

Ontwikkeling van een speciale warmte-isolerende pleister voor met vocht en zouten belaste muurwerk om de energie kosten te verminderen en het leefklimaat te verbeteren

Samenvatting van het eindverslag van wetenschappelijk onderzoeksproject

Ontwikkeling van een speciale warmte-isolerende pleister voor de behandeling van met vocht en zouten belast muurwerk om de energiekosten te verminderen en het leefklimaat te verbeteren

In samenwerking met het Beierse Ministerie van Economische Zaken, Verkeer en Technologie, Innovatie Advies Beieren en het Beierse Energie Centrum voor Toegepast Onderzoek in Würzburg

In dit project is een pleister voor vochtig en met zout belast muurwerk ontwikkeld en wetenschappelijk onderzocht welke door speciale toevoegingen ook nog een hoog isolerende werking heeft. Daartoe werden eerst een aantal mortelrecepten vastgelegd op grond van isolerende eigenschappen en dan geoptimaliseerd om de beste combinatie van warmte-isolerende eigenschappen, verwerkingskenmerken en technische eigenschappen te verkrijgen. Als gevolg kon een pleister worden gerealiseerd met een gemeten geleidbaarheid van warmte van 0,113 W (mK) -1. Deze als Transputz WD benoemde droge mortel werd toegepast in een ruimte van het Gymnasium van Würzburg, waarvan de muren sterke vochtschade vertoonden. Voor deze tests werd meetapparatuur geïnstalleerd waarmee in het binnenklimaat luchtvochtigheid kan worden geregistreerd alsook de temperatuur aan het pleisteroppervlak, in de overgang pleister / baksteen en aan de muur naar buiten. Bovendien werden voor en na de sanering het vochtgehalte van het metselwerk onderzocht en microbiologisch onderzoek van lucht en wanden uitgevoerd.

De isolerende werking van Transputz WD kon door temperatuurmetingen aangetoond worden. Het temperatuurverval tussen het pleisteroppervlak en de muur was met het Transputz WD-systeem met 2,5 tot 4°C ongeveer twee keer zo groot als bij het minder isolerende Transputz LP. Daarbij was het in de proefruimte altijd, met een vergelijkbare verwarming, ongeveer 2°C warmer dan in de referentieruimte.

Bovendien bleek dat het gemiddelde vochtgehalte van op 8 tot 11 cm diepte genomen monsters van de wanden een jaar na de toepassing van WD Transputz daalde van 2,2% tot 1,2% en dus ongeveer de helft verminderd werd. Dit bevestigt het ontvochtende karakter van Transputz WD.

Uit het microbiologische onderzoek is gebleken dat de concentratie van bacteriën en schimmelsporen in de lucht een jaar na de renovatie van het interieur was gedaald tot een normaal en gezond niveau. De concentratie van bacteriën in de lucht daalde met 85%; van de schimmels en schimmelsporen met 40%. Op de muuroppervlakken bedroeg de concentratie van microbiële ziekteverwekkers na de sanering slechts 8% van de aanvankelijk gemeten waarde. Een enquête bij de gebruikers over hun subjectieve perceptie van het binnenklimaat bevestigde de gemeten verbeteringen.

Uit een energiebehoefte berekening voor een bestaand gebouw met bekende verbruiksgegevens bleek dat na een volledige sanering met Transputz WD in de aanbevolen dikte ten opzichte van de oorspronkelijke staat van maximaal 24% voor verwarmingskosten bespaard kan worden.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat Transputz WD een belangrijke bijdrage aan het herstel van vochtige- en met zout belaste gebouwdelen kan leveren.

Het verbetert de thermische isolatie en bespaart energie. Bovendien is een indirect effect de verlaging van bacteriën en schimmelsporen aan de muur oppervlakken en in de luchtruimte naar normale niveaus.

