



IS DAT ZO?!

Problemen bij het na-isoleren van gevels bij monumentale gebouwen

Titelpagina:

Betreft: Scriptie ten behoeve van het afstuderen aan de Hogeschool van Utrecht, faculteit Natuur en Techniek, Afdeling Bouwnijverheid, Opleiding Bouwkunde, Afstudeerrichting Restauratie.

Datum: februari t/m mei 2005

Student: Patricia Wettstein
Van Lieflandlaan 98
3571 AG Utrecht
patries82@hotmail.com

Begeleiders:



Hogeschool van Utrecht:

1^{ste} Begeleider

Docent Bouwfysica
Dhr. A. Schuur
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
(030) 2388624
aart.schuur@hvu.nl

2^{de} Begeleider

Lector Restauratie
Dr. P.W.F. Brinkman
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
(030) 238 86 04
pim.brinkman@hvu.nl

Bureau Monumenten & Archeologie:

Begeleider

Dhr. J. van der Zanden
Monumenten adviseur
Keizersgracht 123
1015 CJ Amsterdam
Tel: (020) 5524886

J.vanderZanden@dab.amsterdam.nl



Voorwoord

De scriptie die u nu voor zich heeft liggen heb ik geschreven voor het afstuderen van mijn studie bouwkunde aan de Hogeschool van Utrecht. Faculteit Natuur en Techniek, Afdeling Bouwnijverheid, Opleiding Bouwkunde, Afstudeerrichting Restauratie.

Bij het bureau Monumenten & Archeologie heb ik onderzoek gedaan naar de problemen bij het na-isoleren van gevels van monumentale gebouwen. Het onderzoek duurde van februari 2005 tot en met juni 2005.

Ik ben geboren in Zwitserland en af en toe speelt bij mij het verschil in de talen op. Speciaal als het gaat over uitdrukkingen en gezegdes, maar ook bij het schrijven van teksten. Graag wil ik dan ook de mensen die het geduld hadden om deze scriptie door te lezen en als corrector wilden optreden bedanken voor hun geduld. Een vriend van mij bedank ik voor de tips en adviezen bij het plaatsen van de afbeeldingen. Ten laatste maar zeker niet het minste bedank ik mijn begeleiders, zowel op school Aart Schuur en Pim Brinkman als op de afstudeerplaats Han van der Zanden. Een opbeurend woord was er altijd wel als ik even tegen een muur aan liep.

Tot slot wil ik dan ook zeker bureau Monumenten & Archeologie bedanken voor de afstudeerplek die ik bij hen heb gehad. Ik heb een erg leuke tijd gehad door de leuke en gezellige sfeer die er hing.

Inhoudsopgave

GLOSSARIUM	1
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
1.1 INLEIDING	5
2. EISEN BIJ HET NA-ISOLEREN	7
2.1 ENERGIEDUURZAME MONUMENTEN	8
2.1.1 WAT IS DUURZAME MONUMENTENZORG	8
2.1.2 KRITISCHE KIJK OP TIPS VAN DUURZAME MONUMENTENZORG	9
2.2 THERMISCHE BEHAAGLIJKHEID	11
2.2.1 THERMOSFYOLOGISCHE VERSCHILLEN	12
2.2.2 CONCLUSIE EN WAARDEN	12
2.3 MONUMENTALE WAARDE	13
2.3.1 PROGRAMMA VAN EISEN KWALITEIT MONUMENTEN	13
2.3.2 WETGEVING AMSTERDAM	13
3. HET BLAAUWLAKENBLOK	14
3.1 BESCHRIJVING BLAAUWLAKENBLOK	15
3.2 ONDERZOEK CAUBERG-HUYGEN	16
3.2.1 EISEN	16
3.3 UITKOMST BLAAUWLAKENBLOK	17
3.3.1 VOORBEELD PAND	17
3.3.2 CONCLUSIE ISOLATIE PROBLEMEN	18

4. PROBLEMEN BIJ HET NA-ISOLEREN VAN GEVELS	19
4.1 GEVELS BIJ WOONHUIZEN IN AMSTERDAM	20
4.1.1 AANSLUITINGEN OP DE GEVEL	21
4.1.2 PROBLEMEN BIJ NA-ISOLEREN	23
4.2 VENSTERS	24
4.2.1 WAAROM VENSTERS ISOLEREN?	25
4.2.2 PROBLEMEN & MOGELIJKHEDEN BIJ ISOLEREN	27
4.2.3 ISOLERENDE BEGLAZING	28
4.2.4 VOOR / ACHTERZETBEGLAZING	32
4.2.5 RAAM SYSTEMEN	35
4.3 ANDERE KNOOPPUNTEN	40
4.3.1 UITGANGSPUNTEN BEREKENING TRISCO	41
4.3.2 GEVEL / WONINGSCHIEDENDE WAND AANSLUITING	42
4.3.3 RESULTATEN GEVEL / WONINGSCHIEDENDE WANDEN	43
4.3.4 RESULTATEN GEVEL / VLOER AANSLUITING	46
4.3.5 RESULTATEN GEVEL / RAAM AANSLUITING	48
5. PRAKTIJKGEVAL	50
5.1 BESCHRIJVING WARMOESSTRAAT 145	51
5.1.1 OPBOUW	52
5.1.2 WAARDE VAN HET PAND	53
5.1.3 FOTO'S WARMOESSTRAAT 145	53
5.1.4 PROBLEMEN BIJ DIT PAND	56
5.1.5 AANPAK ARCHITECTENBUREAU VINCENT SMULDERS BNA:	56
5.1.6 EIGEN MENING	57
6. EINDCONCLUSIE	58
6.1 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	59
LITERATUURTOEGAVE	61

BIJLAGEN	62
1. NATIONAAL PAKKET DUURZAAM BOUWEN	63
2. GESCHIEDENIS & GRENSWAARDEN BEHAAGLIJKHEID	68
3. NEN NORMEN	69
3.1 NEN 5128	69
3.2 NEN-EN-ISO 7730	70
4. ARTIKELS BOUWBESLUIT 2003 & MONUMENTENWET 1988	71
5. PROGRAMMA VAN EISEN KWALITEIT EN MONUMENTEN	72
6. ISOLATIE PAKKETTEN BLAAUWLAKENBLOK	75
7. BEREKENINGEN EN CONSEQUENTIES NA-ISOLEREN	77
8. ONDERZOEK M.J. DE WIT	79
9. TRISCO BEREKENINGEN	80
9.1 STEENS MUUR	80
9.2 WONINGSCHIEDENDEWAND HALFSTEENSMUUR	90
9.3 SPOUW	93
10. WARMOESSTRAAT 145	94
10.1 DOORSNEDE EN PLATTEGRONDEN	94
10.2 KORBELEN WARMOESSTRAAT 145	97
11. ISOLATIE MATERIALEN	98
____TONZON	98
____DOSCHAWOL	100

Glossarium

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit bevat bouwtechnische voorschriften waaraan alle bouwwerken, zoals woningen, kantoren, winkels e.d. in Nederland minimaal moeten voldoen. Ook verbouwingen vallen onder het Bouwbesluit. De eisen hebben betrekking op veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu.

Dampremmende laag

Zorgt ervoor dat waterdamp uitsluitend door *diffusie* in de constructie kan dringen. In de praktijk blijkt er echter vaak tóch extra waterdampaanbod op te treden door *convectie*.

Diffusie

Ongelijkmatige terugkaatsing van warmte- of lichtstralen

Draairaam:

Raam dat aan een zijde om een verticale as draait.

Balans ventilatie

Vorm van (geforceerde) ventilatie die zodanig is dat het binnenklimaat zo optimaal mogelijk is

Korbeel

Kromhout; schoor tussen stijl en balk.

Kozijn:

Afgeleid van het Franse casijn. Dit is een raamwerk van steen, hout of metaal, de omranding van een deur of een venster, bestaande uit een boven en een onderdorpel en twee of meerdere stijlen. In het kozijn is een luik, een raam of een glasvenster bevestigd.

Latei

Balkvormig element van hout, steen of ijzer dat een venster, ingang of andere opening van enige breedte overspant en het bovenliggende metselwerk ondersteunt.

Na-isoleren

Is het isoleren van gebouwen die zonder isolatie zijn gebouwd en die nog geen isolatie hebben.

Negge

Is de afstand tussen de voorzijde van het metselwerk tot voorzijde van het kozijn.

PMV

Predicted Mean Vote is een thermische index afgeleid van het warmtebalansmodel voor thermische behaaglijkheid ontwikkeld door Fanger (1970). De PMV voorspelt de gemiddelde thermische sensatie van een grote groep die een thermische omgeving ervaart gespecificeerd door gemiddelde lucht- en stralingstemperatuur, gemiddelde luchtsnelheid, vochtigheid, thermische isolatie van kleding en metabolisme.

Renoveren

Herstellen en zonodig gedeeltelijk vernieuwen van een gebouw. Hierdoor wordt het weer bruikbaar naar de geldende maatstaven.

Restaureren

Het terug brengen in goede staat, daarbij uitgaande van behoud van de oorspronkelijke materialen. Behoud gaat voor vernieuwing.

Roede

Een normale roede is een houten of metalen staaf, horizontaal en/of verticaal in het raam geplaatst waarin glas is geplaatst.

Ruit

Glazen plaat, oorspronkelijk ruitvormig, nu gewoonlijk een rechthoek of een vierkant. Vensterglas werd vroeger als schijf geblazen en men ging natuurlijk op de gunstigste manier snijden en zo ontstond er de ruitvorm, of een wybertje. Door de verbeterde fabricage technieken, zoals het trekken van glas, kon men steeds grotere afmetingen krijgen, dus ook grotere roeden verdeling.

Schoor

Paal, balk of stijl, voornamelijk in schuine stand, die iets schraagt, de druk van een belasting opvangt of een zijdelings verband aanbrengt.

Schuifraam

Samenstel van de omraming van het vensterglas met de glasroeden, als geheel schuivend in een kozijn. Een houten omraming van een schuifraam waarin zowel het onder als soms het bovenste gedeelte op en neer kan schuiven, vergemakkelijkt door een gewicht in een koker in het kozijn. Het gewicht zit vast aan een koord welke weer is verbonden met het schuifraam.

Sponning

Groef of keep waarin bijvoorbeeld een venster wordt opgesloten of waartegen het kan aanslaan (glassponning, luikspinning).

Steens muur

Een steensmuur heeft een dikte van de lengte die een baksteen heeft en is dus afhankelijk van het type steen dat toegepast wordt. Bij dit onderzoek is een dikte van 200 mm aangehouden.

Strijkbalk

Dit is de balk van een houten balkvloer die parallel het meest dichtbij de buitenmuur ligt.

Traveeën

Vlak van een gevel of wand

U-waarde

De U-waarde is de warmtedoorgangscoefficiënt. Deze geeft de warmtestroomdichtheid door een constructie aan bij een temperatuurverschil van 1°C.

Venster

Lichtopening in een muur.

Warmte convectie

Dit is als een bepaald materiaal aan een medium zoals water of lucht warmte afgeeft en deze dit op een andere plek weer afgeeft.

Warmte geleiding

Wanneer er een temperatuurverschil is, stroomt er door een constructie warmte van de zijde met de hoge temperatuur naar de zijde met de lagere temperatuur.

Wisseldorpel

Bij een schuifraam de beide dorpels samen van het boven- en benedenraam, die in gesloten toestand van het raam tegen elkaar aansluiten. De aansluitvlakken of wissellatten staan schuin, voor een goede tocht dichting.

Samenvatting

IS DAT ZO?! Is de titel van deze scriptie. Deze naam is ontstaan door een aantal redenen:

Tijdens mijn onderzoek wees mijn begeleider op mijn afstudeerplek de heer J. van der Zanden mij er vaak op dat er kritisch naar teksten uit rapporten en brochures gekeken moet worden. Bij het nakijken van mijn scriptie en bij besprekingen kwam vaak de vraag "IS DAT ZO?" naar voren. Kun je dit wel op deze manier stellen en klopt het wat hier beweerd wordt.

En als andere reden kan men zich verschillende vragen stellen bij het na-isoleren van monumenten zoals:

- Is het beter om een monument te laten zoals het is?
- Is het beter om een monument na te isoleren?
- Dit of dat systeem is beter?

Op al dit soort vragen kan de vraag gesteld worden: 'IS DAT ZO'.

In deze scriptie zijn de voor en tegens bekeken van diversen vormen van na-isolatie bij monumentale panden. Het onderzoek is gebeurd in Amsterdam waar ik mijn afstudeerplek had bij het bMA Bureau Monumenten & Archeologie te Amsterdam.

In hoofdstuk 2 probeer ik de eisen die gelden voor de na-isolatie bij monumenten duidelijk te krijgen. Om dat te kunnen doen is er gekeken naar wat duurzame monumentenzorg is en zijn er een aantal plus en minpunten op de tips van de rijksdienst voor de monumentenzorg (RDMZ) gegeven. De thermische behaaglijkheid wordt onder de loep genomen en gekeken in hoeverre de huidige bepalingen zijn toe te passen op de monumenten. In het programma van eisen kwaliteiten monumenten en de wetgeving in Amsterdam wordt gekeken of het ook reëel haalbaar is en of er wel of niet na geïsoleerd moet worden. Het gehele onderzoek dat is uitgevoerd gebeurde bij het Blaauwlab in hoofdstuk 3. Het Blaauwlab is het pilotproject wat betref energieduurzaamheid en dus onderdeel van het na-isoleren. Het onderzoek van Cauberg-Huygen is gebruikt om de eisen te verduidelijken. Er zijn daardoor een aantal problemen geconcretiseerd en overgezet naar de monumenten.

Die problemen worden dan in hoofdstuk 4 uitgesplitst waarbij de gevels en de woningscheidende wanden een ondergeschikte rol hebben. Dit in verband met het rendement dat een na-isolatie op deze punten heeft. Het zwaartepunt van deze scriptie ligt bij de isolatie van vensters. Gekeken wordt naar de koudeval, de behaaglijkheid en het rendement van de diverse isolatiemogelijkheden. Mede door middel van het visueel te maken door met het programma TRISCO te werken zijn de diverse vormen verduidelijkt.

In hoofdstuk 5 wordt er een praktijkgeval, het pand Warmoesstraat 145, bekeken. Via een beschrijving van het pand en de reeds bestaande problemen wordt gekeken naar de mogelijkheden en de onmogelijkheden van de na-isolatie.

Hoofdstuk 6 besluit het geheel met de conclusie. Bezint eer ge begint is een kern, de vensterisolatie heeft het meeste rendement, wandisolatie is problematisch. Het is een zeer ingewikkelde materie waarbij er, voor de besluitvorming, zeker vervolgonderzoek aan te raden is.



1.1 Inleiding

Het na-isoleren van monumentale gebouwen brengt vaak problemen met zich mee. De meeste oude gebouwen zijn thermisch lek waardoor koudebruggen onvermijdelijk zijn. Standaardoplossingen uit de huidige bouwpraktijk, zoals (dubbel) isolatieglas en isolatiepakketten voor gevels en daken zijn vaak niet zondermeer geschikt en kunnen ernstige schade toebrengen.

Isolatie kan leiden tot condensvorming en inwendige condensatie wat bijvoorbeeld bij balkopleggingen en gevelankers kan leiden tot houtrot of roest. Door deze isolerende maatregelen kan een monument dat in een prima conditie de eeuwen heeft getrotseerd in een aantal jaar ten onder gaan. Verder kunnen de vereiste voorzieningen, bijvoorbeeld de raamhout zwaarte en bijkomende detaillering, het monumentale beeld wijzigen en daarmee de karakteristieke eigenschappen verstoren.

Het beste is om een monument niet te isoleren, maar aangezien de mens steeds meer eisen stelt met betrekking tot een (thermisch)behaaglijk binnenklimaat, leidt dit tot de wens van na-isoleren. Daarnaast wordt steeds meer belang gehecht aan energieduurzaamheid omwille van de belasting van het milieu.

Het niet behaaglijk zijn van een gebouw en de hoge stookkosten zorgen ervoor dat mensen vaak na-isoleren. Het na-isoleren gebeurt vaak op een niet verantwoorde manier. Dit is de reden dat Bureau Monumenten & Archeologie meer aandacht aan dit probleem wil besteden.

Er zijn verschillende aanpakken die gedaan worden en die niet goed zijn voor een monument. Zo wordt er bijvoorbeeld isolatie tegen een gevelwand aangebracht terwijl de ramen niet of slechts beperkt geïsoleerd worden. Dit kan ongewenste koudebruggen veroorzaken en een averechts effect hebben. Het aanbrengen van isolerende beglazing zonder kierdichting heeft echter relatief gezien ook weinig effect.

Een raam dat vanwege zijn ouderdom of detaillering een speciale monumentale waarde heeft, moet ongewijzigd blijven. De dikte en het gewicht van het raamhout zijn vaak te licht om isolerende beglazing toe te passen. Er zou dan een achterzetraam toegepast kunnen worden om het raam en kozijn te behouden. Echter moet een goede natuurlijke ventilatie met buitenlucht hier gebruikt worden om vochtproblemen te voorkomen. Bij ramen die niet meer gerestaureerd kunnen worden is een nieuw raam een mogelijkheid, hierbij moet het uiterlijk gehandhaafd blijven. Dit betekent dat een roede niet verzaamd mag worden en er geen schijnroedes toegepast mogen worden. Deze foute

oplossingen kan men tegenkomen in Amsterdam, het is geen mooi gezicht.

Schuiframen die in Amsterdam veel te vinden zijn hebben vaak last van kieren. Er zijn systemen ontwikkeld waar op ingenieuze wijze kierdichting wordt toegepast echter vragen deze vaak voor forse ingrepen in het bestaande kozijn of vervanging van het geheel. Ook deze aantasting van het monument komt men in Amsterdam geregeld tegen.

Bij monumenten met bijzondere interieurs zoals: lambriseringen, wanddecoraties en plafonds mag geen achterzetraam of verzaanden van raamhout toegepast worden, maar ook dit wordt wel eens gedaan terwijl het niet gewenst is.

Bij het na-isoleren van de binnenwand zijn er ook meerdere problemen zoals: het doorzetten en aansluiten bij een bijzonder plafond en vloer. Ook hier kunnen koudebruggen ontstaan die vochtproblemen tot gevolg hebben. Hetzelfde probleem doet zich ook bij een strijk balk voor.



Dit onderzoek naar het isoleren van monumentale woonhuizen is gericht op het zoeken naar de balans tussen de verschillende oplossingsmogelijkheden bij het na-isoleren van de gevel en wat de consequenties zijn voor de behaaglijkheid en de duurzaamheid van het woongebouw. Hierbij wordt bekeken welke mogelijkheden er zijn bij de aansluitingen van kozijn/wand, vloer/wand, dak/wand en wand/wand.

Vanuit bureau Monumenten & Archeologie wil men de mensen de mogelijkheid geven om na te isoleren, maar dan op een verantwoorde manier die de minste directe en indirecte schade veroorzaakt aan een monument.

Hierbij wordt onder directe schade, de schade verstaan waarbij men iets weghaalt of toevoegt aan het monument. En bij indirecte schade, de schade die als gevolg van een wijziging ontstaat.

Bureau Monumenten en Archeologie (bMA) is gelegen in Amsterdam en heeft als voornaamste taak om de monumentale waarde van gebouwen te behouden / zonodig te herstellen en om de kennisoverdracht van behoud en herstel te bevorderen.

Het bureau Monumentenzorg is in 1953 opgericht en heeft zich sindsdien ontwikkeld tot een kennis- en expertisecentrum op het gebied van de Amsterdamse monumenten. Sinds 2002 is het bureau Monumentenzorg (bMZ) samengegaan met de afdeling Archeologie als bureau Monumenten en Archeologie (bMA)

De werkzaamheden die het bureau verricht zijn ten behoeve van verschillende wettelijke taken:

- De monumentenregistratie
- Vergunningverlening
- Subsidieverlening.

Na deze inleiding, staat in *hoofdstuk 2* een inventarisatie van de eisen die bij het na-isoleren van toepassing zijn.

Hoofdstuk 3, gaat vervolgens in op een onderzoek dat in een wijk van Amsterdam is uitgevoerd. Daarbij wordt eerst uitgelegd waar dit gebied ligt en vervolgens worden de adviezen en conclusies van een extern onderzoek gegeven.

In *hoofdstuk 4*, aan de hand van een beschrijving van de opbouw van de gevel, worden de problemen die bij het na-isoleren optreden beschreven. Hierbij wordt uitgegaan van vensters en een aantal andere knooppunten waaronder, vloer – gevel aansluiting.

In *hoofdstuk 5*, wordt aan de hand van de voorgaande hoofdstukken bij een praktijkgeval aangegeven wat de mogelijkheden zijn.

In *hoofdstuk 6*, zijn tot slot mijn bevindingen en daaruit volgende aanbevelingen beschreven.

Tot slot is er een literatuurverwijzing en zijn er bijlages toegevoegd.



2. Eisen bij het na-isoleren

2.1 Energieduurzame Monumenten

2.1.1 Wat is Duurzame Monumentenzorg

Duurzame Monumentenzorg 'DuMo' komt voort uit Duurzaam Bouwen 'DuBo'. Bij Duurzame Monumentenzorg gaat het om de vraag in welke mate monumenten duurzaam zijn, wanneer is een gebouw duurzaam en hoe realiseert men een duurzaam gebouw?

Iedere opdrachtgever is vrij om te kiezen of en hoe ver die hier op ingaat. Om een wat duidelijker beeld te krijgen is het "Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen" ontwikkeld. Hierbij is voor elke sector een eigen publicatie gemaakt. (Zie bijlage; Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Woningbouw beheer)

De definitie van duurzame ontwikkeling volgens het VROM is de volgende: *"Een ontwikkeling die voorziet in de behoefte van de huidige generatie zonder daarmee het voorzien in behoeften van toekomstige generaties in gevaar te brengen"*.

Als men bovenstaande definitie gaat bekijken ziet men, dat onder duurzaam bouwen de volgende punten vallen:

- Materiaalgebruik
- Energiegebruik
- Waterverbruik
- Afval
- Mobiliteit
- Ecologie woonomgeving

Bij monumenten spelen echter niet al deze punten een (belangrijke) rol.

De mobiliteit en de ecologie zijn punten die te maken hebben met huisvesting en dus niet direct relevant zijn bij bestaande gebouwen zoals monumenten. Onder de mobiliteit wordt voornamelijk de locatie keuze bedoeld en onder de ecologie het mogelijke groen en water in de omgeving.

Het waterverbruik zal bij monumenten hetzelfde zijn als bij nieuwbouwwoningen en speelt hier dus ook geen rol. De afvalproductie bij een monument is laag. Immers staat het gebouw al enige tijd en zal blijven bestaan aangezien de regel 'behoud gaat voor vernieuwing' geldt. Door deze instandhouding zal er ook weinig tot geen afval ontstaan.

Het belangrijkste en moeilijkste punt, dat aan verbetering toe is met betrekking op duurzaamheid en monumenten, is het

ENERGIEGEBRUIK. Doordat monumenten vaak niet geïsoleerd zijn en kieren hebben, is het warmteverlies en daarmee het energiegebruik hoger. Als men dit warmteverlies niet aanpakt, zal er koudestraling en tocht aanwezig zijn dat als niet prettig wordt ervaren.

De veranderingen/aanpassingen met betrekking tot de huidige energie duurzaamheidseisen, kunnen deels direct of op termijn een regelrechte bedreiging vormen voor monumenten. Dit komt omdat men verkeerde bouwmethodes toepast, waardoor de bouwconstructie aangetast kunnen worden.

Monumenten zijn gebouwen die vaak al eeuwenlang staan en de bouwdelen zijn meestal in technisch opzicht duurzaam. Maar zijn ze dit ook bij de andere duurzaamheids aspecten?

Als men naar deze duurzaamheidsaspecten gaat kijken, ziet men dat een monument het er helemaal niet zo slecht vanaf brengt:

• Materiaalgebruik	++	
• Energiegebruik	--	
• Waterverbruik	normaal	
• Afval	++	
• Mobiliteit	+/-	Niet relevant
• Ecologie woonomgeving	+/-	Niet relevant

Er is gebleken dat als men alle monumenten door maximale isolatie en installatietechnieken optimaal energetisch zou aanpakken, er ruw geschat maar een energiebesparing van hooguit 1% ontstaat op landelijk niveau.

Toch maken de energiekosten die door het stoken ontstaan voor bewoners wel degelijk wat uit. Want onder het landelijke energieverbruik worden niet alleen de woningen en gebouwen meegerekend maar ook fabrieken en andere energieverbruikende onderdelen. Dit houdt in dat deze 1% aan energiebesparing dus niet de energiebesparing over alleen maar gebouwen is maar over alle energiebesparende maatregelen die in Nederland toegepast worden.

Misschien nog een belangrijker punt dan de energiekosten die door het stoken ontstaan is de behaaglijkheid. Want als men zich niet prettig voelt in zijn huis zal dat zeker kunnen leiden tot de aantasting van de functionaliteit van de mens.

2.1.2 Kritische kijk op Tips van Duurzame Monumentenzorg

In de Brochure Duurzame Monumenten (DuMo) van de 'Rijksdienst voor de Monumentenzorg' staan tips over hoe monumenten aangepast moeten worden.

De tips met betrekking tot isolatie en binnenklimaat zullen deels meegenomen worden bij mijn onderzoek, maar zullen kritisch bekeken moeten worden. Hieronder staat een opsomming met een aantal voor mij belangrijke punten uit de brochure met daarbij een aantal aantekeningen, die in het cursief /blauw zijn aangegeven.

Tips isolatie en binnenklimaat:

- Isolatie van monumenten levert in duurzaamheidstermen landelijk en mondiaal gezien weinig op.

De energiebesparing mag dan landelijk niet zo hoog zijn. Toch zal door het na-isoleren het wooncomfort bevorderd worden. Ook zal het de bewoners een hoop geld schelen als het energieverbruik daalt.

- Onderken de gunstige kant van het binnenklimaat van een monument (natuurlijke ventilatie en buffervermogen als kenmerk van de historische bouwtrant). Vermijd het aanbrengen van koelinstallaties.
- Isoleren van monumenten leidt bijna steeds tot directe of in directe schade aan en verlies van historisch waardevol materiaal.

Het isoleren hoeft niet in alle gevallen voor schade van waardevol materiaal te zorgen, als het maar op een verantwoorde manier gedaan wordt.

- Als een zekere mate van isolatie uitvoerbaar blijkt, mik dan op isolatie van de gebouwschil; alleen daar is energiebesparing van betekenis te halen.

Dit is een feit omdat de gebouwschil de scheiding tussen het binnen en buiten klimaat is.

- Maak van een monument geen perfect geïsoleerde en tochtichte 'capsule'; niet alleen zal het bouw materiaal door de onvermijdelijke

vochttransmissie en inwendige condensatie verloren gaan; ook het binnenmilieu zal voor mensen door stof en schimmelgroei ernstig verslechteren.

Dat men een gebouw niet tocht dicht moet maken heeft te maken met de ventilatie die nodig is in een gebouw. Als er geen ventilatie is kan het vocht en condens niet afgevoerd worden. Als men een gebouw toch tocht dicht maakt kan men dit opvangen door mechanische of natuurlijke ventilatie toe te passen.

- Verlaat in energetisch ongunstige monumenten de eis om alle ruimten 's winters op 20°C te verwarmen; lager stoken resulteert in een veel 'gezonder' gebouw (voor mens en historische constructie) en reduceert stookkosten.

In de praktijk is het bijna niet haalbaar om in de winter lager dan 20°C te verwarmen. Immers hoe kun je mensen er toe dwingen om eerder een dikke trui aan te doen in plaats van de verwarming hoger te zetten? En als er gekozen wordt om een aantal ruimtes lager te stoken zorgt dit voor tocht, omdat de warme omgeving warmte afstaat aan de koudere omgeving.

- Pas in monumenten geen standaard isolatieoplossingen toe, maar laat de karakteristieken en cultuurwaarden van het gebouw steeds de mogelijkheden en oplossingen voor isolatie bepalen (wat in het ene geval een prima oplossing is, kan in het volgende geval in alle opzichten schadelijk en verkeerd zijn).
- Reken een isolatieplan bouwfysisch integraal door en betrek daarin de constructieve opzet van het hele monument; let vooral op vocht en inwendige condensatie.

- Pak alleen grote thermische verliespunten aan; laat vensters daarbij liefst buiten beschouwing (soms is speciaal, dun dubbelglas toe te passen).

Bij dit punt lijken de opstellers van de brochure zich tegen te spreken. Er wordt eerst beweert dat de grote thermische verliespunten moeten worden aangepakt en vervolgens wordt er gezegd dat bij het na-isoleren de vensters het beste buiten beschouwing gelaten kunnen worden. Dit zijn echter de plekken met de grootste thermische energielekken. Als dit hele punt ook nog eens met punt 4 vergeleken wordt ziet men dat daar gesproken wordt over het feit dat het het beste is om de buitenschil te isoleren. Dit houdt in dat ook de vensters meegerekend moeten worden. Als de dichte delen van de buitenschil niet goed geïsoleerd kunnen worden is het verstandig om delen van de enkele glasramen niet aan te pakken. Mogelijke condensatie zal dan als eerste op het koudste plekje "het enkel glasraam" plaats vinden. Condensatie met schimmelvorming op het dichte gedeelte wordt voorkomen.

- Besef dat isolatie van monumenten een interdisciplinaire opgave is, waarbij cultuurwaarden, bouwfysica, historische materialen en constructies in samenhang figureren.
- De eerste centimeter isolatie levert het meeste rendement op; vermijd dikke pakketten isolatiemateriaal in monumenten.
- Herstel deuren, ramen en puien, dakkapellen en kapvoeten bij voorkeur conform hun oorspronkelijk detail; geef deze elementen hun oude technische prestatieniveau terug.
- Isoleer geen binnenmuren, muren waartegen aanbouwen staan, kappen boven bergzolders, vloeren boven droge kruipruimten; het levert geen energiebesparing op en er is gevolgschade risico.
- Breng isolatiemateriaal nooit aan op historisch waardevolle materialen en scheidingsconstructies; formeer eventueel een aparte draagconstructie voor het isolatiemateriaal.

Wanneer isolatiemateriaal op historische waardevolle materialen worden geplakt kunnen die verloren gaan. Daarbij is de ingreep

vaak niet reversibel. Een misschien nog belangrijker punt is dat bij de overgang van de materialen een grote kans op condensatie is.

- Probeer een vochtige kelderruimte of andere monumentale ruimte niet 'droog te stoken'. Vochtstuwing van buitenaf blijft bestaan en opstoken heeft tot gevolg dat schade aan metselwerk en pleisterwerk optreedt.
- Isoleer geen muren die last hebben van optrekkend vocht door het aanbrengen van materiaal op de muur zelf; vocht- en zoutschade in het muurwerk zal zich anders op onverwachte en ongewenste plaatsen voordoen. Onderzoek de mogelijkheid van isolatie met een afzonderlijke voorzetwand.

Zal een afzonderlijke voorzetwand, waarbij je een spouw creëert tussen buitenmuur en voorzetwand wel een goede oplossing zijn?

2.2 Thermische Behaaglijkheid

In ISSO 74 wordt thermische behaaglijkheid of thermisch comfort gedefinieerd als *“Die toestand waarin de mens tevreden is over zijn thermische omgeving en geen behoefte heeft aan een warmere of koudere omgeving”*. Hierbij speelt de thermosregulatie van de mens een belangrijke rol. Deze thermosregulatie wordt door persoonsgebonden factoren (activiteiten en kleding), en door thermische omgeving (luchttemperatuur, stralingstemperatuur, lichtsnelheid en luchtvochtigheid) beïnvloed.

Men zou kunnen zeggen dat de mens zich behaaglijk voelt, als de omgevingscondities zodanig zijn, dat hij niet gehinderd wordt bij het uitoefenen van zijn dagelijkse bezigheden. Hierbij wordt bedoeld het verrichten van de dagelijkse arbeid, de periode van ontspanning binnenshuis of recreatie buitenshuis en de periode van nachtrust.

Algemene bouwфysische eisen die door mensen worden gesteld voor de behaaglijkheid met betrekking tot warmte, vocht en ventilatie zijn:

- Bescherming tegen winterse kou en zomerse hitte
- Het voorkomen van tochtverschijnselen
- Voorkomen van oppervlaktecondensatie op muren en ruiten
- Voorkomen van koudestraling
- Het bevorderen van een goede ventilatie met verse en frisse lucht.

De thermische behaaglijkheid is, zoals al vermeld, voor een deel persoonsgebonden. Als men in een ruimte met veel mensen is zijn er altijd mensen die het koud of warm hebben, terwijl anderen het als prettig ervaren. Dit verschil komt door het verschil in ervaring en appreciatie van het thermische binnenklimaat onderling. Verder speelt ook de kleding die gedragen wordt en de warmteproductie van het lichaam een grote rol (activiteit). Het warmtegevoel van mensen wordt verder beïnvloed door onder andere de gezondheidstoestand, gebruik van medicijnen en, emoties, mentale inspanning en de hormoonhuishouding.

Voor een ander deel is de thermische behaaglijkheid door de omgeving te beïnvloeden. Een ruimte kan men beïnvloeden door bijvoorbeeld:

- Een ruimte te verwarmen of te koelen
- Zorgen voor ventilatie (die niet storend en dus niet waarneembaar is)
- Zorgen dat een ruimte niet te vochtig of te droog is

Aangezien het binnenklimaat niet voor alle personen even behaaglijk zal zijn, wordt er gestreefd naar een gemiddelde waarbij zo veel mogelijk mensen het als thermisch behaaglijk ervaren. Hierdoor wordt thermische behaaglijkheid in normen zoals, NEN-EN-ISO 7730 (Zie bijlage 1) gedefinieerd als *“Een omstandigheid waar bij minimaal een bepaald percentage 80-90% van de aanwezigen tevreden zal zijn over de thermische omgeving”*.

In normen zoals de NEN gaat men voor thermische behaaglijkheid steeds van kantoorruimten uit. Dit omdat hier veel mensen in een ruimte bijeen komen en omdat een gemiddelde thermische behaaglijkheid moet heersen. In woonhuizen zijn veel minder mensen aanwezig waardoor het zelf regelen van een behaaglijke ruimte makkelijker is. Toch is het toepassen van de eisen voor kantoorruimten een goed uitgangspunt om aan behaaglijkheid te voldoen.

2.2.1 Thermosfysiologische verschillen

Het thermosfysiologische model van Fanger

Met behulp van de behaaglijkheidtheorie van Fanger kan het percentage ontevreden mensen als gevolg van het binnenklimaat worden bepaald. Dit wordt met behulp van de PMV¹ berekend. Deze geeft aan, hoe het thermische binnenklimaat door de gebruikers beoordeeld zal worden. Op die manier kan de subjectieve beleving, objectief beoordeeld worden. De fysische parameters die daarbij een rol spelen zijn:

- De luchttemperatuur
- De gemiddelde stralingstemperatuur
- De luchtvochtigheid (ook neerslag)
- De luchtbeweging (tocht en wind)
- Het metabolisme (stofwisseling) van het lichaam bij bepaalde werkzaamheden
- De kledingisolatie

Het metabolisme is door de stofwisseling vrijgemaakte energie. Deze kan in een vijftal klassen van activiteiten worden ingedeeld.

