjælker bliver fugtet op og rådner.

Lerindskuddet er ydermere branddæmpende, 5 cm lerindskud svarer i brandklasse til 3 lag gipsplader, og leret dæmper lydbølger meget effektivt, f.eks. fra sko/skridt og dybe bastoner.

Endelig er lermaterialerne ekstremt bæredygtige, fuldstændigt genanvendelige og billige. De har derudover meget lang holdbarhed og levetid.



Nyt lerindskud anbragt på de gamle indskudsbrædder, bestående af af 1/3 ler, 2/3 grus og vand (der fordamper). Det er både mere damptæt end plastik, fugtabsorberende, lyd-dæmpende og brandhæmmende – foruden at det regulerer fugtforholdene og dermed indeklimaet i rummet. Og så holder denne konstruktion erfaringsmæssigt i 200-300 år, hvad man ikke kan sige om plastik.

Ved efterisolering af f.eks. lofter og etageadskillelser kan et nyt lerindskud mellem bjælkerne virke som en meget effektiv lufttætning og fugtspærre – langt mere effektiv, langtidsholdbar og bæredygtig - og samtidigt langt lettere og billigere at udføre - end diverse plastikdampspærre/membraner, påsat med fugelim m.v., med en yderst begrænset holdbarhed.

Lerindskud, i visse blandinger, svinder ikke, og lægger sig derfor helt tæt op til f.eks. bjælkernes sider og kanter, inklusive disses ruheder og skævheder. Leret kan her også være med til at udtørre, og dermed bevare selve træbjælkerne, herunder hvis leret føres helt ud omkring bjælkerne i facademuren. Kondens fra denne vil blive trukket ud af leret.

Man kan herefter etablere en passende efterisolering af bjækelaget eller etageadskillelsen, oven på leret. F.eks. af cellulose, hør, perlite, kork eller papiruld. Kork er eksempelvis så 'bæredygtigt', at man kan gå oven på isoleringen, så man 'sparer' en gangbro.

Luftkalkpuds og limfarve

Luftkalkmørtel, der hærder/carbonatiserer til kalkpuds ved hjælp af CO₂, og som anvendes til indvendige overflader i bygninger, fleks vægge, lofter og skråvægge, har ekstremt gode fugtdynamiske egenskaber. Luftkalkmørtel kan pudses direkte på murværket - eller på lofter eller skråvægge på brædder og rørvæv. Materialet kendes helt fra middelalderen (1000-1200-tallet), hvorfra nogle pudsede overflader holder endnu.

Puds af luftkalk har i forhold til bygningers tæthed den store fordel, at det meget let og enkelt kan pudses helt tæt op til skæve, skrå, kantede, kurvede eller knækkede flader, f.eks. rundt om vindueslysnings, op til bjælker, op til overgangen mellem væg og loft, samt op mod rørgennemføringer eller el-kontakter. Derved kan man opnå meget lufttætte overflader, der samtidigt kan ånde. Det er meget vigtigt at kalkpudsen ikke plastikmales, men overfladebehandles med en poreåben limfarve, f.eks. en kasein-farve, hvis man er nervøs for afsmitning. Silikatmaling kan også benyttes. På flade lofter benyttes 'mosfarve', limfarve på lim af *carraghen-moss*, såkaldt 'islandsk mos'.

Vedr. indvendig puds af luftkalk, se også Slots- og Kulturstyrelsens Informationsblad: Efterisolering af bindingsværk: [http://slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/bygninger/Bygningsbevaring/3.5 Efterisolering af bindingsværk.pdf](http://slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/bygninger/Bygningsbevaring/3.5_Efterisolering_af_bindingsvaerk.pdf)

Plastikdampspærre i gamle bygninger

Det skal anbefales at man ikke benytter dampspærre af plastik i gamle bygninger, opført før 1960 – undtagen eventuelt i nye gulvkonstruktioner mod terræn.

Først og fremmest er det en teknisk umulighed, rent håndværksmæssigt at udføre en tæt plastikdampspærre i et eksisterende, gammelt hus. I en officiel video fra Energistyrelsen, der ligger på Youtube: (<https://www.youtube.com/watch?v=L5WWwpyPUZQ>), har man taget konsekvensen af dette, og placerer her med stort møje en fastlimet plastikmembran mellem loftbjælkerne, med den konsekvens, at disse nu modtager alt fugten og bliver langt mere opfugtede end før dette indgreb. Men også hund-redevis af andre steder, eksempelvis mellem en skunkvæg og det underliggende loft, kan det ikke lade sig gøre at føre en tæt membran igennem.

Der hvor plastikmembranen så er utæt, forværrer man fugtproblemerne, som nævnt, og helt slemt bliver det ved rørgennemføringer og andre sammenstød, hvor der kan opstå konvektion af vanddamp. Ved konvektion flytter man 100-1000 gange så store fugtmængder som ved diffusion, så her forværres fugtproblemerne på det utætte sted.

Endelig er der problemet med sommerkondens, hvor fugten i bygninger går udefra og ind i tre måneder om året. Her fortætter fugten så på den udvendige side af plastikdampspærren.

Hvis vi kikker på tidsforbrug, pris og bæredygtighed samt holdbarhed og levetider, burde plastikmembraner ikke have nogen gang på jord i ældre bygninger, slet ikke sammenlignet med lerinskud i etageadskillelser – og heller ikke i ydervægge eller tage.

Konklusion

Man bør **ikke** fjerne de gamle lag af indskudsler i ældre bygningers etageadskillelser, når ældre bygninger istandsættes, bygges om eller energiforbedres.

Hvis lerinskuddet mangler eller er u-intakt, bør dette reableres. Lerinskud regulerer og affugter indeklimaet, det dæmper støj, er brandsikkert, tæt og et fuldstændigt bæredygtigt og genanvendeligt materiale. Vi er lige nu på Skolen i gang med at gennemgå de firmaer, der kan levere lerpuds og lerinskud som standardvarer, her i Danmark, og afprøve disse.

København, den 2. marts 2018



Søren Vadstrup
Lektor, arkitekt m.a.a.

Henvisning til to firmaer, som jeg har kontakt med, og som bevarer, retablerer eller nyudfører lerindsud efter denne beskrivelse:

Tømrefirmaet Silas Sauer
Drejøgade 39, 1. tv. 2100 København Ø, tlf. 24 27 67 77
info@bygherren.dk
<https://bygherren.dk>

Byggefirmaet 'Egen Vinding og Datter'
Haslevvej 81, 4100 Ringsted
Telefon: 5761 7701
Telefontid Mandag-fredag kl 8.00 - 16.00
lersten@egenvinding.dk
<https://egenvinding.dk/>