Missie en doelstellingen van het project

Tijdens de sanering van oudere gebouwen stuit men vaak op vochtig en met zouten belast metselwerk. Gebruikelijke procedures voor deze bouwkundige opgave omvat nadien aangebrachte horizontale sperlaag door de injectie van chemische stoffen in de wanden en het aanbrengen van saneerpleister. Conventionele saneerpleisters kennen echter door hun samenstelling en werking grote nadelen. Indringend vocht transporteert zouten uit het metselwerk in de pleister. Daar kristalliseren ze in de aanwezige luchtporiën [1]. Het vermindert met toenemende verzadiging van de poriën van het diffusie proces. Het resultaat is vaak al na zeer korte tijd dat nieuw zout neerslaat op het oppervlak van het pleisterwerk en uiteindelijk de pleister beschadigt. Dat wil zeggen dat de toepassing van saneerpleisters een onderdeel van een globale oplossing is die vaak verdere maatregelen vereist. Dergelijke maatregelen zijn soms erg duur en vanuit het perspectief van het behoud van het kwetsbare gebouw niet zonder risico's. Bijvoorbeeld kunnen de chemische injectiemiddelen op basis van kunststoffen als een achteraf aangebrachte horizontale sperlaag onder druk of zonder druk geïnjecteerd worden in de muren. Een tweede mogelijkheid van het achteraf aanbrengen van een horizontale barrière is open slijpen of kappen van de muur waarbij een scheidingsfolie of stalen platen in de voegen van het metselwerk worden gebracht. Deze acties veroorzaken meestal hoge kosten.

Een meer dan 25 jaar bewezen, tijd en kostenbesparend alternatief voor deze methoden zijn de speciale pleisterwerken van Hydroment. Ze vereisen geen ingreep in de bouwconstructie en worden aan één of beide zijden op de vochtige muren aangebracht. Hydroment pleisters bevatten geen kunststof, maar veel en zeer fijne luchtporiën. Door deze luchtporiën ontsnapt vocht gemakkelijk uit de muur, zonder dat zouten in het pleisterwerk kunnen indringen. Het blijft damp-open en het oppervlak blijft schoon en droog. In plaats daarvan blijven de zouten opgelost in het metselwerk, zodat - omdat het meeste vocht door capillaire werking opstijgt en diffundeert - in het grensgebied van muur en pleister geleidelijk een stationair evenwichttoestand ontstaat. Het metselwerk zal niet geheel worden uitgedroogd, wat om technische redenen ook niet wenselijk is. Integendeel, de pleisterlaag fungeert als transport medium voor de ontsnappende damp en zorgt voor - zoals hij zelf droog blijft - droge en zoutvrije wanden. Bovendien zorgt het voor een vochtreductie in het onderliggende metselwerk.

Het doel van dit wetenschappelijk onderzoek was het ontwikkelen van een pleister, die naast deze gunstige vochtregulerende eigenschappen, ook bijzonder lage thermische geleidbaarheid heeft. De verlaagde thermische geleidbaarheid zou resulteren in hogere temperaturen in het muuroppervlak in verwarmde ruimtes, met daarmee gepaard gaande meer comfort en het verminderen van het energieverbruik. Het tweede effect werd verwacht dat deze droge muuroppervlakken, in de binnenlucht blootstelling aan allergene stoffen zoals schimmels zou kunnen worden verminderd. Tot slot wordt het nieuwe product gekenmerkt door een maximale milieuvriendelijkheid.

Vorbereitung

In dit onderzoek werden in eerste instantie meer dan 60 verschillende mortelrecepten gespecificeerd. In de reeks van experimenten werden hoofdzakelijk uiteenlopende soort en de hoeveelheid van lichtgewicht aggregaten, evenals de invloed van deze ingrediënten op de vorming van luchtporiën, kenmerkend voor Hydroment, onderzocht. Het doel was om een pleister te ontwikkelen met een lage thermische geleidbaarheid zonder dat andere technische kenmerken, zoals de lage dampdiffusieweerstand en de lage depositie van zout verloren gaan. Er zijn ook eisen gesteld aan de mechanische sterkte en slagvastheid. Daarvoor werden een aantal organische en anorganische lichtgewicht aggregaten onderzocht.