- I. Rusten(liggen)
- II. Rusten zitten, Lezen
- III. Algemeen kantoorwerk, brieven schrijven, tekenwerk
- IV. Typen, algemene laboratoriumwerkzaamheden, lesgeven
- V. Licht montagewerk, huishoudelijke werkzaamheden (strijken, afwassen)

Door de individuele fysiologische verschillen beoordeelt de ene mens een bepaalde thermische omgeving anders dan een ander. Dit leidt bij berekeningen van PMV tot grote spreidingen in de individuele waardering van het klimaat. Zelfs bij een ideale waarde van 0 = PMV, zijn er maar weinig mensen die het echt behaaglijk hebben.

Mensen kunnen door middel van een trui aan of uit te doen zelf redelijk bijsturen aan hun eigen behaaglijkheid waardoor de PMV waarde niet helemaal te gebruiken is.

Volgens Fanger zijn er drie basisvoorwaarden waaraan voldaan moet worden om thermische behaaglijkheid te ervaren.

1. Het in evenwicht zijn van de warmtebalans (warmteproductie = warmteafgifte)
2. Zweetverdamping
3. Huidtemperatuur, moeten zicht binnen bepaalde grenswaarden bevinden

Op grond van experimenten heeft Fanger een statische warmtebalans van de mens opgesteld. Waarbij de relatie van de bovenstaande punten op de behaaglijkheid wordt weergegeven. Dit zal niet verder uitgelegd worden aangezien dit voor dit onderzoek verder niet relevant is.

2.2.2 Conclusie en waarden

Bij een renovatie wordt vaak gestreefd naar het creëren van een beter binnenklimaat. Zo kan men op verschillende plaatsten het gebouw voorzien van thermische isolatiematerialen, tochtwering, akoestische maatregelen, ventilatiesystemen, verwarming, airconditioning, om het (woon)gebouw behaaglijker te maken.

In deze paragraaf is duidelijk gemaakt dat thermische behaaglijkheid een moeilijk en ingewikkeld begrip is.

Er is dus niet echt een waarde die aangehouden kan worden. Daarom zal men dus met gemiddelde waarden moeten blijven werken. Toch probeert men door middel van het na-isoleren van gebouwen er voor te zorgen dat het binnenklimaat aangenaam wordt en redelijk constant blijft.

De gemiddelde waarden waarmee gewerkt wordt zijn in klimaatklassen ingedeeld. Deze klimaatklassen zijn ingedeeld in de soort activiteit die plaatsvindt in het gebouw en de aangebrachte installaties.

Klimaatklasse 2 is de klasse waar condities met geringe dampproductie heersen zoals in woningen, kantoren en winkels waarin geen luchtbevochtiging plaatsvindt. De gemiddelde binnentemperatuur en luchtvochtigheid in de winter is hierbij ca. 20°C en Ø 40%.

Bij het toepassen van eerder genoemde thermische middelen bij monumenten, wordt soms flink ingegrepen op de bijzondere kenmerken van een gebouw. Dit is niet gewenst en zal in de volgende paragraaf nader verklaard worden.

¹ Predicted Mean Vote, in het Nederlands: de voorspelde gemiddelde uitspraak.

2.3 Monumentale waarde

Bij het na-isoleren van monumenten moet er rekening gehouden worden met de monumentale waarde. Dit houdt in dat de voorzieningen die mogelijk zijn bij het na-isoleren van de gevel afhangen van de monumentale waarde van een pand. Het is moeilijk om voor de monumentale waarde een vaste definitie te geven omdat dit afhangt van de ouderdom, materiaalgebruik en de technische waarde (fysische condities, materiaal gebruik, bouwwijze).

Men mag dus niet het uiterlijk of karakter van een gebouw aantasten door iets toe te voegen of weg te nemen om de intrinsieke waarde van het gebouw te behouden.

Verder moet men er voor zorgen dat door het isoleren het gebouw geen schade oploopt. Dit kan gebeuren doordat de vochtbalans in het gebouw en materiaal veranderd, waardoor er condensatie kan ontstaan.

2.3.1 Programma van Eisen kwaliteit Monumenten

Bij bureau Monumenten en Archeologie, heeft men een Programma van Eisen kwaliteit Monumenten (PvEM) opgezet. In dit PvEM staan richtlijnen die bedoeld zijn als leidraad voor planontwikkeling, planbeoordeling en de uitvoering van restauratie- werkzaamheden bij monumentale gebouwen. Het PvEM bewaakt de bouwkundige en monumentale kwaliteit van monumenten.

Het is geen restauratieve handleiding maar een beknopte leidraad voor veel voorkomende praktijkgevallen. De richtlijnen in het PvEM, zijn opgesteld vanuit een behoudtechnische optiek.

Nieuwe toevoegingen of aanpassingen worden niet gedaan, zolang er geen historische onderdelen in het geding zijn en de wijzigingen technisch, fysieke en chemisch verenigbaar zijn met het monument. De richtlijnen worden toegepast op het moment waar de vrijstellingsregeling volgens artikel 1.12 van het Bouwbesluit 2003 van toepassing is. Zie voor artikel 1.12 van het Bouwbesluit bijlage 3.

De onderdelen van het PvEM die van toepassing zijn op het na-isoleren van de gevel en dus van toepassing zijn bij deze scriptie zijn te vinden in bijlage 4.

2.3.2 Wetgeving Amsterdam

Elke wijziging aan een beschermd monument in Amsterdam moet beoordeeld worden door het bureau Monumenten & Archeologie en de Commissie van Welstand en Monumenten.

Naast het volgen van de richtlijnen in het PvEM is men altijd verplicht een monumentenvergunning te hebben bij het wijzigen/aanpassen van een monument.

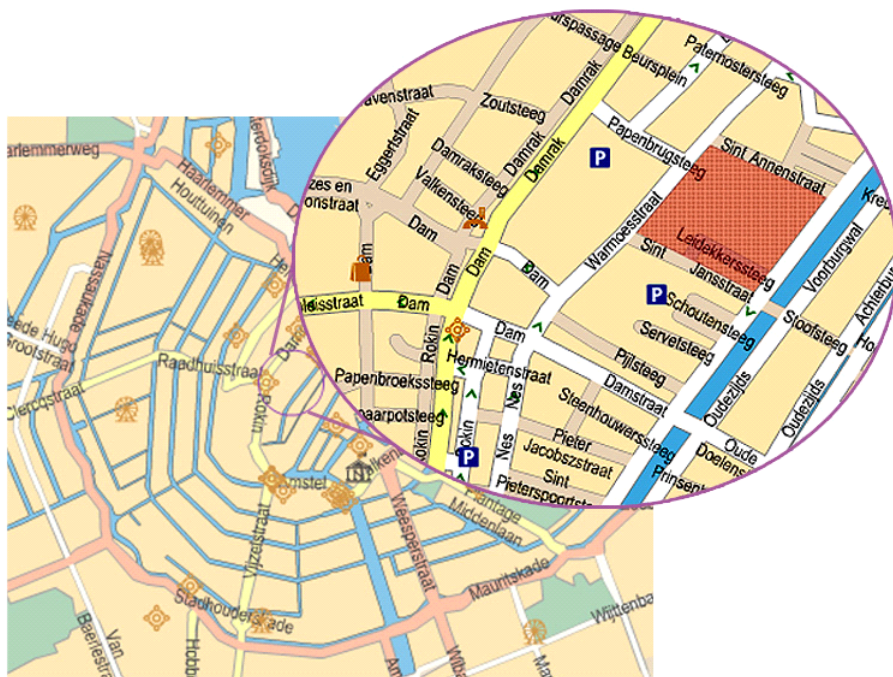
Daarbij zijn ook artikel 11 & 56 uit de monumentenwet 1988 altijd van toepassing. Hierbij staat in artikel 11 dat een monument niet aangetast mag worden en in artikel 56 de maatregel als er niet gehouden wordt aan voorgaand artikel. Deze artikelen zijn te vinden in bijlage 3.

In de praktijk gebeurt het regelmatig dat mensen hun huizen verkeerd laten isoleren, dit komt meestal door onwetendheid van de bewoner die niet weet dat hiermee het huis beschadigd kan worden en aannemers die niet nadenken over de gevolgen bij de verbouwing. In een grote stad als Amsterdam kan er ook vanuit gegaan worden dat illegale verbouwingen plaatsvinden. Deze zijn pas bekend bij bMA als het te laat is en vaak komt men deze helemaal niet te weten omdat de verbouwing binnen in een huis plaats vindt.



3.1 Beschrijving Blaauwlakenblok

Het Blaauwlakenblok behoort tot een van de oudste delen van de Amsterdamse stad en is gebouwd in de 13^{de} eeuw. Het blok bestaat uit 164 huizen met smalle straten en stegen en is gelegen in de zogenoemde oude zijde. Verschillende huizen in dit blok bezitten nog onderdelen of zelfs een complete middeleeuwse houtskeletconstructie. Hierdoor heeft een groot deel van de woningen die er staan de status van rijksmonument. Dit blok wordt begrensd door de Warmoesstraat, de Sint Annenstraat, de Sint Jansstraat en de Oudezijds Voorburgwal.



Figuur 1 Amsterdam, ligging Blaauwlakenblok

In 1983 is een groot gedeelte van het Blaauwlakenblok in handen gekomen van de gemeente Amsterdam. Veel van de bebouwing was toen al in een zeer slechte staat. Jarenlange sloopdreigingen, plannenmakerij en juridische strijd zorgde voor een verdere verslechtering van de panden. In '90 werd er een serieuze poging ondernomen om de resterende panden in het blok op te knappen, met doelstelling de huisvesting aan te passen aan de huidige tijd. Pas eind jaren '90 is hier dan ook echt mee aan de slag gegaan.

In het verlengde van deze restauraties is een project opgestart waarbij bMA samen met de Milieudienst en Bouw- en Woningtoezicht bekijkt hoe men monumenten het beste aan de tegenwoordige bouwvoorschriften kan aanpassen. Hierbij probeert men oplossingen te vinden om het energiegebruik te verlagen en daarbij het comfort te verbeteren.

Naast de renovatie en restauratie van het Blaauwlakenblok is er een project gestart om eenduidigheid te krijgen over het verbeteren van het na-isoleren van oude (woon)panden.

Voor dit project heeft men een vijftal panden uit het Blaauwlakenblok geselecteerd. Dit zijn 5 panden met verschillende functies en eigenschappen. Een viertal gebouwen zijn rijksmonumenten. Waarbij men vervolgens met behulp van verschillende isolerende maatregelen pakketten doorberekend heeft wat de beste oplossing per pand is.

3.2 Onderzoek Cauberg-Huygen

Het Blaauwlakenblok is aangewezen als pilotproject voor duurzame restauratie van monumentale panden. Hierbij werd bij dit project gezocht naar mogelijke oplossingen om het energiegebruik te verlagen, het comfort te verbeteren en de monumentale waarde van het pand niet of zo min mogelijk aan te tasten.

Voor dit pilotproject heeft men het ingenieursbedrijf Cauberg-Huygen ingeschakeld die berekeningen uitgevoerd heeft met betrekking tot thermische isolatie en geluidwering. Hiervoor hebben zij een aantal rapporten geschreven met betrekking tot het Blaauwlakenblok.

Deze rapporten zijn als volgt ingedeeld:

- Rapport 4 & 5 moeten inzicht verschaffen in de bouwfysische consequenties bij restauraties van monumentale panden, als eisen worden gesteld aan energiezuinigheid en wering van geluid van buiten.
- Rapport 6 zijn in opdracht van Woningstichting de Key te Amsterdam en de Dienst Binnenstad Amsterdam sector Bouwen, Wonen en Economie berekeningen opgesteld voor de te treffen geluidwerende voorzieningen en thermische isolatie.
- Rapport 7 is in opdracht van Dienst Binnenstad Amsterdam en Woningstichting de Key te Amsterdam berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de energieprestatiecoëfficiënt.

3.2.1 Eisen

Voor de berekeningen is het ingenieursbedrijf uitgegaan van de eisen van het voorgaande bouwbesluit, die bij nieuwbouw projecten worden gesteld. Deze eisen zijn het uitgangspunt voor duurzame restauraties. Het uitgangspunt voor de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van de panden was hierbij 1,0. Dit is de eis die in het bouwbesluit voor nieuwbouw projecten wordt geëist.

Voor de energieprestatie is Cauberg-Huygen uitgegaan van de berekeningen conform NEN 2914 en NEN 5128¹ (voor uitleg zie bijlage 1). Hierbij had Cauberg-Huygen de EPC nodig die men bepaald heeft door middel van de volgende stappen te doorlopen:

- Bepaling gebouwfuncties;
- Verdeling van de gebouwen in energiesectoren
- Bepaling van de warmtebehoefte voor verwarming

- Bepaling van de warmtebehoefte voor de verwarming van tapwater
- Bepaling van het primaire energiegebruik voor:
 - Ruimteverwarming
 - De opwekking van warm tapwater
 - Ventilatoren
 - Verlichting

Voor de vochtwering van binnen is uitgegaan van de eis die gesteld word aan de binnenoppervlaktetemperatuurfactor van nieuwbouwwoningen conform *artikel 27 wering van vocht van binnen* van het oude bouwbesluit. Deze prestatie-eis in artikel 27 van het oude bouwbesluit wordt uitgedrukt in de binnenoppervlaktetemperatuurfactor (f-waarde) en was voor nieuwbouw 0,55. Voor bestaande gebouwen wordt hier geen eis aan gesteld maar het ingenieursbureau streefde naar de eis voor nieuwbouw. De eis voor nieuwbouw bij woonfunctie is intussen in het nieuwe Bouwbesluit 2003 tot een f-waarde van 0,65 verhoogd.

Voor de inwendige condensatie is in het bouwbesluit geen eis opgenomen met betrekking tot inwendige condensatie in constructies. *Inwendige condensatie* ontstaat ten gevolge van een dampdrukverschil over een constructie, tussen binnen en buiten. Door dit dampdrukverschil zal er een (damp)diffusietransport ontstaan. De hoeveelheid hiervan is afhankelijk van de damp- diffusieweerstanden van de verschillende elementen die in de constructie verwerkt zijn. Door de verdeling van de diffusieweerstanden in de constructie en de optredende temperaturen is er inwendige condensatie mogelijk. Vochttransport kan behalve door dampdiffusie ook door *convectie* optreden. Convection ontstaat bij een gevel die onvoldoende luchtdicht is. Dit houdt in dat binnenlucht door de constructie naar buiten stroomt, waarbij condensatie optreedt op weg naar buiten. De hoeveelheid vochttransport dat door convectie de constructie in komt is vele malen hoger dan bij dampdiffusie. Dit vochttransport moet men zien te voorkomen door de schilconstructie aan de binnenzijde luchtdicht te maken.

Monumenten krijgen zoals al eerder vermeld volgens het Bouwbesluit 2003 artikel 1.12, vrijstelling voor de eisen die hierin gesteld worden. Toch wilde het ingenieursbureau proberen, om zoveel mogelijk aan deze eisen te voldoen. Dit is de reden dat zij uitgaan van bovenstaande eisen.

¹ Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen -bepalingsmethode

3.3 Uitkomst Blaauwlakenblok

Voor het onderzoek heeft Cauberg-Huygen gebruik gemaakt van een aantal ventilatie varianten en verschillende waardes, die voortkwamen uit de eisen. Deze zijn vervolgens verwerkt in een aantal isolatiepakketten waarmee onderzocht werd wat de beste oplossing is voor het na-isoleren van de panden. De opbouw van de isolatiepakketten zijn in bijlage 5 te vinden.

Uit het onderzoek bleek dat de energiebesparing en de grootste geluidsisolatie behaald wordt door kierdichting. Door kieren vindt echter ook ventilatie plaats. Door het ingenieurbureau wordt dan ook beweerd dat door kierdichting vochtproblemen worden veroorzaakt. Dit kan dan wel zo zijn maar is eenvoudig te verhelpen door ventilatie.

Het doel van Cauberg-Huygen was een lagere EPC te halen. Met een kritische benadering vanuit de invalshoek van monumentenzorg is men uiteindelijk tot het volgende gekomen:

Een combinatie van maatregelen uit de pakketten kan tot een aanvaardbare thermische isolatie leiden.

De maatregelen zijn:

- Goed sluitende ononderbroken kierdichting bij ramen en deuren
- Toepassing van balansventilatie
- Installatie van HR-ketel voor verwarming en warmwater, toepassing van radiatoren
- Beperkte dikte van achterzetwanden ten behoeve van voor- en achtergevel
- Toepassing van enkel isolerend glas of achterzetramen voor monumentale ramen, en dubbel glas voor niet monumentale ramen.

3.3.1 Voorbeeld pand

De Sint Jansstraat 27 is een van de panden uit het Blaauwlakenblok die aangepakt moest worden en die Cauberg-Huygen gebruikte om berekeningen uit te voeren.

De gevel van de Sint Jansstraat 27 is als volgt opgebouwd:

- Buitengevel, (kop- en langs- gevel) uit steens metselwerk van 210 mm dik
- Strijkbalken, van 125 x 160 mm
- Vloerdelen, 22 mm dik
- Isolatie, bestaande uit voorzetwanden met een dikte van 40 mm
 - Isolatie op woningscheidende wand 0,5 m doorgezet.

Bij een isolatie dikte van 40 mm is een binnenoppervlakte temperatuur 9,24 berekend. Hierdoor is er een isolatie omzetting nodig om oppervlaktecondensatie door koudebrugwerking van het metselwerk uit te sluiten. Tussen de Sint Jansstraat 27 en de naast liggende panden zit een luchtpouw die tot 1 meter achter het metselwerk dicht gezet moest worden.

Bij dit pand zijn de kopgevels geïsoleerd met voorzetwanden voorzien van 50 mm minerale wol. Verder is er een dampremmende laag aangebracht die zorgvuldig aangebracht moest worden. De naden hierbij moesten goed luchtdicht afgeplakt worden en de aansluitingen met vloeren en plafonds moesten luchtdicht afgewerkt worden. Dit omdat de berekeningen op inwendige condensatie gebaseerd zijn op een ononderbroken, goed luchtdicht afsluitende isolatielaag. Als hier niet aan wordt voldaan zal de hoeveelheid condensatie die optreedt veel hoger zijn dan de berekende waarde.

Uit berekeningen van Cauberg-Huygen blijkt dat met een dampremmende laag de inwendige condensatie kan worden gereduceerd tot ongeveer 50 gram per vierkante meter. Hierbij bestaat geen risico op houtrot bij achterliggende constructies. Uit de berekening bleek dat in de nieuwe situatie geen sprake van houtrot in de strijkbalken zal ontstaan als gevolg van inwendige condensatie of oppervlaktecondensatie. Er werd aangenomen dat het eventuele bouwvocht uit kan dampen naar buiten toe waarna de strijkbalk droog zou blijven. Verder werd gesteld dat als er risico op doorslaand vocht, door een slechte kwaliteit metselwerk of scheuren in de buitengevel bestond, er een strook waterkerende, dampdoorlatende folie kan worden gespannen tegen het metselwerk ter hoogte van de strijkbalk. Dit zou alleen worden gedaan als een aanvullende maatregel op

reparaties van metselwerk nodig was. Ook werd er geadviseerd om de nieuwe balken in dit pand opgelegd in metselwerk op te leggen op een drukvast en niet-capillair materiaal, om het optrekkende vocht tegen te gaan. De wanden zijn verder met een gipsplaat afgewerkt.

De beglazing in de voorgevel van dit pand is voorzien van een gelamineerde beglazing van Van Ruysdael.

Voor deze isolatie voorziening is een EPC berekend van 1,30 waarmee niet aan de nieuwbouweis wordt voldaan. Er werd echter ten opzichte van de bestaande situatie een aanzienlijke verbetering gerealiseerd. De EPC waarde die berekend is in de bestaande situatie is 6,38. Ten opzichte van thermische behaaglijkheid is de isolatie voorziening met een radiatorverwarming een goede oplossing.

3.3.2 Conclusie isolatie problemen

Cauberg-Huygen heeft aan de hand van onder andere de Sint Jansstraat 27, de problemen en aandachtspunten bij het na-isoleren met betrekking tot koudebruggen en condensatieproblematiek de volgende eisen gesteld:

Koudebruggen:

De binnenoppervlaktetemperatuur van 9,24 °C die bij de Sint Jansstraat 27 op de kopgevel berekend is. Was nodig om uit te zoeken hoever de isolatie bij een luchtsouw, de hoek omgezet moest worden om geen oppervlaktecondensatie door koudebrugwerking van het metselwerk te krijgen. De binnenoppervlaktetemperatuur geeft de temperatuur aan die op de binnenkant van de gevel heerst. Bij berekeningen wordt er vanuit gegaan dat bij een binnenoppervlaktetemperatuur vanaf 11,7 °C geen condensatie meer optreedt. Dit heeft te maken met de luchtvochtigheid en de temperatuur waarbij damp verandert in vloeibare vorm.

Om oppervlaktecondensatie uit te sluiten blijkt er een omzetting van 0,5 m op de scheidingswand nodig te zijn. In de praktijk is er een omzetting van 1 m toegepast als veiligheidsfactor.

Inwendige condensatie:

Om de inwendige condensatie te bepalen heeft het ingenieursbureau een voorzetwand met dampremmende laag gebruikt. Als de dampremmende laag en isolatie tussen strijk balk en kopgevel wordt geplaatst blijkt de inwendige condensatie 41 g/m² te zijn (dit voldoet). Als de dampremmende laag aan de binnenkant wordt geplaatst en dus voor de muur en de strijk balk. Wordt er ongeveer 1400 g/m² condens berekend. Deze hoeveelheid condens betekent een grotere kans op houtrot en voldoet dus niet.

Aansluiting strijk balken:

Uit onderzoek van het ingenieursbureau blijkt dat een dampremmende laag de inwendige condensatie reduceert tot ca. 50 gram per m². Dit betekent dat er geen risico op houtrot bestaat bij achterliggende constructies. Zo is er dus aangetoond dat bij het toepassen van een dampremmende laag aannemende dat deze laag luchtdicht is, achter een strijk balk geen houtrot optreedt door middel van inwendige condensatie of oppervlaktecondensatie.



4. Problemen bij het na-isoleren van gevels

4.1 Gevels bij woonhuizen in Amsterdam

Om de problemen bij het na-isoleren van gevels te kunnen analyseren moet er inzicht zijn in de opbouw van een pand. In deze paragraaf zal in het kort de opbouw van gevels in de Amsterdamse binnenstad worden weergegeven.

Als uitgangspunt is een standaard woongebouw genomen dat men in het centrum van Amsterdam maar ook in andere delen van Nederland tegen zal komen. Het betreft hierbij woonhuizen die overwegend dateren uit de 17-20^e eeuw. Dit type woonhuis is opgebouwd uit steensmuren, heeft een houten vloerconstructie en een houten kapconstructie. Verder bestaan deze huizen uit een voor- en achtergevel met veel en grote openingen van ramen die vaak meer als de helft van de gevel in beslag nemen.

Deze woonhuizen zijn niet geïsoleerd zoals huidige nieuwbouw, tenzij deze al eerder een na-isolatie hebben ondergaan.

De opbouw van de gevel is van invloed op de keuze van na-isoleren. Er zijn drie manieren om bestaande gevels na te isoleren:

- Het isoleren van de buitenzijde, afgewerkt met een gevel isolatiesysteem (meestal stucwerk of hout)
- Het isoleren van de spouw (de ruimte tussen de binnenmuur en de buitenmuur).
- Het isoleren van de binnenzijde, met een voorzetwand.

Het na-isoleren aan de buitengevel is de beste oplossing aangezien op deze manier het hele gebouw wordt ingepakt en daardoor de koudebruggen overwegend vermeden worden. Helaas kan men deze methode niet uitvoeren bij monumentale gebouwen aangezien de gevel hierdoor wordt aangetast doordat deze een belangrijk karakteristiek onderdeel van het gebouw is. Vaak wordt deze methode als een betere en makkelijkere oplossing gevonden met betrekking tot de aansluitingen, als het isoleren aan de binnenkant. Dit komt doordat bij onderbrekingen door bijvoorbeeld aansluitingsproblemen geen vochtproblemen kunnen ontstaan.

Panden met een spouw constructie werden pas in de laatste kwart van de 19^{de} eeuw toegepast, maar pas echt gebruikelijk na de 2^e wereldoorlog. Hierdoor is het na-isoleren van dit soort constructies niet relevant voor dit onderzoek. Het isoleren van een spouw brengt op dit moment nog veel risico's met zich mee omdat vaak buiten- en binnengevel aan elkaar gekoppeld zijn.

Het isoleren aan de binnenzijde tot slot is de methode waar het bij mijn onderzoek omgaat. De aansluitingen en problemen bij deze methode worden in dit hoofdstuk verder besproken.



Figuur 2 Opbouw historisch gebouw

4.1.1 Aansluitingen op de gevel

De oude panden in Amsterdam staan voornamelijk in rijen en zijn tegen elkaar aangebouwd. Hierbij kunnen zij op verschillende manieren met elkaar in verbinding staan. De muren tussen deze panden zijn woningscheidende wanden. Deze wanden kunnen op de volgende manieren met elkaar in verbinding staan:

- Steensmuur (ca. 200 mm)
- Twee op zich staande woningen met luchtsponw er tussen.
- Combinatie

Als er vanaf de straatkant naar de gevel van een oud pand gekeken wordt, ziet men op een horizontale lijn muurankers zitten. Deze zitten meestal in de zijgevels maar kunnen ook in de voor- en achtergevel te vinden zijn (figuur 3 & 4). Muurankers zijn er om de gevel op zijn plek te houden doormiddel van een koppeling aan de vloer. Dit gebeurt door de muurankers aan de houten balklaag vast te zetten.

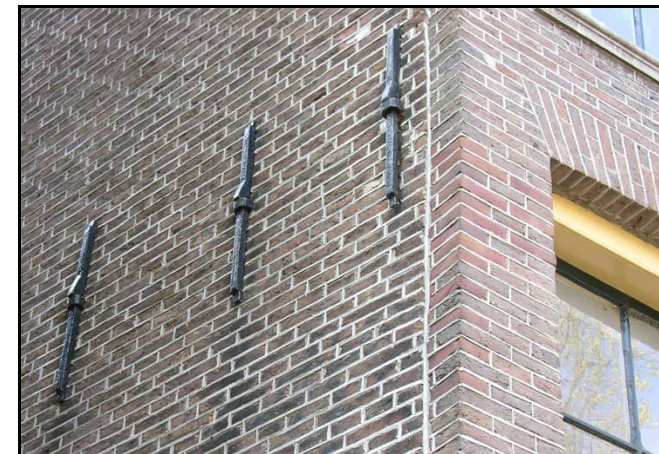
Verder zijn er in de gevel veel openingen te vinden voor vensters. Hierbij zijn veel kleine muurdammen tussen de vensters aanwezig. Voor de aansluiting van het venster op de muur zijn er verschillende mogelijkheden.

Een vloer is opgebouwd uit balken die opgelegd zijn in de wand en, zoals boven al genoemd, gekoppeld zijn aan de muur door middel van een muuranker. Over deze balken komen moer en kinderbinten die tot 1650 toegepast werden, daarna kwamen alleen nog balken met vloerdelen voor, (figuur 5). In huizen rond circa 1600 kunnen nog muurstijlen gevonden worden. Deze zullen niet verder besproken worden, omdat dit een enkel geval betreft. (figuur 6)

Bij de aansluiting van gevel – dak zijn een aantal verschillende aansluitingen mogelijk. Ten eerste kan men een gevel hebben die bij de zolder meteen ophoud of een die nog ruim een meter boven de vloer door gemetseld is. Het gemetselde deel dat uitsteekt wordt ook wel een borstwering genoemd (figuur 7). Ten tweede kan men te maken hebben met verschillende soorten kappen. Zo zijn er de mogelijkheden om een sporen- of gordingen- kap te hebben en zelfs binnen deze methodes zijn er nog genoeg verschillende typen kappen. De kappen zijn door middel van muurplaten en ankers aan de gevel bevestigd.



Figuur 3 Gevel grachtenpand



Figuur 4 Muurankers



Figuur 5 Opbouw vloer (Warmoesstraat 145)



Figuur 6 Muurstijlen (Warmoesstraat 145)



Figuur 7 Aansluiting gevel dak t.p.v schoorsteen

4.1.2 Problemen bij na-isoleren

Monumentale gebouwen geven zonder isolatie weinig vochtproblemen maar hebben als groot nadeel echter, dat zonder isolatie het gebouw meer energie gebruikt doordat men veel last van kieren en warmteverlies door de constructie heeft. Hierdoor hebben bewoners een hoge energierekening omdat zij veel moeten stoken om een ruimte thermisch behaaglijk te krijgen.

Een ander probleem, dat bij een raam met enkelglas aangetroffen zal worden, is behalve condensatie op de ruit, koudeval. Deze ontstaat door een koud glasoppervlak aan de binnenkant en een warme(re) binnentemperatuur. De lucht gaat door dit temperatuurverschil ongewenst circuleren, en wordt als tocht ervaren. Deze circulatie ontstaat doordat koudelucht daalt en warme lucht stijgt (koudestraling).

Als er grote glasvlakken aanwezig zijn met een lage temperatuur, waarbij circulatie van de lucht kan ontstaan, zal er voor bijvoorbeeld stralingscompensatie door middel van een radiator gezorgd moeten worden om dit probleem te verhelpen.

Schades die bij het na-isoleren van monumenten ontstaan, zijn voornamelijk door vocht. Hierbij is de inwendige condensatie het meest schadelijke. Ook oppervlaktecondensatie is een van de veel voorkomende problemen. Door deze inwendige- en oppervlaktecondensatie kunnen de volgende problemen ontstaan:

- Vochtige plekken bevorderen vervuiling en kunnen aanleiding geven tot schimmelvorming
- Bij strenge vorst kan door bevrozing vorstschade optreden,
- Op ruiten belemmert condens het zicht
- Rottende houten onderdelen (figuur 8)
- Roestende ankers

Een indirect probleem is het technische probleem. Door wijzigingen aan een gebouw (restaureren/renoveren) worden regelmatig monumentale onderdelen 'per ongeluk' weg gehaald en/of door het verkeerd na-isoleren kunnen grote problemen veroorzaakt worden. Zoals houtrot, schimmels en insecten waardoor de constructie en/of de monumentale waarde wordt aangetast.

Uit het onderzoek van Cauberg-Huygen bij het project Blaauwklakenblok blijkt, dat het erg belangrijk is dat het totale pakket van isolerende maatregelen die toegepast gaan worden goed op elkaar afgestemd moeten zijn. Zo heeft het relatief gezien geen zin om isolatie aan te

brengen op de gevelwand als de ramen niet van isolerende maatregelen worden voorzien. Het helpt energetisch weinig en zorgt voor veel condens. Het aanbrengen van isolerende beglazing terwijl er niets aan kierdichting gedaan wordt heeft echter ook geen effect. Als er wel kierdichting wordt toegepast, kunnen er vochtproblemen ontstaan aangezien de natuurlijke ventilatie op deze manier verdwijnt. Een oplossing om deze natuurlijke ventilatie te vervangen is balansventilatie. Dit is een energieduurzaam ventilatiesysteem.

Uit het onderzoek van Cauberg-Huygen blijkt tenslotte, dat diverse standaard oplossingen uit de huidige bouwpraktijk ernstige schades kunnen veroorzaken aan de constructie.

In de volgende twee paragrafen worden de aansluitingen met de daarbij horende problemen verder beschreven. De eerste paragraaf gaat over vensters en het tweede over de andere knooppunten.



Figuur 8 Verrotte muurstijl (Warmoesstraat 145)

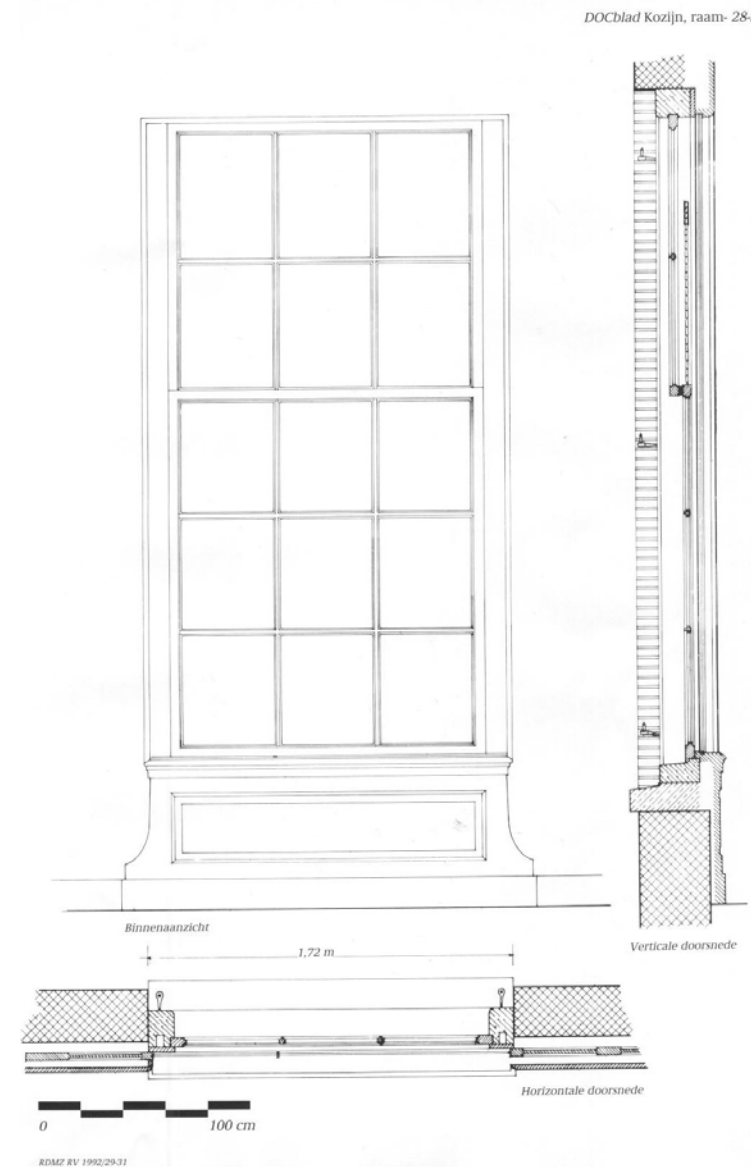
4.2 Vensters

De raamtypen die in Amsterdam voorkomen stammen uit de 17-20^e eeuw en zijn schuif- of draairamen. Hiernaast een afbeelding van een schuifraam.

Het schuifraam verscheen omstreeks 1685 voor het eerst in Nederland. Dit schuifraam werd het 'Engelse raam' genoemd. Na 1700 werd dit schuifraam steeds meer in de Nederlandse woningbouw toegepast en dus ook veel in Amsterdam. Het schuifraam bestond uit ramen met een roedeverdeling. Dit was in het begin een verdeling van meerdere horizontale roedes en tegen het einde van de ontwikkeling bestond dit raam uit een grote ruit. De roedeverdeling had te maken met de kwaliteit van het glas, deze werd door de jaren heen steeds beter waardoor steeds grotere glasvlakken mogelijk waren.

Het draairaam, kwam rond de 19^{de} eeuw in een deel van Nederland in de mode. Dit was een naar buiten draaiend raam en werd ook wel het 'Franse raam' genoemd. Het draairaam was echter al in Nederland voor het eerst toegepast in het Amsterdamse stadhuis. Met de bouw van het stadhuis werd in 1648 begonnen.

Deze paragraaf is deels met behulp van het onderzoek van M.J. de Wit opgezet. Zij heeft onderzoek gedaan, tijdens het afstuderen aan de Hogeschool van Utrecht in 2004, naar het aanpassen van monumentale vensters. Een aantal gegevens uit haar onderzoek zijn terug te vinden in bijlage 8.



Figuur 9 Schuifraam

4.2.1 Waarom vensters isoleren?

Er zijn diverse argumenten om historische vensters te isoleren.

De belangrijkste reden is de *lage geluids- en warmte-isolerende werking* van het venster, doordat een historisch venster vrijwel altijd voorzien is van enkelglas met een dikte van 3 a 4 mm. De argumenten om het venster om deze rede te isoleren zijn:

- Vermijden van condens op het glas
- Verminderen van geluidsoverlast
- Verminderen van energieverlies
- Opheffen van tocht
- Opheffen van koudeval



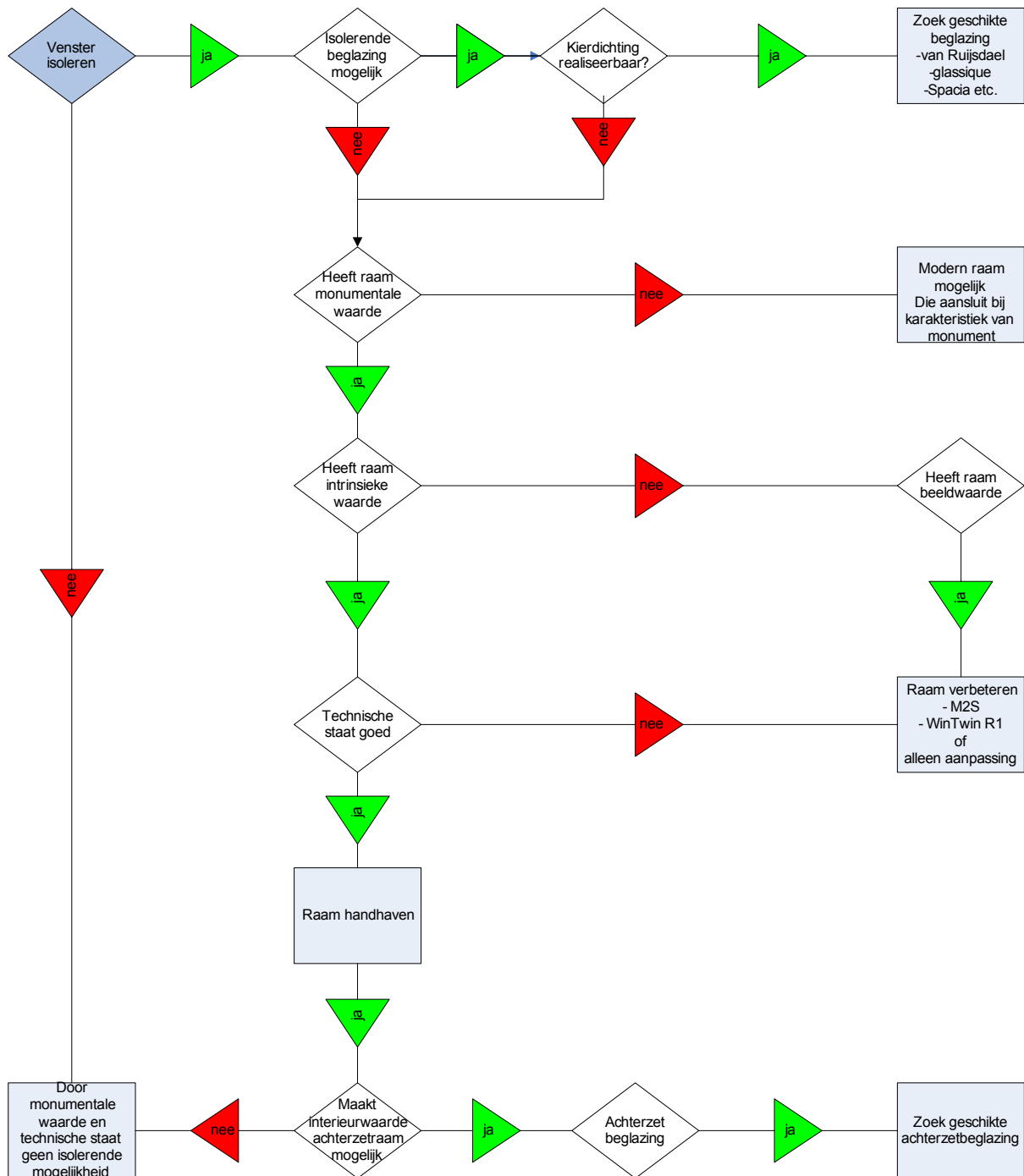
Figuur 10 Venster aansluiting (Warmoesstraat 145)

Een onbehagelijk klimaat bij het raam ontstaat door: koudestraling, luchtstroming en infiltratie van koudelucht.

- **Koudestraling van het glas**
Alle voorwerpen in een ruimte stralen een bepaalde warmte uit. Het ene voorwerp straalt meer warmte uit dan een ander waardoor een mens een koud glasvlak als een koudestraling ervaart. Dit komt omdat de mens in dit geval meer warmte uitstraalt dan dat hij van het glas terug krijgt. Dit wordt als onbehaaglijk ervaren. Deze koudestraling kan door de ruimtetemperatuur deels worden gecompenseerd. Dit betekent dat als het glasvlak 19 °C is dit kan worden gecompenseerd met 22 °C op de overige vlakken, afhankelijk van de grote van het glasoppervlak. Onder de 18 °C houdt de compensatiemogelijkheid op. In dat geval kan met behulp van een radiator deze straling worden gecompenseerd. Hoe de stralingstemperatuur wordt ervaren is per persoon verschillend maar het belangrijkste is de situering ten opzichte van het venster. Staat een persoon recht voor het raam dan heeft deze meer last van de koudestraling dan als deze wat verder van het raam staat.
- **Luchtstroming**
Deze ontstaat door het feit dat koude lucht daalt en warme lucht stijgt. De lucht tegen een venster wordt door het glas afgekoeld en daalt. Onderaan is de warmere lucht die weer stijgt waardoor er een stroming ontstaat. De lucht wordt door bijvoorbeeld een radiator of convector opgewarmd.
- **Infiltratie**
Dit is de luchtuitwisseling tussen binnen en buiten door naden en kieren in de gevel (buitenschil). Door deze infiltratie kunnen tochtklachten ontstaan en energieverlies optreden. Deze vorm van infiltratie is ongewenst aangezien er sprake is van ongecontroleerde luchtuitwisseling.
Er kan ook gewenste infiltratie plaatst vinden, dit is als er gekozen wordt voor een luchtuitwisseling die zelf te regelen is.

De *slechte technische staat* van het raam kan aanleiding zijn tot het aanbrengen van beter isolerend glas en/of nieuw kozijn. Hierbij kan het zijn dat het hele venster vervangen moet worden of een deel van het venster zoals kozijn of raam doordat het aangetast is door bijvoorbeeld houtrot.

Stroomschema



4.2.2 Problemen & mogelijkheden bij isoleren

Als er gekozen wordt voor het isoleren van vensters, zal er in Amsterdam ten eerste rekening gehouden moeten worden met het PvEM¹. (Zie bijlage 4 ramen & glas). Hierin staat dat, als een venster nog te restaureren is, dit ook moet gebeuren en er niet een geheel nieuw venster geplaatst mag worden.

Een venster kan ten aanzien van verschillende aspecten een monumentale waarde hebben. Zo kan het zijn dat het gehele venster met beglazing in verband met de monumentale waarde niet aangetast mag worden en in het andere uiterste mag het gehele venster veranderd/vervangen worden omdat het geen monumentale waarde heeft.

In het stroomschema hiernaast kunnen de mogelijkheden bij het isoleren van vensters bepaald worden. Zo kan er bijvoorbeeld gekozen worden om isolerende beglazing toe te passen, mits dit verenigbaar is met de monumentale waarde van het raam. Is dit niet gewenst dan zal er gekozen moeten worden voor achterzetbeglazing. Voorzetbeglazing zal in verband met het aanzicht van een monumentale gevel vaak niet toegepast mogen worden. Bij een Venster dat in zo'n slechte staat verkeert dat het in zijn geheel verwijderd moet worden kan er gekozen worden om het raam aan te passen. Dit kan gebeuren door een raam na te maken net als het bestaande raam of er kan gebruik gemaakt worden van een van de raamsystemen die er tegenwoordig zijn voor monumentale panden. Deze zullen verderop nader toegelicht worden.

¹ Programma van Eisen kwaliteit Monumenten

4.2.3 Isolerende beglazing

Bij een historisch gebouw wordt niet naar het geheel alleen gekeken, maar ook naar details. Hierbij is het glas een belangrijk aspect.

Getrokken glas heeft de voorkeur ten opzichte van floatglas. Dit omdat floatglas glad glas is en daardoor deels het karakter van een historisch gebouw weg kan nemen. Voor de eisen van glas, zie eisen PvEM¹ in bijlage 4 (glas). Een belangrijk punt bij het toepassen van isolerende beglazing is, dat als er geen kierdichting wordt toegepast het voordeel van de beglazing minder wordt.

In tegenwoordige gebouwen wordt alleen nog geïsoleerd glas toegepast. Onder geïsoleerd glas wordt in de regel dubbel glas verstaan. Er bestaat echter tegenwoordig ook enkel glas met isolerende eigenschappen.

Er zijn verschillende soorten isolerende beglazing op de markt. Isolatieglas of isolerende beglazing is basisglas dat door middel van extra bewerkingen en materiaal een hogere isolatiewaarde heeft. Hierbij hebben veel beglazingen behalve een thermische en geluidsisolerende eigenschap ook een zonwerende of inbraakwerende eigenschap. De gevolgen van al deze eigenschappen in een glas zijn de grotere dikte en daardoor een groter eigengewicht.

Dit is dan ook de reden dat het meestal niet geschikt is voor monumentale gebouwen. Aangezien het raamhout en de roeden hierdoor aangepast zouden moeten worden.

Dubbelglas is in monumentale gebouwen vaak niet toegestaan. Voornamelijk omdat dit niet in de bestaande raamhout/detaillering past waardoor, door aanpassing hiervan het uiterlijk wordt gewijzigd. Toch wil men tegenwoordig graag isolerend glas toepassen om de koudeval en energiegebruik tegen te gaan. Daarvoor is er sinds enkele jaren, enkel isolerend glas. Dit glas heeft ten opzichte van enkel glas een zeer lage U-waarde en komt dicht in de buurt van standaard dubbel glas. Ook bestaat er sinds kort dubbel glas dat vacuüm is met een dikte van 6 mm.

Een aantal glastypen, dat bestaat en in monumentale gebouwen toegepast kan worden, zal hier verder uitgelegd worden.

• Van Ruysdael glas

Van Ruysdael heeft een van de dunste isolerende beglazing dat er bestaat op dit moment. Dit zijn het Van Ruysdael glas van 4,1 mm en 8 mm. Deze zijn de dunste en lichtste veilige beglazing van Van Ruysdael. Het glas met een dikte van 8 mm heeft extra veiligheid en geluidsisolerende eigenschappen. Dit is een gelaagd glas.

Het kenmerk van deze glas soorten, is de historische glasreflectie en de daarbij horende eigenschappen:

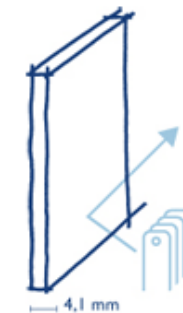
- Warmte- en geluidsisolatie
- Veiligheid
- UV wering
- Condensvermindering

Het betreft hierbij een getrokken glas dat aan de binnenzijde voorzien is van een warmtereflecterende edelmetaalcoating. Deze coating reflecteert de warmte die van de binnenkant tegen het glas aankomt.

De warmte isolerende werking van Van Ruysdael beglazing is gebaseerd op de warmtestraling maximaal binnen te houden. De warmte isolatie (U-waarde) van 4,1 mm dik van Van Ruysdael glas is 3,8 W/m²K.

De ruittemperatuur binnen (T_{bi}) van het van Van Ruysdael glas is, ten opzichte van normaal enkel glas, 20% warmer (volgens fabrikant). Door het warmere glasoppervlak aan de binnen zijde, treedt er minder condens op het glas op en ook de koudeval bij het raam wordt minder. Hierdoor draagt dit positief bij aan het voorkomen van schimmelvorming, stank en houtrot.

Van Ruysdael 4,1 mm en 8 mm is qua warmteprestatie en condens afgestemd op historische gebouwen van voor 1950. Het glas is goed toe te passen in bestaande sponningen door de smalle dikte. Verder zijn de onderhoudskosten van het glas gering waardoor dit een duurzame oplossing zou kunnen zijn voor monumentale gebouwen.



Figuur 11 Van Ruysdael 4,1 mm

- **Glassique van Allwin**

Glassique is speciaal ontwikkeld voor het vervangen van enkelglas in monumenten en voor nieuwbouw projecten met een historisch uiterlijk. Het glas heeft een licht gewelfd oppervlak, zoals dit ook bij getrokken beglazing is. Dit glas heeft een hoge rendementcoating, waardoor de isolatiewaarde vrijwel gelijk is aan die van normaal dubbelglas.

Het dunste glas van Glassique is 4 mm hierdoor past Glassique in de bestaande sponningen van oude ramen, deuren en kozijnen. Dit houdt in dat de sponningen niet opgevreesd hoeven te worden bij monumentale panden en de roeden over kruisingen hierdoor niet verzwakt worden. Door de HR-coating die op de binnenzijde zit bereikt dit glas ten opzichte van 4 mm enkelglas, 30% energiebesparing (volgens de fabrikant).

Ten slotte is het Glassique niet zwaarder dan ander ongeïsoleerd enkel glas van dezelfde dikte, is kleur neutraal en kan in stopverf gezet worden.

- **Van Ruysdael HIP**

Op dit moment is het Van Ruysdael HIP (high performance isolatie) glas een van het meest hoogwaardig presterende isolatieglas. Het glas is 6 mm dik en heeft een U-waarde van $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Het glas bestaat uit 2 ruiten met daartussen 0,2 mm vacuüm ruimte. Het nadeel van dit glas is dat het alleen bij een goede ventilatie voorziening toegepast kan worden aangezien zonder mechanisch ventilatiesysteem bouwfysische problemen veroorzaakt kunnen worden als gevolg van condens verplaatsing naar andere bouwonderdelen zoals; wanden en vloeraansluitingen, indien deze geen goed doorlopende binnenisolatie bezitten. Een ander nadeel is dat de aanschaf van dit type glas op dit moment ook nog kostbaar is.

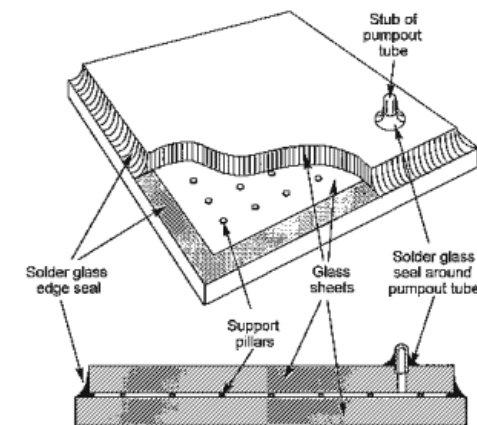
Het nadeel met betrekking tot de esthetische waarde is dat bij dit vacuüm glas een beschermingsnippel van $\varnothing 15\text{mm}$ aan de binnenzijde van de ruit zit. Dit is de plek waar het glas vacuüm gezogen is. Verder zitten er om de twee ruiten op afstand te houden micro afstandhouders tussen de ruiten die van dichtbij te zien zijn als kleine witte puntjes, ook dit is esthetisch niet mooi. Van veraf zijn deze afstandhouders echter niet te zien.

- **SPACIA**

Het vacuüm glas, SPACIA is een isolatie glas dat een uitzonderlijk hoog isolatie effect heeft met betrekking tot de dikte van het glas. SPACIA glas is opgebouwd uit twee ruiten die door middel van een aantal micro afstandhouders met een dikte van 0,2 mm en een diameter van 0,5 mm op afstand worden gehouden. Deze afstandhouders zijn met een onderlinge afstand van 20 mm van elkaar geplaatst.

Dit speciale glas kan een aanzienlijke vermindering van condensvorming op het glas veroorzaken door de hoge thermische prestaties. Met dit glas zal er geen condens ontstaan bij een temperatuur van -20°C met een luchtvochtigheid van 60%, terwijl er bij gewoon isolatieglas al bij 0°C condens kan ontstaan. Zelfs bij een luchtvochtigheid van 80% zorgt SPACIA voor een helder zicht bij een buitentemperatuur van 0°C of minder (dit zijn de gegevens volgens de fabrikant).

Op het gebied van warmte isolatie is SPACIA standaard 4 maal zo effectief als enkel glas. Hoge thermische prestaties zorgen voor een vermindering van warmteverlies door het venster en zorgt ook voor een verminderde koudeval. Dit glas draagt bij aan een aangenaam leefklimaat en zorgt voor een besparing van het energieverbruik van 15% in vergelijking met normaal isolatieglas.



Figuur 12 SPACIA glas; opbouw

- **Dörr Sonderisoliërglas**

Dörr isolerende beglazing type 10 is van Duitse afkomst en wordt door de Duitse monumentenzorg aanbevolen bij historische gebouwen. Dit omdat er geen voor of achterzetbeglazing nodig is.

Bij het toepassen van Sonderisoliërglas worden de roeden iets bewerkt waarna het glas aan de buitenkant met een gemodificeerde kit wordt vast gezet. Zo blijft het aanzicht het zelfde.

De minimale dikte van dit glas is 10 mm, en bestaat uit een buitenruit van 3 mm getrokken glas, een spouw gevuld met gas van 4 mm dik en een binnenruit van floatglas van 4 mm. De U-waarde van dit glas is 1,9 W/m²K.

De Koppeling tussen de twee ruimten die normaal wit is en dus zichtbaar is als er van dichtbij gekeken wordt kan in verschillende RAL-kleuren beschilderd worden waardoor deze minder zichtbaar is.

Voorkeur /conclusie

Op de volgende bladzijde staat een tabel ter vergelijking van de verschillende glassoorten die hiervoor beschreven staan. Daarbij zijn de eigenschappen van enkelglas en HR++ glas ook in de tabel opgenomen.

Wat voor soort glas er toegepast gaat worden hangt per gebouw af. Er is geen vaste richtlijn met betrekking tot het gebruiken van een bepaalde glassoort. Als dubbelglas toegepast zou kunnen worden in de bestaande roeden, zou dit mogen mits hierdoor het aanzicht en de monumentale waarde niet wordt aangetast.

Aan de hand van eisen die gesteld worden kan er gekozen worden voor een bepaald glas. Zo zijn Van Ruysdael 4,1 mm en 8 mm een goede oplossing in bestaande ramen. Het verschil in eigenschappen is erg gering. Ook Glassique is een goede oplossing en verschilt nauwelijks met Van Ruysdael. De Vacuüm glazen, HPI en SPACIA, zijn minder goed toe te passen in monumenten. Dit komt door de lage warmtedoorgangscoefficiënt waardoor op andere dichte bouwdelen condens kan optreden, indien deze niet van goed aansluitende binnenisolatie is voorzien. Verder kan ook esthetisch gezien twijfel ontstaan bij het toepassen ervan, aangezien de afstandhouders zichtbaar zijn.

Het Sonderisoliërglas van Dörr is ten opzichte van dubbel glas ook een dun glas. Als er een hogere eis aan de geluidwering gesteld wordt is dit glas goed toe te passen.

Bij alle mogelijkheden die hier genoemd zijn moet er rekening mee gehouden worden, dat het probleem zich niet naar een ander oppervlak/constructie verplaatst. Verder moet er kritisch gekeken worden naar de waardes en de informatie die de verschillende fabrikanten geven. Dit omdat de waardes die geleverd worden over het glas meestal uitgaan van midden op de ruit. De gemiddelde U-waarde zal daarom toenemen als de ramen en kozijnen in de berekening worden meegenomen. Bij veel roeden zal deze U-waarde behoorlijk stijgen.

Zo als te zien is staan de ontwikkelingen op dit gebied niet stil en zullen daarom de komende jaren zeker nog vele betere beglazingen ontstaan voor monumentale gebouwen.

Tabel 1. Eigenschappen glassoorten

	Bestaand glas	Isolerende beglazing						
	Getrokken glas 4mm	Glassique 4mm	Van Ruysdael 4,1mm	Van Ruysdael 8mm	Van Ruysdael HPI glas (vacuüm)	SPACIA Vacuüm glas	Dörr	HR++
Dikte	4 mm	4 mm	4,1 mm	8 mm	6,2 mm	6,2 mm	10 mm	24 mm
Gewicht per m ²	10 kg	10 kg	10 kg		15 kg	15 kg	15 kg	22,5 kg
LTA-waarde	90%	78%	82%	74%	75%	76%	79%	70%
ZTA-waarde	85%	75%	73%	71%	63%	63%	63%	65%
U-waarde	5,8 W/m ² K	3,8 W/m ² K	3,8 W/m ² K	3,6 W/m ² K	1,2 W/m ² K	1,3 W/m ² K	1,9 W/m ² K	1,2 W/m ² K
Rw-waarde	27 dB(A)	27 dB(A)	30 dB(A)	33-34 dB(A)	30 dB(A)	30 dB(A)	34 dB(A)	32 dB (A)
Max afmeting	1000 x 2000	1000 x 2000	2000 x 2000	1250 x 200	Op aanvraag	2400 x 1350	?	op aanvraag
Min ruitafmeting b x h	x	x	250 x 250	120 x 120	200 x 350	200 x 350	?	x
Max oppervlak	?	?	2 m ²	2 m ²	?	?	?	x
Prijs per m ²	?	?	?	?	?	?	?	x

LTA - Lichttransmissie [%]
ZTA - Zon toetredingsfactor [%]
U - Warmtedoorgangscoefficiënt [W/m²K]

4.2.4 Voor / Achterzetbeglazing

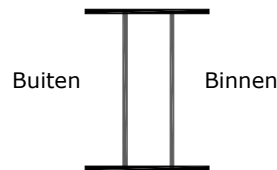
Een voor of achterzetbeglazing is een beglazing die voor of achter het bestaande raam wordt neergezet. Dit betekent dat er een spouw gevormd wordt tussen bestaande en later aangebrachte beglazing.

Bij monumentale gebouwen wordt voorzetbeglazing zelden toegepast aangezien het aanzicht vaak niet gewijzigd mag worden. Achterzetbeglazing wordt echter regelmatig toegepast in Amsterdam.

Er zijn een viertal verschillende manieren om de spouw tussen de glazen te ventileren. Aan deze mogelijkheden zitten echter voor en nadelen vast:

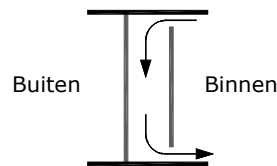
- **Geen ventilatie**

De eerste mogelijkheid is helemaal luchtdicht afsluiten, waarbij geen spouwventilatie wordt toegepast. Deze oplossing zou in theorie een goede oplossing zijn aangezien droge stilstaande lucht geen condensatie veroorzaakt, maar in de praktijk blijkt dit niet realiseerbaar te zijn. Dit omdat de aansluitingen van achterzetbeglazing en wand vaak niet luchtdicht zijn waardoor er in de spouw vochtige lucht komt en er condensatie ontstaat.



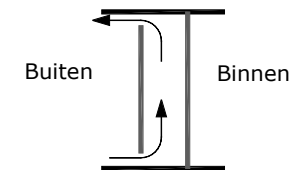
- **Binnenventilatie**

Binnenventilatie vindt plaats door de spouw te ventileren met binnenlucht. Binnenlucht is warmer en bevat door de personen die er leven meer vocht. Als de spouw vervolgens met deze lucht geventileerd wordt zal vocht op het koudere buitenoppervlak van enkelglas condenseren.



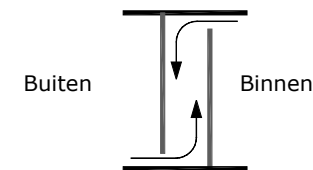
- **Buitenventilatie**

De ventilatie ontstaat door middel van het ventileren van de spouw met buitenlucht. De absolute hoeveelheid vocht van deze buitenlucht is laag. De warme spouwvlucht kan meer vocht bevatten, waardoor geen condensatie ontstaat.



- **Combinatie ventilatie**

De laatste optie ontstaat vaak door een slechte aansluiting waardoor er van buiten en binnen wordt geventileerd. Hiermee stroomt koude buitenlucht ongewenst naar binnen (infiltratie).

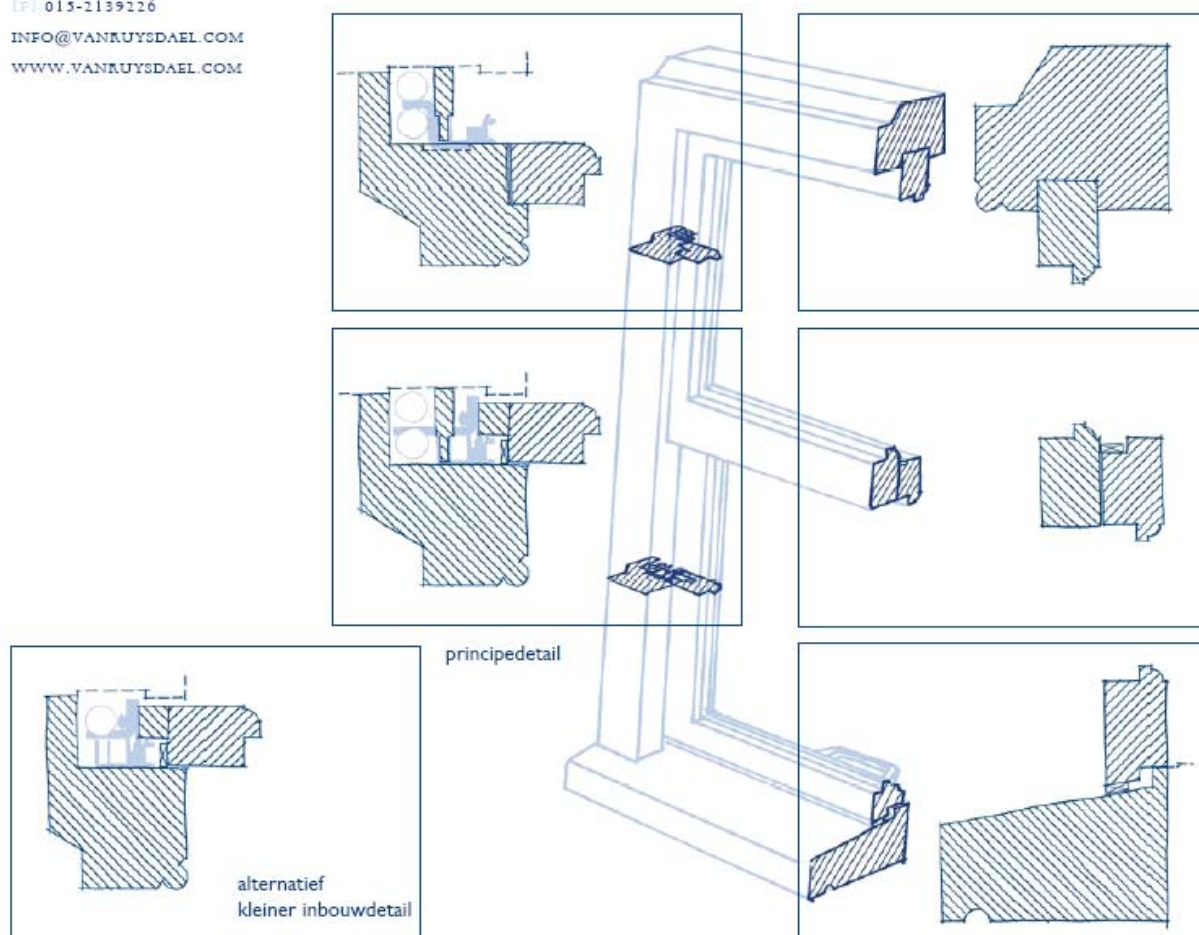


Achterzetbeglazing zonder of gecombineerde ventilatie zijn af te raden bij monumentale maar ook bij andere oude panden. Bij deze twee mogelijkheden ontstaan door vocht grote schades aan het venster en andere constructiedelen.

De voorkeur gaat uit naar, achterzetbeglazing geventileerd met buitenlucht. Door opwarming van de buitenlucht in de spouw zal de relatieve luchtvochtigheid dalen. Het achterzetraam wordt door deze buitenlucht gekoeld. Als de temperatuur van dit achterzetraam daalt tot onder het dauwpunt kan er condensatie aan de binnenzijde van deze beglazing ontstaan. Dit komt doordat aan de onderzijde van de spouw de temperatuur van de binnenkomende buitenlucht ongeveer gelijk is aan de buitenlucht temperatuur. De kans op condensatie aan de binnenzijde van de achterzetbeglazing is te vergelijken met enkelglas. Bij een goed isolerende achterzet beglazing is oppervlakte condensatie te voorkomen. De isolerende werking van dit systeem hangt van de soort beglazing die toegepast is af.

Bij achterzetbeglazing geventileerd met binnenlucht wordt de spouw met warme lucht geventileerd die vervolgens in de spouw gekoeld wordt. Door de warme en relatief vochtige lucht stijgt de relatieve luchtvochtigheid. Ook hier zal wanneer de temperatuur van het bestaande glas lager dan het dauwpunt van de ventilatie lucht ligt, condens optreden in de spouw aan de kant van het bestaande glas. Door de ventilatie met binnen zal dit systeem ten opzichte van geen achterzetbeglazing wel iets verbeteren, maar er blijft een thermisch lek aanwezig.

De WinTwin R1 systeemset in detail in bestand werk



4.2.5 Raam systemen

Als het raam geen of beperkte monumentale waarde heeft en/of de technische staat is in zo'n slechte staat, dat het herstellen van het raam niet meer mogelijk is, bestaat er een mogelijkheid om het raam te vervangen zolang dit aansluit bij de karakteristieke van het monument.

Hiervoor is er tot dus ver een drietal systemen die voor historische gebouwen bestaat. Deze systemen zullen hier verder een voor een beschreven worden:

WinTwin R1 – Van Ruysdael

Het schuifraam van Van Ruysdael werkt in principe net als een traditioneel schuifraam. Het verschil is een soepele raambediening en een betere afdichting. De bestaande problemen van de traditionele schuiframen zoals; tocht, kou, geluid, rammelende ramen, klemmende ramen, gebroken touwtjes van het schuifstelsel en vast geschilderde ramen worden door het WinTwin R1 systeem aangepakt.

Als het WinTwin R1 systeemset in bestaande schuiframen worden toegepast, blijven zowel het bestaande kozijn als het bestaande onder- en bovenraam behouden. De bestaande beleglatten kunnen vaak ook behouden blijven. De aanpassing aan het kozijn beperkt zich tot het uitslijpen van het 'gewichtplankje' in de stijlen (ca.15 á 20mm hout).

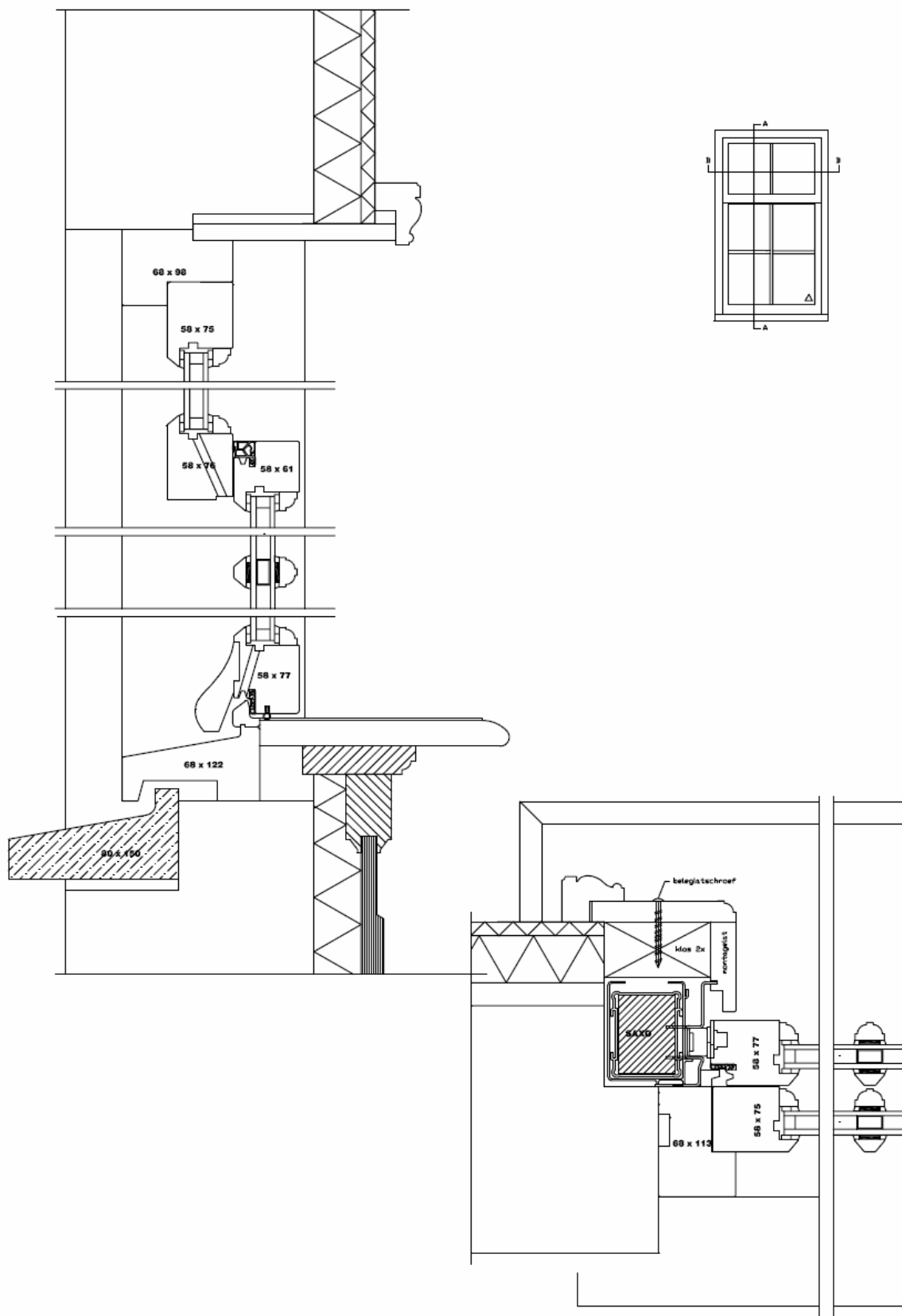
Het klassieke schuifraam met de WinTwin techniek heeft de erkenning van de Nationale Isolatie Prijs, als ook die van Goed Industrieel Ontwerp ontvangen.

Hier naast is de detaillering te zien van een bestaand raam met het WinTwinR1 systeem

Omschrijving: vertikaal schuifraam met SAXO
sluit- en geleidingssysteem in
Steensmuur met Isolatie
tegen de binnenzijde

Allwin b.v.