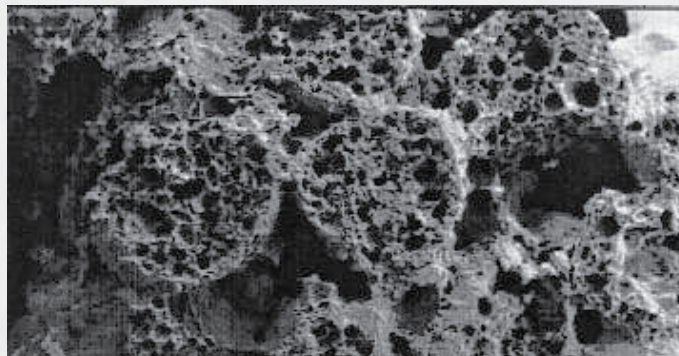
De organische aanvulling Styropor®, die wordt gebruikt in veel warmte-isolatie, toonde goede testresultaten, maar werd uit fundamentele overwegingen uitgesloten. Styrofoam® is een organisch plastic, maar kan in geval van brand en uit milieuoverwegingen (recycling) meer problemen veroorzaken dan zuiver anorganische additieven.

Diverse anorganische supplementen in het bijzonder granulaten gaven een "romig" en lichtgewicht pleister, dat snel kan worden verwerkt en uitstekend hechten aan de ondergrond. Ook het afwerken door wrijven, schuren of gladstrijken van het pleister was erg eenvoudig.

De proefopstelling

Alle meetpunten werden onder normale omstandigheden geplaatst gedurende ten minste 28 dagen vóór de metingen. De druk en de buigsterkte werden vervolgens bepaald in overeenstemming met DIN 18 555-3 en de dampdiffusieweerstand waarde volgens DIN 52 615E. De thermische geleidbaarheid werd gemeten met de dynamische hete draadmethode.

SEM beeld van Transputz WD met capillaire structuur



SEM opnamen tonen de capillaire structuur, eigen aan de Hydroment pleisters, waardoor het vochttransport plaatsvindt, en bevestigde de uitstekende verbinding tussen het cement bindmiddel en lichtgewicht aggregaten.

Ook werd verwacht dat de toenemende hoeveelheid van lichtgewicht aggregaten de thermische geleidbaarheid van pleistermonsters zou verminderen.

Boven een bepaalde concentratie echter, trad een soort van verzadiging in, wat betekent dat extra lichtgewicht aggregaten de thermische geleidbaarheid niet meer verlagen. In een breed scala van de morteldichtheid was er een ongeveer lineair verband tussen de thermische geleidbaarheid van de monsters en de dichtheid.

Interessant is dat er verschillen waren in de thermische geleidbaarheid van mortelrecepten geproduceerd met andere soortgelijke granulaten van dezelfde soort van lichtgewicht aggregaten. Mogelijke redenen zijn de verschillen in de productie en / of variaties in de fysische eigenschappen van individuele partijen. Als gevolg voert Hydroment een speciaal testprogramma voorzien van grondstoffen en vervaardigde droge mortel om een uniforme kwaliteit te waarborgen.

De meest geschikte lichtgewicht aggregaten voor Transputz WD bleken na alle proeven fijnporige glasgranulaten, die lage thermische geleidbaarheid bieden en in een speciale zeeflijn te gebruiken zijn. Het aldus geproduceerde pleister bevat ongeveer 45% luchtporiën in het bindmiddel matrix, en nog eens 30% in een matrix voor lichtgewicht aggregaten. In totaal bedraagt de lucht porositeit van het pleisterwerk dus ongeveer 75%. De thermische geleidbaarheid van 0,113 W (mK) -1 ligt aanzienlijk lager dan dat van een "nul-proef", die volledig werd vervangen door lichtgewicht aggregaten zeefkromme en een waarde van 0,441 W (mK) -1 bezit.

Een aparte reeks experimenten bevestigden de grote invloed van mengentijd en menginrichting: De optimale poriestructuur en de thermische geleidbaarheid werd bereikt na 4 tot 6 minuten mengen in de betonmolen. Kortere periodes leidden tot hogere dichtheid en thermische geleidbaarheid, langere tijden leidden tot ontmenging en lagere dichtheid van de mortel.