Tel: 079-361 84 89 Fax: 079 - 362 52 21 Rontgenlaan 15
2719 DX Zoetermeer info@allwin.nl www.allwin.nl



SAXO – Allwin

SAXO is een sluit en geleidingssysteem voor schuifraamkozijnen van Allwin. Dit systeem is ontwikkeld om de problemen bij een houten kozijn weg te nemen. Zoals het voorkomen van tocht, kou, klemmen van het raam, het niet open blijven staan en het breken van de touwen in het geleidingssysteem.

Het SAXO systeem wordt geheel in het houten bestaande kozijn verwerkt en is van buitenaf niet te zien. Hierbij bestaat het geleiding- en sluitsysteem grotendeels uit roestvast staal, hierdoor wordt het onderhoud dat nodig is beperkt. Met dit systeem worden de technische problemen van het schuifraam opgelost.

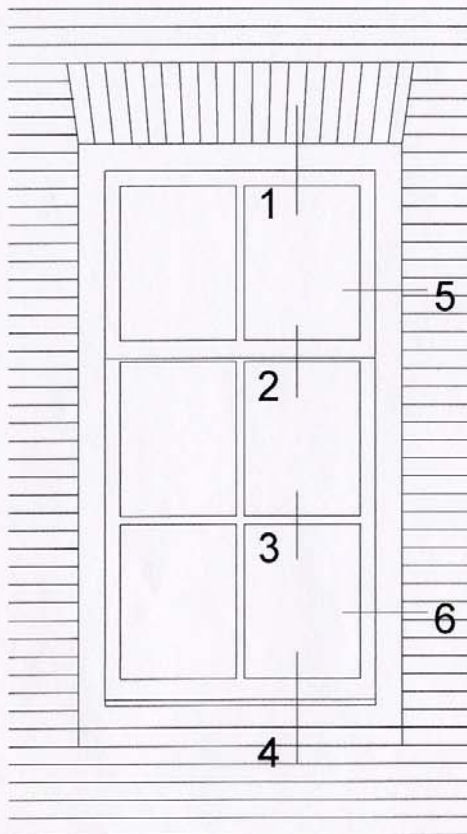
Het systeem bestaat uit een aantal aandrukunits, die aan het raam zijn gemonteerd om een goede kierdichting te krijgen. Als het raam wordt gesloten word de mechaniek door het gewicht van het raam in werking gezet waardoor het raam klemvast tegen het rubberen dichtingprofiel wordt aangedrukt.

Toegepaste materialen:

- Houtwerk: elke houtsoort die geschikt is voor kozijn- en raamproductie
- Geleidingssysteem uit roestvast staal
- Afdichting uit een rondom in het raam aangebracht rubber
- Gewichtkabel van 4 mm dikke verzinkte staalkabel
- Contragewichten uit warmgewalst en gemenied staal

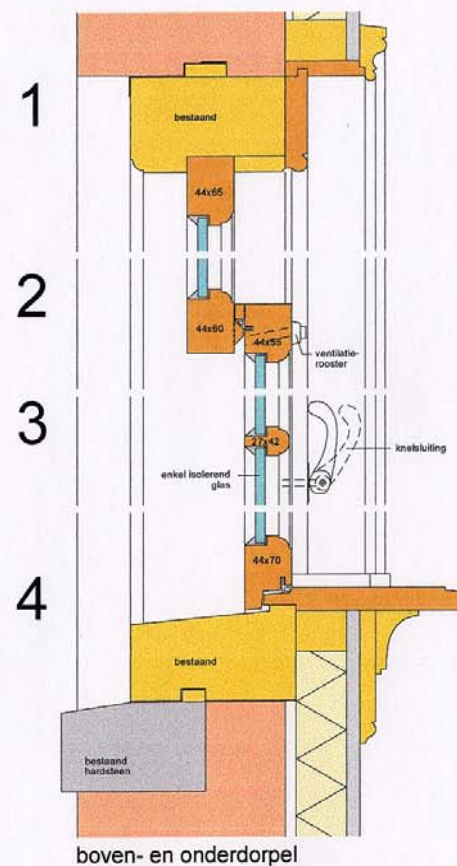
Het nadeel van dit systeem is dat een stuk van het kozijn weg gezaagd moet worden om het geleidingssysteem kwijt te kunnen in het kozijn en is er een heel nieuw schuifraam nodig voor dit systeem. Door deze nadelen is het systeem alleen geschikt bij monumenten waarbij het kozijn geen monumentale waarde vertegenwoordigt.

Op de bladzijde hiernaast is een doorsnede van het systeem te zien. Hierbij is te zien dat het raam vervangen wordt, aangezien in dit detail dubbelglas wordt toegepast en dit niet in de bestaande roeden past. Verder is te zien dat een behoorlijk groot deel van het kozijn aangetast word door het geleidingssysteem dat toegepast wordt.

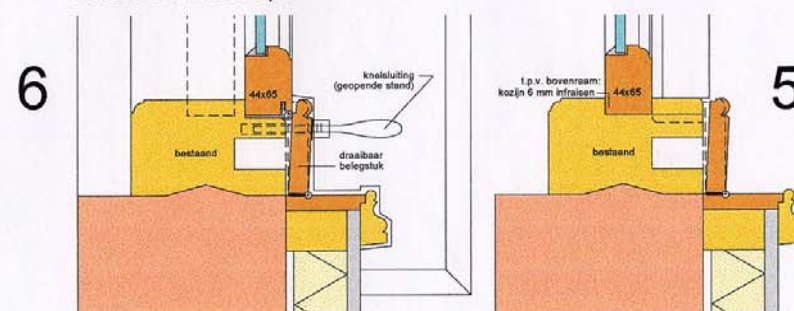
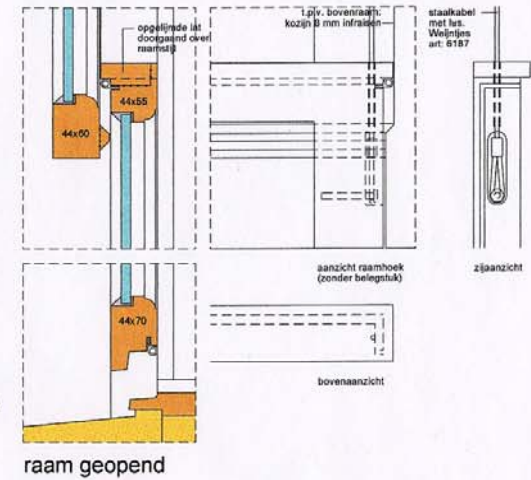


buiten aanzicht
(bestaand en nieuw)

details monumentaal raam



M2S raam



M2S-raam systeem

Het M2S-raam is een systeem dat door Vincent Smulders Architectbureau is ontworpen. De hoofdreden voor het ontwerp van dit systeem was dat hij een oplossing wilde voor tocht dichting bij bestaande vensters die zo min mogelijk het kozijn en raam 'verminkt'. Daarbij moest het ontwerp zo goedkoop mogelijk zijn. Zo heeft hij een eenvoudige mogelijkheid gezocht voor een rondgaande kierdichting waarbij het bestaande raam behouden kan blijven.

Smulders houdt zich bezig met de restauraties in het Blaauwklakenblok. Het M2S-raam heeft hij dan ook toegepast in de eerste fase van het Blaauwklakenblok.

Het M2S-raam werkt als volgt (zie hiervoor de afbeelding hiernaast):

- Het bestaande kozijn blijft zitten
- Het raamhout wordt vervangen als deze minder dan 44 mm breed is
- Bij de aansluiting tussen het boven- en onderraam komt een latje aan het onderraam vast
- Om het onderraam komt een ononderbroken rubberafdichting als kierdichting
- Bij de zijstijl komt een knelsluiting op het belegstuk
- Als schuifmechanisme wordt een avri veer toegepast

In het Blaauwklakenblok is dit systeem toegepast met een 8 mm gelaagd glas van Van Ruysdael. Elk ander glas dat in deze raam sponningen past en dat genoeg isoleert zou echter toegepast kunnen worden.

De ononderbroken kierdichting die door middel van een rubberen strook wordt toegepast, wordt door het eigengewicht van het raam en aan de zijkant door de knelsluiting gerealiseerd. De knelsluiting die in de details te zien is, is nog niet realiseerbaar omdat deze nog niet bestaat. Wel kan deze nu door een moer, zoals dat in bestaande belegstukken zit, uitgevoerd worden.

De voordelen van dit systeem zijn:

- Aanzicht wordt niet aangetast
- Kozijn en eventueel het raam kunnen behouden blijven
- Een goede kierdichting
- Kozijn wordt ten behoeve van het gewicht niet aangetast

Het M2S-systeem is door Vincent Smulders nog in ontwikkelingen daar hij nog niet helemaal tevreden is over het resultaat dat het op dit moment heeft. Zijn woorden zijn dan ook 'het is nog niet optimaal'.

Een nadeel dat hij op het moment aan geeft is:

- Ranke roeden moeten versterkt worden met stalen strips en het gewicht moet vervangen worden door een veer. Oplossing 4 mm isolatieglas

Het nadeel is alleen van toepassing van isolerende beglazing. Bij toepassen van enkel glas in het raamsysteem functioneert het systeem goed (Hierbij kan het bestaande gewicht gebruikt worden). Bij zwaarder glas wordt een avri veer in de gewichtskoker toegepast. Deze zorgt op het moment nog voor onevenheden bij het openen en sluiten van het raam.

4.3 Andere Knooppunten

Er zijn verschillende knooppunten tussen de gevel en achterliggende ruimten die problemen kunnen veroorzaken bij het na-isoleren van de gevel.

De problemen die bij na-isoleren in ieder geval tegengekomen kunnen worden, zijn in paragraaf 4.1.2 al besproken en het meest bekende probleem 'de vensters' is in voorgaande paragraaf uitgebreid aan de orde gekomen.

In deze paragraaf zullen verschillende knooppunten besproken worden die vaak als niet belangrijk worden gezien. Dit zijn de volgende aansluitingen:

- Gevel / Woningscheidende wand
- Gevel / Vloer
- Gevel / Raam

Hierbij zal de nadruk op de aansluiting van gevel / woningscheidende-wand liggen. De aansluitingen zullen met behulp van het berekeningsprogramma TRISCO vochttechnisch beoordeeld worden.

4.3.1 Uitgangspunten Berekening TRISCO

TRISCO is een temperatuurberekeningsprogramma dat bij invoering van detailsituaties het inwendige temperatuurverloop bepaald. De details kunnen twee of driedimensionaal ingevoerd worden op een van tevoren gemaakt raster. Het programma berekent vervolgens de temperaturen op de rasterpunten. Het is in principe bedoeld om te controleren of een detail voldoet aan de binnenoppervlaktetemperatuurfactor: $f=0,65$. Monumenten hoeven echter niet aan deze waarde te voldoen. Het programma geeft door middel van gekleurde figuren het temperatuurverloop in een constructie weer. Op deze manier wordt een goede indruk verkregen van de temperatuursgevolgen door isolatie opgenomen in de constructie.

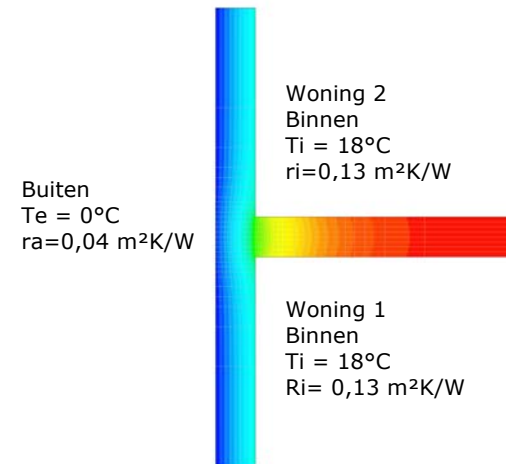
Bij de berekeningen ben ik van de volgende waardes uit gegaan:

- Buiten temperatuur T_a 0 °C
- Binnen temperatuur T_i 18 °C
- Overgangsweerstand buiten $r_a = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overgangsweerstand binnen $r_i = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Warmteovergangsweerstand $\alpha = 2$
- T_{io} factor $f > 0,65$
- Metselwerk $\lambda = 1.2 \text{ W/mK}$
- Isolatie $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$
- Hout $\lambda = 0.13 \text{ W/mK}$
- Glas isolerend $\lambda = 0.6 \text{ W/mK}$

Een gevel die niet geïsoleerd is voelt relatief gezien koud aan (figuur 13). Door de lage oppervlaktetemperatuur van een wand kan er op een bepaald punt condensatie optreden. Dit heeft te maken met de relatieve luchtvochtigheid. De relatieve luchtvochtigheid is de verhouding tussen de heersende dampspanning en de bij de heersende temperatuur maximale mogelijke dampspanning. Als de dampspanning maximaal is ontstaat er condensatie. Dit betekent dat bij een bepaalde oppervlakte temperatuur en een bepaalde luchtvochtigheid condensatie ontstaat.

Bij de berekeningen is, zoals eerder genoemd, uitgegaan van een binnentemperatuurfactor van $f=0,65$, een buitentemperatuur van 0 °C en een binnentemperatuur van 18 °C. Dit betekent dat de binnenoppervlaktetemperatuur niet kouder dan 11,7°C mag zijn omdat anders condensatie kan ontstaan (deze eis geldt alleen voor de gesloten delen).

$$f = \frac{T_{io} - T_e}{T_i - T_e} \rightarrow 0,65 = \frac{T_{io} - 0}{18 - 0} = 11,7^\circ\text{C}$$



Figuur 13 Temperatuurverloop horizontale ongeïsoleerde gevel / wand aansluiting

Bij de aansluiting van muur en wand wordt rond het raam (100 mm) en boven de 1,5 meter ten opzichte van de vloer met een warmteovergangsweerstand van $\alpha=4$ gerekend en onder de 1,5 meter met $\alpha=2$, deze waardes hebben te maken met de plaatsing van meubels. Op plekken waar meubels staan word de wand niet opgewarmd door de lucht die in de ruimte heerst, waardoor hier met een andere warmteovergangsweerstand gerekend moet worden.

4.3.2 Gevel / Woningscheidende wand aansluiting

De problemen die bij deze aansluiting kunnen ontstaan bij het na-isoleren zullen, zoals al vermeld met behulp van het temperatuurberekeningsprogramma TRISCO duidelijk worden gemaakt.

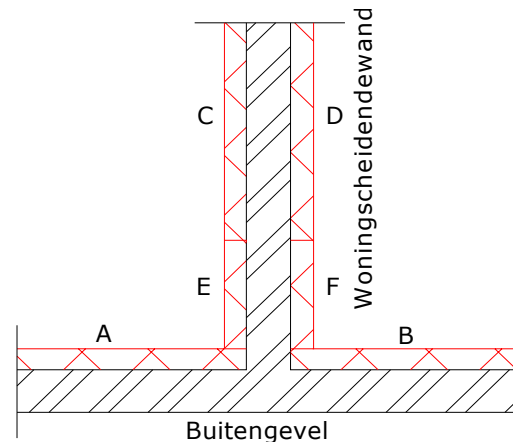
Een woningscheidende wand kan bestaan uit:

- Een steensmuur
- Een half steensmuur
- Een spouwmuur

Het isoleren van deze aansluitingen kan op verschillende manieren gebeuren. Bij dit onderzoek worden een tiental opties onderzocht, omdat de mogelijke oplossingen deels afhangen van de bewoners. Zo kan het zijn dat de ene kant van de woningscheidendewand wel geïsoleerd wordt en de andere kant niet.

De opties worden aan de hand van de afbeelding hieronder benoemd. Hierbij geven de letters aan welke delen geïsoleerd zijn. Zo geven A & B de isolatie aan voor de gehele buitengevel isoleren, C & D een geheel geïsoleerde woningscheidendewand en E & F het isoleren van een deel van de woningscheidendewand:

1. Geen isolatie
2. A
3. A + B
4. A + C
5. A + E
6. A + B + C
7. A + B + E
8. A + B + C + D
9. A + B + C + F
10. A + B + E + F



Ook speelt bij het na-isoleren de afwerking van de wand een rol. De wand kan afgewerkt zijn met versiering of ander materiaal dat van monumentale waarde kan zijn of dat bij het interieur en het daarbij horende karakter hoort waardoor dit niet aangetast mag worden.

Tot deze afwerkingen horen:

- Lambriseren en andere hout afwerkingen
- Wandsparingen
- Monumentale plafonds en plafondlijsten
- Tegel tableaux en muurschilderingen

Hierbij kan besloten worden dat er geen isolatie materiaal tegen de wand aangebracht mag worden (zie hiervoor het PvEM bijlage). In andere gevallen waarbij de afwerking niet van belang is kan deze verwijderd worden en later weer voor de isolatie geplaatst worden of men laat de afwerking zitten en plaatst de isolatie hiervoor.

Tot slot is ook de karakteristieke waarde een punt dat kan mee spelen bij het wel of niet na-isoleren van een gevel. Bij dit punt speelt het voorgaande ook een rol. Een ruimte kan een bepaalde uitstraling hebben door de afwerking die verloren gaat door het na-isoleren.

Aan de hand van de bovenstaande mogelijke problemen kunnen een aantal vragen gesteld worden:

- Wat gebeurt er met een koude muur?
- Wat is de consequentie van isoleren?
- Hoe ver moet de isolatie doorgezet worden?
- Wat is de consequentie als de ene woning wel en de andere niet geïsoleerd wordt?
- Dikte van isolatie pakket/materiaal?

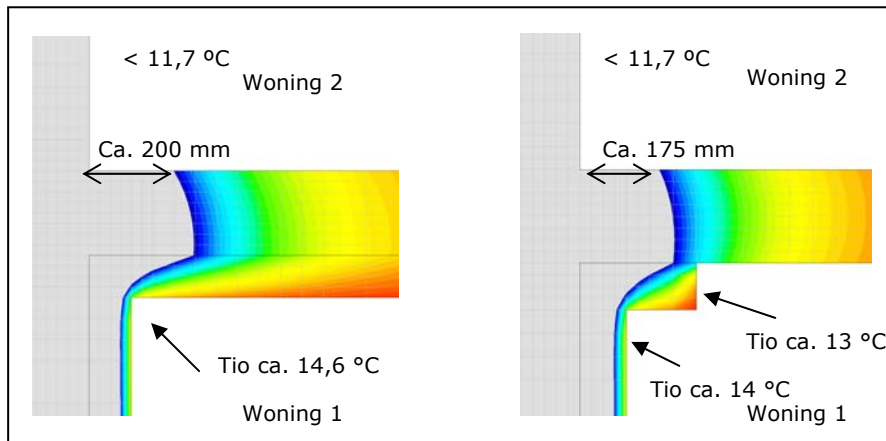
Bij het toepassen van binnenisolatie moet ter voorkoming van condensatie in alle gevallen, een dampremmende laag worden aangebracht.

4.3.3 Resultaten gevel / woningscheidende wanden

Hier worden de uitkomsten van de berekeningen met TRISCO besproken. Een uitgebreide invoer van TRISCO is terug te vinden in bijlage 9.

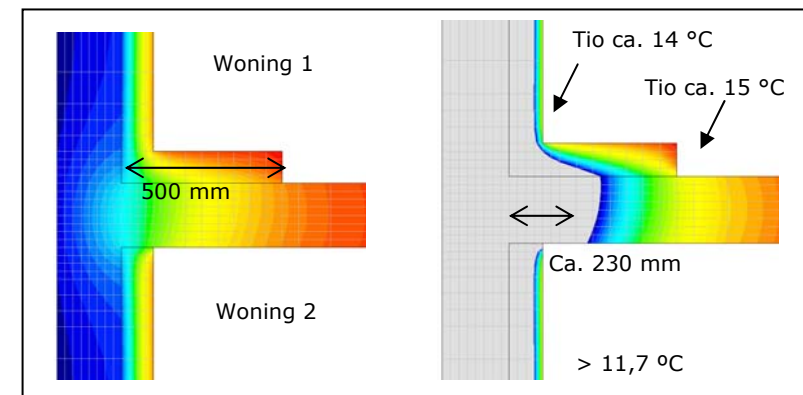
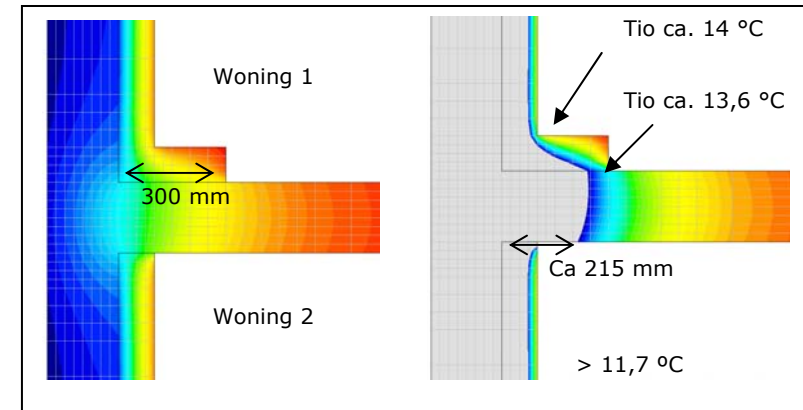
Bestaat de woningscheidende muur uit een steensmuur dan is het volgende bij na-isolatie te concluderen:

Het isoleren van alleen één woning heeft negatieve gevolgen ten opzichte van de niet geïsoleerde woning die er naast ligt. Zo zorgt het helemaal isoleren van woning 1 (figuur 14) ook als de woningscheidende wand maar voor een deel- en woning 2 niet geïsoleerd is voor sterke condensproblemen bij deze laatste woning.



Figuur 14 Woning 1 helemaal en deels geïsoleerd

Als bij bovenstaande situatie de gevel van woning 2 ook geïsoleerd wordt heeft dit bij laatst genoemde woning positieve gevolgen. Dit omdat het condensatievlak kleiner wordt (figuur 15)

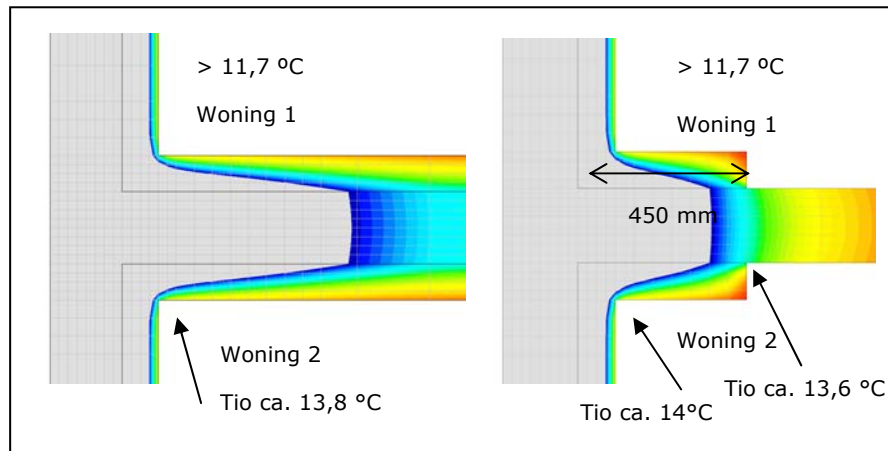


Figuur 15 Temperatuurverloop doorgezette isolatie

Bij isolatie doorzetting heeft ook de lengte van doorzetten invloed op het temperatuurverloop. Bij bovenstaande figuren kan duidelijk afgelezen worden dat het verder doorzetten van de isolatie tot een lengte van circa 800 mm effect heeft, daarna heeft de wand de zelfde temperatuur als de ruimte. In de figuur hierboven is verder af te lezen dat bij circa 300 mm isolatie doorzetten geen condensatie meer optreedt bij woning 1. Voor woning 2 is af te lezen dat, bij 300 mm isolatie doorzetten bij woning 1, het condensatievlak bij woning 2 minder is.

Het isoleren van de gevel en de woningscheidendewand bij beide woningen is een veel betere optie (figuur 16), aangezien alle wanden hierdoor relatief gezien warm zijn en er daardoor minder snel tot geen condens zal ontstaan. Een nadeel is hierbij wel dat de condensatielijn meer de woningscheidende wand ingetrokken wordt en bij een thermisch lek het condensatie probleem dus dieper de woning in kan komen.

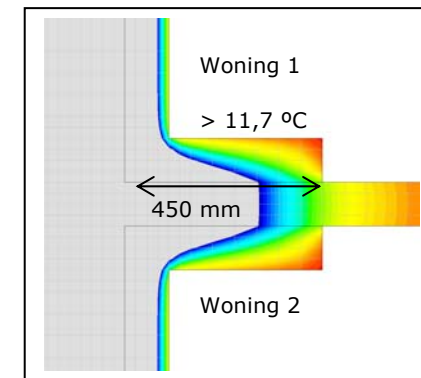
Bij het isoleren van de gevels en maar een deel van de woningscheidende wanden ligt de condensatielijn minder de woning in, zie figuur 16. Deze oplossing heeft hierdoor maar ook door het verminderde gebruik van isolatie de voorkeur.



Figuur 16 Helemaal en deels geïsoleerd

Bij de woningscheidende muur bestaande uit een halfsteensmuur is het volgende uit de figuren in bijlage 9.2 te concluderen:

De gevolgen hierbij zijn relatief gezien hetzelfde als bij een steensmuur. Het enige verschil hierbij is dat de condensatielijn ten opzichte van een steensmuur minder diep in de woning ligt (zie figuur 17). Hier ziet men bij het even ver doorzetten van de isolatie in vergelijking met figuur 16 dat de wand warmer wordt.



Figuur 17 Halfsteensmuur geïsoleerd

De spouwmuur optie is bewust buiten beschouwing gelaten in deze scriptie. Een klein stukje is hierbij wel in bijlage 9.3 opgenomen maar zijn verder niet meegenomen in deze scriptie.

Op de volgende bladzijde zijn in een tabel de 10 opties van een steens woningscheidendewand op verschillende onderdelen met elkaar vergeleken en beoordeeld (zie tabel 2).

Tabel 2. Eigenschappen glassoorten

	Thermisch behaaglijk		DuMo				Condensatie problemen		Conclusie
Opties	W1	W2	Isolatiemat eriaal	Isolatiemat eriaal	W1	W2	W1	W2	
	--	--	--	++	--	--	--	--	--
	+ / -	--	--	+	+ / -	--	-	--	-
	+ / -	+ / -	-	+ / -	+ / -	+ / -	-	-	+/-
	++	--	-	+ / -	++	--	++	--	+/-
	++	--	-	+	++	--	+	--	+/-
	++	+ / -	+ / -	-	++	+ / -	++	-	+
	++	+ / -	+ / -	-	++	+ / -	+	-	+
	++	++	++	--	++	++	++	++	++
	++	++	++	--	++	++	++	+	++
	++	++	+	-	++	++	+	+	++

-- Slechtst

- Slecht

+/- Acceptabel

+ Beter

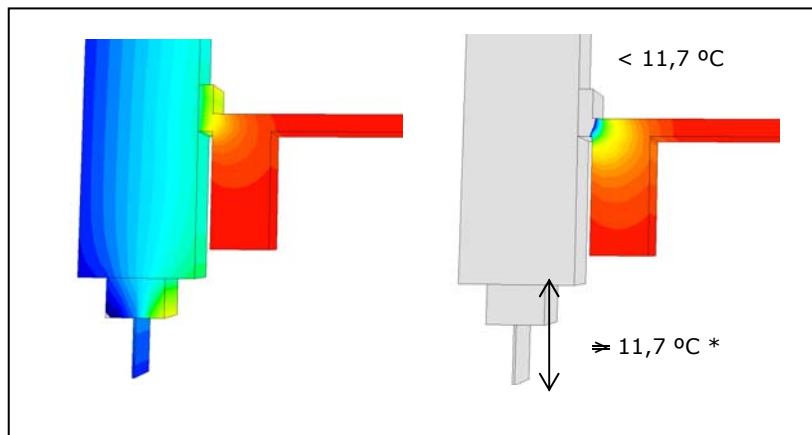
++ Best

4.3.4 Resultaten Gevel / Vloer aansluiting

De isolatie problemen bij deze aansluiting zullen in het kort toegelicht worden. Het na-isoleren van de muur ter plaatse van de vloer zorgt zoals al gemeld ook voor problemen. Ook als deze plek niet geïsoleerd wordt, de opleggingen van de balken in de muur blijven een kritisch punt. Dit door het vocht in de muur en het rotten van het hout bij deze opleggingen.

Bij het toepassen van binnenisolatie in combinatie met een hogere relatieve luchtvochtigheid kan onder andere bij balkkop aansluitingen vochtproblemen ontstaan.

In figuur 18 is een verticale doorsnede van een ongeïsoleerde muur en strijk balk te zien. Daarbij is te zien dat de gehele muur en de overgang naar vloerdelen onder de $11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ zit en dus hier grote kans op condensatie is.



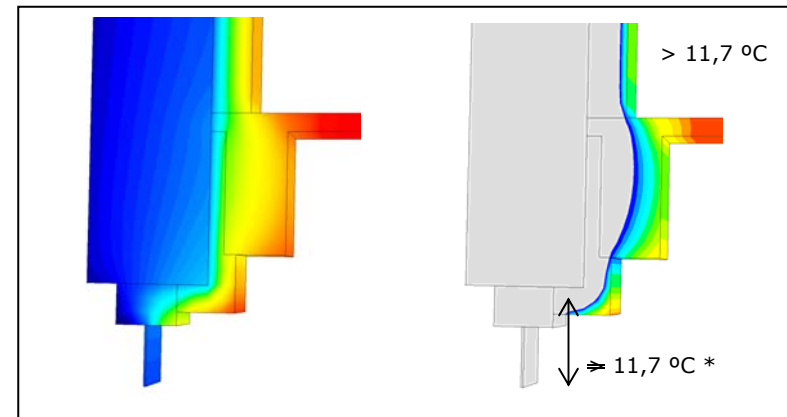
Figuur 18 Ongeïsoleerde aansluiting

Als er dan toch geïsoleerd wordt moet men zich houden aan het PvEM bijlage 4. (Vloeren) Hierin staat als belangrijkste punt:

- Voor het aanbrengen van isolerende voorzieningen mogen geen monumentale onderdelen, zoals vloeren of plafonds, verwijderd of ontmanteld worden.

Dit betekent dat balken niet verplaatst mogen worden, wat bij niet monumentale panden wel eens gedaan wordt om de isolatie makkelijker door te laten lopen over de verdiepingen. Wanneer strijk balken dicht tegen de gevel liggen kan er geen isolatiemateriaal tussen worden aangebracht. Ook een plafond afwerking die niet verwijderd of verplaatst mag worden kan hierbij een probleem zijn.

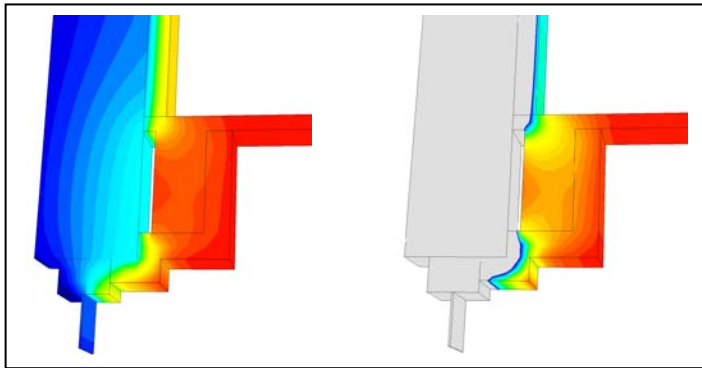
Als deze aansluiting wel geïsoleerd wordt, zie figuur 19. Zou er geen last meer zijn van oppervlakte condensatie. Hierbij moet de isolatie wel goed op elkaar aangesloten zijn. Is dit niet het geval creëert men een vochtprobleem.



Figuur 19 Geïsoleerde aansluiting

* De eis van $11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ geldt alleen zoals al eerder genoemd voor gesloten delen.

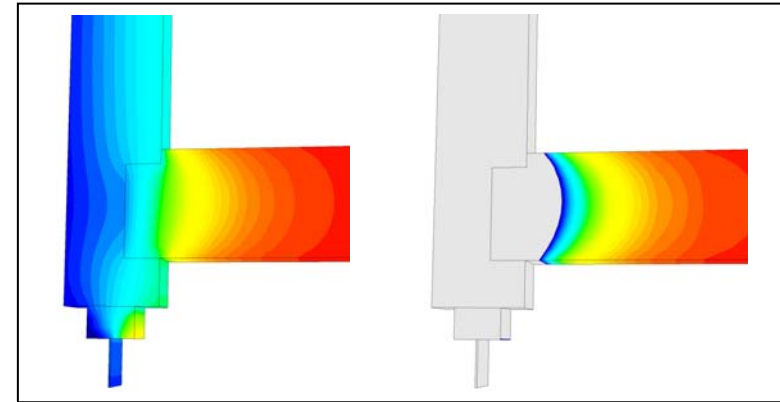
Als er een te krappe ruimte is tussen strijkbalk en muur om goed te kunnen isoleren is het beter om van het isoleren af te zien. Dit omdat de enige oplossingen in dit geval het inpakken van de balk of het volspuiten tussen muur en balk met een isolerend materiaal zou zijn. Zoals al eerder genoemd ontstaat bij een ingepakte balk bij niet goed luchtdicht bouwen inwendige condensatie dat tot grote schade kan lijden, zie figuur 20. De ruimte volspuiten met isolatiemateriaal zou in theorie een goede optie zijn maar het is niet te controleren of de isolatie aan het gestelde voldoet. Door deze problemen kunnen de balken gaan verrotten waardoor de constructie aangetast wordt.



Figuur 20 Ingepakte strijkbalk

Bij de kopsekant van de balk zijn de vochtproblemen moeilijker oplosbaar. Want ter plaatse van de oplegging in de muur kan de isolatie niet doorgezet worden. Als er toch om de balk geïsoleerd wordt ontstaat er een spanningsverschil in het hout doordat de binnenkant van de balk 'warm' is en aan de buitenkant 'koud'. Dit betekent dat de balkkop in een 'koudere' muur komt te liggen, hierdoor zal rondom de houten balkkop vocht aangezogen worden. Dit veroorzaakt condensatie.

De kopsekant van de balk is verder door middel van een muuranker bevestigd aan de muur. Dit muuranker is van ijzer dat de temperatuur erg goed geleid waardoor de balk kouder wordt. Dit veroorzaakt bovendien een groter temperatuurspanningsverschil in de balk waardoor er inwendige condensatie kan op treden dat houtrot en roest tot gevolg heeft. In andere berekeningen is het muuranker niet meegenomen.



Figuur 21 Ongeïsoleerde aansluiting kopsekant, temperatuurverloop en condensatievlak

4.3.5 Resultaten Gevel / Raam aansluiting

Het na-isoleren van de aansluiting bij de gevel en het venster zorgt ook voor de nodige problemen. Voornamelijk door de verschillende mogelijkheden van aansluitingen met betrekking tot de omzetting van de isolatie de hoek om.

De verschillende soorten aansluitingen die men tegen kan komen zijn: diepte van de negge, dikte van het kozijnhout, sierlijsten en andere hout afwerkingen, soort raam oplossing zoals achterzetbeglazing, vensterbank en aansluiting met plafond. Dit zijn allemaal aansluitingsproblemen waar goed aandacht aan besteed moet worden om condensvorming te voorkomen.