Proef muur en de praktijk testen

De praktische test was gericht om bij een vakkundig gesaneerde muur de positieve invloed van de pleister op het binnenklimaat aan te tonen. Twee met vocht- en zouten belaste ruimtes werden in het Würzburg Gymnasium beschikbaar gesteld, die worden aangeduid als proef- en referentiekamer.

De buitenste muur van beide ruimtes zijn identiek, en bestaat tot ongeveer 1 m OKFB uit breuksteen metselwerk, daarboven uit baksteen metselwerk. De binnenmuren zijn puur bakstenen metselwerk. Op buitenste en binnenste muren waren ongeveer 1,5 tot 2,0 cm dikke kalkpleisters aangebracht. De sterke vochtpenetratie van de muren was te wijten aan structurele fouten en optrekkend vocht. De eerste werden weggenomen tegen de laatste werden naast de toepassing van de Hydromentpleisters geen extra maatregelen genomen.

In beide ruimtes werd de oude pleister op de externe zijde muren volledig verwijderd. Na het uitvlakken is in de proefruimte Transputz WD, en in de referentie ruimte Transputz LP toegepast [2]. Op verzoek van de ontwikkelaar, is de muur in de proefruimte bovendien voorzien van een minerale pleister en een silicaat coating. Bij de werf genomen mortelproeven resulteerde in de daaropvolgende laboratoriumtests, onder meer de technische waarden geïllustreerd in tabel 1.

	Meetwaarde	Doelwaarde
Verse mortel		
Dichtheid [kg/m ³]	0,487	< 0,6
Luchtporiëengehalte[%]	> 50	> 35
Uitgeharde mortel		
Dichtheid [kg/m ³]	0,43	< 0,6
Vochtdamp-Diffusiecoëfficiënt [-]	μ = 7	-

Tabel 1: Technische waarden van de proeven genomen op de bouwplaats

Voor het vastleggen van de effecten van Transputz WD en LP op het binnenmilieu, werden luchtvochtigheid sensoren en temperatuursensoren van het type PT 100 (Fabrikant: Klimatherm) geïnstalleerd. Daarmee moet onder meer het temperatuur profiel in de muren in verhouding tot de temperatuur en kamertemperatuur worden gemeten. De individuele metingen werden iedere 15 minuten genomen en opgeslagen gedurende een periode van ongeveer drie maanden.

Luchtverontreiniging metingen

Het microbiologische Instituut van de Universiteit van Würzburg voerde voor de renovatie op 8. April 1999 een eerste meting van luchtvervuiling uit. Hier had de deskundige bij het betreden van de ruimte een extreme "schimmelstoffige geur" vastgesteld.

De concentratie van bacteriën, schimmels en schimmelsporen in de lucht binnenshuis werd gemeten met bierworst en bloedsedimentatieplaten,

van de muren worden clichés genomen met zogenaamde cliché Rhodac platen. Bierworstplaten zijn een selectieve detectie van schimmelgroei of schimmelinfecties concentraties in de binnenlucht. Bloed-platen dienen voor selectieve detectie van bacteriële verontreiniging in de lucht, Rhodac platen voor het meten van oppervlaktebesmetting. De resultaten van de metingen voor de sanering (zie tabel) zijn duidelijk als bacteriën verhoogde niveaus te evalueren. De deskundige concludeerde dat de schimmelbelasting hoog was en de lucht van de sterk beschimmelde punten de muren uittrad.

Na de renovatie werd op 1 augustus 2000 de luchtverontreinigingmeting met dezelfde procedure herhaald. De resultaten worden ook gepresenteerd in tabel 2.