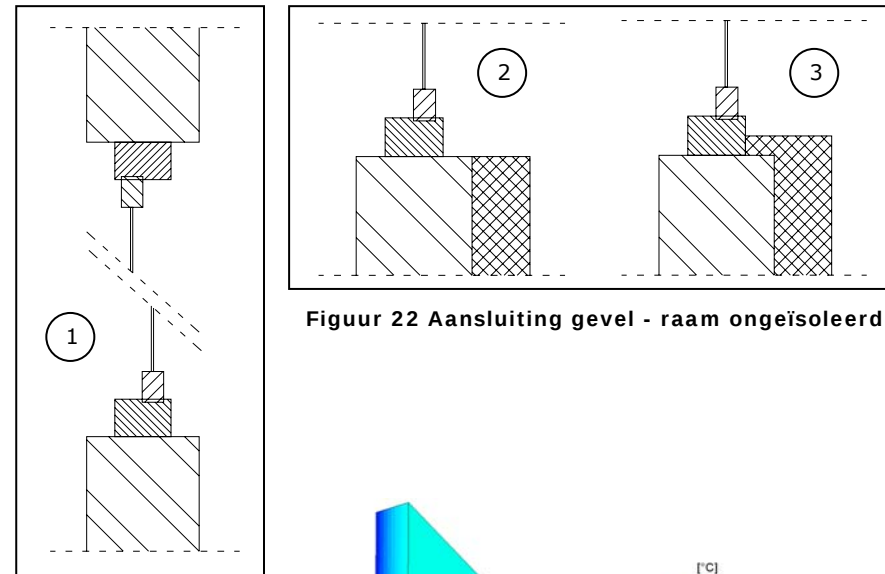
Ook bij deze aansluitingen moet er voor gezorgd worden dat het aanzicht van de buitengevel niet veranderd en bij een monumentaal interieur moet bovendien de binnenafwerking onaangetast blijven. (Zie hiervoor PvEM bijlage 4. (Ramen)

Met behulp van TRISCO is een isolatie aansluiting doorberekend. Hierbij is uitgegaan van een standaard aansluiting (Zie detail hiernaast). De buitengevel is een steensmuur met een kozijn waarbij de neggen aan beide kanten ongeveer de zelfde afmeting hebben. Daarbij zullen aan de hand van drie mogelijkheden van opbouwen in het kort de problemen aangegeven worden (zie figuur 22):

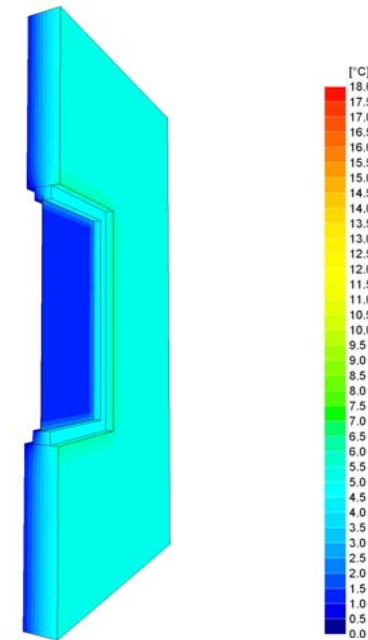
- Geen isolatie (1)
- Wand isolatie zonder doorzetting (2)
- Wand isolatie met doorzetting (3)

Geen isolatie, *Figuur 23*

Aangezien de temperatuur op de gehele wand onder de 11,7 °C zit, is er op de gehele wand condensatie mogelijk.



Figuur 22 Aansluiting gevel - raam ongeïsoleerd

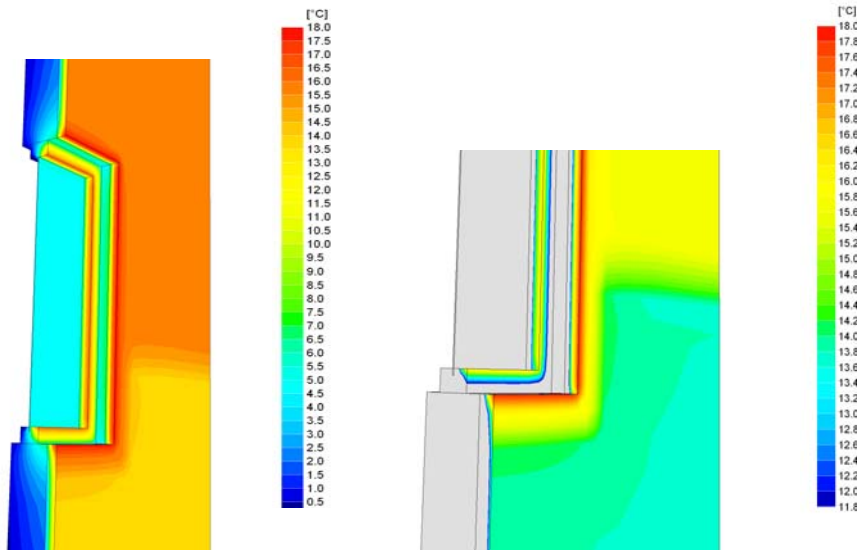


Figuur 23 Aansluiting gevel - raam ongeïsoleerd

Als de wand geïsoleerd wordt krijgt men een warme wand. Als de isolatie hierbij niet de hoek bij het venster wordt doorgezet ontstaat er grote kans op condensatie problemen rondom het venster. In figuur 24 is het temperatuurverloop te zien, hierbij is te zien dat bij de aansluiting van kozijn op muur relatief gezien koude vlakken ontstaan.

In figuur 24 is de temperatuur vanaf 11,7 °C aangegeven. Zoals al eerder genoemd, kan deze waarde worden aangenomen om te zien waar condensatie zou kunnen ontstaan. De condensatie problemen die ontstaan bij het niet doorzetten van de isolatie zijn:

- Bij een hoge luchtvochtigheid en een bepaalde oppervlakte temperatuur van de ruit zou er op deze condensatie kunnen ontstaan. Ook een slechte ventilatie kan dit bevorderen.
- Rond het raam bij het kozijn en wand aansluiting zal condens optreden omdat de temperatuur lager is.
- Als het kozijn niet goed beschermd is tegen vocht kan dit gaan rotten.

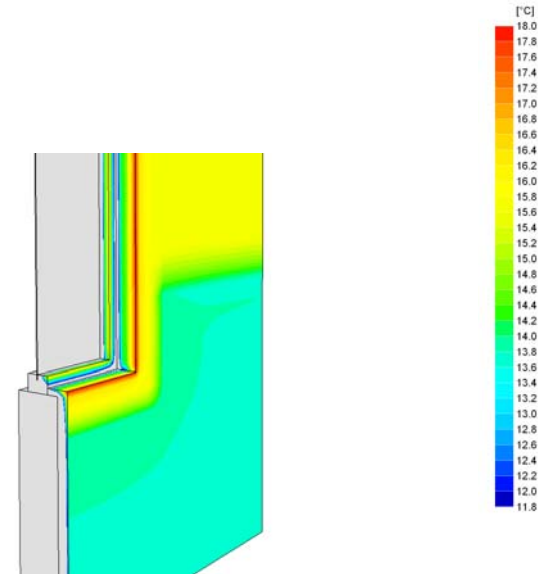


Figuur 23 Temperatuurverloop & condensatievlak bij isolatie niet omgezet

Om de problemen bij figuur 24 te verminderen en zo nodig weg te nemen is in figuur 25 de isolatie bij het venster de hoek omgezet. Hierdoor stijgt de temperatuur in de hoek van de aansluiting en de muur waardoor er minder snel condensatie optreed op deze plek.

In figuur 25 is nog steeds een plek te zien waarbij de temperatuur onder de 11,7 °C zit. Zo zou op deze plek nog steeds eventueel condensatie kunnen ontstaan. Een dikker isolatie pakket rondom het kozijn zou eventueel een oplossing kunnen zijn, alleen wordt het aanzicht van het kozijn op deze manier meer aangetast.

Bij deze berekeningen is echter de afwerking rondom het kozijn zoals een gips kartonplaat niet meegerekend. Deze plaat heeft als afwerking zelf ook isolerende eigenschappen die het kleine eventuele condensatie vlak zouden kunnen oplossen.



Figuur 24 Condensatievlak isolatie omgezet



5.1 Beschrijving Warmoesstraat 145

Warmoesstraat 145 (figuur 26) is gelegen in het noordwesten van het Blaauwlakenblok. Het pand staat tussen een achttiende-eeuwse halsgevel (Warmoesstraat 143) en een breed laatnegentiende-eeuws pand (Warmoesstraat 147).

Warmoesstraat 145 is zelf een laatzestiende-eeuws woonhuis en bestaat uit een eiken houtskelet constructie. De bouwperiode van dit pand is door middel van een dendrochronologisch onderzoek achterhaald. Uit het onderzoek is gebleken dat de balklagen van het pand uit een bouwperiode tussen 1555 en 1570 wijst. Hierbij blijkt het waarschijnlijker dat het na 1560 is gebouwd. In welke bouwperiode de kap is gebouwd is uit het onderzoek niet te herlijden.

Het pand staat op dit moment leeg omdat het gerestaureerd gaat worden. Na de restauratie komt er op de begane grond een atelier/bedrijf en op de verdiepingen komen 4 huurwoningen te zitten.



Figuur 25 Warmoesstraat 145 (middelste pand)

5.1.1 Opbouw

Het pand bestaat uit een voor en achterhuis. Hierbij bestaat het voorhuis uit een begane grond, drie verdiepingen, een zolder en een vliering en het vierkante achterhuis uit een begane grond en een eerste verdieping. Het achterhuis heeft een plat dak met gootlijst en heeft een rijk geornamenteerd interieur.

Gevel

De voorgevel van Warmoesstraat 145 is omstreeks 1760 opnieuw opgetrokken en bestaat uit drie traveeën.

De pui in de voorgevel is ooit eens vervangen door een lage begane grond en een eerste verdieping ten behoeve van een bedrijfsfunctie. Deze pui bestaat tot aan de bovenkant van de vensters van de 1^e verdieping uit witte verblendsteen en de rest van de voorgevel uit donkerrood metselwerk.

De ramen in de voorgevel nemen van de tweede tot kapverdieping in hoogte af (zie figuur 27). De kozijnen in dit pand zijn uit de achttiende eeuw en de schuiframen zijn in de negentiende eeuw vernieuwd. De vensters op de tweede verdieping bestaan uit schuifvensters met een roedeverdeling van 2 breed en 3 hoog en op de derde verdieping en de zolder is het schuivende deel even groot als het vast zittende deel, 3 breed en 2 hoog.

De topgevel in de voorgevel bestaat uit een klokgevel uit de Lodewijk-XIV stijl die voorzien is van een natuurstenen afdekking, waaronder klauwstukken.

De achtergevel bestaat uit drie traveeën en begint pas vanaf de 1^e verdieping door het aanwezige achterhuis. Deze gevel bestaat uit een geheel gepleisterd metselwerk.

De raamtypen in de achtergevel van het pand zijn uit verschillende periodes. Op de tweede verdieping bestaat het linker venster uit een stolpraam met roedeverdeling en het rechter uit een schuifvenster met roeden van 3 breed en 2 hoog.

De topgevel in de achtergevel is voorzien van een tuitgevel. Daarbij zijn de schouderstukken en de top met betonnen afdekbanden afgedekt.



Figuur 26 Voor- en Achtergevel Warmoesstraat 145

Interieur/constructie

De constructie van dit pand bestaat uit een houtskelet met zes muurstijlen en een zevende muurstijl aan de voorgevel ten behoeve van de strijk balk. De vloeren bestaan uit eikenhouten vloerdelen die door een moer en kinderbalk constructie worden gedragen. Deze moerbalken worden gesteund door houten muurstijlen. Op de begane grond zijn geen bouwsporen van het houtskelet aangetroffen.

De noordelijke muur (aangrenzend aan Warmoesstraat 143) staat los van dit pand. De zuidelijke muur (aangrenzend aan Warmoesstraat 147) bestaat uit een steensmuur die aan dit pand aansluit.

De verdiepingen zijn te bereiken via steektrappen en op de tweede verdieping bevindt zich een vernieuwde spiltrap, deze laatste is de enige die zich op de oorspronkelijke plaats bevindt (zie plattegrond in bijlage 10).

In het gebouw bevinden zich tegen de noordelijke bouwmuur twee rookkanalen in de voor- en achtergevel. De wanden zijn gestuct en de stijlen van het houtskelet zijn in het zicht. Het plafond was voordat het pand circa een jaar geleden kaal gemaakt is gestuct geweest. Nu liggen de balken in het zicht. (Zie de foto's op bladzijde 54 en 55)

Op de derde verdieping zijn in beide zijwanden op verschillende plaatsen kozijnen dichtgezet. Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat de naastliggende panden vroeger lager zijn geweest dan het betreffende pand. Toen deze naastliggende panden opgehoogd werden moesten ook deze vensters dichtgezet worden.

5.1.2 Waarde van het pand

Aangezien het gebouw een oorspronkelijke zestiende-eeuwse bouwmasa heeft, heeft dit pand een monumentale waarde. Ook de ligging van het pand in een middeleeuwse stadskern waarbij een duidelijk middeleeuwse blokstructuur te vinden is, geeft het pand een monumentwaarde. De waarde van het pand zit in het casco, met onder andere het houtskelet, de eerste kwart 17e eeuwse kapconstructie met eiken krommers en de monumentale gevel. Verder draagt de gevel uiteraard bij aan het historische stadsbeeld.

Het bijzondere van dit pand is het eiken houtskelet met zwanenhalskorbelen en een vloerconstructie met moer- en kinderbinten. In dit pand hebben op de eerste verdieping erg mooie eikenhouten korbelen en balksleutels gezeten. Deze zijn begin jaren 1900 er uitgehaald en aan het rijksmuseum gegeven.

Onder de balksleutels zijn er:

- Vijf balksleutels gesierd met staande vrouwenfiguren die de christelijke hoofddeugden Liefde, Standvastigheid, Geloof, Gerechtigheid en Voorzichtigheid symboliseren.
- Verder zijn er ook balksleutels versierd met een serie maskers, rolwerkartouches en wapenschilden.
- Een serie beeldhouwde mannenfiguren die de keizer en de zeven keurvorsten voorstellen.

De andere verdiepingen hebben een eenvoudiger korbeelstel. Op de tweede verdieping is nog één zwanenhalskorbeel terug te vinden.

De kapconstructie van het pand heeft kromme spantbenen en is geheel oorspronkelijk waardoor de gehele constructie een monumentale waarde heeft.

De waarde van het interieur ligt op de eerste en tweede verdieping bij de haardgewelven die in het voorhuis aanwezig zijn en in het achterhuis bij de plafondbetimmering en behangresten die gevonden zijn.

5.1.3 Foto's Warmoesstraat 145

De foto's op de volgende pagina's geven een kleine indruk in welke staat het pand nu verkeert.

Aangezien de gevel het belangrijkste punt bij dit onderzoek is, zal aan de hand van een aantal foto's de opbouw van de gevel bij dit pand duidelijk gemaakt worden.

Aan de foto's is te zien dat de wanden geen belangrijke karakteristieke onderdelen meer heeft. Het enige wat nog deels te zien is zijn de muurstijlen en een enkel bijzonder korbeel.

Rondom de ramen is een lambrisering te zien maar ook deze heeft geen bijzondere waarde. De vensters zelf zijn thermisch lek dit is vooral goed te zien aan figuur 10 in paragraaf 4.2.

De eiken balklagen van het pand zijn grotendeels nog oorspronkelijk. Aan de hand van de figuren 29, 30, 33 en 34 is de opbouw van de vloer duidelijk te zien.

Op de twee foto's van de houten balklaag van het achterhuis (figuur 36 en 37) is tenslotte duidelijk te zien dat dit hout behoorlijk is aangetast door: houtzwam en houtrot. Dit achterhuis is door deze aantasting maar ook door verwaarlozing in zo een slechte staat waardoor er gekozen is om deze af te breken.



Figuur 27 Straat zijde 1^e verdieping



Figuur 28 Aansluiting gevel vloer



Figuur 29 Achterkant 1^e verdieping



Figuur 30 Venster 1^e verdieping



Figuur 31 1^e verdieping



Figuur 32 Zwanenhals Korbeel met vloer aansluiting 2^e verdieping



Figuur 34 Houtzwam (Achterhuis)



Figuur 33 Muurstijlen met korbelen, 3e verdieping



Figuur 35 Houtaantasting (Achterhuis)

5.1.4 Problemen bij dit pand

Aan de hand van het bezichtigen van het pand en de daarbij gemaakte foto's bladzijde 54 en 55 zijn de volgende problemen geconstateerd:

- Het pand is thermisch lek dit doordat het pand enorm veel kieren en gaten heeft zoals:
 - Vensters met grote kieren (zie figuur 10)
 - Gevel dak aansluiting met grote kieren (zie figuur 7)
- Vochtproblemen door kieren waardoor regenwater kan komen gevolg:
 - Hout aantasting achterhuis mede ook door slecht onderhoud. (zie figuur 36 & 37)

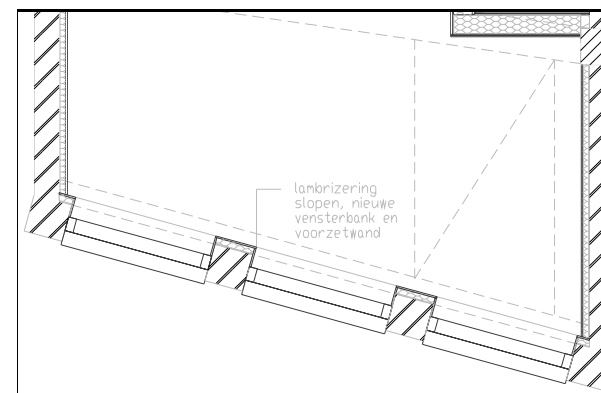
5.1.5 Aanpak architectenbureau Vincent Smulders bna:

Warmoesstraat 145 wordt geïsoleerd door middel van een voorzetwand. Hierbij wordt de lambrisering op de 1^{ste} en 2^e verdieping die te zien is bij figuur 33 gesloopt, waarna een voorzetwand geplaatst gaat worden. De lambrisering mag gesloopt worden omdat deze geen monumentale waarde heeft.

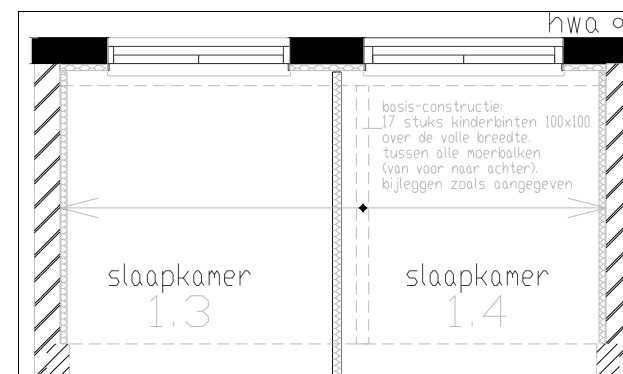
De muurdammen op de 1^{ste} - 4^e verdieping en de zijmuur tussen de eerste twee muurstijlen van voor en achtergevel worden ook geïsoleerd met een voorzetwand (Zie figuren 38 & 39). Zoals uit dit onderzoek blijkt moet de isolatie bij woningscheidendewanden doorgezet worden. Hierbij wordt uitgegaan van ruim 1 meter doorzetten. Vincent Smulders gebruikt hierbij de regel dat dit doorgezet moet worden tot een aanwezige haard of muurstijl waarbij uitgegaan moet worden van een minimale doorzetting van tussen de 1 tot 1,5 meter. Dat hij hiervoor kiest heeft te maken met het architectonische aanzicht. Dit heeft hij ook bij dit pand op deze manier aangepakt.

De Vensters van Warmoesstraat worden door middel van een achterzetraam geïsoleerd. Zo blijft het bestaande venster gehandhaafd en wordt het aanzicht niet veranderd. Door de vele kieren bij het bestaande raam zal de spouw tussen de ramen in geventileerd worden met buitenlucht. Dit betekent dat er geen condensatie op het raam zal komen.

Dat Vincent Smulders niet voor zijn eigen ontwikkelde M2S-systeem heeft gekozen heeft te maken met het punt dat hij nog niet helemaal tevreden is over de werking van het schuifstelsel.



Figuur 36 Isolatie voorhuis 1^{ste} verdieping



Figuur 37 Isolatie achterhuis 1^{ste} verdieping

De vloeren van dit pand worden voornamelijk geïsoleerd tegen geluid:

- De 1ste verdiepingsvloer:
 - Houten draagconstructie,
 - 100 mm steenwol,
 - steengaas + stuc onder de balken.
- De 2^e en 3^e verdieping:
 - 40 mm anhydriet,
 - 20 mm akoestisch foam,
 - vloerhout,
 - 80 mm steenwol isolatie,
 - metaalgaas,
 - metalstud profiel,
 - 2 x 12,5 mm gipsplaat tussen de moerbalken.

5.1.6 Eigen mening

De aanpak van Vincent Smulders waarbij de vensters met een achterzetbeglazing worden geïsoleerd is een goede oplossing. Aangezien de vensters grote kieren hebben lost men met alleen isolerend beglazing het thermische- en energieprobleem niet op. De optie om het raam te laten zitten en aanpassingen te doen valt daardoor ook af. Hierdoor heeft men de keuze voor een nieuw raamsysteem (het kozijn zou behouden kunnen blijven alleen het raam niet door de slechte aansluiting met het kozijn) of achterzetbeglazing. Door voor deze laatste optie te kiezen kunnen de kozijnen en ramen behouden blijven en wordt het aanzicht niet gewijzigd. Het aanzicht van binnen wordt echter wel gewijzigd daarom moet er wel bij een eventuele roede indeling voor een zo neutraal mogelijke oplossing gezocht worden.

Er kunnen echter vraagtekens geplaatst worden bij het isoleren van de wand. . Aangezien de muurdammen relatief klein zijn kan men zich af vragen of het isoleren effect heeft. Als de vensters goed geïsoleerd zijn zal een groot energieverlies opgelost zijn en de behaaglijkheid in het pand veel beter zijn dan voorheen..

Verder zit vlak achter de gevel de strijk balken en het strijspannt waarbij de isolatie niet kan worden door gezet met alle mogelijke schade als gevolg van condensatie van dien.

De woningscheidendewanden hebben weliswaar geen afwerkingen of andere monumentale waarde waardoor wandisolatie niet toegepast zou kunnen worden. Wel zou er naar de historische waarde van de overblijfselen van de twee haarden gekeken moeten worden. Deze worden in de plannen van Vincent Smulders deels verwijderd.

De woningscheidende wanden worden bij de plannen van Vincent Smulders tussen de muurstijl 1-2 en 6-7 geïsoleerd en tussen muurstijl 2-5 niet. Dit komt doordat er gezegd wordt dat bij een spouw of een gemeenschappelijke woningscheidendewand tussen twee panden de isolatie alleen voor ruim 1 meter doorgezet hoeft te worden en dus wordt een deel van de wand niet geïsoleerd. Tussen het pand en de belending zit echter een forse spouw., waardoor men zich kan afvragen of hier deze regel met omzetting van isolatie nog wel kan worden toegepast. Het isoleren van de zijgevel kan echter gevolgen hebben voor de stijlen van het houtskelet. Isoleren tussen de stijlen is omwille van condensatieproblemen af te raden. Het 'koud' leggen van de stijlen is zonet nog erger. Daarnaast kan het gevolgen hebben voor de balkkoppen die in door isolatie koudere muur opliggen.

6. Eindconclusie

6.1 Conclusie en aanbevelingen

De afgelopen maanden heb ik veel te maken gehad met de oorzaken en problemen bij het na-isoleren van monumentale panden. Hierbij is mij duidelijk geworden dat bij het na-isoleren vele aspecten een nauw gelette aanpak vereist.

Als er overwogen wordt om een monumentaal pand te gaan isoleren, moeten de volgende vragen beantwoord worden:

- Wat is de reden tot na-isoleren?
- Wat is de waarde van het gebouw en de specifieke onderdelen?
- Wat wil men bereiken met het na-isoleren?
- Wat zijn de behaaglijkheidseisen?

Men moet zich bewust zijn van de invloed die de na-isolatie heeft op een pand. Als men zich hier niet bewust van is kan het na-isoleren tot ernstige schade van het pand leiden. Dit is niet meer terug te draaien, vandaar:

'VOORKOMEN IS BETER DAN GENEZEN'

&

'BEZINT EER GE BEGINT'

Daarom moet een ingreep in goed overleg met de verschillende partijen besproken worden. Er moet altijd door alle partijen kritisch gekeken worden naar de ingreep die men wil gaan plegen.

Als monumentenadviseurs geen aanpassing willen omdat dit niet goed voor de instandhouding van het pand is wordt dit niet toegestaan en wordt er geen vergunning verleend (mensen kunnen een aanpassing echter wel illegaal doen). Een monumentenadviseur moet echter wel aan de toekomst denken, want een gebouw dient met zijn tijd mee te gaan omdat dit anders een onbruikbaar pand zal op leveren wat kan leiden tot verval, leegstand en zelfs sloop. Zonder aanpassing geen behoud. De monumentenadviseurs moeten erop toezien dat de monumentaliteit en karakteristiek van het monument niet verloren gaat door de aanpassing. Het bestaande pand is immers het uitgangspunt voor herontwikkeling en men heeft zich te schikken naar de beperkingen van het gebouw. Dit betekent in directe zin, er mogen niet monumentale onderdelen of structuren worden aangetast, of indirect,

een ingreep mag geen technische, fysische of chemische gevolgschade hebben.

'BEHOUD GAAT VOOR VERNIEUWEN'

&

'BOUWHISTORIE EERBIEDIGEN'

Het is vaak moeilijk om de verschillende partijen op één lijn te krijgen. De eigenaar van een pand moet zich bewust zijn van de waarde die zijn gebouw heeft en ook de architect en aannemer moeten weten waar zij mee bezig zijn en welke gevolgschade uit een ondoordachte ingreep kan ontstaan.

Verder moeten de problemen die kunnen ontstaan bij het na-isoleren worden voorkomen. Als dat niet gaat en de gevolgen van het na-isoleren ernstige schade aan het monument veroorzaakt moet er van het na-isoleren worden afgezien.

Bij het na-isoleren van een pand zorgt het aanpakken van de kap en voor een groot deel de vensters voor het beste rendement voor het reduceren van de energiekosten en het energiegebruik. Dit omdat warmte stijgt en dus via de kap het gebouw verlaat en vensters voor grote openingen in de gevel zorgen waardoor ook veel warmte verloren gaat. Door de vensters aan te pakken lost men de kieren en de koudeval op waardoor het pand op deze manier stukken behaaglijker wordt.

Bij het na-isoleren van vensters is een duidelijke ontwikkeling te zien in de mogelijkheden. De laatste jaren komen er steeds meer en verbeterde producten op de markt.

Het moeilijke bij vensters is dat alle vensters anders zijn. Hierdoor kan één bepaald systeem niet als beste benoemd worden. De methode die toegepast gaat worden is afhankelijk van de technische staat, detaillering en monumentale waarde van het pand of venster.

Bij het na-isoleren van wanden moet kritisch gekeken worden naar alle problemen die bij en door het na-isoleren kunnen ontstaan. Als er naar de voor of achtergevel gekeken wordt, ziet men vaak dunne muurdammen. De vraag die hierbij gesteld kan worden is:

- Zorgt het na-isoleren van een muurdam voor een energievermindering en voor een betere behaaglijkheid?

Relatief gezien kan dit best voor een verbetering zorgen alleen zal dit ten opzichte van het aanpakken van het dak of de vensters weinig invloed hebben en kan men zich afvragen of het na-isoleren en de mogelijke gevolgen daarvan de moeite waard is. Gesteld kan worden dat als de muurdammen relatief gezien groot zijn het na-isoleren overwogen mag worden maar bij smalle muurdammen beter niet gedaan kan worden.

Verder moet bij het na-isoleren van de wand ook rekening gehouden worden met de aansluiting ter plaatse van de vloer. Er mag niet alleen gekeken worden of de wand geïsoleerd kan worden maar er moet ook verder gekeken worden, of dit ook overeenstemt met de opbouw en waarde van de vloer bij na-isoleren. Als de vloer door welke reden dan ook niet geïsoleerd kan of mag worden moet men zich afvragen of het isoleren van de wand toegepast moet worden. Er zal dan een (ver)grote kans ontstaan op vochtproblemen. Ondanks de keuze voor na-isoleren van wanden blijft men aansluitingsproblemen houden bij opleggingen.

Over het algemeen kan er dus gesteld worden dat het isoleren en aanpakken van de vensters zonder andere maatregelen te nemen een goede oplossing zou kunnen zijn. Daarentegen kan het aanpakken van de wand en het niet aanpakken van vensters en/of vloer voor veel problemen zorgen. Voor alleen het isoleren van de vloer geldt daarvoor het zelfde als de wand niet geïsoleerd wordt. Zo kan geconcludeerd worden dat het na-isoleren van wanden in het algemeen voor veel problemen kan zorgen.

Na een aantal maanden met dit onderzoek bezig geweest te zijn, zijn er nog steeds vragen die open zijn gebleven en nog uitgezocht kunnen worden zoals:

- Wat is een gunstig klimaat voor de bewoner en wat is een gunstig klimaat voor het gebouw?
- Aansluitingen van gevel/vloer en gevel/raam verder uitzoeken
- Ventilatievoorzieningen / Balansventilatie / Klimaatbeheersing bij monumentale panden?

Literatuuropgave

BAAC bv (Onderzoeks- en adviesbureau voor Bouwhistorie, Archeologie, Architectuur- en Cultuurhistorie),
Dendrochronologische rapportage; Amsterdam, Warmoesstraat 145, Deventer, december 2004.

Bureau Monumenten & Archeologie,
Monumenten & Archeologie Amsterdam: Deel 3, Amsterdam, Jaarboek 2004.

Bureau Monumenten & Archeologie,
Cursus Restauratietechniek, Amsterdam, 2004.

Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs BV,
Rapport 20012204-4: Milieutechnisch onderzoek "Blaauwlakenblok" te Amsterdam; Berekeningen ebergueorestatuecoëfficiënt en geluidwerende voorzieningen, Rotterdam, 15 maart 2002.

Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs BV,
Rapport 20012204-5: Milieutechnisch onderzoek "Blaauwlakenblok" te Amsterdam; Berekening energieprestatiecoëfficiënt en geluidwerende voorzieningen, Rotterdam, 4 april 2002.

Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs BV,
Rapport 20012204-6: Milieutechnisch onderzoek "Blaauwlakenblok" te Amsterdam; Berekeningen en adviezen voor de woning aan de Sint Jansstraat 27, Rotterdam, 6 augustus 2002.

Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs BV,
Rapport 20012204-7: Project "Blaauwlakenblok" te Amsterdam; Bepaling energieprestatiecoëfficiënt nulsituaties, Rotterdam, 22 augustus 2002

Nederhoed, P.,
Helder rapporteren, 7^e druk, Houten/Diegem, 2000.

Nederlandse Normalisatie-instituut,
NEN 5128 Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Bepalingsmethode, Delft, maart 2003.

Rijksdienst voor de Monumenten zorg,
Informatie brochure nr. 27 Duurzame Monumentenzorg, Amsterdam, november 2001.

Stichting ISSO,
Thermische behaaglijkheid: Eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen, Rotterdam, maart 2004.

De Wit, M.J.,
Scriptie: Het aanpassen van monumentale vensters, Utrecht, mei 2004.

Van der Linden e.a.,
Bouwfysica, Leiden, 1996.

Vereniging voor Studie- en Studentenbelangen te Delft, *Bouwfysica 1; Vakgroep Bouwfysica, Delftse Universitaire Pers, tweede druk 1990,...,1997.*

Zantkuikl, H.J.,
Bouwen in Amsterdam, 2^e druk, Amsterdam, januari 1994.