	Voor de sanering	Na de sanering
Lucht		
Schimmel – schimmelsporen [KBE/h]	9,4	5,75
Bacteriën [KBE/h]	42	6,5
Wanden:		
Schimmel – schimmelsporen [KBE/ Platte]	30	2,5

Deze waarden tonen aan dat de concentratie van de schimmel en schimmelsporen in de lucht verlaagd werd met ongeveer 40% en bacteriën met ongeveer 85%. Op de nu droge muur oppervlakken werd slechts 8% van de belasting vastgesteld van voor de sanering van schimmel ontdekt. In de samenvatting, het advies van de deskundigen: "De last van microbiële ziekteverwekkers is gedaald ten opzichte van de periode vóór de sanering tot een aanvaardbaar niveau."

Bepaling van zout- en vochtgehalte van de muur proeven

De vochtmetingen werden met het apparaat PF-5 (Fabrikant: Klimatherm) uitgevoerd volgens de Darr methode. Daartoe werden acht meetpunten vastgelegd, waar vóór de renovatie in 1999 en na de verbouwing in augustus 2000 het vocht tegen het muuroppervlak en in de diepte van de muur werd gemeten. Zout analyse werd uitgevoerd op kernen met semikwantitatieve methoden van Merck, na een geschikte voorbereiding van een proef. De voor de renovatie in het metselwerk bepaalde concentraties aan schadelijke zouten toonde - zoals gebruikelijk op veel plaatsen - een aanzienlijke variatie tussen de individuele meetpunten. Opvallend was een nitraatconcentratie van 250 mg / kg op verschillende punten van de buitenste muur van meetgebied, en een chlorideconcentratie van 410 mg / kg zelfs op 1,80 m hoogte. Sulfaat kon echter niet worden bewezen.

In een boorkern genomen na de renovatie kon in het Hydromentpleister, zoals gebruikelijk, geen nitraat, sulfaat of chloride worden aangetoond. De bepaling van de vochtigheid in het bouwwerk werd gedaan door het gemiddelde over drie metingen op een totaal van acht meetpunten. Vóór de renovatie, bevatten de muren op 8 tot 11 cm diepte gemiddeld 2,2% vocht. Een jaar na de toepassing van WD Transputz was dit cijfer gedaald tot een gemiddelde van 1,2%.

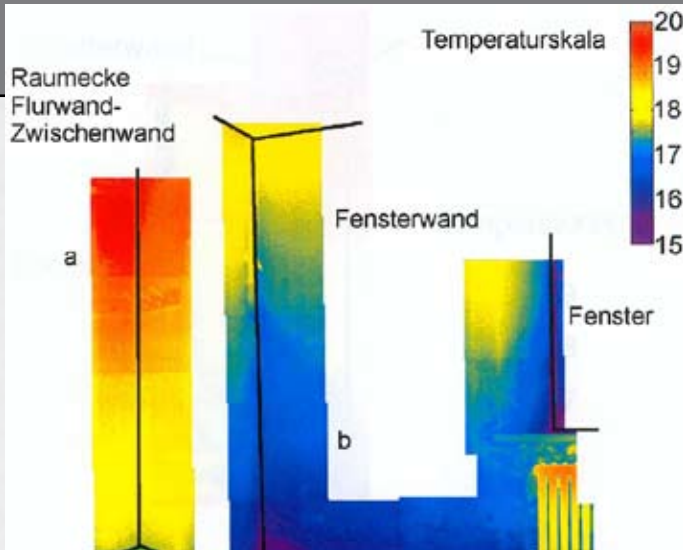
Dit resultaat toont aan dat het vochtgehalte van de wanden onder het pleister aanzienlijk is verminderd. Dit is in overeenkomst met de andere onderzoeken naar Hydroment-sanering. De pleisteroppervlakken waren zowel in de steekproef en de referentieruimte (gesaneerd met Hydroment Transputz LP) droog. Bovendien toonde het pleister een goede absorptie van vocht, wat betekent dat bij kort optredende hoge luchtvochtigheid de vochtdamp wordt opgenomen en in tijden van lage luchtvochtigheid vervolgens wordt afgegeven.

Thermografische opnames van de binnenwand oppervlakte

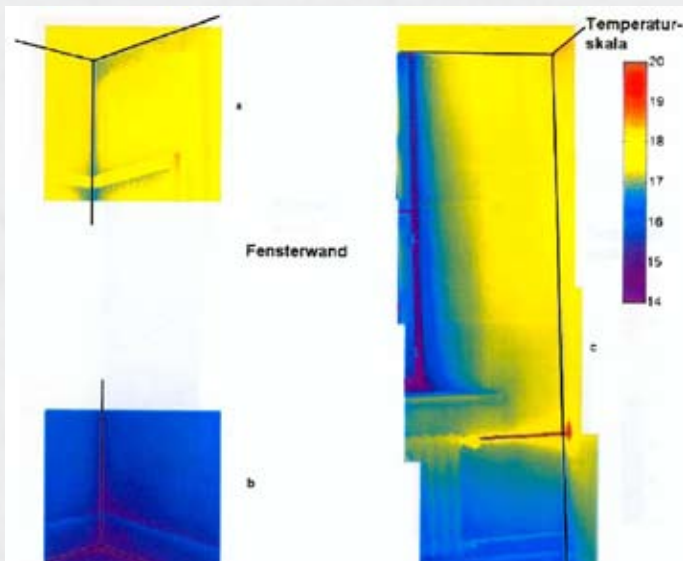
De thermografische foto's werden gemaakt met de thermische camera "Egeische Zee" van AIM op 8.4.1999 (vóór de sanering) en op 15.3.2000 (na de sanering). Vóór de sanering bedroeg het verschil tussen de muuroppervlakte temperatuur op de buitenste muur tussen het plafond en de vloer ongeveer 4 K. Dit was vooral te danken aan de toegenomen thermische geleidbaarheid van vochtig metselwerk muur in het onderste gedeelte en de daaruit voortvloeiende koeling door verdamping.

Uit de thermografie na renovatie blijkt dat dit verschil in temperatuur is gedaald tot ongeveer 2 K, en dus ongeveer gehalveerd (zie figuur 6). Deze komen overeen met de verschillen in de wand van de grote gradiënten oppervlaktetemperatuur in de lucht. Verschillen beïnvloeding door middel van koeling door verdamping kan nu worden uitgesloten als gevolg van de droge muuroppervlakken.

Bij het vergelijken van Transputz WD, en de minder isolerende Transputz LP werden in de proefruimte en de referentieruimte luchttemperatuur, de gemeten temperatuurverschillen tussen pleisteroppervlakken en overgangen pleister / metselwerk en de temperatuur aan de buitenste muuroppervlakte tussen december 1999 en februari 2000 gemeten. Dit wordt geïllustreerd in figuur 7 voor de maand december 1999.

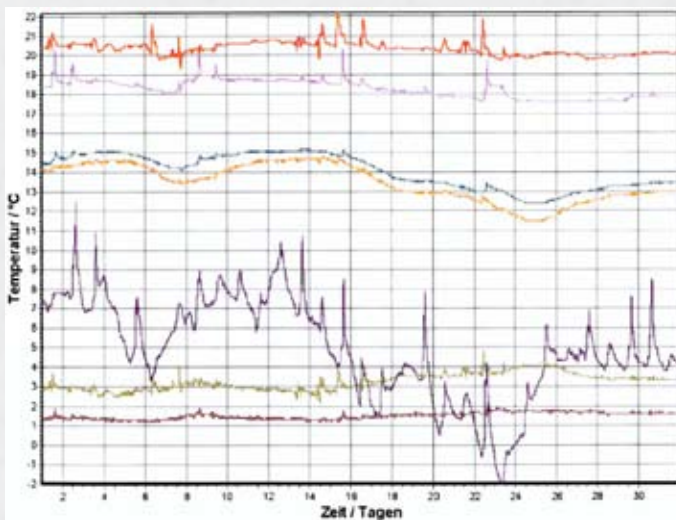


Figuur 5: Thermografie van het proefgebied voor de sanering



Figuur 6: Thermografie van het proefgebied na renovatie

De sterk verbeterde thermische isolatie van Transputz WD wordt gezien door de temperatuur daling van ongeveer 2,5 tot 4 °C tussen het pleisterwerk oppervlak en overgangmaatregelen pleisterwerk / metselwerk (tweede kromme van de onderkant). Het minder isolerende Transputz LP leverde 1 tot 2 °C (eerste kromme van onderen).