Internetsites:

- www.ruysdael.com
- www.metaglas.nl
- www.monumenten.nl
- www.bma.amsterdam.nl
- www.dubo-centrum.nl
- www.doschawol.nl
- www.tonzon.nl



1. Nationaal pakket duurzaam bouwen

versie: januari 2005

Gebouwtype:
eengezinswoning

Spec.nr	Omschrijving	Vast	Variabel	Milieuthema's					
				Energie	Binnenmilieu	Materialen	Omgevingsmilieu	Water	Diversen
B005	Hef koudebruggen op		V	X	X				
B007	Pas geen open trap in de woonkamer toe		V	X	X				
B008	Bied de mogelijkheid voor een gesloten keuken aan		V	X	X				
B009	Neem een tochtportaal op		V	X	X				
B011	Zet galerij, loggia of balkon dicht met (enkel) glas		V	X	X	X			
B012	Maak warmteweerstand begane grondvloer $R_c \geq 3 \text{ m}^2\text{.K/W}$	V		X	X				
B013	Maak warmteweerstand gesloten geveldelen $R_c \geq 3 \text{ m}^2\text{.K/W}$		V	X					
B014	Maak warmteweerstand hellend dak $R_c \geq 3 \text{ m}^2\text{.K/W}$		V	X					
B015	Maak warmteweerstand plat dak $R_c \geq 3 \text{ m}^2\text{.K/W}$	V	V	X					
B016	Gebruik HR++-glas met $U \leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{.K}$ in alle verwarmde ruimten	V	V	X	X				
B018	Isoleer scheidingsconstructies tussen een verwarmd gebied en een onverwarmd gebied op een niveau $R_c \geq 2 \text{ m}^2\text{.K/W}$			X	X				
B019	Pas verbeterde kierdichting toe bij bewegende delen in kozijnen	V	V	X	X				
B020	Breng een brievenbus met verbeterde tochtwerendheid aan	V	V	X	X				
B022	Isoleer kruipruimten en zorg voor een goede afdichting	V		X	X				
B024	Pas individuele registratie van het energiegebruik toe		V	X					
B026	Pas beheer op afstand toe (telebeheer) bij blokverwarming		V	X					
B029	Zorg voor een ruimte in of bij de woning waar was gedroogd kan worden		V	X					
B031	Plaats een verhoogd aandeel van het glasoppervlak dichtbij het plafond		V	X					
B032	Maak het ontwerp geschikt voor het gebruik van actieve zonne-energie		V	X		X			
B033	Plaats een zonneboilerinstallatie		V	X					

B036	Voorzie in een warmwataansluiting voor een vaatwasmachine	V	X			
B037	Pas een lage-temperatuurverwarmingssysteem toe	V	X	X		
B039	Gebruik een cv/warmwatertoestel met lage NOx-emissie	V	X			
B040	Gebruik een ketel met een zeer hoog rendement	V	X			
B041	Zorg voor aansluiting op een warmtedistributienet	V	X			
B042	Isoleer cv- en distributieleidingen	V	X			
B043	Pas een gesloten warmwatertoestel toe	V	V	X	X	
B046	Pas energiezuinige ventilatoren toe	V	V	X		
B048	Pas energiezuinige verlichting toe	V	V	X		
B049	Breng ventilatie op niveau Bouwbesluit (nieuwbouw)	V	V		X	
B050	Optimaliseer het ontwerp op leidinglengtes	V	X		X	X
B051	Pas geprefabriceerde producten toe	V	V		X	
B053	Voer ramen uit in hardglas	V	V		X	
B054	Beperk de hoeveelheid en onderhoudsfrequentie van het schilderwerk	V	V	X	X	
B056	Maak verbindingen bereikbaar en demontabel	V	V		X	
B063	Pas, indien verkrijgbaar, duurzaam geproduceerd hout toe	V	V		X	
B064	Stem de duurzaamheidsklasse van hout af op de toepassing	V	V		X	
B065	Gebruik geen producten die (H)CFK's bevatten	V	V		X	
B066	Gebruik voor gipstoepassingen binnen: rogips of natuurgips	V	V	X	X	
B067	Gebruik afwerkmaterialen met een lage emissie naar het binnenmilieu	V	V	X		
B069	Verduurzaam stalen bouwproducten uitsluitend wanneer dit aantoonbaar noodzakelijk is	V	V		X	
B071	Pas alleen PVC toe waarvan de kringloop gesloten wordt	V	V		X	
B072	Hergebruik bouwcomponenten	V	V		X	
B073	Gebruik voor beton waar dit technisch mogelijk is, klinkerarme cementsoorten	V	V		X	
B074	Indien gebruik wordt gemaakt van beton, gebruik dan waar mogelijk betongranulaat als grindvervanger	V	V		X	X
B076	Gebruik ontkistingsmiddelen op plantaardige basis of biologisch afbreekbare middelen op minerale basis; gebruik deze producten zuinig	V	V		X	
B077	Gebruik voor metselwerk een schelpkalk(basterd)mortel of een cementmortel met een gering portlandklinkergehalte	V	V	X	X	
B081	Pas voor totale houtverduurzaming milieubewuste methoden toe	V	V		X	
B098	Gebruik waar mogelijk halfverharding	V	V		X	X
B116	Pas een prefab begane grondvloer toe	V	V		X	
B132	Gebruik voor buitenafwerking gevel: metselwerk of hout (conform 063/064/072)	V	V		X	
B146	Stem de uitvoering van niet-dragende wanden af op eisen ten aanzien van veranderbaarheid	V	V		X	

	en toekomstig hergebruik				
B170	Pas in buitengevels montagekozijnen toe	V		X	
B171	Houd bij de materiaalkeuze voor kozijnen in buitengevels rekening met de toepassingscondities	V		X	
B172	Pas kozijnreparatie toe bij beperkt aangetaste houten kozijnen	V		X	
B177	Gebruik raamdorpels bestaande uit keramische elementen, staalplaat, natuursteen, gegoten composietsteen of prefab beton (conform 074)	V		X	
B193	Gebruik als binnendeur hardboard met honingraatvulling van karton, massief spaanplaat (conform 414), multiplex of hout (conform 063/064)	V		X	
B195	Laat onderdorpels bij binnendeuren weg of vervaardig deze van hout (conform 063/064)	V		X	
B208	Maak puibekleding van vernieuwbare grondstof of recyclebaar materiaal	V		X	
B225	Indien stalen trappen en balustraden worden voorzien van een gekleurde afwerklaag: gebruik een poedercoating	V		X	
B237	Gebruik voor kiezelbakken, uitlopen e.d. producten met een beperkte emissie naar regenwater	V		X	
B239	Gebruik dorpels van natuursteen, keramische tegels of gegoten composietsteen bij natte ruimten	V		X	
B248	Gebruik als naaddichting: PE-rolband of EPDM-rubber; gebruik als kierdichting bij raam- en deuraansluitingen: EPDM- of EPT-rubber; gebruik achter aftimmerlatten: PE-band	V	X	X	
B252	Gebruik als elastische kit: siliconenkit of polysulfidekit; gebruik als elastisch-plastische kit: watergedragen acrylaatkit	V		X	
B257	Gebruik voor pleisterwerk binnen: gips (conform 066) of kalk	V		X	
B261	Gebruik voor tegelwerk op vloeren oplosmiddelvrije vloertegelbevestiging	V		X	
B265	Gebruik voor tegelwerk op wanden oplosmiddelvrije wandtegelbevestiging	V		X	
B267	Indien een dekvloer wordt toegepast, vervaardig deze dan van gips (anhydrietvloer)	V		X	
B269	Werk badkamer- en toiletvloer met tegels af	V		X	
B278	Gebruik als beplating voor wand- of plafondsysteem: gipsvezelplaat of gipskartonplaat	V		X	
B291	Gebruik voor schilderwerk hout buiten: oplosmiddellarm verfsysteem	V		X	X
B296	Gebruik voor voorbehandeling op steenachtige ondergrond: watergedragen voorstrijk- of impregneermiddel	V	X	X	X
B300	Indien muurverf noodzakelijk is, gebruik minerale verf of oplosmiddelvrije dispersieverven	V	X	X	X

B318	Pas een onbeklede, buiten de gevel hangende, dakgoot toe	V		X		
B354	Beperk het gebruik van eenmalig verpakkingsmateriaal	V		X		
B366	Pas bij platte daken een optimale bevestigingsmethode van het dakbedekkingssysteem toe	V		X		
B369	Streef naar 'schuim- en kitarme' detaillering	V		X		
B371	Scheid bouwplaatsafval in zoveel mogelijk relevante fracties	V		X		
B378	Breng individuele watermeters aan bij meerdere gebruikers in één gebouw	V	X			X
B383	Pas waterbesparende maatregelen toe	V	X			X
B384	Realiseer korte wachttijden voor warm tapwater	V	X			X
B386	Tref verdergaande waterbesparende voorzieningen	V	X			X
B392	Handhaaf en benut natuurlijke, landschappelijke en cultuurhistorische elementen en structuren	V			X	
B393	Voorzie in een nestelgelegenheid voor vleermuizen en/of vogels	V			X	
B395	Maak tuinafscherming/privacyschermen door middel van beplanting, gevlochten scherm of hout, duurzaamheidsklasse 3/4; gebruik perkoenpaaltjes van niet-verduurzaamd hout, duurzaamheidsklasse 4	V		X		
B401	Neem een GFT-afvalvoorziening in de keuken op	V		X		
B404	Plaats een compostbak in de tuin	V		X	X	
B409	Zorg voor verbeterde geluidsisolatie tussen verblijfsruimten	V	X			
B410	Verhoog de geluidswering tussen woningen	V	X			
B411	Beperk het geluidsniveau van installaties	V	X			
B417	Pas geïntegreerde buitenzonwering toe bij intensief gebruik van passieve zonne-energie	V	X	X		
B418	Maak het gebouw geschikt voor meerdere programma's	V		X		
B420	Maak toilet en badruimte geschikt voor aanpassing voor mindervaliden	V		X		
B429	Voorzie in uitbreidingsmogelijkheden voor telefoon, data en elektra	V		X		
B430	Zorg voor integrale toegankelijkheid	V		X		
B436	Zorg voor sociale veiligheid	V		X		X
B437	Pas ramen en deuren toe met verhoogde inbraakwerendheid	V		X		
B443	Lever een gebruikershandleiding mee	V	X	X	X	X
B444	Gebruik als bedekking voor platte daken dakbedekkingssystemen met een lange levensduur	V		X		
B445	Plaats een regenton	V				X
B450	Maak een overdekte fietsenberging	V	X	X		X
B451	Gebruik een thermostatische mengkraan voor de douche	V	X			X
B452	Vervang loden leidingen	V	V	X		X

B455	Houd bij detaillering kozijnen rekening met de mogelijkheid van (terug)plaatsen van zonwering	V		X	X	
B456	Vervang lichte borstweringen door metselwerk	V		X		X
B457	Laat overbodige tuindeuren vervallen	V		X		X
B459	Beperk transmissieverlies / oververhitting veroorzaakt door onevenredig groot glasoppervlak in de gevel	V		X	X	
B462	Behandel bouwdelen die optrekkend vocht vertonen	V		X	X	X
B463	Maak de berging van hout (conform 063/064/072) of metselwerk	V				X
B464	Maak de gevel schoon met water of gritstralen bij lage druk	V				X
B465	Repareer beton met een mineraal middel	V				X
B467	Herstel bestaande dakbedekking	V				X
B468	Verhoog luchtdichtheid begane grondvloer	V	V		X	
B469	Verbeter vochtwering vanuit de kruipruimte	V	V	X	X	X
B470	Verbeter vochtwering van massieve steenachtige gevels	V	V	X	X	X
B471	Gebruik indien mogelijk vernieuwbare grondstoffen	V				X
B472	Pas gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning toe	V		X	X	
B473	Pas zelfregelende ventilatioeroosters toe	V		X	X	
B478	Plaats een zonnecelinstallatie	V		X		
B479	Plaats een zonnecelinstallatie met extra vermogen	V		X		
B482	Maak een serre aan de woning buiten de thermische schil	V		X	X	
B485	Gebruik houten buitendeur (conform 063/064/072)	V				X
B491	Pas een klokthermostaat en radiatorthermostaatkranen toe	V		X	X	
B501	Gebruik bij voorkeur producten waarvan de kringloop gesloten wordt	V				X
B601	Beperk permanente verliezen van warm tapwater	V		X		
B612	Maak voor ventilatoren en pompen gebruik van een (elektronische) toerenregeling	V		X		
B733	Pas warmteregeling op ruimteniveau toe	V		X	X	
B734	Koppel de hemelwaterafvoer af van het rioleringsstelsel	V				X

2. Geschiedenis & Grenswaarden Behaaglijkheid

Door de moeilijke definitie van behaaglijkheid zijn er moeilijk eisen te stellen aan grenswaarden. Door de jaren heen heeft men de eisen telkens weer bijgesteld en ontdekt dat voor de behaaglijkheid binnen in een gebouw veel factoren meetellen.

Eind jaren '70 werden door de Rijksgebouwendienst (Rgd) uitgangspunten voor *'binnenklimaatcondities in kantoorruimten van nieuwe gebouwen'* opgesteld. Voor die tijd werd voornamelijk gewerkt met lijstjes van aanbevolen binnen(lucht)temperaturen. Echter wordt de thermische beleving van de mens niet alleen door de luchttemperatuur bepaald, maar ook door een aantal andere factoren, zoals al eerder genoemd. Dit was de uitkomst van een aantal verschillende onderzoekers die via thermosfysiologische mensmodellen, hulpmiddelen aanreikten om meer vat te krijgen op de thermische randvoorwaarden die de mens in zijn werkomgeving worden geboden.

Bij het vaststellen van de uitgangspunten heeft men gebruik gemaakt van de inzichten van Fanger. Met Fanger's op grond van Klimaatkameronderzoek opgestelde thermosfysiologisch mensmodel kon thermische behaaglijkheid worden voorspeld op grond van de combinatie van luchttemperatuur, stralingstemperatuur, luchtvochtigheid en luchtsnelheid in de werkvertrekken, samen met de kledingsweerstand en het activiteitsniveau van de gebouwgebruikers. Hierbij wordt de thermische behaaglijkheid uitgedrukt in PMV. Bij dit model van Fanger gaat men uit van de gemiddeldethermische sensatie van een grote groep. De individuele thermische sensatie kan hier sterk vanaf hangen.

In de jaren '70 heeft men bepaald dat de grenzen van een 'goed' binnenklimaat ($-0,5 < PMV < 0,5$) maximaal gedurende 10% van de arbeidstijd mag worden overschreden. Dit heeft nadrukkelijk te maken met de algemene thermische behaaglijkheid. Als men in de praktijk kijkt, ziet men dat er ook sprake is van plaatselijke onbehaaglijkheid door (koude)straling, te grote temperatuurgradiënten, lage oppervlaktetemperaturen van de vloer en tocht. Voor bovenstaande punten zijn ook richtwaarden gegeven om tot een goed ontwerp te komen. Als men binnen de voor deze onbehaaglijkheid gestelde eisen blijft, mag men aannemen dat de algemene thermische behaaglijkheid in orde is.

In de tweede helft van de jaren '80 ontdekte men dat er een groot verschil is in de kwaliteit van de thermische behaaglijkheid tussen type gebouwen. Het klimaat zal in thermische massa, in 'lichte' gebouwen slechter zijn dan in 'zware' gebouwen. Door deze ontdekking heeft de Rijksgebouwendienst een criterium ontwikkeld, gebaseerd op 'gewogen temperatuuroverschrijdingsuren' (GTO).

Hierbij heeft men het aantal overschrijdingsuren onderzocht dat een 'goed' binnenklimaat representeert. Deze GTO-indicator is vooral geschikt tijdens de ontwerpfase. Het begrip GTO-uren is nogal abstract waardoor in de communiceerbaarheid van deze indicator matig is. Aangezien bij GTO-uren geen rekening wordt gehouden met psychologische adaptatie in gebouwen, met te openen ramen en veel gebruikersinvloed is de GTO-indicator minder geschikt voor dit soort gebouwen.

In het bouwbesluit staan door het moeilijk vaststellen van waardes voor de behaaglijkheid, geen directe eisen ten aanzien van thermische behaaglijkheid. Zo staan er geen maximaal toelaatbare temperaturen of zonwerende voorzieningen in beschreven. Eisen die wel gesteld worden in het bouwbesluit en die indirect de temperatuur beïnvloeden zijn: eisen ten aanzien van de luchtdichtheid en thermische isolatie van uitwendige scheidingsconstructie en de verplichte hoeveelheid basisventilatie.

In de Arbo-wetgeving wordt in het Arbo-besluit gesteld dat het binnenklimaat op de arbeidsplaats geen schade aan de gezondheid van de werknemers mag veroorzaken. En dat het klimaat op de arbeidsplaats zo behaaglijk en gelijkmatig moet zijn als redelijkerwijs mogelijk is. Nu betreft dit onderzoek woonhuizen, waardoor de Arbo-wetgeving niet van toepassing zal zijn, maar doordat men toch lichamelijke activiteiten in huis uitoefent is dit toch een punt om rekening mee te houden.

Verder zijn er nog de NEN-EN-ISO 7730¹ (zie bijlage 3) en de NPR-CR 1752² waar eisen gesteld worden aan de thermische isolatie. Deze laatste is de Europese norm die de grenswaarde aangeeft voor thermische behaaglijkheid, luchtkwaliteit en geluid.

¹ Gematigde thermische binnenomstandigheden.

² Ventilatie van gebouwen – ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden.

3. NEN normen

3.1 NEN 5128

5 Methode voor de bepaling van de energieprestatie

5.1 principe

De energieprestatie wordt uitgedrukt in de energie- prestatiecoëfficiënt EPC.

Naast de energieprestatie, uitgedrukt in energie- prestatiecoëfficiënt EPC wordt ook de totale jaarlijkse CO₂-emissie bepaald.

De EPC wordt bepaald door het berekend jaarlijks verbruikt van fossiele brandstoffen voor verwarming, ventilatie, bereiding van warmtap water, verlichting en koeling te delen door een genormeed verbruik.

In de hoogte van dit genormeerde gebruik wordt rekening gehouden met het gegeven dat grote woonfuncties of woongebouwen bij gelijke keuze van technische maatregelen meer energie gebruiken. Ook wordt rekening gehouden met het gegeven dat een woonfunctie of woongebouw met relatief meer verliesgevend oppervlak (minder compact) bij gelijke keuze van technische maatregelen meer warmteverlies door transmissie heeft. In principe is een correctiefactor nodig in verband met aansluiting op EPC-waarden die met de vorige versie van deze norm zouden zijn verkregen.

5.2 Rekenregels

Bepaald de EPC van een woonfunctie of woongebouw als volgt:

$$EPC = \frac{Q_{pres;tot}}{330 \times A_{g;woon} + 65 \times A_{verlies}} \times \frac{1}{CEPC}$$

EPC	is de EPC van de woonfunctie of het woongebouw
$Q_{pres;tot}$	is de getalswaarde van het karakteristieke energiegebruik in MJ,
$A_{g;woon}$	is de getalswaarde van de gebruiksoppervlakte van de woonfunctie of het woongebouw in m ² ,
$A_{verlies}$	is de getalswaarde van de totale verliesoppervlakte van de woonfunctie of het woongebouw in m ² ,
CEPC	is de getalswaarde van de correctie ten opzichte van de vorige versie van deze norm.

Rond het resultaat naar boven af tot op twee decimalen achter de komma.

3.2 NEN-EN-ISO 7730

1 Onderwerp en toepassingsgebied

Het doel van deze internationale norm is:

- a) om een methode aan te geven om de thermische gewaarwording en de mate van onbehaaglijkheid (thermische ontevredenheid) te voorspellen van personen die aan gematigde binnenomstandigheden worden blootgesteld, en,
- b) om aanvaardbare thermische randvoorwaarden voor de behaaglijkheid aan te geven.

Deze internationale norm is van toepassing op gezonde mannen en vrouwen. Zij was oorspronkelijk gebaseerd op studies met Noord-Amerikanen en Europese personen maar komt ook goed overeen met recente onderzoeken van Japanse personen blootgesteld aan gematigde thermische omstandigheden.

De norm wordt geacht met voldoende nauwkeurigheid toepasbaar te zijn in de meeste delen van de wereld maar etnische en nationaal geografische afwijkingen kunnen optreden en vereisen verder onderzoek. De norm is van toepassing op personen in binnenomgevingen waar het doel is thermische behaaglijkheid te verkrijgen, of binnenomgevingen waar gematigde afwijkingen van behaaglijkheid optreden. Bij extreme binnenomstandigheden zijn andere Internationale Normen van toepassing. Afwijkingen kunnen optreden voor zieke en gehandicapte personen. Deze internationale norm mag worden gebruikt om nieuwe ruimten te ontwerpen of om inzicht te krijgen in bestaande binnenomstandigheden.

De norm is opgesteld voor werkomgevingen maar kan voor elk soort omgeving worden toegepast.

Voorspelde gemiddelde uitspraak (PMV)

3.1 Bepaling

De PMV is een rekengrootheid die de gemiddelde waarde voorspelt van de waardering van een grote groep personen die een uitspraak doen over de thermische gewaarwording van hun omgeving aan de hand van de volgende 7 puntsschaal:

- | | |
|----|----------------|
| +3 | heet |
| +2 | warm |
| +1 | enigszins warm |
| 0 | neutraal |
| -1 | enigszins koel |
| -2 | koel |
| -3 | koud |

De PMV-waarde kan worden bepaald als het activiteitsniveau (metabolisme) en de kleding (thermische weerstand) worden geschat, en wanneer de volgende omgevingsgrootheden worden gemeten: luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, relatieve luchtsnelheid en partiele waterdampdruk.

De PMV-waarde is gebaseerd op de warmtebalans van het menselijke lichaam. De mens is in thermisch evenwicht als de inwendige warmteproductie in het lichaam gelijk is aan het warmteverlies naar de omgeving.

In een gematigd thermisch binnenklimaat zal het thermoregulatiesysteem van de mens automatisch proberen de huidtemperatuur en de zweetafscheiding aan te passen om de warmtebalans in evenwicht te houden. In de PMV-waarde is de fysiologische reactie van het thermoregulatiesysteem statisch gerelateerd aan de uitspraak over de thermische gewaarwording van meer dan 1300 personen.

De PMV-waarde is afgeleid voor stationaire situaties, maar kan eveneens worden gebruikt indien een of meer variabelen met een niet al te grote amplitude fluctueren, op voorwaarde dat gewogen gemiddelden over het voorgaande uur worden beschouwd.

3.2 Toepassingen

De PMV-waarde kan worden gebruikt om na te gaan of een gegeven binnenklimaat in overeenstemming is met de behaaglijkheidcriteria.

De PMV-waarde kan ook worden gebruikt om ruimere behaaglijkheidsgrenzen op te stellen, in ruimten met behaaglijkheidcriteria die minder strikt zijn.

Door de PMV gelijk aan nul te stellen, wordt een vergelijking opgesteld die de combinatie van activiteitsniveau, kleding en omgevingsgrootheden dusdanig voorspelt, dat daarmee een thermisch neutrale gewaarwording wordt verkregen.

4. Artikels Bouwbesluit 2003 & Monumentenwet 1988

Artikel 1.12¹

“Indien voor het geheel of gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een monument als bedoeld in de monumentenwet 1988 of in een provinciale of gemeentelijke monumentenverordening, een vergunning ingevolge die wet of verordening is verleend, is, voorzover een aan die vergunning verbonden voorschrift afwijkt van een voorschrift van dit besluit, uitsluitend het aan die vergunning verbonden voorschrift van toepassing.”

Artikel 11²

1. *Het is verboden een beschermd monument te beschadigen of te vernielen.*
2. *Het is verboden zonder of in afwijking van een vergunning:*
 - A *Een beschermd monument af te breken, te verstoren, te verplaatsen of in enig opzicht te wijzigen;*
 - B *Een beschermd monument te herstellen, te gebruiken of te laten gebruiken op een wijze, waardoor het wordt ontsierd of in gevaar gebracht.*

Artikel 56

1. *Hij die opzettelijk handelt in strijd met artikel 11, met artikel 37, eerste lid, of met een maatregel getroffen op grond van artikel 49, eerste lid, wordt gestraft met een gevangenisstraf van een jaar of een geldboete van de vijfde categorie.*
2. *Hij die opzettelijk handelt in strijd met een der artikelen 39, eerste lid, en 47, eerste lid, wordt gestraft met een gevangenisstraf van een jaar of een geldboete van de vijfde categorie.*
3. *De feiten zijn misdrijven.*

¹ Bouwbesluit 2003

² Monumentenwet 1988

5. Programma van Eisen kwaliteit en Monumenten

Algemeen

- Uitgangspunt
 - De aanwezige monumentale waarden zijn samen met de technische en fysische condities van het monument bepalend voor de mogelijk te nemen energiebesparende maatregelen. Indien een maatregel of voorziening de monumentaliteit aantast of de technische conditie van het monument ondermijnt zal van de maatregel of voorziening moeten worden afgezien of met een minder niveau genoeg worden genomen.
- Uitvoeringseisen
 - Middels een fysische berekening zal moeten worden aangetoond dat het pakket van maatregelen verenigbaar is met het monument.
- Aanwijzingen
 - Het is van belang dat de te nemen maatregelen op elkaar zijn afgestemd. Er zijn maatregelen denkbaar waarvan het doorvoeren in wezen vanuit monumentaal oogpunt niet bezwaarlijk zou zijn, maar die in combinatie de thermische of fysische balans verstoren.
 - Naast de reguliere isolerende beglazing en isolatiematerialen zijn er diverse producten in de handel met redelijke of goede isolerende eigenschappen die, bijvoorbeeld door een geringere dikte, een oplossing zouden kunnen bieden voor problemen die zich voordoen bij het na-isoleren van monumenten. De materiaal en systeemkeuze kunnen mede bepalend zijn voor de mogelijkheden en de energiebesparende resultaten.
- Toelichting
 - De wens tot het isoleren van monumenten leidt vaak tot problemen. Aangezien monumentale gebouwen thermisch lek zijn zullen koudebruggen, bijvoorbeeld bij vloeren en stabiliteitswanden, onvermijdelijk zijn. Hierdoor kan inwendige condensatie optreden vaak juist bij balkopleggingen en gevelankers wat tot ernstige schade leidt.

Ramen

- Uitgangspunt
 - Isolerende beglazing is niet toegestaan, tenzij er geen monumentale waarden in het geding zijn.
- Uitvoeringseisen
 - Indien de afmeting van het bestaande raamhout voldoende is om het verantwoord aan te brengen is isolerende beglazing mogelijk.
 - Indien de zwaarte van het raamhout niet toereikend is kan tot aanpassing of vervanging worden overgegaan als de bestaande ramen geen monumentale waarden vertegenwoordigen en/of in die mate in slechte technische staat verkeren dat ze niet zijn te handhaven.
 - Indien isolerende beglazing niet inpasbaar is, zal voor een ander oplossing, zoals een achterzetconstructie gekozen moeten worden.
 - Indien een bestaand raam geen monumentale waarden vertegenwoordigt zal het nieuwe raam in detaillering en materiaal moeten aansluiten bij het monument.
 - Indien een raam wel monumentale waarden vertegenwoordigt maar, onherstelbaar aangetast is, kan isolerende beglazing worden toegepast, mits het uiterlijk en de detaillering van het bestaande raam verenigbaar zijn met isolerende beglazing. Hierbij moet het aanzicht, de dagmaten, negge, zwaarte, en detaillering vanaf de buitenzijde ongewijzigd blijven, tenzij het interieur belangrijke monumentale waarden vertegenwoordigt, dan zal ook aan de binnenzijde het uiterlijk ongewijzigd moeten blijven.
 - Het bestaande raamsysteem moet gehandhaafd worden. Draaikiepramen zijn in beginsel niet toegestaan.
 - De bestaande kozijnen mogen niet ingrijpend worden aangepast of vervangen ten behoeve van tocht dichtingsvoorzieningen of geleidingssystemen.
 - Schijnroeden of roedeverzwaringen zijn niet toegestaan.
 - Oud glas en glas-in-lood ramen moeten worden gehandhaafd. Glas-in-loodramen mogen niet in de luchtpouw van dubbel glas worden aangebracht.
 - Bij het toepassen van dubbele beglazing dienen de afstandsprofielen te worden uitgevoerd in kleur of met een zwarte rubberkern in plaats van metaal.
 - Indien een raam wel monumentale waarden vertegenwoordigt en niet om technische redenen vervangen hoeft te worden en/of

de detaillering niet verenigbaar is met isolerende beglazing zal er voor een Achterzetraam gekozen moeten worden.

- Met een Achterzetraam wordt een raam aan de binnenzijde bedoeld. Isolerende voorzieningen aan de buitenzijde zijn niet toegestaan.
- Indien een interieur belangrijke monumentale waarden vertegenwoordigt, is een Achterzetraam in beginsel niet toegestaan.
- Een Achterzetraam mag onderdeel uitmaken van een volledige achterzetwand (zie §8.2 Gevels)
- De detaillering en de onderverdeling van het Achterzetraam mag niet detoneren met het monumentale raam.
- De ruimte tussen het raam en het Achterzetraam dient met buitenlucht geventileerd te worden, op een zodanige wijze dat de monumentale onderdelen niet materiaaltechnisch of visueel worden aangetast.
- Bij het toepassen van isolerende beglazing is een monumentenvergunning vereist
- Aanwijzingen
- Onder isolerende beglazing wordt zowel dubbel glas als gelaagd glas met isolerende eigenschappen verstaan.
- Getrokken glas heeft de voorkeur ten opzichte van floatglas.
- Indien het raam omwille van het aanbrengen van isolerende beglazing aangepast mag worden, kan voor een binnen beglazingssysteem worden gekozen. Buitenbeglazing geplaatst in de stopverf geniet de voorkeur.
- Het aanbrengen van isolerende beglazing heeft geen effect zonder een verbetering van de kierdichting. De aanwezige monumentale waarden kunnen er toe leiden dat geen voorzieningen mogelijk zijn.

Glas

- Uitgangspunten
 - Historisch glas dient zoveel mogelijk gehandhaafd te blijven.
 - Bij het aanbrengen van beschermende beglazing bij glas-in-lood vensters moet de ventilatie tussen het glas gewaarborgd zijn, waarbij de minimale afstand tussen het glas 45 mm bedraagt. Gebrandschilderd glas-in-lood mag in overleg met BMA in een zogenaamde museale opstelling geplaatst worden. De beschermende beglazing dient te zijn ontspiegeld.
 - Het gebruik van siliconenkit bij glas-in-lood is niet toegestaan.

- Bij gebrandschilderd glas mogen alkalische of ionogene reinigingsmiddelen niet worden gebruikt.
- Uitbuikend glas-in-lood mag niet In Situ vlak worden geduwd.
- Aanwijzingen
 - Getrokken glas heeft de voorkeur ten opzichte van floatglas.
 - Bij het aanbrengen van de door de Wet Geluidshinder vereiste voorzieningen tegen geluidsoverlast, gelden dezelfde voorwaarden als bij het nemen van thermische isolerende maatregelen.

Gevels

- Uitvoeringseisen
 - Het aanbrengen van isolatiemateriaal mag geen fysische veranderingen tot gevolg hebben die schade aan het monument toebrengen.
 - De isolatie van de wanden moet afgestemd zijn op het totale pakket van isolatievoorzieningen. Een in verhouding tot de overige isolatievoorzieningen relatief dik isolatiepakket kan tot schade leiden.
 - Voorzetwanden en binnen isolatiesystemen mogen niet worden toegepast als monumentale interieuronderdelen worden aangetast of aan het zicht onttrokken, zoals lambriseringen, wandbespanningen, monumentale plafonds en plafondlijsten.
 - Buiten isolatiesystemen zijn niet toegestaan.
 - Indien strijk balken en strijkspanten dermate dicht op de gevel liggen (> 25 mm) dat er niet afdoende isolatiemateriaal tussen het constructieonderdeel en de buitenwand kan worden aangebracht, of monumentale plafonds verhinderen dat de isolatievoorziening kan worden doorgezet moet van de isolerende maatregel worden afgezien. Een strijkspant of strijk balk mag in beginsel niet verplaatst worden, tenzij de gevolgen voor de monumentale waarden beperkt zijn. Indien er sprake is van een houtskelet, moer en kinderbint- constructie, of anderzijds bijzondere historische constructies is het verplaatsen van onderdelen uitgesloten.
 - Een strijk balk of strijkspant mag niet aan de "koude" zijde van de isolatie komen.
 - Bij het toepassen van binnenisolatie moet ter voorkoming van inwendige condensatie aan de "warme"zijde een dampremmende folie worden aangebracht.

-
- Toelichting
 - De wens tot het isoleren van buitenmuren leidt vaak tot problemen. Aangezien monumentale gebouwen thermisch lek zijn zullen koudebruggen, bijvoorbeeld bij vloeren en stabiliteitswanden, onvermijdelijk zijn. Hierdoor kan inwendige condensatie optreden, vaak juist bij balkopleggingen en gevelankers het geen tot ernstige schade leidt.

Vloeren

- Uitvoeringseisen
 - Bij monumentale interieurs, waarvan de ruimte een eenheid vormt, is een verlaagd plafond niet toegestaan.
 - Voor het aanbrengen van isolerende voorzieningen mogen geen monumentale onderdelen, zoals vloeren of plafonds, verwijderd of ontmanteld worden.
 - Verlaagde plafonds moeten zodanig zijn aangebracht dat de bevestigingsmiddelen eventuele monumentale onderdelen niet aantasten en installaties, zoals elektrische leidingen, niet door monumentale onderdelen, bijvoorbeeld balken, worden doorgevoerd.
 - Verhoogde of zwevende vloeren mogen niet leiden tot het inkorten van monumentale deuren.
 - Verhoogde en zwevende vloeren mogen niet leiden tot het aanpassen of verplaatsen van monumentale trappen.
 - Monumentale onderdelen, zoals lambriseringen of plinten die onderdeel zijn van het interieur, mogen niet in het geheel of gedeeltelijk door verhoogde vloeren aan het zicht onttrokken worden.
- Aanwijzingen
 - Een warmdak constructie heeft de voorkeur boven een kouddak constructie.

6. Isolatie pakketten Blaauwlakenblok

De varianten die men binnen het Blaauwlakenblok heeft onderzocht ten behoeve van een lage EPC zijn:

2. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer van ventilatielucht: geen warmte terugwinning mogelijk. De maatregel wordt gecombineerd met vrij dikke isolatiepakketten, thermisch en akoestisch goed isolerende beglazing en HR-verwarmingsketels.
3. Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en HR-ketels. Isolatiepakketten worden dan minder zwaar uitgevoerd.
 - a. Toepassing van zonneboilers en HR-ketels.
 - b. Toepassing van PV-cellen en HR-ketels
4. Gebalanceerde ventilatie in combinatie met warmtepompen ten behoeve van ruimteverwarming en warm tapwater.

Om de EPC te verlagen ging het ingenieursbureau uit van de volgende waarden:

- De warmteweerstand van de vloerconstructie, vloer/dak entree, houten dak- en vloerconstructies met $R_c = 0,16 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ voor steens metselwerk
- Ruimteverwarming door middel van lokale gasverwarming,
- Enkele beglazing met een U-waarde van $U\text{-glas} = 5,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ en $U\text{-raam} = 5,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- De warmtedoorgangscoefficiënt van kozijnen met deuren zonder lichtdoorlatende delen bedraagt $U\text{-deur} = 3,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,
- De luchtdoorlatendheid (infiltratie) van de woningen bedraagt $0,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ per m^2 vloeroppervlakte
- Luchtverversing wordt gerealiseerd door een volledig natuurlijk ventilatiesysteem
- Warm tapwater door middel van geisers
- De uitgangspunten van bouwkundige en installatietechnische gegevens zijn:
 - Infiltratie: $q_v;10\text{-}$ waarde wordt indicatief door een rekenprogramma aangegeven,
 - Verlichtingsvermogens worden forfaitair vastgesteld
 - Geen zonwering toegepast
 - Voor deuren met een glaspercentage van 65% of meer wordt een U-deur aangehouden zoals de waarde van het raam
 - Voor dichte deuren geldt een warmtedoorgangscoefficiënt van $U\text{-deur} 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. in sommige gevallen wordt

gerekend met geïsoleerde deuren met een warmtedoorgangscoefficiënt van $U\text{-deur} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

De isolatiepakketten die door het ingenieursbureau zijn samengesteld voor de 5 panden in het Blaauwlakenblok zijn:

- **Pakket A**
 - De warmtedoorgangscoefficiënt van de dubbele beglazing inclusief kozijnen bedraagt $U\text{-raam} = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Zontoetredingsfactor dubbele beglazing in de gevels bedraagt $ZTA = 0,60$
 - Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer van ventilatielucht
 - Centrale verwarming en opwekking van warm tapwater middels HR-ketels
- **Pakket B**
 - De warmtedoorgangscoefficiënt van de dubbele beglazing inclusief kozijnen bedraagt $U\text{-raam} = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$. hiertoe dient een beglazing toegepast te worden met een U-waarde van $1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (HR++)
 - Zontoetredingsfactor dubbele beglazing in de gevels bedraagt $ZTA = 0,60$
 - Mechanische toevoer en afvoer van ventilatielucht (90% rendement warmteterugwinning)
 - Centrale verwarming en opwekking van warm tapwater middels HR-ketels
- **Pakket B2**
 - Toepassing van $2,7 \text{ m}^2$ zonneboilers op het dak. Aanvullende opwekking voor warm tapwater en ruimteverwarming door middel van HR combiketels. Ruimteverwarming door middel van radiatoren
- **Pakket B3**
 - Toepassing van $2,5 \text{ m}^2$ PV-cellen op het dak. Toepassing van HR-ketels met radiatoren. Overige uitgangspunten als in pakket B2

- **Pakket C**

- De warmtedoorgangscoefficiënt van de dubbele beglazing inclusief kozijnen bedraagt $U\text{-raam} = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Zontoetredingsfactor dubbele beglazing in de gevels bedraagt $ZTA = 0,65\%$
- Mechanische toevoer en afvoer van ventilatielucht,
- Warmteterugwinning uit ventilatielucht (90% rendement warmteterugwinning)
- Warmteprop toegepast ten behoeve van ruimteverwarming en warm tapwater

7. Berekeningen en consequenties na-isoleren

Bouwkundige materialisatie en detaillering

(Uit rapport 20012204-5, Hoofdstuk 6.2)

Op materiaal- en detailniveau dient een uitwerking te worden gekozen die zowel aan de vereiste thermische, als akoestische kwaliteiten voldoet. Voor de volgende elementen dienen de thermische en akoestische eisen op elkaar te worden afgestemd:

- Luchtdichtheid: zowel voor thermische als akoestische kwaliteit dienen de gevels luchtdicht te worden uitgevoerd. Dit betekent een goede naadafwerking van kozijnen op aansluitende constructieonderdelen met elastisch blijvende kit. Daarnaast dient een goede dubbele kierdichting bij alle te openen delen worden gerealiseerd. Aangezien met een bestaand schuifraam geen voldoende kierdichting kan worden gerealiseerd zullen deze over het algemeen moeten worden voorzien van een achterzetbeglazing (met kierdichting) of zal het schuifraam moeten worden vervangen door een draaikiep-raam
- Beglazing: in de voorgevels van de woningen zijn uit akoestisch oogpunt beglazingspakketten nodig van tenminste 30 mm dikte. Deze zullen tevens moeten voldoen aan de vereiste warmte-isolatie. Uit akoestisch oogpunt is een achterzetbeglazing van enkel glas haalbaar, uit thermisch oogpunt niet. Dit betekent dat in alle gevallen dubbel glas toegepast zal moeten worden, hetzij in de vorm van een beglazing binnen een kozijn, hetzij als een achterzetbeglazing
- Daken: de dikte van de toe te passen dakpakketten wordt bepaald door de vereiste Rc-waarde (thermische isolatie). Om ook te voldoen aan de akoestische eisen zal als isolatiemateriaal minerale wol moeten worden toegepast. De isolatie kan zowel tegen de binnenzijde, als tegen de buitenzijde, als in plaats van het bestaande dakbeschot (indien aanwezig) worden aangebracht
- Wanden: uit bouwfysisch oogpunt heeft het aan de buitenzijde aanbrengen van thermische isolatie de voorkeur boven isolatie aan de binnenzijde omdat de koudebrugwerking verkleind wordt. Indien de isolatie aan de binnenzijde wordt aangebracht dient een goede dampremmer te worden toegepast. Aangezien de massa van het metselwerk toereikend is om een voldoende geluidwering te bewerkstelligen worden uit akoestisch oogpunt geen eisen gesteld aan het toegepaste isolatiemateriaal. Ook

andere isolatiematerialen dan minerale wol kunnen worden toegepast

Bouwfysische consequenties bij aanpassingen

(Uit rapport 20012204-5, Hoofdstuk 7.)