Figuur 7: Vergelijking van de luchttemperatuur, de luchttemperatuur bij de overgang van pleisterwerk / metselwerk, de buitenste muropervlakte temperatuur en het temperatuur verschil tussen de generale proefruimte en referentieruimte in december 1999.

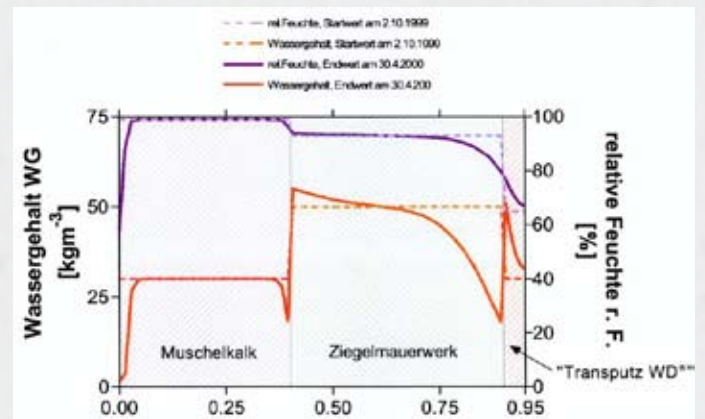
Tegelijkertijd lag de luchttemperatuur was in weerwil van soortgelijke verwarming in de proefruimte consequent ongeveer 2 °C hoger dan in de referentieruimte (een vergelijking van de bovenste twee krommen). De absolute temperatuur bij de overgang van pleisterwerk / metselwerk was in de proefruimte op 0,5 °C lager dan in de referentieruimte (3. Kromme en 4e van boven).

Tijdens de onderzoeksperiode kon geen daling tot onder het dauwpunt aan de wandoppervlakte worden vastgesteld. Er trad dus geen condensatie op. De relatieve vochtigheid was gedurende de gehele periode 30 tot 55 procent, in een gebied aanbevolen voor woonruimtes. Een enquête in december 2000, waarin bleek dat alle gebruikers van de twee ruimtes getuigden van een veel beter klimaat van de gesaneerde ruimte en dit vergeleken met de niet gesaneerde ruimten.

Modellering van metselwerk / pleisterwerk systeem

De opgedane kennis en data uit het onderzoek van Transputz WD kenmerken, zoals thermische geleidbaarheid, de dichtheid en permeabiliteit voor vocht damp stroomden aansluitend in een simulatie van de echte proefmuur. De gesimuleerde periode was tussen 2-10-1999 en 30-4-2000. De omgevingsvariabelen gemeten tijdens deze periode werden aan de binnenste en buitenste muur bovenste oppervlaktetemperaturen gebruikt en de relatieve vochtigheid in beide ruimtes. Door simulatie met het overdragen van de gewonnen kennis en data zou het mogelijk worden de mogelijke besparingen van verwarming energie te berekenen. Voor de simulatie werd het programma "WUFI" gebruikt (3), die werkt met een eendimensionaal Finite-differtieel-model, dat rekening houdt met zowel warmte als vocht (maar zonder dat de luchtvochtigheid stijgt).

Voor de simulatie werd uitgegaan van eendimensionale wandconstructie. De initiële waarden voor het vochtgehalte van de afzonderlijke gebouwdelen en de temperatuur zijn gekozen op basis van de bestaande metingen. Figuur 8 toont grafisch de simulatieresultaten voor het verloop van het vochtgehalte en relatieve vochtigheid in het metselwerk.