Bij de voorgestelde aanpassingen van de gebouwen zijn er een aantal bouwfysische consequenties. De isolatiepakketten zijn gericht op een verbeterd binnenklimaat en meer wooncomfort, echter voor de bouwconstructies zelf hebben de isolatiepakketten ook consequenties. Het blijkt dat een aantal voorzieningen risico's met zich mee brengen voor wat betreft het behoud van bouwconstructies. Bij een juiste en zorgvuldige uitvoering van maatregelen kunnen deze problemen in de praktijk meevallen. Hieronder zijn de bouwfysische consequenties aangegeven.

Temperatuur van de gevels

Bij binnengevelisolatie daalt de jaargemiddeldetemperatuur van de buitengevels. Door regenval of condensatie zal droging hierdoor meer tijd vragen. Vorstschade zal eerder op kunnen treden dan voorheen het geval was. Ook zullen in de nieuwe situatie grotere temperatuurfluctuaties optreden in de gevels.

Bij achterzetbeglazing daalt de jaargemiddeldetemperatuur van de bestaande kozijnen. Door lekkage of condensatie zullen bestaande kozijnen langer vochtig blijven. Los van een esthetisch bezwaar tegen condensatie op beglazing zal een hoger risico op houtrot in kozijnen ontstaan.

Vloeren

Vloerverwarming: bij toepassing van vloerverwarming kan een risico op kruip van houtconstructies ontstaan (doorbuiging van vloervelden door een verhoogde permanente belasting).

Bij woningen met een kruipruimte en een houten begane grondvloer dient bij toepassing van vloerisolatie de isolatie aan de onderzijde van de vloer aangebracht te worden; de gehele vloerconstructie dient ingepakt te worden in verband met houtrot in de balken of vloerdelen. De meest ideale uitvoeringsmethode is het aan brengen van een gespoten PUR-isolatie.

Lucht- en dampdichtheid

Eventuele dak-, goot- en gevellekages zullen voor een grotere schade kunnen zorgen dan in de huidige situatie. Door de aanwezigheid van een dampremmende laag zal de lekkage later opgemerkt worden dan

voorheen waardoor een groter deel van de constructie nat zal worden. Ook zal door dampremmende laag aan de binnenzijde van de gevel droging van de constructie belemmerd worden.

Door een verbeterde kierdichting zal de onbewuste ventilatie tot een minimum gereduceerd worden. Dit houdt in dat bewoners in de nieuwe situatie alleen bewust kunnen ventileren (en de ventilatievoorzieningen dus moeten gebruiken). In de praktijk ontstaan regelmatig vochtklachten in woningen en woongebouwen door dat het onbewuste deel van de ventilatie vervalt door een verbeterde kierdichting.

De totale hoeveelheid ventilatie neemt dan zo af dat in het binnenmilieu condities ontstaan waardoor schimmelgroei bevorderd wordt: hoge ruimtetemperaturen en een hoge relatieve vochtigheid. Vooral houtaantastende schimmels veroorzaken in betrekkelijk korte tijd grote schade aan gebouwen. Een mogelijke preventieve maatregel is een automatische schakeling van (mechanische) ventilatie aan de hand van relatieve luchtvochtigheid. Zonder meer dienen de woningen voorzien te worden van een goed regelbare en goed bruikbare ventilatie installatie. Tevens dient er zorg voor gedragen te worden dat geluidniveaus in de woning acceptabel zijn bij een normaal gebruik van de installatie.

Koudebrugwerking: op een divers aantal plaatsen in het gebouw zullen zich koudebruggen bevinden. Door het aanbrengen van isolatie kunnen bestaande koudebruggen meer problemen op gaan leveren dan voorheen het geval was. De detaillering van de thermische isolatie dient met zorg uitgevoerd te worden, vooral bij de aansluiting van wanden op daken, kozijnen en vloeren. Wanneer bestaande koudebruggen niet optimaal geïsoleerd kunnen worden adviseren Cauberg-Huygen om tenminste te streven naar een f-waarde van 0,55.

8. Onderzoek M.J. de Wit

M.J. de Wit heeft onderzoek gedaan tijdens het afstuderen aan de Hogeschool van Utrecht in 2004, naar het aanpassen van monumentale vensters.

Een onderdeel van haar onderzoek was hierbij: het onderzoek naar een eikenhouten schuifvenster voorzien van enkelglas in een massief metselwerk met hardstenen onderdorpel. Hierbij vond zij de volgende gegevens waarbij zij concludeerde dat bij deze situatie als eerste oppervlaktecondensatie zal optreden op het glasoppervlak. Zie tabel hieronder. Daarbij kun je zien dat al bij ruim een graad boven nul condensatie ontstaat.

Verder kan er uit de tabel afgelezen worden dat het geen continue, langdurige periode betreft. Hierdoor zal het condensatievocht geen negatieve gevolgen hebben, als er voor goed onderhoud wordt gezorgd.

Kritieke buitentemperatuur en frequentie

Tabel 3

Temperatuurverloop-model

Materiaal	Te;kritiek	Aantal uur/jaar	Aantal dagen/jaar	Volgorde van condensatie
Metselwerk	-9,8	29,2	1,2	4
Kozijnhout	-31,3	-	-	5
Raamhout	-5,9	132,5	5,5	3
Enkelglas	1,2	1167,8	48,7	1
Hardsteen	-1,0	659,7	27,5	2

Isolerende beglazing

Bij toepassing van isolerende beglazing ontstaat in principe geen condens op het glas. De invloed die het isolerende glas op het raamhout heeft is zeer beperkt. Als eerste ontstaat er oppervlaktecondensatie op het hardsteen en vervolgens op het raamhout en metselwerk.

Voor en achterzetbeglazing

Bij de vergelijking van voor en achterzetbeglazing is de Wit uitgegaan van verschillende varianten:

1. Achterzetbeglazing 9 mm floatglas op het kozijn gemonteerd
2. Voorzetbeglazing 9 mm floatglas op kozijn gemonteerd
3. Bovenraam voorzien van voorzetbeglazing, 9 mm floatglas. Onderraam voorzien van achterzetbeglazing. Beide op raamhout gemonteerd

4. Achterzetbeglazing 21 mm isolatieglas / U-waarde 1,2
5. Voorzetbeglazing 21 mm isolatieglas / U-waarde 1,2

De conclusie hierbij was, dat bij alle varianten condensatie optreedt als de spouw geventileerd wordt met binnenlucht en dat dit bij voorzetbeglazing in mindere mate gebeurt. Bij achterzetbeglazing heeft het vanuit condensatie oogpunt geen baat om isolatieglas toe te passen daar Te;kritiek ruim onder de -100°C zit. Deze temperatuur zal in Nederland niet gehaald worden.

'Goed bedoelde isolerende maatregelen aan vensters kunnen gemakkelijk tot onbedoelde negatieve gevolgen leiden.'

Aanbevelingen vanuit de kans op oppervlaktecondensatie en daarbij in het blauw/cursief opmerkingen met betrekking tot monumenten:

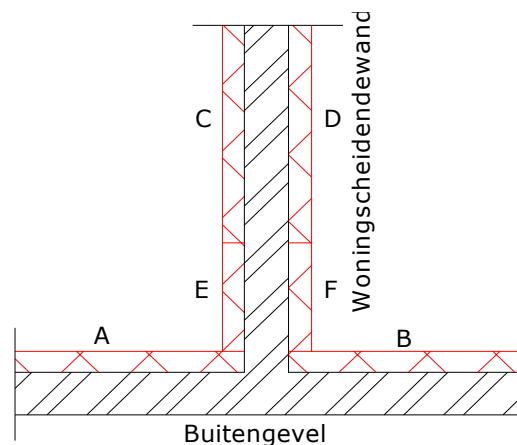
- Als er buitenluiken aanwezig zijn. Sluit deze dan 's nachts. De kans op condensatie wordt hiermee beperkt en het heeft een energiebesparend effect. Laat daarbij eventueel aanwezige binnenluiken open
- Pas bij voorkeur voorzetbeglazing met binnenventilatie toe
Voorzetbeglazing is vaak niet toegestaan omdat dit het aanzicht aantast.
- Pas bij achterzetbeglazing buitenventilatie toe
- Het bestaande glas vervangen door isolatieglas, zal de kans op oppervlaktecondensatie aanzienlijk verminderen
- Enkelglas met een warmtewerende coating heeft vrijwel evenveel kans op condensatie als gewoon enkelglas. Zeer goed warmte-isolerend glas geeft een grotere kans op condensatie op het kozijn
- Pas bij gevelisolatie bij voorkeur buitenisolatie toe en voorzetbeglazing. Hierdoor vermindert de kans op condensatie aanzienlijk
Bij monumentale gebouwen mag geen buitenisolatie worden toegepast. Dit is dan wel beter ten opzichte van de condensatie maar is niet in overeenstemming met de eisen van bMA.
- Binnenisolatie vermindert de minimumtemperatuur van het kozijn aanzienlijk. Daarom kan binnenisolatie het beste vermeden worden. Dit geldt in het bijzonder wanneer ook het enkelglas wordt vervangen door goed warmte-isolerend glas

Wanneer binnenisolatie toegepast wordt, voorzie het venster dan ook van achterzetbeglazing.

9. TRISCO Berekeningen

De opties hier zijn genummerd aan de hand van de mogelijkheden die in paragraaf 4.3 al eens zijn opgenoemd:

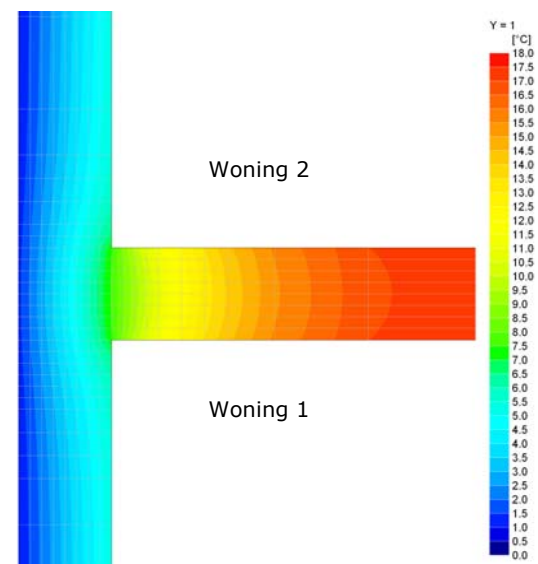
1. Geen isolatie
2. A
3. A + B
4. A + C
5. A + E
6. A + B + C
7. A + B + E
8. A + B + C + D
9. A + B + C + F
10. A + B + E + F



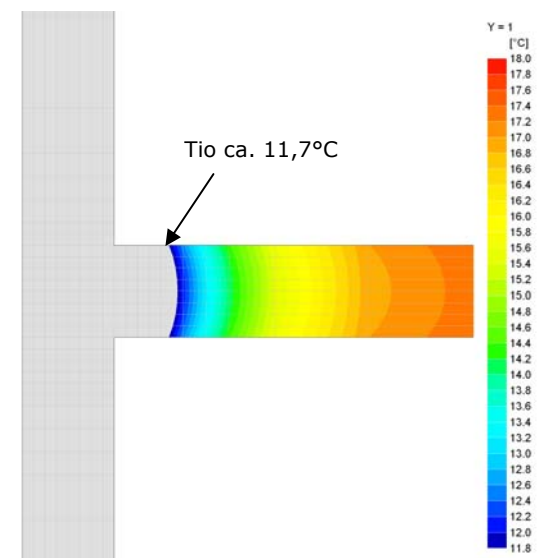
9.1 Steens muur

- 1.) Dit is de natuurlijke opbouw van een gevel met een steensmuur woningscheidende wand daarop aangesloten. Aan de hand van de figuren 1 & 2 is het volgende af te lezen:
 - a. De buitenmuur is koud en zorgt daardoor voor hoge stookkosten.
 - b. Ter plaatste van de woningscheidende wand op de gevel is de buitengevel relatief gezien iets warmer.
 - c. Er is tot een afstand van 120 mm van de gevel op de woningscheidende wand condensatie mogelijk. (het gehele grijze vlak is kouder dan 11,7°C.

De andere mogelijke opties worden aan de hand van deze opbouw vergeleken.



Figuur 38 Temperatuurverloop mogelijkheid 1a

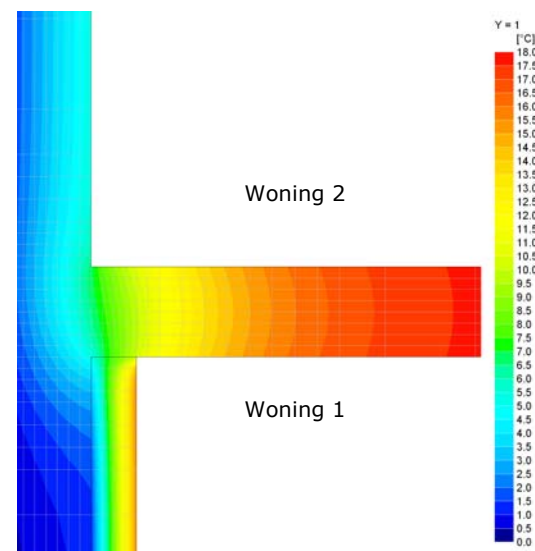


Figuur 40 Condensatievlak mogelijkheid 1a

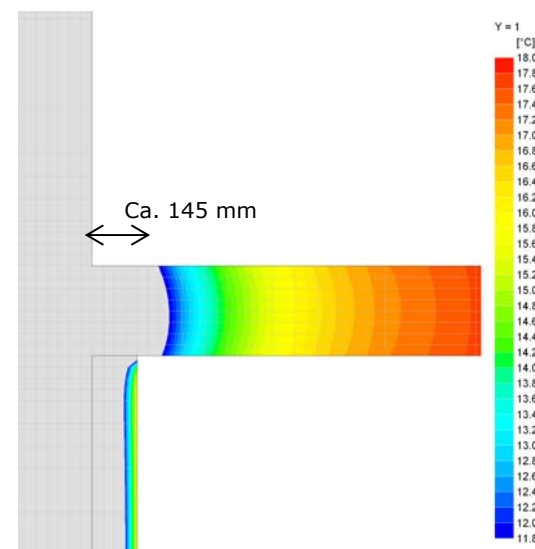
- 2.) Bij deze optie woningscheidendewand uit een steensmuur is de gevel van woning 1, 100 mm dik geïsoleerd.

Uit figuur blijkt:

- Door de isolatie wordt de binnenkant van de gevel warmer
- Bij woning 1 kan condensatie op de woningscheidende wand optreden. Dit op een afstand van 50 mm ten opzichte van de isolatie
- Woning 2 wordt door deze isolatie negatief beïnvloed ten opzichte van geen isolatie. Daar het condensvlak naar binnen verplaatst.

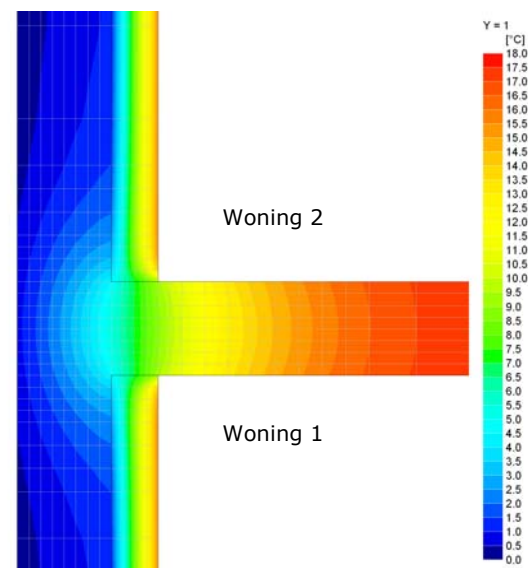


Figuur 40 Temperatuurverloop mogelijkheid 2a

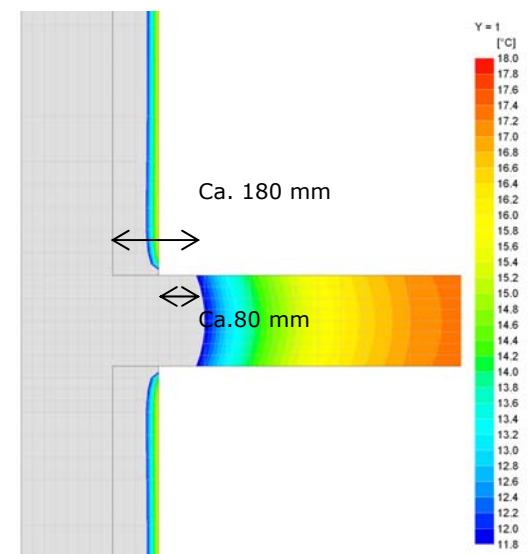


Figuur 40 Condensatie vlak mogelijkheid 2a

- 3.) De buitengevel van beide woningen is geïsoleerd, 110 mm dik.
Uit figuur is af te lezen dat:
- Bij beide woningen is condensatie op de woningscheidende wand te verwachten, tot op een afstand van 180 mm ten opzichte van de buitengevel.
 - Het condensatie probleem wordt zo dus naar binnen verlegd.

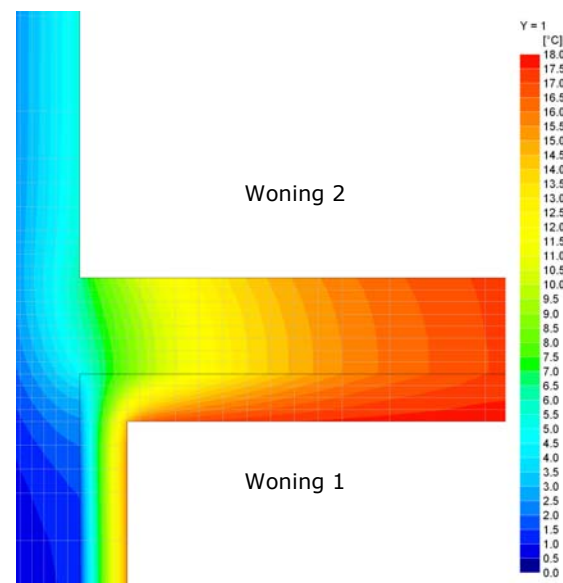


Figuur 42 Temperatuurverloop mogelijkheid 3a

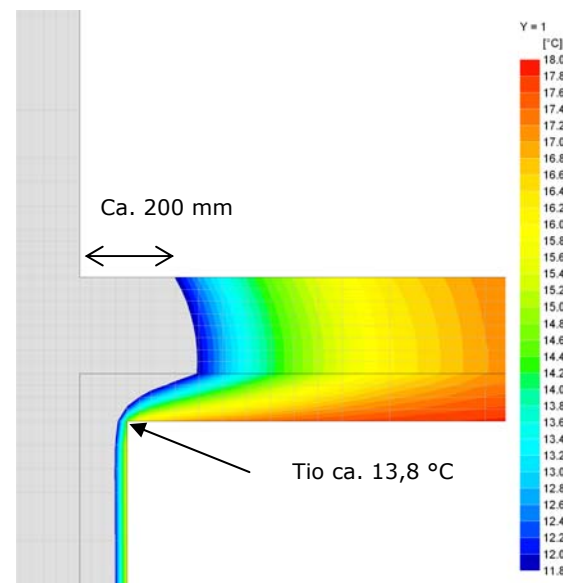


Figuur 42 Condensatievlak mogelijkheid 3a

- 4.) Woning 1 is hierbij helemaal geïsoleerd en woning 2 helemaal niet.
- Woning 1 heeft bij deze optie geen kans op condensatie.
 - Voor woning 2 heeft dit echter negatieve gevolgen. Het condensatie vlak wordt hier meer naar binnen verplaatst.

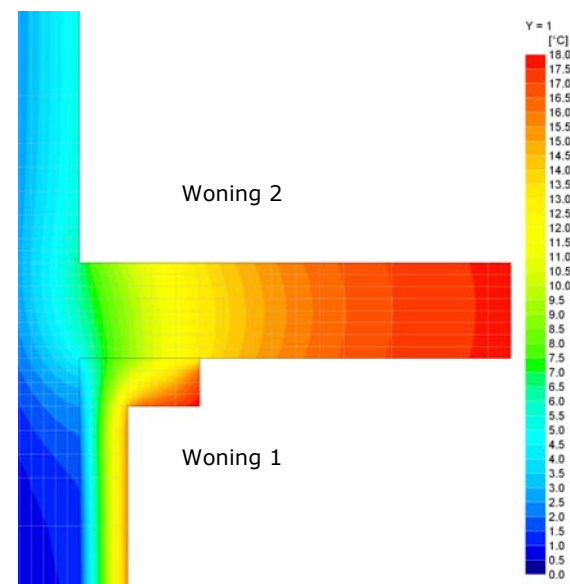


Figuur 44 Temperatuurverloop mogelijkheid 4a

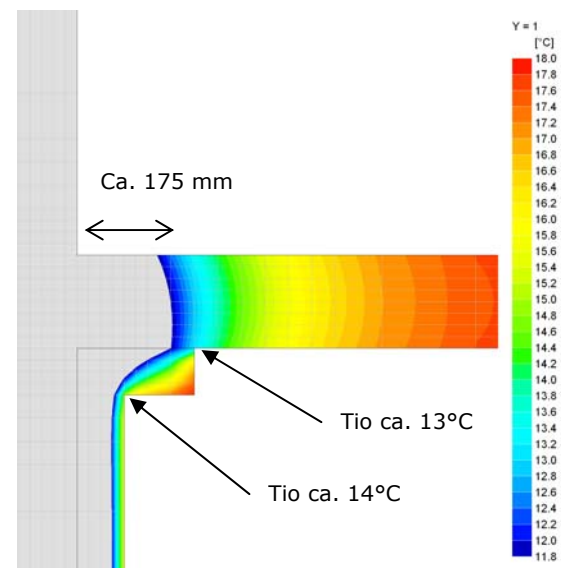


Figuur 44 Condensatievlak mogelijkheid 4a

- 5.) Bij deze optie wordt de gevel en een deel van de woningscheidende wand geïsoleerd.
- Woning 1 heeft ook hier geen last van condensatie.
 - Er is hier minder isolatie materiaal voor nodig
 - Woning 2 ondervindt ook hier echter een condensatie probleem dat slechter is als helemaal niet isoleren.

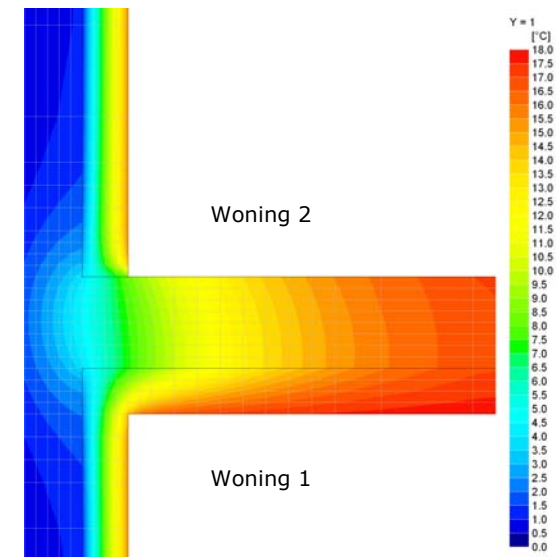


Figuur 46 Temperatuurverloop mogelijkheid 5a

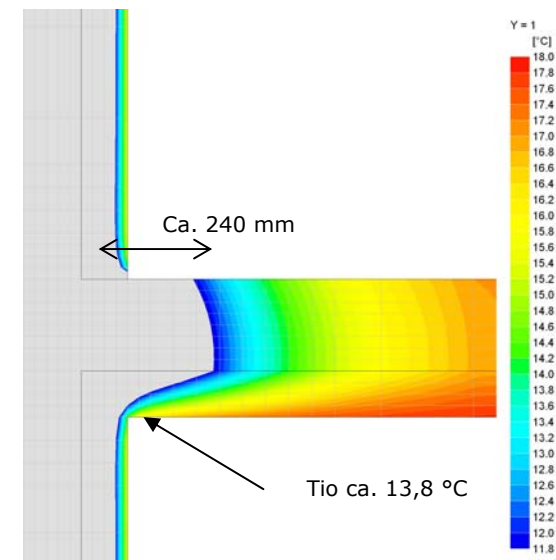


Figuur 46 Condensatievlak mogelijkheid 5a

- 6.) Hier word woning 1 helemaal geïsoleerd en bij woning 2 alleen de gevel.
- Woning 1 heeft geen last van condens net als voorgaande opties
 - Woning 2 heeft hier een warme wand door de isolatie
 - In de hoek van woning 2 zal echter doordat hier de isolatie niet is doorgezet condensatie optreden.
Dit zal ten opzichte van de buitengevel op een afstand van 240 mm ontstaan.

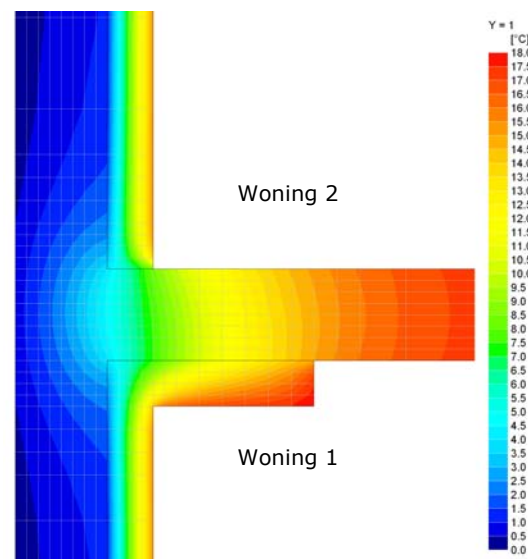


Figuur 48 Temperatuurverloop mogelijkheid 6a

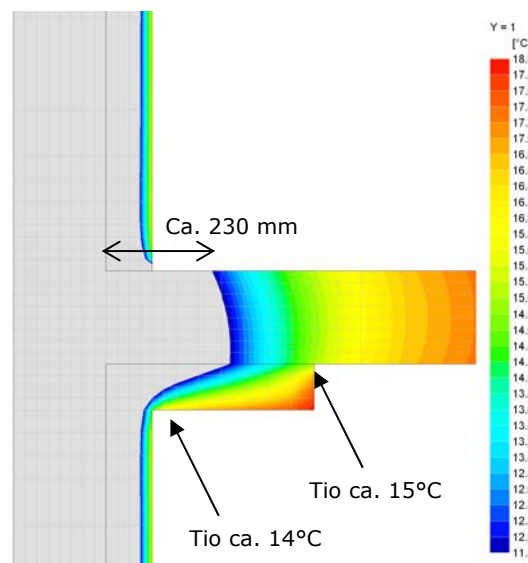


Figuur 48 Condensatievlak mogelijkheid 6a

- 7.) Bij deze optie is de buitengevel bij beide woningen geïsoleerd.
 Bij woning 1 is de woningscheidende wand deels geïsoleerd.
- Woning 1 zal hier verder geen last van condensatie hebben.
 - Woning 2 zal hier een warme gevelwand hebben.
 - Bij woning 2 zal echter wel condensatie optreden op ongeveer 240 mm van de gevel. Dit is iets beter dan mogelijkheid 6.

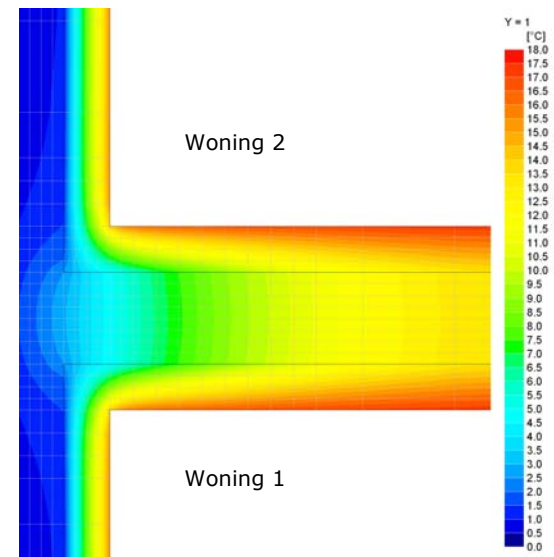


Figuur 50 Temperatuurverloop mogelijkheid 7a

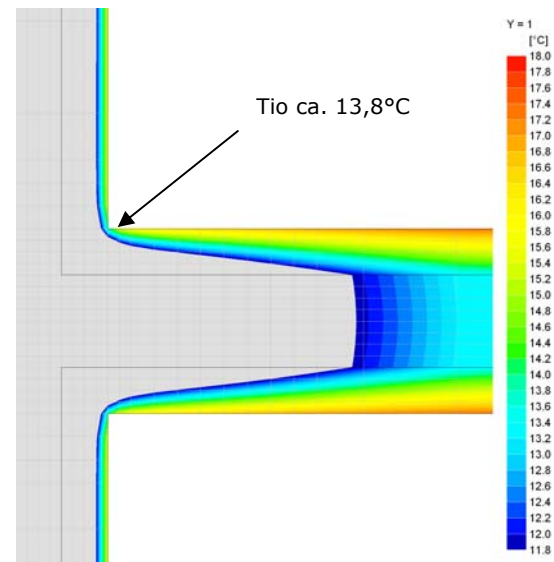


Figuur 50 Condensatievlak mogelijkheid 7a

- 8.) Bij deze optie zijn alle wand vlakken geïsoleerd.
- Beide woningen hebben relatief gezien warme muren
 - Hierdoor is hebben deze geen last van condensatie op de gevel.
 - De kou trekt door de isolatie dieper de woningscheidende wand binnen. Daarom moet de isolatie nauwkeurig gebeuren omdat bij een thermisch lek grote condensatie problemen kunnen ontstaan.

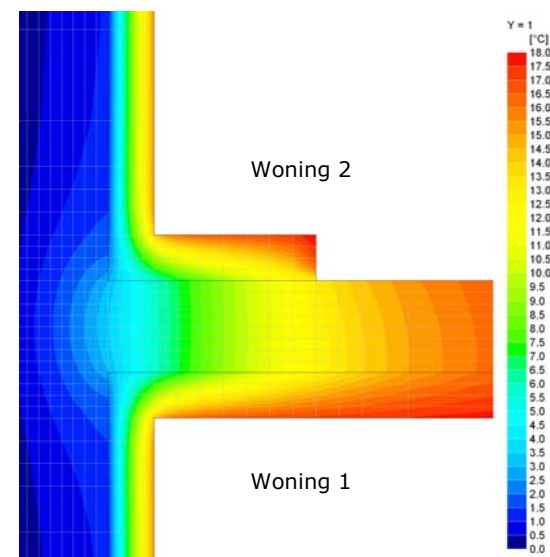


Figuur 52 Temperatuurverloop mogelijkheid 8a

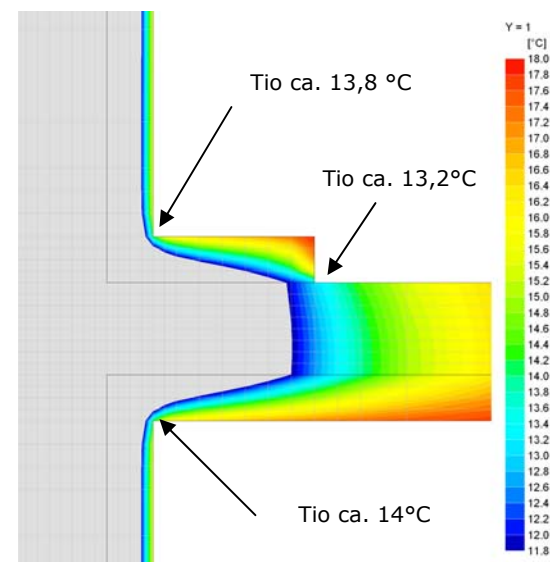


Figuur 52 Condensatievlak mogelijkheid 8a

- 9.) Bij deze optie is woning 1 helemaal geïsoleerd en bij woning 2 is de gevel en een deel van de woningscheidende wand geïsoleerd.
- Bij beide woningen ontstaat geen condensatie.
 - Bij woning 2 wordt isolatie materiaal bespaart.
 - En door de isolatie niet helemaal door te zetten trekt het vocht hier niet zo ver de woningscheidende wand binnen.



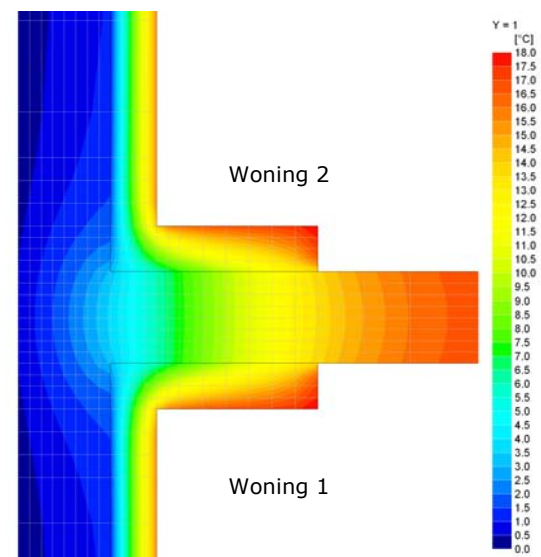
Figuur 54 Temperatuurverloop mogelijkheid 9a



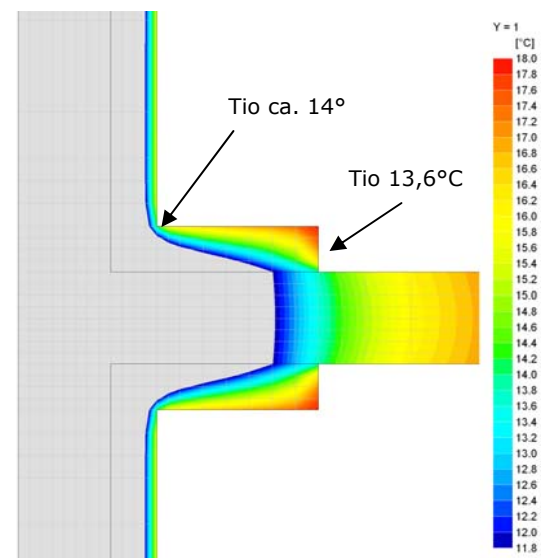
Figuur 54 Condensatievlak mogelijkheid 9a

10.) Bij deze laatste optie worden de gevels geïsoleerd en de woningscheidende wand deels.

- a. Hierbij hebben beide woningen relatief warme wanden
- b. Beide hebben geen condensatie problemen
- c. Er word minder isolatie materiaal gebruikt
- d. Het condensatievlak licht minder naar binnen.

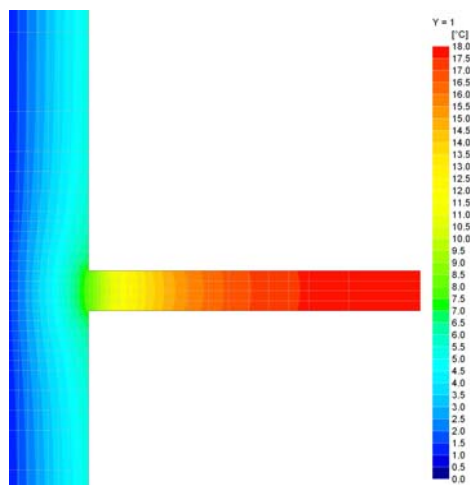


Figuur 56 Temperatuurverloop mogelijkheid 10a

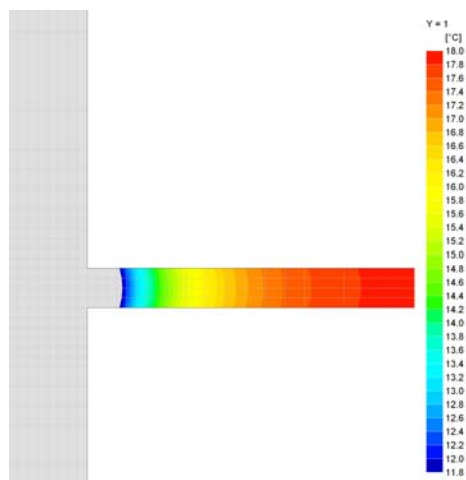


Figuur 56 Condensatievlak mogelijkheid 1a

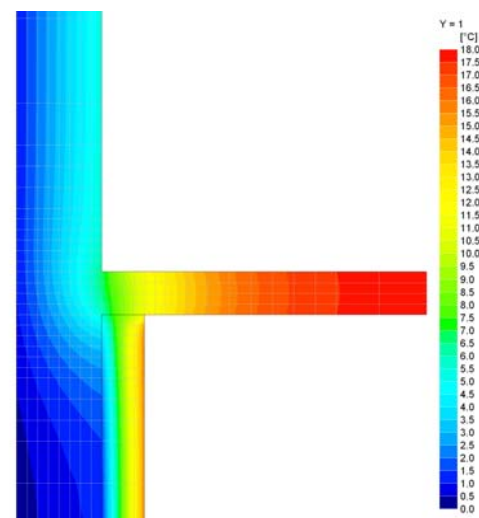
9.2 Woningscheidendewand halfsteensmuur



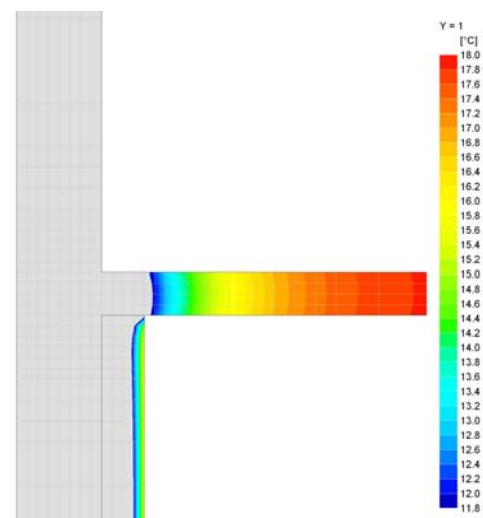
Figuur 57 Temperatuurverloop mogelijkheid 1b



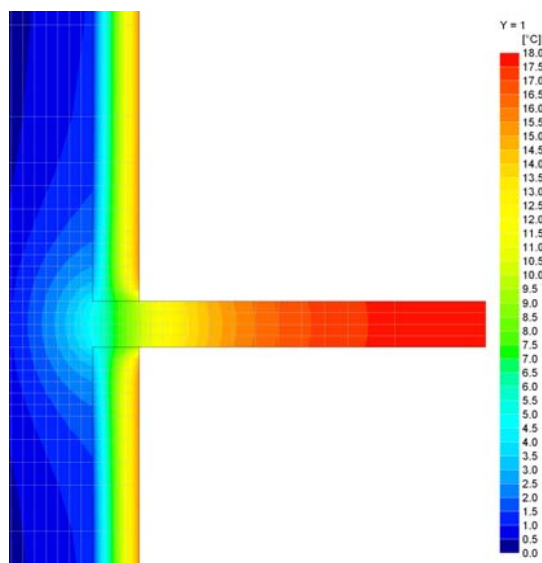
Figuur 58 Condensatievlak mogelijkheid 1b



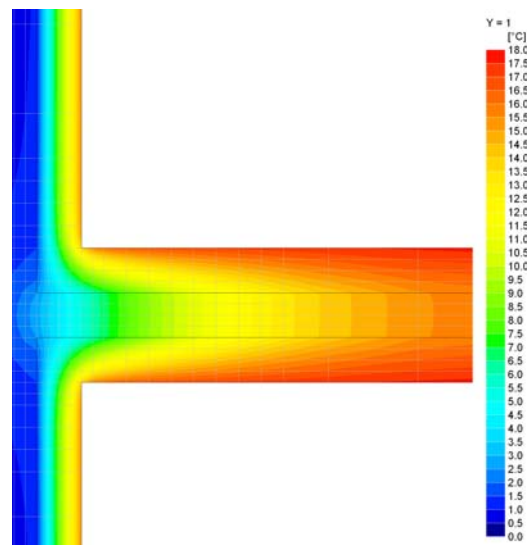
Figuur 59 Temperatuurverloop mogelijkheid 2b



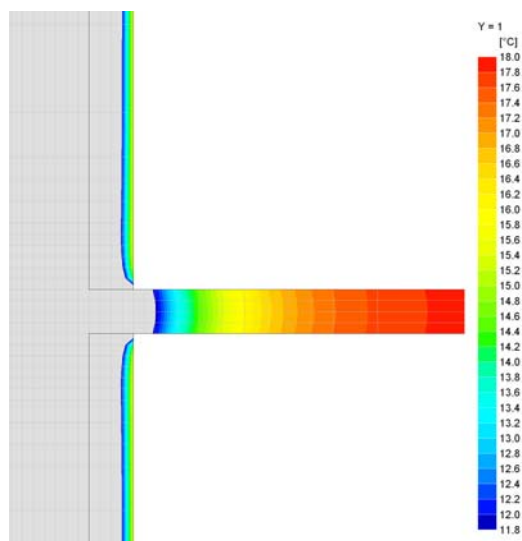
Figuur 60 Condensatievlak mogelijkheid 2b



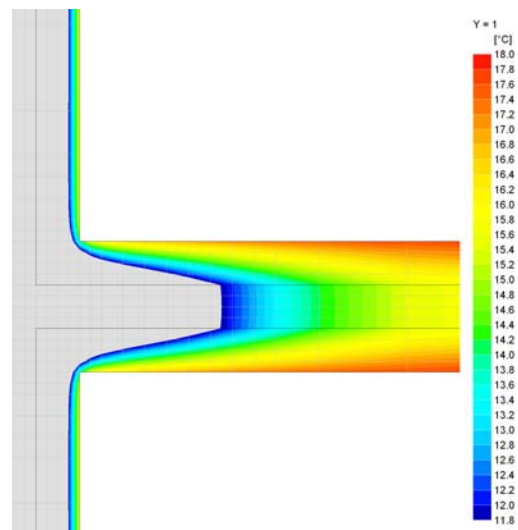
Figuur 61 Temperatuurverloop mogelijkheid 3b



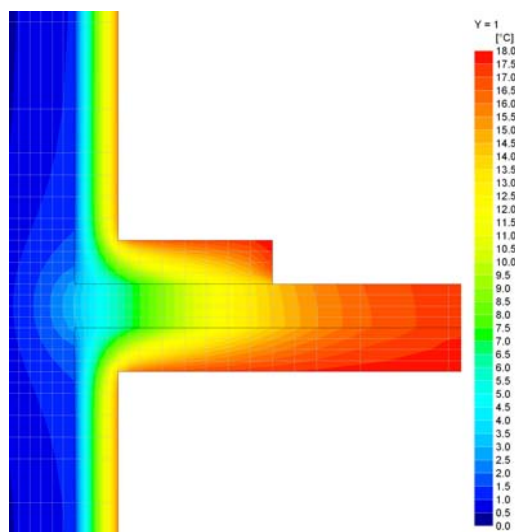
Figuur 63 Temperatuurverloop mogelijkheid 8b



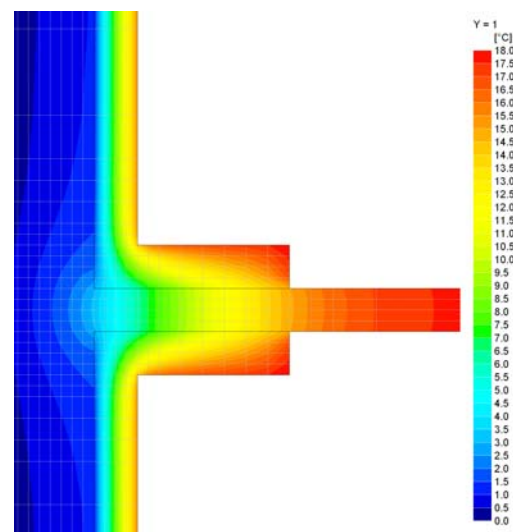
Figuur 62 Condensatievlak mogelijkheid 3b



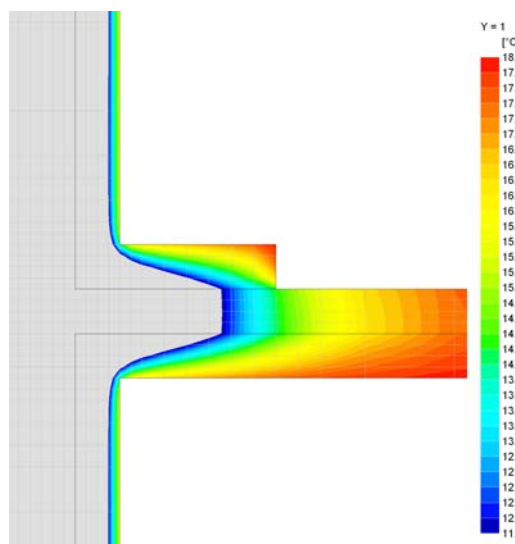
Figuur 64 Condensatievlak mogelijkheid 8b



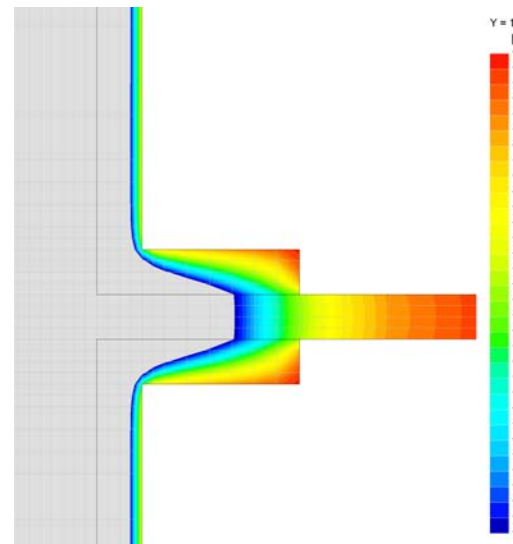
Figuur 65 temperatuurverloop mogelijkheid 9b



Figuur 67 Temperatuurverloop mogelijkheid 10b



Figuur 66 Condensatievlak mogelijkheid 9b

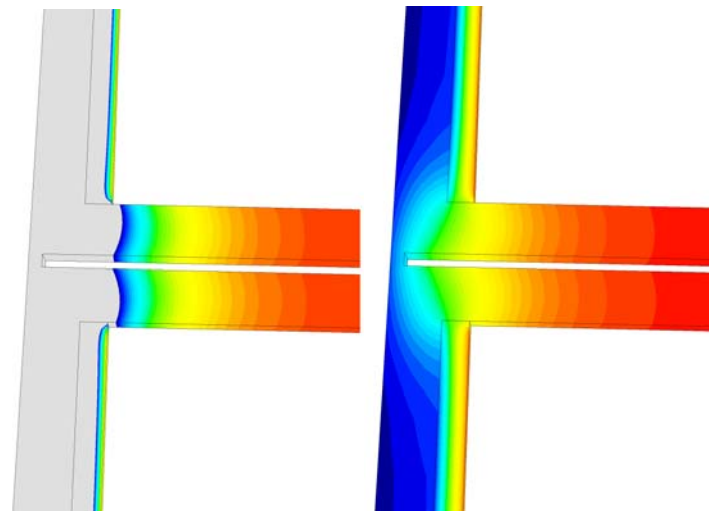


Figuur 68 Condensatievlak mogelijkheid 10b

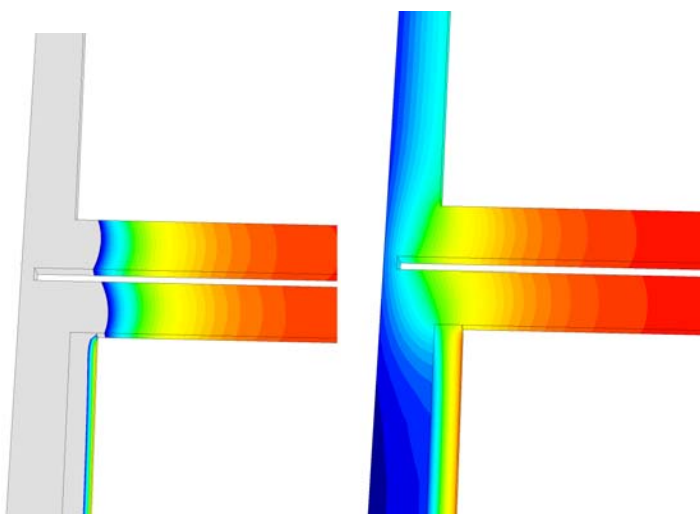
9.3 Spouw

Bij deze spouwmuur is er vanuit gegaan dat de warmteovergangswaarde (r) in de spouw gelijk is aan de warmteovergangswaarde buiten (r_a). Gebruikelijk is om deze gelijk te stellen aan de warmteovergangswaarde binnen (r_i). In dat geval zouden de gegevens relatief gezien het zelfde zijn als bij een massieve woningscheidende wand. Dit doordat beide woningen deze spouw opwarmen en deze dus verwarmd blijft.

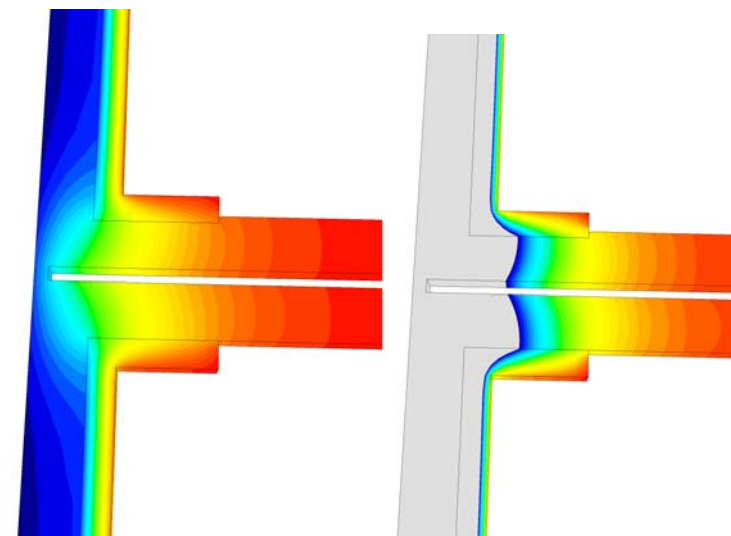
Echter zijn er ook Amsterdamse panden waarbij de spouw wel erg groot is waardoor men zich kan afvragen wat de invloeden daarvan zijn en met welke waardes vervolgens berekend gaat worden.



Figuur 70 Spouw mogelijkheid 3c



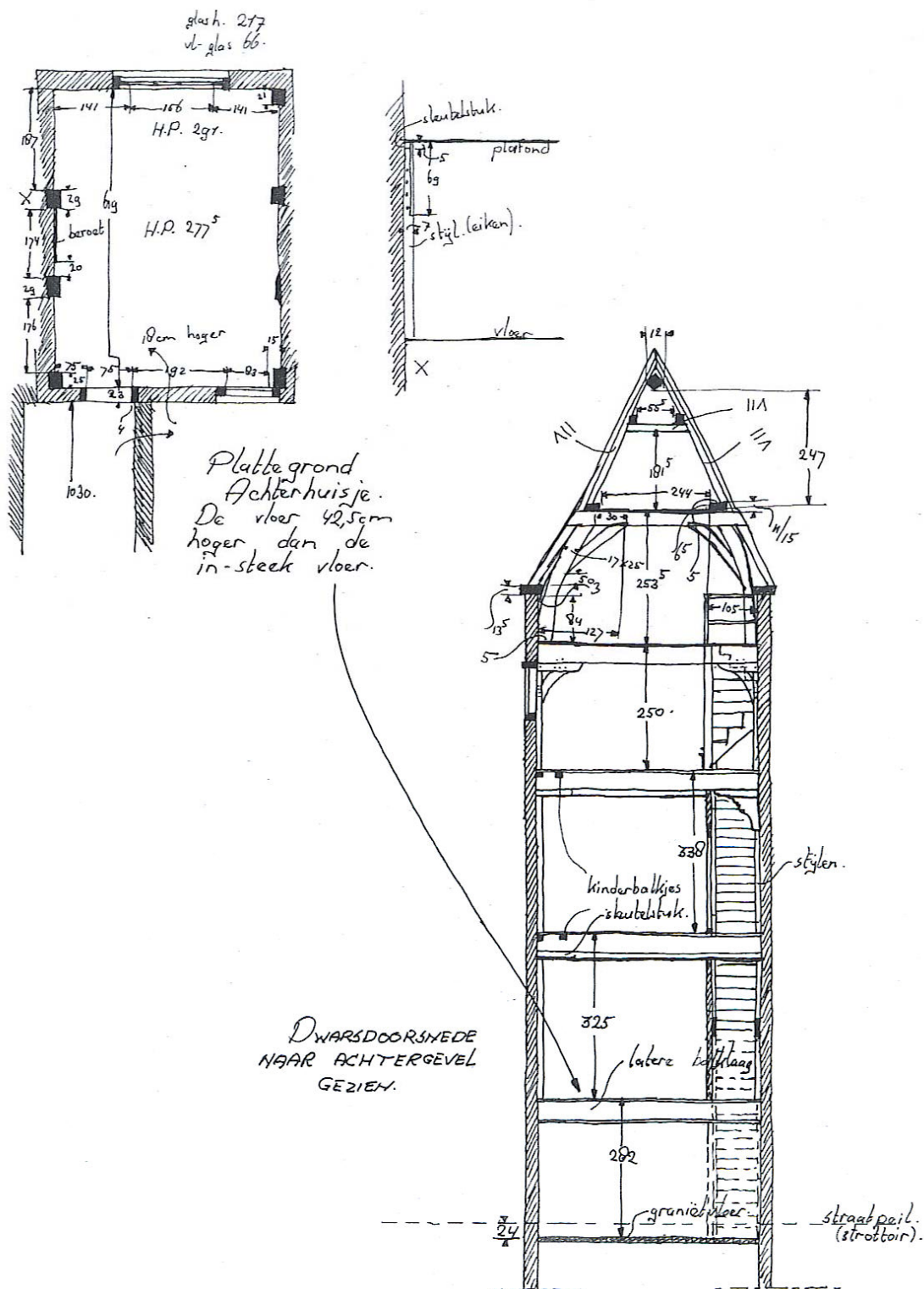
Figuur 69 Spouw mogelijkheid 2c



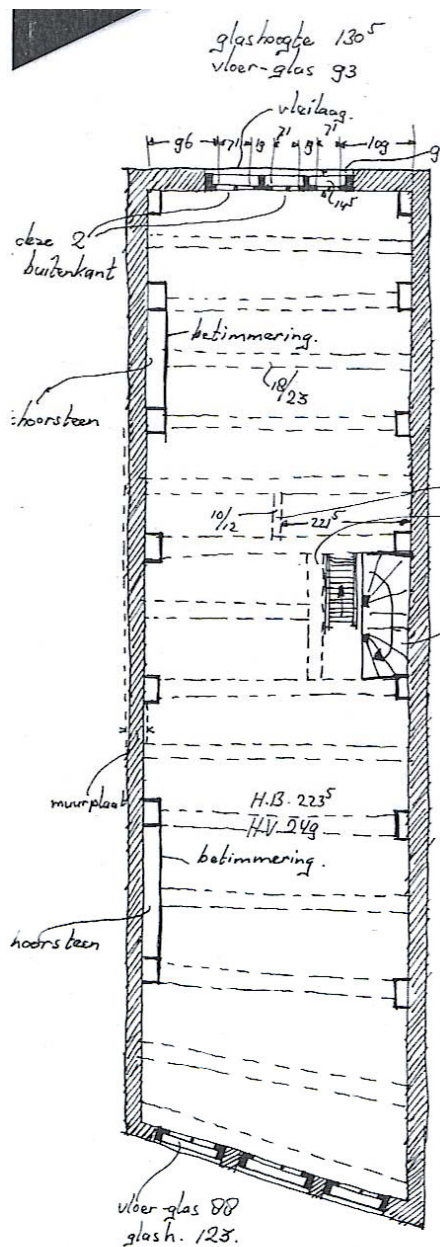
Figuur 71 Spouw mogelijkheid 10c

10. Warmoesstraat 145

10.1 Doorsnede en plattegronden

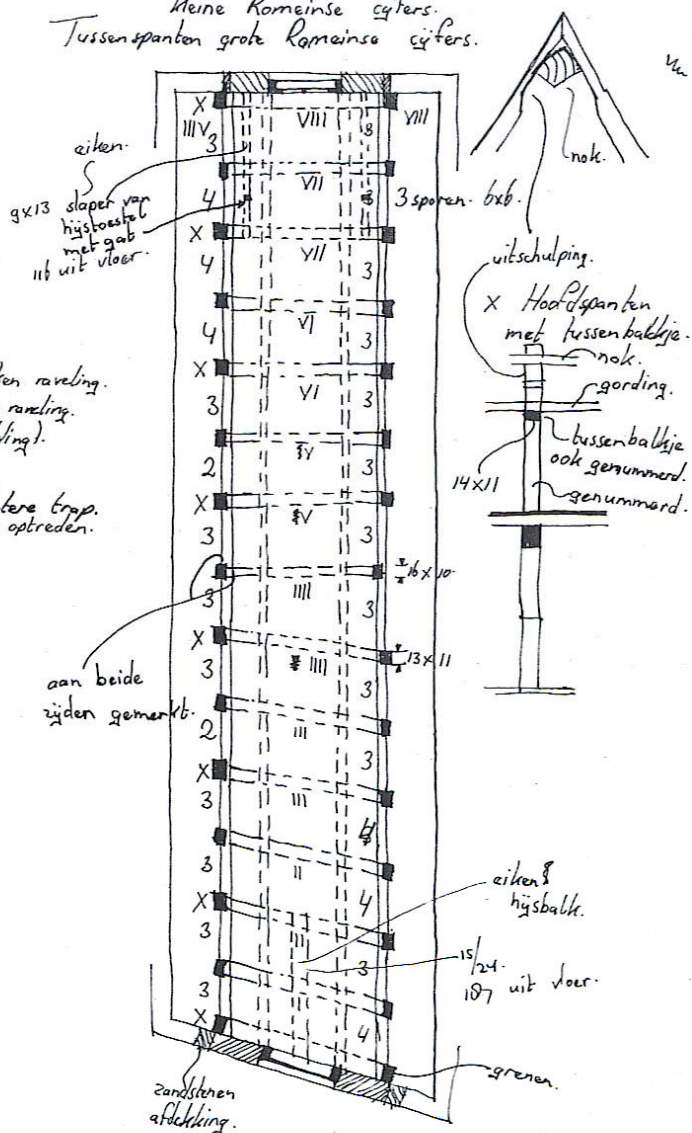


WARMOESSTRAAT 745.
8 juli 1959.



Alle spanten en jukken
ontimmerd.

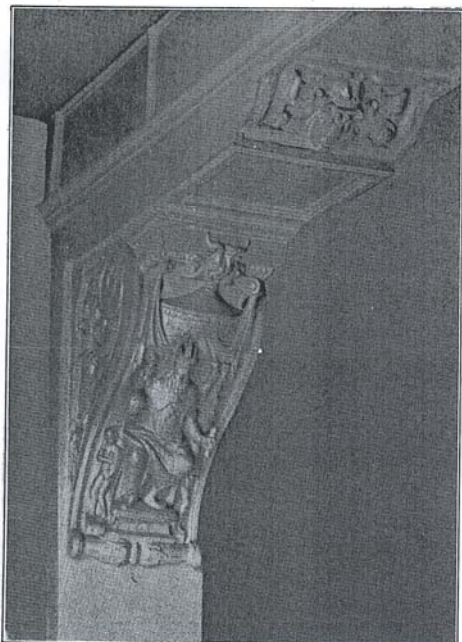
Hoofspanen met busenbalkjes
genummerd met ~~grote~~ ^{kleine} Romeinse cijfers.
Tussenspanen grote Romeinse cijfers.



WARMOESSTRAAT 145
Opn. Zolderverdieping
+ vliering.
9 juli 1939

10.2 Korbelen Warmoesstraat 145

(aan museum gegeven)



11. Isolatie Materialen

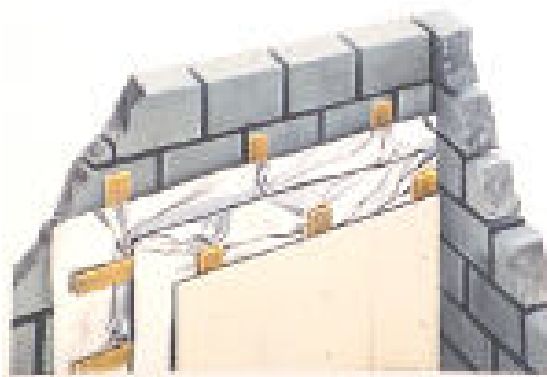
Tonzon

De isolatietechniek van tonzon is gebaseerd op stilstaande luchtlagen die opgesloten zijn tussen speciale thermisch reflecterende oppervlakken (Thermosheets). Deze techniek biedt een hoge warmteweerstand met weinig ruimteverlies.

TONZON Thermosheets zijn van een sterke kunststoffolie gemaakt waarbij aan weerszijden een reflecterend oppervlak is dat tegen oxidatie beschermd is. Deze reflecterende oppervlakken hebben een extreem lage warmte uitstraling.

De luchtlagen tussen de Thermosheets zijn steeds 20 mm dik. Dit blijkt de optimale dikte te zijn. De isolatiewaarde hangt af van het aantal luchtlagen dat toegepast wordt. Hoe meer luchtlagen hoe hogere R-waarde er gehaald wordt. Bij nieuwbouw moet een R-waarde van minimaal 2,5 gehaald worden, dit zou betekenen dat er tenminste 4 luchtlagen met 3 Thermosheets gebruikt moeten worden toegepast.

1 luchtlaag	1 Themosheet	Rd=0,65
2 luchtlagen	2 Thermosheets	Rd=1,35
3 luchtlagen	2 Thermosheets	Rd=2,05
4 luchtlagen	3 Thermosheets	Rd=2,75
5 luchtlagen	4 Thermosheets	Rd=3,50
6 luchtlagen	5 Thermosheets	Rd=4,25



Werkwijze

Als eerste worden latten van circa 20 mm dikte op de muur aangebracht. Bij kans op vochtdoorslag van buiten bestaat de mogelijkheid deze vooraf te conserveren. Over deze lat wordt een laag thermosheet gespannen met een breedte van 270 of 300 cm. Deze worden vast gezet met dubbelzijdigplakband. Daaroverheen komen de tweede laag latten, direct of haaks op de eerste laag. Dit wordt herhaald totdat de gewenste isolatiewaarde bereikt is. De laatste laag Thermosheets moet als een dampremmende laag worden aangebracht. Met folielijm kan de folie rondom naadloos op de omliggende constructie worden afgeplakt. De folielijm die hierbij gebruikt wordt is op waterbasis en maakt steen, beton, hout, metaal, kunststof etc na droging ervan permanent zelfklevend.

Het nadeel bij deze methode was de vele latten die nodig waren en die een koudebrug vormden doordat ze koud op elkaar werden gezet. Deze koudebrug kan worden ondervangen door om en om een laag latten te vervangen door 2 cm dikke stroken drukvast isolatiemateriaal zoals kurk of hardschuim etc. Het voordeel hiervan is dat er minder materiaal kosten zijn en bovendien gaat het zo sneller.

Milieu voorkeur

Het NIBE (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) heeft een milieubeoordeling gemaakt waarbij verschillende typen geïsoleerde voorzetwanden met elkaar vergeleken werden en men tot de conclusie kwam dat een voorzetwand met TONZON Thermosheets voor het milieu de beste keuze is. Zie bijlage NIBE

Bij het gebruiken van hout uit standaard bosbouw moet er bij de opbouw gekozen worden voor koudebrug onderbrekers om deze gunstige milieubeoordeling te halen. Als men TONZON Thermosheets met duurzaam hout en koudebrug onderbrekers combineert heeft men de allerlaagste milieubelasting. Bij de vergelijking heeft men vlaswol en glaswol gebruikt als natuurlijke en traditionele isolatiematerialen. Een van de belangrijkste oorzaak is van de lage milieubelasting van gevelisolatie met Thermosheets is de geringe massa van het materiaal waarmee een hoge isolatiewaarde gehaald wordt.

Gezondheid

De voorzetwanden geïsoleerd met Thermosheets levert gezondheidstechnisch geen bezwaar. Het transport van het vocht in de ruimte naar buiten dient voornamelijk via ventilatie te gebeuren. Het transport via een muur bij een dampopen constructie is verwaarloosbaar klein zodat het wegnemen van deze eigenschap weinig invloed zal hebben voor de lucht vochtigheid van de lucht in huis. De dampdichte eigenschap van de folie is hierdoor niet nadelig maar eerder voordelig, aangezien het dampdichte karakter van de Thermosheets er voor zorgt dat er geen vocht in de achterliggende constructie doordringt.

Doschawol

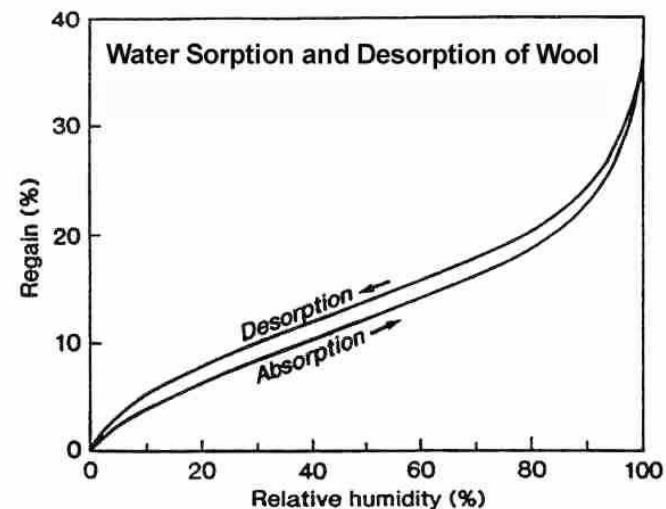
Doschawol bestaat 100% uit dierlijke vezel (schapenwol). Dit product bevat geen bindmiddelen, steunvezels, brandvertragers of andere chemische toevoegingen. Door dat schapenwol een vernieuwbare, ecologische en secundaire grondstof is, is het een minimaal milieubelastende product.

De goede eigenschappen van Doschawol zorgen voor een vermindering ten opzichte van milieudruk, en de verbetering van het binnenmilieu met betrekking op welzijn, gezondheid, productiviteit en het prestatieniveau van een gebouw.

Bouwfysische eigenschappen

De goede positieve eigenschappen van Doschawol zullen hier achter een volgens opgenoemd worden.

- De warmteaccumulerende eigenschappen van Doschawol zijn hoger ten opzicht van traditionele isolatiematerialen. Hierdoor blijft het zomers binnen aangenaam koeler en door minder thermische schommelingen in de constructie vermindert tevens de kans op scheurvorming.
- Door de elasticiteit van de keratinevezel (schapenwolvezels) en de productie verkregen hoge dichtheid zorgt voor een goede geluidsabsorberende en akoestische eigenschappen.
- Bij een hoge relatieve luchtvochtigheid kan Doschawol circa 35% van zijn eigengewicht aan waterdamp opnemen en bij een lagere luchtvochtigheid weer afstaan. Daarnaast is Doschawol waterafstotend (hydrofoob) dit betekend dat het geen water in vloeibare vorm opneemt. De waterdamp die Doschawol opneemt verandert nauwelijks iets aan de isolatiewaarde van het materiaal. Met dit materiaal kan men dampdoorlatend isoleren zonder vocht en schimmelproblemen te veroorzaken door het opnemende en afstaande eigenschap.
- Bij brand is Doschawol een veilig isolatiemateriaal mede doordat het geen brandende druppels vormt. De brandvertragende eigenschappen van Doschawol hebben te maken met het hoge stikstofgehalte 16%, een relatief vochtgehalte van 14-18%, de ontbrandingstemperatuur van 600 °C, de lage verbrandingswarmte van 20,5 kJ/g daarbij heeft keratine meer energie nodig voor verbranding dan energie die bij verbranding wordt afgegeven.



Milieu en Mensvriendelijk

Aangezien schapenwol ecologisch en secundaire grondstof is, heeft Doschawol een minimaal milieubelastend effect en tast het daardoor niet de natuur of het landschap aan. Ook de energiebehoefte bij de productie is gering en de opzet van isoleren is energiebesparing.

Het product kan zonder voorzorgsmaatregelen worden aangebracht en bevat geen irriterende vezel en/of chemische stoffen. Bij inademing van stofdeeltjes wordt het door het lichaam binnen 4 dagen biologisch afgebroken en levert dus geen gevaar op voor de gezondheid.

Een bijzondere eigenschap van Doschawol is dat ongewenste gassen, dampen en geurtjes worden onttrokken uit de binnenlucht. Dit komt door een chemische reactie in de keratinevezels.