Figuur 8: Simulatie van het verloop van vocht en relatieve vochtigheid in de muren van de proefruimte

Aan de kromme is duidelijk te zien dat door Transputz WD het vochtgehalte van de mosselkalk (buitenkant) of bakstenen muren (binnen) wordt verminderd. Uit andere rapporten is gebleken dat het vochtgehalte van de pleisterlaag sterk afhankelijk is van de luchtvochtigheid in de ruimte. Als deze daalt, daalt ook het vochtgehalte van de pleisterlaag en vice versa. Het gebruik van de ruimte heeft dus veel invloed op het vochtgehalte van het pleisterwerk systeem: door een adequate ventilatie, wordt dit gunstig beïnvloed.

Hydrosolf vochtmeters

Hydrosolf vochtmeters zijn krachtige en veelzijdige instrumenten voor het meten en diagnosticeren van vocht in gebouwen en materialen. Dit product geeft vochtconsulenten, bouwingenieurs, architecten, stukadoors en andere vakmensen de mogelijkheid om de vochtigheidsgraad meten in muren, vloeren en andere materialen. Op deze manier kan een gedetailleerde diagnose van de vochttoestand van het pand worden verkregen.

De digitale display geeft nauwkeurige lezing zonder gissen of fouten, terwijl een kleurcode (LED) de vochttoestand van het materiaal aangeeft.

Dankzij eigen rechtstreekse import bij de fabrikant kunnen wij deze vochtmeters als goedkoop aanbieden.

Er worden veel goedkope vochtmeters aangeboden. Dit zijn vochtmeters voor brandhout en werken alleen met de pin-methode. Ze hebben slechts een meetbereik van 0 tot 40%. Deze meters zijn volstrekt ongeschikt om het vochtgehalte van steenachtige materialen te meten.

Specificaties Hydrosolf vochtmeters:

- Display 4 cijfers, 10mm LCD
- Met kleur gecodeerde LED-indicatie
- Groene LED staat voor een veilige, luchtdroge toestand
- Gele LED vertegenwoordigt een grens status
- Rode LED vertegenwoordigt een vochtige toestand
- Meetbereik: 0% - 80%!
- Nauwkeurigheid: + / - 0,5% n of + / - 0,5%
- Resolutie: 0.1%
- Meetsensor: Inductief
- Voeding: Batterijen 4x 1.5V (AAA)
- Afmetingen (Lxbxh): 165 x 62 x 26 mm
- Gewicht: 175 g
- 10 codes in een pin-modus
- 20 codes in een scan-modus

Deze gecombineerde presentatie van vochtmeting helpt de gebruiker om de omvang van de problemen op een nauwkeurige en betrouwbare manier in kaart te brengen en veranderingen in de toestand te controleren.

- Alarmwaarden kunnen worden ingesteld door gebruikers
- Automatisch uitschakelen om energie te besparen
- Kan communiceren met pc computer voor statistiek en afdrucken door de operationele kabel en software voor de RS232C-interface.

Hydrosolf vochtmeter 2 in 1 HV9

De HV9 is de meest uitgebreide versie. Deze kan op twee verschillende manieren meten:

De scan-modus waarbij tot een diepte van 5 cm in het materiaal inductief wordt gemeten.

De pin-modus waarbij 2 scherpe pinnetjes in het materiaal worden gestoken en dankzij de materiaalweerstand het vochtgehalte kan worden bepaald.

De Hydrosolf vochtmeter 2 in 1 HV9 kost € 149,90 inclusief btw en is te verkrijgen in onze webshop of bij onze verkooppunten.



De Hydrosolf vochtmeter HV7

Dit is de scanversie. Deze meet alleen in de scan-modus waarbij tot een diepte van 5 cm in het materiaal inductief wordt gemeten.

De Hydrosolf vochtmeter HV7 kost € 129,90 inclusief btw en is te verkrijgen in onze webshop of bij onze verkooppunten.



De Hydrosolf vochtmeter HV5

Dit is de pinversie. Deze meet alleen in de pin-modus waarbij 2 pinnetjes in het materiaal stoken worden. Deze versie wordt vooral voor hout gebruikt

De Hydrosolf vochtmeter HV5 kost € 129,90 inclusief btw en is te verkrijgen in onze webshop of bij onze verkooppunten.

